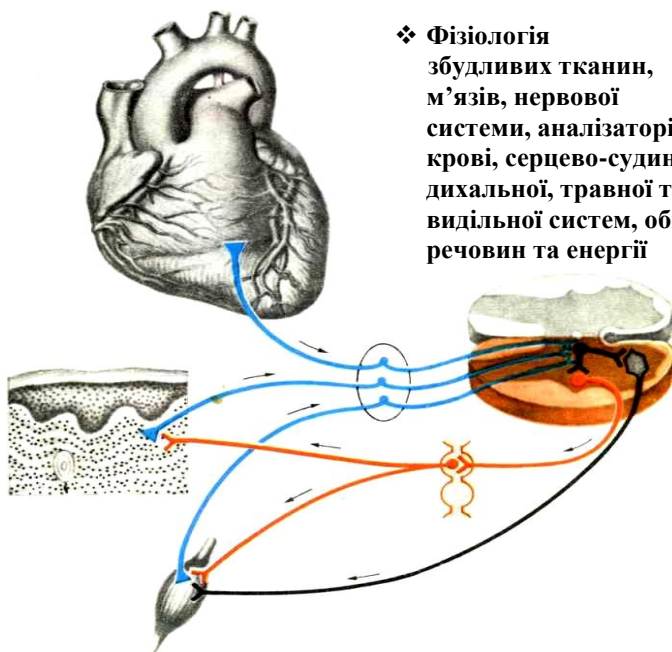


БЕКАС О. О.

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ: ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ



❖ Фізіологія збудливих тканин, м'язів, нервової системи, аналізаторів, крові, серцево-судинної, дихальної, травної та видільної систем, обмін речовин та енергії

**ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ імені МИХАЙЛА КОЦЮБІНСЬКОГО**

*КАФЕДРА МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ОСНОВ
ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ*

БЕКАС О. О.

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ: ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

ВІННИЦЯ - 2014

УДК 612 (076.5)
ББК 28.707я73

Рекомендовано

*навчально-методичною комісією інституту фізичного
виховання і спорту Вінницького державного педагогічного
університету імені Михайла Коцюбинського
(Протокол № 1 від 04.09.2014 р.)*

Рецензенти:

Фурман Ю.М. – доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри медико-біологічних основ
фізичного виховання і фізичної реабілітації.

Борейко Т.І. – кандидат медичних наук, доцент
кафедри нормальної фізіології
Вінницького національного медичного
університету ім. М.І. Пирогова

Б 42

Бекас О.О.

Фізіологія людини: Лабораторний практикум
[практикум рекомендований для студентів інституту
фізичного виховання і спорту]. – Вінниця, 2014. – 94 с.

У практикумі пропонуються завдання до лабораторних занять з курсу фізіології людини. Усі вони мають дослідницький характер. Поряд із класичними наводяться роботи, для практичного виконання яких застосовуються сучасні методи і прилади. Роботи складено за єдиною схемою: тема, мета, матеріали та обладнання, практичне завдання, хід роботи, отримані результати та висновки, питання для самостійної підготовки. Матеріали практикуму відповідають навчальній програмі дисципліни «Фізіологія людини» для студентів інституту фізичного виховання і спорту.

© О.О. Бекас, 2014

З М І С Т

Лабораторне заняття № 1. Фізіологія збудливих структур. Види подразників.....	4
Лабораторне заняття № 2. Спостереження біоелектричних явищ.....	7
Лабораторне заняття № 3. Збудливість клітини. Її параметри.....	9
Лабораторне заняття № 4. Фізіологія м'язового скорочення.....	11
Лабораторне заняття № 5. Сила і робота скелетних м'язів.....	13
Лабораторне заняття № 6. Фізіологія центральної нервової системи. Рефлекс. Рефлекторна дуга.....	18
Лабораторне заняття № 7. Збудження і гальмування в центральній нервовій системі	21
Лабораторне заняття № 8. Спинномозкові рефлекси людини.....	27
Лабораторне заняття № 9. Значення різних відділів головного мозку в здійсненні складних локомоцій. Дослідження координаційної функції мозочка людини	30
Лабораторне заняття № 10. Функціональна асиметрія великих півкуль головного мозку людини.....	34
Лабораторне заняття № 11. Вища нервова діяльність людини.....	38
Лабораторне заняття № 12. Вегетативні рефлекси і центри регуляції вегетативних функцій у людини	41
Лабораторне заняття № 13. Фізіологія аналізаторів. Основні властивості зорового аналізатора	43
Лабораторне заняття № 14 Фізіологія аналізаторів. Основні властивості слухового і тактильного аналізаторів.....	51
Лабораторне заняття № 15. Внутрішнє середовище організму. Кров. Формені елементи крові.....	54
Лабораторна робота № 16. Кров. Групи крові. Резус-фактор. Імунітет.....	56
Лабораторне заняття № 17. Фізіологічні властивості серцевого м'яза. Серцева діяльність.....	58
Лабораторне заняття № 18. Рух крові по судинах. Артеріальний тиск.	69
Лабораторне заняття № 19. Фізіологія органів дихання.....	71
Лабораторне заняття № 20. Фізіологія системи травлення.....	78
Лабораторне заняття № 21. Обмін речовин та енергії, терморегуляція	81
Лабораторне заняття № 22. Фізіологія органів виділення	86
Використана і рекомендована література.....	91
Додатки	93

Лабораторне заняття № 1

Тема: Фізіологія збудливих структур. Види подразників

Мета: засвоїти навички приготування нервово-м'язового препарату литкового м'яза жаби. Вивчити вплив на нього різних видів подразників. Зробити висновки. Замалювати нервово-м'язовий препарат литкового м'яза жаби.

Матеріали та обладнання: жаби, набір препарувальних інструментів, дощечка для фіксації жаби, фізіологічний розчин (для холоднокровних – 0,65% розчин хлориду натрію), електростимулятор УЕС-1М, вата, марлеві серветки, нитки, піпетки.

Практичне завдання 1

Виготовлення нервово-м'язового препарату жаби

Хід роботи

Знерухомити жабу, для чого видалити головний мозок разом з верхньою щелепою (Рис.1а). Ввести зонд у спинномозковий канал і зруйнувати спинний мозок. Покласти жабу на препарувальну дощечку животом догори і ножицями розітнути черевну порожнину, відсунути обережно нутроці вперед до голови. Знайти місце виходу з хребта спинномозкових нервів і на 1 см вище цього місця перерізати ножицями жабу навпіл. Верхню частину її відкинути. Препарат нижніх кінцівок перегнути так, щоб куприкова кістка була спрямована догори, відрізати куприк ножицями (Рис.1б). Тримаючи препарат лівою рукою за хребет, стягнути шкіру з нижньої частини тулуба і лапок (Рис.1в). Розрізати препарат ножицями уздовж середньої лінії (хребет теж розрізати по середній лінії), не зачепивши нервові стовбури (Рис.1г). З кожної лапки готують препарат. Під час препарування тканини рясно змочують фізіологічним розчином, підтримуючи їх функціональні властивості.

На задньому боці стегна великими пальцями розвести м'язи і знайти між ними стегову частину стовбура сідничного нерва (Рис.1д). Обережно відпрепарувати його по всій довжині від колінного суглоба до хребта (Рис.1е). Видалити всі м'язи стегна, вивільнивши стегову кістку, вилушити її з кульшового суглобу (Рис.1е).

Стегова кістка служить для фіксації препарату в штативі під час експерименту. Виготовлений препарат носить назву **реоскопічної лапки**. З неї можна приготувати препарат без лапки,

що складається з стегнової кістки, сідничного нерва з фрагментом хребта і литкового м'яза (є). Для цього підрізають п'ятковий сухожилок і звільняють литковий м'яз від сусідніх тканин, перерізають тканини гомілки біля колінного суглоба і видаляють лапку.

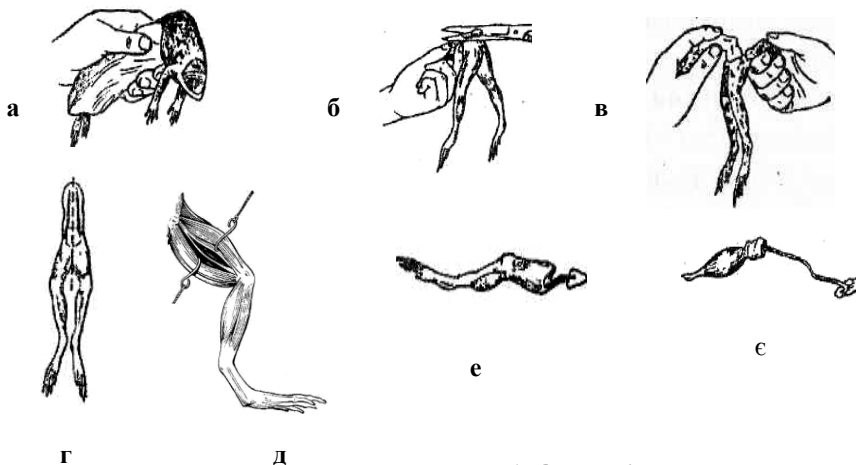


Рис. 1. Основні етапи приготування нервово-м'язового препарату лапки жаби (пояснення у тексті)

Практичне завдання 2

Дія різних подразників на нервово-м'язовий препарат лапки жаби

Найчастіше у фізіологічному експерименті як подразник застосовують електричний струм. Його переваги: сила і тривалість подразнення легко і точно дозується, подразнення швидко знімається і не залишає в тканині незворотних змін. При вивченні дії електричного струму на збудливе утворення можна використовувати стимулятор УЕС-1М. В фізіології використовують також механічні, температурні, хімічні та інші подразники. Недоліки в тому, що їх важко дозувати і вони швидко пошкоджують живу тканину, а дія хімічних подразників ще й розвивається повільніше і зберігається після промивання

препарату (спостерігається скорочення м'язів після припинення дії подразника).

Хід роботи

Приготувати нервово-м'язовий препарат жаби, протягом усього досліду змочувати його фізіологічним розчином. Подразнення наносити якнайдалі від м'яза. Показником збудливості і провідності нерва є скорочення литкового м'яза.

1. Фізичні подразнення

а) Електричне подразнення (ритмічним струмом) – нерв препарату покласти на електроди. Ввімкнути електростимулятор, проставивши потрібні параметри подразнення: частота – 20-25 Гц, амплітуда – 3-5В, трансформатор – в положенні 1-10. Це непряме подразнення м'яза (з нерва). Спостерігаємо відповідну реакцію – скорочення м'яза, яке зникає одразу ж після зняття подразнення.

б) Механічне подразнення – на ділянку нерва як найближче до хребта нанести механічне подразнення ребром ножиців або пінцетом. Спостерігати скорочення м'яза у відповідь на подразнення.

в) Теплове подразнення – нагріти препарувальну голку на спиртівці або в гарячій воді. Торкнутися тупим кінцем нагрітої голки до нерва. Перевірити, чи буде скорочуватись м'яз при такому ж торканні нагрітої голки.

2. Хімічне подразнення

Покласти на нерв декілька кристаликів кухонної солі ($NaCl$). Відмітити час до появи м'язових скорочень. Дія солі проявляється не одразу, оскільки сіль подразнює нерв у розчиненому стані, на що витрачається певний час. Змити сіль фізіологічним розчином. Чи одразу зникає скорочення м'яза?

Зробити висновок про умови зберігання нервово-м'язового препарату і про особливості дії на нього різних видів подразників.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки:

1. Предмет фізіології та її зміст. Зв'язок фізіології з іншими науками.

2. Класифікація фізіологічних дисциплін.
3. Історія розвитку фізіології як науки.
4. Методи фізіологічних досліджень.
5. Структурна і функціональна організація живої клітини. Рівні організації живої природи.
6. Основні фізіологічні поняття.

Лабораторне заняття № 2

Тема: Спостереження біоелектричних явищ

Мета: використовуючи досліди Л. Гальвані (1786, 1794 р.р.) та К. Маттеуччі (1840 р.), дослідити існування біострумів у живій тканині. Замалювати схеми дослідів. Зробити висновки про причини скорочення м'язів.

Матеріали та обладнання: жаби, електростимулятор УЕС-1М, електроди, набір препаратувальних інструментів, штатив, біметалевий пінцет, дощечки, марлеві серветки, фізіологічний розчин.

Практичне завдання 1

Перший дослід Гальвані

Приготувати препарат двох задніх лапок жаби і підвісити його на штативі. Взяти біметалевий пінцет, одна бранша якого зроблена з міді, а інша – із заліза. Мідну браншу підвести під нервові сплетення, а другу прикласти до м'язів лапки. Спостерігати скорочення м'язів лапок.

Практичне завдання 2

Другий дослід Гальвані (скорочення без металу)

Другим дослідом Гальвані було доведено існування в тканинах “тваринної електрики”, яка виникає між пошкодженою і непошкодженою ділянками м'яза. Якщо ці дві ділянки з'єднати нервом нервово-м'язового препарату, то виникає струм спокою (струм пошкодження), який подразнює нерв і викликає скорочення м'яза.

Хід роботи

Приготувати нервово-м'язовий препарат задньої лапки жаби. Відпрепарувати сідничний нерв. На литковому м'язі зробити невеликий поперечний надріз. Взяти препарат за стегно в ліву руку, правою захватити нерв за фрагмент хребта і швидко накинути його на литковий м'яз так, щоб нерв торкався до

пошкодженої і непошкодженої ділянок м'яза. Спостерігати скорочення м'язів гомілки.

Практичне завдання 3

Дослід вторинного скорочення за Маттеуччі

*У 1840 р. Маттеуччі показав, що скорочення м'яза нервово-м'язового препарату може відбуватися, якщо нерв цього препарату накинути на скорочений м'яз іншого нервово-м'язового препарату. На основі цього дослідів було зроблено висновок: у м'язі під час збудження виникають струми, які можуть бути подразником для іншого нервово-м'язового препарату. Ці струми було названо **струмами дії**.*

Хід роботи

Знерухомити жабу і приготувати з неї два нервово-м'язових препарати з лапками. Відпрепарувати сідничні нерви до колінного суглоба, видалити стегнову кістку і м'язи стегна, залишивши гомілку і стопу. Нерв одного нервово-м'язового препарату залишити із фрагментом хребта, а у іншого фрагмент хребта видалити. Обидві лапки покласти на дощечку. Нерв одного нервово-м'язового препарату (із фрагментом хребта) покласти на електроди електростимулятора. Нерв другого препарату покласти на м'язи першого. Подразнювати нерв першого нервово-м'язового препарату імпульсним струмом амплітудою 10 В і частотою 20-25 Гц. Спостерігати тетанічне скорочення обох лапок.

Замалювати схеми дослідів і зробити висновки:

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки

1. Історія вивчення біоелектричних явищ.

2. Мембранний потенціал спокою (МПС). Методи реєстрації МПС.
3. Види іонних каналів і їх значення.
4. Пасивні і активні механізми транспорту іонів.
5. Потенціал дії (ПД). Локальний потенціал збудження. Методи реєстрації ПД.
6. Іонний механізм генерації ПД. Критичний рівень деполяризації. Фазові зміни ПД.

Лабораторне заняття № 3

Тема: Збудливість клітини. Її параметри

Мета: визначити наявність силового порогу подразнення для живих тканин. Встановити залежність між силою і необхідним часом дії подразнення збудливої тканини. Накреслити криву цієї залежності за результатами дослідження. Визначити параметри збудливості для піддослідної спинальної жаби.

Матеріали та обладнання: жаби, набір препаратувальних інструментів, штатив з гачком, метроном (секундомір), склянки з розчинами HCl різної концентрації (0,0125%, 0,025%, 0,05%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%, 1%), марлеві серветки, банки з водою.

Практичне завдання 1

Визначення мінімального порогу подразнення і залежності сили подразника та необхідного часу його дії

Дія подразника на живу тканину залежить не тільки від його сили, а й від часу, протягом якого він повинен діяти, щоб виникла відповідна реакція. Чим триваліше подразнення, тим меншої сили воно має бути, щоб викликати порогове збудження. Співвідношення між силою і тривалістю подразнення можна зобразити графічно у вигляді гіперболи, яку називають кривою Гоорвега-Лапека.

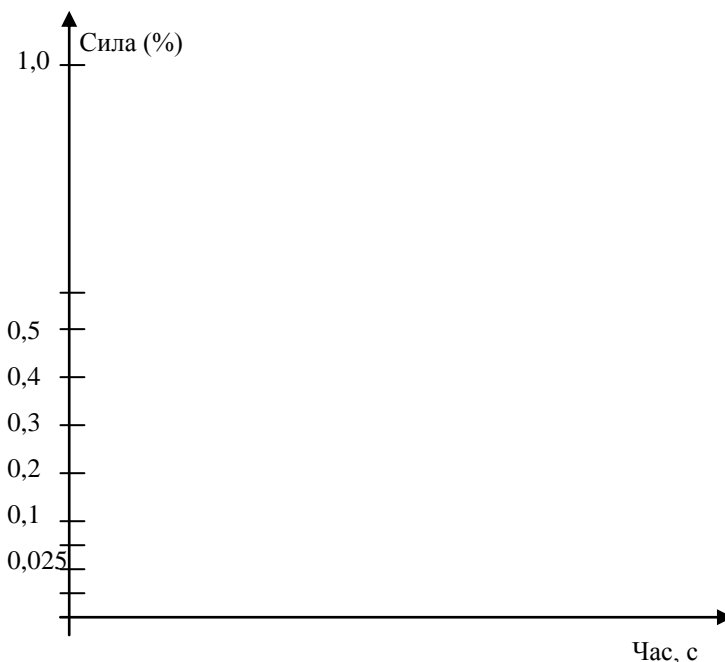
Хід роботи

Дослідження проводиться на спинальній жабі. Взяти жабу в ліву руку, ножицями відрізати їй верхню щелепу по задньому краю очних яблук – декапітувати жабу. Таким чином видаляємо головний мозок, залишивши спинномозковий препарат жаби. Підвісити його на штативі, проколовши нижню щелепу гачком. Через 5-7 хв, коли зникнуть явища шоку, дослід можна починати.

Подразнюючи задню лапку жаби розчином кислоти (HCl) певної концентрації, визначити час згинального рефлексу – від моменту нанесення подразнення до відсмикування лапки від подразника. Час можна вимірювати за допомогою метронома на частоті 120 уд./хв. Кожний удар відповідає 0,5 сек. Дослід повторюють, застосовуючи як подразник кислоту різної концентрації від: 0,0125%, поступово збільшуючи до 1%. Після кожного дослідження обмити лапку, занурюючи її у банку з водою. Між дослідженнями необхідно робити інтервал в 2-3 хв. Результати записати в таблицю 1.

Таблиця 1.

Концентрація кислоти, %	0,0125	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
Час подразнення (с)									



На основі отриманих даних, побудувати криву залежності між силою подразника і необхідним часом його дії для виникнення збудження і здійснення рефлексу. Для цього на вісі абсцис відкласти необхідний час подразнення, а на вісі ординат – силу подразника (концентрацію кислоти).

Визначити мінімальний поріг подразнення, корисний час і хронаксію досліджуваних жаб. Зробити висновки.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки

1. Фазові зміни збудливості клітини під час збудження.
2. Закони подразнення.
3. Закон тривалості подразнення (закон гіперболи).
4. Закон градієнта подразнення.
5. Закон проведення збудження.
6. Лабільність або функціональна рухливість за М.Є. Введенським.
7. Зміни лабільності в процесі діяльності. Засвоєння ритму за О.О. Ухтомським.

Лабораторне заняття № 4

Тема: Фізіологія м'язового скорочення

Мета: Ознайомитися з видами м'язових скорочень. Вивчити особливості та умови їх виникнення.

Матеріали та обладнання: препарувальний набір, препарувальна дощечка, фізіологічний розчин Рінгера, марлеві серветки, електростимулятор, електроди.

Практичне завдання 1

Демонстрація різних форм (видів) м'язових скорочень нижньої кінцівки жаби, залежно від частоти подразнення

*Кожне рухове нервово волокно є відростком нервової клітини – мотонейрона, який розміщений в передніх рогах спинного мозку або в руховому ядрі черепного нерва. У м'язі рухове волокно розгалужується та іннервує не одне, а цілу групу м'язових волокон. Мотонейрон разом з групою іннервованих ним м'язових волокон називається **функціональною руховою (моторною) одиницею.***

Хід роботи

Готують нервово-м'язовий препарат жаби, який складається із нижньої частини спинки з хребтом і виходом сідничного нерва та

задньої кінцівки. Препарат розміщують на дощечці задньою (дорзальною) поверхнею вгору. Нерв періодично змочують фізіологічним розчином.

Встановлюють електростимулятор на частоту 1 Гц з амплітудою 0,2-0,3 В. Вмикають його. Прикладають електроди до оголеного сідничного нерва. Спостерігають за станом м'язів кінцівки. Поступово збільшують частоту подразнень (5, 10, 15, 20, 25, 30 Гц і більше), наносять серії однакових за силою та тривалістю стимулів.

Перед тим, як збільшувати частоту струму на стимуляторі, зняти електроди з нерва, а після встановлення необхідної частоти, накласти їх знову.

Відмічають, при якій частоті подразнення нерва виникають *поодинокі скорочення* м'язів. Тобто такі, при яких фаза скорочення змінюється повною фазою розслаблення.

Фіксують, якій частоті стимулів відповідає *зубчастий (неповний) тетанус*, коли виникають часті скорочення з неповним розслабленням, тремтливі рухи м'яза. Також встановлюють таку частоту струму, яка викликає *гладкий (повний) тетанус* – безперервне напруження всіх груп м'язів, коли кінцівка різко випрямляється й утримується в такому стані протягом періоду подразнення.

Розглядають графічний запис скорочень м'язів кінцівки жаби, поданий на рис. 1.

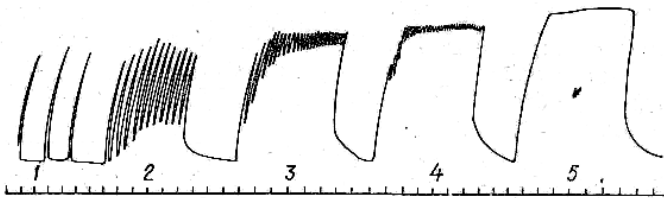


Рис.2. Міограма литкового м'яза жаби: 1 – поодинокі скорочення; 2-4 – зубчастий тетанус; 5 – гладкий тетанус.

Внизу відмітки часу.

Аналізують зображені міограми. Визначають фази поодинокого скорочення. Порівнюють амплітуди тетанічних скорочень з амплітудою поодинокого скорочення.

Відмити, як із збільшенням частоти подразнення збільшується до певної межі висота тетанічних скорочень.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки:

1. Поняття про руховий апарат людини. Його роль в організмі.
2. Основні фізіологічні та фізичні властивості м'язової тканини.
3. Види м'язової тканини в організмі. Типи волокон посмугованої мускулатури. Їхнє значення для рухової активності.
4. Будова посмугованої м'язової тканини. Поняття «сарком ер», його структура.
5. Види функціональних рухових одиниць, їхні функціональні відмінності.
6. Механізм скорочення посмугованого м'яза. Теорія «ковзання».
7. Хімічні та енергетичні процеси, що забезпечують м'язові скорочення.
8. Форми (види) та режими м'язових скорочень.
9. Поодинокі м'язові скорочення.
10. Механізм виникнення тетанусу в організмі. Види тетанічних скорочень.
11. Оптимум і песимум сили та частоти подразнення за М.Є. Введенським.

Лабораторне заняття № 5

Тема: Сила і робота скелетних м'язів

Мета: оволодіти методом кистьової динамометрії. Виявити залежність швидкості розвитку втоми м'язів кисті від ритму м'язових зусиль.

Матеріали та обладнання: кистьовий і становий динамометри, секундомір.

Практичне завдання 1

Визначення сили м'язів кисті (динамометрія)

Силу м'язів характеризує величина їх максимального напруження під час збудження. Сила класифікується на максимальну, відносну і абсолютну.

Максимальна сила м'яза вимірюється тим максимальним вантажем, який він здатний підняти і утримати в ізометричному режимі скорочення. Вимірюється в г, кг, т.

Для порівняння сили м'язів визначають їх **абсолютну силу**. Це сила, яка припадає на 1 см^2 поперечного розрізу м'язових волокон. Щоб її визначити, необхідно величину сили, що розвиває м'яз в цілому розділити на величину його фізіологічного поперечника (суму поперечних розрізів усіх волокон м'яза). Вимірюється у $\text{кг}/\text{см}^2$.

Відносна сила м'яза – це відношення максимальної сили, яку здатен розвинути м'яз, до величини його анатомічного поперечника (перпендикуляр до осі м'яза, вимірюється у ділянці найбільшої площі поперечного перетину м'яза, незалежно від розташування його волокон).

Абсолютна сила – відношення максимальної сили до величини фізіологічного поперечника (сума перпендикулярів до кожного м'язового волокна. Тобто виражається площею поперечного перетину всіх волокон м'яза).

Абсолютна і відносна сили вимірюються в $\text{мг}/\text{мм}^2$, $\text{г}/\text{см}^2$, $\text{кг}/\text{м}^2$. Анатомічний і фізіологічний поперечники співпадають лише у паралельно волокнистих м'язах. У веретеноподібних, а особливо, пірчастих м'язах фізіологічний поперечник перевищує анатомічний.

Хід роботи

За допомогою кистьового пружинного динамометра визначають силу м'язів правої та лівої кисті рук. Для цього, в положенні сидячи, тримаючи динамометр у витягнутій руці (рука лежить на столі), стискають його пальцями без ривків з усією силою. Фіксують результат. Виконують декілька стискувань. Записують найбільше відхилення стрілки динамометра, яке є показником максимальної сили м'язів кисті. Порівнюють силу м'язів правої та лівої кисті одного досліджуваного, а також результати кількох досліджуваних.

Висновки: _____

Практичне завдання 2

Дослідження впливу темпу м'язових зусиль на величину роботи під час виникнення втоми

Втома це фізіологічний стан організму, що супроводжується тимчасовим зниженням працездатності, яке настає в результаті роботи і зникає після відпочинку.

При втомі цілісного організму виникають характерні зміни в різних його системах (ЦНС, нервово-м'язовому, дихальному апаратах, серцевому м'язі, ендокринній системі). Так втома нервово-м'язового апарату проявляється зниженням амплітуди скорочень м'язів, збільшенням латентного періоду та періоду їх розслаблення.

В експериментальній фізіології є поняття „локальна втома”, яка характеризує функціональні зміни в окремих органах або системах (скелетних м'язах, міокарді, ендокринній системі).

Якщо розглядати втому цілісного організму, то безпосередньо у скелетних м'язах відбуваються наступні зміни.

1) У м'язових волокнах зменшується швидкість розщеплення АТФ внаслідок пригнічення активності аденозинтрифосфатази накопиченими під час м'язової роботи продуктами обміну речовин (молочної кислоти та ін.). Як наслідок цих процесів зменшується сила м'язів.

2) Порушуються процеси ресинтезу АТФ, а саме процеси окислювального фосфорилування (тобто аеробні процеси), також внаслідок зниження активності ферментів, які приймають участь в окисленні вуглеводів, жирів, білків.

3) Уповільнюється анаеробний шлях ресинтезу АТФ, що також пов'язано зі зниженням активності ферментів у кислому середовищі.

4) Процеси ресинтезу АТФ при втомі м'яза знижуються внаслідок зменшення вмісту глікогену і КрФ у м'язах, з яких утворюється АТФ.

5) Однією з причин зниження функції м'язового апарату є зниження збудливості та лабільності м'яза. Це пов'язано з

порушенням передачі збудження на рівні нервово-м'язового контакту. Причинами є:

- зменшення запасів ацетилхоліну (АХ), який передає збудження, тому післясинаптичний потенціал знижується;
- зменшується чутливість післясинаптичної мембрани до АХ-ну, що пов'язано з накопиченням на її поверхні молочної кислоти і іонів K^+ , накопичення цих продуктів пригнічує здатність збудливої мембрани м'язового волокна генерувати потенціали дії.

Наслідками втоми м'язового апарату є зменшення еластичності м'яза, утруднення його розслаблення (тобто виникає „контрактура втоми”).

Хід роботи

У роботі приймають участь досліджуваній і дослідник.

Досліджуваній у положенні стоячи відводить витягнуту руку з динамометром убік під прямим кутом до тулуба. Вільна рука опущена і розслаблена.

За сигналом дослідника досліджуваній 10-кратно виконує максимальне зусилля з інтервалом між зусиллями 60с. Після цього відпочиває 5хв і виконує ту ж роботу, але з інтервалом у 30с. Потім знову відпочиває 5хв і виконує серію максимальних зусиль з частотою 1 раз у 5с. Дослідник фіксує всі результати. За отриманими даними будують графік, який виявить характер зниження працездатності м'язів. Відмічають, після якого повторного зусилля настає зниження працездатності; що відповідає розвитку втоми.

Визначають рівень працездатності м'язів за формулою:

$$P = \frac{(f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n)}{n}, \text{ де}$$

P – рівень працездатності;

f_1, f_2, f_3 і т.д. – показники динамометра при окремих м'язових зусиллях;

n – кількість спроб.

Знаходять показники зниження працездатності м'язів за формулою:

$$S = \left[\frac{(f_1 - f_{\min})}{f_{\max}} \right] \times 100, \text{ де}$$

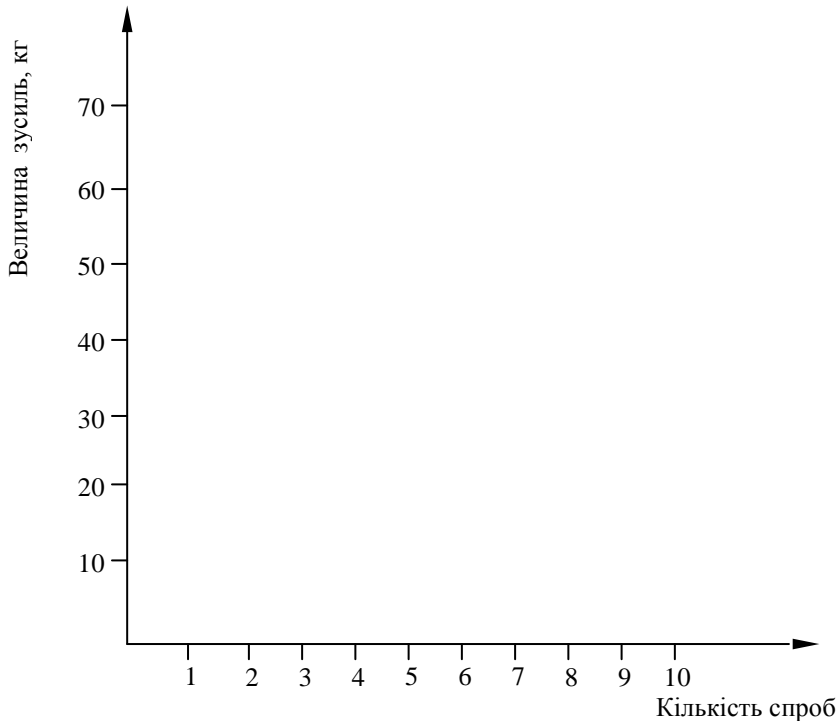
S – показник зниження працездатності м'язів;

f_1 – величина початкового м'язового зусилля;

f_{\min} – мінімальна величина зусилля;

f_{\max} – максимальна величина зусилля.

Виконують необхідні розрахунки, порівнюють отримані результати.



Умовні позначки:

_____ - величина зусиль при роботі з інтервалом в 60с;

----- - величина зусиль при роботі з інтервалом в 30с;

-. . . - величина зусиль при роботі з інтервалом в 5с.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки:

1. Сила м'язів, її визначення. Максимальна, абсолютна, відносна сила.
2. Фактори, що визначають силу м'язів.
3. Робота м'язів. Види механічної роботи м'язів.
4. Коефіцієнт корисної дії м'язів.
5. Втома. Теорії втоми. Втома при різних видах м'язової діяльності.
6. Будова гладеньких м'язів. Місце в організмі. Фізіологічні властивості.

Лабораторне заняття № 6

Тема: Фізіологія центральної нервової системи. Рефлекс. Рефлекторна дуга

Мета: ознайомитися зі спинальними рефlekсами жаби, дослідити умови здійснення будь-якого рефлексу, визначити час рефлексу. Замалювати схему досліду в зошиті, зазначивши ланки рефлекторної дуги.

Матеріали та обладнання: жаби, штатив з гачком, банка з водою, препарувальні інструменти, лоток і 1%, 0,5% і 0,3% розчини соляної кислоти (або H_2SO_4), 1% новокаїн, серветки, склянка з водою.

Практичне завдання 1

Спинальні рефлекси у жаби

Елементарні безумовні рефлекси можна вивчати на тваринах і після видалення головного мозку. Такі реакції називають спинальними рефlekсами.

Кожний рефлекс має своє рецептивне поле, тобто ділянку тіла, при подразненні якої цей рефлекс виникає. Одна й та сама ділянка шкіри може бути рецептивним полем не одного, а кількох рефлексів. Характер рефлекторної реакції при подразненні рецептивного поля залежить не тільки від його розташування на тілі, а й від сили і тривалості подразнення, а також від функціонального стану нервових центрів.

Хід роботи

Для дослідження спинальних рефлексів жабу слід декапітувати - видалити головний мозок разом з верхньою щелепою. Зафіксувати жабу на штативі за нижню щелепу. Дослідження рефлексів можна починати через 10-15 сек. після

руйнування головного мозку, коли зникнуть шоківі явища. Як механічний подразник, можна використовувати стискання пінцетом пальців задньої лапки жаби. Спостерігати за характером та інтенсивністю рефлекторних реакцій. Занурити пальці задньої лапи жаби у склянку з розчином соляної кислоти (0,5% або 1%) і спостерігати наявність або відсутність захисного згинального рефлексу на хімічний подразник.

Лапку обмити, занурюючи її в банку з водою. Накласти на шкіру спинки жаби фільтрувальний папірець, змочений 1% розчином соляної кислоти. Відмітити наявність і вид рефлексу (захисний – скидання, або ритмічний – потирання і почухування).

Обмити спинку жаби водою. Накласти папірець, змочений кислотою на черевце жаби. Спостерігати за рефлексом.

Подразнення різних рецептивних полів викликає характерну рефлекторну реакцію.

Проаналізувати залежність характеру рефлексу від розташування рецептивних полів, сили і тривалості подразнення.

Висновки: _____

Практичне завдання 2

Аналіз рефлекторної дуги захисного рухового рефлексу

Шлях, по якому проходять імпульси, що викликають рефлекторну реакцію, називається рефлекторною дугою. В загальному вигляді схема рефлекторної дуги складається з 5 ланок: 1) рецептора; 2) аферентної ланки (аферентний нейрон); 3) центральної ланки (вставні нейрони);

4) еферентної ланки (еферентний нейрон); 5) робочого органа.

Для здійснення рефлексу необхідна цілісність рефлекторної дуги. Виключення будь-якої її ланки веде до зникнення рефлексу. Шляхом послідовного виключення окремих ланок рефлекторної дуги можна проаналізувати їх функціональне значення.

Хід роботи

Дослід проводиться на спинальній жабі (жабі із зруйнованим головним, але збереженим спинним мозком). Зафіксувати жабу на штативі за нижню щелепу. Зануривши лапку жаби у склянку з 0,5%

розчином соляної кислоти, спостерігати захисний соматичний рефлекс (згинання або відсмикування лапки).

Спочатку “виключити” шкірні рецептори. Для цього зробити коловий розріз шкіри задньої лапки жаби нижче колінного суглоба і зняти її, як панчошу, залишивши таким чином лапку без шкірної рецепції. Важливо, щоб не залишилось шкіри на кінчиках пальців, інакше дослід не вийде. Далі занурити лапку у 0,5% розчин кислоти, і впевнитися в тому, що рефлекс зникає.

Другими виключаємо аферентні волокна сідничного нерва. Для цього на іншій лапці (із цілісною шкірою) ножицями зробити розріз шкіри вздовж задньої поверхні стегна. Обережно відпрепарувати сідничний нерв і підвести під нього ватний тампон, змочений 1% розчином новокаїну.

Сідничний нерв мішаний: до його складу входять чутливі (аферентні) і рухові (еферентні) волокна. При безпосередній дії новокаїну на нервовий стовбур проведення імпульсів спочатку зникає по чутливих волокнах, а далі по рухових.

Через 1-2 хвилини після дії новокаїну лапку жаби занурюють у кислоту. Згинальний рефлекс зникає. Покласти на спину жаби папірець, змочений 1% розчином соляної кислоти. Виникає загальна рухова реакція за участю лапки, нерв якої був оброблений новокаїном. Це означає, що провідність по чутливих волокнах зникла, а по рухових ще зберігається.

При більш тривалій дії новокаїну на нерв, втрачають провідність і рухові волокна. Якщо покласти папірець, змочений кислотою, на спинку жаби через 4-5 хв. після початку дії новокаїну на нерв, спостерігаємо, що у загальній руховій реакції лапка, нерв якої було оброблено новокаїном, не бере участь. Наступає повний параліч усього нервового стовбура.

Останніми виключаємо нервові центри. Обмити сідничний нерв розчином Рінгера. Препарувальною голкою зруйнуємо спинний мозок. Підвести під сідничний нерв подразнюючі електроди (3В, 5Гц) і здійснити його подразнення. Спостерігаємо відсутність рефлексів.

Зробити висновки.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки:

1. Загальна характеристика функцій нервової системи в організмі.
2. Загальна характеристика будови нервової системи. Нейрон. Функціональна характеристика нейронів. Нейроглія.
3. Синапс. Класифікація синапсів. Механізм передачі збудження в хімічних синапсах.
4. Нервові волокна. Проведення збудження по нервових волокнах.
5. Механізм діяльності нервової системи. Рефлекс. Рефлекторна дуга.
6. Класифікація рефлексів.

Лабораторне заняття № 7

Тема: Збудження і гальмування в центральній нервовій системі. Властивості нервових центрів

Мета: на препараті спинальної жаби дослідити координуючі механізми ЦНС: послідовну та просторову сумацію, іррадіацію збудження в нервових центрах. З'ясувати механізми Сеченовського гальмування.

Матеріали та обладнання: стимулятор УЕС-1М, жаба, набір препаративних інструментів, штатив, 0,1% і 0,3% розчин соляної кислоти, фільтрувальні папірці, розчин Рінгера, кухонна сіль, склянка з водою.

Практичне завдання 1

Послідовна сумація

Основою інтегративної діяльності ЦНС є два взаємопов'язані процеси: збудження і гальмування. Розповсюдження збудження у ЦНС має деякі особливості. Завдяки наявності синаптичних зв'язків між нейронами, збудження розповсюджується тільки в одному напрямку – від рецептора через вставні нейрони до ефектора (робочого органа). Сумація збудження в нервових центрах забезпечує розвиток фізіологічної реакції навіть в тому випадку, коли сила поодиноких стимулів нижча за порогову.

Розрізняють сумацію послідовну і просторову. Послідовна сумація виникає в тих випадках, коли відповідна реакція виникає при повторних подразненнях підпороговою силою одного й того ж аферентного шляху.

Хід роботи

Приготувати препарат спинальної жаби та закріпити його на штативі. До однієї із задніх лапок прикріпити електроди (один, очищений від ізоляції, проводок прикріпити до пальця, другим обмотати гомілку), підключити їх до електростимулятора. Знайти порогову силу подразнення (частота 1Гц, тривалість 1мс). Нанести поодинокі подразнення допорогової величини і визначити, чи є ефект. Нанести ряд допорогових подразнень. Якщо відповідна реакція (скорочення лапки) виникає, визначити час появи рефлексу. Збільшити частоту подразнення до 5-10Гц і проаналізувати зміни часу рефлексу. Зробити висновок.

Висновки: _____

Практичне завдання 2 **Просторова сумація**

Рефлекторне скорочення м'яза може викликатись подразненням не одного, а двох або кількох аферентних нервів. Просторова сумація виникає в тих випадках, коли відповідна реакція виникає при одночасному підпороговому подразненні двох аферентних нервів, що приносять збудження до одної аферентної ланки. В основі просторової сумації, як і в основі послідовної, лежать процеси, що відбуваються в синапсах, - сумація збуджуючих післясинаптичних потенціалів. При підпороговому подразненні одного аферентного нерва медіатору звільняється мало, збуджуючий післясинаптичний потенціал, що виникає на мотонейроні у 8-10 разів менший від порогового значення. При надходженні імпульсів по двох або кількох аферентних шляхах, збуджуючі післясинаптичні потенціали сумуються, деполяризація досягає критичного рівня і виникає потенціал дії.

*У виникненні просторової сумації важливе значення має **явище конвергенції** – сходження шляхів на одному вставному або руховому нейроні.*

Хід роботи

На шкіру лапки тієї ж жаби покласти один папірець, змочений 0,1% розчином соляної кислоти. Спостерігати реакцію жаби. Змити папірець. Покласти одноразово 3, потім 5, 7 папірців, змочених 0,1% розчином кислоти. Спостерігати реакцію жаби.

Якщо відповідної реакції не буде, повторити роботу з 0,3% розчином кислоти.

Зробити висновки.

Висновки: _____

Практичне завдання 3

Іррадіація збудження в нервових центрах

Процес збудження, що виникає у ЦНС, іррадіює – розповсюджується. Іррадіація збудження залежить від сили і тривалості подразника: із збільшенням сили і тривалості дії подразника іррадіація збудження зростає. Це проявляється втягненням у відповідну реакцію нових груп м'язів. При надто великій силі або тривалості подразнення може виникнути і гальмування.

Хід роботи

Для досліду можна скористатися спинальною жабою після попередньої роботи. Пощипуючи пінцетом задню лапку жаби, поступово збільшувати силу подразнення. Спостерігаємо зростання відповідної реакції із збільшенням сили подразнення. Може виникати рухова реакція і другої лапки внаслідок розповсюдження збудження у спинному мозку. Зробити висновок.

Висновки: _____

Практичне завдання 4

Рефлекторний тонус м'язів

Хід роботи

Підвісити спинальну жабу на штативі. Зверніть 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 гомілкою і стопою згладжується.

Для доказу, що імпульси йдуть до м'язів кінцівок із ЦНС, руйнують зондом спинний мозок. Відмітити положення задніх кінцівок.

Зробити висновки про роль ЦНС в регулюванні м'язового тону.

Висновки: _____

Практичне завдання 5 **Центральне гальмування спинальних рефлексів** **(Ссеченовське гальмування)**

***Гальмування** – це самостійний активний нервовий процес, що викликається збудженням і проявляється пригніченням або повним зникненням іншого збудження. В залежності від механізму розвитку розрізняють кілька видів гальмування в ЦНС.*

***Післясинаптичне гальмування** пов'язане із здатністю медіатора збільшувати проникність післясинаптичної мембрани ефекторної клітини для K^+ та Cl^- і таким чином знижувати або повністю блокувати її здатність генерувати потенціал дії.*

***Передсинаптичне гальмування** пов'язане із пригніченням процесу збудження в передсинаптичній частині, здійснюється за допомогою спеціальних гальмівних вставних нейронів, аксони яких утворюють синапси на клітинах, які вони активують. Медіатори, що звільняються у цих синапсах, збільшують проникність нервових закінчень для Cl^- і зменшують амплітуду або повністю пригнічують потенціал дії, що надходить до клітин по збуджуючих нервових закінченнях.*

В інших випадках виникнення передсинаптичного гальмування пов'язане із зменшенням надходження в передсинаптичні закінчення Ca^{2+} . Нестача Ca^{2+} веде до ослаблення або повної зупинки секреції медіатора із збуджуючих передсинаптичних закінчень у синаптичну щілину.

***Песимальне гальмування** розвивається у зв'язку з дією подразників, частота і сила яких знаходиться поза межами функціональної лабільності нервових клітин.*

***Зворотнє гальмування** пов'язане із функціонуванням вставних гальмівних нейронів Рениоу, аксони яких встановлюють зв'язок із тим же руховим нейроном, що їх активує. Чим сильніше збудження рухового нейрону, тим більше активуються клітини Рениоу, гальмуючи його. Таким чином узгоджується ступінь збудження нейронів різних нервових центрів.*

Вперше експериментально процес гальмування в ЦНС спостерігав у 1862 р. І.М. Сеченов у досліді, який отримав назву «дослід Сеченова».

Хід роботи

Жабу обгорнути серветкою так, щоб голова її лишилась відкритою. Ножицями зробити невеликий поперечний розріз шкіри позаду від ніздрів. Від країв цього розрізу провести два довгих косих розрізи до тулубу жаби. Шматочок шкіри відкинути, під ним лежить тонка кісткова пластинка, через яку видно головний мозок жаби. Маленькими ножицями зрізати верхню частину черепної коробки. Для цього зробити невеликий поперечний розріз кістки по краю переднього розрізу шкіри, а далі обережно (щоб не пошкодити мозок), притискаючи браншу ножиців до покришки черепа, зрізати її з двох боків і оголити головний мозок. Можна користуватися скальпелем для проведення поздовжніх розрізів. Кровотечу зупиняти ватними тампонами.

Головний мозок жаби складається з 5 відділів, гомологічних відділам головного мозку вищих тварин. Скальпелем зробити поперечний розріз мозку одразу ж за нижніми полюсами півкуль великого мозку і видалити з порожнини черепа частини мозку, що лежать попереду від розрізу. Підвісити жабу за нижню щелепу на гачок і почати дослід.

Визначити час згинального рефлексу задніх лапок жаби, використовуючи для подразнення 0,25% розчин соляної кислоти. Для кожної лапки визначення проводяться двічі з інтервалом 1-2 хв. Час рефлексу при частоті ударів метронома 100 за 1 хв повинний бути в межах 7-12 ударів. Якщо він короткий, слід взяти більш слабку кислоту (0,1% розчин). Після кожного визначення обмити лапку водою.

Визначивши час рефлексу, обсушити ватним тампоном розріз мозку, накласти на нього невеличкий кристалик кухонної солі і протягом першої ж хвилини знову визначити час рефлексу. Він значно подовжується: рефлекс запізнюється, або ж зовсім зникає. Кристалик солі зняти і обмити розріз мозку розчином Рінгера. Для цього тримати жабу головою донизу і піпеткою рясно поливати мозок фізіологічним розчином.

Якщо після накладання кристалика солі наступають конвульсії, це означає, що розчин солі потрапив на нижні відділи

мозку. Мозок слід обмити, обережно підсушити ватним тампоном і дослід повторити знову.

Через 5-7 хв після обмивання розрізу мозку, знову визначити час рефлексу. Впевнитися, що він повертається до попередніх показників.

Результати досліду занести в таблицю 2. Пояснити механізм «Сеченовського гальмування».

Таблиця 2.

Етап досліду	Час рефлексу (в ударах метронома) від моменту занурення лапки в кислоту до моменту її відсмикування
Після Сеченовського розрізу	
Після накладання кристала NaCl	
Після видалення кристала NaCl	

Висновки: _____

Практичне завдання 6

Взаємне гальмування спинальних рефлексів

Гальмування спинальних рефлексів може виникати також при одночасному сильному подразненні рецептивних полів двох рефлексів. Якщо подразнювати обидві лапки жаби одночасно, то рефлекторна реакція відсутня, в той час як те ж саме подразнення, але тільки однієї лапки, викликає рефлекс.

Хід роботи

Приготувати спинальну жабу. Через 5-7 хв починати дослід.

Занурити лапку жаби в 0,5% розчин кислоти і спостерігати згинальний рефлекс. За допомогою метроному визначити час рефлексу. Далі, занурюючи лапку в кислоту, одночасно стиснути другу лапку пінцетом – рефлекс згинання або не виникає, або час рефлексу подовжується.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки

1. Поняття про нервові центри. Функціональні властивості нервових центрів.
2. Відкриття гальмування І.М. Сеченовим. Поняття про гальмування.
3. Загальнобіологічна і фізіологічна роль гальмування.
4. Класифікація видів гальмування за механізмами розвитку. Гальмування післясинаптичне, передсинаптичне, зворотнє.
5. Координуючі механізми ЦНС. Морфологічні: дивергенція, конвергенція, збудження, принцип загального кінцевого шляху, принцип зворотнього зв'язку.
6. Функціональні механізми координації: ірадіація і концентрація процесів збудження і гальмування. Їх індукція.
7. Явище домінанти в ЦНС (А.А. Ухтомський). Значення і властивості домінанти.

Лабораторне заняття № 8

Тема: Спинномозкові рефлекси людини

Мета: навчитися досліджувати і аналізувати спинномозкові рефлекси у людини на основі уявлень про рефлекторну діяльність центральної нервової системи. Зробити висновки.

Матеріали та обладнання: неврологічні молоточки.

Практичне завдання 1

Дослідження сухожильних рефлексів людини

Хід роботи

Студенти діляться на бригади по дві особи і виконують роботу по черговому один з одним, як дослідник і досліджуваний.

Рефлекторні дуги безумовних рефлексів замикаються в межах спинного мозку, мозкового стовбура і підкіркових ядер головного мозку. Більшість рефлексів, що мають важливе значення для самозбереження, підтримання положення тіла в просторі, швидкого відновлення рівноваги, здійснюються за участю мінімальної кількості нейронів.

1. Рефлекс з сухожилка згинача передпліччя

Виникає при ударі неврологічним молоточком по сухожилку двоголового м'яза плеча в ліктьовому згині. При цьому

передпліччя досліджуваного підтримується на висі лівою рукою дослідника (рис 3).

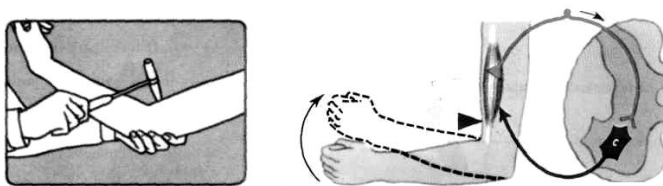


Рис. 3. Згинальний рефлекс передпліччя.

Рефлекторна дуга: пропріорецептори – м'язово-шкірний нерв – V, VI шийні сегменти спинного мозку.

Відповідна реакція – скорочення м'язів і згинання руки в ліктьовому суглобі.

2. Рефлекс з сухожилка триголового м'яза плеча

Викликають ударом неврологічного молоточка по сухожилку триголового м'яза плеча над ліктьовим відростком. Рука досліджуваного повинна бути зігнутою під прямим кутом і утримуватися у висі лівою рукою дослідника (рис 4).

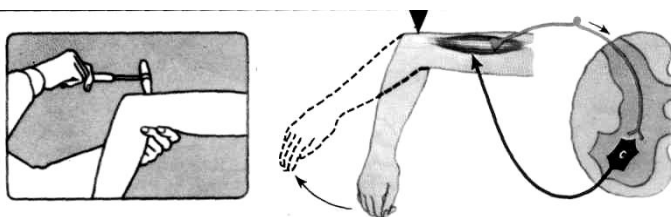


Рис. 4. Розгинальний рефлекс передпліччя.

Рефлекторна дуга: пропріорецептори – променевий нерв – VII, VIII шийні сегменти спинного мозку.

Відповідна реакція – скорочення триголового м'яза плеча і розгинання передпліччя в ліктьовому суглобі.

3. Колінний рефлекс

Виникає при ударі неврологічним молоточком по сухожилку чотириголового м'яза стегна нижче колінної чашечки. Досліджуваний сидить на стільці, поклавши ногу на ногу (рис 5).

Рефлекторна дуга: пропріорецептори – стегновий нерв – III, IV поперекові сегменти спинного мозку.

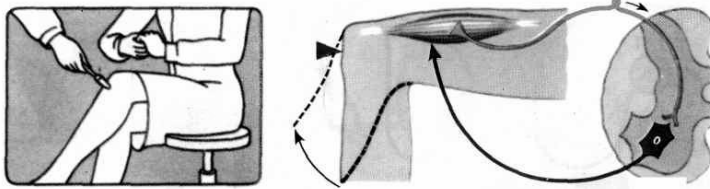


Рис. 5. Колінний рефлекс.

Відповідна реакція – скорочення чотириголового м'яза стегна і розгинання гомілки.

4. Ахіллів рефлекс

Викликають ударом неврологічного молоточка по ахілловою (п'ятковому) сухожилку. Досліджуваний стає коліньми на стілець, ступні вільно звисають (див. рис 6).

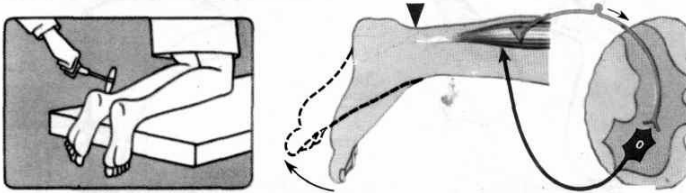


Рис. 6. Ахіллів рефлекс.

Рефлекторна дуга: пропріорецептори – великогомілковий нерв – I, II крижові сегменти спинного мозку.

Відповідна реакція – підшовне згинання стопи.

Зробити висновки.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки

1. Загальна характеристика будови спинного мозку. Визначення поняття “сегмент”.

2. Функціональне значення передніх і задніх корінців спинного мозку.
3. Рефлекторна функція спинного мозку. Наслідки перерізу спинного мозку. Спинальний шок.
4. Топографія центрів сухожильних рефлексів (колінного, п'яtkового (Ахіллова)).
5. Топографія центрів шкірних рефлексів (поверхневих черевних, підшовних).
6. Провідникова функція спинного мозку. Висхідні та низхідні шляхи.

Лабораторне заняття № 9

Тема: Значення різних відділів головного мозку в здійсненні складних локомоцій. Дослідження координаційної функції мозочка людини

Мета: з'ясувати роль різних відділів головного мозку в регуляції тонуусу скелетних м'язів жаби. Дати оцінку координації рухів тіла людини використовуючи статичні та динамічні проби.

Матеріали та обладнання: жаби, набір препаратувальних інструментів, дощечка, брусок 2x8x12см, нитки, голка, серветки, ватні тампони.

Для визначення ролі різних відділів головного мозку в регуляції тонуусу скелетних м'язів використовують методи перетину та екстирпацій. Таким чином у різних класів хребетних були виявлені загальні риси, а також деякі особливості в механізмах центральної регуляції м'язового тонуусу. Зокрема, виявилось, що видалення у жаби вищого відділу ЦНС – кінцевого мозку – суттєво не відбивається а ні на позі, а ні на здатності тварин здійснювати складні координовані рухові акти. На відміну від жаби, у мавпи і людини втрата півкуль великого мозку веде до значних порушень рухів.

Практичне завдання1

Спостереження за статокінетичними рефlekсами і складними локомоторними актами інтактної жаби

Хід роботи

Спостерігаємо за природною позою жаби, її реакціями на больове подразнення, здатністю здійснювати складні локомоторні

акти. Відмічаємо, що голова її орієнтована тім'ячком догори, голова і тулуб розташовані по поздовжній вісі всього тіла, задні лапки зігнуті, передні розігнуті.

У відповідь на подразнення задньої лапки жаба здійснює стрибок – складний руховий акт. Вона здатна здійснювати цілеспрямовані рухи і самостійно.

Посадити жабу на брусок, який повільно переводять з горизонтального положення у вертикальне і назад. Відмічаємо, що в цих умовах, зберігаючи рівновагу, жаба переповзає з одного боку бруска на інший.

Перевернемо жабу на 180° і покладемо на спину. Вона перевертається і приймає звичайну позу.

Обертаємо жабу з прискоренням в горизонтальній площині. Під час обертання жаба повертає голову в бік, протилежний напрямку обертання. В той самий бік вигинається і її тулуб.

Посадимо жабу на дощечку, яку швидко то опускаємо, то піднімаємо. Відмічаємо, що на початку підйому жаба притискається до опори, а в кінці його піднімається на лапках. На початку і в кінці спуску спостерігаємо протилежні реакції.

Зробити висновки про здатність жаби здійснювати випрямні рефлекси, статокінетичні рефлекси і складні локомоторні акти.

Висновки: _____

Практичне завдання 2

Наслідки двостороннього видалення кінцевого мозку

Хід роботи

Тулуб жаби обгорнути серветкою, надрізати шкіру позаду ніздрів і зробити два косих розрізи до тулуба. Кожний шматочок відкинути донизу. Крізь кістки черепа видний головний мозок. Маленькими ножицями обережно, щоб не пошкодити мозок, підрізати покришку черепа з обох боків і видалити її.

Знайти кінцевий мозок і видалити його, відділивши скальпелем від нижчих відділів. Кінці розрізаної шкіри стягнути і зшити.

Після операції позбавлена кінцевого мозку жаба сидить нерухомо, але через 10-30 хв її рухова активність відновлюється і вона приймає нормальну позу. Якщо відвести задню лапку жаби вбік, то вона підтягує її до тулуба; на сильне больове подразнення лапки жаба відповідає стрибком. Погладжування шкіри на бічній поверхні тулуба викликає квакання. Таким чином, у позбавленої кінцевого мозку жаби зберігається нормальна поза і здатність здійснювати складні локомоторні акти.

Практичне завдання 3

Наслідки двостороннього видалення мозочка, середнього, проміжного і кінцевого мозку

Хід роботи

Для цього досліду потрібна інша жаба. Спочатку спостерігають її здатність здійснювати тоничні рефлексі і складні локомоторні акти. Далі оголити мозок, відділити зорові долі і мозочок від довгастого мозку і видалити їх разом з проміжним і кінцевим мозком. В результаті у жаби залишається тільки довгастий і спинний мозок – **бульбарна жаба**. Зупинити кровотечу ватним тампоном, прикрити мозок шматочком шкіри. Через 20-30хв спостерігають за жабою, використовуючи ті ж критерії, що й у попередньому досліді.

У бульбарної жаби поза неправильна, голова її нахилена донизу, тулуб притиснутий до опори. Жаба втрачає здатність здійснювати майже всі статичні рефлексі. Вона не реагує стрибком на больове подразнення, хоча лапи її починають рухатись. Жаба втрачає здатність зберігати рівновагу і перепозвати з одного боку бруска на другий і тому падає, якщо брусок, на якому вона сидить, переводити з горизонтального положення у вертикальне. У бульбарної жаби відсутні «ліфтні» рефлексі. У неї зберігається тільки тоничний випрямний рефлекс: перевернута на спину жаба перевертається на живіт і приймає природне положення.

Висновки: _____

Практичне завдання 4

Оцінка координації рухів людини за допомогою проб

Порушення діяльності мозочка може проявлятися наступними порушеннями координації рухів в положенні і стоячи і при довільних рухах, особливо руками.

Атаксія – порушення координації рухів проявляється втратою узгодженості між скороченнями м'язів-синергістів та м'язів-антагоністів.

Астазія – відсутність можливості стояти.

Асинергія – порушення співдружньої діяльності м'язів під час здійснення довільних рухів.

Дистонія – порушення тону м'язів (спочатку - підвищення, потім – зниження).

Гіпотонія – зниження тону м'язів.

Атонія – втрата тону м'язів (виникає з боку пошкодженої півкулі мозочка).

Тремор – тремтіння кінцівок (особливо кисті рук)

Хід роботи

Виконати проби на виявлення порушень діяльності мозочка. Проби проводити без взуття.

Статичні проби

Для оцінки стану статичної координації використовуються різні варіанти *пози Ромберга*.

1. Класичний варіант: положення стоячи, п'ятки і носки ступнів ніг разом, руки витягнуті прямо перед собою, пальці розведені, очі заплющені. Час виконання 30 с.

2. Ускладнений варіант: Положення тіла та рук таке ж саме, але ступні ніг розташовані на одній лінії так, щоб носок однієї торкався п'ятки іншої. Очі заплющені. Час виконання - 30 с.

3. Сійка на одній нозі, п'ятка зігнутої ноги торкається колінної чашечки випрямленої ноги. Очі заплющені. Час виконання -30с.

При пошкодженні півкулі мозочка досліджуваний відхиляється у бік пошкодження. При ураженні черв'яка мозочка, падіння може бути у будь-який бік, а також вперед або назад. Проби **2** та **3** використовуються додатково, якщо похитування під час проби **1** проявляються недостатньо чітко. Для оцінки проб визначають ступінь стійкості стояння (у секундах), тремору пальців, повік.

Результати проб оцінити:

Добра координація — тверда стійка у трьох варіантах проб протягом 30 с при відсутності тремору.

Задовільна координація - похитування, невеликий тремор при підтримці пози протягом 30 с.

Незадовільна координація – необхідна поза тіла підтримується менше 30 с, виражений тремор.

Динамічні проби

Пальце-носова проба. Спочатку прийняти позу Ромберга (класичний варіант). Потім повільно вказівним пальцем кожної руки по черзі торкнутися кінчика носа.

П'яtkово-колінна проба. Спочатку прийняти позу Ромберга (класичний варіант). Потім підняти і зігнути в колінному суглобі одну ногу. П'яткою зігнутої ноги торкнутися колінної чашечки прямої ноги і провести по передній поверхні її гомілки.

При порушенні діяльності мозочка спостерігаються порушення рухів – промахи, тремор кінцівок.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки

1. Будова та функції довгастого мозку.
2. Загальна морфологічна та функціональна характеристика середнього мозку. Орієнтувальні рефлексії.
3. Мозочок, його зв'язки з іншими відділами мозку. Наслідки його видалення. Функції мозочка.
4. Проміжний мозок. Функції зорових горбів (таламуса) і підзоровогогорбової ділянки (гіпоталамуса).
5. Ретикулярна формація мозкового стовбура. Її функціональне значення.
6. Функції підкоркових ядер.

Лабораторне заняття № 10

Тема: Функціональна асиметрія великих півкуль головного мозку людини

Мета: Виявити значення функціональної асиметрії в життєдіяльності людини. Засвоїти принципи визначення ведучої руки, ведучої ноги, ведучого вуха, ведучого ока. За отриманими результатами оцінити ведучу півкулю, визначивши функціональну асиметрію або її відсутність.

Матеріали та обладнання: динамометр, олівець, сантиметрова стрічка.

Практичне завдання 1

Тест на визначення домінуючої півкулі великого мозку

Симетричні сенсорні центри для тулуба, голови і кінцівок містяться в задній центральній звивині правої і лівої півкулі. Найбільша поверхня представництва рецепторів кистей рук, голосового апарату, обличчя. Найменша – для рецепторів тулуба, нижніх кінцівок. Проекції рецепторів шкіри людини в задній центральній звивині орієнтовані «догори ногами». Центри для правої половини – зліва, для лівої – справа.

Симетричні рухові центри для скелетних м'язів тулуба, кінцівок і голови містяться в передній центральній звивині правої і лівої півкулі. Для правої половини – зліва, для лівої – справа. Як і сенсорні центри задньої центральної звивини, вони орієнтовані «догори ногами». Найбільша площа – для кистей рук, голосового апарату, язика, найменша – для тулуба і ніг.

Симетричні зорові центри розташовані на внутрішній поверхні потиличної долі навколо борозни пташиної шпори як в лівій, так і в правій півкулі.

Асиметричними в корі великих півкуль є центри мови. Їх три: зона Брока (нижня лобна звивина), зона Верніке (задня частина верхньої скроневої звивини), вторинна моторна зона в ділянці передньої центральної звивини по медіальному краю півкулі.

У більшості людей вони знаходяться в лівій півкулі (у 95% правшів і у 70% шувльгів). Центр мови інших 30% шувльгів може міститися в правій півкулі (15%) або в обох півкулях (15%).

*З ураженням будь-якої з цих ділянок домінуючої (частіше лівої) півкулі пов'язана **афазія** – втрата здатності говорити (моторна) або розуміти мову (сенсорна).*

Функціональна специфіка лівої, домінуючої, півкулі полягає в тому, що за її участю здійснюються свідомі дії, абстрактне мислення, мова, математичні дії. Специфіка функціонального

значення правої, субдомінантної півкулі проявляється в здійсненні підсвідомої діяльності мозку, здатності чітко орієнтуватись в просторі, маніпулювати предметами.

Хід роботи

Визначення ведучої руки

За допомогою сантиметрової стрічки виміряти довжину кожної руки від акроміального відростка лопатки до кінця 3 фаланги середнього пальця (домінуючою вважають руку, яка перебільшує іншу більше ніж на 0,2 см).

Для виявлення функціональних асиметрій проводять такі проби:

- ❑ Переплетення пальців кистей. Ведучою є та рука, великий палець якої знаходиться зверху.
- ❑ Схрещування рук (поза Наполеона). Ведучою вважають руку, кисть якої знаходиться на передпліччі іншої руки зверху.
- ❑ Аплодування. Ведуча рука здійснює ударні рухи по долоні не ведучої руки.
- ❑ Тест на заведення годинника. Ведуча рука здійснює активні, чітко дозовані рухи.
- ❑ Динамометрія. Спочатку визначається сила м'язів ведучої руки. У ведучої руки більша сила. Руку вважають ведучою, якщо перебільшення її сили більше 2 кг.
- ❑ Проба на точність рухів рук. У відповідь на прохання намалювати коло на папері, правши здійснюють рухи олівцем проти, лівші – за годинниковою стрілкою.
- ❑ Тест на піднімання предмета, що лежить на підлозі. Звичайно людина піднімає з підлоги предмет ведучою рукою.
- ❑ Тест на витирання дошки. З цією метою користуються звичайно ведучою рукою.

Визначення ведучої ноги

Для визначення ведучої ноги використовують такі тести:

- ❑ Закидання ноги на ногу. Зверху частіше ведуча нога.
- ❑ Крок вперед, крок назад. Ці рухи ведуча нога здійснює першою.
- ❑ Вимірювання довжини кроку. Виміряти довжину 5-10 кроків. Кроки ведучої ноги мають більшу довжину.
- ❑ “Письмові рухи”. Досліджуваному пропонують “написати букви правою і лівою ногою в положенні сидячи, стоячи. Швидше і легше “пише” ведуча нога.

Оцінка ведучого ока

- Тест “моргання оком”. На прохання кліпнути оком закривається не ведуче око.
- Тест Розенбаха. Досліджуваний фіксує поглядом вертикально встановлений у витягнутій руці олівець. Почергово закривається то одне, то друге око. Ведучим є те око, при закриванні якого олівець “зсувається” в його напрямку. Якщо олівець “зсувається” при закриванні обох очей, то ведучим є те, при закриванні якого олівець “зсувається” на більшу відстань.
- Розглядання під мікроскопом. Використовують звичайно ведуче око.

Оцінка ведучого вуха

- Тест “шепотіння”. Експериментатор дуже тихо вимовляє слово. Досліджуваний повертає вбік джерела звуку ведуче вухо.
- Тест “тікання годинника”. Досліджуваному пропонують оцінити гучність тікання годинника. Прикладають годинник перш за все до ведучого вуха.
- Тест “телефонна розмова”. З цією метою звичайно використовують ведуче вухо.

За результатами роботи оцінити за більшістю проб ведучу руку, ведучу ногу, ведуче око і ведуче вухо. Зробити висновок про наявність вираженої функціональної асиметрії (всі проби праві, або всі проби ліві), або про відсутність функціональної асиметрії – **амбідекстрії** (приблизно однакова кількість проб лівих і правих), про наявність функціональної асиметрії з елементами амбідекстрії (більша частина проб для одного боку, але не всі).

Зробити загальний висновок про домінуючу півкулю великого мозку.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки

1. Філогенетичний розвиток кори великих півкуль. Загальна характеристика будови кори великих півкуль.
2. Методи вивчення функцій кори великих півкуль.
3. Фонова електрична активність кори. Ритми ЕКГ.
4. Функціональні поля кори великих півкуль.

Лабораторне заняття № 11

Тема: Вища нервова діяльність людини

Мета: Визначити об'єм своєї короткочасної слухової пам'яті. Оволодіти методикою «коректурної проби з літерами». Використовуючи дану методику, оцінити показники пам'яті людини.

Матеріали та обладнання: набір коректурних таблиць, секундомір.

Практичне завдання 1

Визначення об'єму короткочасної слухової пам'яті у людини

*Під пам'яттю розуміють запам'ятовування, збереження і відтворення інформації. Пам'ять людини лежить в основі її психічного розвитку, в основі мислення і свідомості. Розрізняють короткочасну і довгочасну пам'ять. Під **короткочасною пам'яттю** розуміють запам'ятовування і збереження інформації за умови її негайного відтворення.*

Хід роботи

Для визначення об'єму короткочасної слухової пам'яті необхідно встановити максимальну кількість знаків, яку людина може засвоїти на слух з першого пред'явлення і точно відтворити. Роботу виконують всі студенти групи.

Викладач голосно, чітко читає 1 рядок цифр. За командою “пишіть” студенти записують у таблиці 3 ті цифри рядка, які кожний з них запам'ятав, у тому ж порядку, в якому вони були названі викладачем. Далі викладач читає 2 рядок. Студенти прослуховують, а потім записують його і т.д.

Після того, як продиктовані всі рядки цифр, викладач знову диктує ті ж рядки цифр для перевірки правильності відтворення.

Якщо 1-й, 2-й і 3-й рядки записані вірно і в правильній послідовності, а в 4 рядку помічені помилки (змінений порядок цифр, величина ряду, невірно записана цифра), то об'єм пам'яті буде дорівнювати кількості цифр в 3-му ряді, тобто п'яти.

Об'єм короткочасної слухової пам'яті у людини в середньому дорівнює 7.

Підрахувавши свій об'єм пам'яті, порівняйте його із середнім значенням. Зробіть висновок.

Таблиця 3

№ рядка	Кількість цифр у рядку									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										

Висновки: _____

Практичне завдання 2

Дослідження показників уваги у людини за допомогою «коректурної проби з літерами»

Хід роботи

Під час дослідження використати коректурні таблиці з надрукованими на них 1600 літерами, розташованими у вигляді 40 рядків, кожен з яких складається з 40 знаків. В коректурній таблиці протягом 4 хвилин необхідно викреслювати літеру „С" у кожному з переглянутих рядків зліва направо з максимальною швидкістю та увагою, при цьому не викреслювати її у випадку, коли перед нею стоїть „К" – „КС".

Розрахувати показники:

1. Обсяг уваги: кількість проглянутих знаків за 4 хв (**Н**);
2. Загальна кількість закреслених знаків (**С**);
3. Кількість пропущених літер «С», які необхідно було закреслити (**О**).
4. Кількість невірно закреслених літер (**М**);
5. Продуктивність уваги (**Е**) за формулою:

$$A = (C - O) / (C + M) \cdot H.$$

Результати обчислень занести в таблицю 4 і порівняти отримані показники у різних осіб.

Таблиця 4

Показники	Результати дослідження
Н	
С	
О	
М	
Е	

Оцінка показників обсягу уваги:

Високий обсяг уваги – 800 знаків і більше;

Добрий – 600 – 799 знаків;

Задовільний – 500-599 знаків;

Низький – 499 і менше.

Висновки:

Питання для самостійної підготовки і плану реферату за темою
«Вища нервова діяльність людини»

1. Роль І.М. Сеченова і І.П. Павлова у розвитку матеріалістичного вчення про вищу нервову діяльність.
2. Умовний рефлекс – основа вищої нервової діяльності. Відмінності умовних і безумовних рефлексів. Класифікація умовних рефлексів.
3. Умовні і безумовні подразники. Умови утворення умовних рефлексів.
4. Механізм утворення умовних рефлексів. Сучасні уявлення про природу тимчасового зв'язку.
5. Біологічне значення умовних рефлексів.
6. Безумовне гальмування в корі великих півкуль. Його значення для організму.
7. Умовне гальмування. Види умовного гальмування. Його значення.
8. Динаміка процесів збудження і гальмування в корі. Динамічний стереотип.
9. Вчення І.П.Павлова про типи вищої нервової діяльності. Властивості нервових процесів в корі. Основні типи ВНД тварин, виділені І.П.Павловим.

10. Сучасні уявлення про типи вищої нервової діяльності у людей. Значення вивчення типів ВНД у людей.
11. Якісні відмінності ВНД людини. Дві сигнальні системи дійсності. Співвідношення першої і другої систем дійсності.
12. 12. Види пам'яті. Сучасні уявлення про механізми пам'яті.

Лабораторне заняття № 12

Тема: Вегетативні рефлекси і центри регуляції вегетативних функцій

Автономна (вегетативна) нервова система (АНС) - це частина нервової системи (НС), що регулює роботу внутрішніх органів, просвіт судин, обмін речовин та енергії.

Вегетативні рефлекси — це рефлекторні реакції внутрішніх органів, які здійснюються за участю нейронів АНС

Функцією АНС є підтримка сталості внутрішнього середовища, його пристосування до змінних умов зовнішнього середовища і діяльності організму.

Вплив АНС на організм зазвичай не знаходиться під безпосереднім впливом свідомості. Регуляція функцій внутрішніх органів може здійснюватися при повному порушенні зв'язку з ЦНС, але тоді вплив АНС менш досконалий. Така майже незалежна робота АНС пояснюється тим, що ефекторний (периферичний) вегетативний нейрон знаходиться за межами ЦНС: або в екстра-, або в інтраорганичних вегетативних гангліях. На противагу АНС, у соматичній НС (в ефекторній її частині) усі нейрони розташовані в межах ЦНС і аксони мотонейронів підходять безпосередньо до робочих м'язових клітин не перериваючись.

Під час виникнення вегетативних рефлексів імпульси передаються із центральної нервової системи до периферичних органів через симпатичні і парасимпатичні нервові волокна.

Вегетативних рефлексів у людини дуже багато. В медичній практиці велике значення мають вісцero-вісцeralьні, вісцero-дермальні і дермо-вісцeralьні рефлекси. Такі групи рефлексів розрізняють за місцем локалізації рецепторів, подразнення яких

викликає рефлекс, а також за розташуванням ефекторів (робочих органів), які приймають участь у здійсненні кінцевої реакції. Такі рефлекси лежать в основі застосування ряду лікувальних процедур, наприклад місцеве зігрівання чи охолодження шкіри під час болів у внутрішніх органах.

Вегетативні функціональні проби використовуються в практичній медицині для оцінки стану автономної нервової системи.

Око-серцевий рефлекс Ашнера - це короткочасне зменшення частоти серцевих скорочень при короткочасному надавлюванні на очні яблука. Виникнення його пов'язане зі збудженням центрів блукаючого нерва, що розташовані в задньому мозку.

Дихально-серцевий рефлекс (дихальна аритмія) - уповільнення серцебиття в кінці видиху перед початком наступного вдиху. Найкраще простежити на ЕКГ.

Оростатична реакція — прискорення серцебиття і підвищення артеріального тиску при переході з положення лежачи в положення сидячи і стоячи.

Мета: Ознайомитися з рядом рефлексів, які відбуваються за участю центрів автономної нервової системи, з'ясувати їх механізм виникнення і практичне значення.

Матеріали та обладнання: секундомір, кушетка.

Практичне завдання 1 **Око-серцевий рефлекс Ашнера.**

Хід роботи

Здійснити око-серцевий рефлекс. Для цього студенти діляться на бригади по дві особи: досліджуваний і дослідник. По черзі один у одного підрахувати частоту пульсу за перші 10 с в зоні проекції променевої артерії на лівій або правій руці в положенні досліджуваного сидячи. Потім по черзі здійснити натискання одночасно на обидва очні яблука протягом 15-20 с. Одразу після натискання знову підрахувати частоту пульсу протягом перших 10 с. За отриманими даними зробити відповідний перерахунок частоти пульсу за 1 хв.

Порівняти отримані результати, зробити висновки.

Висновки: _____

Практичне завдання 2
Проведення ортостатичної проби.

Хід роботи

Студенти діляться на бригади по дві особи: досліджуваний і дослідник. По черзі один у одного підрахувати частоту пульсу за перші 10 с в зоні проекції променевої артерії на лівій або правій руці в положенні досліджуваного лежачи.

Змінити положення тіла: встати і одразу знову підрахувати частоту пульсу за 10 с.

За отриманими даними зробити відповідний перерахунок частоти пульсу за 1 хв.

Порівняти отримані результати, зробити висновки.

Висновки: _____

Лабораторне заняття № 13
Фізіологія аналізаторів. Основні властивості
зорового аналізатора

Мета: дослідити властивості зорового аналізатора; з'ясувати функціональне значення оптичної системи ока.

Матеріали та обладнання: обтягнена марлею рамка (15 x 20 см), рисунок Маріотта, вимірвальна лінійка, поліхроматичні таблиці Є. Рабкіна, периметр Фостера, білі та кольорові кружки до нього.

Практичне завдання 1

Дослідження акомодатії ока

Акомодатія – це пристосування ока чітко бачити предмети на різній відстані. Вона здійснюється завдяки здатності ока змінювати заломлюючу силу оптичної системи внаслідок зміни кривизни кришталика. Для ясного бачення предмету промені кожної його точки повинні бути сфокусовані на сітківці.

При розгляданні предметів на відстані менше 5 м війковий м'яз скорочується, циннові зв'язки і, відповідно, капсула кришталика послаблюються, тому кришталик стає більш опуклим, що сприяє збільшенню оптичної сили як мінімум на 14 Д. Якщо дивитись вдалину, то предмети, що розташовані поблизу, око сприймає нечітко, розпливчасто, оскільки промені від ближчих точок фокусуються за сітківкою. Під час розглядання предметів на великих відстанях, заломлююча сила ока зменшується. Однаково чітко бачити водночас по різному віддалені предмети неможливо.

Хід роботи

Через тонку марлю, натягнуту на дерев'яну планку, дивляться на друкований текст, що знаходиться на відстані 50 см від ока. Якщо фіксувати погляд на буквах, то нитки сітки око перестає бачити чітко. Якщо ж фіксувати погляд на нитках марлі, то неможливо чітко бачити текст, букви розпливаються.

Замалювати схему заломлення променів кришталиком ока при розгляданні близько і далеко розташованих предметів. Пояснити фізіологічні механізми акомодатії (письмово).

Висновки: _____

Практичне завдання 2 **Визначення гостроти зору**

Під гостротою зору розуміють здатність ока розрізняти дві точки, що світяться, окремо. Нормальне око здатне розрізняти дві точки, як окремі під кутом зору 1 кутова хвилина. Це пояснюється тим, що для роздільного бачення двох точок необхідно, щоб між збудженими колбочками на сітківці знаходилась мінімум одна не збуджена колбочка. Такий зір позначається одиницею (1). Максимальну гостроту зору має жовта пляма. До периферії від неї гострота зору значно нижча.

Хід роботи

Для визначення гостроти зору використовують стандартні таблиці, що складаються з 12 рядів букв чи інших знаків. Величина букв в кожному ряді зменшується зверху вниз. Збоку кожного ряду є цифра, що позначає відстань, з якої нормальне око розрізняє

букви даного ряду під кутом 1'. Таблицю освітлюють яскраво і рівномірно (освітлення не нижче 100 Лк).

Досліджуваний сідає на стілець на відстані 5 м від таблиці. Гостроту кожного ока досліджують спочатку окремо, а потім бінокулярно.

Досліджувач указкою показує букву і пропонує назвати її. Визначення починають з верхнього ряду і, опускаючись донизу, знаходять найнижчий ряд, всі букви якого досліджуваний бачить чітко і вірно називає їх. Далі розраховують гостроту зору за формулою:

$$V = \frac{d}{D},$$

де V – гострота зору,

d – відстань досліджуваного від таблиці,

D – відстань, з якої нормальне око чітко бачить даний рядок.

Визначити гостроту зору правого і лівого ока. Результати записати, порівняти їх з нормами гостроти зору.

Висновки: _____

Практичне завдання 3

Визначення найближчої точки ясного бачення

*Найближча точка ясного бачення у здорової людини знаходиться на відстані 7-14 см від ока. У людей після 40 років може розвиватися **пресбіопія** (стареча далекозорість)- зниження акомодацийної здатності кришталіка. На близькій відстані людина перестає розрізняти дрібні предмети або текст.*

***Сила акомодациї** - різниця оптичних сил кришталіка при максимальній акомодациї і при її відсутності (діапазон акомодациї).*

Хід роботи

Закрити одне око, до відкритого ока наближати книжковий текст (величина букв повинна становити 2,2 мм) до моменту, поки букви тексту не стануть розпливатися або зливатися. Ясне їх розрізнення стає неможливим. Це й означає, що досягнута

найбільша напруга акомодатції для даного ока, подальша зміна кривизни кришталика неможлива. Відстань між текстом і зовнішнім краєм орбіти (см) і є відстанню до найближчої точки ясного бачення. Визначити цей показник окремо для правого і лівого ока. Порівняти отримані дані з показниками у таблиці 5 для своєї вікової групи. Зробити необхідні висновки.

Таблиця 5

Вікові зміни відстані до найближчої точки ясного бачення і сили акомодатції

Вік (р.)	До 10	15	20	25	30	40	50	70
Відстань від ока до найближчої точки ясного бачення	7	8	10	12	14	22	40	400
Сила акомодатції (Д)	14,0-14,6	12,0-12,3	10,6-12,0	9,2	7,7	4,9	2,1	0,25

Висновки: _____

Практичне завдання 4

Виявлення сліпої плями на сітківці ока

Фоторецептори – палички (110-125 млн.) і колбочки (6-7 млн.) – розташовані на сітківці нерівномірно. **Центральна ямка** сітківки (жовта пляма) містить лише колбочки. **Периферична частина** сітківки – переважно палички. Колбочки забезпечують денний зір і сприйняття кольорів, палички забезпечують нічний та присмерковий зір. Місце виходу зорового нерва з очного яблука не має фоторецепторів і зветься **сліпою плямою**.

Хід роботи

На відстані 20-25 см від ока розміщують рисунок Маріотта.

Праве око закривають, лівим оком фіксують праве зображення (кружок). Відсуваючи та наближаючи рисунок, помічають, що ліве зображення (хрестик) зникає. Дослід повторюють, закривши ліве око і розглядаючи правим оком ліве зображення. У цьому випадку зникає праве зображення. Записати результати досліду і вказати відстань, при якій зникає зображення.



Рис. 7. Рисунок для проведення досліду Маріотта

Висновки: _____

Практичне завдання 5

Дослідження зіничного рефлексу

Адаптація ока це процесування ока до зміни інтенсивності освітлення. Існує темнова і світлова адаптація, яка здійснюється з участю **зіничного рефлексу** і фотохімічних процесів – синтезу зорових пігментів (у темноті) і їх розкладу (на світлі). У темноті зіниця ока збільшується до 7,5 мм (оптимальний діаметр зіниці – 2,4 мм) за рахунок скорочення радіальних м'язів райдужної оболонки, які іннервуються волокнами симпатичної нервової системи (з верхнього шийного вузла). Це сприяє надходженню більшої кількості променів, до яких максимально чутливі палички сітківки, що пов'язано з відновленням зорового пігменту родопсину, який містить альдегід вітаміну А – ретиналь і білок опсин. **Темнова адаптація** протікає повільно, в 2 фази (1-ша – до 10 хвилин, при якій відбувається ресинтез пігменту колбочок йодопсину, структура якого близька до родопсину; 2-га – до кінця першої години перебування у темноті). Чутливість сітківки збільшується в 100 – 200 тис. разів. При **світловій адаптації** відбувається зменшення зіниці ока до 1,8 мм за рахунок скорочення колових м'язів райдужної оболонки, які іннервуються парасимпатичними волокнами ококорухового нерва. Поступово знижується чутливість фоторецепторів і нейронів сітківки ока. Цей процес відбувається 1 – 2 хвилини.

При авітамінозі та гіповітамінозі А розвивається гемералопія (куряча сліпота) – погіршення зору в умовах недостатнього освітлення, що пов'язано з порушенням ресинтезу родопсину, у склад якого входить вітамін А.

Хід роботи

Досліджуваний сідає так, щоб очі освітлювалися помірним світлом, фіксує поглядом віддалену, розміщену високо точку. Потім очі затуляє долонею на 10-15 с, швидко відводить долоню. Спостерігають, як змінилася величина зіниці.

Закрити долонею одне око й спостерігати, чи змінилася величина зіниці другого ока. Спостереження записати, пояснити причини і механізм зміни величини зіниці залежно від інтенсивності освітлення.

Висновки: _____

Практичне завдання 6

Дослідження колірної зору людини

Найбільш поширеною теорією колірної зору є трьохкомпонентна теорія сприйняття кольорів. Вона була започаткована М.В. Ломоносовим (1756) і науково обґрунтована пізніше Т. Юнгом, Г. Гельмгольцом (1801). Сприйняття кольорів забезпечується колбочками трьох видів у діапазоні 400-800 нм з найбільшою чутливістю до світлових хвиль довжиною 460, 530, 570 нм. Перший тип колбочок реагує в основному на червоний колір, другий – на зелений, а третій – на синій. Людина може розрізняти до 7 млн. кольорових відтінків, які мають такі характеристики: тон, насиченість, яскравість. Сприйняття кольорових відтінків забезпечується фізіологічною комбінацією збудження в різних пропорціях колбочок різних типів. При однаковій інтенсивності збудження колбочок виникає білий колір, при відсутності збудження – чорний.

Люди, які мають нормальний колірний зір, називаються трихроматами.

***Порушення колірної зору:** Повна колірна сліпота – внаслідок ураження колбочкового апарату – **ахромазія** зустрічається дуже рідко. Якщо у людини функціонує тільки два*

види колбочок – **дихромазія**, якщо тільки один – **монохромазія**. Часткову колірну сліпоту поділяють на 3 види: **протанопія** (дальтонізм), **дейтеранопія** і **тританопія**. Протанопи не розрізняють відтінки червоного та зеленого кольорів. Дейтеранопи їх теж не розрізняють, але на відміну від протанопів, плутають світло-зелені тони з темно-червоними і фіолетові з блакитними. Тританопи не здатні розрізняти синій та фіолетовий кольори. Таке порушення кольоросприйняття зустрічається дуже рідко.

Дослідження кольорового зору має особливе значення для осіб, які за видом професії мають добре орієнтуватися в усіх кольорах і відтінках.

Хід роботи

Досліджуваний сідає спиною до світла, експериментатор показує йому 25 кольорових таблиць по черзі, запитує, що на них зображено. Кожну таблицю демонструють на рівні ока досліджуваного, на відстані 1 м від нього. Тривалість експозиції одної таблиці – 5 с. Кожне око обстежують окремо, для цього друге закривають екраном.

Трихромати (люди з нормальним кольоровим зором) правильно читають усі 25 таблиць. Протанопи правильно читають лише 7 таблиць (1, 2, 17, 22, 23, 24, 25); дейтеранопи – лише 9 таблиць (1, 2, 8, 12, 22, 23, 24, 25).

Зробити висновки про здатність досліджуваного розрізняти кольори.

Висновки: _____

Практичне завдання 7 **Визначення полів зору**

Сукупність усіх точок простору, які сприймаються двома нерухомими очима, називається **загальним полем зору**, або бінокулярним зоровим полем. Величина поля зору у різних людей неоднакова і залежить від форми очного яблука, глибини його розташування, форми надбрівних дуг і носу, а також від функціонального стану сітківки. Розрізняють **колірне** (хроматичне) і **безколірне** (ахроматичне) поле зору. Ахроматичне поле зору більше хроматичного, оскільки воно обумовлене діяльністю паличок, що містяться переважно на периферії

сітківки. Для різних кольорів поле зору також неоднакове: найбільше воно для жовтого кольору, найвужче – для зеленого.

У спортсменів-футболістів, які протягом тривалого часу тренуються і грають на зеленому футбольному полі, поле зору для зеленого кольору значно збільшується. У представників ігрових видів спорту межі загального поля зору ширші, ніж у людей, які не займаються спортом.

Хід роботи

Таблиця 6

Кольори	Білий		Червоний		Зелений		Жовтий		Синій	
	Норма	Результ.	Норма	Результ.	Норма	Результ.	Норма	Результ.	Норма	Результ.
Зовнішня	90°		60°		40°		80°		75°	
Внутріш.	60°		40°		30°		45°		50°	
Верхня	60°		30°		22°		35°		40°	
Нижня	65°		45°		20°		58°		47°	

Поля зору вимірюють за допомогою периметра Фостера, який являє собою рухливо закріплене у штативі металеве півколо (дугу), що має шкалу у кутових градусах.

Досліджуваний сідає спиною до світла, внутрішня поверхня півкола має бути добре освітлена. Штатив для підборіддя закріплюють так, щоб верхня його частина була на рівні нижнього краю очної западини. Величину поля зору визначають для кожного ока окремо. Півколо периметра встановлюють горизонтально, досліджуваний при цьому повинен дивитися точно на білий кружок у центрі дуги. Експериментатор поволі пересуває білий кружок від периферії до центру і зазначає точку периметра, на рівні якої досліджуваний помітив об'єкт. Потім вимірюють поле зору з другого боку дуги. Точки, що відповідають кутовому градусу на зовнішній поверхні периметра, вказують зовнішню і внутрішню межі поля зору. Далі дугу периметра встановлюють вертикально і відповідно знаходять верхню і нижню межі поля зору. Поля кольорового зору визначають, замінивши білий кружок кольоровим (червоним, зеленим, синім, жовтим).

Отримані результати занести у таблицю 6, порівняти їх з нормою, зробити висновки.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки:

1. Поняття про аналізатори. Морфологічна характеристика аналізаторів. Функції відділів аналізаторів. Роль аналізаторів в організмі.
2. Класифікація аналізаторів. Класифікація рецепторів.
3. Загальна характеристика зорового аналізатора. Будова ока.
4. Оптична система ока. Рефракція. Аномалії рефракції.
5. Акомодация ока, її механізм.
6. Рецепторна система ока. Мікроструктура сітківки. Фоторецептори. Рецепція світла. Фотохімічні реакції.
7. Адаптація зорового аналізатора.
8. Спектральна чутливість ока. Колірний зір. Теорії сприйняття кольорів. Порушення сприйняття кольорів.
9. Гострота зору. Поля зору. Бінокулярний зір. Сприйняття простору.

Лабораторне заняття № 14
Фізіологія аналізаторів. Основні властивості слухового і тактильного аналізаторів

Мета: дослідити властивості слухового і тактильного аналізаторів; з'ясувати функціональне значення окремих відділів вуха.

Матеріали та обладнання: камертони, молоточки, секундомір, естезіометр (циркуль Вебера).

Практичне завдання 1

Адаптація слухового аналізатора

Слух – це відчуття звуку, а **звук** – коливальний рух пружного середовища (повітря, води, лімфи). Звук розповсюджується у вигляді подовжніх хвиль тиску. Рівень звукового тиску – **гучність звуку** (сила або інтенсивність звуку) виражається в децибелах (дБ). Децибел складає 0,1 бела. Бел – одиниця інтенсивності (гучності) звуку, десятковий логарифм відношення діючої

інтенсивності звуку до порогової його інтенсивності. Діапазон гучності звуків, які сприймає людина, великий – 1 – 140 дБ: тихий шепіт на відстані 1,5 м – 10 дБ, тиха розмова – 40 дБ, голосна – 60 дБ, шум трамваю – 70-75 дБ, шум літака – 110-120 дБ, грім – 120 дБ, шум космічної ракети під час злітання – 140-150 дБ. Звуки вище 100 дБ і особливо при тривалій дії призводять до травми слухового апарату людини і погіршення слуху.

Хід роботи

Камертон, який звучить, наближують до зовнішнього слухового проходу і тримають поки не зникне звук. На короткий час камертон відводять від вуха, а потім знову підносять до нього. Звук знову сприймається досліджуваним. Порівняти час адаптації слухового аналізатора до високих та низьких звуків.

Висновки: _____

Практичне завдання 2

Визначення просторового порогу тактильної чутливості шкіри

Тактильні рецептори (відчуття доторку і тиску) розташовані нерівномірно на поверхні шкіри. До ділянок шкіри, де тактильні рецептори розміщені особливо густо, відносяться кінчики пальців і губи, а менше всього їх на плечах, стегнах і спині. Чим більше тактильних точок на одиниці поверхні шкіри, тим менший розмір кожної точки і тим вища гострота дотику. Так, на 1 см² шкіри гомілки їх нараховують 7 – 10, на середині передпліччя – 15, на зап'ясті – 40, на долонній поверхні великого пальця руки в області його підвищення – більше 100 і на кінцях пальців – величезна кількість, яка практично не піддається рахунку. У межах однієї чутливої точки два одночасних стимули не розрізняються. Здатність розрізняти два тактильних стимули, нанесених на шкіру одночасно, використовують для визначення просторового порогу тактильної чутливості шкіри. Мінімальна відстань, при якій піддослідний відчує два доторки ніжок циркуля Вебера, є одночасним просторовим порогом тактильної чутливості (мм).

Хід роботи



Рис. 8. Естезіометр Вебера.

Використовуючи естезіометр (циркуль Вебера) визначити просторовий поріг чутливості ділянок шкіри губ, кінчика носа, лоба, пальців рук, долонь, передпліччя, плеча, спини.

Естезіометром з максимально зведеними ніжками (відстань між ніжками 1мм) доторкатися з однаковим тиском до ділянки шкіри досліджуваного, який сидить з заплещеними очима. Поступово розводити ніжки естезіометра, кожен раз збільшуючи відстань між ніжками на 1 мм, і продовжувати доторкатися до цієї ж ділянки шкіри. Відмітити, при якій відстані між ніжками естезіометра на кожній ділянці шкіри досліджуваній вперше розрізняє два окремих доторки – *одночасні просторові диференціальні пороги тактильної чутливості*. Результати досліджень заносять у таблицю 7. Порівняти отримані результати.

Таблиця 7

Ділянки шкіри	Просторовий поріг тактильної чутливості (мм)
Лоб	
Кінчик носа	
Губи	
Долоня	
Тактильна поверхня пальців рук	
Плече	
Передпліччя	
Спина	

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки:

1. Слуховий аналізатор. Функціональна характеристика різних відділів вуха.
2. Повітряна і кісткова провідність. Гучність звуку. Механізм сприйняття звуку.
3. Аналізатор шкірного відчуття. Фізіологія шкіри. Види рецепторів шкіри. Поріг тактильної чутливості шкіри.

Лабораторне заняття № 15

Тема: Внутрішнє середовище організму. Кров. Формені елементи крові

Мета: Оволодіти методом визначення вмісту гемоглобіну в крові гемометром Салі і визначити вміст гемоглобіну в донорській крові.

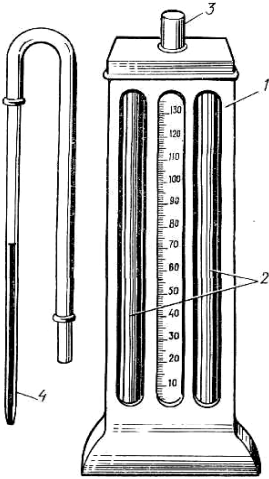


Рис. 9. Гемометр ГС-3:

- 1 — корпус;
- 2 — запаяні пробірки зі стандартним розчином;
- 3 — градуйована пробірка;

заліза, цианокоболаніну (вітамін B_{12}), Фолієвої кислоти, при підвищеному гемолізі еритроцитів).

Підвищення концентрації Hb в крові трапляється при легенево-серцевій недостатності, пороках серця.

Для визначення вмісту Hb в крові застосовують калориметричні методи, один з яких (гематитовий метод Салі) заснований на утворенні стійкого розчину коричневого кольору при взаємодії Hb із соляною кислотою.

Гемометр Салі складається з пластмасового корпусу з трьома пробірками однакового діаметру. Дві крайні пробірки запаяні і містять стандартний розчин солянокислого гематину. Середня градуйована пробірка призначена для досліджуваної крові.

Матеріали та обладнання:

консервована донорська кров невідомої групи, гемометр ГС-3 (Салі), 0,1% розчин соляної кислоти, дистильована вода, вата, йод, піпетка-капіляр для взяття крові, очна піпетка, склянка з чистою водою.

Практичне завдання 1

Визначення вмісту гемоглобіну (Hb) в крові гемометром ГС-3 (за методом Салі)

Гемоглобін (Hb) – головна складова частина еритроцитів. Вміст Hb в крові у здорових жінок 120-140 г/л, а в чоловіків – 130-160 г/л.

Зниження концентрації Hb в крові спостерігається при різних анеміях (через кровотечу, нестачу

Стандартний розчин солянокислого гематину відповідає 167г/л Нв.

Хід роботи

В середню пробірку гемометра очною піпеткою налити 0,1 % розчин соляної кислоти до мітки (10). Піпеткою-капіляром набрати 20 мм³ донорської крові, оберти кінчик капіляра ватою, занурити його у пробірку з кислотою і видувати кров на дно пробірки так, щоб верхній шар соляної кислоти лишився не зафарбованим. Не виймаючи піпетку, промити її розчином соляної кислоти з верхнього шару.

Після цього вміст пробірки перемішати, постукуючи пальцем по дну і поставити пробірку в штатив гемометра на 5-10 хв. Цей час необхідний для повного перетворення гемоглобіну на солянокислий гематин. Потім у пробірку по краплині додавати очною піпеткою дистильовану воду доти, поки колір розчину не стане однаковим із стандартним розчином.

Цифра на рівні нижнього меніска одержаного розчину вказує вміст Нв у досліджуваній крові по одній шкалі у г%, тобто абсолютний вміст Нв в крові. Друга шкала вказує вміст Нв у відносних одиницях.

За шкалою визначити і записати показник гемоглобіну у г%. Щоб перевести концентрацію Нв з г% у систему СІ необхідно помножити на коефіцієнт 0,6206.

Приклад. $15,2\% \cdot 0,6206 = 9,43$ ммоль/л.

Порівняти отриманий показник з нормою і зробити висновок.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки:

1. Склад, кількість і функції крові.
2. Депо крові. Органи кровоутворення і кроворуйнування.
3. Плазма крові, її склад. Значення складових частин плазми.
4. Фізико-хімічні властивості крові: в'язкість, питома вага, осмотичний тиск, рН, онкотичний тиск.
5. Буферні системи крові. Кислотно-лужна рівновага. Поняття ацидозу, алкалозу. Лужний резерв крові.

6. Еритроцити, їх будова, кількість і функції. Еритроцитоз, анемії. Резистентність еритроцитів. Гемоліз. Швидкість осідання еритроцитів.
7. Гемоглобін, його будова і функції. Фізіологічні та патологічні сполуки гемоглобіну.

Лабораторне заняття № 16

Тема: Кров. Групи крові. Резус-фактор. Імунітет

Мета: оволодіти методом визначення групи крові людини.

Матеріали та обладнання: консервована донорська кров невідомої групи, піпетка-капіляр для забору крові, очна піпетка, скляні палички, стандартні сироватки груп 0(I), A(II), B(III), предметні скельця, тарілки для змішування крові

Практичне завдання 1

Визначення групи крові людини

Кров людини відносять до тої чи іншої групи в залежності від наявності в її еритроцитах та плазмі особливих речовин. В еритроцитах містяться аглютиногени, їх позначають буквами A і B, в плазмі – аглютиніни, що позначені буквами α і β . Аглютиніни здатні здійснювати аглютинацію (склеювання) еритроцитів, якщо в них містяться відповідні аглютиногени.

Аглютинін α викликає склеювання еритроцитів, що містять аглютиноген A. Аглютинін β склеює еритроцити, в яких присутній аглютиноген B. кров людини не може містити однойменні аглютиніни і аглютиногени, α і A або β і B.

Розрізняють чотири групи крові. Кров I групи не містить аглютиногенів, проте в її плазмі присутні аглютиніни α і β . Її позначають 0(I). Кров II групи містить аглютиноген A та аглютинін β – A(II). Кров III групи містить аглютиноген B та аглютинін α – B(III). Кров IV групи не містить аглютиніни, але в її еритроцитах присутні аглютиногени A і B – AB(IV).

Хід роботи

На відповідні місця тарілки нанести по краплі стандартних сироваток I, II, III груп, які містять відповідно аглютиніни I - α і β , II – β , III – α . Сироватки брати з ампул скляними паличками, не змішуючи. Невелику кількість крові людини з флакона перенести в краплю сироватки I групи, обережно змішати. Іншою, чистою паличкою таку ж кількість крові перенести в сироватку II групи.

*Наявність (+) або відсутність (-) аглютинації
при змішуванні крові різних груп*

Сироватка або плазма крові		Аглютиногени еритроцитів крові			
Група	Аглютинін	I група (0)	II група (A)	III група (B)	IV група (AB)
I	$\alpha \beta$	-	+	+	+
II	β	-	-	+	+
III	α	-	+	-	+
IV	-	-	-	-	-

Третю краплю перенести в сироватку III групи чистою сухою паличкою. Реакція аглютинації відбувається через 1-5 хв. При наявності аглютинації крапля стає прозорою, а еритроцити склеюються і набувають вигляду макових зернят. Група крові визначається в залежності від наявності або відсутності аглютинації (див. табл. 8).

1. Відсутність аглютинації свідчить про відсутність аглютиногенів в досліджуваній крові, що характерно для еритроцитів I групи крові.
2. Якщо аглютинація спостерігається з сироватками I і III груп, які містять відповідно аглютиніни α, β та α , то еритроцити досліджуваної крові містять аглютиноген A, що свідчить про належність цієї крові до II групи.
3. Якщо аглютинація спостерігається з сироватками I і II груп, які містять відповідно аглютиніни α, β та β , то еритроцити досліджуваної крові містять аглютиноген B, що свідчить про належність цієї крові до III групи.
4. При наявності аглютинації з сироватками II, III груп, еритроцити містять аглютиногени A і B, що вказує на належність цієї крові до IV групи.

Записати результати власних досліджень, визначити, до якої групи належить досліджувана кров, назвати склад її аглютиногенів та аглютинінів.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки:

1. Будова, кількість і функції лейкоцитів. Лейкоцитоз, лейкопенія. Лейкоцитарна формула.
2. Імунітет. Неспецифічні і специфічні фактори імунітету.
3. Тромбоцити, їх роль в організмі, будова, кількість.
4. Групи крові. Визначення груп крові.
5. Правила переливання крові.
6. Резус-фактор. Резус-конфлікт.
7. Імунітет. Неспецифічні і специфічні фактори імунітету.

Лабораторне заняття № 17

Тема: Фізіологічні властивості серцевого м'яза. Серцева діяльність

Мета: навчитися вислуховувати тони серця і вміти їх охарактеризувати; провести реєстрацію та аналіз електрокардіограми людини; оволодіти методикою визначення частоти пульсу пальпаторним методом при різних фізіологічних станах організму; навчитись визначати тривалість серцевого циклу за пульсом людини;

Матеріали та обладнання: фонендоскоп, стетоскоп, електрокардіограф, електроди, секундомір, 10-% розчин NaCl, кушетка, спирт, марлеві серветки, вата.

Практичне завдання 1

Вислуховування тонів серця у людини (аускультация)

Тони серця – це звукові явища, якими супроводжується серцева діяльність. Розрізняють чотири тони.

Перший і другий тони можна вислухати (аускультация) за допомогою фонендоскопа, стетоскопа, або приклавши вухо до грудної клітки на рівні серця. Третій та четвертий, більш слабкі тони, реєструються методом фонокардіографії.

Перший тон (сistolічний) – протяжний, низький, глухий. Зумовлений коливаннями сухожильних ниток, стулок атріовентрикулярних клапанів при їх закритті у фазу ізометричного скорочення і на самому початку фази швидкого вигнання крові із шлуночків. Деяку роль у походженні цього тону відіграють коливання стінок шлуночків і початкових відділів

аорти та легеневої артерії. Цей тон краще прослуховується в області V міжребір'я зліва від грудини.

Другий тон (діастолічний) - короткий, високий, дзвінкий. Виникає внаслідок закриття півмісяцевих клапанів серця, у той момент, коли по закінченню систоли шлуночків тиск в них стає нижчим, ніж в аорті і легеневій артерії. Кров, прямуючи назад до серця, зустрічає на своєму шляху півмісяцеві клапани, які із силою зачиняються, викликаючи їх коливання. Цей тон прослуховується в області II міжребір'я справа від грудини – над аортою і зліва – над легеневою артерієюю.

Третій тон виникає внаслідок коливань стінок шлуночків у фазу швидкого заповнення їх кров'ю під час загальної діастоли серця.

Четвертий тон пов'язаний з вібрацією стінки шлуночків у момент додаткового наповнення їх кров'ю під час систоли передсердь.

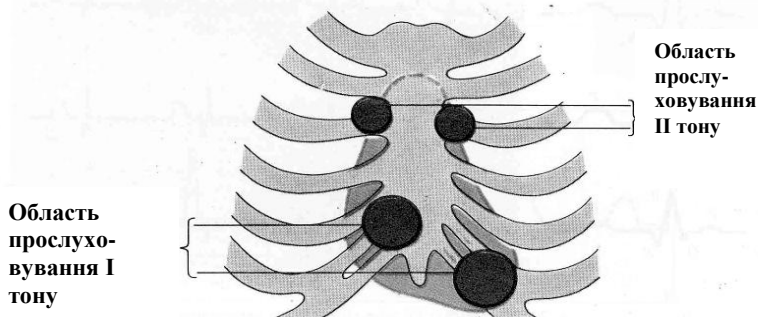


Рис. 10. Проекція точок прослуховування тонів серця

Хід роботи

Оливи фонендоскопа дезінфікують спиртом і вислуховують тони серця у досліджуваного у стані спокою і після фізичного навантаження (20 присідань) (див. рис. 10). Зазначають відмінності в силі тонів. Характеризують перший і другий тони серця.

Висновки: _____

Практичне завдання 2 Електрокардіографія

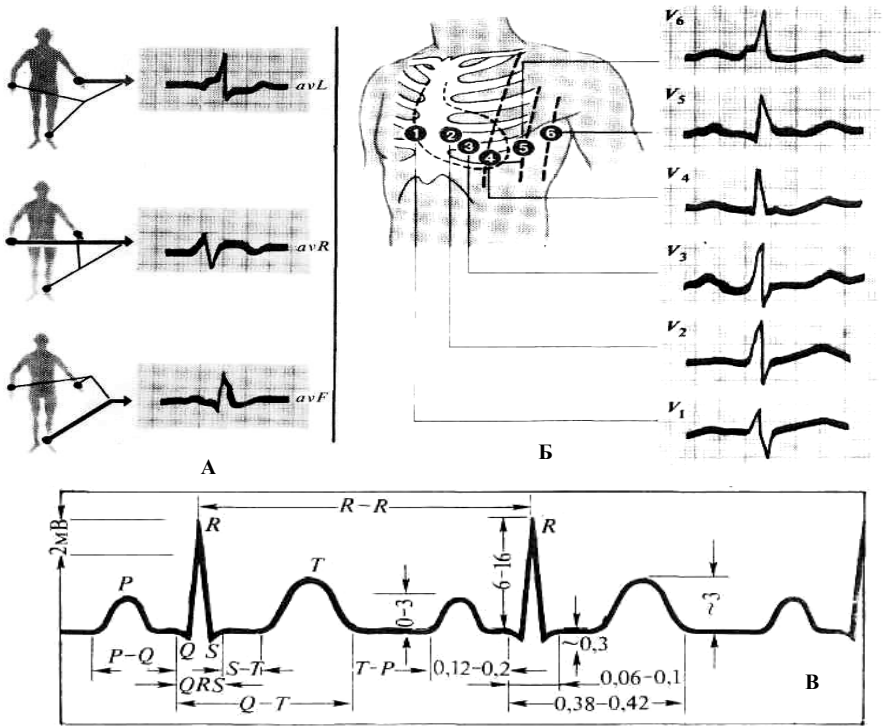


Рис. 11. Електрокардіографія (уніполярні відведення).

А – відведення від кінцівок; Б – грудні відведення; В – схема ЕКГ.
 Під час виникнення різниці електричних потенціалів між збудженими і не збудженими ділянками серця електричні силові лінії розподіляються по поверхні тіла. Це дозволяє реєструвати типові криві коливань потенціалів під час прикладання електродів до певних точок тіла. Цей метод дослідження електричної активності серця носить назву **електрокардіографії**. Графічне зображення змін потенціалу дії серця називається **електрокардіограмою (ЕКГ)**.

Реєстрація ЕКГ проводиться за допомогою електрокардіографа у різних положеннях тіла (лежачи, стоячи), у стані спокою, при фізичних навантаженнях на велоергометрі.

Існують стандартні, грудні та спеціальні відведення для накладання електродів.

Стандартні відведення (двополюсні) застосовують у положенні лежачи. Їх є три:

I відведення – права рука-ліва рука;

II відведення – права рука-ліва нога;

III відведення – ліва рука-ліва нога.

Грудні і спеціальні відведення (однополюсні) використовуються для запису ЕКГ до і під час фізичних навантажень.

На ЕКГ розрізняють 5 зубців – P, Q, R, S, T. Зубці P, R, T називаються **позитивними**, бо спрямовані вгору від ізометричної лінії, а зубці Q і S – **негативними**, так як вони спрямовані вниз від ізометричної лінії. Висота зубців P, R, T і глибина зубців Q і S відображають їх вольтаж і вимірюються в mV або мВ. Одне ділення на стрічці по вертикалі відповідає 0,1mV або 1 мВ.

Розрізняють інтервали P-Q, Q-T, R-R, сегмент ST, PQ і комплекси QRS і QRST – це відстані по горизонталі між різними зубцями ЕКГ. Інтервали вимірюються в с. Одне ділення на стрічці по горизонталі відповідає 0,02с при швидкості руху стрічки електрокардіографа 50мм/с.

Всі зубці та інтервали складають серцевий цикл і відображають стани збудження різних відділів серця. Зубець P характеризує біоелектричні процеси, що виникають при збудженні передсердь. Інтервал P-Q відображає передсердно-шлуночкову провідність, тому що відповідає часу проведення імпульсу від синусового вузла по пучку Гіса до волокон Пуркінє. Комплекс QRST іменується **шлуночковим**. Перша частина цього комплексу -QRS – характеризує початкову частину збудження шлуночків. При завершенні скорочення шлуночків з'являється зубець T, що відображає залишкове збудження повільних волокон, зумовлене обміном речовин у міокарді. Сегмент ST відповідає періоду повної деполаризації обох шлуночків, лежить на ізолінії. Інтервал Q-T називається **електричною систолою шлуночків**, яка майже співпадає з тривалістю механічної систоли, хоча остання починається децю пізніше. Інтервал R-R характеризує тривалість серцевого циклу. Цей показник використовується для визначення ЧСС.

Хід роботи

Реєстрацію ЕКГ здійснюють за допомогою електрокардіографа, який складається з підсилювача електричних потенціалів, реєструючого пристрою і перемикача відведень.

Вмикають прилад і при нульовому положенні перемикача відведень дають прогрітися 10-15хв. Регулюють підсилення так, щоб калібрувальному сигналу в 1mV відповідало відхилення плечика на 1см.

Досліджуваній лягає на кушетку і максимально розслабляється. В цей час його готують для дослідження. Для цього передпліччя та гомілки звільняють від одягу, обробляють спиртом. Марлеві серветки змочують фізіологічним розчином, підкладають під відвідні електроди, які закріплюють на руках і ногах гумовими бинтами, згідно схеми, яка зазначена на електрокардіографі. Підключають до відвідних електродів проводку.

Реєструють ЕКГ в трьох стандартних відведеннях у положенні досліджуваного лежачи, при затримці дихання на видиху, на вдиху, при глибокому диханні.

Заповнюють таблицю 9, порівнюючи отримані результати з належними показниками ЕКГ.

Здійснюють аналіз ЕКГ, а саме ЧСС, тривалості інтервалів Р- Q, Q-T, QRS, величини, форми та направлення зубців, ритму серцевих вкорочень, положення сегменту ST.

Розрахунок ЧСС здійснюється за формулою:

$$ЧСС = \frac{60}{R - R}, \text{ де ЧСС – частота серцевих скорочень, уд./хв;}$$

R-R – середня тривалість 6-7 серцевих циклів за с.

На ЕКГ спостерігаються незначні коливання тривалості окремих інтервалів R-R, які не перебільшують 0,1с (дихальна аритмія. Це, як правило, пов'язано з дихальними рухами і має рефлекторний механізм походження. Серцевий ритм стає рідшим в кінці видиху і на початку наступного вдиху через підвищення тонулу блукаючого нерва. Така аритмія буває помірною (коливання R-R становить 0,1-0,15с), виразною (0,16-0,30с), різко виразною (більше 0,30с).

Таблиця 9

Показники ЕКГ	Нормальні величини ЕКГ в стані спокою	Показники ЕКГ досліджуваного			
		стан спокою	під час затримки дихання		при глибокому диханні
			на видиху	на вдиху	
Вольтаж зубця Р в мм (mV)	0,5-2,5 (0,05-0,25)				
Вольтаж зубця Q в мм (mV)	0-3,0 (0-0,3)				
Вольтаж зубця R в мм (mV)	6-16 (0,6-1,6)				
Вольтаж зубця T в мм (mV)	2,5-6,0 (0,25-0,6)				
Інтервал P-Q в с.	0,11-0,18				
Комплекс QRS в с	0,06-0,10				
Сегмент ST в с.	залежить від частоти				
Інтервал Q-T в с.	0,35-0,45				
Інтервал R-R в с.	залежить від частоти				
ЧСС, уд/хв	40-78				

Негативним явищем синусова аритмія вважається тоді, коли вона виразна і поєднується зі змінами ЕКГ, що вказують на значний вплив блукаючого нерва: ЧСС менше 40 уд/хв (синусова брадикардія), збільшення інтервалу P-Q (більше 0,21с), екстрасистолія. Дихальну аритмію необхідно відрізнити від синусової аритмії іншого походження. Для цього аналізують ЕКГ записану під час затримки дихання на вдиху або видиху. Якщо під час затримки дихання аритмія зникає, то це свідчить про наявність дихальної аритмії.

Якщо тривалість інтервалу P-Q в стані спокою перевищує 0,21с, то це свідчить про наявність передсердно-шлуночкової блокади.

Збільшення в стані спокою QRS до 0,10 свідчить про гіпертрофію міокарду. Бувають випадки, коли збільшення QRS (більше 0,11с) в стані спокою поєднується із зменшенням інтервалу

P- Q (менше 0,12с). Таке явище носить назву **WPW-синдром** (синдром Вольфа, Паркінсона, Уайта). Більшість вчених вважають WPW-синдром нормальним явищем. Однак, в окремих випадках при його наявності застосування фізичних навантажень може викликати наступ пароксизмальної тахікардії.

Тривалість інтервалу Q-T залежить від ЧСС – чим більша ЧСС, тим менший інтервал Q-T. Належна величина Q-T розраховується за формулою Базетта (1920):

$$Q-T = k \cdot \sqrt{R-R},$$

де Q-T – тривалість електричної систоли, с;

k – коефіцієнт (для чоловіків – 0,37; для жінок – 0,40);

R-R – тривалість серцевого циклу, с.

Відхилення інтервалу Q-T від належної величини повинно складати не більше 0,04с.

В стані спокою сегмент ST, як правило, розташовується на ізометричній лінії.

Висновки: _____

Практичне завдання 3

Підрахунок частоти серцевих скорочень (за частотою пульсу) пальпаторним методом

*Незважаючи на простоту і доступність визначення, одним із найважливіших показників серцевої діяльності є артеріальний пульс. У момент систоли шлуночків серця збільшується тиск крові в початковій частині судинного русла, що викликає її розширення. Це явище через еластичність стінок артерій поширюється як хвиля коливань уздовж усієї артеріальної системи. Ці коливання називаються **пульсовими**. Пульсові поштовхи записуються сфїгмографом у вигляді кривої – сфїгмограми. На сфїгмографі розрізняють висхідну (анакрота) і низхідну (катакрота) частини. Остання має невеликий підйом – дикротичний зубець, який свідчить про зворотній поштовх крові при захлопуванні півмісяцевих клапанів.*

При оцінці артеріального пульсу відмічають його частоту, швидкість, напругу і ритмічність. За частотою пульсу визначають кількість серцевих скорочень за 1 хв.

При відсутності порушень структури кровоносних судин артеріальний пульс відтворює величину показника ЧСС. При деяких захворюваннях серця і кровоносних судин артеріальний пульс не відповідає ЧСС. Наприклад, значно збільшена швидкість поширення пульсової хвилі у гіпертоніків. В цих випадках для визначення показника ЧСС підраховується число серцевих поштовхів. Більш точно ЧСС визначається шляхом реєстрації електрокардіограми.

ЧСС змінюється під впливом дії найрізноманітніших факторів — емоцій, фізичних і хімічних подразників довкілля, м'язової і розумової праці. Висока інформативність і значна простота визначення ЧСС обумовили широке використання цього показника в спортивній практиці для визначення рівня адаптації системи кровообігу до умов м'язової діяльності.

Величина ЧСС в стані спокою залежить від віку, статі, розмірів тіла, рівня рухової активності людини. У дорослих людей ЧСС в середньому становить 65-75 ударів за хвилину (уд./хв). ЧСС менше 60 уд./хв називається брадикардією, а більше 90 — тахікардією. У жінок ЧСС децю більша ніж у чоловіків. Зростає ЧСС при збільшенні температури оточуючого повітря, при тривалій дії на організм сильних звукових подразників, при емоціях (страх, гнів, радість і ін.). ЧСС залежить від положення тіла: у положенні сидячи вона на 10%, а в положенні стоячи — на 20% більша, ніж у положенні лежачи.

Існують добові коливання ЧСС: найменша частота пульсу о 5-6 годині ранку, а найбільша — в післяобідню пору. Рефлекторне сповільнення серцевих скорочень спостерігається при натисканні на очні яблука (рефлекс Даніні-Ашнера), повна зупинка серця — при механічному подразненні (удар) епігастральної ділянки. Проте найбільш суттєво змінюється ЧСС у зв'язку з виконанням інтенсивної фізичної роботи.

Хід роботи

Студенти діляться на бригади по дві особи і підраховують один у одного частоту пульсу за 1 хв. Пальпаторний метод полягає у визначенні пульсації поверхнево розташованих артерій шляхом

легкого притискування їх до підлеглих кісток і підрахунку пульсових хвиль, що проходять по цих артеріях.

Частота пульсу підраховується в зоні проекції променевої, сонної і скроневої артерій. В зоні проекції променевої артерії пульс нащупується другим, третім і четвертим пальцями на лівій або правій руці, шляхом притискування променевої артерії до однойменної кістки.

При підрахунку частоти пульсу в зоні проекції сонних артерій, останні притискуються другим, третім і четвертим пальцями з одного боку і великим пальцем з іншого боку до поперечних відростків шийних хребців під кутом нижньої щелепи.

Для визначення частоти пульсації скроневої артерії, вона притискується другим, третім і четвертим пальцями до однойменної кістки.

Частоту пульсу підраховують в стані спокою в положенні сидячи, лежачи і стоячи протягом 10 або 15 с. Потім множать кількість ударів за цей час відповідно на 6 або 4, щоб розрахувати кількість ударів за 1 хвилину.

У здорових людей пульс у положенні стоячи частішає на 5-10 уд/хв. При несприятливій реакції частота серцевих скорочень (ЧСС) зростає більш ніж на 10 уд/хв.

Підраховують частоту пульсу одразу після фізичного навантаження (20 присідань за 30 с). У здорових людей пульс після такого навантаження частішає не більше ніж на 30% від вихідної величини і повертається до неї не пізніше, ніж через 3 хв.

Усі результати реєструють. Визначають різницю ЧСС в залежності від положення тіла. Знаходять величину, на яку відбулося збільшення частоти пульсу після фізичного навантаження (абсолютну і у %) і час відновлення ЧСС до вихідної величини.

Місце для записів результатів дослідження

Висновки: _____

Практичне завдання 4

Визначення тривалості серцевого циклу за пульсом

*Зміна станів скорочення (систולי) і розслаблення (діастולי) відділів серця, які повторюються циклічно, називається **серцевим циклом**. При ЧСС 75 уд/хв тривалість циклу складає 0,8с (систола передсердь – 0,1с, систола шлуночків – 0,33с, загальна діастола серця – 0,47с).*

Хід роботи

Знаходять пульс на променевій артерії. Підраховують кількість пульсових ударів за 5с кілька разів протягом 3 хвилин. 5 ділять на кожне знайдене число, визначаючи тим самим тривалість одного серцевого циклу. Розраховують середню тривалість серцевого циклу в кожні 5с підрахунку. Потім визначають кількість пульсових ударів за 1хв. 60 ділять на знайдене число і знаходять середню тривалість серцевого циклу.

Висновки: _____

Практичне завдання 5

Розрахунок непрямих показників роботи серця – систолічного і хвилинного об'ємів крові

*Одним із важливих показників функціональних можливостей системи кровообігу є систолічний або ударний об'єм крові (СОК). **СОК** – це кількість крові, що виштовхується лівим шлуночком за одне скорочення в аорту (в мл). В стані спокою у дорослої нетренованої людини він дорівнює 60 мл, у тренуваних 80-100мл. Під час систоли в аорту виштовхується лише половина крові. Кров, яка залишається в шлуночку після систоли, складає резервний (30-40 мл) і залишковий (30-40 мл) об'єми. За рахунок резервного об'єму СОК збільшується під час фізичного навантаження. Величина СОК залежить від ємності шлуночків, сили скорочення міокарду, кількості крові, що надходить до серця під час діастולי.*

*Другим важливим показником є хвилинний об'єм крові (ХОК). **ХОК** – це кількість крові, яка виштовхується серцем за 1 хв. (в л). у стані спокою у дорослих людей ХОК дорівнює 3-5 л/хв. У тренуваних осіб до 10 л/хв. ХОК залежить від віку, рівня тренуваності, температури тіла. При фізичній роботі ХОК зростає.*

Хід роботи

Використовуючи дані, отримані в роботах №№3-4, студенти визначають СОК і ХОК в стані спокою і при фізичному навантаженні. СОК в мл визначають за формулою Старра:

$$\text{СОК} = 100 + 0,5 \times \text{ПТ} - 0,6 \times \text{ДТ} - 0,6 \times \text{В},$$

де ПТ – пульсовий тиск; ДТ – діастолічний тиск; В – вік в роках. ХОК в л/хв розраховують за формулою:

$$\text{ХОК} = \text{СОК} \times \text{ЧСС};$$

Розраховують належний хвилинний об'єм крові (НХОК), який використовують як стандарт для порівняння з фактичним показником ХОК.

$$\text{НХОК} = 2,2 \times S,$$

де 2,2 – *стандартний серцевий індекс* – це кількість крові, яка приходить на одиницю поверхні тіла в одиницю часу, тобто 2,2 л/хв/м²; S – поверхня тіла, яку знаходять за допомогою формули:

$$S = K \cdot \sqrt{P \cdot h},$$

де P – маса тіла в кг; h – зріст в см; K – математичний коефіцієнт, який для жінок становить 0,0162; для чоловіків – 0,167.

Місце для записів результатів дослідження

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки:

1. Загальна характеристика системи кровообігу. Функціональне значення малого і великого кіл кровообігу.
2. Фізіологічні властивості серцевого м'яза. Провідна система серця. Зміни збудливості в процесі діяльності серця.
3. Електричні явища в серці. Електрокардіографія.
4. Серцевий цикл. Фази серцевого циклу.
5. Зовнішні прояви роботи серця: серцевий поштовх, тони серця, артеріальний пульс.
6. Частота серцевих скорочень (ЧСС). Фактори, що впливають на ЧСС. Серцевий ритм. Аритмія: дихальна, синусова, екстрасистолія.
7. Сistolічний і хвилинний об'єм крові.
8. Регуляція діяльності серця.

Лабораторне заняття № 18

Тема: Рух крові по судинах. Артеріальний тиск

Мета: засвоїти методику вимірювання тиску крові у людини за методом Короткова (аускультативним); навчитися розраховувати систолічний і хвилинний об'єм крові.

Матеріали та обладнання: сфігмоманометри, фонендоскопи, секундомір, ваги медичні, ростомір, спирт, вата.

Практичне завдання 1

Визначення тиску крові аускультативним методом

Артеріальний тиск (АТ) – це сила, з якою циркулююча кров тисне на стінки артерії. Величина тиску обумовлена силою, з якою кров виштовхується під час систоли, а також опором стінок судин. АТ під час систоли вищий, ніж під час діастолі.

Систолічний (максимальний) АТ (СсТ) зумовлений систолою лівого шлуночка. **Діастолічний (мінімальний) АТ (ДТ)** – це тиск крові під час діастолі серця, підтримується завдяки тону судин.

Різниця між систолічним і діастолічним тиском становить **пульсовий тиск (ПТ)**.

$$ПТ = СсТ - ДТ$$

Середній тиск (СТ) характеризує енергію безперервного руху крові і визначається сумою величини діастолічного тиску і $\frac{1}{2}$ (для аорти) або $\frac{1}{3}$ (для периферичних артерій) ПТ.

$$СТ = ДТ + \frac{1}{3}ПТ$$

Нормальними величинами АТ для осіб молодого віку вважають 105-138 мм рт.ст. (14,-15,9 кПа) – СсТ; 60-85 мм рт.ст. (9,3-10,6 кПа) – ДТ. З віком тиск крові децю зростає.

ПТ у великих артеріях складає 40-60 мм рт.ст. (5,3-8,0 кПа), у легеневому стовбурі 15 мм рт.ст. (2,0 кПа).

СТ в аорті становить 90-100 мм рт.ст. (12,0-13,3 кПа), у малих артеріях – 70-90 мм рт.ст. (9,3-12,0 кПа).

Для визначення кров'яного тиску використовується тонометр. Основні його частини – це гумова манжета, нагнітальна гумова груша і ртутний або пружинний монometr. Усі частини з'єднуються герметично системою гумових трубок. Додається фонендоскоп.

Хід роботи

Студенти діляться на групи по два чоловіки і визначають один в одного величину артеріального тиску при різних функціональних станах організму за способом Короткова.

Монометр встановлюють на горизонтальній поверхні. Манжету накладають на оголене плече на 2 см вище ліктьової ямки. Нижче краю манжети, в ліктьовій ямці, визначають точку, де найкраще пальпується пульс. На це місце розміщують мембранну фонендоскопа. Грушею в манжету нагнітають повітря до зниження пульсу. Потім, за допомогою гвинтового клапана, повільно випускають повітря з манжети. Слідкують, коли в певний момент з'являється добре чутний через фонендоскоп перший пульсовий удар (тон Короткова). Тиск в манжеті в цей момент відповідає величині СсТ, яку реєструють на шкалі монометра. По мірі зниження тиску в манжеті, пульсові удари спочатку підсилюються, а потім послаблюються і зникають. Фіксують момент їх зникнення, тиск у манжеті у цей момент відповідає ДТ.

Вимірювання тиску виконують не довше 1хв, тому що тривале стиснення судин веде до порушення кровообігу кінцівки.

Визначення АТ здійснюють у стані спокою в положенні сидячи і стоячи, також одразу і через 3хв після дозованого фізичного навантаження (20 присідань за 30с).

При нормальній реакції організму на фізичне навантаження СсТ підвищується на 10-20 мм рт.ст., ДТ або не змінюється, або знижується на 5-10 мм рт.ст. Ці показники повертаються до вихідних даних через 3-5хв.

Розраховують належні величини тиску за формулами Волинського: **СсТ = 102 мм рт.ст. + (0,6×вік);**

$$\text{ДТ} = 63 \text{ мм рт.ст.} + (0,4 \times \text{вік}).$$

Визначають нижню межу “норми” СсТ за формулою:

для чоловіків – 65 мм рт.ст. + вік;

для жінок – 55 мм рт.ст + вік.

Заповнюють таблицю 10.

Таблиця 10

Стан досліджуваного		Артеріальний тиск, мм рт.ст.			
		СсТ	ДТ	ПТ	СТ
Спокою	Сидячи				
	Стоячи				
Після фізичн. навантаження	Одразу				
	через 3 хв.				

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки:

1. Фактори, що забезпечують безперервність руху крові по судинах.
2. Об'ємна і лінійна швидкості кровотоку. Фактори, які впливають на об'ємну і лінійну швидкості.
3. Артеріальний тиск, види артеріального тиску: систолічний, діастолічний, пульсовий, середній. Тиск крові в різних ділянках судинної системи.
4. Пульсова хвиля, механізм її виникнення. Артеріальний пульс. Швидкість розповсюдження пульсової хвилі.
5. Особливості кровообігу в капілярах і венах. Поза серцеві фактори руху крові.
6. Регуляція судинного тонуусу.

Лабораторне заняття № 19

Тема: Фізіологія органів дихання

Мета: оволодіти методиками спірометрії; навчитись оцінювати функціональний стан дихальної системи за допомогою проб; ознайомитися з розрахунками показників транспорту газів кров'ю і його дифузії у тканинах.

Матеріали та обладнання: спірометр, ростомір, медичні ваги, секундомір, спирт, вата.

Практичне завдання 1

Дослідження показників зовнішнього дихання. Визначення життєвої ємності легень (ЖЄЛ) та її складових об'ємів (спірометрія)

Метод спірометрії передбачає вимірювання дихальних об'ємів спірометром. Є водяний і сухий (повітряний) спірометри.

Життєва ємність легень (ЖЄЛ) – це максимальний об'єм повітря, який можна видихнути після максимального вдиху. У жінок в середньому ЖЄЛ становить 3,0-3,5л, у чоловіків (не тренованих) – 3,5-4,5л. У тренованих осіб – від 5,0 до 8,0-9,0л. ЖЄЛ складають такі об'єми, як дихальний, резервний об'єм вдиху і резервний об'єм видиху.

Дихальний об'єм (ДО) – об'єм повітря, який людина вдихає і видихає при спокійному диханні. ДО у дорослих нетренованих людей дорівнює в середньому 500мл, у тренуваних – 1000мл.

Резервний об'єм вдиху (РОВд) – максимальний об'єм повітря, який можна вдихнути зверху спокійного вдиху (1500-2500мл).

Резервний об'єм видиху (РОВид) – максимальний об'єм повітря, який можна видихнути зверху спокійного видиху (близько 1300мл).

У легенях навіть при глибокому видиху завжди залишається певна кількість повітря. Це **залишковий об'єм (ЗО)**, який складає близько 1200мл, що у нормі становить 25-30% від величини ЖЄЛ.

Об'єм повітря, яке міститься у повітроносних шляхах, не приймає участі у газообміні і називається **об'ємом “мертвого” простору (ОМП)** – 150мл.

ЧД – частота дихальних циклів за хв. У нетренованих осіб у стані спокою ЧД становить 16-20 дихальних рухів за 1хв, у тренуваних осіб 8-14, при фізичних навантаженнях може збільшуватися до 30-40.

ХОД у стані спокою дорівнює 6-8л/хв. При фізичній роботі ХОД наближається до рівня максимальної вентиляції легень і може становити у дорослих нетренованих осіб 60-80л/хв, у тренуваних – 150-180л/хв.

Максимальна вентиляція легень (МВЛ) – об'єм повітря, яке проходить через дихальну систему протягом 1хв при максимально інтенсивному і глибокому диханні (60-180л/хв).

Функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) – об'єм повітря в легенях, що залишається після спокійного видиху. Дорівнює сумі залишкового і резервного об'ємів: $ФЗЄ = ЗО + РОВид$.

Загальну ємність легень (ЗЄЛ) складає об'єм повітря у легенях після максимального вдиху.

Об'єм повітря, який проходить через легені за 1хв називається **хвилинним об'ємом дихання (ХОД)**.

Коефіцієнт вентиляції легень (КВЛ) – показує, яка частина альвеолярного повітря вентилюється за один дихальний цикл.

Хід роботи

Визначення ЖЄЛ здійснюється в положенні стоячи. Мундштук спірометра протирають змоченою у спирті ватою. Досліджуваний виконує кілька дихальних рухів, встановлює стрілку спірометра на нульову позначку вимірювальної шкали.

Потім робить глибокий максимальний вдих і максимально видихує повітря з легень через спірометр. Видих не повинен бути форсованим. Спроби повторюють кілька разів, щоразу встановлюючи стрілку спірометра у вихідне положення. Знаходять середнє значення ЖЄЛ, результат записують у таблицю 11.

ЖЄЛ визначають у положенні стоячи та лежачи, а також після фізичного навантаження (20 присідань). Зазначають різницю у результатах.



Рис. 12. Номограма для визначення показників ЖЄЛ

Оцінюють вимірний показник, зіставляючи його з теоретично розрахованою нормою – належною величиною. Належну життєву ємкість легень (НЖЄЛ) визначають за номограмою (Див. рис. 12).

Або розраховують за формулами Людвіга:

для чоловіків: $НЖЄЛ = 40 \cdot \text{зріст (см)} + 30 \cdot \text{маса тіла (кг)} - 4400$

для жінок: $НЖЄЛ = 40 \cdot \text{зріст (см)} + 10 \cdot \text{маса тіла (кг)} - 3800$

Отриману під час дослідження фактичну ЖЄЛ (ФЖЄЛ)

виражають у відсотках до належної: $\frac{ФЖЄЛ}{НЖЄЛ} \cdot 100\%$.

Відхилення ФЖЄЛ від НЖЄЛ у здорових людей, як правило, не перевищує $\pm 10-15\%$. У тренуваних осіб, зокрема у тих, котрі

займаються циклічними видами спорту, особливо плаванням, греблею, ФЖЄЛ більша за належну.

Визначення дихального об'єму (ДО). Шкалу спірометра встановлюють у вихідне положення. Виконують 4-5 спокійних видихи у спірометр (після спокійних вдихів із зовнішнього повітря). Показник на шкалі у л ділять на кількість видихів і знаходять середнє значення ДО.

Належну величину ДО (НДО) розраховують за формулою:

$$\mathbf{HDO = 0,2 \cdot HЖЄЛ}$$

Визначення резервного об'єму видиху (РОВид).

Досліджуваний після чергового спокійного видиху робить максимальний видих у спірометр. По шкалі визначають величину РОВид. Повторюють спроби кілька разів і знаходять середнє арифметичне. Належну величину РОВид (НРОВид) розраховують за формулою:

$$\mathbf{HРОВид = 0,3 \cdot HЖЄЛ}$$

Визначення резервного об'єму вдиху (РОВд). При обчисленні РОВд від величини ЖЄЛ віднімають суму дихального об'єму і резервного об'єму видиху:

$$\mathbf{РОВд = ЖЄЛ - (ДО + РОВид)}$$

Розрахунок ФЗЄ, ЗЄЛ і КВЛ здійснюють за відповідними формулами:

Функціональна залишкова ємність (ФЗЄ):

$\mathbf{ФЗЄ = ЗО + РОВид}$, де ЗО – залишковий об'єм легень (1100-1500 мл).

Для розрахунку належної величини ЗО використовують формулу:

для чоловіків: $\mathbf{HЗО = 1,98 \cdot H + 0,22 \cdot B - 0,015 \cdot P - 1,54}$

для жінок: $\mathbf{HЗО = 2,68 \cdot H + 0,007 \cdot B - 0,015 \cdot P - 3,42}$,

де: **H** – зріст, м; **B** – вік; **P** – маса тіла, кг.

Загальна ємність легень (ЗЄЛ): $\mathbf{ЗЄЛ = ЖЄЛ + ЗО}$.

Належну величину ЗЄЛ розраховують за формулами:

для чоловіків: $\mathbf{HЗЄЛ = 6,92 \cdot H + 0,017 \cdot P - 4,3}$

для жінок: $\mathbf{HЗЄЛ = 6,71 \cdot H + 0,015 \cdot P - 5,77}$

Коефіцієнт вентиляції легень (КВЛ) обчислюється за формулою: $\mathbf{КВЛ = \frac{ДО - ОМП}{ЗО + РОВид}}$, і виражається дробовим числом.

ОМП („об’єм мертвого простору”) – в середньому становить 150 мл

Розрахунок хвилинного об’єму дихання (ХОД у мл/хв) у стані спокою виконують за формулою: $ХОД = ЧД \cdot ДО$.

де: ЧД – частота дихальних циклів за хв.

Таблиця 11

Показники зовнішнього дихання

Досліджувані показники	Нормальні величини		Результати дослідження
	неспортсмени	спортсмени	
ДО, мл	300-800	1000 і >	
РОВид.,мл	800-1200	1300 і >	
ЖЄЛ, мл	чол.	3500-4500	5000-9000
	жін.	3000-3500	4000-5000
РОВд., мл	1200-1500	> 1500	
НЖЄЛ, мл	Розраховується за формулам або номограмами		
Оцінка ФЖЄЛ,%	85-100	> 100	
КВЛ, ум. од	1/7	1/4 - 1/3	
ФЗЄ, мл	2000-2500	2500-3000	
ЗЄЛ, мл	4000-5000	6000 і >	
ЖП, мл/кг	40-50	70-100	

У досліджуваного у положенні сидячи визначають ЧД. При цьому руку розташовують на грудній клітці досліджуваного і підраховують число дихальних рухів протягом 1хв.

Висновки: _____

Практичне завдання 2

Оцінка функціонального стану дихальної системи за допомогою проб

Проби із затримкою дихання дозволяють оцінити стан дихальної системи, збудливість дихального центру, роль гуморальної регуляції дихання.

Внаслідок гіпервентиляції виникає **гіпокапнія** – зниження парціального тиску вуглекислого газу в альвеолах і артеріальній крові, що сприяє зниженню збудливості дихального центру і

виникненню **гіпервентиляційного апноє** – збільшення тривалості затримки дихання.

Хід роботи

1. Проба Штанге з максимальною затримкою дихання на вдиху. Після нормального вдиху і видиху досліджуваний виконує глибокий вдих і на висоті його затримує дихання, затуливши собі носа. Фіксується час від початку затримки дихання до першого скорочення діафрагми. Повторює операцію 2-3 рази. Результати записують, обчислюють середнє значення затримки дихання в с. Порівнюють із нормою (табл. 12).

2. Проба Генча з максимальною затримкою дихання на видиху. Досліджуваний робить видих, затримує дихання. Повторює дослід 3-4 рази. Записують результати, знаходять середнє значення. Порівнюють із нормою (табл. 12).

3. Проба із затримкою дихання після глибокого вдиху, зробленого після гіпервентиляції. Досліджуваний 20 с посилено дихає (дихання максимально глибоке і часте) після чого робить глибокий вдих і затримує дихання. Реєструють результат. Порівнюють із нормою (табл. 12).

4. Проба Вотчала. Досліджуваний за допомогою спірометра визначає ЖЄЛ (при цьому максимальний видих повинен бути тривалим і протяжним). Повторно вимірює ЖЄЛ, але при максимально швидкому (форсованому) видиху. Порівнюють результати, знаходять різницю у показниках спірометра. Проба дає змогу судити про ширину просвіту мілких бронхів, про тонуc бронхіальних м'язів. Порівнюють із нормою (табл. 12).

Результати дослідження записують у таблицю 12.

Таблиця 12

Оцінка дихальної системи за допомогою функціональних проб

Функціональні проби	Норма реакції для дорослих	Результати дослідження
Штанге, с	40-60	
Генча, с	30-40	
Проба із затримкою дихання після глибокого вдиху, с	90-100	
Вотчала, мл	Не >200-300	

Практичне завдання 4

Розрахунок кисневої ємності крові, артеріально-венозної різниці та коефіцієнту утилізації кисню

Киснева ємність крові (КЄК) – це максимальна кількість кисню, яку може зв'язати кров при повному насиченні гемоглобіну киснем. КЄК залежить від вмісту в крові гемоглобіну (Hb).

Один моль O_2 займає об'єм 22,4л. Грам-молекула Hb здатна приєднати $22400 \times 4 = 89600$ мл O_2 (4 – число гемів в молекулі Hb). Молекулярна маса Hb – 66800. Значить, 1г Hb здатний приєднати $89600 : 66800 = 1,34$ мл O_2 .

В крові здорових чоловіків міститься в середньому 14,5г% Hb (145г/л), а в крові жінок близько 13г% (130г/л) за системою СІ.

При вмісту в крові 140г/л Hb, КЄК буде $1,34 \times 140 = 187,6$ мл, або ≈ 19 об.% (без врахування 0,3об.% O_2 розчиненого в плазмі).

В нормі КЄК артеріальної складає 180-200мл/л або 18-20об.%. А КЄК венозної – 120мл/л (12об.%).

Коефіцієнтом утилізації кисню (КУК) рахується частина кисню, яка поглинається тканинами з артеріальної крові. КУК розраховують за формулою:

$$КУК = \frac{ABPO_2}{KCK_{\text{артер}}} \cdot 100\%, \text{ де}$$

$ABPO_2$ – артеріо-венозна різниця крові за киснем. Розраховується так: $ABPO_2 = KCK_{\text{артер}} - KCK_{\text{веноз}}$.

В спокої КУК коливається від 30 до 40%. При важкій м'язовій роботі він збільшується до 50-60%.

Приклад.

У спортсмена під час тренування вміст Hb в крові зріс до 16,8г%. Чому дорівнює КЄК?

З урахуванням того, що 1г Hb приєднує в середньому 1,34мл O_2 , 16,8г% Hb, який міститься у 100мл крові приєднує X мл O_2 .

За пропорцією: 1г – 1,34мл

Hb – O_2

16,8г% – X мл

$$X = 16,8 \cdot 1,34; X = 22,51 \text{ – мл } O_2.$$

Отже, у спортсмена КЄК становить 22,5об.%.

Питання для самостійної підготовки

1. Поняття про дихання, його значення для організму. Етапи дихання.

2. Загальний план будови дихального апарату. Значення верхніх дихальних шляхів.
3. Механізм вдиху і видиху. Вентиляція легень.
4. Зовнішнє дихання, його показники. Частота дихання.
5. Газообмін у легенях і тканинах.
6. Транспорт газів кров'ю. Киснева ємність крові. Артеріо-венозна різниця. Коефіцієнт утилізації кисню. Крива дисоціації гемоглобіну.
7. Дихальний центр, його локалізація. Нейрогуморальна регуляція дихання. Рефлекторна регуляція дихання. Вплив фізичного тренування на дихальну систему.

Лабораторне заняття № 20

Тема: Фізіологія системи травлення

Мета: вивчити вплив ферментів слини на крохмаль і умови, за яких ферменти виявляють активність; дослідити вплив жовчі на емульгування жирів.

Матеріали та обладнання: слина людини, 1%-й розчин вареного крохмалю, 1%-й розчин сирого крохмалю, 5%-й спиртовий розчин йоду, 0,5%-й розчин HCl, лакмусовий папір, склограф, водяна баня, спиртівка, штатив з пробірками, банка з льодом, мікроскоп, предметне скло, скляні палички, бичача жовч, олія, вода, піпетки очні.

Практичне завдання 1

Дослідження травної здатності слини

До складу слини входять білок муцин, що надає їй слизистого вигляду, невелика кількість білка глобуліна, амінокислот, креатину, сечової кислоти, сечовини, а також неорганічних солей. У слині містяться високоактивні ферменти – амілаза і мальтоза, які спричиняють гідролітичне розщеплення вуглеводів до виноградного цукру. Амілаза перетворює полісахариди крохмалю у дисахарид мальтозу. А під впливом мальтози остання розщеплюється до моносахариди глюкози. Оптимальна дія ферментів слини відбувається в межах нейтральної реакції при температурі +37°C.

Хід роботи

Для роботи заздалегідь готуються розчини: 5%-й розчин йоду у 8 разів розводять водою; заварюють 1%-й розчин крохмального клейстеру; готують 1%-й розчин сирого крохмалю.

Студенти нумерують шість пробірок і розміщують їх у штативі. Збирають близько 10мл слини капсулою або природнім способом, випускаючи її через закриту марлею лійку у пробірку. Перед збиранням ротову порожнину споліскують водою.

В пробірки №2, 3, 4, 5, 6 відмірюють по 1мл слини. Пробірку №6 зразу занурюють в банку з льодом для охолодження. В пробірці №5 слину кип'ятять на спиртівці.

Таблиця 13

Вплив ферментів слини на крохмаль

№ пробірки	Умови	Вміст пробірки	Колір вмісту пробірок після додавання йоду	Результати дослідів
1.	Парова баня (+37 -+38°C)	Крохмальний клейстер (2мл).		
2.		1мл слини + 2 мл крохмального клейстеру.		
3.		1мл слини + 0,5% розчин HCl + 2мл крохмального клейстеру.		
4.		1мл слини + 2мл сирого крохмалю.		
5.		1мл прокип'яченої слини + 2мл крохмального клейстеру.		
6.	холод	1мл слини + 2мл крохмального клейстеру.		

Потім пробірки заповнюють таким чином:

- пробірку №1 – крохмальний клейстер (близько 2мл) – це контроль;
- пробірку №2 – 1мл слини і 2 мл крохмального клейстеру;

- пробірку №3 – 1мл слини, 4-5 крапель HCl (до появи стійкого рожевого забарвлення лакмусового папірця) і 2мл крохмального клейстеру;
- пробірку №4 – 1мл слини і 2мл сирого крохмалю;
- пробірку №5 – 1мл прокип'яченої слини і 2мл крохмального клейстеру;
- пробірку №6 – не виймаючи з льоду, до 1мл слини додати 2мл крохмального клейстеру.

Після заповнення пробірок, їх вміст необхідно стряхнути для повного перемішування.

Пробірки №1, 2, 3, 4, 5 розміщують у теплу баню (+37-38°C) на 15хв, а пробірка №6 залишається у холоді.

Потім у всіх пробірках виконують йодну пробу на крохмаль (додають 1-2 краплини розчину йоду). Поява синього кольору у пробірці вказує на наявність крохмалю.

Результати досліду заносять у таблицю 13 і роблять висновки про наявність у слині ферментів і умови їх дії.

Висновки: _____

Практичне завдання 2

Дослідження впливу жовчі на жири

Жири у тонкій кишці під дією жовчних солей емульгуються. Ця емульсія стабільна. Панкреатична ліпаза діє на емульговані жири, але вона не може впливати на крапельки жиру, вкриті емульгаторами без коліпази (протеїн, зв'язуючись із поверхнею часточки жиру, розсуває емульгуючі агенти і звільняє місце для дії ліпази).

Хід роботи

На предметне скло піпеткою наносять краплю води і краплю жовчі. До кожної краплі додають невелику кількість олії, добре перемішують і розглядають вміст обох крапель під мікроскопом.

Визначити, в якому випадку утворюються стійкіші емульговані сполуки.

Записують висновки. У висновках написати, які компоненти жовчі беруть участь в емульгуванні жирів; яке значення для травлення має емульгування жирів.

Висновки: _____

Питання для самостійної підготовки

1. Суть і значення травлення. Види травлення. Травні ферменти.
2. Травлення в ротовій порожнині.
3. Функція шлунку. Травлення у шлунку.
4. Загальна характеристика травлення у дванадцятипалій кишці.
5. Фази шлункової секреції.
6. Секреторна діяльність підшлункової залози.
7. Жовч, її склад і функції. Регуляція жовчоутворення і жовчовиділення.
8. Кишкова секреція. Порожнинне і пристінкове травлення. Моторна функція тонкої кишки.
9. Травлення в товстій кишці. Значення бактеріальної мікрофлори товстої кишки.

Лабораторне заняття № 21

Тема: Обмін речовин та енергії, терморегуляція

Мета: обчислити основний обмін і відхилення основного обміну за формулою Ріда. Під час вимірювання температури різних ділянок шкіри переконатися, що вона неоднакова.

Матеріали та обладнання: зрістомір, ваги медичні, сфігмоманометр, фонендоскоп, секундомір, електротермометр із зарядженим на 9 В акумулятором (батареєю).

Практичне завдання 1

Визначення основного обміну за таблицями Бенедикта

Основний обмін – це кількість енерговитрат в стані повного м'язового спокою, натщесерце (через 12 годин після останнього споживання їжі), при температурі навколишнього середовища +20-+22 °С.

Величина основного обміну залежить від організму, віку і статі. У жінок він на 5% нижчий ніж у чоловіків. При обмеженні рухів (гіподинамія), а також при голодуванні основний обмін знижується.

Хід роботи

Розраховують стандартний основний обмін за таблицями Бенедикта, з урахуванням ваги, зросту, статі і віку досліджуваних.

Для визначення основного обміну за таблицями слід додати 2 числа. Одне з них знаходять за таблицями №1 і №2, використовуючи показники зросту, вік і стать, друге число – за таблицею №2 і №4, використовуючи вік і стать.

Таблиця Бенедикта №1

Визначення основного обміну за зростом і віком
(1-ше число) у жінок.

Зріст, см	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
152	201	192	183	174	164	155	146	136	127	117	108	99
156	215	206	190	181	172	162	153	144	134	125	116	106
160	229	220	198	188	179	170	160	151	142	132	123	114
164	243	234	205	196	186	177	168	158	149	140	130	121
168	255	246	213	203	194	184	175	166	156	147	138	128
172	267	258	220	211	201	192	183	173	164	154	145	136
176	279	270	227	218	209	199	190	181	171	162	153	143
180	291	282	235	225	216	207	197	188	179	169	160	151
184	303	294	242	233	223	214	204	195	186	177	167	158
188	313	304	250	240	231	221	215	203	193	184	175	165
192	322	314	257	248	238	229	220	210	201	191	182	173
196	333	324	264	255	246	236	226	218	208	199	190	188
200	–	334	272	262	253	244	234	225	216	206	197	188

Таблиця Бенедикта №2

Визначення основного обміну за вагою (2-ге число) у жінок.

кг.	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
кал	1038	1047	1057	1066	1076	1085	1095	1105	1114	1124	1133	1143
кг.	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
кал	1152	1162	1172	1181	1191	1200	1210	1219	1229	1238	1248	1251
кг.	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
кал	1267	1277	1286	1296	1305	1315	1325	1334	1344	1353	1363	1372
кг.	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
кал	1382	1391	1401	1411	1420	1430	1439	1449	1458	1468	1478	1487
кг.	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
кал	1497	1506	1516	1525	1535	1544	1554	1564	1573	1583	1592	1602
кг.	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
кал	1611	1621	1631	1640	1650	1659	1669	1678	1688	1698	1707	1717
кг.	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123
кал	1726	1736	1745	1755	1764	1774	1784	1793	1803	1812	1822	1831

Приклад. Досліджуваним є чоловік 20 років, зростом 173 см, вагою 70 кг. З таблиці №3 (для чоловіків) знаходять перше число – 754.

$$\frac{788 + 719}{2} = 753,5 \approx 754$$

З таблиці №4 (для чоловіків) знаходять друге число – 1029.

Основний обмін знаходять, сумуючи два знайдені числа:

$$754 + 1029 = 1783 \text{ ккал.}$$

Таблиця Бенедикта №3

Визначення основного обміну за зростом і віком
(1-ше число) у чоловіків.

Зріст, см	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
152	673	648	619	605	592	578	565	551	538	524	511	497
156	713	678	639	625	612	598	585	571	558	544	531	517
160	743	708	659	645	632	618	605	591	578	564	551	537
164	773	738	679	665	652	638	625	611	598	584	571	557
168	803	768	699	685	672	658	645	631	618	604	591	577
172	823	788	719	705	692	678	665	651	638	624	611	597
176	843	808	739	725	712	698	685	671	658	644	631	617
180	863	828	759	745	732	718	705	691	678	664	651	637
184	883	848	779	765	752	738	725	711	698	684	671	657
188	903	868	799	785	772	758	745	731	718	704	691	677
192	923	888	819	805	792	778	765	751	738	724	711	697
196	–	908	839	825	812	798	785	771	758	744	731	717
200	–	–	859	845	832	818	805	791	778	764	751	737

Таблиця Бенедикта №4

Визначення основного обміну за вагою (2-ге число) у чоловіків.

кг.	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
кал	617	630	644	658	672	685	699	713	727	740	754	768
кг.	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
кал	782	795	809	823	837	850	864	878	892	905	919	933
кг.	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
кал	947	960	974	988	1002	1015	1029	1043	1057	1070	1084	1098
кг.	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
кал	1112	1125	1139	1153	1167	1180	1194	1208	1222	1235	1249	1263
кг.	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
кал	1277	1290	1304	1318	1332	1345	1359	1373	1387	1406	1414	1428
кг.	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
кал	1442	1455	1469	1483	1497	1510	1524	1538	1552	1565	1579	1593
кг.	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123
кал	1607	1620	1634	1648	1662	1675	1689	1703	1717	1730	1744	1759

Практичне завдання 2

Обчислення відхилення основного обміну у людини за
формулою Ріда

Формула Ріда дає можливість обчислити відхилення величини основного обміну від норми, виражене у відсотках. Ця формула ґрунтується на залежності між артеріальним тиском, частотою пульсу і теплопродукцією організму.

Визначення основного обміну за формулами дає наближені результати, але при деяких захворюваннях (наприклад, тиреотоксикозах) вони достатньо ймовірні і тому часто застосовуються в медицині. Допустимими вважають відхилення від норми до 10%.

Хід роботи

У досліджуваного визначають частоту серцевих скорочень (ЧСС) за 1 хв і вимірюють артеріальний тиск. Заміри виконують три рази з інтервалом у 2 хв, дотримуючись умов, необхідних для визначення основного обміну.

Відхилення основного обміну від норми виражене у відсотках обчислюють за формулою Ріда, причому числові значення ЧСС і пульсового тиску (ПТ) беруть як середнє арифметичне трьох вимірів.

$$V_{00} = 0,75 \cdot (ЧСС + ПТ \cdot 0,74) - 72, \text{ де}$$

V₀₀ – відхилення основного обміну (%);

ЧСС – частота серцевих скорочень (уд. /хв.);

ПТ – пульсовий тиск, що обчислюється різницею систолічного і діастолічного тисків крові (мм рт.ст.).

Приклад. Пульс 75 уд./хв., артеріальний тиск 120/80 мм рт. ст.

Відхилення основного обміну дорівнює $0,75 \cdot (75 + (120 - 80) \cdot 0,74) - 72 = 0,75 \cdot (75 + 40 \cdot 0,74) - 72 = 6,45\%$.

Отже, основний обмін у досліджуваного підвищений на 6,45%, але знаходиться у межах норми, враховуючи допустимі відхилення до 10%.

Практичне завдання 3

Вимірювання температури в різних ділянках шкіри людини за допомогою електротермометра

Різниця температури шкіри в різних ділянках залежить від багатьох чинників, зокрема відстані тієї чи іншої ділянки від ядра, ступеня кровопостачання, наявності нижніх шарів тканин (м'язи, кістка, жир), характеру одягу, регіональної м'язової роботи тощо.

Хід роботи

Перед дослідженням перевернути перемикач (праворуч на панелі) з точки В (вимкнуто) в точку К (контроль).

Лівою ручкою встановити стрілку на 42 °С (верхня шкала).

Потім пластмасову частину датчика притиснути до ділянки шкіри, почекати 30-40 с (інерційність приладу) і відмітити температуру (верхня шкала). Таким же чином вимірюють температуру в різних ділянках шкіри (долоня, лоб, шия, передпліччя).

Зазначити, чи однакова температура шкіри в різних ділянках тіла; якщо так, то в яких і чому.

У висновках зазначити, чому в різних ділянках шкіри різна температура.

Висновок: _____

Питання для самостійної підготовки

1. Обмін білків в організмі. Значення білків. Біологічна цінність білкової їжі.
2. Азотистий баланс. Позитивний і негативний азотистий баланс. Коефіцієнт зношування. Білковий мінімум. Білковий оптимум.
3. Обмін жирів в організмі. Значення жирів. Жири тваринного і рослинного походження.
4. Утворення і розпад жирів в організмі. Регуляція жирового обміну.
5. Значення вуглеводів. Обмін вуглеводів в організмі. Регуляція вуглеводного обміну. Гіперглікемія. Гіпоглікемія.
6. Обмін води і солей в організмі. Значення води для організму. Мікроелементи. Мікроелементи.
7. Водорозчинні і жиророзчинні вітаміни. Їх значення для організму.
8. обмін енергії. Методи прямої і непрямой калориметрії. Калоричний коефіцієнт кисню. Дихальний коефіцієнт.
9. Основний обмін, його значення. Фактори впливу на основний обмін.
10. Терморегуляція. Температура тіла. Її визначення. Ізотермія. Гіпотермія. Гіпертермія.
11. Хімічна і фізична терморегуляція. Механізм тепловіддачі.

Лабораторне заняття № 22

Тема: Фізіологія органів виділення

Основні теоретичні положення

1. *Органами виділення* у людини є нирки, потові залози, легені і кишечник. Головну роль серед органів екскреції відіграють нирки. Через нирки з організму виводяться різноманітні продукти обміну речовин і більшість шкідливих речовин, які потрапляють із зовнішнього середовища. Нирки також приймають участь в регуляції водного балансу, підтриманні кислотно-лужної рівноваги, балансу натрію, калію, хлору, фосфату та інших мінеральних речовин, синтезують деякі хімічні сполуки, утворюють *ренін* – фізіологічно активну речовину, яка впливає на рівень артеріального тиску. *Основна функція нирок* – це утворення сечі.

2. *Механізми сечоутворення в нефронах*. В основі творення сечі лежать три процеси:

- 1) *фільтрація* плазми крові з капілярів клубочка в капсулу нефрона, наслідком чого є утворення *первинної сечі*, яка за складом є ультра-фільтратом плазми крові - майже не містить білків;
- 2) *реабсорбція* - повернення в кров з канальцевої частини нефрона речовин, які необхідні в організмі, та води;
- 3) *секреція* - транспорт з міжклітинної рідини у проксимальні та дистальні канальці речовин, які підлягають виділенню з організму, -їх екскреція. Наслідком цих процесів є утворення кінцевої сечі, яка надходить у сечовивідні шляхи.

В порожнину капсули Шумлянського-Боумена (рис. 13) з плазми крові, яка протікає через капіляри клубочка, фільтрується вода і всі розчинені в плазмі речовини, молекули яких мають діаметр до 100 Å і молекулярна маса яких не перевищує 70000. фільтрація в клубочках здійснюється через пори ендотелію, бацилярну мембрану і щілини між клітинами епітелію внутрішньої стінки капсули.

Через фільтр вільно проходять неорганічні солі і низькомолекулярні органічні сполуки (сечовина, сечова кислота, креатин, глюкоза, амінокислоти та ін.) (табл.15), а також деякі чужорідні білки, молекулярна вага яких відносно невелика (ячний білок, желатин). Крупномолекулярні білки, такі як глобуліни, казеїн, у фільтрат не надходять. Альбуміни плазми крові можуть

фільтруватися в дуже мізерній кількості (менше 1/100 частин вмісту їх у плазмі). У випадку внутрішньо судинного гемолізу тільки 5% гемоглобіну переходить у фільтрат.

Фільтрат, який збирається в порожнині капсули, називається **первинною сечею**. За вмістом неорганічних та органічних речовин (за винятком білків) він не відрізняється від плазми крові.

За добу утворюється 150-170 л первинної сечі.

В канальцях відбувається зворотне всмоктування (реабсорбція) води і ряду речовин, які у ній розчинені. Загальна довжина їх досягає 70-100 км, що забезпечує великий об'єм реабсорбції. З 170 л клубочкового фільтрату, у вигляді кінцевої (дефінітивної) сечі виводиться тільки 1-1,5 л. Решта рідини і значна кількість розчинених у ній речовин всмоктується в канальцях і надходить у тканинну рідину нирки та в кров (табл. 17, рис. 14).

Зворотня реабсорбція деяких речовин знаходиться в залежності від їх концентрації в крові. Такі речовини називаються **пороговими**.

Таблиця 15

Склад плазми крові та сечі

Речовини	Плазма крові, %	Кінцева сеча, %	Зміни концентрації речовин в сечі (у скільки разів)
Вода	90-93	95	—
Білки і калоїди	7-9	—	—
Глюкоза	0,1-0,12	—	—
Сечовина	0,03	2,0	60
Сечова к-та	0,002	0,05	25
Натрій	0,32	0,35	1
Калій	0,02	0,15	7
Аміак	0,001	0,04	40
Кальцій	0,008	0,0015	2
Магній	0,0025	0,006	2
Хлор	0,037	0,6	2
Фосфати	0,009	0,27	30
Сульфати	0,002	0,18	90
Креатинін	0,001	0,1	100

Поріг виведення – це така концентрація речовини в крові, при якій вона не може повністю реабсорбуватися в канальцях і потрапляє в кінцеву сечу. Поріг виведення неоднаковий для різних порогових речовин. Наприклад, для глюкози пороговою є концентрація 150-180 мг%. До порогових належать більшість амінокислот, білки плазми крові, вітаміни, солі натрію, калію, кальцію, фосфати, хлориди та ін.

Непорогові речовини – це ті, які не підлягають канальцевій реабсорбції і, незалежно від їх концентрації, повністю виводяться з сечею.

Зворотне всмоктування різних речовин відбувається по-різному. Існує *два види канальцевої реабсорбції*: активна і пасивна.

Всмоктування натрію, калію, кальцію, глюкози, амінокислот відбувається в результаті активних процесів життєдіяльності. В реабсорбції іонів натрію важлива роль належить дегідрогеназі янтарної кислоти. Завдяки електростатичній взаємодії активний транспорт позитивно заряджених іонів натрію викликає також перед негативно заряджених іонів хлору і деяких інших іонів. У великій кількості в канальцях відбувається всмоктування води. Активний транспорт органічних і неорганічних речовин із первинної сечі в тканинну рідину нирок і в кров підвищує осмотичний тиск у тканинній рідині і знижує його у канальцевій сечі. Внаслідок різниці осмотичного тиску вода переходить із первинної сечі в тканинну рідину і кров.

Перехід води вирівнює осмотичний тиск сечі у звивистих канальцях першого порядку до рівня осмотичного тиску крові. Тобто сеча у звивистих канальцях залишається ізотонічною крові. У петлі Генле ізотонічність сечі порушується внаслідок функціонування *зворотно-протivotочної системи*. Два коліна петлі Генле (низхідне і висхідне), тісно торкаючись одне одного, функціонують як єдиний механізм. Епітелій проксимального відділу пропускає воду, але не пропускає іони натрію. Епітелій дистального відділу петлі здатний активно реабсорбувати іони натрію і у той же час утримувати воду. Таким чином, вихід води з сечі у тканинну рідину в проксимальному канальці сприяє реабсорбції натрію в дистальному канальці, а реабсорбція натрію в свою чергу зумовлює пасивний перехід води через епітелій проксимального канальця. Ці процеси взаємообумовлені. На початок петлі нефрона (Генле) надходить значна кількість сечі, яка

ізотонічна крові. У канальцях петлі сеча втрачає велику кількість води і натрію, і з петлі витікає значно менша кількість сечі, знову ізотонічної або навіть гіпотонічної по відношенню до плазми крові. Петля, таким чином, працює як концентраційний механізм, що реабсорбує велику кількість води та іонів натрію.

У звивистих канальцях другого порядку відбувається подальше всмоктування іонів натрію, калію, води та інших речовин. На відміну від попередніх відділів, величина реабсорбції іонів натрію і калію у звивистих канальцях другого порядку не постійна, а змінюється у залежності від рівня іонів натрію і калію у крові і є важливим регуляторним механізмом, який підтримує сталість концентрації цих іонів у організмі.

Апарат регуляції має нервові й гуморальні механізми, завдяки яким змінюються функції нефронів, що призводить до зміни кількості сечі та її складу в залежності від параметрів гомеостазу.

Кінцевим наслідком нормальної функції системи виділення є підтримка гомеостазу.

Питання для самостійної підготовки:

1. Органи виділення. Нирки та їх функція.
2. Нефрон, його кровопостачання. Типи нефронів.
3. Механізм утворення сечі. Гломеруляторна (клубочкова) фільтрація. Канальцева реабсорбція. Канальцева секреція.
4. Гомеостатична функція нирок. Їх роль в регуляції осмотичного тиску, об'єму води в організмі, регуляції кислотно-лужної рівноваги.
5. Утворення нирками біологічно-активних речовин. Участь в обміні речовин.
6. Регуляція сечоутворення і сечовиділення.

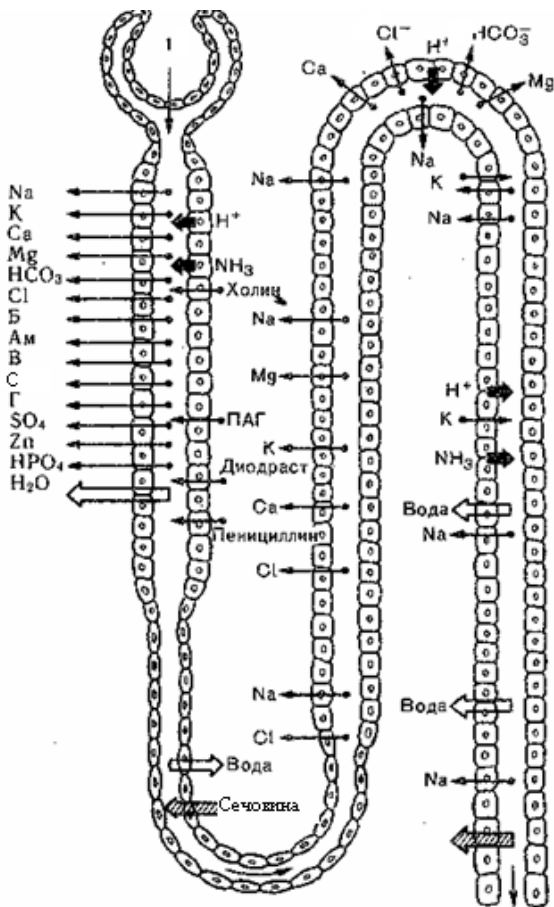


Рис. 13. Локалізація реабсорбції та секреції речовин в нефроні.
 Умовні позначки: Ам – амінокислоти, Б – білок, В – вітаміни, Г – глюкоза, С – сечовина. Напрямок стрілок вказує на фільтрацію, реабсорбцію та секрецію речовин

Використана і рекомендована література

Основна:

1. Агаджанян Н.А. Физиология человека / Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснокова С.А. – М.: Медицинская книга; Н. Новгород, 2003. – 528с.
2. Вільям Ф. Ганонг. Фізіологія людини: [підручник] / Вільям Ф. Ганонг; [переклад з англ. наук. ред. перекладу М. Гжегодцький, В. Шевчук, О. Заячківська]. – Львів: БАК, 2002. – 784 с. ISBN 966-7065-38-3.
3. Кучеров І.С. Фізіологія людини: навч. посібник [для студентів ф-тів фіз. виховання пед. ін-тів] / Кучеров І.С., Шабатура М.Н., Давиденко І.М. – К.: Вища школа, 1981. – 405 с.
4. Плахтій П. Фізіологія людини: [практикум] / Петро Плахтій (Навч. посібн.: в 3-х частинах / П. Плахтій; Ч. II).– Кам'ян.-Подільський, 2005. – 240 с.
5. Плахтій П.Д. Фізіологія людини. Тестові завдання з загальної фізіології і фізіологічних основ фізичного виховання школярів: навч. посіб. / П.Д. Плахтій. – Кам'ян.-Под., 2001.–176 с.
6. Плахтій П.Д. Фізіологія людини. Ч. II. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності: навч. посібн. / П. Д. Плахтій. – Кам'ян.- Подільський, 2000. – 25,3 ум. друк. арк.
7. Смирнов В. М. Физиология физического воспитания и спорта: учебник [для сред. и высш. учебн. заведений по физкультуре] / В. М. Смирнов, В. И. Дубровский – М.: ВЛАДОС–Пресс, 2002. – 608 с.
8. Физиология человека: в 4-х томах. [пер. с англ.] / [под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса]. – М.: Мир, 1985;1986.
9. Физиология человека / [Васильева В.В., Волков В.М., Степочкина Н.А., Трунин В.В.]; под ред. В.В.Васильевой. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 319 с.
- 10.Фомин Н.А. Физиология человека: учебное пособие [для фак. физ воспитания пед. ин-тов] – М.: Просвещение, 1982.–320 с.
11. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин. / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. ; за ред. проф. Цибенка В.О. – К.: Вища школа. – 2003. – 463 с.

Додаткова:

1. Анатомія та фізіологія з патологією / за ред. Я.І. Федонюка, Л.С. Білика, Н.Х. Микули. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – 680 с.
2. Большой практикум по физиологии человека и животных / [под ред. Б.А. Кудряшова]. – М.: Высшая школа, 1984.
3. Людина. Навчальний посібник з анатомії та фізіології / [4-те оновлене видання]. – Львів: «БаК», 2006. – 240 с.
4. Нормальна фізіологія / [за ред. В.І. Філімонова]. – К.: Здоров'я, 1994. – 344 с.
5. Основы физиологии человека: учебник; [изд. 2-е, испр.] / [Агаджанян Н.А., Власова И.Г., Ермакова Н.В., Торшин В.И.]. – М.: РУДН, 2005. – 408 с.
6. Руководство к практическим занятиям по физиологии с основами анатомии человека / [под ред. К.В. Судакова]. – М.: Медицина, 1986.
7. Руководство к практическим занятиям по физиологии / [под ред. Г.И. Косицкого, В.А. Полянцева]. – М.: Медицина, 1988.
8. Філімонов М.М. Практикум з фізіології людини: тестові завдання [навчально-методичний посібник] / М.М. Філімонов, Л.П. Сергієнко. – Миколаїв: ПСІ КСУ, 2007. – 144 с.
9. Человек: анатомия, физиология, психология. Энциклопедический иллюстрированный словарь / [под ред. А.С. Батуева, Е.П. Ильина, Л.В. Соколовой]. – СПб.: Питер, 2007 –672 с.

ДОДАТКИ

Тематика рефератів (I півріччя) Обов'язкові теми:

1. ФІЗІОЛОГІЯ ЗАЛОЗ ВНУТРІШНЬОЇ СЕКРЕЦІЇ.

План.

1. Поняття «гормони».
2. Класифікація гормонів.
3. Гормони гіпофіза, їх функціональна характеристика.
4. Епіфіз (шишкоподібне тіло), його гормони, їх значення.
5. Щитоподібна залоза, функціональна характеристика її гормонів.
6. Прищитоподібні залози, функціональна характеристика їх гормонів.
7. Залози змішаної секреції, функціональна характеристика їх гормонів.
8. Надниркові залози, функціональна характеристика гормонів кори та мозкового шару наднирників.

2. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ.

План.

1. Роль І.М. Сеченова і І.П. Павлова у розвитку матеріалістичного вчення про вищу нервову діяльність.
2. Умовний рефлекс – основа вищої нервової діяльності. Відмінності умовних і безумовних рефлексів. Класифікація умовних рефлексів.
3. Умовні і безумовні подразники. Умови утворення умовних рефлексів.
4. Механізм утворення умовних рефлексів. Сучасні уявлення про природу тимчасового зв'язку.
5. Біологічне значення умовних рефлексів.
6. Безумовне гальмування в корі великих півкуль. Його значення для організму.
7. Умовне гальмування. Види умовного гальмування. Його значення.
8. Динаміка процесів збудження і гальмування в корі. Динамічний стереотип.

9. Вчення І.П.Павлова про типи вищої нервової діяльності. Властивості нервових процесів в корі. Основні типи ВНД тварин, виділені І.П.Павловим.

10. Сучасні уявлення про типи вищої нервової діяльності у людей. Значення вивчення типів ВНД у людей.

11. Якісні відмінності ВНД людини. Дві сигнальні системи дійсності. Співвідношення першої і другої систем дійсності.

12. Види пам'яті. Сучасні уявлення про механізми пам'яті.

Теми рефератів за вибором студента:

1. Фізіологія спинного мозку.
2. Організація та функціональне значення довгастого мозку і моста.
3. Особливості організації і діяльності мозочка.
4. Будова та функціональне значення відділів середнього мозку.
5. Проміжний мозок та його функціональне значення.
6. Великі півкулі головного мозку. Функціональне значення кори та підкоркових ядер.

Тематика рефератів (II півріччя)

Обов'язкові теми:

1. ВІТАМІНИ, ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ.

План

- 1) Значення наукових праць М.І.Луніна та К. Функа у розробці вчення про вітаміни.
- 2) Поняття “гіповітаміноз” і “авітаміноз”.
- 3) Класифікація існуючих вітамінів за розчинністю.
- 4) Характеристика водорозчинних вітамінів: С, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂.
- 5) Характеристика жиророзчинних вітамінів: А, D, Е, К, F.

2. ВОДНО-СОЛЬОВИЙ ОБМІН. ЗНАЧЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗМУ.

План

- 1) Роль води в організмі.
- 2) Класифікація води в організмі.
- 3) Водний баланс;
- 4) Роль солей в організмі. Класифікація солей, їх розподіл, потреба в організмі;
- 5) Регуляція водно-сольового обміну (нервово-гуморальний механізм).