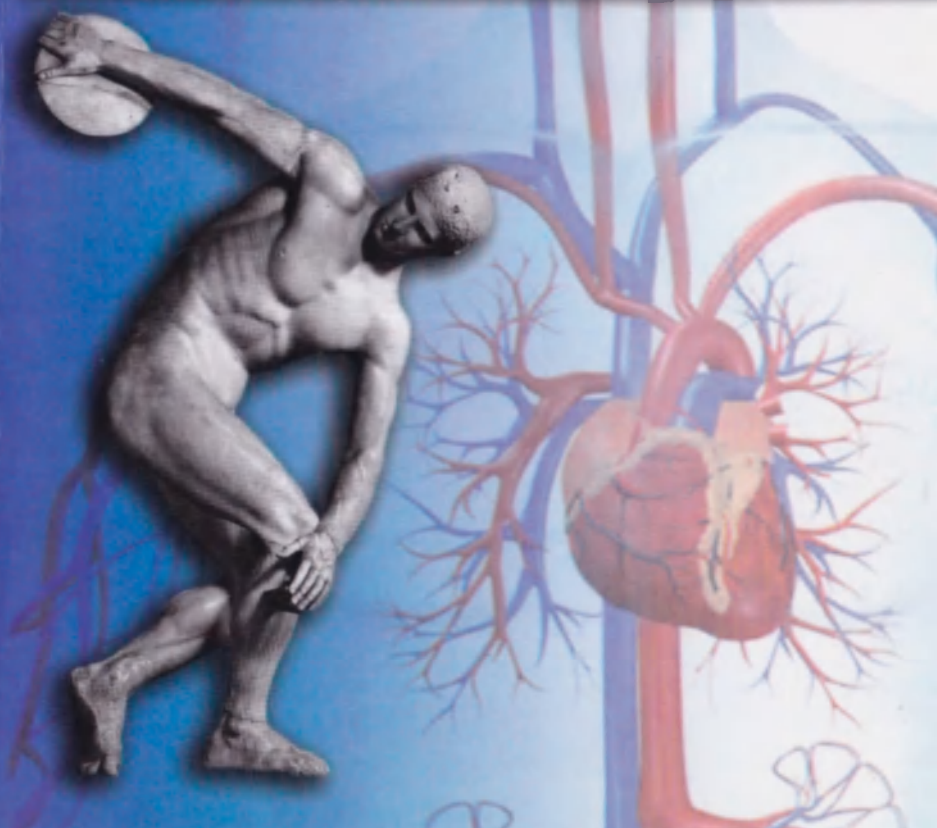


Навчальний посібник

Фізіологія ЛЮДИНИ



**ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ**

КАФЕДРА АНАТОМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Навчальний посібник

Видання друге, доповнене

**Львів
ЛДУФК
2013**

УДК 612 (076)

ББК 75.0

Ф 50

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
(лист 1/11-7607 від 25.04.2013)*

Рецензенти:

д-р біол. наук, професор

М. Ю. Клевець

(Львівський національний університет імені Івана Франка)

д-р біол. наук, професор

А. В. Магльований

(Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького);

канд. біол. наук, професор

В. М. Трач

(Львівський державний університет фізичної культури);

Автори:

Яремко Є. О. – д-р мед. наук,

професор кафедри анатомії та фізіології ЛДУФК;

Вовканич Л. С. – канд. біол. наук,

зав. кафедри анатомії та фізіології ЛДУФК;

Бергтраум Д. І. – канд. біол. наук,

доцент кафедри анатомії та фізіології ЛДУФК;

Коритко З. І. – д-р біол. наук,

професор кафедри анатомії та фізіології ЛДУФК

Музика Ф. В. – канд. біол. наук,

доцент кафедри анатомії та фізіології ЛДУФК

Ф 50

Фізіологія людини : навч. посіб. – Вид. 2-ге, доп. / Яремко Є. О.,
Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І. [та ін.] – Л. : ЛДУФК, 2013. – 208 с.
ISBN 978-966-2328-54-7

Навчальний посібник містить теоретичну інформацію та практичні роботи з усіх основних розділів фізіології людини. Виконання робіт сприятиме формуванню у студентів комплексних знань, умінь та навичок, необхідних для вивчення фізіології спорту та фізичного виховання. Зміст посібника відповідає навчальній програмі з фізіології людини.

Навчальний посібник призначено для студентів університетів фізичної культури, факультетів фізичного виховання педагогічних університетів.

УДК 612 (076)

ББК 75.0

ISBN 978-966-2328-54-7

© Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І.,
Коритко З. І., Музика Ф. В., 2013

© Львівський державний університет
фізичної культури, 2013

ЗМІСТ

Передмова	8
Розділ I. ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОГО АПАРАТУ	10
<i>Лабораторне заняття № 1</i>	
Методи фізіологічних досліджень. Вивчення методів оцінювання збудливості нервово-м'язового апарату людини.....	10
<i>Лабораторне заняття № 2</i>	
Дослідження біоелектричних явищ у нервово-м'язовому апараті	17
<i>Лабораторне заняття № 3</i>	
Вивчення фізіологічних властивостей скелетних м'язів.....	25
<i>Лабораторне заняття № 4</i>	
Динамометрія. Міотонометрія й ергографія.....	32
Додаткова література	39
Розділ II. ФІЗІОЛОГІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ (ЦНС)	42
<i>Лабораторне заняття № 1</i>	
Вивчення рефлекторної діяльності ЦНС.....	42
<i>Лабораторне заняття № 2</i>	
Дослідження властивостей нервових центрів, Сеченівського гальмування	51
<i>Лабораторне заняття № 3</i>	
Вивчення моторних центрів спинного та головного мозку, рухових і тонічних рефлексів.....	57
<i>Лабораторне заняття № 4</i>	
Дослідження функцій кори півкуль великого мозку	65

Додаткова література	72
Контрольні запитання з теми "ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОГО АПАРАТУ ТА ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ"	73
Розділ III. ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ	74
<i>Лабораторне заняття № 1</i> Дослідження зорової та слухової сенсорних систем	74
<i>Лабораторне заняття № 2</i> Дослідження вестибулярної та рухової сенсорних систем	85
Додаткова література	92
Розділ IV. ФІЗІОЛОГІЯ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ (ВНД) ЛЮДИНИ	94
<i>Лабораторне заняття № 1</i> Методи дослідження ВНД. Вивчення особливостей ВНД людини	94
Додаткова література	102
Контрольні запитання з теми "ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ ТА ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ"	103
Розділ V. ФІЗІОЛОГІЯ НЕЙРОЕНДОКРИННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ФУНКЦІЙ	105
<i>Лабораторне заняття № 1</i> Вивчення фізіологічних особливостей вегетативної (автономної) нервової системи	105
<i>Самостійна робота.</i> Фізіологія ендокринної системи	111

Додаткова література	112
Розділ VI. ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ КРОВІ	114
<i>Лабораторне заняття № 1</i>	
Дослідження фізико-хімічних властивостей крові та систем груп крові.....	114
<i>Лабораторне заняття № 2</i>	
Дослідження формених елементів крові та зсідання крові.....	120
Додаткова література	127
Розділ VII. ФІЗІОЛОГІЯ КРОВООБИГУ	128
<i>Лабораторне заняття № 1</i>	
Вивчення фізіологічних властивостей серцевого м'яза.....	128
<i>Лабораторне заняття № 2</i>	
Дослідження біострумів серця. Електрокардіографія (ЕКГ)	134
<i>Лабораторне заняття № 3</i>	
Дослідження частоти скорочень серця (ЧСС) у спокої та при фізичному навантаженні. Варіаційна пульсографія.....	141
<i>Лабораторне заняття № 4</i>	
Вивчення основних показників гемодинаміки людини	148
Додаткова література	155
Розділ VIII. ФІЗІОЛОГІЯ ДИХАННЯ	157
<i>Лабораторне заняття № 1</i>	
Дослідження основних показників зовнішнього дихання.....	157

Лабораторне заняття № 2	
Вивчення показників зовнішнього дихання методами спірографії та пневмотахометрії	163
Додаткова література	169
Контрольні запитання з теми	
"ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ КРОВІ, СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ ТА ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМ ЛЮДИНИ"	170
Розділ ІХ. ФІЗІОЛОГІЯ ОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ	
	172
Лабораторне заняття № 1	
Дослідження енергетичного обміну	172
Самостійна робота	
Фізіологія травлення	179
Самостійна робота	
Фізіологія видільних процесів та терморегуляції.....	180
Додаткова література	181
Контрольні запитання з теми	
"ФІЗІОЛОГІЯ ОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ"	181
Розділ Х. ФІЗІОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ СОМАТИЧНОГО ЗДОРОВ'Я	
	183
Лабораторне заняття № 1	
Вивчення фізіологічних критеріїв соматичного здоров'я людини.....	183
Додаткова література	187
Контрольні запитання з темп	
"ФІЗІОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ СОМАТИЧНОГО ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ"	188

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ 190

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК 197

ПЕРЕДМОВА

Методичний посібник уклав колектив кафедри анатомії та фізіології Львівського державного університету фізичної культури на основі узагальнення багаторічного досвіду викладання фізіології.

Посібник містить роботи з усіх основних розділів загальної фізіології. Основу посібника становлять уже апробовані в університеті методичні розробки з усіх тем курсу «Фізіологія людини», зокрема методичні посібники, які написав колектив кафедри 1990 (за редакцією професора Є.О. Яремка) та 2004 року. Під час укладання посібника був урахований досвід роботи, профіль наукової діяльності викладачів та рівень матеріального забезпечення кафедри. Поряд з тим у посібник внесено доповнення, пов'язані із змінами в навчальному плані та сучасними науковими досягненнями в області фізіології.

Фізіологія – експериментальна наука, її вивчення у вищому навчальному закладі супроводжується обов'язковим виконанням студентами лабораторних робіт, під час яких вони отримують безпосереднє підтвердження теоретичних положень, викладених на лекціях та в підручнику, а також набувають навичок проведення фізіологічних експериментів. У методичному посібнику описані методичні та експериментальні підходи, які мають важливе значення для спортивної фізіології, теорії та практики фізичного виховання і спорту. Зокрема, велику увагу приділено вивченню фізіології рухового апарату, сучасним методам дослідження вегетативних систем забезпечення м'язової діяльності, електрофізіологічним показникам роботи скелетних м'язів, серця та головного мозку.

Усі методичні розробки мають єдину структуру викладу матеріалу: назва розділу, тема й мета лабораторного заняття, коротка теоретична інформація, ілюстрована таблицями, малюнками, графологічними матеріалами. Далі подається зміст лабораторних завдань, хід дослідів та спостережень, рекомендації щодо оформлення робіт та аналізу отри-

маних даних, питання для самопідготовки, а також перелік необхідної літератури.

Теоретичний матеріал допоможе студентам під час самостійної роботи з літературою глибше осмислити хід виконання лабораторних робіт, зацентувати увагу студентів на питаннях, що мають прикладне значення для теорії та практики фізичної культури і спорту. Слід зазначити, що подана коротка інформація не може повністю замінити підручник, тому обов'язковим для студентів є попереднє вивчення окремих розділів підручника і прослуховування відповідного лекційного матеріалу. У методичному посібнику подано список основної і додаткової літератури з окремих розділів курсу фізіології.

Методичний посібник призначений для студентів факультетів фізичного виховання, спорту, здоров'я людини і туризму, за змістом він відповідає навчальній програмі з «Фізіології людини». Виконання практичних завдань сприятиме формуванню у студентів комплексу знань, умінь та навичок, необхідних для вивчення у майбутньому фізіології спорту та фізичного виховання.

Сподіваюся, що запропонований методичний посібник до лабораторних занять з «Фізіології людини» буде корисним студентам інститутів та університетів фізичної культури та колегам-викладачам з інших вищих навчальних закладів. Автори посібника будуть вдячні за критичні зауваження та побажання.

Професор Є.О. ЯРЕМКО

Розділ I

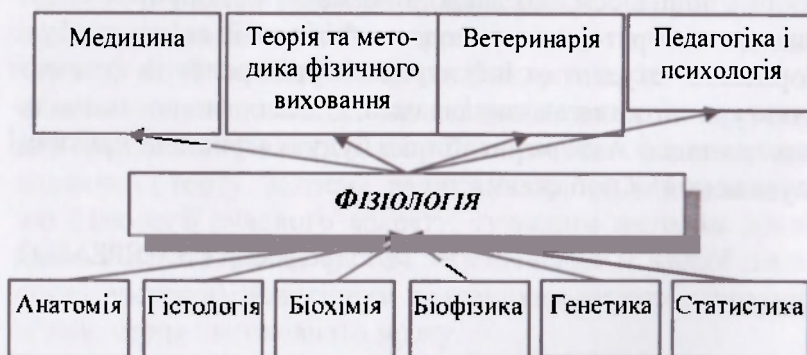
ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОГО АПАРАТУ*ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1*

Тема. Методи фізіологічних досліджень. Вивчення методів оцінювання збудливості нервово-м'язового апарату людини.

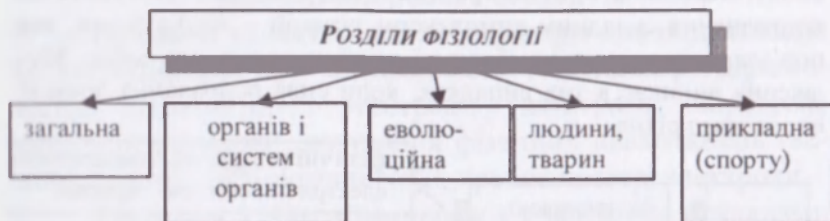
Мета: ознайомитися з основними методами організації і проведення фізіологічних досліджень, способами аналізу їхніх результатів, правилами оформлення протоколів дослідження; з методами дослідження збудливості нервово-м'язового апарату людини (хронаксиметрією).

Коротка теоретична інформація

Фізіологія – це складова частина комплексу біологічних наук, яка становить основу для медицини, психології, педагогіки, теорії та методики фізичного виховання і спорту.



Фізіологія вивчає механізми функціонування організму, його систем та органів, їх регуляцію, адаптацію до умов зовнішнього середовища, у тому числі до фізичних навантажень. Фізіологія має важливе значення для розуміння механізмів впливу фізичних навантажень різного характеру й потужності на організм людини.



Фізіологія – наука експериментальна, основний її метод – *науковий експеримент* (табл. 1). В останні десятиріччя швидке вдосконалення електронної техніки відкрило нові підходи для розуміння суті багатьох фізіологічних процесів. При розробці нових методичних підходів до вивчення фізіологічних явищ використовують методи фізики, хімії, біофізики, біохімії, математики, радіоелектроніки та інших дисциплін. Широко впроваджені в практику фізіологічного експерименту не лише фізіологічні, оюхімічні й фармакологічні методи, але і сучасніші методи з використанням вимірювальної та реєструвальної апаратури, телеметричних засобів, комп’ютерної техніки.

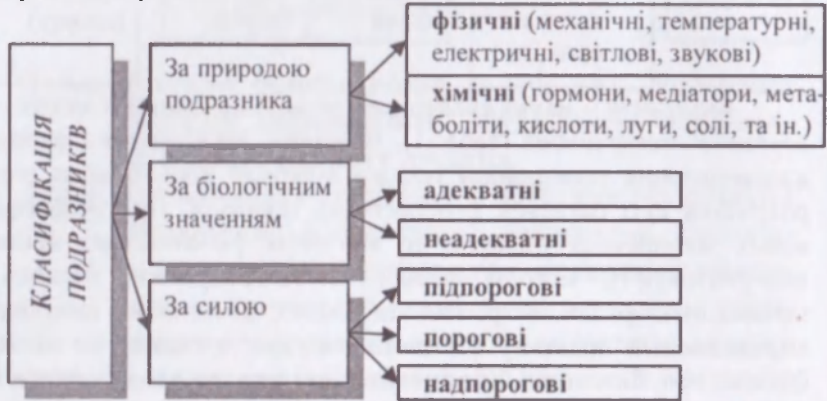
Таблиця 1

Основні методи фізіології

МЕТОДИ ФІЗІОЛОГІЇ	СПОСТЕРЕ- ЖЕННЯ	ЕКСПЕРИМЕНТ		
		пригні- чення	стимуляція	моделю- вання
<i>Методоло- гічні підходи</i>	реєстрація			
<i>Методики дослідження</i>	динамомет- рія, мітоно- метрія, спіромет- рія, спірогра- фія та ін.	видалення (екстирпа- ція), денер- вація, охо- лодження та ін.	вплив фізичних і хімічних подразни- ків	створення моделей (графічних, логічних, математич- них)

Подразливість – це універсальна властивість живих організмів, їх органів і тканин відповідати на дію факторів середовища зміною структурних і функціональних властивостей. У процесі еволюції сформувалися тканини, в яких подразливість досягнула найвищого рівня розвитку, і така їх властивість одержала назву *збудливості*. До збудливих тканин належать *нервова, м’язова й секреторна* (залозиста) тканини (Г.М. Чайченко та ін.,

2003). Особливістю збудливих тканин є здатність реагувати на подразнення складним комплексом реакцій – *збудженням*, яке пов'язане із зміною мембранної проникливості для іонів. Збудження виникає в тих випадках, коли сила подразника досягає *порогового рівня*.



Вимірювання збудливості є високочутливим методом дослідження функціонального стану нервово-м'язового апарату, рівня натренованості та розвитку втими спортсмена. Для дослідження збудливості нервово-м'язового апарату людини використовують метод *хронаксиметрії*. Він дозволяє оцінити силові (реобаза) та часові (хронаксія) показники збудливості (табл. 2). *Реобаза* – це мінімальна (порогова) напруга постійного струму значної тривалості, яка викликає збудження. *Хронаксія* – мінімальний час дії струму, напругою у дві реобазы, необхідний для виникнення збудження. Збудливість змінюється залежно від інтенсивності, характеру і тривалості м'язового навантаження та в процесі розвитку втими.

Таблиця 2
Параметри збудливості тканин людини

Реобаза (В)	Хронаксія (мс)	Лабільність (Гц)
10–30	скелетні м'язи – 0,1–0,3 нервові волокна – 0,3–2,0	скелетні м'язи – 200–250 нервові волокна – до 1000

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: обладнання для подразнення (електростимулятор), вимірювання (секундомір, динамометр, спірометр), реєстрації (кімограф, спірограф, електрокардіограф), дозування фізичних навантажень (велоергометр), 0,9% розчин NaCl, хронаксиметр, електроди.

Завдання 1. Ознайомлення з кафедрою, правилами роботи й техніки безпеки при проведенні лабораторних занять на кафедрі, схемою та методикою проведення фізіологічних досліджень, оформленням протоколу досліджень.

Завдання 2. Ознайомлення з основними методами фізіологічних досліджень. Демонстрація апаратури, що найчастіше використовується у фізіологічних дослідженнях:

- подразнення (електростимулятор, електроди та ін.);
- вимірювання (секундомір, спірометр, динамометр, тонометр);
- реєстрації (кімограф, спірограф, електрокардіограф, та ін.);
- дозування фізичних навантажень (велоергометр).

Слід засвоїти основні правила роботи з цими приладами та підходи до застосування відповідних методик.

Завдання 3. Рухова хронаксиметрія.

Для хронаксиметрії використовують імпульсний хронаксиметр. Перед початком роботи слід ознайомитися з нультом управління приладу та правилами техніки безпеки при роботі з ним.

Увімкнути хронаксиметр в електромережу. Активний неполяризований електрод (покритий шаром марлі і змочений розчином Рінгера) прикладають до шкіри в місці розміщення рухової точки двоголового м'яза плеча або будь-якої іншої активної рухової точки передпліччя чи кисті (рис. 1). Індиферентний електрод закріплюють на плечі або передпліччі досліджуваного (між електродом і поверхнею

шкіри накладають шар марлі, змочений розчином Рінгера). Змінюючи напругу струму (від 0 до 40–50 В), визначають *реобазу*, тобто порогову напругу струму, що викликає скорочення м'яза. Потім, перемикаючи тумблер у положення "поодинокий імпульс", подвоюємо напругу і знаходимо мінімальну тривалість імпульсів, які викликають скорочення м'яза – *хронаксію*. Визначення реобазу і хронаксії нервово-м'язового апарату людини повторюють після фізичного навантаження динамічного або статичного характеру. Отримані значення реобазу і хронаксії записують у протокол.

Протокол № ____

від " ____ " _____ 20 ____ р.

Прізвище, спеціалізація, розряд	Реобаза (В)		Хронаксія (мс)	
	до навантаження	після навантаження	до навантаження	після навантаження



Рис. 1. Основні рухові точки верхньої кінцівки (за Ербом)

Порівнюють дані, отримані при дослідженні збудли-

ності нервово-м'язового апарату в стані спокою і при фізичному навантаженні, роблять *висновок* про зміни збудливості під впливом фізичного навантаження. Замальовують у зошит криву "сили-часу" (рис. 2).

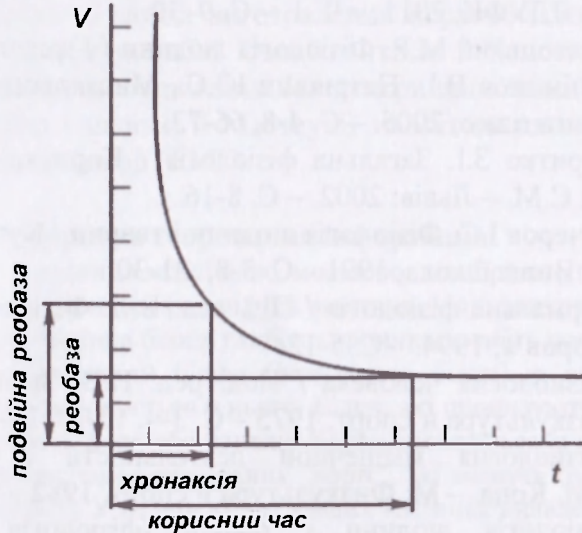


Рис. 2. Крива залежності "сили-часу": V – сила подразника (напруга ел. струму), t – час дії подразника

На замальованій кривій позначають корисний час, реобазу і хронаксію, оформляють *висновок* до роботи (відповідно до поставлених завдань).

Запитання для самопідготовки

1. Предмет і основні завдання фізіології. Методологія фізіологічних досліджень.
2. Зв'язок фізіології з іншими науками. Значення фізіології для теорії і практики фізичного виховання і спорту.
3. Подразливість і види подразників.
4. Збудливість, її біологічне значення, основні показники. Поріг подразнення.
5. Реобазу і хронаксія. Крива "сили-часу" дії подразника.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 9–30.
2. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 4-8, 66-72.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 8-16.
4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 3-8, 21-30.
5. Нормальна фізіологія / Під ред. В. І. Філімонова. – К.: Здоров'я, 1994. – С. 5-12.
6. Физиология человека / Под ред. Н.В. Зимкина. – М: Физкультура и спорт, 1975 – С. 3-4, 12-13, 22-25, 26-28.
7. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М. Коца. – М: Физкультура и спорт, 1982 – С. 3-7, 32.
8. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 9–11, 51–54.
9. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 9-14, 238-254

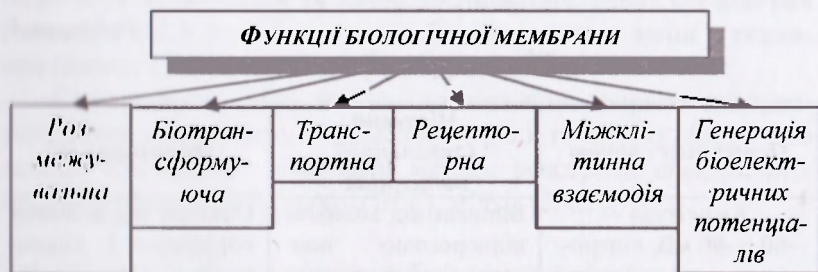
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Тема. Дослідження біоелектричних явищ у нервово-м'язовому апараті.

Мета: засвоїти метод виготовлення нервово-м'язового препарату жаби. Ознайомитися з біологічними методами вивчення біоелектричних явищ (досліди Гальвані й Маттеучі) та методикою електроміографії (ЕМГ).

Коротка теоретична інформація

Згідно з рідинно-мозаїчною моделлю, мембрана утворюється двома шарами фосфоліпідних молекул, у які занурені молекули білків. Частина білків глибоко проникає, навіть пронизує наскрізь фосфоліпідний бішар (інтегральні білки), а частина лише частково занурюється у нього. Білки, які пронизують мембрану, утворюють пори або канали. Канал складається із власне транспортної системи і так званих "воріт", які можуть бути закриті або відкриті. У нервових і м'язових клітинах виявлено натрієві, калієві, кальцієві, хлорні іонні канали. Функції мембрани обумовлюються як особливостями фосфоліпідного шару, так і білковими молекулами.



Біоелектричні явища лежать в основі функціонування живих тканин – нервової, м'язової й секреторної. Збудження цих тканин виявляється не лише у виразній зовнішній реакції – скороченні, генерації електричного сигналу чи викиді секрету, але також обов'язково супроводжується посиленням обміну речовин та енергії і зміною електричного потенціалу мембрани.

У стані спокою між зовнішньою і внутрішньою поверхнями клітинної мембрани наявна різниця зарядів, яка називається

мембранним потенціалом спокою (мембранним потенціалом). Згідно з теорією, яку запропонували наприкінці 50-х рр. А.Ходжкін, А.Хакслі та Б. Катц, потенціал спокою виникає за рахунок пасивного й активного руху іонів через мембрану. Під впливом підпорогових подразників виникає *локальний (місцевий) потенціал*, який пропорційний за величиною до сили подразника, не поширюється по мембрані та зникає після припинення дії подразника (табл. 3). Збудження розвивається в тих випадках, коли сила подразнення досягає *порогової величини*. При цьому виникає мембранний *потенціал дії* (ПД) – пікоподібне коливання потенціалу мембрани, яке з'являється внаслідок перезарядки мембрани та здатне по ній поширюватися. Тривалість ПД – 1–5 мс, амплітуда – 115–120 мВ. Розвиток ПД відбувається трифазно – *деполяризація, реполяризація, слідова гіперполяризація* (рис. 3). У різні фази ПД спостерігається зміна збудливості мембрани. Під час піку ПД збудливість зменшується до нуля (фаза *абсолютної рефрактерності*), надалі поступово відновлюється (фаза *відносної рефрактерності*). На завершальному етапі збудливість деякий час підвищується (*супернормальна фаза*). ПД поширюється вздовж мембрани нервового чи м'язового волокна за механізмом так званих *локальних або колових струмів*. У мієлінових нервових волокнах збудження передається *стрибокподібно* (сальтаторно) по *перетяжках Ранв'є*.

Таблиця 3

Біоелектричні явища

<i>Потенціал спокою</i>	<i>Місцевий (локальний) потенціал</i>	<i>Потенціал дії</i>
Амплітуда – -60 – -90 мВ, підтримується постійно за участю Na ⁺ -K ⁺ -помпи	Виникає під впливом підпорогових подразників, амплітуда (10–20 мВ) і тривалість залежить від сили й часу дії подразника, зникає після припинення дії подразника, не здатний поширюватися	Виникає під впливом порогових і надпорогових подразників, амплітуда (60–120 мВ) і тривалість (1–5 мс) сталі, розвивається після припинення дії подразника, може поширюватися по мембрані

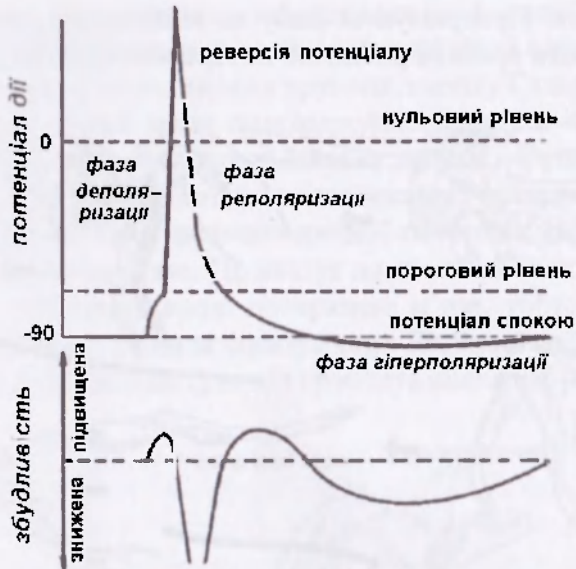


Рис. 3. Фази розвитку потенціалу дії та відповідні до них зміни збудливості мембрани

Біоелектричні явища в збудливих тканинах можуть бути виявлені як біологічним, так і фізичним методами (мікроелектродне відведення, електронна техніка). Хоч біологічний метод сьогодні втратив значення як метод дослідження, однак він відіграв головну роль в історії відкриття біоелектричних явищ у тканинах (досліди Гальвані, Маттеучі, Германа).

Електрофізіологічні методи дослідження широко використовуються в медицині, у фізіології праці та спорту. Особливо велике поширення одержали методи реєстрації електричних процесів серця (ЕКГ), мозку (ЕЕГ), м'язів (ЕМГ).

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: препарувальний набір (ножиці, скляні гачки, зонд, пінцети, скальпель, голка), вата, розчин Рінгера, нитки, марлеві серветки, гальванічний пінцет, електроди, електростимулятор, коркова дощечка.

Завдання 1. Виготовлення нервово-м'язового препа­рагу жаби.

Жабу знерухомлюють, руйнують головний та спин-

ний мозок. Притримуючи жабу за задні лапки, ножицями перерізають хребет приблизно посередині тулуба (рис. 4).

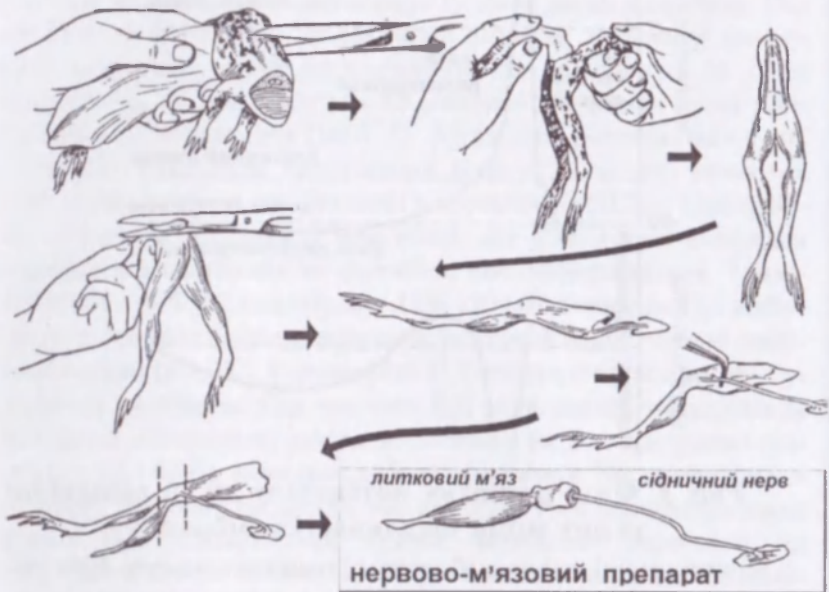


Рис. 4. Основні етапи виготовлення нервово-м'язового препарату жаби

Видаляють верхню частину тулуба з внутрішніми органами. Знявши шкіру з обох лапок, отримують препарат двох лапок жаби. Далі шляхом препарування литкового м'яза виготовляють препарат однієї лапки. Препарат (литковий м'яз із сідничним нервом і колінним суглобом) зволожують розчином Рінгера, щоб запобігти його підсиханню. Замальовують нервово-м'язовий препарат (див. рис. 4) і позначають на малюнку його частини.

Завдання 2. Перший і другий дослід Гальвані.

Використовують *нервово-м'язовий препарат* жаби та *гальванічний пінцет*, на кінчиках якого наявна різниця електричних потенціалів. Після дотику гальванічного пінцету до сідничного нерва спостерігають скорочення литко-

ного м'яза. Це свідчить, що збудження в живій тканині виникає та передається за допомогою різниці електричних потенціалів. Для виконання другого досліду Гальвані один із цілісних м'язів жаби пошкоджують, кладуть на скляну пластинку і на пошкоджену ділянку скляним гачком накидають нерв так, щоб його середня частина доторкнулась як пошкодженій, так і непошкодженій поверхні. Спостерігають скорочення м'яза. Це вказує на те, що між пошкодженою та непошкодженою поверхнею м'яза, тобто в живій тканині, наявна різниця електричних потенціалів. Замальовують схему дослідів (рис. 5) і роблять висновок.

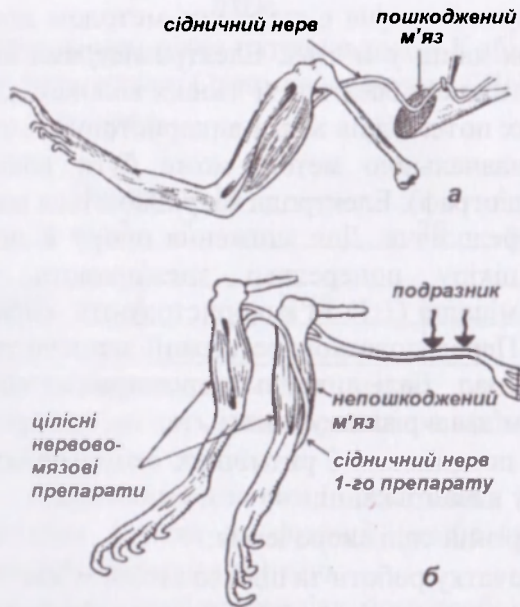


Рис. 5. Схематичне зображення другого досліду Гальвані (а) та Маттеучі (б)

Завдання 3. Дослід Маттеучі.

Готують два препарати задніх лапок жаби. Сідничний нерв в обох випадках відділяють скляними гачками від хребта до колінного суглоба. Нерв першого препарату кла-

дуть на електроди, а нерв другого розміщують уздовж литкового м'яза першого (див. рис. 5б). Викликаючи ритмічні скорочення першого препарату, спостерігають за появою скорочень м'яза другого препарату. Це вказує на те, що під час скорочень на поверхні цілісного м'яза виникає різниця електричних потенціалів, величина якої достатня для збудження нерва 2-го препарату. Замальовують схеми досліду та роблять *висновки*.

Завдання 4. Демонстрація запису електроміограми (ЕМГ) та його аналіз.

Електроміографія є сучасним методом дослідження електричних явищ у м'язах. Електроміограма відображує сумарну активність багатьох м'язових волокон. Для запису електричних потенціалів м'яза використовують електроміограф (з навчальною метою може бути використаний електрокардіограф). Електроди закріплюються на шкірі під згинами передпліччя. Для зниження опору й поліпшення контакту шкіру попередньо знежирюють спиртово-ефірною сумішшю (1:1) та використовують електропровідну пасту. Перед початком реєстрації записують калібрувальний сигнал. Далі виконують реєстрацію електричної активності м'яза в різних умовах:

- при поодиноких і ритмічних скороченнях, статичному навантаженні;
- при різній силі скорочення;
- на початку роботи та під час втоми м'яза;
- при напруженні та розслабленні м'язів у відповідь на зовнішній сигнал.

На отриманому записі ЕМГ визначають час між подачею зовнішнього сигналу й появою електричної активності м'язів – латентний час напруження (ЛЧН, рис. 6). Визначають також час між припиненням дії сигналу і зникненням електричної активності – латентний час розслаблення (ЛЧР).

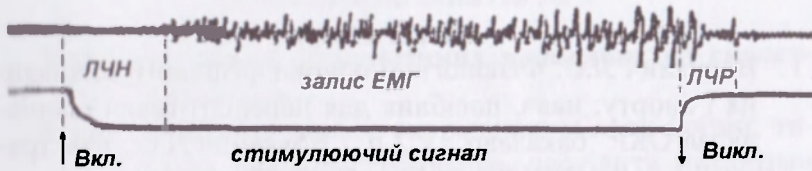


Рис. 6. Зразок запису ЕМГ із позначенням ЛЧН і ЛЧР

Розраховують співвідношення:

$$K = \frac{ЛЧН}{ЛЧР}$$

З підвищенням рівня натренованості K збільшується, при втомі – знижується. Отримані значення ЛЧН, ЛЧР та K записують у протокол.

Протокол № _____
від "____" _____ 20__ р.

ЛЧН, с	ЛЧР, с	K

Студенти замальовують у зошит зразок запису електроміограми, роблять висновки згідно з метою роботи.

Запитання для самопідготовки

1. Молекулярна будова та функції мембрани клітини. Мембранний потенціал спокою.
2. Локальний (місцевий) потенціал, його особливості.
3. Потенціал дії, його механізм і фази розвитку.
4. Зміни збудливості при протіканні циклу збудження.
5. Механізм проведення збудження по нервових волокнах.
6. Біологічні методи дослідження електричних явищ у збудливих тканинах.
7. Електроміографія (ЕМГ).

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 16–30.
2. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 66-72.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 9-16.
4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. - К.: Вища школа, 1991– С. 21-30.
5. Нормальна фізіологія / Під. ред. В. І. Філімонова. – К., Здоров'я, 1994. – С. 6-12.
6. Физиология человека /Под. ред. Н.В.Зимкина. – М: Физкультура и спорт, 1975 – С. 12-13, 22-25, 26-28.
7. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М.Коца. – М: Физкультура и спорт, 1982 – С. 17-21, 133-135.
8. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 33–47.
9. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 238-254, 262.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Тема. Вивчення фізіологічних властивостей скелетних м'язів.

Мета: вивчити механізм скорочення м'язів, форми, типи та режими скорочення, дослідити механізми регуляції сили скорочення м'язів.

Коротка теоретична інформація

М'язи людини поділяють на *скелетні* (посмуговані) і *гладкі*, які характеризуються певними особливостями будови й фізіологічних властивостей (табл. 4).

Таблиця 4

Види м'язової тканини

Властивості	Гладка (непосмугована)	Серцева	Скелетна (посмугована)
Розміщення	Вісцеральні (внутр. органи) та унітарні (напр. війковий) м'язи	Міокард	Скелетні м'язи
Будова	Веретеноподібні одноядерні клітини, з'єднані некусами	Веретеноподібні одноядерні клітини, з'єднані вставними дисками	Видовжені багатоядерні клітини
Збудливість	Повільний тривалий ПД	Фаза плато на ПД, тривала абсолютна рефрактерність	Швидкий ПД
Провідність	ПД поширюється по мембрані та між клітинами	ПД поширюється по мембрані та між клітинами	ПД поширюється по мембрані
Скоротливість	Тривалі повільні (тонічні) мимовільні скорочення	Швидкі мимовільні скорочення, "все або нічого", нема тетанусу	Швидкі довільні скорочення, наявний тетанус
Автоматія	Наявна (виражена різною мірою)	Наявна (градієнт автомати)	Відсутня

До фізіологічних властивостей м'язів належить *збудливість, провідність, скоротливість, автоматія* (відсутня у скелетних м'язах). Посмугована м'язова тканина складається з багатоядерних м'язових волокон і поділяється на *серцеву і скелетну*. Скелетні м'язи утворюються багатьма окремими *м'язовими волокнами*, кожне з яких є багатоядерною клітиною (*міоцитом*) великих розмірів. У міоцитах розміщуються *міофібрили* – скоротливий апарат м'язового волокна (табл. 5). Міофібрили складаються зі *скоротливих білків* – *міозину* (54%) та *актину* (25%), і *регуляторних білків* – *тропоміозину* (7%) і *тропоніну* (2%). При цьому білок міозин формує товсті міофіламенти, а білки актин, тропоміозин і тропонін входять до складу тонких міофіламентів.

Таблиця 5
Структури м'язового волокна (міоциту)

<i>Сарколема</i> (мембрана)	<i>Саркоплазма</i> (цитоплазма)		
нервово-м'язові синапси (рецептори АХ), Т-трубочки	Скоротливий апарат (міофібрили)		Нескоротлива частина (ядра, мітохондрії, саркоплазматична сітка, міоглобін, гранули глікогену і ліпідів, АТФ, креатинфосфат)
	саркомер (структурно-функціональна одиниця міофібрили)		
	I-диск	A-диск	
	тонкі міофіламенти (актин, тропонін, тропоміозин)	товсті міофіламенти (міозин)	

Передача збудження з нерва на м'яз відбувається в *нерво-во-м'язовому синапсі* за участю медіатора ацетилхоліну (табл. 6). Ацетилхолін зв'язується на постсинаптичній мембрані з *рецепторами ацетилхоліну (холінорецепторами)*. У результаті відбувається деполяризація мембрани м'язового волокна та виникає *потенціал дії*. Потенціал дії поширюється по трубках Т-системи всередину м'язового волокна, де передається на мембрану *саркоплазматичної сітки*. Унаслідок цього відбувається вихід із цистерн у саркоплазму Ca^{2+} , збільшення концентрації якого до 10^{-3} М викликає скорочення м'яза.

Таблиця 6

Структурн нервово-м'язового синапсу

Пресинаптична частина	Синаптична щілина	Постсинаптична мембрана
<i>Ацетилхолін (АХ) у везикулах (міхурцях)</i>	<i>Ацетилхолінестераза</i>	<i>Холінорецептори</i>
Виконує роль хімічного посередника (медіатора), взаємодіє з рецепторами	Розщеплює АХ для забезпечення розслаблення м'язів	Взаємодіють з АХ, змінюють проникність сарколеми з виникненням потенціалу дії

Теорія м'язового скорочення *Хакслі і Хансона* передбачає, що м'язова сила генерується за рахунок циклічного замикання між актином і міозином поперечних *актоміозинових* мостиків, які формуються головками міозину. Під час ковзання відбувається використання молекулою міозину енергії гідролізу АТФ для пересування вздовж актинових міофіламентів.

У результаті скорочення м'язи розвивають певне зусилля, яке можуть змінювати свою довжину. За умови зміни довжини говорять про *динамічну форму* скорочення м'язів (табл. 7). При зменшенні довжини м'яза спостерігається *концентричний (міометричний) тип* скорочення, при розтягненні м'яза – *ексцентричний (пліометричний) тип*. У випадку, коли м'яз розвиває зусилля, яке дорівнює зовнішньому навантаженню, він не змінює своєї довжини, що відповідає *статичній формі* скорочення. Таке скорочення належить до *ізометричного типу*.

Таблиця 7

Форми, типи й режими скорочення м'язів

Форми	Типи	Режими
<i>Динамічна</i>	Концентричний (міометричний)	<ul style="list-style-type: none"> • поодинокі скорочення; • зубчастий (неповний) тетанус;
	Ексцентричний (пліометричний)	
<i>Статична</i>	Ізометричний	<ul style="list-style-type: none"> • гладкий (повний) тетанус

У природних умовах мотонейрони надсилають до м'язових волокон не поодинокий імпульс, а серію імпульсів. Від частоти імпульсів залежить *режим скорочення* м'язових волокон (див. табл. 7). Якщо інтервали між імпульсами перевищують тривалість поодинокого скорочення, волокна функціонують у *режимі поодиноких скорочень*. Якщо інтервали між імпульсами стають коротшими за тривалість поодинокого скорочення, м'язові волокна переходять у режим *тетанічного скорочення*. У цьому випадку кожен наступний цикл скорочення накладається на попередній, що призводить до зростання сумарної амплітуди (сили) скорочення та утворення *зубчатого (неповного) тетанусу*, а за умови подальшого зростання частоти подразнень – до *гладенького (повного) тетанусу*.

У зв'язку з активною участю багатьох систем організму, зокрема нервової, м'язової, серцево-судинної, дихальної, у здійсненні м'язового руху та його енергетичному забезпеченні, оптимальна фізична активність є надзвичайно важливим фактором у гармонійному розвитку організму, формуванні повноцінної емоційної сфери й вищих психічних функцій.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: кімограф, міограф, універсальний штатив, електростимулятор, електроди, препарувальний набір, розчин Рінгера, жаба.

Завдання 1. Запис і аналіз поодиноких м'язових скорочень.

Готують нервово-м'язовий препарат литкового м'яза жаби. Закріплюють його в штативі. За допомогою електростимулятора виконують подразнення серією імпульсів надпорогової сили. При цьому записують низку поодиноких скорочень. Отриману криву (рис. 7) аналізують, замальовують у зошит, позначають окремі фази поодинокого скорочення (латентний період, фазу скорочення, фазу розслаблення).

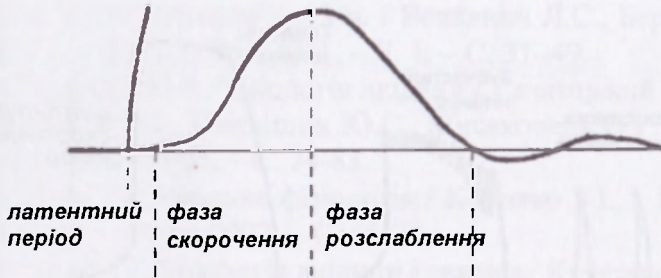


Рис. 7. Схема кривої запису поодинокого скорочення м'яза

Завдання 2. Запис і аналіз тетанічного скорочення м'язів.

Аналізують тетанічні скорочення м'яза, виявляють оптимум і песимум частоти подразнення (за Н. Є. Введенським). Литковий м'яз жаби подразнюють серією різних за частотою імпульсів, на стрічці кімографа записують низку *поодиноких скорочень* (частота подразнень 5–6 Гц), *зубчастий* (10–15 Гц) і *гладкий* (20–40 Гц) тетанус. Зубчастий тетанус спостерігається, якщо імпульс надходить до м'яза у фазі розслаблення, гладкий – якщо імпульс надходить наприкінці фази скорочення (рис. 8). Необхідно замалювати отримані записи скорочення, порівняти їхні амплітуди, зробити *висновок* про залежність сили скорочення м'яза від частоти його подразнення.

Подразнюють нерв іншого нервово-м'язового препарату струмом такої величини, який викликає максимальне скорочення м'яза. Збільшуючи частоту подразнення, знаходять оптимальну частоту (приблизно 40–50 Гц), при якій спостерігається гладкий тетанус. Потім різко збільшують частоту стимуляції (до 100–200 Гц) і спостерігають зменшення сили скорочення – *песимум частоти*. Через 5–6 с зменшують частоту струму до вихідного рівня і знову записують оптимум. Міограми замальовують у зошит, вкладають, при яких частотах стимуляції виникає песимальне й оптимальне скорочення.

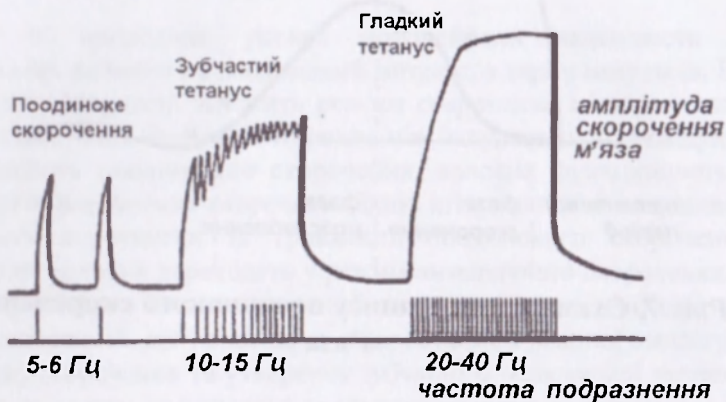


Рис. 8. Схема запису залежності сили скорочення м'яза від частоти його подразнення

Завдання 3. Залежність амплітуди скорочення від сили подразнення.

Визначають порогову силу струму. Поступово збільшуючи силу подразнення, спостерігають збільшення амплітуди м'язових скорочень із зростанням сили подразнення. Напругу збільшують до тих пір, поки не одержать 2–3 скорочення однакової амплітуди. Реєструють напругу під час максимальних скорочень. Замальовують отримані міограми в зошит і роблять *висновок* про залежність сили м'язового скорочення від сили подразнення.

Запитання для самопідготовки

1. Будова та фізіологічні властивості скелетних м'язів.
2. Нерво-м'язова передача збудження.
3. Механізм і енергетика м'язового скорочення.
4. Форми, типи й режими скорочення м'язів.
5. Фізіологічні властивості гладких м'язів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціа-

- лістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 31–49.
2. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 74-83.
 3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 65-72.
 4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 122-131.
 5. Нормальна фізіологія / Під ред. В. І. Філімонова. – К., Здоров'я, 1994. – С. 27-38.
 6. Физиология человека /Под. ред. Н.В.Зимкина. – М: Физкультура и спорт, 1975 – С. 67-82.
 7. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М.Коца. – М: Физкультура и спорт, 1982 – С. 93-106, 116-123.
 8. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 62–82.
 9. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 258-274.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Тема. Динамометрія. Міотонометрія й ергографія.

Мета: оволодіти методиками дослідження основних показників м'язового апарату людини.

Коротка теоретична інформація

Регуляцію скорочень м'язів здійснює соматична нервова система. Кожен м'яз іннервується великою кількістю відростків *рухових нейронів (мотонейронів)* спинного мозку. Система, яка складається із мотонейрона й групи м'язових волокон, які ним іннервуються, називається *руховою одиницею (РО)*, або *нейромоторною одиницею*. РО скорочується як єдине ціле. РО відрізняються одна від одної розмірами тіла мотонейронів, товщиною їх аксонів і числом м'язових волокон, що належать до складу рухової одиниці (табл. 8).

Таблиця 8

Характеристика рухових одиниць

МОРФОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ		
<i>Розмір</i>	Малі РО	Великі РО
<i>Розмір тіла мотонейрона</i>	Малий	Великий
<i>Товщина аксона</i>	Тонкий	Товстий
<i>Кількість м'язових волокон</i>	Мала (до 10 – 12)	Велика (до кількох тисяч)
<i>Розміщення</i>	Багато у дрібних м'язах	Багато у великих м'язах
ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ		
<i>Швидкість скорочення</i>	Повільні (переважно)	Швидкі (переважно)
<i>Поріг подразнення</i>	Низькопорогові	Високوپорогові
<i>Втомлюваність</i>	Низька	Висока
<i>Участь у скороченні</i>	При невеликих зусиллях	При значних зусиллях

Фактори, що визначають силу скорочення м'язів, поділяються на дві групи – *периферичні (м'язові)* та *центральні (нервові)*. До *периферичних факторів* належать ті, що пов'язані із будовою чи властивостями м'язів (табл. 9). Проте ті самі м'язи нашого тіла можуть розвивати різні за величиною зусилля, що визначається *центральними факторами*.

Таблиця 9

Фактори, що визначають силу скорочення м'язів

Периферичні (м'язові)	Центральні (нервові)	
	Внутрішньом'язової координації	Міжм'язової координації
Площа фізіологічного перерізу	Число активних рухових одиниць (РО)	Взаємодія синергістів і антагоністів
Довжина м'яза	Режим скорочення РО	Фіксація суміжних суглобів
Композиція м'яза	Синхронність скорочень РО	Положення ланок тіла
Плече важеля, кут прикладання сили		

Під час свого скорочення м'язи виконують *роботу*, величина якої залежить від сили, швидкості та тривалості скорочень м'язів. При динамічному скороченні м'яз виконує зовнішню роботу, величина якої розраховується як добуток зовнішнього навантаження (ваги) на пройдений шлях. У випадку статичного навантаження зовнішньої роботи немає, проте з фізіологічної точки зору виконується значна робота. Величина такої роботи визначається добутком напруження, яке розвиває м'яз, на час його підтримання. Встановлено, що максимальну роботу м'яз виконує за умови, що сила та швидкість скорочення становлять близько 50% від максимальних (рис. 9). Це правило отримало назву *закону середніх навантажень*.

При тривалому ритмічному подразненні в м'язі розвивається *втома*. Ознаками розвитку втоми є зниження амплітуди й сили скорочення, збільшення тривалості латентних періодів розслаблення, зміни характеру ЕМГ. Причини втоми можуть бути різними – втома нервових центрів, виснаження запасів енергетичних субстратів (АТФ, креатинфосфат, глікоген), сповільнення ресинтезу АТФ, накопичення продуктів метаболізму (АДФ, молочної кислоти).

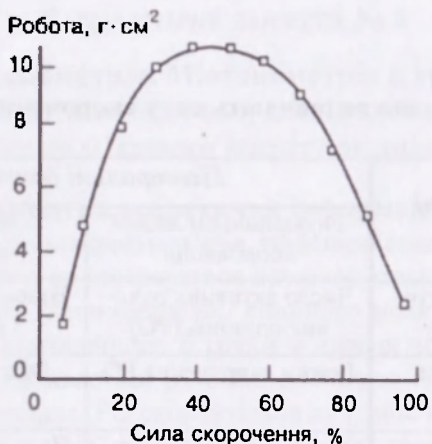
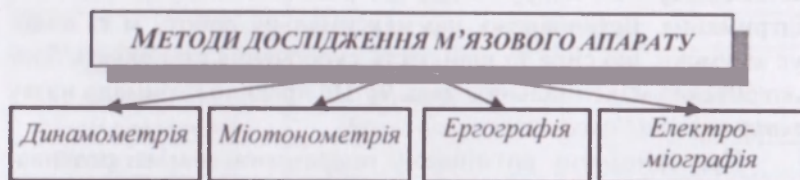


Рис. 9. Залежність величини виконаної м'язом роботи від сили його скорочень (за Г.М.Чайченко із співавт., 2003)

Методи, що використовуються для дослідження сили (*динамометрія*), роботи (*ергографія*), тонусу (*міотонетрія*), електричної активності (*електроміографія*) м'язів, мають важливе значення для характеристики функціональних можливостей нервово-м'язового апарату людини.



Практична робота студентів

Прилади та матеріали: динамометри ручний (кистевий) і становий, секундомір, міотонетр, ергограф або дошка, крейда, набір гирьок 3 і 5 кг, лінійка, таблиці з розділу.

Завдання 1. Динамометрія.

Силу м'язів визначають за допомогою методики *динамометрії*. Для визначення сили м'язів-згиначів пальців кисті використовують *ручний (кистевий) динамометр*. Під час вимірювання студент знаходиться в положенні стоячи або сидячи, відводить витягнуту руку з динамометром у сторону й максимально стискає динамометр без ривка. Вимірюють силу для правої і лівої руки. Розраховують середнє значення за трьома спробами, дані записують у протокол, порівнюють із належним значенням. Належна величина сили м'язів-згиначів пальців кисті становить для чоловіків 60–70%, а для жінок – 45–50% від маси тіла.

Для вимірювання сили м'язів-розгиначів хребта використовують *становий динамометр*. При цьому ручка приладу повинна знаходитися на рівні колінних суглобів, руки та ноги досліджуваного – випрямлені. Напружуючи м'язи спини, досліджуваний виконує максимальне зусилля. Розраховують середню величину за трьома вимірами. Належна станова сила становить для чоловіків – 200%, а для жінок – 150% від ваги тіла. Результати записують у протокол, роблять *висновки*.

Завдання 2. Міотонометрія.

Однією з важливих характеристик стану нервово-м'язового апарату є тонус м'язів. Регуляція тонусу м'язів здійснюється різними відділами ЦНС (рис. 10).

Тонус м'язів визначають з допомогою електричних і механічних *міотонометрів*. Принцип дії приладів ґрунтується на тому, що стержень приладу з певним зусиллям заглиблюється в масиви м'язів, а стрілка вказує міру заглиблення. Чим менше заглиблення – тим більший тонус м'язів.

Тонус м'язів вимірюють у *міотонах* (відносні одиниці). Під час вимірювання тонусу м'язів передпліччя прилад оповною ставлять на внутрішню поверхню передпліччя в місці найбільшого розвитку м'язів.

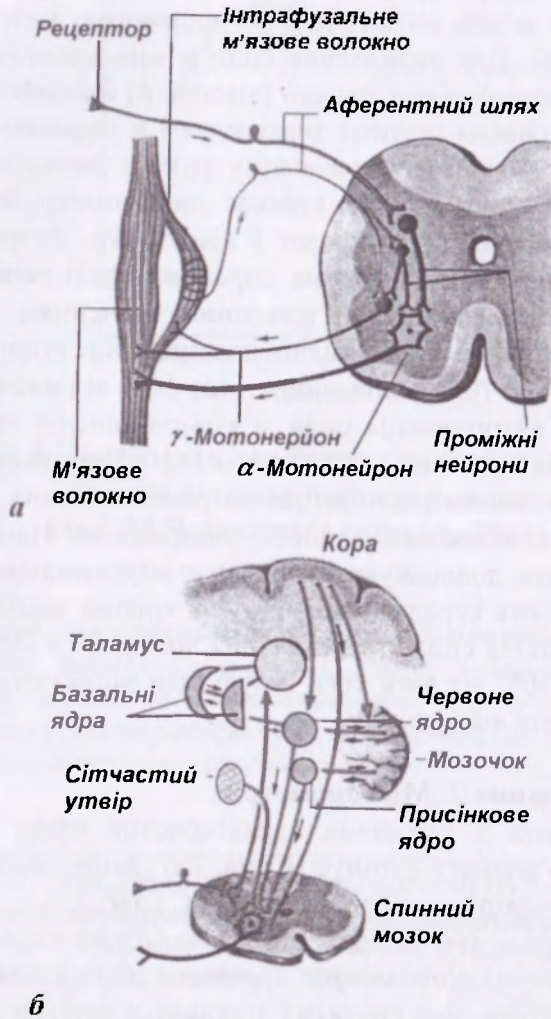


Рис. 10. Регуляція тону м'язів за участю спинного мозку (а) та різних відділів ЦНС (б)

Реєструємо *тонус спокою* (ТС), *тонус напруження* (ТН) (кисть стиснути в кулак) та *тонус розслаблення* (ТР). Реєструвати покази слід швидко, одразу після зупинки стрілки. На основі отриманих даних розраховуємо амплі-

туду напруження (АН), амплітуду розслаблення (АР) та амплітуду тонусу (АТ):

$$\text{АН} = \text{ТН} - \text{ТС};$$

$$\text{АР} = \text{ТН} - \text{ТР};$$

$$\text{АТ} = \text{АН} + \text{АР}.$$

Дані записують у протокол.

Завдання 3. Ергографія.

Для запису кривої механічної роботи та втоми м'язів використовують ергографи різних конструкцій. Зокрема, на рис. 11 подано зразок *ергограми*, записаної за допомогою ергографа Моссо.

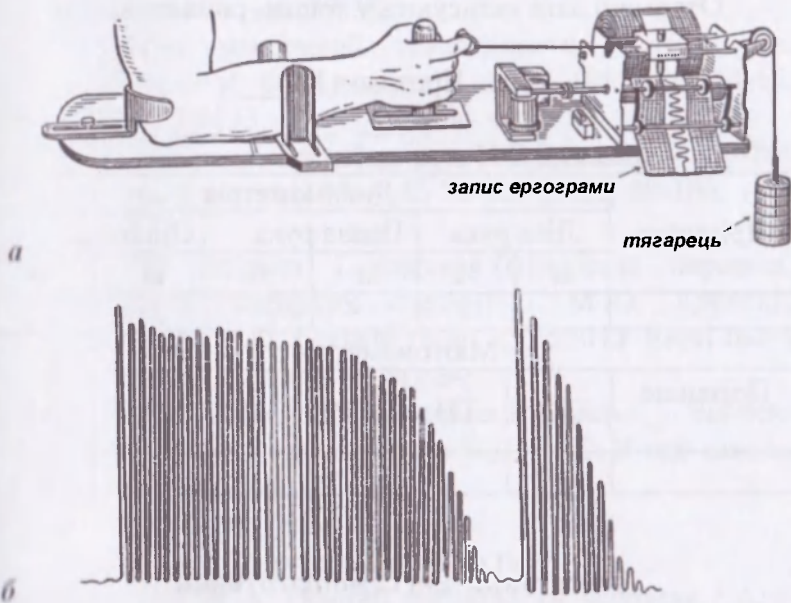


Рис. 11. Ергограф для аналізу роботи м'язів-згиначів пальців кисті (а) та зразок ергограми (б), записаної у викладача до та після 6-годинного приймання заліків у студентів (за Моссо)

Записують ергограму роботи м'язів, користуючись ергографом, чи за допомогою тягарців, закріплених на зап'ястку. Аналізують залежність величини виконаної роботи від величини навантажень. Оцінюється тривалість втоми (час від моменту зниження амплітуди до закінчення роботи) і амплітудні характеристики.

За ергограмою можна визначити також показник втоми (ПВ), який розраховується за формулою:

$$ПВ = \frac{A_{П} - A_{К}}{A_{П}},$$

де $A_{П}$ — амплітуда на початку роботи;

$A_{К}$ — амплітуда в кінці роботи.

Отримані дані записують у зошит, роблять *висновок*.

Протокол № _____

від "____" _____ 20__ р.

Прізвище	Динамометрія					
	Ліва рука		Права рука		Станова	
	кг	%	кг	%	кг	%
Міотонометрія						
Прізвище	ТС	ТН	ТР	АН	АР	АТ

Запитання для самопідготовки

1. Рухова одиниця. Будова, властивості.
2. М'язова сила та фактори, що обумовлюють її величину.
3. Робота м'язів. Закон середніх навантажень.
4. Тонус м'язів, методи його дослідження та механізми регуляції.
5. Втома м'язів. Активний відпочинок за І.М. Сеченовим і його фізіологічний механізм.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 43–54.
2. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 74-83.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 67-72.
4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 122-139.
5. Нормальна фізіологія / Під. ред. В. І. Філімонова. – К., Здоров'я, 1994. – С. 27-38.
6. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М.Коца. – М: Физкультура и спорт, 1982 – С. 64-65, 112-114, 129-133.
7. Физиология человека / Под. ред. Н.В.Зимкина. – М: Физкультура и спорт, 1975 – С. 75-76, 82-85, 89-100, 129-133, 361.
8. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 67–69, 80–84.
9. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 258-268.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н. А. Основы физиологии человека / Агаджанян Н. А. – М., 2004. – 408 с.
2. Бендолл Дж. Мышцы, молекулы и движение / Бендолл Дж. – М.: Мир, 1970. – 256 с.
3. Бэгшоу К. Мышечное сокращение / Бэгшоу К. – М.: Мир, 1985. – 128 с.
4. Волков Н. И. Биохимия мышечной деятельности / Вол-

- ков Н. И., Несен Э. Н., Осипенко А. А., Корсун С. Н. – К.: Олимп. л-ра, 2000. – 504 с.
5. Вілмор Дж. Фізіологія спорту / Вілмор Дж. – К.: Олімп. л-ра, 2003. – 656 с.
 6. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини: Підручник / Переклад з англ. Наук ред. М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. – Львів.: БАК, 2002. – 784 с.
 7. Гурфинкель В. С. Скелетная мышца: структура и функция / Гурфинкель В. С., Левик Ю. С. – М.: Наука, 1985. – 143 с.
 8. Кесарева Е. П. Тонус скелетных мышц и его регуляция у здорового человека / Кесарева Е. П. – Минск, 1974. – 117 с.
 9. Клевець М. Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 1. Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем: Навчальний посібник / Клевець М. Ю. – Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2000. – 199 с.
 10. Ксенц С. М. Динамика функций при мышечной деятельности / Ксенц С. М. – Томск, 1986. – 181 с.
 11. Мак-Комас Дж. Скелетные мышцы / Мак-Комас Дж. – К.: Олімп. л-ра, 2001. – 406 с.
 12. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Меерсон Ф. З., Пшенникова М.Г. – М.: Медицина., 1988. – 254 с.
 13. Моногаров В.Д. Утомление в спорте / Моногаров В.Д. – К.: Здоров'я, 1986. – 120 с.
 14. Скок В. И. Физиология нервов и мышц / Скок В. И., Шуба М.Ф. – К.: Вища школа, 1986. – 224 с.
 15. Солодков А. С. Адаптация в спорте: теоретические и прикладные аспекты / Солодков А. С. // ТиПФК. – 1990. – №5. – С.3-6.
 16. Солодков А. С. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам // Л., ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта., 1988. – 38 с.
 17. Физиология человека / Под. ред. Г.И.Косицкого. – М.: Медицина, 1985. – 544 с.

- 18 Физиология человека и животных / Под. ред. А. Д. Норицкая. – М.: Высш. шк. 1991, Т.1. – 500 с.
- 19 Физиология человека. Пер. с англ. / Под ред. Костюки П. Г., М.: Мир, 1985, т. 1. Мышцы. – С. 50-105.
- 20 Физиология человека: Пер. с англ. / Под. ред. Р. Шмидт, П. Г. Тевса. – М.: Мир, 1985, Т. 1. – 270 с.
- 21 Хилл А. Механизм мышечного сокращения / Хилл А. – М.: Мир, 1972. – 258 с.

Розділ II ФІЗІОЛОГІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ (ЦНС)

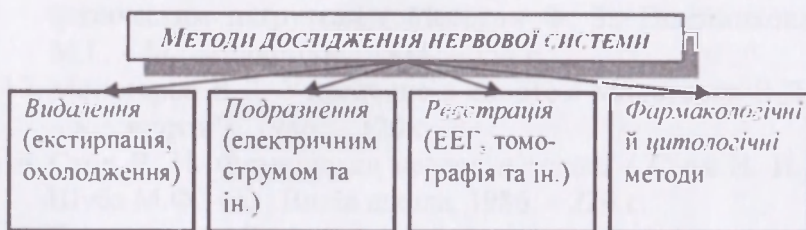
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема. Вивчення рефлекторної діяльності ЦНС.

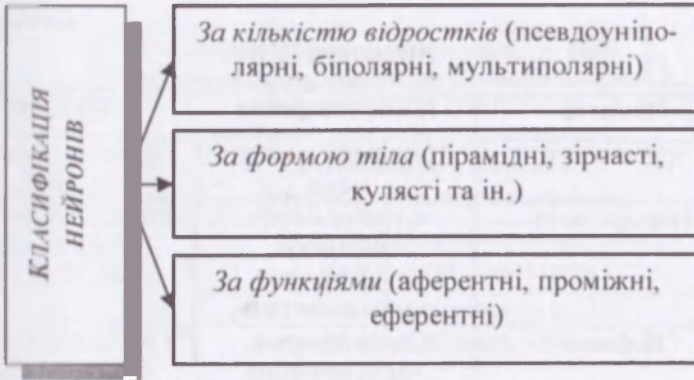
Мета: вивчити основні принципи рефлекторної діяльності і структуру рефлекторної дуги.

Коротка теоретична інформація

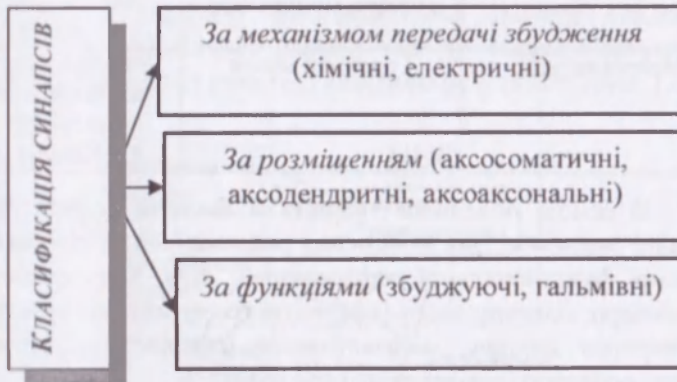
Центральна нервова система (ЦНС) здійснює регуляцію всіх фізіологічних процесів організму, його органів, тканин і клітин, а також об'єднує їх у єдину цілісну функціональну систему; забезпечує взаємодію організму із зовнішнім середовищем; здійснює формування цілеспрямованої поведінки та вищі психічні функції – пам'ять, мислення, свідомість. Ці функції нерозривно пов'язані і спрямовані на оптимальне пристосування організму до умов зовнішнього середовища.



Структурно-функціональною одиницею нервової системи є *нейрон*. Нейрон складається з *тіла* (соми) і *відростків* (дендрити й аксон). Форма тіла, кількість і розгалуженість відростків нейронів змінюються в широких межах.



Передача імпульсів між нейронами здійснюється за допомогою синапсів. *Синапс* – високоспеціалізована структура, яка забезпечує передачу нервового імпульсу між нервовими клітинами та з нервового волокна на робочий орган (наприклад м'язове волокно). У нервовій системі людини переважають хімічні синапси.



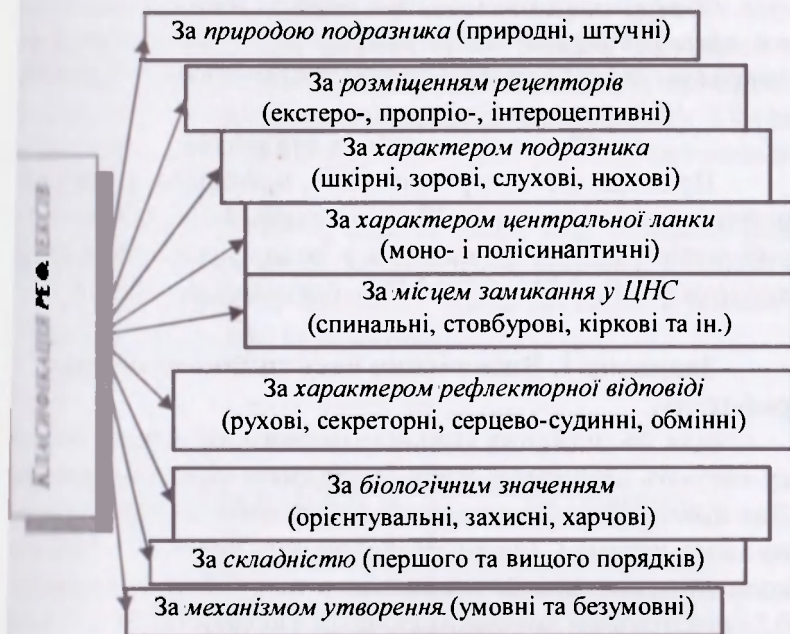
Передача імпульсів у таких синапсах здійснюється з допомогою хімічної речовини – *медіатора* (посередника), що приймається відповідними рецепторами. Нейрони мозку мають майже всі відомі види рецепторів: *холіно-*, *адрено-гістаміно-*, *гліцерино-* та ін., які здатні взаємодіяти з відповідними медіаторами (табл. 10).

Медіатори ЦНС

Медіатор	Місце утворення	Функція
Ацетилхолін	Головний і спинний мозок	Передача збудження у ЦНС
Норадреналін	Стовбур мозку, гіпоталамус, сітчастий утвір, лімбічна система	Емоції, підтримання бадьорого стану, регуляція сну
Дофамін	Середній мозок, чорна речовина (субстанція), лімбічна система	Емоції, підтримання бадьорого стану, регуляція рухів
Серотонін	Спинний мозок, стовбур мозку, таламус, гіпоталамус	Терморегуляція, больові відчуття, регуляція сну
ГАМК (γ-аміномасляна кислота)	Спинний і головний мозок	Розвиток гальмування в ЦНС
Ендорфіни	Лімбічна система, гіпофіз, гіпоталамус	Відчуття задоволення, протибольова система
Нейропептиди	Головний мозок	Регуляція процесів навчання, пам'яті, біоелектричної активності мозку

В основі поведінки тварини й людини лежать прості і складні *рефлекси*. Для здійснення рефлексу необхідна наявність цілісної функціональної *рефлекторної дуги*, яка складається з *рецептора*, *доцентрового* (аферентного, чутливого) *шляху*, *рефлекторного центру*, *відцентрового* (еферентного, рухового) *шляху*, *робочого* (виконавчого) *органа*.

Для вищих організмів притаманна наявність величезної кількості різноманітних рефлексів. Кожен *безумовний* (природжений) рефлекс має своє *рецептивне поле*, тобто ділянку тіла, в якій розміщені рецептори його рефлекторної дуги. Це необхідно для забезпечення адекватної рефлекторної відповіді на подразники. Характер відповіді залежить також від сили подразника й часу його дії. Більш повноцінне пристосування до зовнішніх умов забезпечують *умовні* (набуті) рефлекси.



Згідно із теорією функціональних систем академіка К. Анохіна поведінкові реакції завжди спрямовуються на отримання корисного і пристосувального результату (рис. 12).

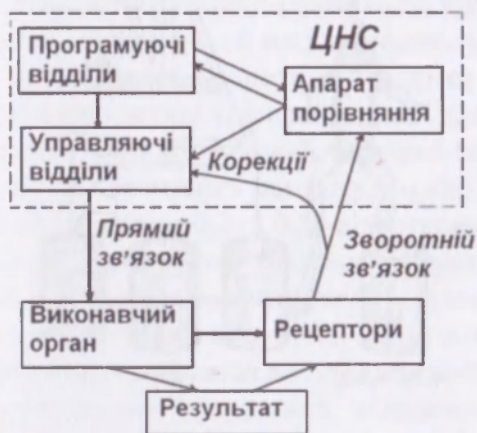


Рис. 12. Схема функціональної системи поведінкового акту (за П.К.Анохіним)

Обов'язковим компонентом такої системи є ланка *зворотної аферентації*, яка оцінює завершену дію (*акцептор результату*) і сигналізує в нервові центри про необхідність корекції.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: жаба, препарувальний набір, штатив з гачком, розчин Рінгера, лоток, вата, фільтрувальний папір (клаптики), склянка з водою, розчини сірчаної кислоти (0,1%; 0,3%; 0,5% і 1%), секундомір, таблиці.

Завдання 1. Визначення часу спинномозкового рефлексу.

Для дослідження спинномозкового захисного рефлексу готують спинальну жабу (з цілісним спинним мозком). Для цього руйнують головний мозок жаби та підвішують її на гачок штатива. Дослід розпочинають через 2–3 хвилини, коли зникають явища спинального шоку. Беруть склянку з 0,1- відсотковим розчином сірчаної кислоти (H_2SO_4) і занурюють у нього задню лапку жаби приблизно до рівня колінного суглоба, одночасно вмикають секундомір (рис. 13).

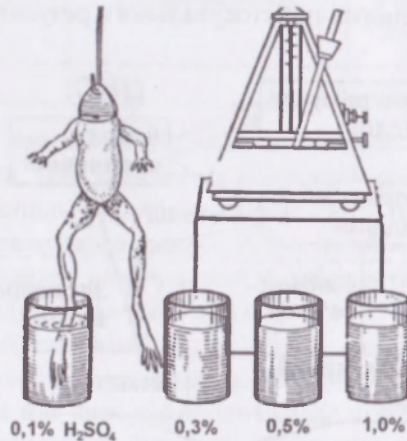


Рис. 13. Схема визначення спинномозкового захисного рефлексу

Визначають час рефлексу від моменту занурення лапки в кислоту до появи рефлекторної реакції. Відмивають лапку в склянці з водою. Повторюють дослід з інтервалами 1-2 хвилини та вираховують середній час рефлексу. Потім повторюють дослід з 0,3-; 0,5- і 1- відсотковими розчинами сірчаної кислоти.

Замальовують схему досліду, дані часу рефлексу для кожної сили подразника записують у протокол. Роблять висновки про характер змін часу спинномозкового рефлексу із зростанням сили подразника.

Протокол № _____
від "___" _____ 20__ р.

№	Концентрація H_2SO_4 %	Час рефлексу, с
1	0,1	
2	0,3	
3	0,5	
4	1,0	

Випадання 2. Визначення рецептивного поля спинномозкового рефлексу.

Використовують ту саму спинальну жабу. Клаптик фільтрувального паперу (4 – 6 мм) змочують у 0,1- відсотковому розчині сірчаної кислоти і пінцетом кладуть на зовнішню поверхню шкіри гомілки задньої лапки. Спостерігають захисний спинномозковий рефлекс згинання відповідної кінцівки. Змивають кислоту водою. Проводять подразнення тієї ж лапки 0,3- і 0,5- відсотковим розчином сірчаної кислоти. Добирають таку концентрацію кислоти, при якій спостерігається найчіткіший рефлекс згинання. Клаптик паперу, змочений кислотою, кладуть на бічну поверхню живота. Спостерігають новий захисний рефлекс — підняття і скидання подразника «ближчою» лапкою. Потім послідовно кладуть фільтрувальний папір, змочений кислотою, на передню поверхню живота, на зовнішню поверхню передньої лапки. У кожному з цих випадків від-

значають зміну рефлекторної відповіді. Інтервал між подразненнями повинен становити 2 – 4 хв, кожного разу кислоту необхідно змивати водою.

Відзначають, що кожний рефлекс має своє рецептивне поле, замальовують схему рецептивних полів (рис. 14).

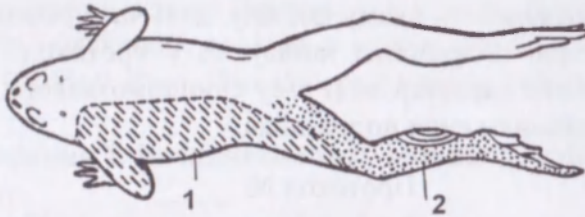


Рис. 14. Рецептивні поля різних спинномозкових рефлексів: 1 – потирання; 2 – згинання

Завдання 3. Аналіз рефлекторної дуги.

Використовують спинальну жабу. На початку дослідження переконаються в наявності рефлексу за умови цілісності рефлекторної дуги. Для цього подразнюють шкіру гомілки задньої лапки фільтрувальним папером, змоченим у 0,5-відсотковому розчині сірчаної кислоти та спостерігають за захисним рефлексом згинання. Наступний аналіз рефлекторної дуги проводять шляхом послідовного виключення (руйнування) її складових (рис. 15).

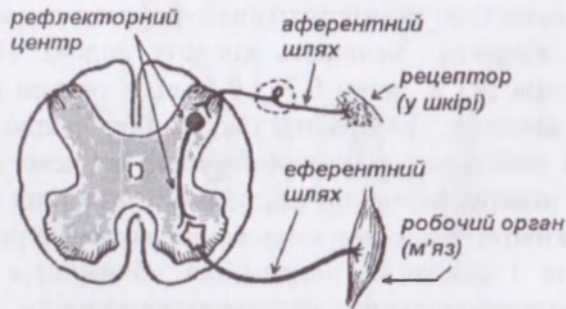


Рис. 15. Схема рефлекторної дуги спинномозкового рефлексу

На першому етапі інактивують рецептори шкіри. Для цього роблять коловий розріз шкіри задньої лапки жаби нижче від колінного суглоба і знімають її з лапки. Знову подразнюють гомілку цієї лапки кислотою і спостерігають відсутність рефлексу.

На наступному етапі виключають аферентні й еферентні провідні шляхи, які проходять у складі сідничного нерва. Для цього на протилежній лапці роблять розріз шкіри вздовж задньої поверхні стегна. Відшуковують сідничний нерв, підтягують під нього нитку, не зав'язуючи. Викликають рефлекс згинання, пощипуючи пальці жаби пінцетом. Потім сідничний нерв перерізають. Відзначають зникнення рефлексу.

Останніми видаляють нервові центри шляхом руйнування спинного мозку. Для цього у спинномозковий канал уводять зонд та кількома коловими рухами руйнують спинний мозок. Після цього спостерігають зникнення всіх рефлексів. Слід замалювати схему рефлекторної дуги та вказати її складові частини. За підсумками роботи формулюємо *висновки* згідно з поставленою метою.

Запитання для самопідготовки

1. Основні функції ЦНС. Методи дослідження.
2. Будова й функції нейронів. Види нейронів.
3. Механізм міжнейрональних зв'язків (види синапсів, будова синапса, хімічні медіатори).
4. Рефлекс. Рефлекторна дуга. Час рефлексу.
5. Класифікація рефлексів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 55–67.
2. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – К.:

Книга плюс, 2005. – С. 93-107.

3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 14, 17-24.
4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 30-37.
5. Нормальна фізіологія / Під. ред. В. І. Філімонова. – К., Здоров'я, 1994. – С. 38-44, 57-58.
6. Физиология мышечной деятельности /Под ред. Я.М.Коца. – М: Физкультура и спорт, 1982 – С. 13-33; 46-50.
7. Физиология человека /Под. ред. Н.В.Зимкина. – М: Физкультура и спорт, 1975 – С. 31-33; 109-126.
8. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 92–127.
9. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 274-283, 289-290.

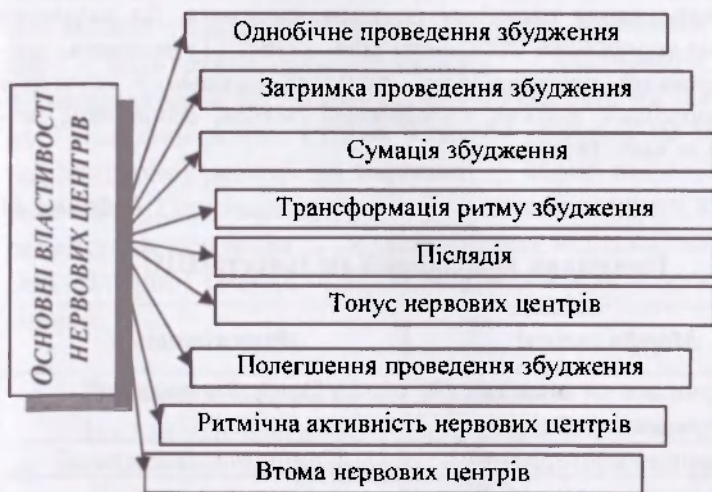
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Тема. Дослідження властивостей нервових центрів, Сеченівського гальмування.

Мета: вивчити основні властивості нервових центрів, проаналізувати процеси центрального гальмування.

Коротка теоретична інформація

Нервовий центр – це сукупність нейронів, які беруть участь у виконанні певної функції. Для нервових центрів характерні певні *властивості*, зокрема *сумації, затримки проведення збудження, одностороннього проведення збудження, трансформації ритму, реверберації, тонусу нервових центрів, втоми нервових центрів* та ін.



Нервові центри (НЦ) знаходяться в постійному *тонусі*, який підтримується імпульсами від рецепторів, біологічно активними речовинами й метаболітами крові. При тривалому або сильному подразненні аферентних нервових волокон у нервових центрах розвивається *втома*, спостерігається зменшення частоти імпульсів, що надходять до робочих органів. Нервові центри чутливі до нестачі кисню, глюкози, зміни рН та іонного складу внутрішнього середовища організму. Функціонування ЦНС в

цілому здійснюється діяльністю значної кількості нервових центрів. Вони об'єднуються за допомогою синаптичних контактів, які характеризуються великою різноманітністю зв'язків.

Основою інтегральної діяльності ЦНС є тісний взаємозв'язок двох процесів: *збудження* та *гальмування*. Гальмування як активний процес відкрив І. М. Сеченов (1862 р.). Залежно від механізму розвитку розрізняють *пре-* і *постсинаптичне* гальмування. Існують спеціальні гальмівні нейрони, наприклад *клітини Реншоу* в спинному мозку та *кошикові клітини* в проміжному мозку.

Взаємодія збудження та гальмування лежить в основі координації діяльності ЦНС. *Координацією* в цьому випадку називається узгоджений прояв окремих рефлексів, що забезпечує виконання робочих актів. Явище координації відіграє важливу роль у діяльності рухового апарату. За рахунок координованої роботи нервових центрів здійснюються такі рухові акти як ходьба або біг, пристосування організму до умов існування. До *загальних принципів координації діяльності ЦНС* (табл. 11) належать, зокрема, принципи *реципрокності*, принцип *загального кінцевого шляху*, *іrrадіації*, *індукції*, *конвергенції*, *оклюзії*, *домінанти*, *зворотного зв'язку* та ін.

Таблиця 11

Принципи координації діяльності ЦНС

<i>Морфологічні</i>	<i>Функціональні</i>
Принцип загального кінцевого шляху	Принцип іrrадіації
Принцип конвергенції	Принцип концентрації
Принцип дивергенції	Принцип індукції
Оклюзія (закупорка)	Принцип реципрокності
Принцип зворотного зв'язку	Принцип домінанти

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: препарувальний набір, штатив, жаба, електростимулятор, секундомір, 0,1–0,3-відсотковий розчин сірчаної кислоти, розчин Рінгера, кристалики солі, вата, марля, скальпель, склянка з водою.

Завдання 1. Часова та просторова сумація збудження.

Під час дослідження явища сумації використовують спинальну жабу (з цілісним спинним мозком). Жабу підвішують на гачок штатива. Знаходять порогову силу подразника. Для цього прикладають подразнювальні електроди до гомілки та визначають найменшу напругу струму, при якій спостерігається рефлекс. Далі зменшують напругу до підпорогового рівня (не викликає рефлекторної реакції при поодинокому подразненні). Збільшують частоту подачі підпорогових подразників до виникнення рефлекторної відповіді. Таким чином, послідовне надходження значної кількості підпорогових подразників викликає рефлекторну реакцію, що відповідає *часовій сумації*. *Просторову сумацію* можна спостерігати при накладанні декількох клаптиків фільтрувального паперу, змоченого 0,1–0,3-відсотковим розчином сірчаної кислоти, на шкіру задньої кінцівки жаби. Кожен клаптик зокрема не викликає рефлекторної реакції чи викликає її через значний проміжок часу. Одночасна дія подразника на значну кількість рецепторів призводить до виникнення швидкої вираженої рефлекторної реакції. Слід описати досліди і зробити *висновки*.

Завдання 2. Іррадіація збудження.

На гомілці спинальної жаби визначають порогову силу подразнення електричним струмом. Поступово посилюючи подразнення, спостерігають послідовне включення в рефлекторну реакцію м'язів інших кінцівок і тулуба. Записують результат, роблять *висновки*.

Завдання 3. Сеченівське гальмування.

У жаби видаляють верхню частину черепної коробки. Скальпелем проводять розріз мозку над зоровими горбами та видаляють півкулі мозку. Ватним тампоном просушу-

ють поверхню мозку й підвишують жабу в штативі. Через кілька хвилин тричі проводять визначення часу захисного спинномозкового рефлексу у відповідь на занурення задньої лапки в розчин сірчаної кислоти (0,3 – 0,5%). Далі на зріз мозку кладуть кристалик хлориду натрію (солі) і зразу визначають час рефлексу на кислоту (рис. 16). При цьому спостерігають збільшення часу рефлексу або зниження вираженості рефлекторної реакції, що свідчить про гальмування рефлексів спинного мозку. Після цього кристалик солі видаляють, поверхню мозку відмивають фізіологічним розчином. Повторюють дослід, спостерігають відновлення часу рефлексу.

Значення часу рефлексу до і після накладання кристалика солі записують у протокол. Замальовують схему досліду І.М.Сеченова (див. рис. 16).

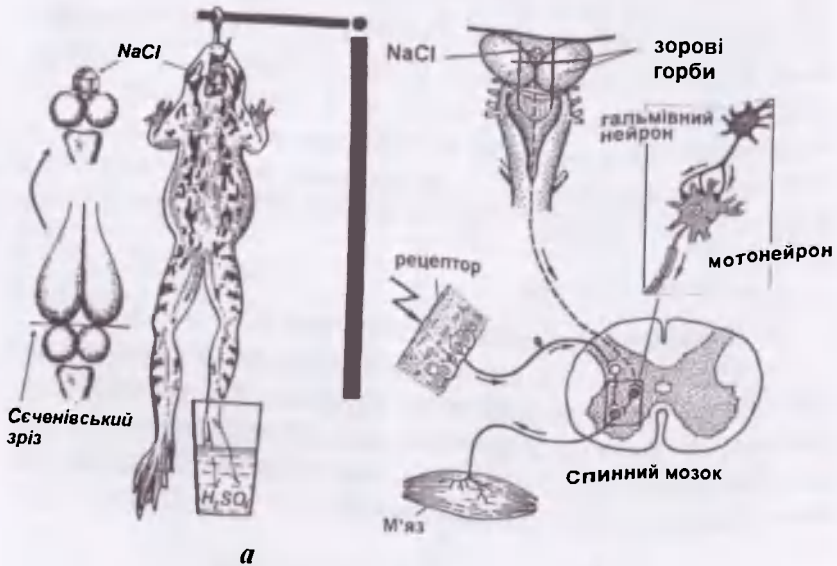


Рис. 16. Схема досліду І.М.Сеченова (а) та механізм реалізації центрального гальмування (б)

Протокол № _____
 від "___" _____ 20__ р.

№	Час захисного спинномозкового рефлексу, с		
	До дії NaCl	Під час дії NaCl	Після відмивання
1			
2			
3			
Середнє			

Зробити висновки згідно із метою роботи.

Запитання для самопідготовки

1. Нервовий центр і його функціональне значення.
2. Властивості нервових центрів.
3. Гальмування в ЦНС і його види.
4. Загальні принципи координації діяльності ЦНС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 67–72/
2. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 101–104.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 17–24.
4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 37–46.
5. Нормальна фізіологія / Під. ред. В. І. Філімонова. – К., Здоров'я, 1994. – С. 44–69.
6. Физиология человека / Под. ред. Н.В.Зимкина. – М: Физкультура и спорт, 1975 – С. 21–22; 126–142; 145–148.

7. Физиология мышечной деятельности /Под ред. Я.М.Коца. – М: Физкультура и спорт, 1982 – С. 22–29; 46–51.
8. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевещ, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 119–127.
9. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 290–297.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Тема. Вивчення моторних центрів спинного та головного мозку, рухових і тонічних рефлексів.

Мета: вивчити роль різних відділів головного мозку в регуляції тону м'язів і складних рухових актів. Ознайомитися з методами дослідження деяких тонічних і рухових рефлексів.

Коротка теоретична інформація

Цілісна діяльність організму складається з сукупності вегетативних і соматичних компонентів, які забезпечують адаптацію організму до умов існування. Це досягається складною інтеграцією процесів, що відбуваються у різних відділах ЦНС.

Найбільш філогенетично давнім відділом ЦНС є *спинний мозок*, який у людини в значною мірою підпорядкований регуляторному впливу головного мозку. Виділяють *провідникову* та *рефлекторну* функції спинного мозку (табл. 12).

Таблиця 12

Функції спинного мозку

<i>Рефлекторна</i>		<i>Провідникова</i>		
Соматичні рефлекс		Висхідні шляхи (тонкий пучок, клиноподібний пучок, спинномозково-мозочкові, спинномозково-зоровогорбові)	Низхідні шляхи	
Тонус м'язів	Рухи		Вегетативні рефлекс	пірамідні (кірково-спинно-мозкові)

Провідникова функція спинного мозку здійснюється білою речовиною, яка формує значну кількість *провідних шляхів*. Спинний мозок може здійснювати елементарні *рухові* (захисні, рефлкси розтягання, рефлкси м'язів-антагоністів, підтримання тону м'язів, ритмічні) та *вегетативні* (регуляція діяльності

внутрішніх органів) *рефлекси*. Рефлекси спинного мозку підпорядковані регулюючому впливу з боку головного мозку і зникають при розриві зв'язку між спинним і головним мозком (*спиннальний шок*).

Довгастий мозок і міст є життєво важливими структурами ЦНС, у якій замикаються дуги багатьох *соматичних та вегетативних рефлексів* – *жування та проковтування їжі, підтримання пози тіла, регуляції тону м'язів* (табл. 13). У *сітчастому утворі* (ретикулярній формації) заднього мозку зосереджені центри низки вегетативних рефлексів – *дихальний центр та судинноруховий центр*. Багато *вегетативних рефлексів довгастого мозку та моста* пов'язані з регуляцією секреції травних залоз та (за участі вегетативного ядра *блукаючого нерва*) з рефлекторною регуляцією діяльності внутрішніх органів.

Таблиця 13

Рефлекси довгастого мозку та моста

Соматичні				Вегетативні		
підтримання пози тіла				захисні (кашель та ін.)	регуляція тону м'язів	регуляція дихання, просвіту судин, вплив на внутрішні органи (ядро блукаючого нерва)
шийні	присінкові		жування, ковтання			
	статичні	стато- кінетичні				

До складу *середнього мозку* належить *дах середнього мозку* (*чотиригорбкове тіло*), верхні горбики якого є підкірковим центром зору, а нижні – слуху. Нейрони чотиригорбкового тіла здійснюють безумовні рефлекси на слухові та зорові подразники, зокрема *орієнтувальні рефлекси*. У ніжках середнього мозку залягає також низка функціонально значущих ядер. Серед них – *чорна речовина, червоне ядро, сітчастий утвір* середнього мозку, які беруть участь у регуляції тону м'язів та координації рухів. У рефлекторній регуляції рухів очей беруть участь розміщені в ніжках мозку ядра *окорухового (III) і блокового (IV) нервів*, у регуляції просвіту зіниці та опуклості кришталика – *ядро Якубовича-Едінгера*. Середній мозок виконує також *провідникову функцію*.

Мозочок – це надсегментарний утвір, що не має безпосередніх зв'язків з виконавчим апаратом, проте має важливе значення в регуляції пози тіла й тонуусу м'язів, координації швидких цілеспрямованих рухів, реалізації швидких рухів за командою із кори півкуль головного мозку (табл. 14). Порушення діяльності мозочка проявляється у формі порушення координації рухової активності: *атонії, астенії, астазії, атаксії*.

Таблиця 14

Функції мозочка

Функціональні зони кори мозочка	Кора черв'яка	Проміжна кора	Латеральна кора
<i>Низхідні впливи</i>	Ядро вершини, ядро Дейтерса, ретикулярна формація	Кулясте й кіркоподібне ядра, червоне ядро	Зубчасте ядро, вентромедіальне ядро таламусу, моторні зони кори
<i>Функції</i>	Регуляція пози тіла й тонуусу м'язів	Координація цілеспрямованих рухів із рефlekсами підтримання пози тіла	Координація швидких рухів за командою із кори півкуль головного мозку
<i>Симптоми пошкодження</i>	Атонія, ригідність, астенія, астазія	Тремор під час руху	Атаксія

До складу проміжного мозку належить *зоровий горб (таламус), епіталамус* (надзоровогорбова ділянка – склепіння та епіфіз), *гіпоталамус* (підзоровогорбова ділянка) та *метаталамус*. Нервові клітини *таламусу* групуються у велику кількість ядер (до 40). У *проекційних ядрах* відбувається перемикування сенсорної інформації з аксонів висхідних шляхів на кінцеві нейрони в корі великих півкуль. *Асоціативні ядра* забезпечують аналіз інформації на рівні таламусу, *неспецифічні ядра* здійснюють збуджувальні та гальмівні впливи на кору. *Гіпоталамус* відіграє важливу роль у підтриманні стабільності внутрішнього середовища організму та в інтеграції функцій вегетативної, ендокринної та соматичної систем. Ці процеси здійснюються в

тісній взаємодії з прилеглою залозою внутрішньої секреції – *гіпофізом*.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: жаба, дерев'яний брусок (2·8 12 см), препарувальний набір, штатив з гачком, неврологічний молоточок.

Завдання 1. Дослідити окремі сухожилкові рефлекси людини.

Сухожилкові рефлекси людини використовуються для тестування функціонального стану організму та нерво-м'язового апарату людини. Послаблення або зникнення сухожилкових рефлексів може вказувати на пошкодження певних ділянок спинного мозку. Сухожилкові рефлекси належать до безумовних пропріоцептивних рефлексів, що здійснюються за участю двонейронної рефлекторної дуги (рис. 17, 18).

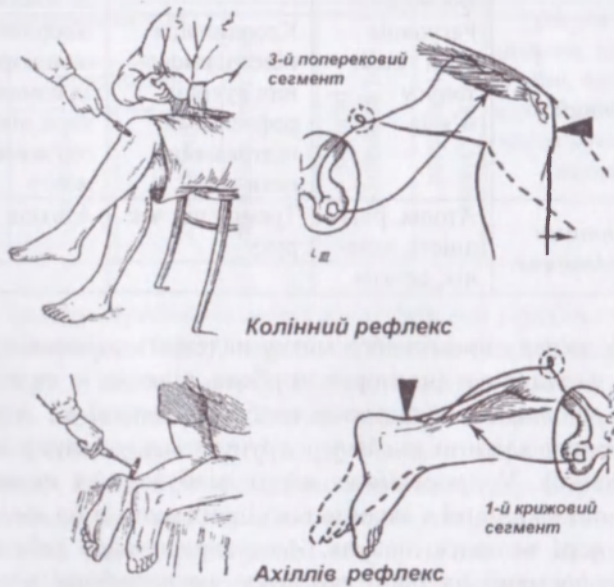


Рис. 17. Методи дослідження та схеми рефлекторних дуг колінного й ахіллового рефлексів

Колінний рефлекс. Досліджуваний сідає на крісло, поклавши ногу на ногу й затискаючи при цьому руки (див. рис. 17). При ударі неврологічним молоточком по сухожилку чотириголового м'яза стегна нижче від наколінка спостерігається рефлекс – розгинання ноги. Мотонейрони рефлекторної дуги рефлексу знаходяться на рівні поперекових сегментів спинного мозку.

Ахіллів рефлекс. Досліджуваний стає колінами на крісло так, щоб ступні вільно звисали (див. рис. 17). При ударі молоточком по ахілловому сухожилку спостерігається згинання стопи. Закриття рефлекторної дуги відбувається на рівні крижового відділу спинного мозку.



Рис. 18. Методи дослідження та схеми рефлекторних дуг сухожилкових рефлексів руки

Сухожилкові рефлекси руки. Ударяючи молоточком по сухожилках двоголового м'яза плеча та триголового м'яза, спостерігають згинальні та розгинальні рефлекси передпліччя (рис. 18). Рефлекторні дуги цих рефлексів замикаються через шийні сегменти спинного мозку.

Студенти визначають ступінь жвавості рефлексів з обидвох боків тіла, замальовують схеми рефлекторних дуг.

Завдання 2. Рефлекторний тонус м'яза.

Спинальну жабу підвішують на гачку штатива. На одній із лапок оголюють сідничний нерв. Спостерігають зміни тонусу м'язів при перерізанні сідничного нерва (лапка опускається нижче за інтактну) та при руйнуванні спинного мозку (спостерігають зникнення тонусу всіх м'язів). Роблять *висновок* про роль спинного мозку й периферичної нервової системи в регуляції тонусу м'язів.

Завдання 3. Спостереження складних статичних та статокінетичних рефлексів.

Для дослідження статичних і статокінетичних рефлексів використовують жабу. Для демонстрації статичного рефлексу жабу перекидають уверх черевцем і кладуть на спину. Спостерігають за швидким поновленням нормальної пози тіла. Для демонстрації статокінетичних ліфтних рефлексів (збереження пози тіла під час руху) жабу розміщують на рівній площині (дощечка, дно банки), яку швидко опускають та піднімають. Спостерігають, як на початку підйому жаба притискається до площини опори, а під час руху вниз – піднімається на лапках. Слід також з'ясувати роль статичних і статокінетичних рефлексів у виконанні спортивних вправ (рис. 19).

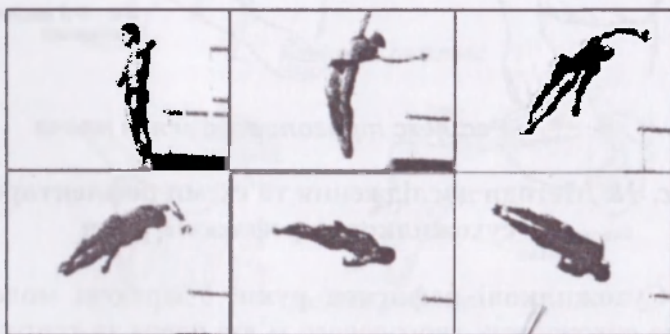


Рис. 19. Стрибок з трампліна як приклад реалізації складних статокінетичних рефлексів

Завдання 4. Зіничний рефлекс.

Досліджуваний сідає обличчям до вікна й прикриває руками очі. Різко забирає одну руку – спостерігають звуження зіниці при інтенсивному освітленні ока світлом. Відзначають співдружню реакцію зіниці на другому оці (рукою око прикривають так, щоб на нього не падали прямі промені). Слід пояснити механізм рефлексу, замалювати схему його рефлекторної дуги, позначити структури, які беруть у його реалізації.

Наприкінці роботи формулюють *висновок* згідно з метою роботи.

Запитання для самопідготовки

1. Рефлекторна і провідникова діяльність спинного мозку.
2. Сухожилкові рефлекси. Методи дослідження.
3. Рефлекторні центри довгастого мозку.
4. Роль середнього мозку в регуляції рухів і тону м'язів.
5. Роль мозочка в регуляції рухів та тону м'язів.
6. Проміжний мозок. Функції таламуса й гіпоталамуса.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 73–93.
2. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 162–170.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 24–36.
4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 46–52; 54–59.
5. Нормальна фізіологія / Під. ред. В. І. Філімонова. – К., Здоров'я, 1994. – С. 141–164.
6. Физиология человека /Под. ред. Н.В.Зимкина. – М: Физкультура и спорт, 1975 – С. 142–153.

7. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М.Коца. – М: Физкультура и спорт, 1982 – С. 46–54, 63–65.
8. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 127–160.
9. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С.297–330.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Тема. Дослідження функцій кори півкуль великого мозку.

Мета: вивчити функції кори півкуль і базальних ядер. Ознайомитися з методиками їхнього дослідження – визначенням латентного часу рухової реакції (ЛЧРР) та електроенцефалографією (ЕЕГ).

Коротка теоретична інформація

Одним із відділів переднього мозку є півкулі великого мозку, вкриті *корою*. У товщі білої речовини півкуль лежать парні базальні ядра (ганглії): *смугасте тіло (хвостате ядро, бліда куля й лушпина)* та *огорожа* (табл. 15). Базальні ядра разом із структурами проміжного мозку беруть участь у здійсненні складних захисних, харчових та інших безумовних рефлексів, об'єднують діяльність розміщених нижче структур ЦНС, регулюють тонус м'язів і забезпечують необхідне положення тіла під час м'язової роботи.

Таблиця 15

Базальні ядра (ганглії) – структури та функції

Структури	Смугасте тіло		Огорожа	
	Хвостате ядро	Сочевницеподібне ядро		
		Бліда куля		Лушпина
Функції	Прогнозування і планування рухової діяльності, початок і припинення повільних рухів, співдружні рухи, міміка, гальмування окремих відділів головного мозку			
Порушення	Зміни тонусу м'язів (воскова ригідність)	Акінезія (<i>паркінсонізм</i> – скованість рухів, порушення міміки, зникнення співдружних рухів), тремор у спокої	Гіперкінезія (<i>хорея</i> – швидкі мимовільні рухи, <i>атетоз</i> – судоми м'язів)	

При цьому *бліда куля* виконує моторну функцію, забезпечуючи прояв ритмічних рефлексів, виконання співдружних, мімічних та інших рухів. *Смугасте тіло* виявляє гальмівний вплив на рухову активність, пригнічуючи функції блідої кулі, а також

моторної ділянки кори великих півкуль. Захворювання смугастого тіла призводить до виникнення мимовільних непорядкованих скорочень м'язів (*хореї*). Порушення функцій базальних ядер може також супроводжуватися симптомами *паркінсонізму*.

Філогенетично найновішою ділянкою мозку людини є *кора півкуль великого мозку* (табл. 16). Морфологічно та філогенетично виділяють *стародавню кору* (архипалеокортекс), *давню кору* (палеокортекс) та *нову кору* (неокортекс). Структури стародавньої (*нюхові цибулини*) та давньої кори (*поясна звивина, мигдалеподібне тіло, парагіпокампова звивина, морський коник*) разом із гіпоталамусом формують так звану *лімбічну систему*. Вона бере участь у виникненні емоцій з усіма притаманними їм руховими, вегетативними та ендокринними компонентами, створює мотивацію поведінки й відіграє важливу роль у процесах запам'ятовування.

Таблиця 16

Структурно-функціональна характеристика кори головного мозку

<i>Морфологічні зони</i>	<i>Стародавня кора (0,6 %)</i>	<i>Давня кора (2,2%)</i>	<i>Нова кора (97%)</i>		
<i>Структури</i>	Нюхові цибулини, нюховий горбок, та ін.	Морський коник, поясна звивина, та ін.	Лобова, тім'яна, скронева, потилична, острівцева частки		
			<i>чутливі (сенсорні) зони</i>	<i>рухові (моторні) зони</i>	<i>асоціативні зони</i>
<i>Функції</i>	Емоції, регуляція стану внутрішнього середовища, аналіз нюхової інформації	Кінцевий аналіз сенсорної інформації	Довільні рухи, підтримання-тонуусу м'язів	Вищий аналіз і синтез, вищі психічні функції	

У процесі еволюції кора великих півкуль набирає суттєвих структурних та функціональних особливостей, стає вищим відділом ЦНС і вищим інтегративним центром регуляції фізіологічних процесів. Кора головного мозку людини виконує низку *функцій*: "розпорядник і розподільувач усіх життєвих функцій" (за І.П. Павловим), вищий аналіз і синтез усіх аферентних под-

разників, утворення нових умовних рефлексів (замикальна функція), пам'ять, свідомість, мислення, мова. У корі розрізняють *сенсорні, рухові та асоціативні зони*. Кора забезпечує свідомі, довільні рухові реакції людини.

У зв'язку зі складністю фізіологічних механізмів довільної поведінки людини, латентний період умовних рефлексів значно довший від латентного періоду простих безумовних рефлексів (наприклад, колінного). Час складної умовної рефлекторної реакції залежить від складності реакції (проста, реакція вибору, екстраполяції та ін.) та від індивідуальних особливостей нервової системи людини, її функціонального стану. Тому латентний час рухової реакції (ЛЧРР) є важливим показником функціонального стану ЦНС. Швидкість реакції значною мірою регулюється через другу сигнальну систему.

Корі головного мозку властива постійна електрична активність, яка є результатом генерації синаптичних потенціалів та потенціалів дії в окремих нервових клітинах (рис. 21). У фізіологічній практиці велике поширення одержав спосіб реєстрації сумарної електричної активності різних відділів головного мозку, що називається електроенцефалографією (ЕЕГ). Параметри електроенцефалограми добре описано, вони відіграють важливу роль в оцінюванні функціонального стану різних відділів кори і підкоркових структур (табл. 17).

Таблиця 17

Характеристика основних ритмів ЕЕГ

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ РИТМІВ ЕЕГ				
γ-ритм (<i>гамма</i> -ритм)	β-ритм (<i>бета</i> -ритм)	α-ритм (<i>альфа</i> -ритм)	θ-ритм (<i>тета</i> -ритм)	δ-ритм (<i>дельта</i> -ритм)
>30 Гц	13–30 Гц 25 мкВ	8–12 Гц 50–100 мкВ	4–7 Гц 120–200 мкВ	1–3 Гц 250–300 мкВ
Активна фізична або розумова діяльність	Світловий або звуковий сигнал	Спокій, очі заплюшені, бадьорий стан	Засинання, сон	Глибокий сон, наркоз

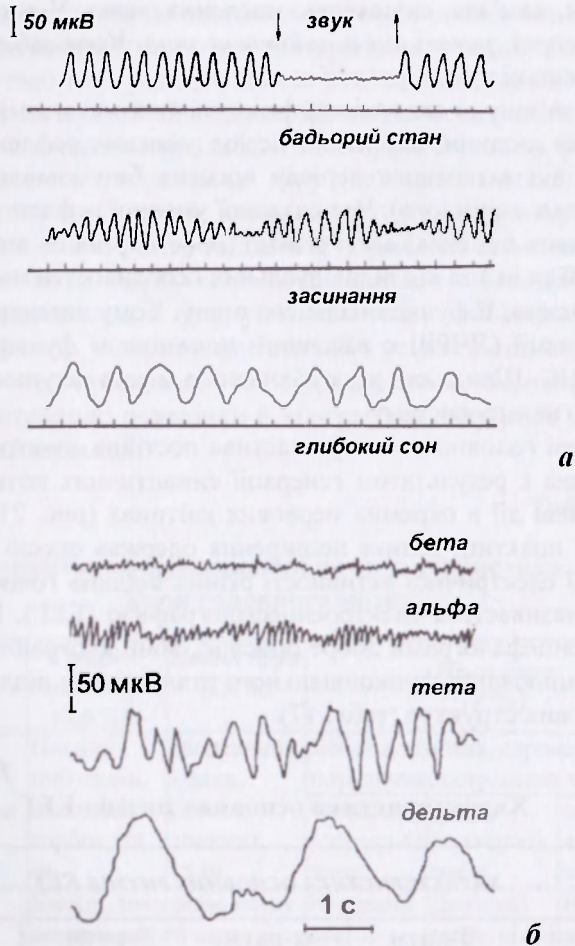


Рис. 21. Зразки записів ЕЕГ людини в різних функціональних станах кори (а) та основних ритмів ЕЕГ (б)

Дослідження ЕЕГ і ЛЧРР у спортсменів використовуються для характеристики діяльності мозку при виконанні різних фізичних вправ, індивідуальних особливостей, ранніх ознак втоми, перетренованості тощо.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: вимірювач послідовних реакцій ІПР-01, мілісекундомір або персональний комп'ютер із спеціалізованими програмами, електроенцефалограф, електроди для відведення потенціалів, електродна паста, ефір, спирт, лінійка, готові записи ЕЕГ.

Завдання 1. Визначення латентного часу рухової реакції (ЛЧРР).

Ознайомитися з рефлексометром, мілісекундоміром або персональним комп'ютером із спеціалізованими програмами.

Досліджуваний сидить у зручній позі перед приладом, палець знаходиться на кнопці вимикача. Він одержує словесну інструкцію при появі світлового або звукового сигналу миттєво натиснути на кнопку. У процесі дослідження реєструється час 5 сенсомоторних реакцій на кожний подразник у випадковій послідовності з інтервалом 3-10 с. Реєструють ЛЧРР (у мілісекундах) на подразники в стані спокою та тиші, а також при створенні штучних перешкод під час виконання досліду (шум, розмови та ін.). Час рухової реакції реєструють також в умовах вибору подразників. Результати слід записати в *протокол*.

Протокол № _____

від " _____ " _____ 20__ р.

Прізвище _____ спеціалізація _____ розряд _____
показники – світло, звук (підкреслити)

№	ЛЧРР, мс	
	У стані спокою	В умовах перешкод (або в умовах вибору)
1		
2		
3		
4		
5		
Середнє		

Проаналізувати одержані дані та порівняти результати з нормативними значеннями. ЛЧРР для світлового подразника становить 180–200 мс, а звукового – 150–180 мс. Слід також проаналізувати, як вплинули перешкоди чи ускладнення завдання (наприклад, необхідність вибору) на значення ЛЧРР.

Завдання 2. Демонстрація та аналіз запису електроенцефалограми людини.

Під час запису ЕЕГ на шкіру голови накладають електроди, фіксуючи їх шоломом. Шкіру попередньо знежирюють ефіром, між електродами і шкірою роблять прокладку зі струмопровідної пасти. Індиферентний електрод закріплюють на мочці вуха. Схема розміщення електродів може бути різною, найчастіше використовують лобні, тім'яні, скроневі, потиличні відведення. Встановлюють необхідну чутливість запису і швидкість руху стрічки (15 мм/с), записують калібрувальний сигнал. ЕЕГ записують, як правило, упродовж 10 с у різних функціональних станах:

- при розслаблених м'язах і заплющених очах (α -ритм);
- при розплющених очах чи у відповідь на звук (депресія α -ритму);
- при розв'язанні складної задачі (множення, додавання тощо);
- при уявній спортивній діяльності (біг, піднімання штанги та ін.).

Використовуючи записи ЕЕГ, студенти розраховують середню частоту хвиль (Гц) та їх амплітуду в мкВ у різних функціональних станах. Фрагменти запису ЕЕГ замальовують у зошит, позначають на ньому обчислену частоту й амплітуду ритму. Порівнюють ритми ЕЕГ в спокої і при функціональних пробах, порівнюють їх із стандартними ритмами (див. рис. 21). Роблять висновки.

Запитання для самопідготовки

1. Фізіологія базальних ядер та їх роль у координації рухової активності.
2. Функції лімбічної системи.
3. Будова та основні функції кори головного мозку.
4. Моторні зони кори, роль у регуляції довільних рухів.
5. Сенсорні та асоціативні зони кори.
6. Латентний час рухової реакції та чинники, що його визначають.
7. Електрична активність мозку, ЕЕГ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 96–114.
2. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 171–175.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 31–32.
4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 59–68.
5. Нормальна фізіологія / Під. ред. В. І. Філімонова. – К., Здоров'я, 1994. – С. 73–77, 90–92, 159–162.
6. Физиология человека /Под. ред. Н.В.Зимкина. – М: Физкультура и спорт, 1975 – С. 151–164; 178–184.
7. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М.Коца. – М: Физкультура и спорт, 1982 – С. 53–67.
8. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 164–185.
9. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 330–342.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Батуев А. С. Высшая нервная деятельность / Батуев А. С. – М.: Высш. шк., 1991. – 256 с.
2. Бахарев В.Д. Клиническая нейрофизиология регуляторных пептидов / Бахарев В. Д. – Свердловск: изд-во Уральского ун-та, 1989 – 136 с.
3. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. – М.: Мир, 1988. – 248 с.
4. Брагина Н.Н. Функциональная асимметрия человека / Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. – М.: Медицина, 1988. – 240 с.
5. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини: Підручник / Переклад з англ. Наук ред. М.Гжегоцький, В.Шевчук, О.Заячківська. – Львів.: БаК, 2002. – 784 с.
6. Клевець М.Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 1. Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем: Навчальний посібник / Клевець М.Ю. – Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2000. – 199 с.
7. Костюк П. Г. Физиология центральной нервной системы / Костюк П. Г. – К.: Вища школа, 1977. – 320 с.
8. Кульчицкий В. А. Функции вентральных отделов продолговатого мозга / Кульчицкий В. А. – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 175 с.
9. Лиманский Ю. П. Рефлексы ствола головного мозга / Лиманский Ю. П. – К.: Наук. думка., 1987. – 239 с.
10. Ноздрачев А. Д. Физиология вегетативной нервной системы / Ноздрачев А. Д. – Л., 1983. – 250 с.
11. Нормальная физиология / Под ред. А. В. Коробкова – М.: Высш. шк., 1980. – 560 с.
12. Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга / Сеченов И. М. – М., 1963. – 99 с
13. Физиология человека / Под. ред. Г.И.Косицкого. – М.: Медицина, 1985. – 544 с.
14. Физиология человека и животных / Под. ред. А.Д.Ноздрачева. – М.: Высш. шк. 1991, Т.1. – 500 с.
15. Физиология человека. / Пер. с англ. под ред. Костю-

- ка П. Г., Т. 1. – М.: Мир, 1985. – с 50–105.
16. Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. – М.: Медицина, 1985.
 17. Физиология человека: Пер. с англ. / Под. ред. Р.Шмидт, Г.Тевз. – М.: Мир, 1985, Т. 1. – 270 с.
 18. Чайченко Г. М. Фізіологія вищої нервової діяльності / Чайченко Г. М. – К.: Либідь, 1993. – 216 с.

Контрольні запитання з теми

"ФІЗИОЛОГІЯ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОГО АПАРАТУ ТА ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ"

1. Морфологічна характеристика скелетних м'язів (будова, фізіологічні властивості).
2. Нервово-м'язова передача збудження.
3. Механізм і енергетика м'язового скорочення.
4. Форми, типи й режими скорочення м'язів. РО та їхні властивості.
5. Сила м'язів та фактори, що її визначають.
6. Робота та втома м'язів.
7. Методи дослідження стану нервово-м'язового апарату людини (хронаксиметрія, динамометрія, міотонетрія, ергографія).
8. Роль центрів спинного мозку в регуляції рухової активності.
9. Роль центрів заднього мозку в регуляції рухової активності.
10. Роль центрів середнього мозку та моста в регуляції рухової активності.
11. Роль мозочка в регуляції рухової активності.
12. Роль базальних ядер у регуляції рухової активності.
13. Роль центрів кори головного мозку в регуляції рухової активності.
14. Теорія функціональної системи П.К.Анохіна, як основа розуміння цілісної регуляції рухової активності.

Розділ III

ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема. Дослідження зорової та слухової сенсорних систем.

Мета: вивчити фізіологію зорової і слухової сенсорних систем. Засвоїти методику визначення гостроти зору, поля зору й кольорового зору. Ознайомитися з деякими методами визначення слухової чутливості.

Коротка теоретична інформація

Спеціалізовані нервові структури, які служать для аналізу подразнень, І.П. Павлов назвав *аналізаторами*. Аналізатор — це сукупність утворень, що забезпечують сприйняття подразнень, трансформацію їх у нервовий процес збудження, проведення його через структури ЦНС, оцінку та аналіз зонами кори головного мозку з подальшим формуванням відчуття і сприйняття.

Першим відділом будь-якого аналізатора є *рецептор*. Усі рецептори можна класифікувати таким чином:

- за розміщенням (екстеро- та інтерорецептори);
- залежно від відстані до подразника – контактні й дистантні;
- за природою подразника (механорецептори, хеморецептори, барорецептори, терморецептори, фоторецептори, больові рецептори або ноцицептори);
- за відчуттями (зорові, слухові, нюхові та ін.);
- за способом передачі інформації – первинно- і вторинночутливі.

Рецептори сприймають подразнення та перетворюють його на імпульс, який далі передається через аферентні нервові волокна до центру відповідного аналізатора. Там відбувається подальший аналіз інформації, створення відчуття чи образу, його

розпізнавання. Процес перетворення рецептором енергії стимулу на нервовий імпульс називається сенсорним кодуванням інформації. Рецептори володіють такими *властивостями*:

- вибіркова чутливість до подразників;
- низька величина порогу для адекватних подразників;
- адаптація.

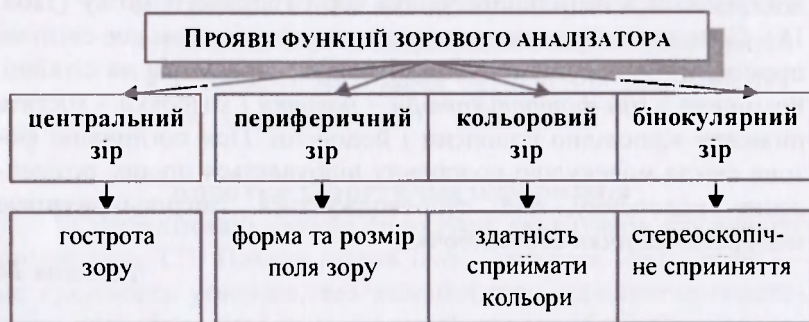
Зоровий аналізатор забезпечує надходження в нервову систему понад 90% сенсорної інформації. Зорове сприйняття – багатоланковий процес, який розпочинається з проєкції зображення на сітківку ока, збудження *фоторецепторів* і закінчується аналізом у вищих відділах зорового аналізатора, які локалізовані в потиличній частці кори головного мозку (табл. 18). *Світлопровідна система* ока пропускає і заломлює світлові промені, забезпечуючи чітке зображення предметів на сітківці. Розміщені в ній *фоторецептори* – палички і колбочки – містять пігменти відповідно родопсин і йодопсин. При поглинанні фотона світла молекулою родопсину відбувається процес розщеплення родопсину, що супроводжується гіперполяризацією мембрани палички або колбочки.

Таблиця 18

Характеристика зорового аналізатора

Периферичний відділ	Провідниковий шлях	Корковий відділ
<p><i>Світлопровідна система ока:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • рогівка; • передня і задня камера; • райдужка із зіницею; • кришталік; • склисте тіло <p><i>Світлосприймальна система (фоторецептори сітківки):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • палички; • колбочки 	<ul style="list-style-type: none"> • I-й і II-й нейрони – у сітківці; • зоровий нерв; • зоровий перехрест; • III-й нейрон – проміжний мозок (ядра таламусу) 	<p>IV-й нейрон – потилична частка кори великих півкуль</p>

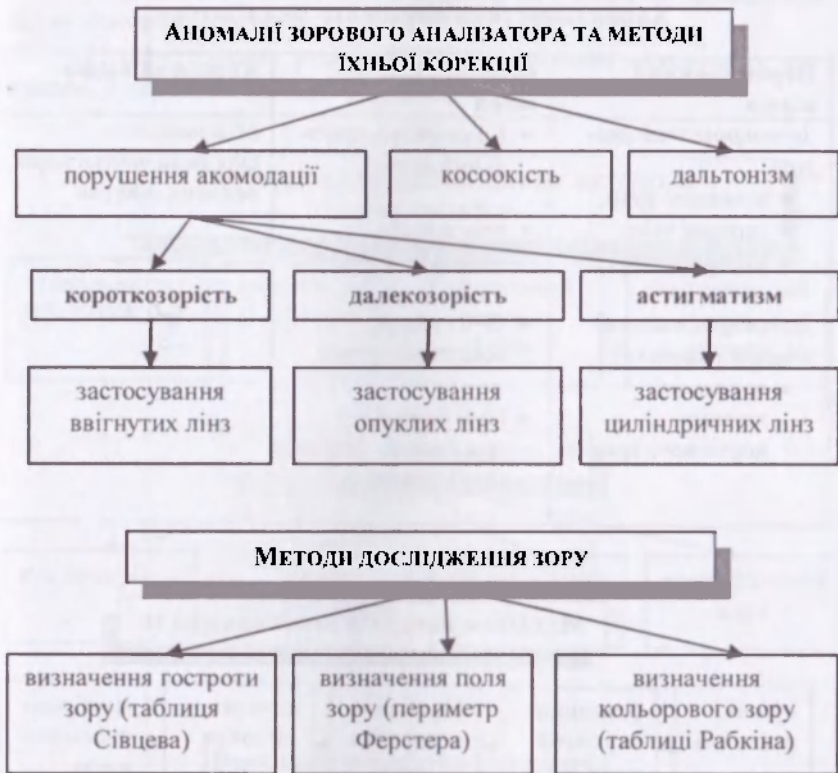
Палички функціонують при слабкому денному та нічному освітленні (присмерковий зір), а колбочки – при яскравому денному і забезпечують сприйняття кольору. Найпоширенішою теорією кольорового зору є трикомпонентна теорія сприйняття кольорів (Ломоносов, Юнг, Максвелл, Гельмгольц та ін.). За цією теорією, у сітківці ока є 3 типи колбочок, які різною мірою чутливі до червоного, зеленого й синього кольорів. Люди, які мають нормальний кольоровий зір, називаються *трихроматами*. Особи з порушенням функцій апарату кольорового зору називаються *дальтоніками*. Цей дефект зору успадковується зчеплено зі статтю (частіше трапляється в чоловіків).



Чітке зображення предметів, що знаходяться на різних відстанях від ока, забезпечується *акомодацією* ока. Вона досягається зміною заломлювальної сили кришталика, завдяки чому фокус променя розміщується точно на сітківці ока. Якщо промені від віддалених предметів перетинаються перед сітківкою, то така рефракція називається *короткозорою*, або *міопією*, а якщо за сітківкою – *далекозорою*.

Гострота зору – це здатність ока розрізняти найменшу відстань між двома точками. Мірилом гостроти зору є кут, який утворюється між променями, що йдуть від двох точок предмета до ока – кут зору. Чим менший цей кут, тим вища гострота зору. Простір, який охоплює око при фіксованому очному яблуці, називається монокулярним полем зору. Сукупність усіх точок простору, які сприймаються двома нерухомими очима, називається загальним *полем зору* (бінокулярним зоровим полем). Стереоскопічність, тобто об'ємність, рельєфність спостережуваного двома очима об'єкта визначається тим, що поле зору одного ока накладається на поле зору другого ока. Визначення відстані до

об'єкта, який розглядається, забезпечується з участю механізмів акомодатії та конвергенції.



Слухова сенсорна система служить для сприйняття звукових коливань середовища й необхідна для мовного спілкування.

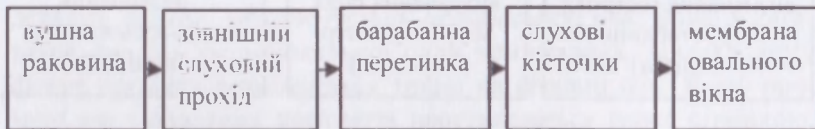
Слуховий аналізатор складається з периферичного, провідникового і кіркового відділів (табл. 19).

До периферичного відділу слухового аналізатора належать зовнішнє, середнє і внутрішнє вухо. До *зовнішнього вуха* відноситься раковина вуха і зовнішній слуховий хід. *Середнє вухо* містить *барабанну порожнину*, слухову трубу і *слухові кісточки*: *молоточок*, *коваделко* і *стреміньце*. У *завитці* внутрішнього вуха на основній мембрані міститься сукупність *волоскових клітин*, які контактують з покривною пластинкою і утворюють *спіральний (кортів) орган*.

Характеристика слухового аналізатора

Периферичний відділ	Провідниковий шлях	Корковий відділ
<p><i>Звукопровідний апарат:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • зовнішнє вухо; • середнє вухо; • внутрішнє вухо <p><i>Звукосприймальний апарат (завитка):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • волоскові клітини кортієвого органа 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>I-й нейрон</i> – спіральний вузол; • <i>присінково-завитковий нерв</i>; • <i>II-й нейрон</i> – довгастий мозок; • <i>III-й нейрон</i> – проміжний мозок (ядра таламусу) 	<p><i>IV-й нейрон</i> – скронєва частка кори великих півкуль</p>

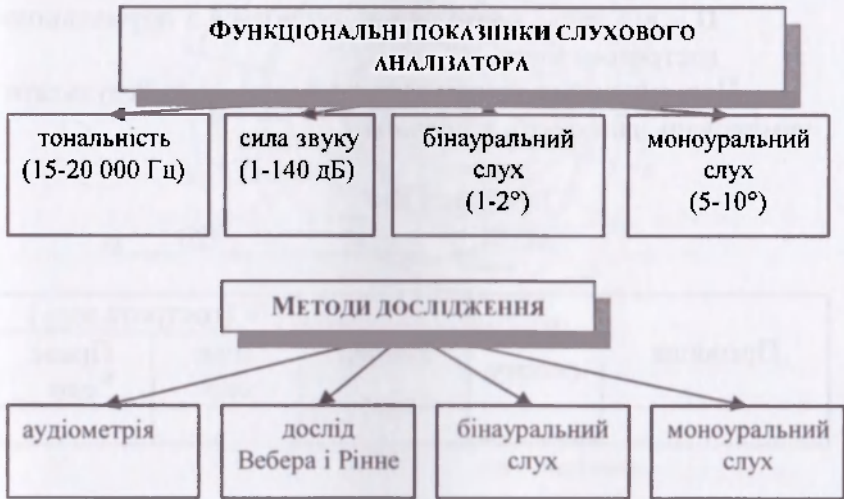
МЕХАНІЗМ ПЕРЕДАЧІ ЗВУКОВИХ ХВИЛЬ ■



Звуки, що надходять до внутрішнього вуха, викликають певні звукові відчуття, які характеризуються силою що виражається у белах, децибелах (дБ). Наприклад, шепіт – 10 дБ, тиха розмова – 40, голосна розмова – 60, крик – 80, гул літака – 110–120. Максимальний рівень гучності, що викликає больові відчуття – 140 дБ. Крім того, звуки характеризуються частотою коливань за 1 с і знаходяться в діапазоні від 16 до 20 тис. Гц. Найбільша чутливість вуха людини до частот 1000...4000 Гц. Звук, утворений однією частотою коливань, називається *тоном*. Тони бувають низькі, середні й високі. Чим більша частота коливань, тим вищий тон. Важливою характеристикою звуку є амплітуда.

Фізіологічний механізм сприйняття звуку базується на двох процесах:

- 1) розподілі звуків різної частоти за місцем їх найбільшої дії на основну мембрану завитка;
- 2) перетворенні рецепторними клітинами механічних коливань у нервовий процес.



Практична робота студентів

Прилади та матеріали: периметр Ферстера, білі та кольорові маркери до нього, бланки-відбитки поля зору, таблиці Є. Б. Рабкіна, таблиця Сівцева–Головіна, указка, аудіометр, камертони, секундомір.

Завдання 1. Визначення гостроти зору.

Дослідження проводиться за допомогою стандартних таблиць Сівцева або Головіна. У таблиці є 12 рядків із буквами (кільцями), що зменшуються з кожним наступним рядком. Поряд із кожним рядком вказано відстань (D, метри) та гостроту зору (візус, V). Досліджуваному з відстані 5 м пропонують називати букви послідовно в кожному рядку (спершу для правого, а потім – лівого ока). У процесі

дослідження око закривають спеціальним щитком. Гостроту зору визначають за значенням візусу або за формулою:

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

де V – гострота зору (візус);

d – відстань від досліджуваного до таблиці;

D – відстань, з якої рядки читаються з нормальною гостротою зору.

Нормальний показник гостроти зору – 1,0. Результати вимірювань записують у *протокол*.

Протокол № ____

від " ____ " _____ 20 ____ р.

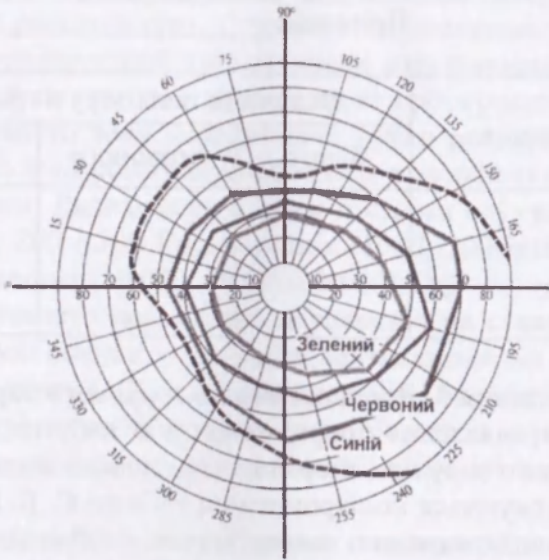
Прізвище	Вид спорту	Розряд	V (гострота зору)	
			Ліве око	Праве око

Завдання 2. Визначення поля зору.

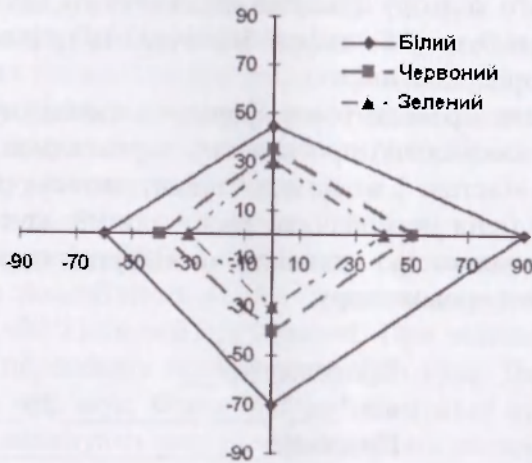
Дослідження проводяться за допомогою периметра Ферстера – рухомої механічної дуги, на яку нанесено шкалу в градусах.

Досліджуваний сідає спиною до світла, розміщує підборіддя на підставці так, щоб око знаходилося на рівні нижнього краю візирної лінійки. Друге око затуляють щитком. Досліджуваний фіксує погляд на білій крапці в центрі периметра.

Визначають момент появи білого чи кольорового маркера при наближенні їх з периферії до центру по різних напрямках для правого та лівого ока. Результати вимірювань у градусах записують у протокол дослідження. Студенти повинні побудувати схематичний периметричний відбиток за даними протоколу та зіставити його зі стандартним *периметричним відбитком* (рис. 22).



а



б

Рис. 22. Стандартний периметричний відбиток (а) та схема побудови відбитка за даними протоколу (б)

Протокол № _____
 від "___" _____ 20__ р.
 Прізвище _____

Напрямок	Величини поля зору в градусах		
	білого	червоного	зеленого
1. До носа			
2. До скроні			
3. До низу			
4. До верху			

Завдання 3. Дослідження кольорового зору.

Для виявлення природжених або набутих порушень кольорового зору при спортивному і професійному відборі використовуються поліхроматичні таблиці Є. Б. Рабкіна. У цих таблицях наведено поліхроматичні таблиці, в яких на фоні одного кольору присутні мітки іншого, які формують зображення букви або цифри. Насиченість та інтенсивність усіх кольорів однакові.

Робота проводиться у формі колективного дослідю. Студенти послідовно проглядають вертикально розміщені таблиці з відстані 1 м. Кожен студент записує результат у *протокол* (слід передбачити місце для кількох записів) і робить *висновок* про наявність чи відсутність у нього порушень кольорового зору.

Протокол № _____
 від "___" _____ 20__ р.
 Прізвище _____

№ таблиці	Видиме зображення	Дійсне зображення	Оцінка: "+" або "-"
1			
...			

Завдання 4. Аудиометрія.

Аудиометрію розуміють як вивчення гостроти слуху до звуків різних частот. Студенти знайомляться з аудіометром. Досліджуваний з одягненими навушниками сідає до приладу й повідомляє дослідникові про присутність звучання певного тону. Повертаючи ручки регулятора, встановлюють мінімальну інтенсивність, при якій звук стає ледве чутним. Визначають пороги гостроти слуху для низьких (100, 200 і 300 Гц), середніх (1000, 2000 і 3000 Гц) і високих частот (10 000, 20 000 і 30 000 Гц).

Результати досліджень переносять на стандартні аудіометричні бланки, на яких по вертикальній осі відкладають силу звуку (дБ), по горизонтальній – частоту коливань (Гц). Накреслити аудіограму та порівняти з нормальними показниками. Вказати діапазон найбільшої чутливості.

Завдання 5. Дослідження повітряної і кісткової провідності (дослід Вебера і Рінне).

Дослід Вебера. Прикладають ніжку камертона, що звучить, до тім'яної кістки досліджуваного. У нормі праве й ліве вухо відчуває звук однакової сили. Поклавши в одне вухо досліджуваного ватний тампон, перевірити слух. Порівняти результати і зробити висновки.

Дослід Рінне. Камертон, який звучить, прикладають до соскоподібного відростка. Досліджуваний чує поступове послаблення звуку. З допомогою секундоміра фіксують час кісткової провідності. При зникненні звуку камертон переносять безпосередньо до вуха. Досліджуваний знову чує звук. Фіксують час повітряної провідності. Студенти аналізують результати й роблять висновки.

Запитання для самопідготовки

1. Загальна характеристика сенсорних систем. Вчення І. П. Павлова про аналізатори.
2. Класифікація рецепторів, їх властивості та механізм збудження.

3. Зорова сенсорна система. Світлозаломлюючий та сприймаючий апарат ока (акомодація, рефракція, її аномалії).
4. Слухова сенсорна система (зовнішнє, середнє і внутрішнє вухо).
5. Провідниковий і корковий відділи зорового та слухового аналізаторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 114–128.
2. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 37–52.
3. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека (Общая. Спортивная. Возрастная). – М.: Терра-спорт, 2001. – 520 с.
4. Фізіологія людини / За ред. І. С. Кучерова. – Київ.: Вища школа, 1981. – С. 6–97.
5. Физиология человека / Под ред. Н.В.Зимкина. – М.: ФиС, 1975. – С. 35–53.
6. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М. Коца – М.: ФиС. – С. 36–39, 42–46.
7. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 235–249.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Тема. Дослідження вестибулярної та рухової сенсорних систем.

Мета: вивчити функції вестибулярної та рухової сенсорної системи. Ознайомитися з окремими методами їхнього дослідження.

Коротка теоретична інформація

Вестибулярна сенсорна система служить для аналізу положення й руху тіла в просторі. Вона складається з кісткових *присінка* й *півколових каналів*, всередині яких розміщений перетинчастий лабіринт. Присінковий лабіринт формується з двох частин: *маточки* (utricle), куди відкриваються 5 отворів перетинчастих *півколових проток*, і *мішечка* (sacculus), який сполучається із завитковою протокою.

На внутрішній поверхні мішечка та маточки знаходяться рецептори вестибулярної (гравітаційної) системи – *волоскові сенсорні епітеліоцити*, які сприймають подразнення, спричинені особливими кристалічними тілами – *отолітами*, трансформують їх у нервовий імпульс, що передається до ЦНС (табл. 20).

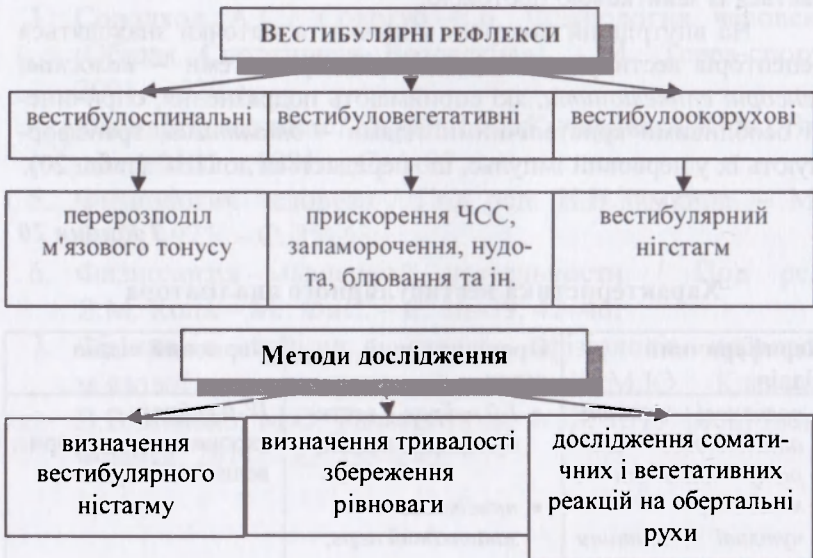
Таблиця 20

Характеристика вестибулярного аналізатора

Периферичний відділ	Провідниковий шлях	Корковий відділ
<ul style="list-style-type: none"> • <i>волоскові клітини отолітового апарату маточки і мішечка;</i> • <i>чутливі клітини півколових каналів</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>I-й нейрон – вестибулярний ганглії;</i> • <i>присінково-завитковий нерв;</i> • <i>II-й нейрон – довгастий мозок;</i> • <i>III-й нейрон – проміжний мозок (ядра таламусу)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>IV-й нейрон – скронева частка кори великих півкуль</i>

Півколові перетинчасті протоки та їх ампули також містять волоскові сенсорні клітини. Під час кутового прискорення (обертання) голови ендолімфа в певному півколовому каналі внаслідок інерції відстає від руху самих каналів, що спричинює її рух. При цьому волоски клітин гребенів згинаються і в них генерується рецепторний потенціал.

Присінкові ядра отримують інформацію від волоскових сенсорних клітин присінкового лабіринту з обох боків тіла, пропріорецепторів шиї і тулуба, ядер окорухового нерва. Оброблена інформація надходить прямо чи через сітчастий утвір до рухових нейронів спинного мозку й до мозочка. Частина сигналів надходить до гіпоталамуса і (через таламус) до кори головного мозку. Імпульси, які виникають у присінково-завитковому лабіринті, рефлекторно можуть впливати на тонус окремих м'язів і навіть без участі свідомості викликати їх скорочення (ритмічні звуки полегшують ходьбу, танцювальна мелодія допомагає танцювати).



Рухова сенсорна система є необхідною для аналізу стану рухового апарату й отримує інформацію стосовно діяльності різних його ланок. Руховий аналізатор здійснює зворотний зв'язок, інформуючи ЦНС про ступінь скорочення м'язів, про натяг сухожиль і зв'язок, про положення суглобів. Порушення цих зв'язків через рухову сенсорну систему порушує координацію рухів.

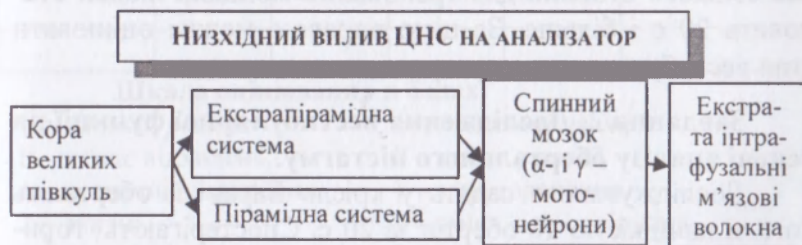
Механорецептори рухової сенсорної системи розташовані в м'язах, сухожиллях і суглобових сумках та діляться на три типи: *тільця Гольджі*, *тільця Пачіні* й *нервово-м'язові веретена* (табл. 21). Перші і другі рецептори збуджуються при скороченні м'язів, треті – переважно при розслабленні.

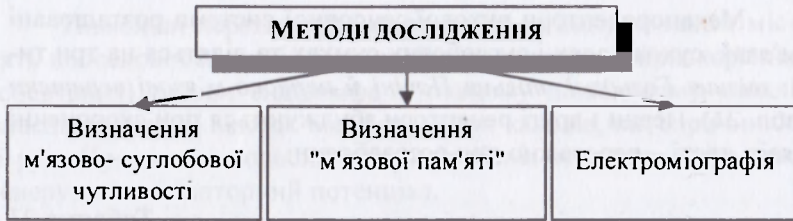
Таблиця 21

Характеристика рухового аналізатора

Периферичний відділ	Провідниковий шлях	Корковий відділ
<ul style="list-style-type: none"> • <i>тільця Гольджі</i>; • <i>тільця Пачіні</i>; • <i>нервово-м'язові веретена</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>I-й нейрон</i> – спинальні ганглії; • <i>II-й нейрон</i> – спинний або довгастий мозок; • <i>III-й нейрон</i> – проміжний мозок (ядра таламусу) 	<i>IV-й нейрон</i> – зацентральна закрутка кори великих півкуль

Чутливість рецепторів у веретенах регулюється ЦНС за допомогою *γ-волокон*. Через альфа-волокна надходять імпульси, які викликають скорочення м'язів. Гамма-волокна не викликають загального м'язового скорочення. Вони скорочують лише інтрафузальні м'язові веретена, підвищуючи збудливість рецепторів рухового аналізатора.





Імпульси від рецепторів рухового аналізатора забезпечують "зворотний зв'язок", необхідний для керування рухами. У результаті тренування поліпшуються можливості аналізувати силу й амплітуду м'язових скорочень. Для рухової сенсорної системи явище адаптації виражене дуже слабо. Це має велике біологічне значення, оскільки багато м'язів безперервно працюють упродовж десятків хвилин і навіть годин. Крім того, рухова сенсорна система має велике значення для стимуляції функцій вегетативних систем. Зокрема, при м'язовій роботі посилюється діяльність серцево-судинної, дихальної, травної, видільної та інших систем. Ці моторно-вісцеральні реакції здійснюються як безумовно-, так і умовнорефлекторно.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: крісло Барані, кистьовий і становий динамометри, кінематометр Жуковського, коробочки різної ваги, секундомір, таблиці.

Завдання 1. Проба Озорецького.

Стоячи на одній нозі, до коліна торкаються п'ятою другої ноги. Очі заплющені. Визначають час стійкого стояння в такій позі та записують його у *протокол*. Середній час стійкого стояння для тренуваних молодих людей становить 20 с і більше. За цією вправою можна оцінювати стан вестибулярного апарату.

Завдання 2. Дослідження вестибулярної функції на основі аналізу оберտального ністагму.

Досліджуваного садять у крісло Барані й обертають його зі швидкістю 10 обертів за 20 с. Спостерігають горизонтальний ністагм при вертикальному положенні голови та вертикальний – при нахиленні голови на плече. Дослід

повторюють із заплющеними очима під час обертання. Вимірюють тривалість ністагму (у нормі від 0 до 40 с, залежно від рівня натренованості). Дані записують у *протокол* дослідження.

Завдання 3. Дослідження соматичних і вегетативних реакцій при навантаженні вестибулярного апарату обертанням.

На крісло Барані садять досліджуваного й виконують 10 обертів за 20 с. Установлюють величини соматичних (точність ходьби по намальованій на підлозі лінії) і вестибуло-вегетативних реакцій при подразненні горизонтальних, сагітальних і фронтальних півколових каналів (при вертикальному положенні голови, при нахилі голови вперед і на плече). Оцінюють за 3-бальною системою.

Протокол № ____
від " ____ " _____ 20__ р.

Прізвище	Спеціалізація, розряд	Тривалість, с	
		Обертальний ністагм	
		Проба Озорецького	

Спеціалізація	Реакції при подразненні півколових каналів, бал					
	горизонтальних		сагітальних		фронтальних	
	соматичні	вегетативні	соматичні	вегетативні	соматичні	вегетативні

Шкала оцінювання в балах:

Соматичні реакції:

0 – немає відхилень,

1 – незначні відхилення,

2 – значні,

3 – сильні відхилення.

Вегетативні реакції:

0 – немає реакції,

1 – запаморочення,

2 – зміна кольору шкіри,

3 – потовиділення, нудота.

Проаналізувати результати і зробити *висновки*.

Завдання 4. Дослідження здатності диференціювати різні амплітуди руху в суглобах за допомогою кінематометра Жуковського.

Досліджуваний виконує під контролем зору триразове відведення руки до 75 градусів на кінематометрі Жуковського. Потім ті ж самі рухи виконують із заплющеними очима. Реєструють відхилення від заданої амплітуди рухів, записують дані у протокол обстеження.

Завдання 5. Дослідження здатності запам'ятовувати м'язові зусилля.

Визначають максимальну силу м'язів правої кисті. Пропонують під контролем зору тричі відтворити половину максимального зусилля та запам'ятати відчуття. Потім повторюють п'ять разів це зусилля без контролю зору й без корекції зі сторони експериментатора. Виконують дослідження правою та лівою рукою. Порівнюють одержані дані. Роблять *висновки*.

Завдання 6. Визначення м'язової "пам'яті" за допомогою станового динамометра.

Визначають станову силу. Тричі під контролем зору повторюють половину цього зусилля. Потім повторюють 5 разів без зорового контролю й корекції.

Результати відхилення від половини максимального зусилля сумують без врахування знаку. Порівнюють результати у студентів групи.

Завдання 7. Дослідження розрізнення ваги.

На долоні витягнутої руки кладуть коробочки різної ваги. Визначають абсолютний поріг відчуття (найменша вага, яка відчувається під контролем зору) і диференціальний поріг розрізнення ваги. Записують одержані результати у протокол і роблять *висновки* про стан рухової сенсорної системи (відмінне, добре й задовільне) залежно від спеціалізації.

Завдання 8. Дослідження точності роботи рухового аналізатора.

Розділити сторінку зошита горизонтальною лінією на 2 частини. Правою рукою намалювати посередині велике коло, відвести руку в сторону та під контролем зору 5 разів влучити в центр кола. Після цього спробувати влучити в центр кола із заплющеними очима. Після завершення розплющити очі й встановити ступінь точності влучання. Повторити цей дослід для лівої руки. Результати записати в протокол.

Протокол № _____
 від "___" _____ 20___ р.
 Прізвище _____
 спеціалізація _____ розряд _____

Проба	Умови досліджу	Рука	Результат
Диференціація кута	Без зорового контролю, градуси	п	
		л	
М'язова пам'ять	Сила кисті, кг	п	
		л	
	Станова сила, кг		
Розрізнення ваги	Абсолютний поріг відчуття, г	п	
		л	
	Диференціальний поріг, г	п	
		л	
Точність роботи рухового аналізатора	Права рука, %		
	Ліва рука, %		

Проаналізувати значення спільної діяльності зорового та рухового аналізаторів для точності рухів і зробити висновки.

Запитання для самопідготовки

1. Вестибулярна сенсорна система.
2. Схема нейронного шляху вестибулярної сенсорної системи.
3. Вестибулярні рефлексії.
4. Рецептори рухової сенсорної системи.
5. Схема нейронного шляху рухової сенсорної системи.
6. Значення функціонального стану вестибулярної та рухової сенсорних систем у спорті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 120–136.
2. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 52–56.
3. Фізіологія людини./ За ред. І. С. Кучерова. – Київ.: Вища школа. 1981. – С. 97–102.
4. Физиология человека / Под ред. Н. В. Зимкина. – М.: ФиС, 1975. – С. 53–61.
5. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М. Коца – М.: ФиС, 1982. – С. 36–40, 42–46.
6. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 249–257.
7. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – 463 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Батуев А. С. Введение в физиологию сенсорных систем / Батуев А. С, Куликов Г А. – Л.: Высшая школа, 1983. – 247 с.
2. Варганян И. А. Звук-слух-мозг / Варганян И. А. – Д.: Наука, 1981. – 176 с.

3. Введение в теорию рецепторов / Под ред. С. Г. Галактионова и др. – Наука и техника, 1986. – 198 с.
4. Демидов В. В. Как мы видим то, что видим / Демидов В. В. – М.: Знание, 1987. – 240 с.
5. Дудкин К. Н. Зрительное восприятие и память. Информационные процессы и нейронные механизмы / Дудкин К. Н. – Л.: Наука, 1985 – 208 с.
6. Кайдель В. Физиология органов чувств / Кайдель В. – М.: Медицина, 1975 – 216 с.
7. Калюжный Л. В. Физиологические механизмы регуляции болевой чувствительности / Калюжный Л. В. – М.: Медицина, 1984. – 214 с.
8. Кезели А. Р. Нейрофизиологические механизмы цветного зрения / Кезели А. Р. – Тбилиси: Мецниереба. 1983. – 184 с.
9. Клевець М.Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 1. Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем: Навчальний посібник / Клевець М. Ю. – Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2000. – 199 с.
10. Кравков С. В. Глаз и его работа / Кравков С. В. – М. – Л.: Наука, 1977. – 240 с.
11. Курашвили А. Е. Физиологические функции вестибулярной системы / Курашвили А. Е., Бабяк В. И. – Л.: Медицина, 1975 – 279 с.
12. Митькин А. А. Системная организация зрительных функций / Митькин А. А. – М: Наука, 1988 – 197 с.
13. Нормальная физиология / Под ред. А. Коробкова. – М : Высшая школа, 1980. С. 331–362.
14. Основы сенсорной физиологии. Пер. с англ / Под ред. Р. Шмидта. – М: Мир, 1984 – 287 с.
15. Руководство по физиологии. "Физиология сенсорных систем". – Л.: Наука. – 1971-1972. – ч. 1 и 2. – 520 с.
16. Соколов Е. Н. Цветное зрение / Соколов Е. Н., Измайлов Ч. И. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 175 с.
17. Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого – М.: Медицина, 1985. – с. 430–480.

Розділ IV ФІЗІОЛОГІЯ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ (ВНД) ЛЮДИНИ

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема. Методи дослідження ВНД. Вивчення особливостей ВНД людини

Мета: ознайомитися з механізмами утворення та гальмування умовних рефлексів. Засвоїти методики дослідження процесів ВНД людини

Коротка теоретична інформація

Вища нервова діяльність є індивідуально-набутою в процесі життя. Це розумова (інтелектуальна) і довільна рухова діяльність, яка пов'язана з функцією вищих відділів ЦНС, корою півкуль великого мозку і підкірковими структурами. ВНД забезпечує різноманітні акти поведінки людини. Наука про ВНД містить вчення про умовні рефлекси, взаємодію процесів збудження й гальмування та аналітико-синтетичну діяльність кори, динамічні стереотипи, типи нервової діяльності, взаємодію першої і другої сигнальної систем, сон і неспання.

В основі різноманітних поведінкових реакцій організму І. П. Павлов виокремив вроджені та набуті форми (безумовні й умовні рефлекси, табл. 22).



Відмінності умовних і безумовних рефлексів

<i>Безумовні рефлекси</i>	<i>Умовні рефлекси</i>
Природженні реакції	Набуті реакції
Постійні реакції	Існують тимчасово, можуть зникати
Видові рефлекси	Індивідуальні рефлекси
Мають постійні рефлекторні дуги	Здійснюються тимчасовими рефлекторними дугами
Рефлекторні дуги замикаються на рівні усіх відділів ЦНС	Рефлекторні дуги замикаються на рівні кори головного мозку

УМОВИ УТВОРЕННЯ УМОВНИХ РЕФЛЕКСІВ

Умовний подразник випереджає безумовний на 10–20 с	Повторюваність впливу умовного і безумовного подразників	Відсутність сторонніх подразників	Активний стан організму	Оптимальна сила умовного подразника
--	--	-----------------------------------	-------------------------	-------------------------------------

У реалізації будь-яких процесів ВНД важливе значення має *гальмування*. І. П. Павлов виокремив такі види гальмування: *безумовне* (зовнішнє) і *умовне* (внутрішнє), до якого належить *згасальне, диференціювальне, запізнювальне та умовне*.

Вплив навколишнього середовища на організм здебільшого здійснюється комплексом подразнень, що діють у певній послідовності. Відповідь кори великих півкуль, при якій на ту саму систему подразників організм відповідає чітко визначеною й міцно закріпленою реакцією, І.П. Павлов назвав *динамічним стереотипом*. Стереотип має позитивне значення при виконанні

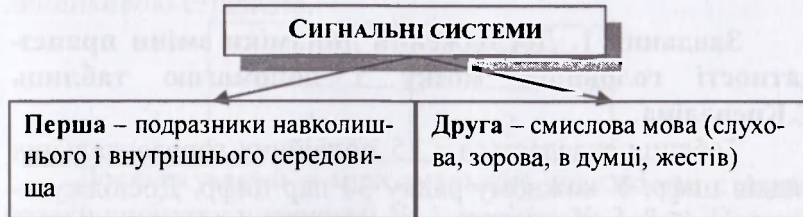
спортсменом стандартних вправ (біг, ходьба, стрибки, метання тощо), негативний – у ситуаційних видах спорту (одноборства та спортивні ігри).

В особливостях ВНД виявляються ознаки, які характеризують індивідуальні риси поведінки. І.П. Павлов описав такі *властивості нервових процесів*: силу, зрівноваженість і рухливість, на основі яких він виділив 4 типи ВНД (жвавий, нестримний, спокійний та слабкий). Тип ВНД – це сукупність успадкованих властивостей нервової системи й ознак, набутих під впливом зовнішнього середовища. Особливості поведінки людини – це не тільки прояв природжених рис, але і результат виховання, навчання, тобто це сукупність генотипу й фенотипу. Визначення типу ВНД важливе під час професійного та спортивного відбору.



Для вищої нервової діяльності людини є характерними дві сигнальні системи. *Перша сигнальна система* складається із

конкретних, безпосередніх образів дійсності, що формуються під впливом зовнішніх і внутрішніх подразників. Друга сигнальна система функціонує на основі слів, понять, математичних символів тощо, які позначають вплив цих факторів.



Вчення І.П.Павлова про ВНД є величезним досягненням світової фізіології. Розвиваючи вчення І. П. Павлова, його учень, академік Н.К.Анохін, запропонував розглядати формування будь-якого поведінкового акту як *функціональну систему*, в основі якої лежить кінцевий пристосувальний результат (рис. 23). Архітектура функціональної системи містить такі етапи: *аферентний синтез* (відбувається з участю пам'яті, обстановочної інформації, пускової інформації, мотивації), стадія прийняття рішення, стадія формування програми дії та акцептора результату дії, реалізації дії, оцінювання параметрів результату і корекція з участю зворотньої аферентації.

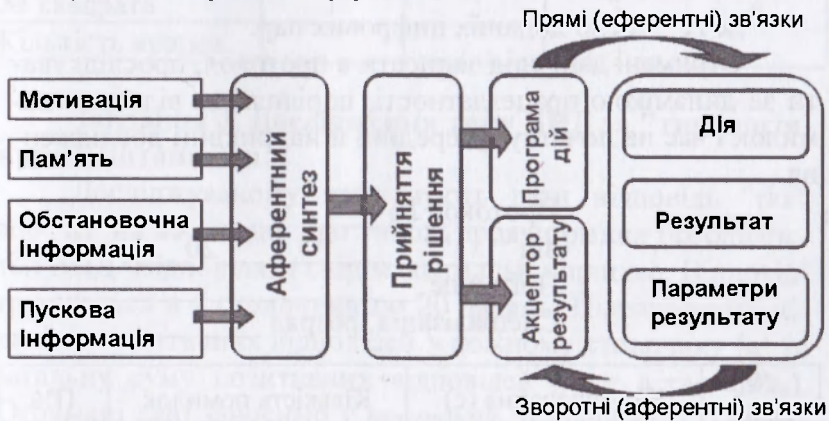


Рис. 23. Схема функціональної системи поведінкового акту (за П.К.Анохіним)

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: таблиця Крепеліна, секундомір, картки із набором слів для запам'ятовування, тестові запитання для визначення типу ВНД, олівець.

Завдання 1. Дослідження динаміки зміни працездатності головного мозку з допомогою таблиць Е.Крепеліна.

Таблиця складається з 15 подвійних горизонтальних рядків цифр. У кожному рядку 30 пар цифр. Досліджуваному необхідно якомога швидше додавати кожен пару цифр по вертикалі й записувати результат під ними. У кінці кожного рядка експериментатор проставляє час виконання та число помилок. Кількість помилок встановлюють із допомогою 15 еталонів.

Рівень працездатності головного мозку оцінюють за двома показниками: Т – час, що затрачається на виконання всього завдання, і П – загальна кількість помилок.

Відсоток помилок вираховують за формулою:

$$П\% = \frac{П}{А} \cdot 100,$$

де А – число доданих цифрових пар.

Отримані дані слід записати в протокол, прослідкувати за динамікою працездатності, порівнявши відсоток помилок і час на початку, усередині й наприкінці дослідження.

Протокол № ____
від " ____ " _____ 20 ____ р.
Прізвище _____
Спеціалізація, розряд _____

№ рядка	Час виконання (с)	Кількість помилок	П%
1			
2			
...			

Завдання 2. Дослідження рухливості нервових процесів.

Для виконання роботи розграфлюють листок паперу на 4 квадрати, які позначаються цифрами 1, 2, 3, 4 за годинниковою стрілкою.

1	2
4	3

Досліджуваній з максимальною швидкістю ставить крапки спочатку у квадраті № 1, потім – № 2, 3, 4. Перехід від квадрата до квадрата відбувається через кожні 19 с за команду. Підраховуються крапки в кожному квадраті.

Стабільність кількості крапок або їх прогресивне збільшення свідчить про задовільний функціональний стан нервової системи. Зменшення числа крапок від квадрата до квадрата вказує на швидку втомлюваність нервових процесів.

Порівнюють результати, одержані в різних студентів, роблять *висновки*.

№ квадрата	1	2	3	4
Кількість крапок				

Завдання 3. Дослідження типу ВНД за "типологічними" питаннями.

Досліджуваному пропонують дати відповідь "так" або "ні" на 80 питань про типові прояви різних особливостей ВНД. Відповідати слід максимально швидко. Відповіді групуються в 4 стовпчики по 20 питань. Підраховують кількість позитивних відповідей у кожному стовпчику (а) та загальну суму позитивних відповідей ($A = a_1 + a_2 + a_3 + a_4$). Отримані дані заносимо у *протокол*, темперамент оцінюємо за схемою: 40% – домінантний тип, 30–39% – явно виражений, 20–29% – середньо виражений, 10–19% – слабо виражений.

Протокол № _____
 від " ____ " _____ 20__ р.

Стовпчик	1	2	3	4
$a_1 - a_4$				
A				
$a/A, \%$				
Темпера- мент	Холерик	Сангвінік	Флегма- тик	Мелан- холік
Оцінка прояву				

Завдання 4. Виявлення типу пам'яті методом відтворення.

Робота виконується з 4 рядами слів (іменників), які не мають логічного зв'язку одне з одним. Ряди слів надруковані на окремих картках. Дослід проводиться в абсолютній тиші. Спершу викладач читає вголос 1-й ряд слів з інтервалом 5 с. Після 10 с перерви, досліджувані записують у протоколі слова і перевіряють правильність відтворення. Відпочивають 5 хв, після чого викладач роздає карточки другого ряду слів. Студенти за командою перевертають їх текстом вгору і читають упродовж 1 хв. Потім закривають і через 10 с записують слова, які запам'ятали. Перевіряють результат та відпочивають 5 хв.

Відтак викладач вголос читає слова третього ряду. Досліджувані, шепочучи, повторюють кожне із них і "записують" у повітрі. Після 10 с перерви записують слова в протокол, перевіряють правильність відповідей. Відпочивають 5 хв, після чого їм роздають картки 4 ряду. Викладач читає їх уголос. Досліджувані також читають їх уголос, повторюють, пошепки кожне слово і "записують" їх у повітрі. Через 10 с записують їх у протокол. Результати фіксують у протоколі і роблять висновок про те, які види пам'яті переважають.

Протокол № ____
 від " ____ " _____ 20 ____ р.

Вид пам'яті	Кількість слів у ряді (А)	Кількість правильно відтворених слів (В)	Коефіцієнт пам'яті $C = \frac{B}{A}$
Слухова	10		
Зорова	10		
Моторно-слухова	10		
Комбінована	10		

Студенти роблять *висновок* згідно з метою роботи.

Запитання для самопідготовки

1. Основні відмінності умовних і безумовних рефлексів.
2. Умови та механізм утворення умовних рефлексів.
3. Види гальмування умовно-рефлекторної діяльності.
4. Типи ВНД . Особливості ВНД людини.
5. Вчення І.П. Павлова про I і II-сигнальні системи.
6. Структура цілісної поведінки з точки зору теорії функціональної системи П. К.Анохіна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 137–156.
2. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991– С. 68–82.
3. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. – М., 2001. – С.43–49.
4. Физиология человека. / Под ред. Зимкина Н. В. – М.: ФиС, 1975. – С. 185–199.

5. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М. Коца. – М.: ФиС, 1982. – С. 67–79, 82–84.
6. Физиология человека / Под ред Г.И. Косицкого. – М.: Медицина, 1985. – С. 5–18.
7. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – С. 185–201

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Анохин П. К. Избранные труды. Системные механизмы высшей нервной деятельности / Анохин П. К. – М.: Наука, 1979 – 452 с.
2. Асратян Э. А. Рефлекторная теория высшей нервной деятельности. Избр. труды / Асратян Э. А. – М.: Наука, 1983. – 326 с.
3. Бехтерева Н. П. Нейрофизиологические основы психической деятельности человека / Бехтерева Н. П. – Л.: Медицина, 1974. – 151 с.
4. Вартамян Г. А. Механизмы памяти центральной нервной системы / Вартамян Г. А., Пирогов А. А. – Л.: Наука, 1988. – 181 с.
5. Воронин Л.Г. Физиология высшей нервной деятельности. Учебное пособие / Воронин Л.Г. – М : Высшая школа, 1979. – 312 с.
6. Дмитриев А. С. Физиология высшей нервной деятельности / Дмитриев А. С. – М. : Высшая школа, 1974. – 453 с.
7. Иваницкий А. Информационные процессы мозга и психическая деятельность / Иваницкий А., Стрелец В., Корсанов И. – М.: Наука. 1984. – 199 с.
8. Семагин В. Н. Типы нервной системы, стрессоустойчивость и репродуктивная функция мозга / Семагин В. Н., Зухарь А. В, Куликов М. А. – М.: Наука, 1988. – 136 с.
9. Симонов П. В. Теория отражения и психофизиология эмоций / Симонов П. В. – М : Наука, 1980. – 40 с.

10. Соколов Е. Н. Нейронные механизмы памяти и обучения / Соколов Е. Н. – М.: Наука, 1981. – 140 с.
11. Физиология высшей нервной деятельности: Рук. по физиол. – М.: Наука, 1970–1971. – Ч. 1 – 632 с., Ч 2 – 392 с.
12. Функциональные системы организма / под. ред. К. В. Судакова. – М.: Медицина, 1987. – 432 с.
13. Хананашвили М. М. Механизм нормальной и патологической условно рефлекторной деятельности / Хананашвили М. М. – Л.: Медицина, 1972. – 220 с.
14. Харченко П. Д., Чайченко Г.М. Фізіологія вищої нервової діяльності / Харченко П. Д., Чайченко Г. М. – К.: Вища школа, 1977. – 394 с.
15. Чайченко Г. М. Фізіологія вищої нервової діяльності. – К.: Либідь., 1993. – 216 с.
16. Чайченко Г.М. Основы физиологии высшей нервной деятельности. Учебное пособие / Чайченко Г.М. – К.: Вища школа, 1987. – 176 с.
17. Чуприкова Н. И. Психика и сознание как функции мозга / Чуприкова Н. И. – М.: Наука, 1985. – 198 с.

Контрольні запитання з теми

"ФІЗИОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ ТА ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ"

1. Загальна характеристика сенсорних систем. Класифікація рецепторів.
2. Фізіологія зорової сенсорної системи. Методи дослідження.
3. Фізіологія слухової і вестибулярної сенсорних систем. Методи дослідження.
4. Фізіологія рухової сенсорної системи. Методи дослідження.
5. Вчення І.П.Павлова про ВНД. Умовні та безумовні рефлекси.
6. Класифікація умовних рефлексів.
7. Умови та механізм утворення умовних рефлексів.
8. Гальмування умовних рефлексів. Види гальмування.

9. Типи ВНД та їх співвідношення з темпераментами за Гіппократом.
10. Особливості ВНД людини. Перша і друга сигнальні системи.

Розділ V

**ФІЗІОЛОГІЯ НЕЙРОЕНДОКРИННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ
ФУНКЦІЙ****ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1**

Тема. Вивчення фізіологічних особливостей вегетативної (автономної) нервової системи.

Мета: вивчити структурно-функціональні особливості вегетативної нервової системи. Засвоїти методи дослідження деяких вегетативних рефлексорних реакцій людини.

Коротка теоретична інформація

Вегетативна (автономна) нервова система (ВНС) – частина єдиної нервової системи, для якої характерні деякі морфологічні та функціональні особливості (табл. 23). Центри ВНС розміщуються в бічних рогах сірої речовини спинного мозку від 8-го шийного до 2-3 поперекових сегментів (*симпатична частина*), а також в окремих ядрах стовбура головного мозку та сірій речовині спинного мозку на рівні мозкового конусу (*парасимпатична частина*). ВНС здійснює *регуляцію* обміну речовин, процесів травлення, кровообігу, дихання та розмноження, має вплив на процеси обміну у скелетних м'язах. Характерною особливістю *еферентних* шляхів рефлексорних дуг вегетативних рефлексів, є їх двонейронна будова з еферентним нейроном, винесеним на периферію – у вузли (ганглії).

Вегетативна нервова система поділяється на два відділи: *симпатичний і парасимпатичний* (табл. 24). Виділяють також *метасимпатичний* відділ ВНС, вузли якого знаходяться в межах внутрішніх органів. Діяльність симпатичного відділу спрямовується на підтримання активного, готового до дії стану організму (*ерготропна* функція). Особливо важливою є його функція у стресових ситуаціях, які вимагають мобілізації організму, зокрема під час змагальної чи тренувальної діяльності.

Таблиця 23

**Порівняльна характеристика соматичної і вегетативної
нервової системи**

<i>Ознака</i>	<i>Вегетативна нервова система</i>		<i>Соматична нервова система</i>
	<i>Симпатичний відділ</i>	<i>Парасимпатичний відділ</i>	
Функції	Регуляція діяльності внутрішніх органів, обміну речовин, процесів травлення, кровообігу, дихання та розмноження, підтримання гомеостазу		Регуляція рухової активності
Діяльність	Мимовільна		Довільна
Розміщення ефекторних нейронів	Бічні роги грудних і поперекових сегментів спинного мозку	Стовбур головного мозку, крижові Сегменти спинного мозку	Спинний мозок (мото-нейрони)
Еферентні закінчення	Перериваються у вузлах, повільні, прегангліонарні – короткі	Перериваються у вузлах, повільні, прегангліонарні – довгі	Не перериваються, швидкі
Зона іннервації	Дифузна (усі внутрішні органи)	Обмежена (немає в наднирниках, судинах тощо)	Сегментарна
Розташування вузлів (гангліїв)	Вертебральні та превертебральні вузли	Біля органа або у його стінці (інтрамуральні вузли)	Немає
Медіатор у кінцевих синапсах	Норадреналін	Ацетилхолін	Ацетилхолін
Рецептори	α і β -адренорецептори	H- і M-холінорецептори	Холінорецептори
Вплив на організм	Ерготропний	Трофотропний	Тонічні й фазні скорочення м'язів

**Вплив симпатичного й парасимпатичного відділів ВНС
на різні органи та системи**

<i>Орган чи система</i>	<i>Симпатичний відділ</i>	<i>Парасимпатичний відділ</i>
Гладкі м'язи		
м'яз-розширювач зіниці;	скорочення	–
м'яз-звужувач зіниці;	–	скорочення
м'язи бронхів;	розслаблення	скорочення
піломоторні м'язи	скорочення	–
Серце		
частота скорочень;	підвищення	зниження
сила скорочень	посилення	послаблення
Кровоносні судини		
артерії шкіри;	звуження	–
артерії черевної порожн.;	звуження	–
артерії скелетних м'язів;	розширення (АХ)	–
артерії вінцеві;	розширення	–
судини мозку;	звуження	–
вени	звуження	–
Залози		
слинні залози;	секреція (рідка)	секреція (густа)
слізні;	–	секреція
травні;	зниження секреції	посилення секреції
потові	секреція (АХ)	
Травний тракт		
поздовжні м'язи;	послаблення моторики	посилення моторики
сфінктери	скорочення	розслаблення
Метаболізм		
печінка;	глікогеноліз	
жирові клітини;	ліполіз	–
секреція інсуліну	зниження	–

Центри вегетативної нервової системи перебувають у постійному тонусі. На рівні гангліїв вони мають достатню автономність і здійснюють місцеву регуляцію фізіологічних функцій. Вищими центрами ВНС є ядра, розміщені на рівні ретикулярної формації стовбура головного мозку, гіпоталамуса й кори головного мозку, які забезпечують складну інтеграцію вегетативних функцій.

Величезне значення для рухової діяльності організму має трофічний вплив симпатичних нервів на скелетні м'язи. Подразнення цих нервів може знову підвищити амплітуду скорочень втомлених м'язів – *феномен Орбелі–Гінецинського* (рис. 24). Діяльність парасимпатичного відділу нервової системи спрямована на нагромадження енергетичних ресурсів, відновлення організму після активної діяльності (*трофотропна* функція). Переважання парасимпатичної активності створює умови для відпочинку й відновлення.

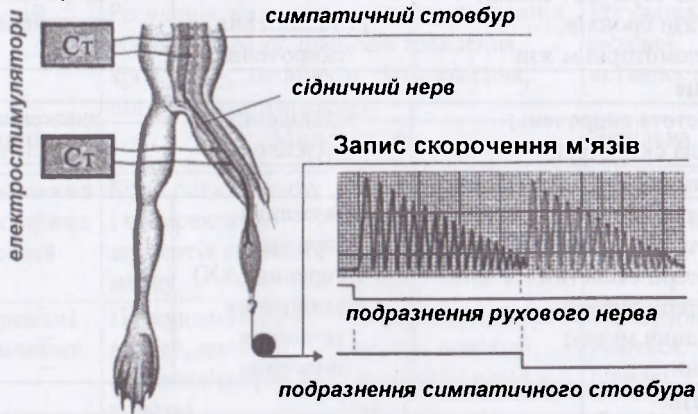


Рис. 24. Дослідження феномену Орбелі – Гінецинського

Регуляція діяльності окремих внутрішніх органів (серця, шлунково-кишкового тракту) також пов'язана з наявністю власного автономного (*інтрамурального*) механізму, що реалізується *метасимпатичним* відділом ВНС.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: неврологічні молоточки, секундомір, таблиці розділу «Вегетативна нервова система».

Завдання 1. Очносерцевий рефлекс (рефлекс Данині – Ашнера).

Проба використовується для визначення впливу парасимпатичних центрів на серцевий ритм. Рефлекс проявляється в зміні частоти серцевих скорочень при надавлю-

ванні на очні яблука. У досліджуваного підраховують пульс за 15 с. Після цього упродовж 20 – 30 с великим і вказівним пальцями легко натискають на бічні поверхні очних яблук та повторно підраховують пульс. Нормальним вважають сповільнення пульсу на 4 – 12 ударів за хвилину. Прискорення ритму трактується як порушення рефлексу за симпатикотонічним типом.

Результати вносять у *протокол*, оцінюють результат.

Завдання 2. Симптом дихальної аритмії (рефлекс Герінга).

Підраховують у досліджуваного пульс за 15 с. Після цього досліджуваний виконує серію глибоких повільних дихальних рухів до відчуття дискомфорту. Протягом всього часу спостереження підраховують пульс, порівнюючи з вихідним. У більшості людей пульс рідшає. При порушенні рефлексу може різко підвищуватися.

Отримані дані записують у *протокол* і аналізують.

Завдання 3. Дослідження клиностатичного рефлексу.

Клино- та ортостатичний рефлекс використовують для оцінювання функціонального стану рефлекторних механізмів регуляції гемодинаміки.

У досліджуваного через 2 – 3 хв перебування в положенні стоячи підраховують пульс за 15 с. Після цього досліджуваний плавно лягає на кушетку. Повторно підраховують пульс упродовж перших 15 с лежання. У нормі при цьому спостерігається зрідження частоти пульсу на 4 – 6 ударів за хвилину. Різко позитивний рефлекс (зменшення пульсу на 8 – 12 уд./хв при початковому пульсі 72 уд./хв) характерне для стану підвищеної збудливості центрів блукаючих нервів.

Дані записують у протокол, роблять *висновок*.

Завдання 4. Дослідження ортостатичного рефлексу.

У досліджуваного після 3 хв перебування в положен-

ні лежачи підраховують пульс. Тоді досліджуваний повільно займає положення стоячи. Пульс підраховується на 1-й і 3-й хвилинах перебування у вертикальному положенні. При цьому в нормі відбувається збільшення частоти пульсу на 6 – 20 ударів за хвилину протягом першої хвилини. Збільшення частоти більш ніж на 20 ударів свідчить про підвищення збудливості симпатичної нервової системи (перебіг проби незадовільний). Відзначають у протоколах зміну пульсу, роблять висновок.

Протокол № _____
від "____" _____ 20__ р.

Умови досліду	Величина ЧСС, уд./хв		
	Початкова	Кінцева	Різниця
Очносерцевий рефлекс			
Дихальна аритмія			
Клиностатичний рефлекс			
Ортостатичний рефлекс			

Запитання для самопідготовки

1. Морфофункціональні відмінності вегетативної та симпатичної нервових систем. Медіатори вегетативної нервової системи.
2. Роль симпатичного й парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи в регуляції функцій організму.
3. Адаптаційно-трофічна функція симпатичної нервової системи (феномен Орбелі – Гінецинського).
4. Вищі центри вегетативної нервової системи. Гіпоталамус.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 105–115.
2. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – К.: Книга плюс, 2005. – С. 178–199.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 60–64.
4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 52–54.
5. Нормальна фізіологія / Під ред. В. І. Філімонова. – К., Здоров'я, 1994. – С. 167–186.
6. Физиология человека /Под. ред. Н.В.Зимкина. – М: Физкультура и спорт, 1975 – С. 164–169.
7. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М.Коца. – М: Физкультура и спорт, 1982 – С. 85–93.
8. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 320–325, 327–330.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Тема. Фізіологія ендокринної системи

Мета: вивчити структурно-функціональні особливості залоз внутрішньої секреції людини, механізми впливу гормонів.

Виконання самостійної роботи

Студенти засвоюють загальні уявлення про залози внутрішньої секреції і гормони. Аналізують функції щитоподібної та парашитоподібної залоз, їх гормонів; ендокринну функцію наднирників; ендокринну функцію підшлункової залози, статевих залоз. Засвоюють роль гіпофізу та його гормонів у регуляції функцій організму. Аналізують роль гормонів в адаптації людини до дії екстремальних факторів та фізичних навантажень, механізми найпоширеніших патологій ендокринних залоз.

На основі літературних джерел та конспектів лекцій студенти готують реферат з описом або таблицею аналізу функцій ендокринних залоз.

Зразок оформлення таблиці

Ендокринна залоза	Гормони	Дія гормонів	Гіпо- та гіперфункція

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 156–178.
2. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 97–103.
3. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 140–155.
4. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу "Загальна фізіологія" / Бергтраум Д.І. – Львів, 2000. – 16 с.
5. Физиология человека / Под ред. Н.В.Зимкина. – М.: ФиС, 1975. – С. 324–334.
6. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 225–237.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Бакл Дж. Гормоны животных: Пер. с англ / Бакл Дж. – М.: Мир, 1986. – 86 с.
2. Дедов И.И. Эндокринология / Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Фадеев В.В. – М.: Медицина, 2000. – 632 с.
3. Эндокринология: Підручник / А. С. Єфімов, П. М. Боднар, О. В. Большакова-Зубковська та ін.; За ред. А. С.Єфімова. – К.: Вища шк., 2004. – 494 с.
4. Ефимов А.С., Боднар П. Н., Зелинский В.А. Эндокрино-

- логия / Под. ред. А.С.Ефимова. – К.: Вища шк., 1983. – 328 с.
5. Ноздрачев А. Д. Физиология вегетативной нервной системы. – Л.: Медицина, 1983. – 295 с.
 6. Розен В. Б. Основы эндокринологии / Розен В. Б. – М.: Высш. шк., 1994. – 342 с.
 7. Скок В.И., Иванов А.Я. Естественная активность вегетативных ганглиев. – К.: Наук. думка, 1989. – 176 с.
 8. Физиология вегетативной нервной системы: Рук. по физиологии. – Л.: Наука, 1981. – 750 с.
 9. Физиология эндокринной системы: Рук. по физиологии. – Л.: Наука, 1979. – 679 с.

Розділ VI ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ КРОВІ

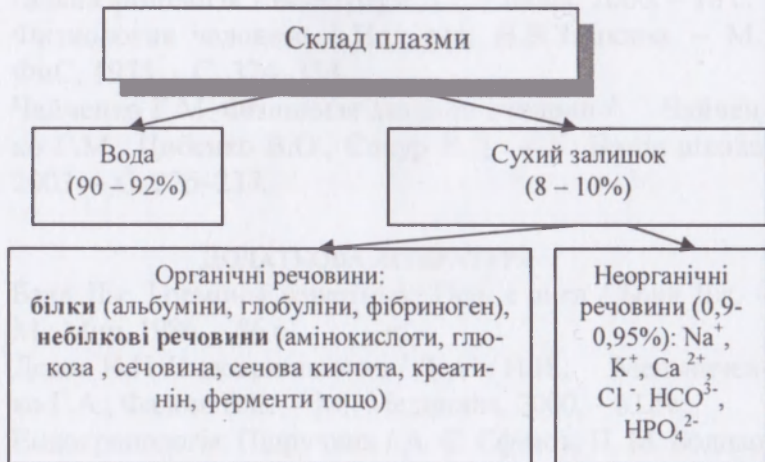
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема. Дослідження фізико-хімічних властивостей крові та систем груп крові.

Мета: вивчити фізико-хімічні властивості крові. Ознайомитися з видами гемолізу, методиками дослідження швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) і визначення груп крові.

Коротка теоретична інформація

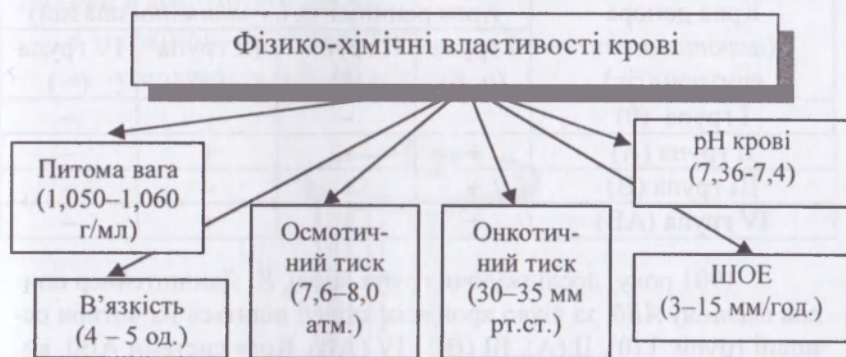
Кров складається з плазми та формених елементів. Плазма містить 90 – 92% води і 8 – 10% сухої речовини (переважно білки, органічні сполуки й солі). У плазмі міститься 7–8% білків (альбуміни – 4 – 5%, глобуліни – 2 – 3% і фібриноген – близько 0,4%), які відіграють велику роль у підтриманні *онкотичного тиску* (30–35 мм рт.ст.), що забезпечує перерозподіл води між кров'ю і тканинами.



У плазмі також містяться небілкові речовини – сечовина, креатин, креатинін, аміак (небілковий азот, 20–40 мг% або

14–28 ммоль/л), холестерин (130–250 мг% або 3,35–6,45 ммоль/л), молочна кислота (5–20 мг% або 0,55–2,22 ммоль/л), глюкоза (80–110 мг%, 3,5–5,5 ммоль/л) тощо.

Мінеральні речовини крові становлять 0,9%. Сюди належать катіони Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} та аніони Cl^- , HPO_4^{2-} , HCO_3^- та інші. Мінеральні речовини плазми створюють певний *осмотичний тиск* (7,6–8,1 атм.), що є важливим для збереження цілісності еритроцитів. Штучні розчини, які мають однаковий із кров'ю осмотичний тиск, називаються *ізотонічними*. Ізотонічним для людини та теплокровних тварин є 0,9% розчин NaCl (фізіологічний розчин). Розчини, які мають більший осмотичний тиск, ніж кров, називаються *гіпертонічними*, а менший – *гіпотонічними*.



Якщо помістити еритроцити в гіпотонічний розчин, то вони набухають і руйнуються. Настає так званий *осмотичний гемоліз*. Залежно від механізму дії різних факторів розрізняють декілька інших видів гемолізу: *механічний*, *термічний*, *хімічний* і *біологічний*.



Суспензивні властивості крові залежать від білкового складу плазми, зміни електричного заряду та властивостей поверхні еритроцитів. Суспензивні властивості крові характеризує *швидкість осідання еритроцитів* (ШОЕ).

Одною з причин ускладнень при переливанні крові є реакція *аглотинації* (склеювання еритроцитів), яка залежить від наявності в еритроцитах аглютиногенів А і В, а в плазмі аглютининів α і β . Аглотинація відбувається лише тоді, коли збігається α з А, або β з В (табл. 24).

Таблиця 24

Наявність (+) або відсутність (-) аглотинації при змішуванні крові донора та реципієнта

Кров донора (аглютиногени еритроцитів)	Кров реципієнта (аглютиніни плазми)			
	I група (α , β)	II група (β)	III група (α)	IV група (-)
I група (0)	-	-	-	-
II група (A)	+	-	+	-
III група (B)	+	+	-	-
IV група (AB)	+	+	+	-

1901 року, досліджуючи групи крові, К. Ландштейнер описав *систему AB0*, за якою кров всіх людей ділиться на чотири основні групи: I (0), II (A), III (B), і IV (AB). Крім системи AB0, виражену антигенну несумісність виявляє *система резус (Rh)*, яку відкрили 1940 року К. Ландштейнер та І. Вінер.

Регуляція кровотворення (*гемопоезу*) складна. Виразно впливає гіпоталамус, який реалізує свою дію через ендокринні залози та вегетативні центри. Постійність складу крові підтримується складною взаємодією нейроендокринних впливів.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: одноразові скарифікатори, суміш спирту та ефіру, вата, предметне скло, прилад Панченкова, 5-відсотковий розчин лимоннокислого натрію, штатив з пробірками, піпетки (2 мл), дистильована вода, нашатирний спирт, 0,3 і 0,9-відсоткові розчини хлориду натрію; 0,1 н розчин соляної кислоти, стандартні сироватки I, II і III груп.

Завдання 1. Визначення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ).

Для визначення ШОЕ застосовують прилад Панченкова – штатив з затиснутими у вертикальному положенні капілярними піпетками з позначками (рис. 27). Набирають 5-відсотковий розчин цитрату натрію до поділки «Р» (реактив) і видують на предметне скло. Потім після проколу пальця в той самий капіляр двічі швидко набирають кров до мітки «К» (кров) і змішують із нанесеним на предметне скло цитратом. Отриману суміш (у співвідношенні 4:1) набирають у капіляр до мітки «0» і ставлять у штатив. Через 1 годину відзначають висоту утвореного верхнього шару плазми в мм. Норма ШОЕ:

- у жінок – 3–15 мм/год;
- у чоловіків – 2–10 мм/год.

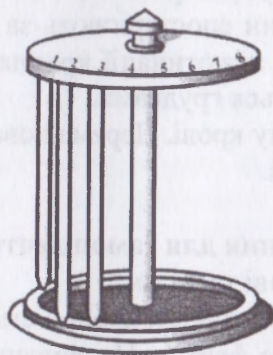


Рис. 27. Прилад Панченкова

Замалювати прилад Панченкова, записати результати.

Завдання 2. Гемоліз і його види (хімічний та осмотичний).

5 пробірок ставлять у штатив та наливають у кожну по 2 мл таких розчинів:

1. Дистильована вода.
2. 0,3-відсотковий розчин хлориду натрію.

3. Фізіологічний розчин (0,9-відсотковий NaCl).
4. Фізіологічний розчин та 5 крапель нашатирного спирту.
5. 0,1 н розчину соляної кислоти.

У кожен пробірник додаємо по 2 краплі крові і струшуємо пробірник. Результати спостерігаємо через 30 хв. При наявності гемолізу розчин у пробірці стає прозорим.

Замалювати схему досліду і визначити, в яких пробірках пройшов гемоліз.

Завдання 3. Визначення групи крові.

Чисте предметне скло кладуть на білий папір і наносять на нього по 1 краплі стандартних сироваток I, II і III груп. Потім беруть кров із пальця звичайним способом і різними кінцями предметного скла переносять невелику кількість у кожен групу сироватки та старанно перемішують. Через 3–5 хвилин спостерігають за реакцією аглютинації. При наявності аглютинації крапля стає прозорою, а еритроцити склеюються грудками.

Визначити групу крові. Перемалювати в зошит схему сумісності груп крові.

Запитання для самопідготовки

1. Склад цільної крові та плазми.
2. Фізико-хімічні властивості крові. Гемоліз.
3. Групи крові. Резус-фактор. Преливання крові.
4. Зміни в крові при м'язовій діяльності.
5. Регуляція системи крові.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 178–186, 194–202.

2. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 140–141, 145–147.
3. Физиология человека. Под ред. Н. В. Зимкина, М : Ф и С, 1975. – С.14–22.
4. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С.73–81.
5. Физиология мышечной деятельности. Под ред. Я. М. Коца. М.: Ф и С, 1982. – С. 137–138, 140–151, 161–163.
6. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 22–44.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Тема. Дослідження формених елементів крові та зсідання крові.

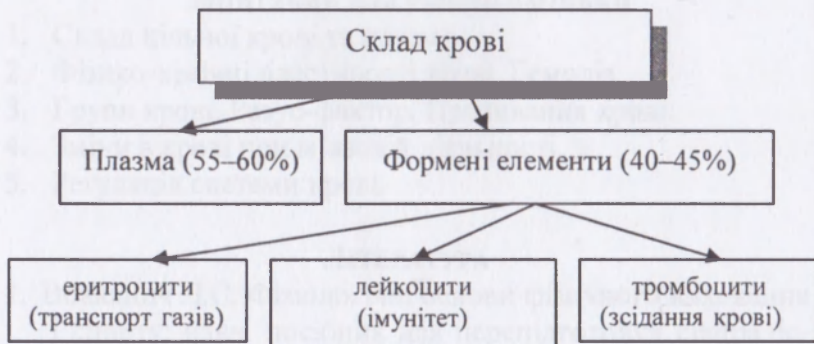
Мета: ознайомитися з технікою взяття крові в людини та підрахунку еритроцитів, а також із методикою визначення гемоглобіну й часу кровотечі.

Коротка теоретична інформація

Кров – особлива рідка тканина, яка циркулює в замкненій кровоносній системі організму людини, виконуючи низку важливих функцій – транспортну, гомеостатичну, захисну та ін.

Кров разом із лімфою і тканинною рідиною є внутрішнім середовищем організму, яке омиває всі клітини і тканини тіла. Внутрішнє середовище характеризується відносною постійністю складу та фізико-хімічних властивостей – *гомеостазом*. Ця постійність складу і властивостей необхідна для життєдіяльності організму.

Система крові складається з чотирьох частин: 1) периферичної крові, яка циркулює судинами; 2) органів кровотворення (червоний кістковий мозок, лімфатичні вузли, селезінка); 3) органів, у яких відбувається руйнування формених елементів крові (печінка, селезінка); 4) нейрогуморального апарату регуляції.



Кров складається з *плазми* і *клітин крові (формених елементів)* до яких належать: еритроцити (4–5 млн/мкл), лейкоцити (4,5–9,5 тис./мкл) і тромбоцити (180–250 тис./мкл). *Еритроцити* – червоні без'ядерні кров'яні тіลця, містять *гемоглобін* і беруть

участь у виконанні дихальної функції крові (транспортують кисень і вуглекислий газ). *Лейкоцити* – білі кров'яні тільця, містять ядра. Лейкоцити дуже неоднорідні й поділяються на різні типи: *лімфоцити, моноцити, базофіли, еозинофіли й нейтрофіли*. Співвідношення різних типів лейкоцитів у відсотках називається *лейкоцитарною формулою* (табл. 25), має діагностичне значення. *Тромбоцити* – дрібні без'ядерні пластинки, які беруть участь у зсіданні крові.

Таблиця 25

Лейкоцитарна формула

Лейкоцити						
Агранулоцити		Гранулоцити				
лімфоцити (25-40%)	моноцити (2-8%)	еозинофіли (1-5%)	базофіли (0-1%)	нейтрофіли (55-70%)		
				юні (0-1%)	паличко-ядерні (1-5%)	сегментоядерні (45-65%)

Кров в організмі людини і тварин виконує надзвичайно важливі *функції*:

- 1) *транспортну*, до якої належать: *дихальна, трофічна* (поживна), *регуляторна, екскреторна* (видільна) та *терморегулююча*;
- 2) *гомеостатичну* ;
- 3) *захисну*.

До захисної функції належить: захист організму від крововтрат за допомогою системи зсідання і участь у формуванні імунітету. *Зсідання крові* – складна ферментативна багатофазна реакція, з допомогою якої організм бореться з втратою крові утворенням тромбу. Швидкість зсідання крові залежить від взаємодії систем: зсідання, антизсідання та фібринолізу. *Імунна функція* полягає в захисті організму від білкових тіл і генетично чужорідних речовин. Імунітет реалізується за участю лейкоцитів.

Індуктори зсідання крові

I стадія – утворення *тромбопластину* (кров'яного і тканинного)

II стадія – утворення *тромбіну*
(тромбопластин + протромбін + вітамін К + солі Ca^{2+})

III стадія – утворення *фібрину* (тромбін + фібриноген)

Аналіз функцій крові широко використовується в спортивно-медичній практиці для оцінювання здоров'я спортсмена.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: мазки крові людини й жаби, одноразові скарифікатори, мікроскоп, камера Горяєва, змішувачі (меланжери), покривні скельця, вата, суміш ефіру зі спиртом, 5-відсотковий спиртовий розчин йоду, 0,1 н розчин соляної кислоти, 3-відсотковий розчин хлориду натрію, дистильована вода, гемометр Салі, секундомір.

Завдання 1. Вивчення під мікроскопом зафарбованих препаратів крові жаби й людини.

Розглядають при великому збільшенні мікроскопа мазки крові людини та жаби. Звертають увагу на форму, розмір еритроцитів, на наявність чи відсутність у них ядра. Замальовують еритроцити в зошиті. У мазку крові людини розглядають різні форми лейкоцитів: нейтрофіли, еозинофіли, базофіли, моноцити та лімфоцити і замальовують їх.

Завдання 2. Техніка взяття крові. Підрахунок еритроцитів.

При взятті крові необхідно дотримуватись усіх правил антисептики. Руки потрібно помити з милом. Скарифікатор слід використовувати одноразовий. Кров найчастіше беруть з IV пальця лівої руки. Шкіру пальця дезинфікують

та обезжирюють (протирають ватою, змоченою сумішшю спирту й ефіру). Палець стискають і роблять укол збоку шкіри нігтьової фаланги на глибину 2–3 мм до появи краплі крові. Для дослідження першу краплю крові не використовують, оскільки вона містить випадкові домішки та лімфу. Під основу другої краплі підводять кінець капіляра (в горизонтальному положенні) і кров заповнює капіляр за законом капілярності. Надлишок крові видаляють ватою, злегка торкаючись нею до кінця капіляру. Місце уколу закривають ватним тампоном, змоченим 5-відсотковим розчином йоду.

Для підрахунку еритроцитів найчастіше використовують камеру Горяєва (рис. 25). Сітка камери складається з 225 великих квадратів, 25 з яких розділені на 16 малих квадратів. Сітку камери щільно закривають покривним склом, протерши його до появи кольорових кілець.

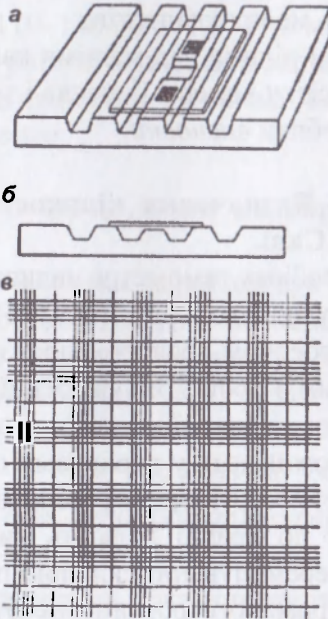


Рис. 25. Камера Горяєва: *а-б* – вигляд зверху і збоку; *в* – сітка для визначення формених елементів крові (виділені малі квадрати та великі квадрати)

Для зручності взяття необхідної кількості крові користуються спеціальними змішувачами (*меланжеррами*) з нанесеними мітками 0,5; 1,0; 101. Кров набирають у капіляр до мітки 0,5 і розводять гіпертонічним розчином (3% розчин хлориду натрію) до мітки 101 (розведення в 200 разів). Після старанного перемішування цим розчином заповнюють камеру Горяєва. Підраховують кількість еритроцитів у 5 великих (80 малих) квадратах сітки, розміщених по діагоналі (див. рис. 25). Результати підрахунку по кожному квадрату записують окремо й потім додають. Кількість еритроцитів (E) в 1 мм³ цільної крові вираховують за формулою:

$$E = \frac{X \cdot 4000 \cdot 200}{80},$$

де X – сума еритроцитів у 80 малих квадратах;

200 – розведення;

80 – кількість малих квадратів;

1/4000 – об'єм рідини над малими квадратами;

Замалювати сітку камери Горяєва і змішувач. Записати результати і зробити *висновки*.

Завдання 3. Визначення кількості гемоглобіну в крові за методом Салі.

У середню пробірку гемометра наливають 0,1 н розчин соляної кислоти до нижньої мітки (рис. 26). У людини з пальця звичайним способом градуйованою піпеткою набирають до мітки (20 мм³) крові. Видувають її на дно пробірки так, щоб верхній шар соляної кислоти залишався незабарвленим. Піпетку промивають у верхньому шарі соляної кислоти, вміст пробірки струшують і залишають на 5–10 хв. Потім до розчину по краплі додають дистильовану воду (при постійному перемішуванні скляною паличкою) до тих пір, доки колір отриманого розчину не буде однаковим із кольором стандарту. Цифри на рівні нижнього меніску розчину показують кількість гемоглобіну в г %.

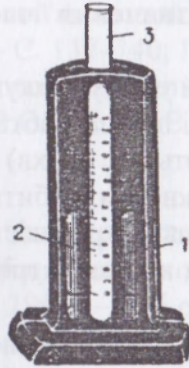


Рис. 26. Гемометр Салі: 1–2 – стандарти; 3 – пробірка з кров'ю досліджуваного

У нормі концентрація гемоглобіну в крові становить:

- у жінок – 115–165 г/л (11,5–16,5 мг/‰);
- у чоловіків – 130–180 г/л (13,0–18,0 мг/‰);
- у дітей – 110–140 г/л (11,0–14,0 мг/‰).

Результати роботи записати в зошит. Зіставити дані з середніми нормативними величинами кількості гемоглобіну, зробити *висновки*.

Завдання 4. Обчислення кольорового показника крові.

Кольоровий показник характеризує ступінь насичення еритроцитів гемоглобіном. Для обчислення користуються даними (завдання 1; 2), отриманими в однієї людини.

Кольоровий показник (КП) обчислюється за формулою:

$$КП = \frac{к-сть \cdot Hb \cdot в \cdot \% \cdot 3}{к-сть \cdot еритроцитів \cdot (перші \cdot 2 \cdot цифри)}$$

У нормі кольоровий показник дорівнює 0,8–1,0.

Порівняйте отриманий результат із нормою, зробіть *висновки*.

Завдання 5. Визначення часу кровотечі (проба Дюке).

Зробити глибокий укол у м'якуш пальця. Через кожні 30 с до верхівки краплі прикладають смужку фільтрувального паперу. Зазначають час (у хв) від моменту проколу пальця до повного зникнення відбитка крові на фільтрувальному папері. Нормальна тривалість кровотечі 2–4 хвилини. Час залежить від кількості тромбоцитів і тону судинної системи.

Вклеїти смужку фільтрувального паперу в зошит. Зробити *висновки* згідно з метою роботи.

Запитання для самопідготовки

1. Кількість, склад та основні функції крові.
2. Еритроцити, кількість, будова, функції.
3. Будова та властивості гемоглобіну, його сполуки.
4. Лейкоцити, кількість, функції. Лейкоцитарна формула.
5. Тромбоцити та їх значення у зсіданні крові. Механізм зсідання крові. Система антизсідання.
6. Зміна кількості формених елементів крові при фізичному навантаженні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 178–181, 186–194.
2. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991 – С. 139–140; 157–160.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С.73–81.
4. Физиология человека. Под ред. Н. В., Зимкииа, М.: ФиС, 1975. – С. 214–217.

5. Физиология мышечной деятельности Под ред. Я. М Коца, М.: ФиС, 1982. – С. 137–140; 157–160.
6. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 22–44.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Вершигора Л.Е. Общая иммунология / Вершигора Л. Е. – К.: Вища шк., 1990. – 736 с.
2. Коржуев П.А. Гемоглобин / Коржуев П.А. – М.: Наука, 1964. – 287 с.
3. Маркосян Л.Л. Физиология свертывания крови / Маркосян Л. Л. – М.: Медицина, 1968. – 464 с.
4. Румянцев С. Н. Микробы, эволюция, иммунитет / Румянцев С. Н. – Л.: Наука, 1984. –174 с.
5. Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. / под ред. Л. Проссера. – М.: Мир, 1977. – Т. 2. – 571 с.
6. Физиология системы крови: Рук. по физиологии. – Л., 1968. – 280 с.

Розділ VII

ФІЗІОЛОГІЯ КРОВООБІГУ

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема: Вивчення фізіологічних властивостей серцевого м'яза.

Мета: вивчити фізіологічні властивості серцевого м'яза і ступінь автоматії різних відділів серця. Ознайомитися з методикою графічної реєстрації роботи серця жаби.

Коротка теоретична інформація

Кровообіг здійснюється завдяки роботі серця, яке ритмічно та постійно скорочується й перекачує кров у кровоносні судини.

Серцевий м'яз, як і скелетний, володіє *фізіологічними властивостями*: збудливістю, провідністю, скоротливістю та автоматією. Однак прояв цих властивостей має деякі особливості. Особливістю збудливості серцевого м'яза є наявність *тривалого періоду абсолютної рефрактерності*, який займає весь період систоли. Це забезпечує ритмічність роботи серця.



Серцевий м'яз є "*функціональним синцитієм*" і відповідає на подразнення за законом "*все або нічого*", тобто скорочується як одне ціле.

Сила скорочень серця залежить від початкової довжини м'язових волокон: вона зростає при збільшенні початкової довжини м'язових волокон (*закон Франка–Старлінга*). Як і у скелетному м'язі, джерелом енергії для скорочень серця є АТФ. У

серцевому м'язі, що відрізняє його від скелетного, переважають аеробні процеси.

Відома висока невтомлюваність серцевого м'яза. У природних умовах клітини міокарда перебувають у стані постійної ритмічної активності.

Нагнітальна функція серця здійснюється завдяки періодичному синхронному скороченню м'язових клітин передсердь та шлуночків. Скорочення серця називається систолою, а розслаблення – діастолою. Час, який проходить від початку одного скорочення серця до початку іншого, називається *серцевим циклом* (табл. 25). При частоті серцевих скорочень 75 уд./хв він становить 0,8 с. *Серцевий цикл* складається з трьох фаз: систоли передсердь, систоли шлуночків і загальної діастоли серця.

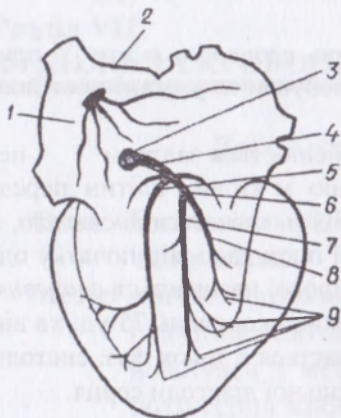
Таблиця 25

Серцевий цикл

Фази серцевого циклу								
Систола передсердь (0,1 с)	Систола шлуночків (0,3 – 0,33 с)				Діастола серця (0,45 с)			
	Період напруження		Період вигнання		Період розслаблення		Період наповнення	
	фаза асинхронного скорочення	фаза ізометричного скорочення	фаза швидкого вигнання	фаза повільного вигнання	протодіастолічний період	фаза ізометричного розслаблення	фаза швидкого наповнення	фаза повільного наповнення

Характерною особливістю серця є *автоматія* (*автоматизм*). Це здатність серця скорочуватися під впливом імпульсів, які виникають у *провідній системі серця* (рис. 26). Водієм ритму серця є синусо-передсердний вузол. У міру віддалення від синусного вузла зменшується здатність до автоматизму (*градієнт автоматії*).

**Рис. 26. Провідна система
серця:**



- 1 – праве передсердя;
- 2 – синусовий вузол (пазушно-передсердний вузол, синоатріальний вузол, вузол Кейт-Фляка);
- 3 – передсердно-шлуночковий вузол (атріо-вентрикулярний вузол, вузол Ашоф-Тавара);
- 4 – пучок Гіса;
- 5, 6 – права та ліва ніжки Гіса;
- 7, 8 – передня та задня ніжки пучка Гіса;
- 9 – волокна Пуркіньє

Одним із найважливіших показників функціонального стану серця є *хвилинний об'єм крові (ХОК)*, або *серцевий викид*. ХОК – це кількість крові, яка проходить через велике й мале коло кровообігу. У стані спокою ХОК становить близько 5 л/хв. Величина цього показника залежить від інтенсивності м'язової роботи й може досягати у тренуваних осіб 30–40 л/хв. Складовою ХОК є *ударний об'єм крові (УОК)*, або *систолічний об'єм (СО)* – об'єм крові, який виштовхує шлуночок за одне скорочення. У стані спокою він становить близько 70 мл (60–100 мл), а при навантаженні може збільшуватись у тренуваних осіб до 200 мл.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: препарувальний набір, жаба, електростимулятор, штатив, кімограф з папером для запису, чорнило, важіль Енгельмана, розчин Рінгера, нитки, вата, препарувальна дощечка, очний пінцет, шпильки, серцевий затискач (серфінка).

Завдання 1. Реєстрація скорочень серця. Екстра-систола.

Знерухомити жабу, розкрити грудну порожнину. Розсікти перикард у повздовжньому напрямі й оголити серце.

Захопити верхівку серця серфінкою і під'єднати до короткого плеча важеля в горизонтальному положенні. Після ввімкнення кімографа провести запис скорочень серця (рис. 27).

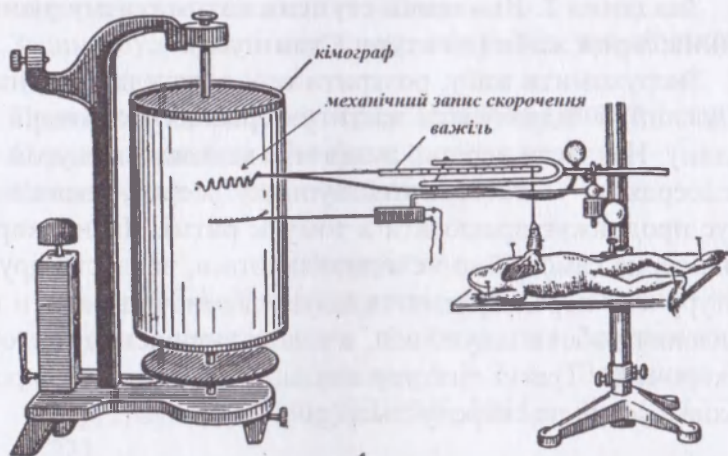


Рис.27. Схема досліду запису скорочень серця жаби

Відзначити фази серцевих скорочень. Приєднати електроди стимулятора до основи шлуночків і верхівки серця. Дібравши оптимальну напругу струму, подразнюють серце під час запису поодинокими імпульсами в середині та в кінці систоли й діастоли. Спостерігають екстрасистолу й компенсаторну паузу (рис. 28).

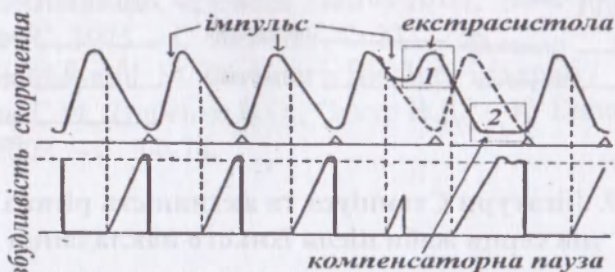


схема виникнення екстрасистоли

Рис.28. Схема запису скорочень серця жаби

На записі відзначити фази серцевих скорочень, екстрасистоли та компенсаторну паузу, замалювати їх у зошит, пояснити механізм виникнення.

Завдання 2. Вивчення ступеня автоматизму різних відділів серця жаби (лігатури Станніуса).

Знерухомити жабу, розкрити серце (як у попередньому досліді) і підрахувати частоту серцевих скорочень за хвилину. Накласти перший вузол між венозним синусом та передсерддями. Спостерігати зупинку серця, венозний синус продовжує працювати в тому ж ритмі. Якщо скорочення серця самостійно не відновлюються, накласти другу лігатуру між передсерддями та шлуночками. Відновлення роботи шлуночків, а також зменшення частоти їх скорочень. Третю лігатуру накласти на верхівку серця. Верхівка серця не скорочується (рис. 29).

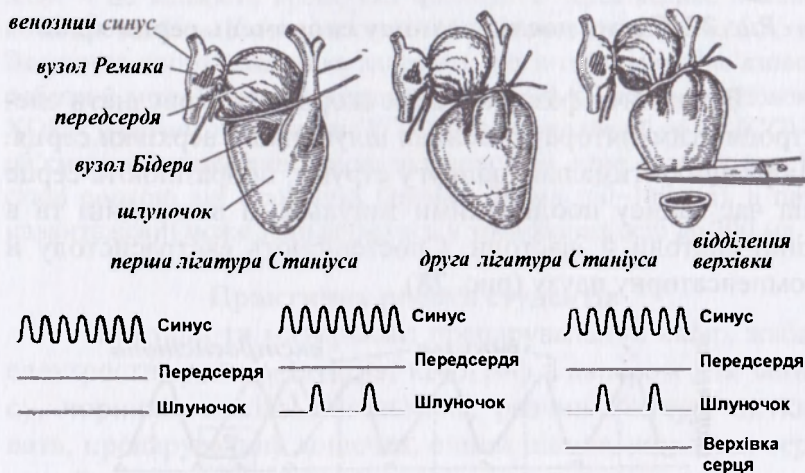


Рис. 29. Лігатури Станніуса та активність різних відділів серця жаби після їхнього накладання

Зробити висновки про ступінь автоматизму різних відділів серця. Записати в зошит результат підрахунку час-

тоти скорочень різних відділів серця до і після накладання лігатур, замалювати схему досліду.

Запитання для самопідготовки

1. Властивості серцевого м'яза (особливості збудливості, провідності та скоротливості).
2. Зміни збудливості серцевого м'яза під час збудження. Екстрасистола.
3. Провідникова система серця. Природа автоматії серця.
4. Серцевий цикл та його фази.
5. Систолічний та хвилинний об'єм крові.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 203–221.
2. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991. – С. 148–153; 165–168; 156–157.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С.81–84.
4. Физиология мышечной деятельности. Под ред. Я.М. Коца, М.: Ф и С, 1982. – С. 164–167; 169–174; 175–182.
5. Физиология человека Под ред. Н. В. Зимкина, М.: ФиС, 1975. – С. 223–227, С. 231–236.
6. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 54–74.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Тема. Дослідження біострумів серця. Електрокардіографія (ЕКГ).

Мета: ознайомитися з методикою реєстрації електричної активності серця та аналізом електрокардіограм (ЕКГ).

Коротка теоретична інформація

Збудження серцевого м'яза характеризується виникненням електричних потенціалів, які поширюються по всьому тілу й можуть бути зареєстровані. Запис електричних потенціалів, що виникають при роботі серця, називається *електрокардіограмою (ЕКГ)*. Залежно від місця накладання електродів, форма ЕКГ буде різною. Як правило, ЕКГ знімають у 12 відведеннях, що дозволяє оцінити стан усіх відділів серця. При так званих стандартних відведеннях за Ейнтховеном (I–III) електроди накладають на кінцівки. Обов'язковим є також запис ЕКГ в підсилених відведеннях (уніполярних aVR, aVL, aVF) від кінцівок і грудних відведень (V₁–V₆). На електрокардіограмі розрізняють зубці: P, Q, R, S, T (рис. 30).

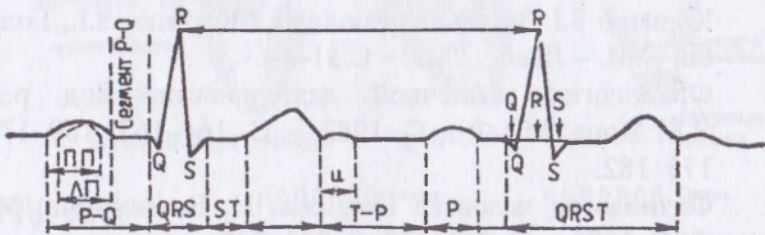


Рис. 30. Запис ЕКГ при стандартних відведеннях

Зубець P становить алгебраїчну суму електричних потенціалів при збудженні передсердь. Ізоелектрична лінія P-Q відповідає часу переходу збудження з передсердь на міокард шлуночків. Комплекс QRST – електричні зміни при збудженні шлуночків (електрична систола): комплекс QRS відображає поширення збудження в міокарді шлуночків; інтервал S-T означає, що обидва шлуночки повністю охоплені збудженням; зубець T – процес виходу шлуночків зі стану збудження (тобто з процесами

реполяризації – відновленням шлуночків після їх збудження). Інтервал Т-Р відповідає загальній діастолі, а інтервал R-R характеризує тривалість серцевого циклу. При аналізі ЕКГ визначають висоту та спрямованість зубців і тривалість інтервалів між ними (табл. 26). Фізичні навантаження супроводжуються змінами деяких показників ЕКГ, за якими оцінюють ступінь пристосування серця до фізичних навантажень. Під впливом фізичних навантажень проходить вкорочення тривалості серцевого циклу й більшості інтервалів ЕКГ, зокрема за рахунок зменшення діастолічного періоду, а також скорочення або зникнення окремих фаз систоли шлуночків: фази асинхронного скорочення шлуночків, фази ізометричного скорочення та фази повільного вигнання крові.

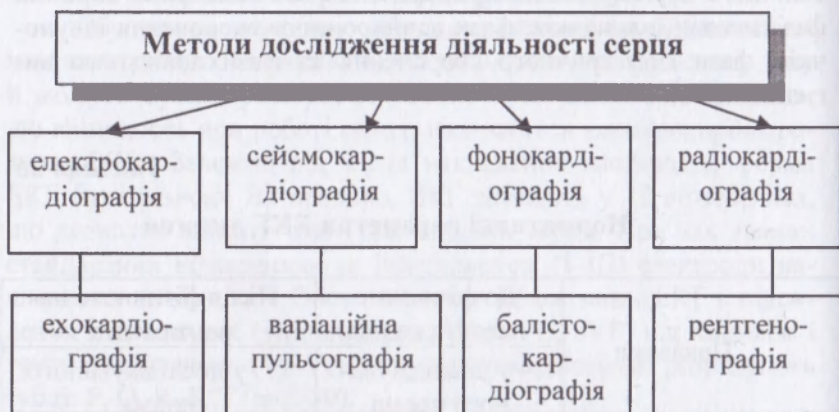
Таблиця 26

Нормативні параметри ЕКГ людини

Показник	До фізичного навантаження	Після фізичного навантаження
	у досліджуваного норма	у досліджуваного норма
Вольтаж зубців (мВ)		
P	0,05–0,3	підвищення на 100%
R	0,6–0,3	зростає
T	0,25–0,5	спочатку знижується, а потім зростає
Тривалість інтервалів при 70–75 уд./хв		
P-Q	0,16	зменшення
QRS	0,07	змінюється
S-T	0,35	скорочується
QRST	0,42	скорочується
R-R	0,80	скорочується
T-P	0,28	скорочується

При фізичній роботі змінюється також вольтаж зубців (див. табл. 26). Зубець P збільшується до 100%, а вольтаж зубця QRS дещо знижується, а деколи зростає.

Серцеві скорочення супроводжуються низкою механічних і звукових проявів. Реєструючи ці прояви, можна отримати уявлення про роботу серця за допомогою багатьох методів. До них належить *фонокардіографія* (запис звукових проявів серця), *ехокардіографія* (запис ультразвукових коливань, відбитих від різних поверхонь серця) та деякі інші: *балістокардіографія*, *сейсмокардіографія*, *динамокардіографія*.

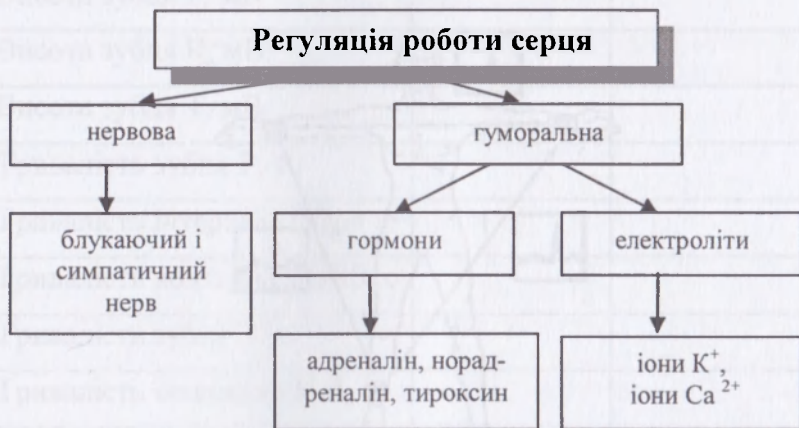


У спорті використовують телеметричні методи дослідження серця, які дають можливість спостерігати за роботою цього важливого органа на відстані.

Діяльність серця знаходиться під постійним контролем *нервової* та *гуморальної* систем, які забезпечують пристосування роботи серця до змін умов внутрішнього та зовнішнього середовища. У цьому складному процесі беруть участь центри довгастого і спинного мозку, гіпоталамуса, мозочка та кори великих півкуль. Серце іннервується еферентними гілками блукаючого та симпатичного нервів, які регулюють збудливість і провідність серцевого м'яза, силу і частоту скорочень серця. Симпатичні нерви посилюють діяльність серця, а гілки блукаючого нерва (парасимпатичні нерви) гальмують роботу серцевого м'яза.

Особливе значення в регуляції діяльності серця мають баро- і хеморецептори кровоносних судин. *Барорецептори* збуджуються під впливом змін кров'яного тиску, *хеморецептори* – при зміні парціального тиску кисню, вуглекислого газу та зміні

концентрації рН крові. Найважливіше значення мають три *рефлексогенні зони*: у дузі аорти, у каротидній зоні, у стінках порожнистих вен і правого передсердя. Суттєве значення в регуляції кровообігу, особливо при м'язовій роботі, мають сигнали від рецепторів рухового апарату – пропріорецепторів.



На діяльність серця впливають деякі гормони та електроліти. Гормони наднирників – адреналін і норадреналін – посилюють роботу серцевого м'яза: викликають прискорення (позитивний хронотропний ефект) і посилення (позитивний інотропний ефект) серцевих скорочень, подібно до дії симпатичного нерва. Таку саму дію мають гормони щитоподібної залози – тироксин і трийодтиронін.

Також впливає на роботу серця зміна концентрації в крові іонів K^+ і Ca^{2+} . При підвищенні позаклітинної концентрації K^+ знижується сила скорочень серця. І навпаки, при підвищенні позаклітинної концентрації Ca^{2+} скоротливість серця збільшується.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: електрокардіограф, електроди, марля, 10-відсотковий розчин хлориду натрію, лінійка, ножиці, клей.

Завдання 1. Електрокардіографія.

Студенти знайомляться з будовою електрокардіографа. Прилад старанно заземляють і прогрівають 15 хвилин. Швидкість протягування стрічки встановлюють на поділку 25 мм/с (1 мм стрічки відповідає 0,04 с).

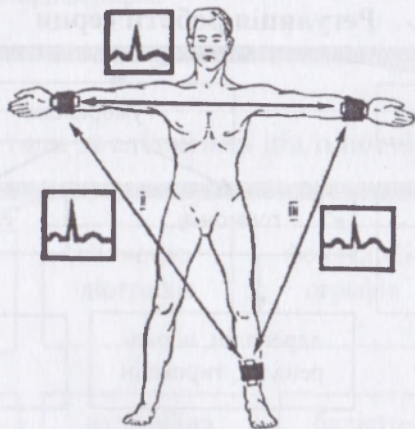


Рис. 31. Стандартні відведення (I–III) для запису ЕКГ

Досліджуваного кладуть на кушетку, накладають електроди в стандартних відведеннях (I–III) (рис. 31). Між шкірою і електродами розміщують прокладки з марлі, змочені в 10% розчині хлориду натрію. До електродів підключають різнокольорові штепселі "дротів пацієнта": червоний на праву руку, жовтий – на ліву руку, зелений – на ліву ногу, чорний – на праву ногу (заземлення). Проводять калібрування (1 мВ калібрувального сигналу відповідає 10 мм). Далі вмикають стрічкопротяжний механізм і проводять запис ЕКГ у трьох відведеннях.

Повторюють запис після фізичного навантаження (ФН) – 20 присідань або швидкого бігу на місці. Проводять аналіз ЕКГ у II відведенні на основі вимірів тривалості та висоти зубців (P, T, R) і тривалості інтервалів. Дані записують у протокол, порівнюють з нормативними величинами (див. табл. 26).

Протокол № _____
 від " ____ " _____ 20__ р.

Показник	Умови досліджу	
	Спокій	Після ФН
Висота зубця Р, мВ		
Висота зубця R, мВ		
Висота зубця Т, мВ		
Тривалість зубця Р, с		
Тривалість інтервалу PQ, с		
Тривалість комплексу QRS, с		
Тривалість зубця Т, с		
Тривалість інтервалу R-R, с		
ЧСС, уд./хв		

За інтервалом R-R визначають ЧСС. Відзначають зміни ЕКГ після роботи. Запис ЕКГ вклеюють у зошит, роблять *висновки*.

Запитання для самопідготовки

1. Електричні явища в серці. ЕКГ. Походження зубців електрокардіограми.
2. ЕКГ натренованого спортсмена, зміни при фізичних навантаженнях.
3. Сучасні методи дослідження роботи серця.
4. Іннервація серця й регуляція його функцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 211–225.

2. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. - - К.: Вища школа, 1991. – С.153–157.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С.83–84.
4. Физиология мышечной деятельности. Под ред. Я.М. Коца, М.:ФиС, 1982. – С. 167–169.
5. Физиология человека. Под ред. Н. В. Зимкина М.: ФиС, 1975. – С. 225, 227–229, 231, 234.
6. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 61–65.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Тема. Дослідження частоти скорочень серця (ЧСС) у спокої та при фізичному навантаженні. Варіаційна пульсографія.

Мета: опанувати навички пальпаторного підрахунку та методи реєстрації ЧСС у спокої та при руховій активності. Ознайомитися з методикою варіаційної пульсографії (ВПГ).

Коротка теоретична інформація

Частоту серцевих скорочень (ЧСС) у людини можна визначити за поштовхами серця (у 5-му міжребер'ї зліва) і за пульсом (ритмічні коливання стінки артерії, пов'язані з роботою серця). Пульсові коливання легко відчуті на променевій, сонній, скроневій та інших артеріях. Точніше ЧСС визначається шляхом реєстрації електричних потенціалів серця.

ЧСС у стані спокою залежить від віку, статі, розмірів тіла, фізичного та психоемоційного напруження та інших чинників. У здорової людини середнього віку в спокійному стані ЧСС коливається в межах 70–80 ударів за 1 хвилину. ЧСС нижче ніж 60 уд./хв називається *брадикардією*, а вище ніж 90 уд./хв – *тахікардією*. У спортсменів-стаєрів ЧСС часто дорівнює 50–60 уд./хв.

Частота серцевих скорочень визначається часовим інтервалом між імпульсами, які надходять від головного водія ритму серця, діяльність якого регулюється нервовими (екстра- та інтракардіальними) і гуморальними факторами (гормони, солі, біологічно активні речовини). У рефлекторній регуляції серцевої діяльності мають значення подразнення баро- і хеморецепторів судин та пропріорецепторів рухового апарату.

При напруженій м'язовій діяльності ЧСС збільшується до 160–200 уд./хв. При ЧСС 130–180 уд./хв існує лінійна залежність між цим показником і потужністю роботи.

ЧСС визначається *пальпаторним методом*, за допомогою *пульсотакметра*, за *ЕКГ*, за допомогою *варіаційної пульсографії (ВПГ)*. ВПГ дає можливість охарактеризувати тип кардіорегуляції.



У спортивній діяльності ЧСС – один із найдоступніших для реєстрації показників реакції організму на фізичне навантаження різної потужності. Сучасні пульсометри в комплексі з біговими датчиками та системами GPS-навігації дозволяють контролювати швидкість пересування спортсмена по дистанції та дотримуватися визначеного інтервалу ЧСС під час тренувальних навантажень. Якщо навантаження змінюється порівняно з заданим, то пульсометр подає сигнали, які дозволяють регулювати потужність тренувальних навантажень.

Важливим проявом діяльності серця є артеріальний пульс. *Артеріальним пульсом* називають ритмічні коливання стінок артерій, зумовлені систолічним підвищенням тиску в артерії. Пульсова хвиля виникає в аорті в момент вигнання крові зі шлуночка. При цьому тиск в аорті підвищується і стінки її розтягуються. Хвиля підвищеного тиску викликає коливання артеріальної стінки. Ці коливання поширюються з певною швидкістю від аорти до артеріол і капілярів.

Зареєстрована на паперовій стрічці чи фотоплівці пульсова крива називається *сфігмограмою*. На сфігмограмі розрізняють *анакротичний підйом, катакротичний спуск і дикротичний підйом (зубець)*.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: електрокардіограф, пульсотахометр (пульсоксиметр) та пульсометр, секундомір, таблиці з варіантами пульсограм.

Завдання 1. Пальпаторний метод підрахунку ЧСС.

Найчастіше пальпаторним способом підраховується кількість пульсових коливань на променевій (нижня третина передпліччя біля променезап'ясткового суглоба) і сонній артерії (на шиї). Злегка натискаючи кінчиками пальців (вказівного, середнього та безіменного) на артерію, підраховують кількість пульсових коливань за 10 с з наступним перерахунком на 1 хвилину.

Спершу студенти опановують пальпаторний метод визначаючи ЧСС у себе та у сусіда по парті. Надалі у одного досліджуваного встановлюють вихідний рівень ЧСС у спокої (за кожні 10 с упродовж 1 хв). Після цього досліджуваному пропонують виконати 20 глибоких присідань за 30 с. Відразу після фізичного навантаження (ФН) упродовж 3 хвилин підраховують пульс за 10-секундні відрізки часу. Дані потрібно записати у протокол, намалювати графік часової динаміки змін ЧСС (зразок – див. рис. 32), зробити висновки.

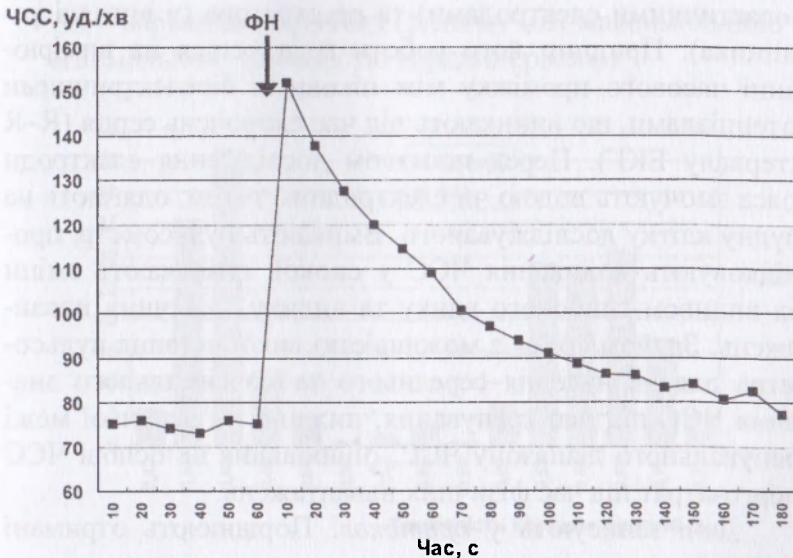


Рис. 32. Зразок графіку часової динаміки зміни ЧСС під впливом фізичного навантаження

Завдання 2. Реєстрація ЧСС за допомогою пульсотахометра та пульсометра (Polar, TCM).

Для тривалого й безперервного вимірювання ЧСС використовують *пульсотахометр* або *пульсометр*. Принцип роботи пульсотахометра (пульсоксиметра) ґрунтується на реєстрації зміни поглинання світла тканинами організму внаслідок зміни їхнього кровонаповнення в різних фазах серцевого циклу. Під час вимірювання рука досліджуваного повинна лежати нерухомо на столі нижче за рівень серця. На нігтьову фалангу пальця прикріплюють датчик, який складається з джерела світла та фотоелемента. Стрілочний індикатор пульсотахометра дозволяє візуально спостерігати коливання частоти пульсу. Вимірюють ЧСС у стані спокою, під час глибокого вдиху і видиху та після фізичного навантаження (20 присідань за 30 с). Після фізичного навантаження вимірювання проводять упродовж 3 хвилин.

Пульсометр (Polar, TCM) складається з датчика (пояс з еластичними електродами) та реєстратора (у вигляді годинника). Принцип його роботи ґрунтується на вимірюванні часового проміжку між піковими біоелектричними потенціалами, що виникають під час скорочень серця (R–R інтервалу ЕКГ). Перед початком дослідження електроди пояса змочують водою чи електродним гелем, одягають на грудну клітку досліджуваного. Вмикають пульсометр, прослідковують коливання ЧСС у спокої, визначають зміни під впливом глибокого вдиху та видиху, фізичних навантажень. Знайомляться з можливістю використання пульсометра для визначення середнього та максимального значення ЧСС під час тренування, нижньої та верхньої межі тренувального діапазону ЧСС, оцінювання на основі ЧСС енергозатрат під час фізичних навантажень.

Дані записують у *протокол*. Порівнюють отримані результати.

Протокол № _____

від "____" _____ 20__ р.

Досліджу- ваний	Метод дослідження	ЧСС	
		Спокій	Після ФН
	Пальпаторний		
	Пульсотахометрія		
	Пульсометрія		

Завдання 3. Варіаційна пульсографія (ВПГ).

Метод розробили В.В. Парін та Р.М. Баєвський, він базується на безперервній реєстрації тривалості інтервалів R–R електрокардіограми упродовж 100 кардіоциклів.

Обробка результатів ВПГ передбачає побудову варіаційних пульсограм (рис. 33) та розрахунок таких статистичних показників:

- M – середньої величини інтервалів R–R;
- M_0 – моди (інтервал, що повторюються найчастіше);
- AM_0 – амплітуди моди (% інтервалів з тривалістю M_0);
- Δx – варіаційний розмах (різниця між максимальною та мінімальною тривалістю кардіоінтервалів).

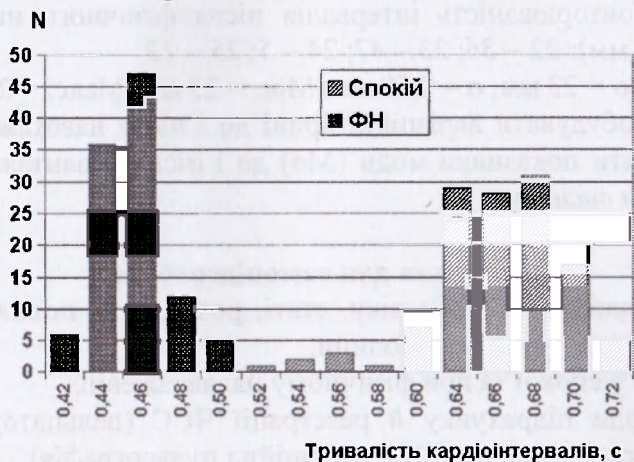


Рис. 33. Зразок пульсограми у стані спокою та після фізичного навантаження (ФН)

Приклад розрахунку M_0 та інших показників: повторюваність інтервалів у стані спокою (мм): 25 – 1; 26 – 1; 27 – 2; 28 – 3; 29 – 1; 30 – 7; 31 – 1; 32 – 29; 33 – 2; 34 – 31; 35 – 17; 36 – 5.

$M_0 = 34$ мм, $\sigma = 2,19$ мм, Мін – 25 мм, Макс = 36 мм.

На основі розрахунку повторюваності всіх інтервалів R–R 100 циклів ЕКГ складаються варіаційні криві (на осі ординат відкладають кількість повторень інтервалу R–R, а на осі абсцис – тривалість інтервалу R–R у секундах.

У стані спокою крива має сплющений вигляд, що свідчить про перевагу парасимпатичної регуляції діяльності серця (Р.М. Баєвський, 1978). Під час виконання навантаження ці криві можуть зміщуватися вліво, мати одну або декілька вершин. Такий тип реакції зумовлюється посиленням тону симпатичної нервової системи. Чим ближче друге значення M_0 до першого, тим скоріше відбувається процес відновлення, тим краща пристосованість серцево-судинної системи до навантаження. Чим швидше варіаційна крива повертається до вихідної форми, тим кращими адаптаційними властивостями володіє серцево-судинна система.

Повторюваність інтервалів після фізичного навантаження (мм): 22 – 36; 23 – 47; 24 – 5; 25 – 12;

$M_0 = 23$ мм, $\sigma = 0,59$ мм, Мін. = 22 мм, Макс. = 25 мм.

Побудувати варіаційні криві до і після навантаження. Порівняти показники моди (M_0) до і після навантаження. Зробити висновки.

Запитання для самопідготовки

1. Залежність ЧСС від віку, статі, розмірів та положення тіла, способу життя людини.
2. ЧСС у спокої та при фізичному навантаженні.
3. Методи підрахунку й реєстрації ЧСС (пальпаторний, пульсотаметрія, ЕКГ, варіаційна пульсографія).
4. Основні методичні підходи до характеристики варіабельності серцевого ритму людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 217–219.
2. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991. – С. 159–161, 165–168.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С.83–84.
4. Физиология человека. Под ред. Н. В. Зимкина. М.: Ф и С. 1975. – С. 229–231, 243–245, 248–251.
5. Физиология мышечной деятельности. Под ред. Я.М. Коца. М.: Ф и С, 1982. – С. 182–184, 190–196.
6. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С.83–84.

Тема Вивчення основних показників гемодинаміки людини.

Мета: вивчити основні показники гемодинаміки та механізми регуляції тонуусу судин. Оволодіти методикою вимірювання артеріального тиску й розрахунку хвилинного об'єму кровоплину. Ознайомитися з методом реографії.

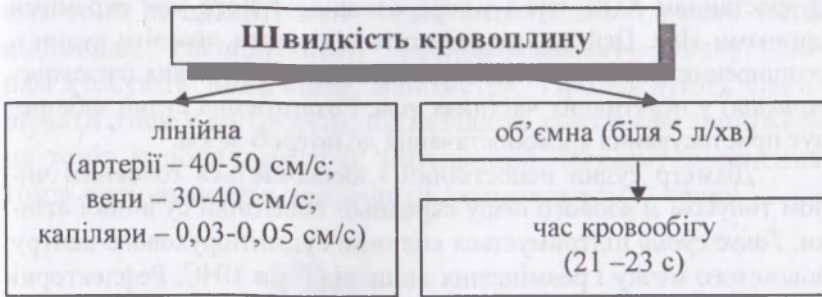
Коротка теоретична інформація

Рух крові кровеносними судинами зумовлюється скороченнями серця та різницею тиску в артеріях і венах. Чим більша ця різниця і чим менший опір судин течії крові, тим більше крові проходить за одиницю часу через усю судинну систему. Опір судин залежить, зокрема, від їх діаметру, кількості активних капілярів, еластичності судин, в'язкості крові.

Основними гемодинамічними показниками руху крові по судинах є швидкість кровоплину і тиск крові в різних відділах судинного русла. Артеріальний тиск як найважливіший чинник гемодинаміки залежить від багатьох факторів: сили скорочень серця, в'язкості та кількості крові, опору судин та їх просвіту, еластичності стінок судин та ін. У здорових молодих людей артеріальний тиск становить у середньому 120/80 мм рт.ст. (± 10 мм рт.ст.). Тиск, вищий від 140 мм рт.ст. – гіпертонічний, нижчий ніж 100 мм рт.ст. – гіпотонічний. При фізичній роботі максимальний (систоличний) тиск може збільшуватися до 160 – 220 мм рт.ст. Величина кров'яного тиску не однакова в різних частинах судинної системи: найбільша – в аорті, а в міру віддалення судини від серця тиск зменшується.



Рух крові по судинах забезпечує різниця тисків на початковій (артеріальній) і кінцевій (венозній) частинах кровоносного русла. Розрізняють *об'ємну* й *лінійну швидкість кровоплину*.



Об'ємна швидкість кровоплину – це кількість крові, яка протікає через даний поперечний переріз судини за одиницю часу (л/хв). *Лінійна швидкість* – це віддаль, яку проходять частинки крові за одиницю часу (см/с). Ці величини взаємозв'язані між собою (рис. 34).

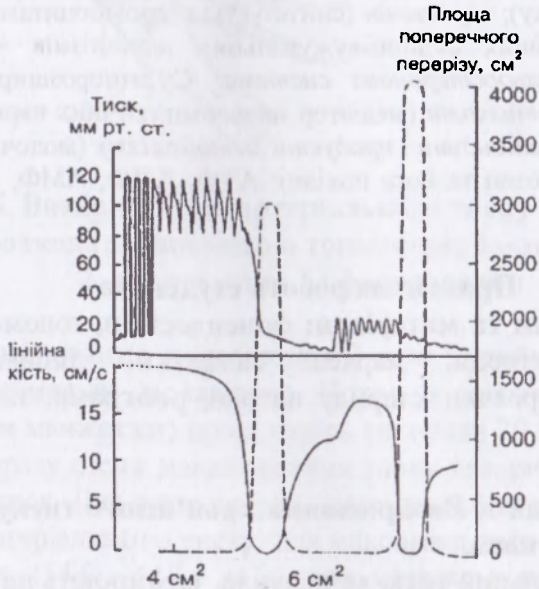


Рис. 34. Взаємозв'язок основних гемодинамічних параметрів (артеріального тиску та лінійної швидкості) з площею поперечного перерізу судинного русла

При фізичній роботі в м'язах, які працюють, об'ємна швидкість кровоплину зростає. Підвищення кровопостачання інтенсивно працюючих органів – *робоча гіперемія* – пов'язана не тільки із зростанням ХОК, але і з перерозподілом його між окремими органами тіла. Цей процес залежить від зміни просвіту судин – розширення (*вазодилатація*) їх в активних і звуження (*вазоконстрикція*) у неактивних частинах тіла. Розширення судин забезпечує пристосування кровопостачання до потреб м'яза.

Діаметр судин непостійний і визначається головним чином тонусом м'язового шару середньої оболонки судинної стінки. *Тонус судин* підтримується впливом судиннорухового центру довгастого мозку і розміщених вище відділів ІНС. Рефлекторні зміни виникають при подразненні хемо- та механорецепторів судин і внутрішніх органів, а також екстерорецепторів. Гуморальна регуляція доповнює та подовжує нервові впливи і здійснюється за рахунок вазоактивних речовин крові. Основні судинозвужувальні речовини: *адреналін і норадреналін* (гормони мозкового шару наднирників); *вазопресин* (гормон задньої частки гіпофізу); *серотонін* (синтезується тромбоцитами); один з найпотужніших судинозвужувальних механізмів – *ренін-ангіотензин-альдостеронова система*. Судинорозширювальні речовини: *ацетилхолін* (медіатор парасимпатичних нервів); *гістамін*; *простагландини* і *продукти метаболізму* (молочна та ін. кислоти, аденозин та його похідні: АТФ, АДФ, АМФ, іони калію тощо).

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: фонендоскоп, тонометр, реограф, електроди, марлеві салфетки, лінійка, 10-відсотковий розчин хлориду натрію, реограми, таблиці з розділу.

Завдання 1. Вимірювання кров'яного тиску за методом Короткова.

Артеріальний тиск, як правило, вимірюють на плечовій артерії з допомогою сфігмоманометра або тонометра (рис. 35). На оголене плече вище від ліктьової ямки накладають манжетку і створюють у ній тиск вищий за макси-

мальний, при якому зникає пульс на плечовій артерії.

Потім, трішки відкриваючи гвинтовий клапан, випускають повітря з манжетки, фонендоскопом вислуховують тони на артерії в ліктвовій ямці. Момент появи тонів відповідає *систоличному* (максимальному) тиску. Запам'ятовують показаник манометра. Продовжують зменшувати тиск у манжетці, відзначають поступове пониження тонів із подальшим їх зникненням. Момент зникнення тонів відповідає *діастолічному* (мінімальному) тиску.

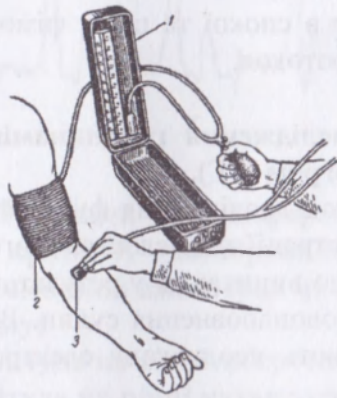


Рис. 35. Вимірювання артеріального тиску за методом Короткова з допомогою тонометра: 1 – манометр; 2 – манжетка; 3 – фонендоскоп

Вимірювання повторюють 2 рази і приймають за основу мінімальні показники. Потім досліджуваному (не знімаючи манжетки) пропонують виконати 20 присідань за 30с і відразу після навантаження знову вимірюють артеріальний тиск. Для здорових молодих людей нормальне значення артеріального тиску: для максимального – 110 – 130 мм рт.ст. (14,0 – 17,5 кПа), для мінімального – 60 – 80 мм рт. ст. (8,0 – 10,5 кПа).

Занести в протокол дані визначення систолічного та діастолічного тиску і вирахувати пульсовий тиск (різниця

між величинами систолічного та діастолічного тиску). Зазначити характер змін після фізичного навантаження.

Завдання 2. Обчислення систолічного (СО) та хвилинного об'єму крові (ХОК) за формулою Старра.

$$CO = 100 + 0,5PT - 0,6DT - 0,6B$$

$$ХОК = CO \cdot ЧСС,$$

де ПТ – пульсовий тиск; ДТ – діастолічний тиск; В – вік у роках.

Дані розрахунку в спокої та після фізичного навантаження записати у протокол.

Завдання 3. Дослідження гемодинаміки методом реографії. Аналіз реограм (РГ).

Реографія – метод дослідження функцій кровообігу, який базується на реєстрації змін електричного опору тканин людського тіла, що виникають у результаті діяльності серця й коливання кровонаповнення судин. Різні тканини організму людини мають неоднакову електропровідність та електричний опір.

Реограф – прилад, який складається з генератора високочастотного струму, вимірювального моста, підсилювача та калібратора. Залежно від місця накладання електродів, можна досліджувати гемодинаміку в судинах головного мозку (реоенцефалографія), м'язів кінцівок (реовазографія), печінки та інших органів.

Реографія дозволяє визначити пульсове кровонаповнення, стан судинної стінки і венозний відтік.

Після налаштування приладу і накладання електродів записують калібрований сигнал величиною 0,1 Ом (К), реєструють ЕКГ (у II відведенні). Швидкість руху паперу реєстратора 25 або 50 мм/с (рис. 36).

Проводять візуальний аналіз РГ. Звертають увагу на форму, крутизну й конфігурацію анакротичної та дикротичної хвилі.

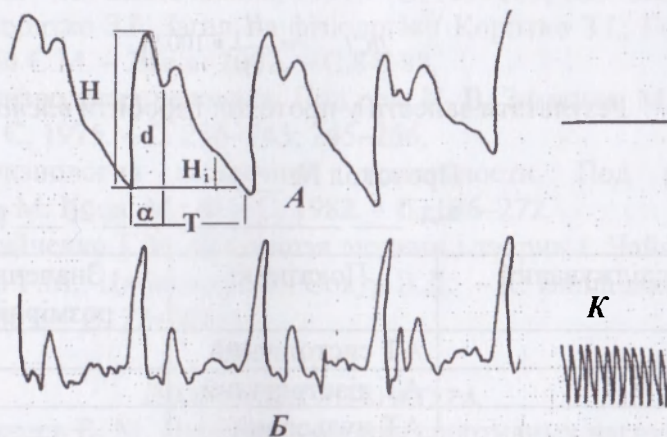


Рис. 36. Реограма (А – диференціальна крива; Б – інтегральна крива; К – калібрувальний сигнал):

H – максимальна амплітуда на рівні анакротичного підйому;

H₁ – амплітуда на рівні дикротичного зубця;

d – амплітуда на рівні катакроти;

α – відстань від початку пульсової хвилі до максимального підйому;

T – тривалість пульсової реографічної хвилі.

Для кількісного оцінювання реограми розраховують деякі показники: PI, TC, ДСІ.

Реографічний індекс (PI) – відношенням амплітуди РГ до калібрувального сигналу, характеризує кровонаповнення досліджуваної ділянки:

$$PI = \frac{H \text{ (мм)}}{K \text{ (мм)}} \cdot 0,1 \cdot Ом$$

Тонус судин (ТС):

$$TC = \frac{\alpha \text{ (мм)}}{T \text{ (мм)}} \cdot 100\%$$

Діастолічний індекс (ДСІ) характеризує венозний відтік:

$$ДСІ = \frac{H_1}{H} \cdot 100 \%$$

Результати занести у протокол і зробити висновки.

Протокол № ___
від "___" "___" 20___ р.

Досліджуваний	Показник	Значення, розмірність
	АТ систолічний	
	АТ діастолічний	
	АТ пульсовий	
	СО	
	ХОК	
	РІ	
	ТС	
	ДСІ	

Запитання для самопідготовки

1. Артеріальний тиск і фактори, які впливають на його величину.
2. Швидкість кровоплину. Час кровообігу крові.
3. Кровообіг у капілярах і венах.
4. Особливості регіонарного кровообігу.
5. Артеріальний пульс та його властивості. Сфігмографія.
6. Нервова та гуморальна регуляція тону судин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 225–243.

2. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991. – С. 159–165; 168–171.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С.84–88.
4. Физиология человека. Под ред. Н. В. Зимкина. М.: Ф и С, 1975. – С. 236–243; 245–256.
5. Физиология мышечной деятельности. Под ред. Я. М. Коца. М.: Ф и С, 1982. – С. 196–272.
6. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К.: Вища школа, 2003. – С. 77–102.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеев В. М. Пульсовая оценка спортивных нагрузок. Методическая разработка для студ. / Алексеев В. М. – М.: 1984. – 48 с.
2. Амосов Н. М. Физическая активность и сердце / Амосов Н. М., Бендет Я. А. – Киев: Здоров'я, 1989. – 212 с.
3. Васильева В. В. Сосудистые реакции у спортсменов / Васильева В. В. – М.: ФиС, 1971. – 161 с.
4. Гуревич М. И. Основы гемодинамики / Гуревич М. И., Бернштейн С. А. – Киев: Наукова думка, 1979. – 230 с.
5. Дембо А. Г. Спортивная кардиология / Дембо А. Г., Земцовский Э. В. – Л.: Медицина. 1989. – 494 с.
6. Душанин С. А. Функции сердца у юных спортсменов / Душанин С. А., Шигоневский В. В. – Киев: Здоров'я, 1988. – 163 с.
7. Зима А. Г. Адаптация сердца к физическим нагрузкам и работоспособность / Зима А. Г., Сычугова В. А. – Алмата, 1985. – 83 с.
8. Карпман В Л. Динамика кровообращения у спортсменов / Карпман В Л., Любина Б. Г. – М.: Фи С, 1982. – 135 с.
9. Клевещ М.Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем: Навчальний посібник / Клевещ М. Ю., Манько В. В. – Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 233 с.

10. Основы физиологии человека / под ред. Б.И. Ткаченко. Санкт-Петербург: Международный фонд истории науки, 1994. – Т. 1. – 554 с.
11. Парышкин Ю. А. Регуляция сердечного ритма у спортсменов, тренирующихся на выносливость. Учеб. пособие. / Парышкин Ю. А., Аксенов В. В. – Омск: ОГИФК, 1987. – 54 с.
12. Савицкий Н. Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики / Савицкий Н. Н. – М.: Медицина, 1974 – 255 с.
13. Физиология кровообращения: Физиология сосудистой системы / под ред. Б. И.Ткаченко. – Л.: Наука, 1984. – 652 с.
14. Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М.: Медицина, 1985. – С. 239–292.
15. Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М.: Мир, 1986. – Т.3. – 287 с.

Розділ VII ФІЗІОЛОГІЯ ДИХАННЯ

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема. Дослідження основних показників зовнішнього дихання.

Мета: вивчити показники зовнішнього дихання. Освоїти методику вимірювання легеневих об'ємів і оцінювання легеневої вентиляції у стані спокою та при фізичному навантаженні.

Коротка теоретична інформація

Дихання є однією з життєво важливих функцій організму. У широкому розумінні слова *дихання* розуміють як складний біологічний процес, який забезпечує надходження кисню до тканин, використання його в метаболізмі та видалення вуглекислого газу з організму. Цей процес здійснює підтримання газових констант і здійснюється поетапно:

- 1) зовнішнє дихання або вентиляція легень;
- 2) обмін газів між альвеолярним повітрям і кров'ю капілярів легень;
- 3) транспорт газів кров'ю;
- 4) обмін газів між кров'ю капілярів і тканинами;
- 5) клітинне дихання – утилізація кисню клітинами й виділення ними вуглекислого газу.

Зовнішнім диханням називається обмін газів між легенями і навколишнім середовищем. Вентиляція альвеол, що необхідна для газообміну, здійснюється завдяки чергуванню дихальних рухів – *вдиху (інспірація)* та *видиху (експірація)*. Дихальні рухи періодично змінюють об'єм грудної клітки. При вдиху легені розширюються за рахунок від'ємного тиску в плевральній щілині. Завдяки цьому в легенях знижується тиск, що викликає надходження в них повітря.

При видиху *дихальні м'язи* розслаблені, об'єм грудної порожнини зменшений, тиск у порожнині легень підвищується, що зумовлює вихід повітря з легенів.

У нормі під час спокійного дихання зміни форми грудної клітки забезпечуються за рахунок роботи дихальних (інспіраторних та експіраторних) м'язів. До *інспіраторних м'язів* належать зовнішні міжреброві м'язи та діафрагма, до *експіраторних м'язів* – внутрішні міжреброві м'язи. Крім основних, є *додаткові дихальні м'язи*. До них належать усі м'язи, що кріпляться до кісток плечового пояса, черепа або хребта і здатні піднімати ребра. Найважливіші з них – це великі та малі грудні, драбинчасті, грудинно-ключично-соскоподібні і, частково, зубчасті м'язи. Найважливішими допоміжними експіраторними м'язами є м'язи живота.

До основних показників зовнішнього дихання належать: легеневі об'єми, ЖЄЛ (рис. 37), ХОД, максимальна вентиляція легень (МВЛ), частота і глибина дихання, швидкість вдиху та видиху. *Частота дихання* (ЧД) – кількість екскурсій грудної клітки за 1 хвилину. ЧД у дорослої людини в стані спокою становить 16–20 хв^{-1} , а у спортсменів – 12–18 хв^{-1} .

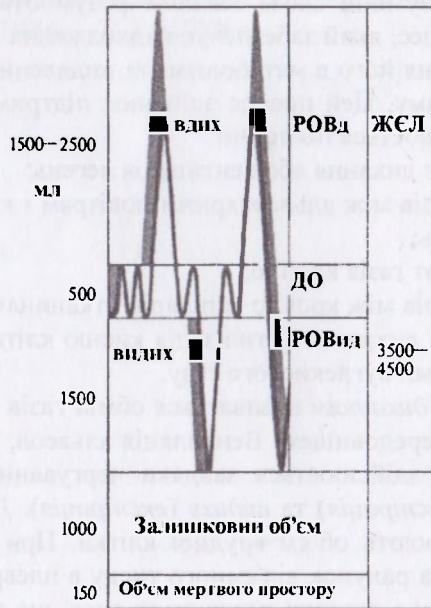


Рис. 37. Легеневі об'єми та ємкості: ЖЄЛ – життєва ємність легень; ДО – дихальний об'єм; РОВд – резервний об'єм вдиху; РОВид – резервний об'єм видиху.

Життєва ємність легень (ЖЄЛ) складається з *дихального об'єму* (ДО), *резервного об'єму вдиху* (РОВд) і *видиху* (РОВид). Величина ЖЄЛ залежить від розмірів тіла, віку, статі та ступеня розвитку дихальних м'язів. У нетренованої людини величина ЖЄЛ близько 3,5 л, а у спортсменів, які розвивають витривалість, досягає 5–6 л і більше. ДО – кількість повітря, яка вдихається (видихається) за один дихальний акт. РОВд – кількість повітря, яку ще можна вдихнути після спокійного вдиху. РОВид – кількість повітря, яку ще можна видихнути після спокійного видиху. Показником легеневої вентиляції є *ХОД*, що в нормі в стані спокою становить 6–8 л/хв. Під час фізичної роботи ХОД збільшується до 140–180 л/хв.

Обмін газів у легенях і тканинах, тобто перехід кисню з альвеолярного повітря в кров і тканини, а вуглекислого газу з тканин через кров і альвеолярне повітря в зовнішнє середовище, зумовлюється різницею парціальних тисків цих газів.

Дослідження функцій зовнішнього дихання повинно проводитися з урахуванням його взаємозв'язків із кровообігом і механізмами регуляції. Безпосередньо завданням досліджень у галузі фізичної культури є визначення функціонального стану дихальної системи та її зміна під впливом фізичних вправ і в різних умовах діяльності спортсмена.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: спірометр (водяний або сухий), спирт, вата, мішок Дугласа, загубник, газовий лічильник, секундомір, триходовий кран, носовий затискач.

Завдання 1. Визначення дихальних об'ємів. Спірометрія.

Визначення ЖЄЛ. Протерти мундштук спірометра спиртом. Після максимального вдиху досліджуваний робить через мундштук максимальний видих у спірометр. При цьому потрібно напружити дихальні м'язи та черевний прес. Дослідження повторити 2–3 рази, визначити середнє значення.

Для детальнішого оцінювання функціонального стану дихальної системи можна виконати пробу Розенталя

або пробу Шафрановського (динамічна спірометрія). Проба Розенталя полягає у п'ятикратному вимірюванні ЖЄЛ, що проводиться через кожні 15 секунд. При доброму функціональному стані дихальної системи величина ЖЄЛ збільшується, при задовільному – залишається без змін, а при незадовільному – зменшується.

Під час динамічної спірометрії спершу визначають початкову величину ЖЄЛ. Після цього досліджуваний виконує стандартне фізичне навантаження – 3-хвилинний (для жінок – 2-хвилинний) біг на місці в темпі 180 кроків за 1 хвилину при підйомі стегна під кутом 60 – 80 градусів. ЖЄЛ повторно вимірюють упродовж перших 15 с відновлення, в кінці 1-ї, 2-ї та 3-ї хвилини відновлення. Якщо ЖЄЛ зростає більш ніж на 200 мл – результат добрий, коливання в межах 200 мл з відновленням до 3-ї хвилини – задовільний результат, зменшення більш ніж на 200 мл (за відсутності відновлення до 3-ї хвилини) оцінюється незадовільно.

Для оцінювання функції дихання необхідно величину ЖЄЛ у спокої порівняти з належною (НЖЄЛ) величиною, визначеною за формулою:

$$\text{для чоловіків: НЖЄЛ} = [27,63 - 0,112 \cdot \text{В}] \cdot 3 ;$$

$$\text{для жінок: НЖЄЛ} = [21,78 - 0,001 \cdot \text{В}] \cdot 3 ;$$

де В – вік у роках, 3 – зріст у см.

Розбіжність між величинами не більше ніж на 15% вважається несуттєвою. Отримані дані записати у протокол. Порівняти величину ЖЄЛ, виміряну спірометром, з належною НЖЄЛ, розрахованою за формулою.

Вимірювання легневих об'ємів. Для визначення дихального об'єму досліджуваний виконує декілька спокійних вдихів і видихів. Потім бере мундштук у рот і продовжує спокійно видихати в спірометр. Показник спірометра ділять на число дихальних рухів.

Вимірювання резервного об'єму видиху. Після спокійного видиху через ніс роблять максимально можливий видих у спірометр.

Вимірювання резервного об'єму вдиху. Від величини ЖЄЛ віднімають суму дихального об'єму та резервного об'єму видиху.

Результати вимірювань легеневих об'ємів записати у протокол. Порівняти суму легеневих об'ємів із величиною ЖЄЛ.

Протокол № ____

від " ____ " _____ 20__ р.

Досліджуваний	Показник	Значення, розмірність
	ЧД	
	ЖЄЛ	
	Динамічна спірометрія	
	проба Розенталя	
	НЖЄЛ	
	РОВд	
	РОВид	
	ХОД (спокій)	
	ХОД (після ФН)	

Завдання 2. Визначення хвилинного об'єму дихання (ХОД).

ХОД – це кількість повітря, що вентилюється в легенях за 1 хвилину.

Досліджуваний бере в рот гумовий загубник (попередньо протертий спиртом), сполучений із мішком Дугласа триходовим краном, і видихає повітря в мішок протягом трьох хвилин. Одночасно підраховують число дихальних рухів. Потім перемиканням крану з'єднують мішок Дугласа з газовим лічильником і пропускають через нього зібране повітря. За шкалою лічильника визначають його об'єм. Виміряний об'єм повітря ділять на 3 і знаходять хвилинний об'єм дихання в стані спокою.

Потім досліджуваний виконує фізичне навантаження (біг на місці в максимальному темпі впродовж 1 хвилини), знову збирається видихуване повітря в мішок Дугласа, вимірюється його величина. Підраховується ЧД.

Дані записати у *протокол*. Оцінити ХОД у спокої та при фізичному навантаженні.

Запитання для самопідготовки

1. Зовнішнє дихання. Механізм вдиху і видиху.
2. Легеневі об'єми. Життєва ємність легень (ЖЄЛ) та її складові. Методи визначення.
4. Вентиляція легень. Хвилинний об'єм дихання (ХОД).
5. Склад атмосферного, видихуваного та альвеолярного повітря.
6. Обмін газів у легенях і тканинах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 252–262.
2. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. – К.: Вища школа, 1991. – С. 173–179.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С.89–93.
4. Физиология человека. Под ред. И, В. Зимкина. М.: Ф и С, 1975. – С. 259–267.
5. Физиология мышечной деятельности Под ред. Я. М. Коца. М.: Ф и С, 1982. – С. 272–316.
6. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 108–124.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Тема. Вивчення показників зовнішнього дихання методами спірографії та пневмотахометрії.

Мета: вивчити транспорт газів кров'ю та механізм регуляції дихання. Освоїти методику реєстрації основних показників зовнішнього дихання з допомогою спірографа. Ознайомитися з методикою оксигеметрії та пневмотахометрії.

Коротка теоретична інформація

Кров переносить кисень у хімічно зв'язаному стані у складі *оксигемоглобіну* (HbO_2). Та кількість O_2 , яка міститься в 100 мл крові, називається *кисневою ємкістю крові*. У нормальних умовах в артеріальній крові лише 96% гемоглобіну знаходиться у формі оксигемоглобіну. Вуглекислий газ переноситься кров'ю у формі *карбогемоглобіну* (HbCO_2) та вугільної кислоти. Ступінь насичення крові газами залежить від їх парціального тиску в альвеолярному повітрі та напруження в тканинах. Під час затримки дихання відбувається зміна газових констант крові. Газові константи змінюються і під час фізичної роботи, яка забезпечує вищу швидкість окислювальних процесів у тканинах.

Регуляція дихання відбувається нервовим і гуморальним шляхом за участю структур дихального центру. *Дихальний центр* локалізується у довгастому мозку (рис. 38). Він складається з двох частин – *інспіраторного центру* (центру вдиху) та *експіраторного центру* (центру видиху) і регулює частоту та глибину дихання. На дихальний центр довгастого мозку впливають розташовані вище центри головного мозку: *пневмотаксичний центр* варолієвого моста, нервові центри середнього і проміжного мозку, мозочок, лімбічна система, кора великих півкуль і особливо її сомато-моторна зона (яка забезпечує узгодження дихання з ритмікою рухів).

Гуморальні впливи на дихальний центр здійснюються за рахунок: надлишку CO_2 , нестачі O_2 , зміні рН крові. При м'язовій роботі стимулюється діяльність дихального центру за рахунок змін у крові (надлишок CO_2 , нестача O_2 , зсув рН в кислу сторону) та імпульсів від пропріорецепторів м'язів, які інтенсивно скорочуються.

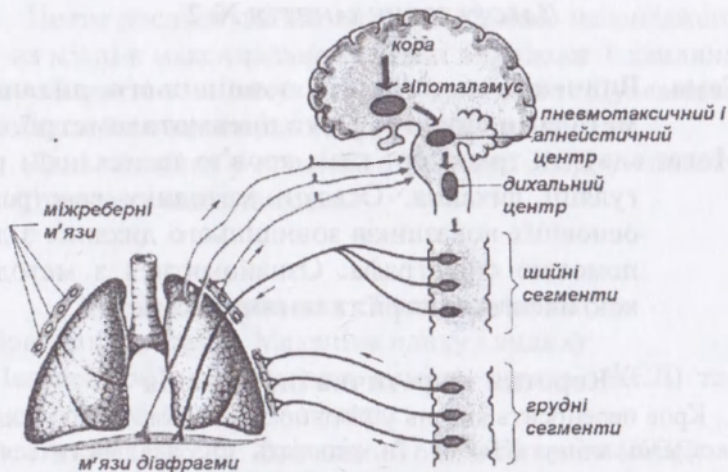


Рис. 38. Дихальний центр

Сталість газового складу крові є однією з найпостійніших констант, яка регулюється гомеостатичною функціональною системою. Інформація про напругу CO_2 ($p\text{CO}_2$) та O_2 ($p\text{O}_2$) сприймається периферичними і центральними хеморецепторами (каротидні клубочки сонних артерій, верхні дихальні шляхи, тканини, клітини довгастого мозку). Структури ЦНС, які збуджуються нервовим та гуморальним шляхами при зміні парціального тиску газів крові, формують дихальний центр (довгастий і середній мозок). Нейрони кори великих півкуль забезпечують включення дихального акту в активну цілеспрямовану діяльність. Роль кори, гіпоталамуса та лімбічних структур у пристосувальному регулюванні дихання чітко виявляється під час різних емоційних реакцій, у передстартовій ситуації та фізичних навантаженнях тощо.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: спірограф, носовий затискач, спирт, вата, пневмотахометр, муляжі дихальної системи, таблиці з теми.

Завдання 1. Спірографія. Аналіз спірограм.

Спірографія – метод графічної реєстрації дихальних рухів людини, отриманий запис називається *спірограмою*.

Дослідження може здійснюватися за допомогою спірографів різних конструкцій (закритого та відкритого типу). Прилад закритого типу складається із повітряного резервуара (змінного об'єму), поглинача CO_2 , стрічкопротяжного та реєструючого механізмів. На основі запису та аналізу спірограми (рис. 38) можна визначити основні показники зовнішнього дихання (легеневі об'єми, ЖЄЛ, ХОД, величину поглинання O_2 , максимальну вентиляцію легень (МВЛ), частоту і глибину дихання, час затримки дихання та ін.).

Досліджуваний сідає на стілець, бере в рот продезинфікований загубник, приєднаний до “крана пацієнта”, накладається носовий затискач. Після того, як досліджуваний зникає до дихання з загубником, перемикають прилад у робоче положення. Швидкість протягування паперової стрічки 50 мм/хв, 1 мм зміщення стрічки відповідає 20 мл повітря. Записують спірограму в таких умовах:

- під час спокійного дихання (упродовж 1 хв);
- під час максимально глибокого вдиху та видиху;
- під час затримки дихання та після неї;
- під час максимального за частотою і глибиною дихання протягом 15 секунд (для визначення МВЛ);
- під час фізичного навантаження (присідання).

На основі отриманої спірограми визначають основні показники зовнішнього дихання, результати записують у протокол, порівнюють з нормативними значеннями, порівнюють величину показників зовнішнього дихання у спокої та під час фізичного навантаження.

МВЛ – це об'єм дихання, який може бути досягнутий під час його максимального підсилення за рахунок поглиблення кожного вдиху і збільшення ЧД. У нормі МВЛ у чоловіків коливається від 80 до 230 л/хв, а у жінок – від 60 до 170 л/хв.

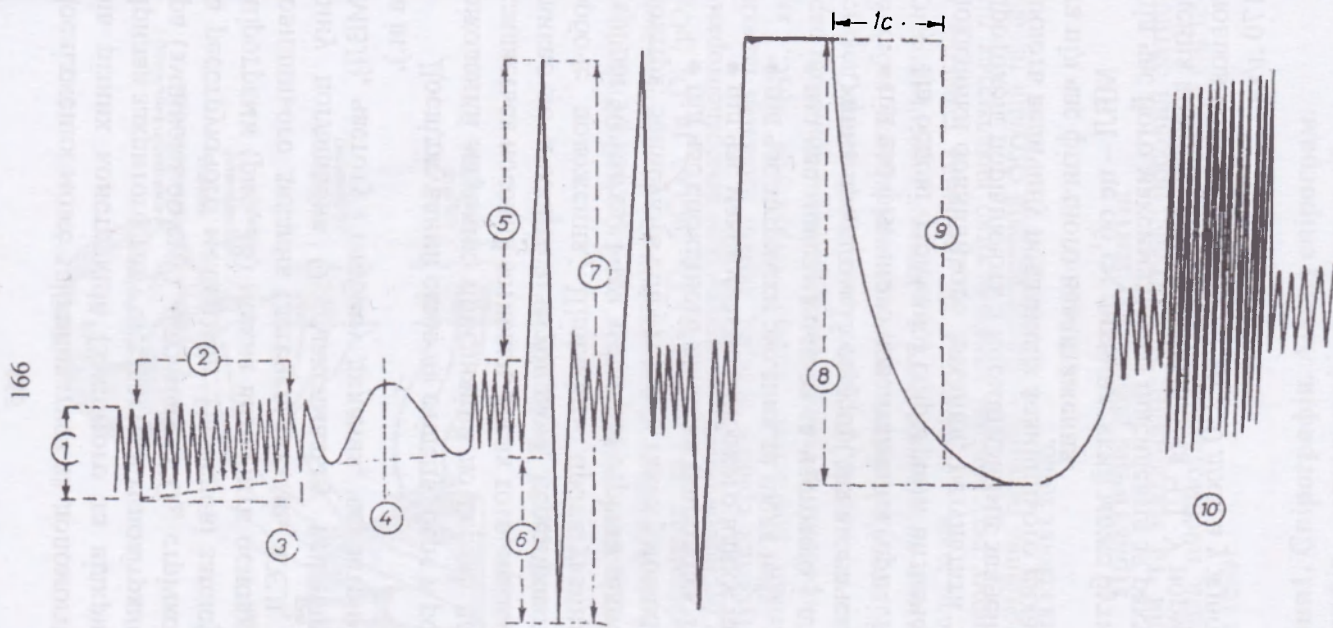


Рис. 38. Запис спірограми: 1 – дихальний об'єм, 2 – ХОД, 3 – споживання кисню, 4 – крива вдиху-видиху, 5 – РОВд, 6 – РОВид, 7 – ЖЄЛ, 8,9 –форсований видих, 10 – дихання під час фізичного наванатження

Належна величина МВЛ розраховується за формулою Дембо:

$$\text{МВЛ} = \frac{\text{фактична ЖЄЛ}}{2} \cdot 35.$$

Під час фізичних навантажень ХОД досягає 80–90% МВЛ. Зниження МВЛ після навантаження свідчить про надмірність навантаження та розвиток втоми дихальної мускулатури.

Завдання 2. Функціональні проби Штанге та Генчі.

Проба полягає у вимірюванні за допомогою секундоміра тривалості затримання дихання на видиху і вдиху у стані спокою та після фізичного навантаження.

У нормі в стані спокою в здорових людей затримка дихання на вдиху (проба Штанге) становить 50–60 с і більше, а на видиху (проба Генчі) – 30–40 с і більше.

Результати записують у *протокол*.

Завдання 3. Пневмотахометрія.

Пневмотахометрія побічно характеризує потужність вдиху та видиху, а також силу дихальної мускулатури та опір дихальних шляхів.

Поняття потужність вдиху чи видиху розуміють як пікову об'ємну швидкість (ПОШ) повітряного потоку (л/с) під час форсованого вдиху чи видиху.

Пневмотахометр складається з датчика (трубки діаметром 32 мм з діафрагмою) та вимірювального блоку.

При перемиканні тумблера на “вдих” досліджуваний (у положенні стоячи) через мундштук датчика робить максимально швидкий глибокий вдих через рот. Перемикають тумблер на “видих” і виконують форсований видих. Кожну операцію повторюють 5 разів. Потужність вдиху і видиху визначають за максимальними показниками пневмотахометра.

У здорової людини в стані спокою показники пневмотахометрії становлять:

- а) на видиху: чол. – 5–9 л/с;
жін. – 4–6 л/с;
б) на вдиху: чол. – 4–8 л/с;
жін. – 3–5 л/с.

Результат записують у зошит.

Протокол № ____
від " ____ " _____ 20__ р.

№ з/п	Назва показника	Величини	
		у спокої	при ФН
1	Частота дихання		
2	Глибина дихання (ДО)		
3	ХОД		
4	ЖЄЛ		
5	Резервний об'єм видиху		
6	Резервний об'єм вдиху		
7	Максимальна вентиляція легень		
8	Затримка дихання (спірограма)		
9	Проба Штанге (власна)		
10	Проба Генчі (власна)		
11	ПОШ		

Запитання для самопідготовки

1. Транспорт газів кров'ю. Крива дисоціації оксигемоглобіну.
2. Дихальний центр, його структура та функції.
3. Рефлекторна та гуморальна регуляція дихання.
4. Особливості дихання при м'язовій роботі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 252–263.

2. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / Кучеров І.С. - К.: Вища школа, 1991. - С. 179-190.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. - Львів: 2002. - С.92-97.
4. Физиология человека. Под ред. Н. В. Зимкина. М.: Ф и С, 1975. - С. 267-281.
5. Физиология мышечной деятельности. Под ред. Я. М. Коца. М.: Ф и С, 1982. - С. 316-360.
6. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. - К: Вища школа, 2003. - С. 124-135.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Амосов Н.М. Физическая активность и сердце / Амосов Н. М., Бендет Я. А. - Киев: Здоров'я, 1989. - 212 с.
2. Бреслав И. С. Как управляется дыхание человека / Бреслав И. С. - Л.: Наука, 1985. - 160 с.
3. Бреслав И. С. Регуляция дыхания / Бреслав И.С., Глебовский В. Д. - Л.: Наука, 1981. - 280 с.
4. Васильева В. Сосудистые реакции у спортсменов / Васильева В. - М: ФиС, 1971. - 150 с.
5. Душанин С. А. Физиология сердца у юных спортсменов / Душанин С. А., Шигалевский В. В. - Киев: Здоров'я, 1988. - 163 с.
6. Евгеньева Л. Я. Дыхание спортсмена / Евгеньева Л. Я. - К.: Здоров'я, 1974. - 103 с.
7. Клевец М. Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем: Навчальний посібник / Клевец М. Ю., Манько В. В. - Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2002. - 233 с.
8. Михайлов В. В. Дыхание у спортсменов / Михайлов В. В. - М.: ФиС, 1983. - С. 55-62.
9. Нормальная физиология / Под ред. А.В. Коробкова. - М.: Высшая Школа, 1980. - С. 97-125.
10. Руководство по физиологии. "Физиология дыхания". - Л.: Наука, 1973. - 351 с.

11. Руководство по физиологии. "Физиология сердца" Л.:Наука, 1980. – 598 с.
12. Руководство по физиологии. "Физиология системы крови". – М.: Наука, 1978. – 360 с.
13. Словарь-справочник по физиологии и патофизиологии дыхания / Под ред. В.А. Березовского. – К.: Наукова думка, 1984. – 256 с.
14. Уэст Дж. Физиология дыхания. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1938, – 200 с.
15. Физиология человека / Под ред. Г.И. Косицкого. – М.: Медицина, 1985. – С. 292–322.
16. Физиология человека / Под ред. Р.Шмидта. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – С. 191–257.

Контрольні запитання з теми

"ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ КРОВІ, СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ ТА ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМ ЛЮДИНИ"

1. Склад і функції крові. Методи дослідження системи крові.
2. Фізико-хімічні властивості крові.
3. Еритроцити, будова, функції. Гемоглобін.
4. Лейкоцити, їх функції. Лейкоцитарна формула.
5. Функції тромбоцитів та їх роль у зсіданні крові.
6. Групи крові. Переливання крові.
7. Методи дослідження серцево-судинної системи.
8. Методи дослідження серцевої діяльності. ЕКГ.
9. Будова і функції серця. Властивості серцевого м'яза.
10. Серцевий цикл та його фази.
11. ЧСС в стані спокою та при м'язовій діяльності.
12. Основні принципи гемодинаміки. Функціональна характеристика кровоносних судин.
13. Артеріальний тиск. Методи вимірювання. Показники в стані спокою та при м'язовій діяльності.
14. Нервова та гуморальна регуляція тону судин у стані спокою та при фізичних навантаженнях.
15. Систолічний і хвилинний об'єм крові в стані спокою та при фізичних навантаженнях.

16. Нервова та гуморальна регуляція роботи серця.
17. Зовнішнє дихання і його показники. Об'єми і ємності легень.
18. Обмін газів у легенях і тканинах.
19. Газовий склад атмосферного, видихуваного та альвеолярного повітря. Обмін газів у легенях.
20. Транспорт кров'ю O_2 і CO_2 . Киснева ємність крові. Гіпоксія. Гіпоксемія.
21. Регуляція дихання в стані спокою та при м'язовій діяльності.
22. Зміни показників зовнішнього дихання під впливом фізичних навантажень.
23. Методи дослідження системи дихання.

Розділ ІХ ФІЗІОЛОГІЯ ОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема. Дослідження енергетичного обміну.

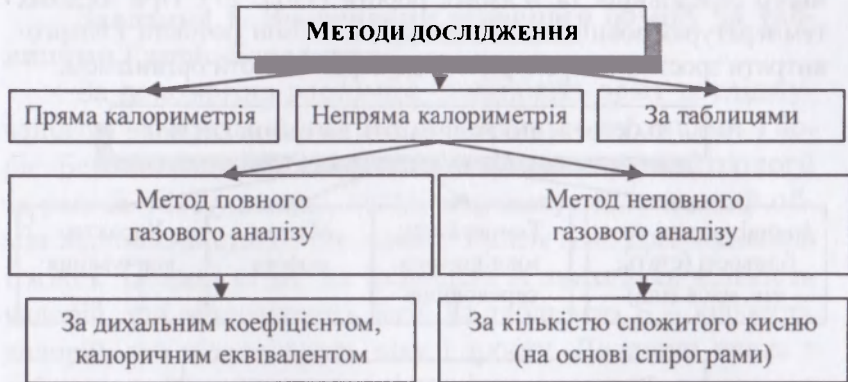
Мета: вивчити механізм регуляції обміну речовин і енергетичний баланс організму, ознайомитися з методами визначення енергетичного обміну.

Коротка теоретична інформація

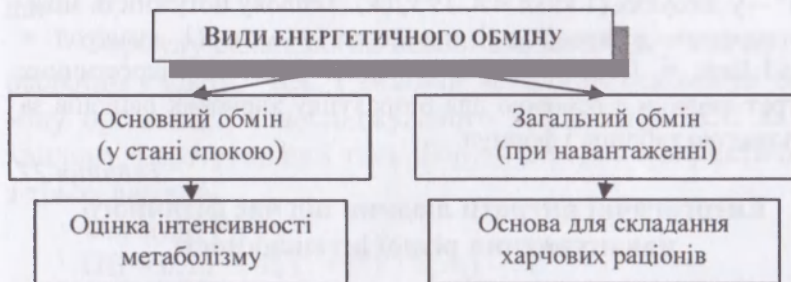
Організм – це відкрита термодинамічна система, яка обмінюється з навколишнім середовищем речовинами й енергією. Основними джерелами енергії в організмі є білки, жири, вуглеводи, гідроліз яких здійснюється під впливом ферментів у травному тракті до амінокислот, жирних кислот і гліцерину, моносахаридів (процеси *дисиміляції*). Останні всмоктуються в тонкій кишці і транспортуються кров'ю до клітин організму, де беруть участь у метаболічних процесах (процеси *асиміляції*). У процесі метаболізму близько 40% енергії виділяється з організму у вигляді тепла, а 60% – акумулюються у вигляді макроергічних сполук (АТФ тощо) і використовуються для скорочення м'язів, секреції, активного транспорту іонів через мембрану тощо.

Для кількісного оцінювання обміну енергії використовують пряму й непряму *калориметрію*. Пряма калориметрія полягає в безпосередньому вимірюванні кількості теплоти, виділеної організмом за певний час. Для цього використовують калориметри (Лавуазьє, В.В. Пашутін, 1893 р.). Непряма калориметрія полягає у визначенні кількості виділеної теплоти за кількістю спожитого кисню та виділеного вуглекислого газу. При цьому істотне значення має *дыхальний коефіцієнт (ДК)* – це відношення об'єму виділеного організмом вуглекислого газу до об'єму кисню, спожитого за той самий час. ДК людини і тварин зі змішаним харчуванням коливається в межах 0,8–0,9. Інтенсивність енергетичного обміну можна визначити за *калоричним еквіва-*

лентом кисню (КЕК). Це кількість теплоти, що виділяється при споживанні 1 л кисню. Перемноживши значення КЕК на кількість спожитого кисню, отримують кількість теплоти, виділеної організмом за певний час. Кількість спожитого кисню визначають на підставі аналізу дихальних газів за допомогою газоаналізаторів (Spirolit, Metaliser і ін.).



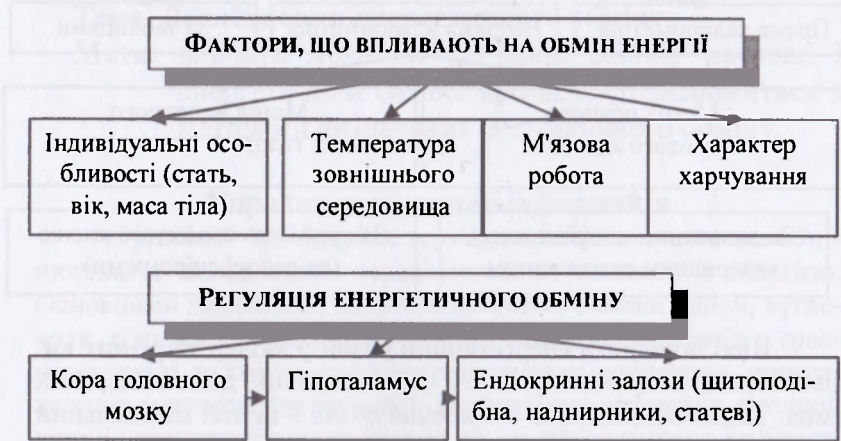
Щоб порівняти енергетичний обмін у людей та різних видів тварин, потрібно привести цей показник до стандартних умов. Таким показником є *основний обмін* – це той мінімальний рівень енергетичного обміну, що витрачається лише на підтримання функцій організму.



Основний обмін – це теплопродукція організму в умовах максимального фізичного, інтелектуального та емоційного спокою, а саме: вранці після сну, лежачи, у стані спокою, натще серце, за відсутності сторонніх подразників і в умовах температурного комфорту (18–20° С). Основний обмін залежить від віку, статі, зросту й маси тіла. У нормі допускається відхилення величини основного обміну від стандартної величини на 10 %.

Основний обмін можна визначати методом непрямой калориметрії, за даними газового аналізу видихуваного повітря, а також за допомогою спірографа.

Енергетичний обмін залежить від індивідуальних особливостей організму (стать, вік, зріст, маса тіла), функціонального стану ендокринних залоз, характеру харчування, умов зовнішнього середовища та м'язової роботи (табл. 27). При низьких температурах зовнішнього середовища обмін речовин і енерговитрати зростають пропорційно до втрат теплоти організмом.



Енерговитрати можна виразити в кілокалоріях, а в системі "СІ" – у джоулях (1 ккал = 4, 19 кДж). Теплову потужність можна виразити в ккал/год і перевести у вати (1 ккал/год = 1,163 Дж/с = 1,163 Вт). Вимірювання добових енергетичних витрат людини є основою для розрахунку харчових раціонів за допомогою таблиць і формул.

Таблиця 27

Енергетичні витрати людини під час фізичного навантаження різної інтенсивності

Фізичне навантаження	Енерговитрати, ккал/доба
Розумова праця	2300–2500
Легка автоматизована праця	2500–2800
Напівавтоматизована праця	2800–3300
Важка праця	3300–4000
Дуже важка праця	4500–5000

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: вага, ростомір, тонометр, фонендоскоп, спірограма, загубник, спирт, вата, таблиці для розрахунку основного обміну.

Завдання 1. Визначення основного обміну за таблицями Гарріс-Бенедикта.

За допомогою ростоміра вимірюють зріст досліджуваного і зважують його. За спеціальними таблицями Гарріс-Бенедикта (див., додатки до практикуму по фізіології за ред. К. М. Кулланди, 1970) розраховують основний обмін відповідно статі, віку, зросту і маси тіла. Для чоловіків і жінок таблиці різні. За таблицею А знаходять кількість калорій, що відповідають вазі. За таблицею Б – кількість калорій, що відповідають віку і зросту. Додавши числа з таблиць А і Б, одержують відповідну величину основного обміну в ккал. Результати записують у протокол.

Завдання 2. Вирахування процента відхилення величини основного обміну від норми за формулою Ріда.

Формулу складено на основі взаємозв'язку між артеріальним тиском, ЧСС і змінами величини основного обміну організму. У досліджуваного вимірюють ЧСС за 1 хвилину й артеріальний тиск. Беруть середнє арифметичне з трьох вимірів.

Формула Ріда:

$$ПВ = 0,75 \cdot (ЧСС + ПТ \cdot 0,74) - 72,$$

де ПВ – процент відхилень основного обміну від норми; ПТ – пульсовий тиск у мм ртутного стовпчика.

Результати записують у протокол і роблять *висновок*. ПВ у межах 10% можна вважати нормативною величиною.

Завдання 3. Визначення енергетичного обміну за кількістю поглинання кисню (метод неповного газового аналізу).

Для роботи використовують спірограф або інші прилади з замкненою циркуляційною системою з поглинанням CO_2 .

Записують спірограму в стані спокою і при фізичному навантаженні (швидкість руху паперової стрічки 25 мм/хв). Оскільки спірограф є закритою системою, то в міру поглинання кисню відбувається поступове зменшення кількості повітря в ємностях приладу, внаслідок чого спірограма зміщується вгору (рис. 39). За нахилом спірограми (підйом кривої на 1 мм відповідає 20 мл кисню), вираховують використання кисню за 1 хвилину, за 1 годину, за добу. Для визначення енергетичного обміну поглинання O_2 за добу перемножують на калоричний еквівалент кисню (4,8 ккал — при змішаному харчовому раціоні).

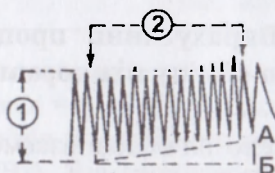


Рис. 39. Приклад визначення поглинання кисню: 1 – запис дихальних рухів; 2 – 1 хв.; А-Б – кількість кисню, поглинутого за 1 хв

Приклад розрахунку. За записом визначають, що за 1 хв досліджуваний використовує 0,25 л O_2 . За годину – $0,25 \cdot 60 = 15$ л, за добу – $15 \cdot 24 = 360$ л O_2 . Отже, енергетичний обмін дорівнює – $360 \cdot 4,8 = 1728$ ккал.

Аналогічний розрахунок проводиться й після фізичного навантаження (біг на місці впродовж 3-хвилин).

Порівнюють одержані результати з величиною ос-

новного обміну, визначеного за таблицями.

Протокол № _____
 від " _____ " _____ 20__ р.
 Прізвище _____ спеціалізація _____ розряд _____

Основний обмін	Таблиця А	
	Таблиця Б	
Основний обмін за таблицями Гарріс-Бенедикта, кДж		
Відхилення основного обміну за формулою Ріда		
Енергообмін за кількістю спожитого кисню, кДж		

Запитання для самопідготовки

1. Пластична й енергетична роль поживних речовин.
2. Обмін білків, жирів і вуглеводів та його регуляція.
3. Водно-сольовий обмін і його регуляція.
4. Енергетичний обмін. Методи визначення.
5. Дихальний коефіцієнт і калоричний еквівалент кисню.
6. Основний обмін. Методи розрахунку та фактори, які впливають на його величину.
7. Енергетичний обмін при фізичній і розумовій роботі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 288–304.
2. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів: 2002. – С. 113–116.
3. Фізіологія людини. / За ред. І.С. Кучерова. – К.: Вища школа, 1981. – С. 206–222.
4. Физиология человека/ Под ред. Н.В.Зимкина. – М.: ФиС, 1975. – С. 295–309.

5. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М. Коца. – М.: ФиС, 1982. – С. 412–422.
6. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. – К: Вища школа, 2003. – С. 165–180.
7. Фізіологія / За ред. В.Г. Шевчука. – Вінниця.: Нова книга, 2005. – 359–369 с.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Тема. Фізіологія травлення.

Мета: сформувати у студентів уявлення про механізми функціонування та основні принципи регулювання органів травної системи людини.

Виконання самостійної роботи

Студенти аналізують основні функції травної системи. Вивчають процеси секреції, травлення та всмоктування поживних речовин у різних відділах травного тракту. На основі виконаного аналізу оформляють реферат або таблицю аналізу процесів травлення в різних відділах травного тракту.

Зразок оформлення таблиці

Відділ травного тракту	Процеси секреції	Процеси травлення	Процеси всмоктування

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 264–287.
2. Коритко З. І. Загальна фізіологія / Коритко З. І., Голубій Є. М. – Львів, 2002. – С. 103–108.
3. Кучеров І.С. Фізіологія / Кучеров І.С. – К.: Вища шк., 1991. – С. 249–267.
4. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу "Загальна фізіологія" / Бергтраум Д.І. – Львів, 2000. – 16 с.
5. Физиология человека / Под ред. Н.В.Зимкина. – М.: ФиС. 1975. – С. 281–295.
6. Чайченко Г. М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г. М., Цибенко В. О, Сокур В. Д. – К.: Вища школа, 2003. – С. 136–165.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Тема. Фізіологія видільних процесів та терморегуляції.

Мета: вивчити будову та функції нирок, механізми утворення сечі. Проаналізувати механізми терморегуляції у стані спокою та під час фізичних навантажень.

Виконання самостійної роботи

Студенти вивчають будову і функції нирок, будову нефрону, функції його окремих частин. Аналізують механізм утворення сечі, склад первинної та вторинної сечі. Вивчають механізми регуляції сечоутворення та сечовиділення. Аналізують зміни складу сечі при м'язовій діяльності. Оформляють реферат або конспект самопідготовки.

Студенти вивчають механізми терморегуляції, поняття про гіпо- і гіпертермію. Вивчають основні механізми теплопродукції та тепловіддачі й особливості терморегуляції при м'язовій роботі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – С. 306–326.
2. Коритко З. І. Загальна фізіологія / Коритко З. І., Голубій Є. М. – Львів, 2002. – С. 108–113, 113–123.
3. Кучеров І.С. Фізіологія / Кучеров І.С. – К.: Вища шк., 1991. – С. 267–300, 301–310.
4. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу "Загальна фізіологія" / Бергтраум Д.І. – Львів, 2000. – 16 с.
5. Физиология человека / Под ред. Н.В.Зимкина. – М.: ФиС. 1975. – С. 295–303, 317–324.
6. Чайченко Г. М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г. М., Цибенко В. О, Сокур В. Д. – С. 165–199, 199–225.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Гурин В. Н. Холинергические механизмы регуляции обменных процессов / Гурин В. Н. – Минск: Беларусь, 1975 – 210 с.
2. Држевецкая И. А. Лекции по физиологии обмена веществ / Држевецкая И. А. – Ставрополь, 1975 – 140 с
3. Иванов К. П. Биоэнергетика и температурный гомеостаз / Иванов К. П. – Л.: Наука, 1972 – 172 с.
4. Лоборы Л. Регуляция обменных процессов / Пер.– М: Медицина, 1970. – 384 с.
5. Мак-Мюррей В. Обмен веществ у человека / Пер. М.: Мир, 1980. – 368 с.
6. Минут-Сорохтина О. П. Физиология терморегуляции. – М.: Медицина, 1972. – 228 с.
- 8 Нормальная физиология. / Под ред. А. В. Коробкова, М.: Высшая школа, 1980. – С. 174–198.
9. Руководство по физиологии «Экологическая физиология человека», Л.: Наука, 1980. – 512 с.
10. Руководство по физиологии «Физиология терморегуляции», Л.: Наука. 1984. – 456 с.
- 11 Физиология человека. / Под ред. Г.И. Косицкого – М.: Медицина, 1985. – С. 374–402.
12. Чередниченко Л. О. Физиологическая калориметрия / Чередниченко Л. О. –М.-Л.: Наука, 1965. – 136 с.

Контрольні запитання з теми

"ФІЗИОЛОГІЯ ОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ"

1. Пластична й енергетична роль поживних речовин.
2. Обмін речовин, його суть, нервова й гуморальна регуляція.
3. Основний обмін і фактори, які впливають на його величину.
4. Енергетичний баланс організму та методи визначення.
5. Витрати енергії при розумовій та різних видах м'язової діяльності.

6. Температура тіла та її добові коливання. Особливості терморегуляції при м'язовій роботі.
7. Терморегуляція. Поняття про гіпо- і гіпертермію.
8. Механізми теплопродукції та тепловіддачі.
9. Будова та видільна функція нирок. Склад сечі. Видільні процеси при м'язовій роботі.

Розділ X ФІЗІОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ СОМАТИЧНОГО ЗДОРОВ'Я

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема. Вивчення фізіологічних критеріїв соматичного здоров'я людини.

Мета: ознайомитися з фізіологічними підходами до оцінювання рівня соматичного здоров'я. Оволодіти експрес-методом оцінювання рівня соматичного здоров'я.

Коротка теоретична інформація.

Упродовж багатьох історичних етапів розвитку фізіології та медицини пропонувалися різні визначення поняття "здоров'я". Серед них загальновідоме визначення ВООЗ: "Здоров'я – це стан повного фізичного, духовного, соціального благополуччя, а не лише відсутність захворювань". У літературі можна знайти також інші визначення поняття "здоров'я".

На сьогодні досить поширеним є ототожнення здоров'я з поняттям статистичної "норми". Часто для оцінювання рівня фізичного здоров'я застосовують антропометричні підходи, зокрема нормування ваги і складу маси тіла та ін. Надмірна вага створює умови для відхилення в стані здоров'я та підвищення ризику виникнення деяких захворювань (діабет, атеросклероз, гіпертонія тощо). Для характеристики "норми" використовують і фізіологічні критерії – нормальна температура тіла, нормальний артеріальний тиск, нормальний вміст цукру в крові, нормальна кількість еритроцитів та ін.

Проте значення "норми" залежать від багатьох чинників (вік, стать, спосіб життя тощо) та не відображають здатності організму протистояти впливові зовнішніх чинників (змінені умови довкілля, фізичні навантаження, захворювання). Тому поняття "норми" переважно вказує лише на відсутність суттєвих відхилень у стані здоров'я та не може бути показником резервних можливостей організму.

У зв'язку з цим, "здоров'я" слід розглядати не в статичній, а в динамічній, у тісному взаємозв'язку із адаптаційними можливостями організму та рівнем його функціональних резервів. Фізіологічні підходи до оцінювання стану здоров'я необхідно досліджувати комплексно, враховуючи рівень фізичної працездатності, аеробних можливостей, стану кардіо-респіраторної системи, резервних можливостей основних систем організму, стану імунної системи тощо.

Професор Є.О.Яремко запропонував модель оцінювання стану здоров'я, яка містить антропометричні дані, показники периферичної крові, кардіогемодинамічні, спіроергометричні показники та характеристику стану імунної системи з визначенням рівня імуноглобулінів IgA і IgG у крові.

На основі концепції фізичного (соматичного) здоров'я Г.Л.Апанасенко розробив простий метод оцінювання здоров'я, заснований на застосуванні доступних для дослідження показників. Оцінювання показників виконується в балах на основі індексів, обчислених за даними зросту, маси тіла, сили м'язів, ЧСС та артеріального тиску, швидкості відновлення ЧСС після фізичного навантаження. За шкалою Г.Л.Апанасенка "безпечний" рівень здоров'я починається з показника 14 балів. Простота та доступність використаних методик оцінювання показників та використання методу індексів підвищує практичну значущість такого підходу та дозволяє широко використовувати його як експрес-метод для орієнтовного оцінювання стану здоров'я.

Практична робота студентів

Прилади та матеріали: тонометр, фонендоскоп, вага, ростомір, спірометр, секундомір, динамометр.

Завдання 1. Експрес-оцінювання рівня власного соматичного здоров'я.

Використовуючи дані попередніх лабораторних занять, фізіологічного паспорта студента чи виконуючи відповідні вимірювання безпосередньо під час заняття, студенти заповнюють протокол дослідження соматичного здоров'я. При цьому спочатку слід вписати у протокол показники, обчислити значення за наведеними формулами і лише після цього – визначати за порівняльними табли-

цями оцінку в балах.

Оцінювання в балах отриманих показників проводиться за порівняльними таблицями (табл. 28) експрес-оцінювання соматичного здоров'я (Г.Л. Апанасенко., 2005).

Оцінку рівня соматичного здоров'я (табл. 29) записують у протокол. Слід зазначити, що безпечний рівень здоров'я, який гарантує відсутність хвороб, мають лише люди з високим рівнем фізичного розвитку та фізичної працездатності. Середній рівень соматичного здоров'я може оцінюватись як критичний.

Протокол № ____
 від " ____ " _____ 20__ р.
 Прізвище _____
 Спеціалізація _____
 Розряд _____

Вихідні дані		Показники		Оцінка в балах
Маса тіла, кг		$\frac{\text{Маса тіла}}{\text{Квадрат зросту}}$		
Зріст, м				
Квадрат зросту, м ²				
ЖЄЛ, мл		$\frac{\text{ЖЄЛ}}{\text{Маса тіла}}$		
Маса тіла, кг				
Сила кисті, кг		$\frac{\text{Сила кисті}}{\text{Маса тіла}}$		
Маса тіла, кг				
ЧСС у спокої, хв ⁻¹		$\frac{\text{ЧСС} \cdot \text{АТсист}}{100}$		
АТсист., мм рт.ст.				
Час відновлення ЧСС після 20 присідань за 30 с, хв				
		Сума балів		
		Рівень соматичного здоров'я		

Таблиця 28

Шкала оцінювання показників соматичного здоров'я (Г.Л.Апанасенко, 2005)

Показники	Оцінка в балах показників					
Маса тіла Квадрат зросту	чол.	<18,9	19,0-20,0	20,1-25,0	25,1-28,0	>28,1
	жін.	<16,9	17,0-18,6	18,1-23,8	23,9-26,0	>26,1
	<i>бал</i>	<i>-2</i>	<i>-1</i>	<i>0</i>	<i>-1</i>	<i>-2</i>
ЖЄЛ Маса тіла	чол.	<50	51-55	56-60	61-65	>66
	жін.	<40	41-45	46-50	51-56	>56
	<i>бал</i>	<i>-1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Сила кисті Маса тіла	чол.	<60	61-65	66-70	71-80	>80
	жін.	<40	41-50	51-55	56-60	>61
	<i>бал</i>	<i>-1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
ЧСС•АТсист 100	чол.	<111	95-110	85-94	70-84	>69
	жін.	<111	95-110	85-94	70-84	>69
	<i>бал</i>	<i>-2</i>	<i>-1</i>	<i>0</i>	<i>3</i>	<i>5</i>
Час відновлення ЧСС	чол.	>3	2-3	1,3-1,59	1,0-1,29	<1,00
	жін.	>3	2-3	1,3-1,59	1,0-1,29	<1,00
	<i>бал</i>	<i>-2</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>

Таблиця 29

Експрес-оцінювання рівня соматичного здоров'я

Рівень соматичного здоров'я					
Бали	<3	4-6	7-11	12-15	16-18
<i>Рівень здоров'я</i>	<i>низь- кий</i>	<i>нижчий за середній</i>	<i>середній</i>	<i>вищий за середній</i>	<i>висо- кий</i>

Слід проаналізувати власний показник соматичного здоров'я та порівняти його з показниками інших студентів, зробити *висновок*.

Запитання для самопідготовки

1. Поняття про соматичне здоров'я.
2. Основні методичні підходи до оцінювання соматичного здоров'я.
3. Роль ваго-ростового співвідношення у визначенні соматичного здоров'я.
4. Показники серцево-судинної та дихальної систем і рівень соматичного здоров'я.
5. Використання тестових фізичних навантажень для оцінювання соматичного здоров'я.

ЛІТЕРАТУРА

1. Апанасенко Г.Л. Избранные статьи о здоровье. – Киев, 2005. – 48 с.
2. Апанасенко Г.Л. Физическое здоровье индивида: методические аспекты // Бюл. АМН. – 1988, № 2. – С. 32–40.
3. Баевский Р.М. Проблема здоровья и нормы: точка зрения физиолога // Клини. мед. – 2000, № 4. – С. 59–64.
4. Яремко Є.О., Вовканич Л.С., Дацків П.П. Фізіологічні критерії оцінки стану здоров'я людини // Молода спортивна наука України. – Львів, 2007. – 234 с (4-53pdf)
5. Яремко Є.О. Фізіологічні проблеми діагностики рівня соматичного здоров'я / Яремко Є.О., Вовканич Л.С. – Львів, Споллом, 2009. – 76 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А. Адаптация и резервы организма. – М.: ФиС, 1983. – 120 с.
2. Амосов Н.М., Бендет Я.А. Физическая активность и сердце. – К.: Здоров'я, 1984. – 212 с.

3. Апанасенко Г. Л. Физическое здоровье и максимальная аэробная способность индивида / Апанасенко Г. Л., Науменко Р. Г. // Теория и практика физической культуры. – 1988. – №4. – С. 29.
4. Брехман Н.И. Валеология – наука о здоровье. – М., ФиС., 1990. – 208 с.
5. Вовканич Л.С., Гриньків М.Я. Методичні вказівки до оцінки стану здоров'я школярів (антропометричні та фізіологічні методи). – Львів, Сполом, 2003. – 13 с.
6. Зайцев П.В. и др. Контроль за динамикой сосотояния здоровья и двигательной активности студентов / Зайцев П.В. // Вопросы физического воспитания студентов. – М., 1991. – Вып. 22. – С. 3–6.
7. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине / Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
8. Линець М.М., Андрієнко Г.М. Витривалість, здоров'я, працездатність. – Львів: 1993. – 131 с.
9. Петрик О.І. Основи здорового способу життя. – Львів: Світ, 1993. – 119 с.
10. Пирогова Е. А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека / Пирогова Е.А., Иващенко Л.Я., Страпко Н.П. – К.: Здоров'я, 1986. – 152 с.
11. Пирогова Е. А. Совершенствование физического состояния человека / Пирогова Е. А. – К.: Здоровья, 1989. – 168 с.
12. Шубин В.М. Иммуитет и здоровье спортсмена – М.: Фис, 1985. – 173 с.

Контрольні запитання з теми

"ФІЗІОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ СОМАТИЧНОГО ЗДОРОВ'Я"

1. Поняття про здоров'я.
2. Основні критерії оцінювання фізичного здоров'я.

3. Роль різноманітних чинників у визначенні здоров'я людини.
4. Вплив шкідливих звичок на здоров'я людини та їх профілактика.
5. Рухова активність і здоров'я.
6. Імунітет. Загальнобіологічні аспекти здоров'я.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОГО АПАРАТУ

<i>Показник</i>	<i>Значення</i>
Реобаза скелетних м'язів	15–30 В
Хронаксія скелетних м'язів	0,16–0,32 мс
Лабільність скелетних м'язів	30–120 Гц
Лабільність нервових волокон	до 1000 Гц
Амплітуда потенціалу спокою	-60 – -90 мВ
Амплітуда локального потенціалу	10–20 мВ
Амплітуда потенціалу дії	120 мВ
Тривалість потенціалу дії	1–5 мс
Частота подразнення при поодиноких скороченнях	5–8 Гц
Частота подразнення при зубчастому тетанусі	15–20 Гц
Частота подразнення при гладкому (повному) тетанусі	40–50 Гц
Кількість м'язових волокон у складі рухової одиниці	
м'язи очного яблука людини	3–5
м'язи пальців кисті	10–25
камбалоподібний м'яз	2000
Швидкість поширення потенціалів дії	
по мембрані скелетних м'язів	3–5 м/с
по вегетативних волокнах (група С)	0,5–2 м/с
по швидких рухових волокнах (група А α)	70–120 м/с
Сила кисті (<i>чоловіки</i>)	60–70% маси тіла
Сила кисті (<i>жінки</i>)	45–50% маси тіла
Станова сила (<i>чоловіки</i>)	200% маси тіла
Станова сила (<i>жінки</i>)	150% маси тіла

ФІЗІОЛОГІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Показник	Значення
Латентний час сухожилкового рефлексу	30–40 мс
ЛЧРР (проста, звуковий подразник)	180–200 мс
ЛЧРР (проста, зоровий подразник)	150–180 мс
ЛЧРР (складна, зоровий подразник)	> 300 мс
Тривалість синаптичної затримки	0,2–0,5 мс
Частота гамма-ритму ЕЕГ	> 30 Гц
Частота бета-ритму ЕЕГ	13–30 Гц
Частота альфа-ритму ЕЕГ	8–12 Гц
Частота тета-ритму ЕЕГ	4–7 Гц
Частота дельта-ритму ЕЕГ	1–3 Гц
Амплітуда гамма-ритму ЕЕГ	< 25 мкВ
Амплітуда бета-ритму ЕЕГ	25–50 мкВ
Амплітуда альфа-ритму ЕЕГ	50–100 мкВ
Амплітуда тета-ритму ЕЕГ	120–200 мкВ
Амплітуда дельта-ритму ЕЕГ	250–300 мкВ

ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

Показник	Значення
Заломлювальна сила ока (<i>далекі–близькі предмети</i>)	59–70 діоптрій
Заломлювальна сила рогівки	45 діоптрій
Заломлювальна сила кришталіка	10–33 діоптрій
Діаметр зіниці	1,5–8 мм
Гострота зору	1' ($V = 1,0$)
Діапазон довжини хвиль видимого світла	400–750 нм
Кількість паличок у сітківці	120 млн
Кількість колбочок у сітківці	6 млн
Поле зору до носа	60°
Поле зору до скроні	$> 90^{\circ}$
Поле зору до низу	70°
Поле зору до верху	50°
Частотний діапазон слуху людини	16–20 000 Гц
Частотний діапазон найвищої чутливості	1000–4000 Гц
Гучність	1–140 дБ

ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ КРОВІ

<i>Показник</i>	<i>Значення</i>
Кількість крові	6–8% ваги тіла (4–6 л)
Вміст плазми	55–60%
Вміст у плазмі білків	7–8%
альбумін	4,5 %
глобулін	2–3 %
фібриноген	0,2–0,4 %
Вміст у плазмі неорганічних речовин	0,9–0,95%
Гематокрит	40–45%
Осмотичний тиск	5700 мм рт. ст. (770 кПа, 7,6 атм.)
Онкотичний тиск	25–30 мм рт.ст. (3–3,5 кПа)
pH крові	7,35–7,4
Густина крові	1,050–1,060 г/мл
В'язкість крові	4 – 5 од
ШОЕ (<i>чоловіки</i>)	2–10 мм/год
ШОЕ (<i>жінки</i>)	3–15 мм/год
Вміст гемоглобіну (<i>чоловіки</i>)	130–160 г/л (14–16%)
Вміст гемоглобіну (<i>жінки</i>)	120–140 г/л (12–14%)
Вміст глюкози	80–110 мг% (3,5–6,5 ммоль/л)
Вміст молочної кислоти	5–20 мг% (0,55–2,22 ммоль/л)
Кількість еритроцитів	
чоловіки	4–5 млн/мкл
жінки	3,9–4,5 млн/мкл
Кількість лейкоцитів	4,5–9,5 тис./мкл
лімфоцити	25–40%
моноцити	2–8%
еозинофіли	1–5%
базофіли	0-1%
нейтрофіли	55–70%
Кількість тромбоцитів	180–250 тис./мкл

ФІЗИОЛОГІЯ КРОВООБІГУ

<i>Показник</i>	<i>Значення</i>
Тривалість серцевого циклу (<i>спокій</i>)	0,8 с (ЧСС 75 уд./хв)
систола передсердь	0,10 с (ЧСС 75 уд./хв)
систола шлуночків	0,33 с (ЧСС 75 уд./хв)
загальна діастола	0,47 с (ЧСС 75 уд./хв)
Амплітуда зубця R	0,3–0,8 В
Амплітуда зубця T	0,25–0,5 В
Тривалість інтервалу P-Q (<i>спокій</i>)	0,16 с (ЧСС 75 уд./хв)
Тривалість комплексу QRS	0,07 с (ЧСС 75 уд./хв)
Тривалість інтервалу R-R (<i>спокій</i>)	0,8 с (ЧСС 75 уд./хв)
ЧСС (<i>спокій</i>)	70–80 уд./хв
АТсист. (<i>спокій</i>)	120 мм рт. ст. (110–130 мм рт. ст.)
АТдіаст. (<i>спокій</i>)	80 мм рт. ст. (70–90 мм рт. ст.)
Пульсовий тиск (<i>спокій</i>)	40 ± 5 мм рт. ст.
Систолічний об'єм (<i>спокій</i>)	70 мл (60–90 мл)
ХОК (<i>спокій</i>)	3,5–5 л/хв
Швидкість руху крові (<i>лінійна</i>)	
аорта	50–70 см/с
артерії	40–60 см/с
капіляри	0,03–0,05 см/с
середні вени	6–14 см/с
порожністі вени	30–40 см/с
Час кровообігу (<i>спокій</i>)	20–25 с
Швидкість пульсової хвилі	
аорта	4 м/с
великі артерії	8 м/с
дрібні артерії	16 м/с

ФІЗІОЛОГІЯ ДИХАННЯ

<i>Показник</i>	<i>Значення</i>
Частота дихання (<i>спокій</i>)	12–18 хв ⁻¹
Дихальний об'єм (<i>спокій</i>)	0,5 (0,3–0,8) л
ЖЄЛ (<i>чоловіки</i>)	4,0–5,5 л
ЖЄЛ (<i>жінки</i>)	3,0–4,5 л
РОВд	1,5–2,5 л
РОВид	1,3–1,5 л
ЗО	1,0 л
ХОД (<i>спокій</i>)	6–8 л/хв
МВЛ	100–120 л/хв
ПОШвидиху	4–9 л/с
ПОШвдиху	3–8 л/с
Проба Штанге	50–60 с
Проба Генчі	30–40 с
Вміст O ₂ та CO ₂	
в атмосферному повітрі	20,9 та 0,03%
в альвеолярному повітрі	14 та 5,5 %
у повітрі, що видихається	16,6 та 4,0 %
Парціальний тиск (напруження) O ₂ та CO ₂	
в атмосферному повітрі	158 та 0,3 мм рт. ст.
в альвеолярному повітрі	100 та 40 мм рт. ст.
у повітрі, що видихається	116 та 32 мм рт. ст.
у венозній крові	40 та 47 мм рт. ст.
у артеріальній крові	95 та 40 мм рт. ст.
Киснева ємність крові	20 мл O ₂ / 100 мл
Артеріовенозна різниця вмісту O ₂	5 мл / 100 мл

ФІЗИОЛОГІЯ ОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ

<i>Показник</i>	<i>Значення</i>
Основний обмін	1 ккал/кг·год (1700 ккал/доба)
Енерговитрати	
розумова праця	2300–2500 ккал/доба
легка автоматизована праця	2500–2800 ккал/доба
напівавтоматизована праця	2800–3300 ккал/доба
важка фізична праця	3300–4000 ккал/доба
дуже важка фізична праця	4500–5000 ккал/доба
Енергетична цінність білків	4,1 ккал/г (17 Дж/г)
Енергетична цінність ліпідів	9,3 ккал/г (38 Дж/г)
Енергетична цінність вуглеводів	4,1 ккал/г (17 Дж/г)
КЕК для білків	4,6 ккал/л (18,7 кДж/л)
КЕК для ліпідів	4,7 ккал/л (19,7 кДж/л)
КЕК для вуглеводів	5,0 ккал/л (21,2 кДж/л)
ДК для змішаної їжі	0,85–0,9
Поглинання O ₂ у спокої	250–400 мл/хв
Температура тіла людини	+36,5–+36,9° С
Основні шляхи тепловіддачі (спокій, 20° С)	
випромінювання	62%
випаровування	13%
теплопроведення, конвекція	25%
Основні шляхи тепловіддачі (спокій, 30° С)	
випромінювання	6%
випаровування	84%
теплопроведення, конвекція	10%
Основні шляхи тепловіддачі (фізична робота, 20° С)	
випромінювання	15%
випаровування	73%
теплопроведення, конвекція	12%
Швидкість клубочкової фільтрації	110–125 мл / хв
Кількість первинної сечі	150–180 л/доба
Кількість вторинної сечі	1,0–1,5 л/доба

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Автономна (вегетативна) НС	105–108
Аглютинація	116
Аглютиніни	116
Аглютиногени	116
Акомодація	76
Аксон	42
Актин	26
Акцептор результату	46, 97
Анакротичний підйом	142, 152
Аналізатор (сенсорна система)	74
Артеріальний пульс	142
Артеріальний тиск	148, 150–152
Асиміляція	172
Аудіометрія	83
Аферентний синтез	97
Базальні ядра (ганглії)	65
Барабанна порожнина	77
Біологічна мембрана (функції)	17
Брадикардія	141
Вазодилатація	150
Вазоконстрикція	150
Варіаційна пульсографія (ВПП)	141, 145–146
Вдих (інспірація)	157–158
Вегетативна (автономна) НС	105–108
Вегетативні рефлекси	105, 108–110
Вестибулярна сенсорна система	85–86, 88–89
Видих (експірація)	157–158
Вища нервова діяльність (ВНД)	94–96, 98–101
Візус	79
Водії ритму (серця)	129–130
Волоскові сенсорні епітеліоцити	77–78
Вузол передсердно-шлуночковий (атріо- вентрикулярний)	129–130

Вузол синусовий (пазушно-передсердний, синоатріальний)	129–130
Вухо (зовнішнє, середнє, внутрішнє)	77
Гальмування у ЦНС (види)	95
Гальмування (види)	52
Гемоглобін	121, 124
Гемодинамічні показники	148, 149
Гемоліз (види)	115, 117–118
Гемометр Салі	124–125
Генчі проба	167
Гіперемія робоча	150
Гіперполяризація	18, 19
Гіпоталамус (функції)	59
Гіпотонічний і гіпертонічний розчини	115
Гіпотонія, гіпертонія	148
Гіпофіз (функції)	60
Гіса пучок	130
Гомеостаз	120
Горяєва камера	123
Гострота зору	76
Гарріс–Бенедикта таблиці	175
Групи крові (AB0, Rh)	116, 118
Дембо формула	167
Дендрити	42
Деполаризація	18, 19
Дикротичний підйом	142
Динамічний стереотип	95–96
Динамометрія	32, 35
Дисиміляція	172
Диференційоване гальмування	95
Дихальна аритмія (рефлекс Герінга)	109
Дихальний коефіцієнт (ДК)	172
Дихальний об'єм (ДО)	159
Дихальний центр	163

Дихальні м'язи (інспіраторні, експіраторні, додаткові)	157–158
Дихання	157
Діастола	129
Довгастий мозок (функції)	58
Дослід Вебера та Рінне	83
Дослід Гальвані	20–22
Дослід Маттеучі	21–22
Дугласа метод	161
Дюке проба	126
Експеримент науковий	11
Експірація (видих)	157–158
Екстрасистола	130–131
Електрокардіограма (ЕКГ)	134, 135, 138
Електроміограма	22, 23
Електроміографія (ЕМГ)	22, 23
Електроенцефалографія (ЕЕГ), електроенцефалограма	67–68, 70
Ергографія	34, 37–38
Еритроцити	120
Ехокардіографія	136
Життєва ємність легень (ЖЄЛ)	158–159
Завитка	77–78
Загальні принципи координації ЦНС	52
Закон "все або нічого"	128
Закон "Франка–Старлінга"	128
Закон середніх навантажень	33, 34
Збудливість	11
Згасальне гальмування	95, 106
Здоров'я соматичне	183–184
Зіничний рефлекс	63
Зовнішнє дихання	157–158
Зорова сенсорна система	74–77, 79–82

Зоровий горб (таламус)	59
Зсідання крові	121
Ізотонічний розчин	115
Інспірація (вдих)	157
Іррадіація збудження	52–53
Калориметрія	172–173
Калоричний еквівалент кисню	172–173
Карбогемоглобін	163
Катакритичний спуск	142
Киснева ємкість крові	163
Кінематометр Жуковського	90
Класифікація рефлексів	45, 94
Клиностатичний рефлекс	109
Клітини крові	120–121
Колові струми	18
Кольоровий показник крові	125
Компенсаторна пауза	131
Кора великих півкуль	66–67
Короткова метод	150–151
Крепеліна таблиця	98
Крива залежності "сили-часу"	15
Крісло Барані	88–89
Кров (склад, функції)	114, 120
Крові система	120
Кровоплину швидкість (об'ємна, лінійна)	148, 149
Латентний час напруження (ЛЧН)	22, 23
Латентний час розслаблення (ЛЧР)	22, 23
Латентний час рухової реакції (ЛЧРР)	67, 69–70
Лейкоцитарна формула	121
Лейкоцити	121
Локальний (місцевий) потенціал,	18
Максимальна вентиляція легень (МВЛ)	158, 165, 167

Маточка (utriculus)	85
Медіатор	26, 43–44
Мембранний потенціал спокою	18
Метасимпагична НС	105, 108
Методи дослідження НС	42
Методи фізіології	11
Методологія фізіологічних досліджень	11
Механізм сприйняття звуку	79, 83
Міозин	26
Міотонетрія	34, 35
Міофібрила	26
Міофіламент	26
Міоцит (будова)	26
Мішечок (sacculus)	85
Мозочок (функції)	59
Мотонейрон	32
М'яз серцевий (властивості)	128
М'язи гладкі	25
М'язи посмуговані (скелетні)	25, 26
М'язова пам'ять	90
Належна ЖЄЛ (НЖЄЛ)	160
Нейрон (будова, класифікація, функції)	42
Нервовий центр (властивості)	51
Нервово-м'язові веретена	87
Нервово-м'язовий синапс	26, 27
Нервово-м'язовий препарат жаби	19–20
Обертальний ністагм	88–89
Обмін речовин і енергії	172–174
Оксигемоглобін	163
Онкотичний тиск	114
Орбелі–Гінецинського феномен	108
Орієнтувальні рефлексії	58
Ортостатичний рефлекс	109–110
Осмотичний тиск	115

Основний обмін	173, 175
Особливості ВНД людини	94, 96
Отоліти	85
Очносерцевий рефлекс (рефлекс Даніні–Ашнера)	108–109
Пам'яті тип	100
Панченкова прилад	117
Парасимпатичний відділ вегетативної НС	105–106
Паркінсона синдром	65, 66
Перетяжки Ранв'є	18
Периметр Ферстера	80
Півколові канали	85, 89
Плазма крові	114, 120
Пневмотаксичний центр	163
Пневмотахометрія	167
Подразливість	11
Подразників класифікація	12
Поле зору	76–77, 80–81
Поліхроматичні таблиці Є. Б. Рабкіна	82
Поодинокі скорочення	27–30
Потенціал дії (ПД)	18, 19
Працездатність ГМ (оцінювання)	98
Присінкові ядра	86
Присінок	85
Проба Озорецького	88
Провідна система серця	130
Проміжний мозок (функції)	59
Пульсотахометр	144
Пуркін'є волокна	130
Режими м'язового скорочення	27, 30
Резервний об'єм вдиху (РОВд)	158–159, 160
Резервний об'єм видиху (РОВид)	158–159, 161
Реобаза	12, 14
Реографія	152

Реполяризація	18, 19
Рефлекс безумовний	44, 58, 94
Рефлекс умовний	44, 58, 94
Рефлекторна дуга	44, 48
Рефрактерність	18
Рецептивне поле	44, 48
Рецептор (класифікація, властивості)	74–75
Рецептори (холіно-, адрено- та ін.)	26, 43–44, 106
Ріва–Рочі метод	148
Ріда формула	175
Робота м'язів	33, 34, 37–38
Рухливість нервових процесів (дослідження)	99
Рухова одиниця (РО)	32
Рухова сенсорна система	86, 88, 90–91
Саркоплазматична сітка	26
Сенсорна система (аналізатор)	74
Середній мозок (функції)	58–59
Серцевий цикл	129
Сеченівське гальмування	51, 53–54
Сигнальні системи (перша і друга)	98–97
Сила м'язового скорочення	32–33, 35
Симпатичний відділ вегетативної НС	105–106
Синапс (класифікація)	43–44
Систола	129
Систолічний об'єм	130
Сітчастий утвір (ретикулярна формація)	58
Скорочення м'язів (механізм)	27
Слухова сенсорна система	77–79
Слухові кісточки (молоточок, коваделко і стремінце)	77
Спинний мозок (функції)	57–58
Спірограма (аналіз)	164–167
Спірографія	164–167
Спірометрія	159

Станіуса лігатури	132
Старра формула	152
Статичні і статокінетичні рефлекс	62
Стрибокподібне (сальтаторне) поширення	18
ПД	
Судиноруховий центр	58
Сумація збудження	53
Сухожилкові рефлекс	60–61
Сфігмограма	142
Таблиці Крепеліна	98
Таблиці Сівцева або Головіна	77, 79
Таламус (функції)	59
Тахікардія	141
Темперамент (за Гіппократом)	96
Теорія кольорового зору	76
Теорія м'язового скорочення	27
Теорія функціональних систем	45, 97
Тетанус (зубчатий, гладенький)	27, 29–30
Тип ВНД	96, 99
Тип пам'яті	100
Тиск артеріальний	148, 150–152
Тиск систолічний (діастолічний)	148, 150–152
Тільця Гольджі	87
Тільця Пачіні	87
Тон (звуковий)	78
Тонус м'язів	35–37, 57
Тонус судин (регуляція)	150
Тромбоцити	120–121
Тропоміозин	26
Тропонін	26
Т-трубочка	26
Ударний об'єм крові	130
Фази потенціалу дії	18, 19

Фізико-хімічні властивості крові	115
Фізіологічні властивості м'язів	26
Фізіологія (Ф)	10, 11
Фонокардіографія	136
Форми м'язового скорочення	27
Фоторецептори (палички та колбочки)	75
Функціональна система	45, 97
Функціональний синцитій	128
Хвилинний об'єм дихання (ХОД)	159
Хвилинний об'єм крові (ХОК)	130
Холінорецептор	26, 27, 106
Хорея	65, 66
Хронаксиметрія рухова	12, 13
Хронаксія	12, 14–15
Центральна нервова система (ЦНС)	42
Час спинномозкового рефлексу	46–47
Частота дихання (ЧД)	158
Частота серцевих скорочень (ЧСС)	141–144
Червоне ядро	58
Чорна речовина (субстанція)	58
Чотиригорбикове тіло	58
Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ)	116–117
Шганге проба	167
α -волокна (альфа-волокна)	36, 87
γ -волокна (гамма-волокна)	36, 87

Показники фізіологічного паспорту студента
МОДУЛЬ 1

Методика	Показник (одиниці вимірювання)	Значення	
		Норма	Власне
	Реобаза		
	Хронаксія		
	Сила кисті		
	Станова сила		
	ТС	X	
	ТН	X	
	ТР	X	
	АН	X	
	АР	X	
	АТ	X	
	ЛЧРР		

МОДУЛЬ 2

Методика	Показник (одиниці вимірювання)	Значення	
		Норма	Власне
	Гострота зору (ліве)		
	Гострота зору (праве)		
	Частотний діапазон слуху людини		X
	Гучність		X
	Час повітр. провідн.	X	
	Час кістк. провідн.	X	
	Проба Озорецького		
	Точність відтвор. кута	X	
	М'язова пам'ять (руч.)	X	
	Домінуючий тип ВНД	X	
	Оцінка прояву типу ВНД	X	
	Коефіцієнт пам'яті (слух)	X	
	Коефіцієнт пам'яті (зор).	X	
	Коефіцієнт пам'яті (м.-слух)	X	
	Коефіцієнт пам'яті (комб).	X	

МОДУЛЬ 3

Методика	Показник (одиниці вимірювання)	Значення	
		Норма	Власне
X	Кількість крові		X
	Вміст плазми		X
	Гематокрит		X
	Осмотичний тиск		X
	Онкотичний тиск		X
	pH крові		X
	Густина крові		X
	В'язкість крові		X
	Вміст гемоглобіну		X
	ШОЕ		X
	Кількість еритроцитів		X
	Кількість лейкоцитів		X
	Кількість тромбоцитів		X
	Тривалість серц. циклу		X
	Величина зубця R		
	Інтервал R-R		
	ЧСС (спокій)		
	АТсист. (спокій)		
	АТдіаст. (спокій)		
X	Пульсовий тиск (спокій)		
X	Систолічний об'єм (спокій)		
	ХОК (спокій)		
	Частота дихання (спокій)		
	Дихальний об'єм (спокій)		X
	ЖСЛ		X
	РОВд		X
	РОВид		X
	ХОД (спокій)		X
	МВЛ		X

МОДУЛЬ 4

Методика	Показник (одиниці вимірювання)	Значення	
		Норма	Власне
	Рівень соматичного здоров'я, бали		
	Основний обмін	X	
	Енерговитрати	X	

Навчальне видання

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

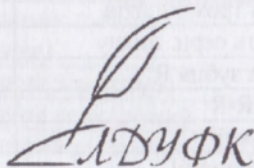
Навчальний посібник

Видання друге, доповнене

Редактори: *Оксана БОРИС, Єлизавета ЛУПИНІС*

Дизайн обкладинки: *Анастасія ЮРЧИК*

Підписано до друку 06.06.2013. Формат 60x84/16.
Папір офсет. Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний.
Ум. друк.арк. 12,09. Наклад 500 прим.
Зам. № 47.



Львівський державний університет фізичної культури

Редакційно-видавничий відділ

79000, м. Львів, вул. Костюшка, 11

тел. +38 (032) 261-59-90

<http://www.ldufk.edu.ua/>

e-mail: redaktor@ldufk.edu.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
та книгорозповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 3354 від 24.12.2008 р.

Друк

ФОП Гуменецький М. В.

81630, Львівська обл., Миколаївський р-н,

С. Гонятичі, вул. Польова, 10

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
та книгорозповсюджувачів видавничої продукції
№083613 від 18.08.2008 р.



*Яремко Є.О., доктор медичних наук,
професор кафедри анатомії та
фізіології Львівського державного
університету фізичної культури*



*Вовканич Л.С., кандидат
біологічних наук, доцент, завідувач
кафедри анатомії та фізіології
Львівського державного
університету фізичної культури*



*Бергтраум Д.І., кандидат
біологічних наук, доцент кафедри
анатомії та фізіології Львівського
державного університету фізичної
культури*



*Коритко З.І., доктор біологічних
наук, професор кафедри анатомії
та фізіології Львівського
державного університету фізичної
культури*



*Музыка Ф.В., кандидат біологічних
наук, доцент кафедри анатомії та
фізіології Львівського державного
університету фізичної культури*