

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

Т. В. Гладкій, Г. В. Майкова, Л. В. Еберле, Т. В. Коломійчук

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Ч. 1. Змістові модулі 1 -3

**Фізіологія збудливих тканин; Нервова регуляція функцій
організму; Гуморальна регуляція функцій
Лабораторні роботи та завдання для перевірки знань**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для студентів вищих навчальних закладів
до лабораторних занять з курсу



ОДЕСА
ОНУ
2021

УДК 612.01

Рецензенти:

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

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

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

Гладкій Т. В.

Фізіологія людини. Ч. 1. Лабораторні роботи та завдання для перевірки знань. Змістові модулі 1-3: метод. рекомендації для студентів вищих навчальних закладів до лабор. занять з курсу / Т. В. Гладкій, Г. В. Майкова, Л. В. Еберле, Т. В. Коломійчук. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 98 с.

Методичні рекомендації розроблені відповідно до вимог навчальної програми з дисципліни «Фізіологія людини і тварин» для здобувачів першого і другого рівнів вищої освіти біологічних і медичних спеціальностей (091 Біологія, 226 Фармація. Промислова фармація). Мета методичних рекомендацій – допомогти студентам засвоїти теоретичні розділи курсу зі змістових модулів: Фізіологія збудливих тканин; Нервова регуляція функцій організму; Гуморальна регуляція функцій.

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

УДК : 612.01

СКОРОЧЕННЯ ТА АБРЕВІАТУРИ

АНС	– автономна нервова система
АРП	– абсолютний рефрактерний період
АТс	– артеріальний тиск систолічний
АТд	– артеріальний тиск діастолічний
АХ	– ацетилхолін
ВРП	– відносний рефрактерний період
КРД	– критичний рівень деполяризації
ЛП	– латентний період
МАО	– моноаміноксидаза
МПС	– мембранний потенціал спокою
НА	– норадреналін
ПД	– потенціал дії
ПСНС	– парасимпатична нервова система
СНС	– симпатична нервова система
СТГ	– соматотропний гормон
ТТГ	– тиреотропний гормон
ХГ	– хоріонічний гонадотропний гормон
ЦНС	– центральна нервова система
ЧСС	– частота серцевих скорочень

ЗМІСТ

Передмова	7
Змістовий модуль 1. ФІЗІОЛОГІЯ ЗБУДЛИВИХ СТРУКТУР	8
Заняття 1. Предмет і задачі фізіології. Методи фізіологічних досліджень. Біоелектричні явища в збудливих тканинах	10
Робота 1. Приготування нервово-м'язового препарату жаби і препарату ізольованого литкового м'яза	11
Робота 2. Визначення порогової величини подразника при поодинокому подразненні. Вплив збільшення частоти подразників на величину порогу (явище сумації) (виконується на віртуальній моделі)	12
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	15
Ситуаційні завдання	16
Відповіді до ситуаційних завдань	17
Заняття 2. Структурно-функціональні особливості нервових волокон. Проведення збудження по волокнам та через нервово-м'язовий синапс	18
Робота 1. Визначення швидкості проведення збудження по нервовим волокнам різних типів (виконується на віртуальній моделі)	23
Робота 2. Вплив анестезуючих речовин і температури на швидкість проведення збудження по нерву (виконується на віртуальній моделі)	26
Робота 3. Вплив кураре на позу і поведінку жаби	27
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	28
Ситуаційні завдання	32
Відповіді до ситуаційних завдань	33
Заняття 3. Властивості скелетних м'язів. Механізми скорочення, стомлення. Робота м'язів	34
Робота 1. Схема одиночного розгорнутого скорочення литкового м'яза жаби и його аналіз (виконується на віртуальній моделі)	36
Робота 2. Вивчення впливу низької температури на збудливість і скорочення м'яза (виконується на віртуальній моделі)	38
Робота 3. Вивчення впливу надпорогового подразника, що	39

діє з різною частотою, на форму міограми (виконується на віртуальній моделі)	
Робота 4. Локалізація стомлення в нервово-м'язовому препараті (виконується на віртуальній моделі)	40
Робота 5. Дослідження сили м'язів у людини за допомогою кистьової динамометрії	41
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	43
Ситуаційні завдання	44
Відповіді до ситуаційних завдань	45
Змістовий модуль 2. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ	47
Заняття 4. Дослідження нервової регуляції фізіологічних функцій. Дослідження процесів збудження та гальмування в центральній нервовій системі	48
Робота 1. Демонстрація явища центрального гальмування (за І. М. Сеченовим) (виконується на віртуальній моделі)	49
Робота 2. Підвищення збудливості нервових центрів під впливом стрихніну	50
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	51
Ситуаційні завдання	53
Відповіді до ситуаційних завдань	53
Заняття 5. Дослідження ролі різних відділів ЦНС в регуляції рухових функцій організму	54
Робота 1. Аналіз рефлексорної дуги	55
Робота 2. Дослідження пропріоцептивних рефлексів у людини	57
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	60
Ситуаційні завдання	61
Відповіді до ситуаційних завдань	62
Заняття 6. Дослідження механізмів нервової регуляції вісцеральних функцій організму	63
Робота 1. Визначення функціональних станів АНС людини за проявами.	68
Робота 2. Методика проведення орто- і клінортостатичної проби	73
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	76
Ситуаційні завдання	77
Відповіді до ситуаційних завдань	78

Змістовий модуль 3. ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ	80
Заняття 7. Дослідження механізмів гуморальної регуляції функцій організму	80
Робота 1. Вплив інсуліну на рівень глюкози в крові (виконується на віртуальній моделі щура)	84
Робота 2. Вплив тироксину, тиротропіну і пропілтіоурацилу на інтенсивність метаболізму (виконується на віртуальній моделі щура)	85
Робота 3. Вивчення морфогенетичного впливу гормонів на організм	88
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	90
Ситуаційні завдання	91
Відповіді до ситуаційних завдань	92
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	95
ІНТЕРНЕТ РЕСУРСИ	96
Додаток	98

ПЕРЕДМОВА

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

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

Значна частка робіт розрахована на самостійне виконання їх студентами. Деякі досліди на тваринах, які вимагають використання складної апаратури, представлені у вигляді віртуальних лабораторних робіт, а також є посилання на техніку виконання і отримані результати, які ілюструються відеофільмами, що знаходяться у вільному доступі в інтернеті

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

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

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

У Частині 1 «Методичних рекомендацій» представлені 10 лабораторних робіт з модулю «Фізіологія збудливих структур», 6 лабораторних робіт з модулю «Нервова регуляція функцій організму» та 3 лабораторні роботи з модулю «Гуморальна регуляція функцій організму».

Методичні рекомендації розроблені для студентів спеціальностей біологічного і медичного напрямків.

Змістовий модуль 1. ФІЗІОЛОГІЯ ЗБУДЛИВИХ ТКАНИН

Біоелектричні явища супроводжують всі етапи життєдіяльності організму. В тому числі тісно пов'язані з обміном речовин, окисними процесами, реалізацією нервової, гуморальної та імунної відповідей за умов різноманітного впливу чинників внутрішнього та зовнішнього середовища.

Дослідження біопотенціалів із застосуванням різноманітних методичних підходів на рівні клітинних та субклітинних структур є важливим для оцінки функціональної здатності не тільки окремих клітин, а і цілісного організму.

Представлений блок практичних робіт розрахований на ознайомлення студентів з різними методами дослідження біоелектричних явищ у збудливих тканинах. Практичні заняття передбачають самостійне проведення досліджень, інтерпретацію отриманих результатів та формулювання на їх основі логічних висновків, згідно з наведеними рекомендаціями щодо оформлення протоколу заняття.

У методичних вказівках пропонуються такі форми контролю: питання для оцінки якості набутих навичок з відповідної теми, ситуаційні завдання, тести, контрольні запитання.

Усі завдання спрямовані на творче засвоєння програмного матеріалу. Вони сприятимуть розвитку наукового мислення, що займає важливе місце у процесі теоретичної і практичної підготовки майбутнього фармацевта, біолога.

Заняття 1. ПРЕДМЕТ І ЗАДАЧІ ФІЗІОЛОГІЇ. МЕТОДИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. БІОЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА В ЗБУДЛИВИХ ТКАНИНАХ

Збудливі тканини можуть спонтанно чи у відповідь на дію подразника збуджуватись.

До збудливих тканин відносяться: **нервова, м'язова, залозиста тканини.**

Збудливі тканини можуть перебувати у трьох станах: ***фізіологічного спокою, збудження і гальмування.***

Фізіологічний спокій — це стан, коли тканина або орган не виявляють ознак властивої їм діяльності.

Збудження — це активний стан живої тканини, який виникає під впливом подразника.

Гальмування — це такий стан тканини чи органа, коли їх діяльність (функція) послаблюється або зовсім припиняється.

Збудження в тканині викликають подразники, які класифікують:

- за силою: підпорогові, порогові, надпорогові;
- за якістю (модальністю), тобто за тією формою енергії, яка властива кожному з них: механічні, хімічні, теплові, осмотичні, світлові, електричні;
- за біологічним значенням: адекватні і неадекватні.

Адекватні — це подразники, до яких тканина або орган пристосувалися в процесі еволюції.

Неадекватні — це подразники, які не впливають на дану клітину або тканину за природних умов, до сприйняття яких тканини спеціально не пристосовані і не мають високої чутливості.

Таблиця 1

Властивості збудливих тканин

Збудливість	Здатність до генерації імпульсу (ПД)
Провідність	Здатність проводити ПД – збудження
Скоротливість	Здатність розвивати силу чи напругу при збудженні
Лабільність або функціональна рухливість	Здатність до ритмічної активності
Секреторна активність	Здатність виділяти секрет, медіатор

Закони подразнення збудливих тканин:

I. Закон «градієнта» сили.

II. Закон Лапіка-Вейса. Залежність порогової сили подразника від тривалості його дії.

III. Закон «все або нічого».

IV. Закон «градації». Залежність відповідної реакції від стрімкості наростання сили.

Мета заняття:

Знайомство з методами дослідження збудливих тканин та технікою приготування нервово-м'язового препарату і препарату ізольованого литкового м'яза жаби. Поняття про поріг подразнення

як показник збудливості тканини. Вплив частоти подразника на величину порога збудження.

Знати:

1. Будову, властивості і функції клітинних мембран.
2. Іонні механізми виникнення МПС.
3. Властивості збудливих тканин.

Питання для підготовки до заняття:

1. Історія відкриття біоелектричних явищ (дослідження Л. Гальвані, А. Вольта, К. Маттеучі).
2. Подразливість, збудливість як основа реакції тканини на подразнення. Збудження.
3. Сучасні уявлення про будову і функції клітинних мембран.
4. Іонні канали мембран, їх види, функції. Іонні градієнти клітини – іонна асиметрія.
5. Транспорт іонів крізь мембрани. Іонні насоси мембран, їх функції.
6. Мембранний потенціал спокою, механізми походження, методи реєстрації. Параметри МПС і його фізіологічна роль.
7. ПД, механізми походження, методи реєстрації.
8. Фази ПД і його параметри. Фізіологічна роль ПД.
9. Зміни збудливості клітини під час розвитку ПД. Періоди абсолютної та відносної рефрактерності, механізми їх походження, фізіологічне значення.
10. Зміни МПС під час дії електричного струму як подразника. Локальна відповідь (ЛВ), або локальний потенціал (ЛП).
11. Критичний рівень деполяризації (КРД). Поріг деполяризації як міра збудливості.
12. Переваги електричного подразника і його параметри, необхідні для виникнення у тканинах як локального збудження, так і такого, що поширюється.
13. Іонні механізми ЛП і ПД. КРД.
14. Закон Лапіка-Вейса. Залежність порогової сили подразника від тривалості його дії. Реобаза, хронаксія, корисний час.
15. Закон «градієнта» — залежність подразнювальної дії електричного струму від швидкості його зростання й убуття в часі, умови його прояву.
16. Закони «градації» і «все або нічого».

Робота 1. Приготування нервово-м'язового препарату жаби і препарату ізольованого литкового м'яза

До початку роботи переглянути відеозаняття за посиланням: «Приготування нервово-м'язового препарату»: <https://www.youtube.com/watch?v=5E353SC1RQA>

Обладнання та інструменти: набір препарувальних інструментів і матеріалів, розчин Рінгера або фізіологічний розчин для холоднокривних тварин.

Об'єкт дослідження: жаба.

Мета роботи: приготування нервово-м'язового препарату жаби

Хід роботи:

Знерухомити жабу. Перерізати хребет упоперек, посередині (рис. 1) і відділити нижню половину тулуба.

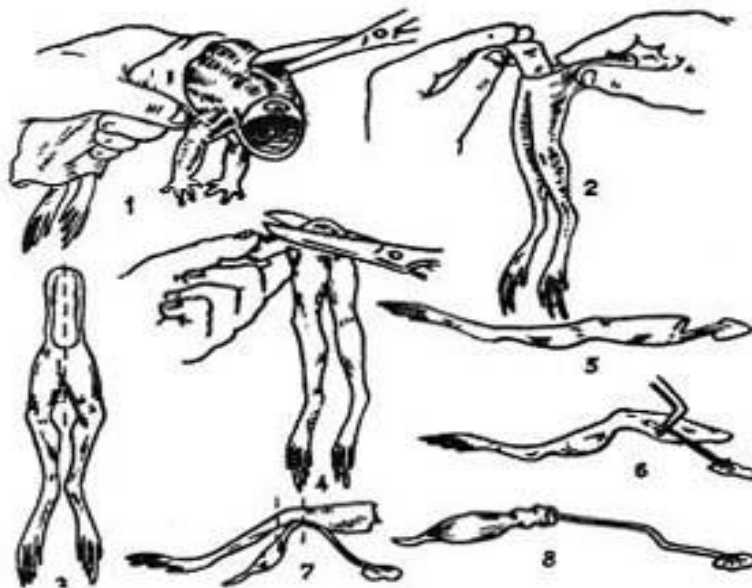


Рис. 1. Приготування нервово-м'язового препарату жаби

Видалити залишки нутрощів пінцетом і ножицями. Отримати препарат двох задніх лапок жаби. Для цього треба захопити однією рукою залишок хребта, а іншою – край шкіри зі спини та зняти її з обох лапок.

Для приготування нервово-м'язового препарату обережно вирізати ножицями куприкову кістку (уростиль), намагаючись не

зачепити нервові волокна крижового сплетіння. Розрізати хребет та інші тканини продольно по середній лінії і відокремити лапки одну від одної.

Для препарування литкового м'яза і сідничного нерва підвести під ахілове сухожилля браншу ножиць, відокремити сухожилля по всій довжині.

Захопивши сухожилля пінцетом відтягнути м'яз в сторону.

Для відпрепарування нерва стегно розташувати задньою поверхнею догори. Розвести м'язи і скляними гачками відокремити сідничний нерв, який лежить в глибині, по всій його довжині.

Піднявши нерв, підрізати ножицями тканини, що оточують. Перерізати лапку нижче і вище колінного суглоба і отримати нервово-м'язовий препарат литкового м'яза і сідничного нерва (рис. 2).

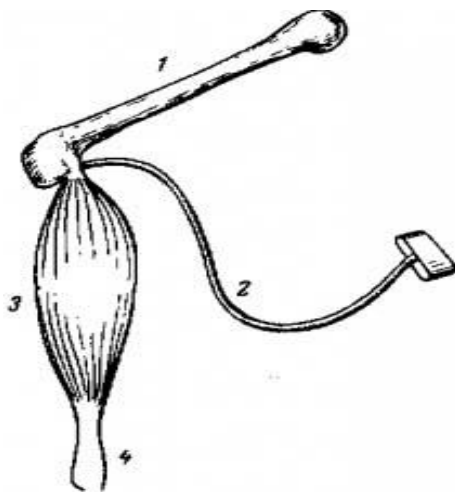


Рис. 2. Нервово-м'язовий препарат литкового м'яза жаби

1 – стегнова кістка; 2 – сідничний нерв; 3 – литковий м'яз;
4 – сухожилок м'яза

До початку роботи розташувати препарат литкового м'яза і сідничного нерва в чашці Петрі, загорнувши в серветку, змочену розчином Рінгера.

Робота 2. Віртуальна лабораторна робота: визначення порогової величини подразника при поодинокому подразненні. Вплив збільшення частоти подразників на величину порогу (явище сумації)

До початку роботи переглянути відео урок: «Визначення порога збудження»: <https://www.youtube.com/watch?v=Ned0-kWH37M>

Для виконання роботи скачати програму «Віртуальна фізіологія» «LuPraFi-Sim»: <http://www.ukraine-projekt.de/download.html?n=238>.
У програмі вибрати мову (рус/англ.), потім вибрати необхідний розділ/Нервова система/ обрати вищевказану роботу.

Обладнання: віртуальна експериментальна модельна установка (рис. 3.) складається з:

- стимулятора, який генерує електричні імпульси. Стимулятор включає в себе прилад, що змінює інтенсивність електричного стимулу, а також кнопку, яка включає стимулятор в мережу і відключає від мережі;
- приладу, який вимірює час;
- підсилювача електричного сигналу;
- пластини, на якій закріплюється нерв.

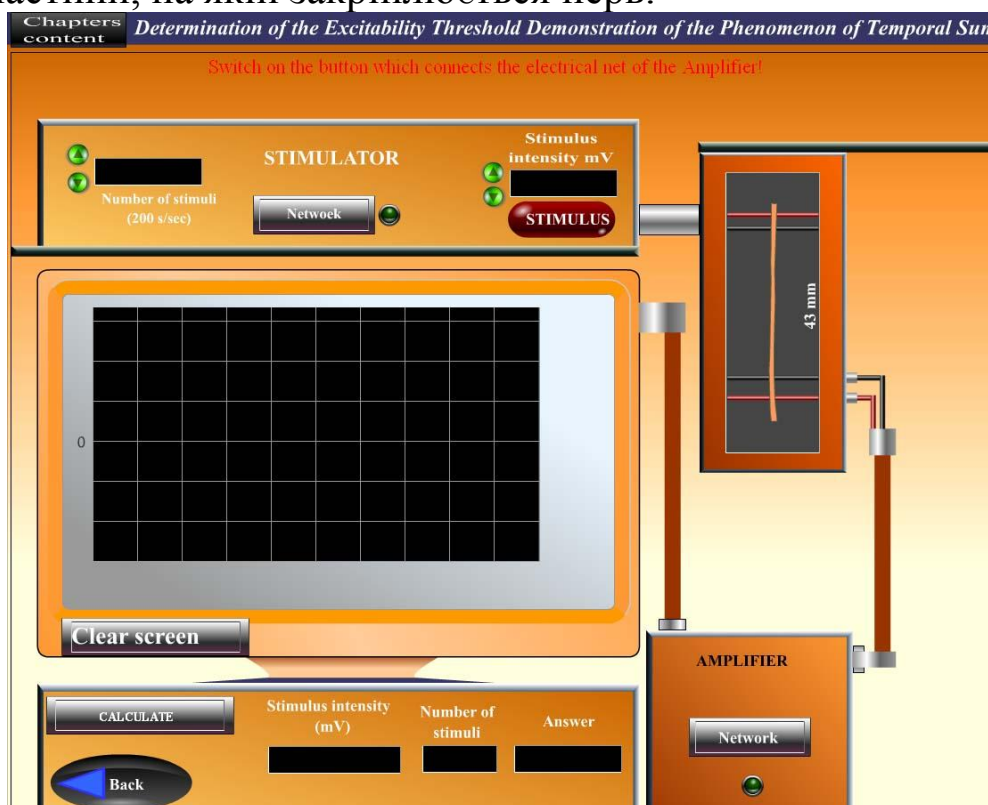


Рис. 3. Віртуальна експериментальна модельна установка

Мета роботи: визначити вплив сили і частоти подразника на формування відповідної реакції збудження нерву.

Опис експерименту: За допомогою електрода, який розташований на нерві нервово-м'язового препарату, наносити подразнення дедалі більшої сили, до появи на осцилограмі потенціалу дії (ПД). Визначити величину порогового подразнення.

За допомогою електрода, який розташований на нерві, наносити підпорогові подразнення високої частоти.

Хід роботи:

1. Включити стимулятор і підсилювач, клацнувши мишею по кнопці «Мережа».
2. Натиснувши на стрілку, помістити на пластину досліджуваний нерв.
3. На стимуляторі (кнопка-стрілка) встановити інтенсивність подразнення в 0,1 мВ.
4. Нанести подразнення, натиснувши кнопку «Стимул».
5. Збільшуючи силу стимулюючого імпульсу на 0,1 мВ домогтися отримання потенціалу дії на осцилограмі.
6. Зменшити інтенсивність стимулу на 0,2 мВ і нанести подразнення. Зафіксувати відповідь.
7. Збільшити частоту подразнення до двох імпульсів, нанести подразнення.
8. Збільшуючи частоту імпульсів, що подаються, домогтися отримання відповідної реакції (ПД). Зафіксувати результат.
9. Зменшити силу стимулюючого імпульсу на 0,5 мВ і збільшуючи частоту подразнення, домогтися появи ПД.
10. Заповнити таблицю:

Таблиця 2

Вплив сили і частоти подразнення на розвиток збудження в нерві

Інтенсивність стимула	Кількість стимулів	Відповідна реакція нерва

11. Оформити висновок:

- пояснити механізм впливу сили поодинокого подразнення на формування відповідної реакції.
- пояснити механізм впливу зміни частоти подразнення на зміну величини порога подразнення.

- описати наявність зв'язку між силою і частотою подразнення на формування відповідної реакції збудливою структурою.

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань

1. За допомогою мікроелектродної техніки вимірювали МП мотонейронів спинного мозку собаки. При цьому виявлено деполяризацію нейронів після дії фармпрепарату. З чим це може бути пов'язано?

- A. Збільшення проникності мембрани для Na^+
- B. Зменшення проникності мембрани для K^+
- C. Зменшення проникності для Na^+
- D. Зменшення проникності для Cl^-
- E. Зменшення проникності для Ca^{2+}

2. У тварини за допомогою мікроелектродної техніки вимірювали МП мотонейрона спинного мозку. Виявлено гіперполяризацію мембрани нейрона після дії фармпрепарату. З чим це може бути пов'язано?

- A. Збільшення проникності мембрани для Ca^{2+}
- B. Збільшення проникності мембрани для K^+
- C. Зменшення проникності для K^+
- D. Збільшення проникності для Na^+
- E. Зменшення проникності для Cl^-

3. У середині клітини в стані спокою концентрація K^+ :

- A. Більше ніж зовні у 30-40 разів
- B. Менше ніж зовні у 30-40 разів
- C. Менше ніж зовні у 10-15 разів
- D. Більше ніж зовні у 10-15 разів
- E. Дорівнює концентрації K^+ зовні

4. В експерименті досліджували пороги подразнення різних тканин тварини. У яких тканинах був виявлений найнижчий поріг подразнення?

- A. У кардіоміоцитах
- B. У міоцитах гладких м'язів
- C. У мотонейронах спинного мозку
- D. У міоцитах скелетних м'язів
- E. У залозистих клітинах

5. Якщо у позаклітинній рідині збільшиться концентрація K^+ , то абсолютна величина МП, а збудливість клітини

- A. Зменшиться ... збільшиться
- B. Збільшиться ... збільшиться
- C. Збільшиться ... зменшиться
- D. Зменшиться ... не зміниться
- E. Не зміниться ... не зміниться

6. Якщо у позаклітинній рідині зменшиться концентрація K^+ , то абсолютна величина МП, а збудливість клітини

- A. Зменшиться ... збільшиться
- B. Збільшиться ... збільшиться
- C. Збільшиться ... зменшиться
- D. Зменшиться ... не зміниться
- E. Не зміниться ... не зміниться

7. МПС переважно залежить від ... крізь мембрану клітини:

- A. Вихідного струму K^+
- B. Вхідного струму K^+
- C. Вихідного струму Na^+
- D. Вхідного струму Na^+
- E. Вхідного струму Ca^{2+}

8. Якщо проникність мембрани для K^+ збільшиться, то її збудливість, а абсолютна величина МП

- A. Зменшиться ... збільшиться
- B. Збільшиться ... збільшиться
- C. Не зміниться ... збільшиться
- D. Зменшиться ... зменшиться
- E. Зменшиться ... не зміниться

9. Усередині збудливої клітини в стані спокою концентрація Na^+ :

- A. Менша ніж зовні у 10-15 разів
- B. Менша ніж зовні у 2-3 рази
- C. Більша ніж зовні у 10-15 разів
- D. Більша ніж зовні у 2-3 рази
- E. Дорівнює концентрації зовні

10. У збудливої клітини в стані спокою проникність клітинної мембрани найбільша для іонів

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

Відповіді: 1.A, 2.B, 3.A, 4.C, 5.A, 6.C, 7.A, 8.A, 9.A, 10.A.

Ситуаційні завдання:

1. За допомогою мікроелектрода вимірюють ПП нервової клітини. Що показує прилад, якщо мікроелектрод:

- а) знаходиться на зовнішній поверхні мембрани;
- б) коли він проштрикнув мембрану;
- в) введений углиб клітини?

2. Чому гіперполяризація мембрани призводить до зниження збудливості клітини?

3. Поясніть механізм дії тетродотоксину на рівень МПС, якщо відомо, що тетродотоксин — отрута, яка блокує канали Na^+ .

4. При обробці нерва тетродотоксином МПС збільшується, а ПД не виникає. В чому причина цих відмінностей?

5. Батрахотоксин – сильний нейротоксин, який значно збільшує натрієву проникність мембрани у спокої. Як ця отрута вплине на величину МПС?

6. Що станеться з нервовою клітиною, якщо її обробити ціанідами?

7. Збудливість нервових волокон вище ніж м'язових. В чому причина?

8. Нерв подразнюють із частотою 10, 100 і 1000 Гц. Розрахуйте, скільки ПД виникатиме в кожному випадку?

9. Поясніть, чи постраждають механізми, пов'язані з генерацією ПД у клітині, якщо її обробити протеолітичними ферментами.

10. Перелічіть і поясніть механізми явищ, які мають місце при відповідній реакції збудливої мембрани на подразнення, близьке до порогової сили.

Відповіді до ситуаційних завдань:

1. а) нуль, оскільки обидва електроди (мікро- і макро-) знаходяться зовні, в області позитивного потенціалу;

б) - величину, рівну ПП;

в) - те саме, що і б), тому що величина потенціалу всередині клітини однакова в будь-якій ділянці.

2. Якщо МП збільшується, то зростає величина порогового потенціалу. Значить, збудливість знизиться.

3. Оскільки в цьому випадку струм Na^+ не буде знижувати струм K^+ , то величина МПС збільшиться.

4. Збільшення МПС, так як канали для натрію заблоковані. ПД не виникає, оскільки тетродотоксин блокує натрієві канали, і вхід іонів натрію всередину волокна неможливий. Тому виникнення ПД виключається.

5. МПС зменшиться.

6. Так як ціаніди паралізують роботу дихальних ферментів, припиняються окислювальні процеси, які необхідні, зокрема, для ресинтезу АТФ. При відсутності енергії припиняється робота іонних насосів, концентрації іонів по обидві сторони мембрани вирівнюються, клітина втратить збудливість і перестане функціонувати. Крім того, порушаться і всі інші процеси в клітині, що вимагають надходження енергії.

7. КУД в нервових і м'язових волокнах приблизно однаковий. Величина МП – різна. В нервовому волокні величина МПС -70 мВ, а в м'язовому – 90 мВ. Відповідно, величина порогового потенціалу для нервового волокна приблизно 20 мВ, а для м'язового 40 мВ. Тому нервові волокна мають більш високу збудливість.

8. Нерв не може збуджуватися з якою завгодно великою частотою. Цьому перешкоджає АРП, що триває приблизно 2 мс після початку ПД. При частоті 10 Гц інтервал між подразниками становить 0,1 с, при 100 Гц – 0,01 с. В обох випадках він досить великий для того, щоб рефрактерний період закінчився і нерв відтворив подразнення із заданою частотою. При частоті ж 1000 Гц інтервал між подразненнями занадто малий (0,001 с), і тому кожний другий

імпульс буде потрапляти в період рефрактерності після попереднього збудження. Загальна кількість ПД не перевищуватиме 500.

9. Протеолітичні ферменти розщеплюють білкові молекули, які входять до складу стінок іонних каналів і «воріт», що відкривають і закривають ці канали. Отже, порушиться проникність мембрани для іонів.

10. Зменшення МП, локальна деполяризація, ЛП.

Заняття 2. СТРУКТУРНО - ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ НЕРВОВИХ ВОЛОКОН. ПРОВЕДЕННЯ ЗБУДЖЕННЯ НЕРВОВИМИ ВОЛОКНАМИ ТА ЧЕРЕЗ НЕРОВО-М'ЯЗОВИЙ СИНАПС

За особливостями будови і функціями нервові волокна підрозділяють на два види: **немієлінізовані (безм'якушеві) і мієлінізовані (м'якушеві).**

М'якушеві чутливі і рухові волокна входять до складу нервів, що іннервують органи чуттів і скелетну мускулатуру, також є і у вегетативній нервовій системі.

Безм'якушеві волокна розташовані в симпатичній нервовій системі, що іннервують внутрішні органи та кровоносні судини.

Зазвичай до складу цілісного нерва входять як м'якушеві, так і безм'якушеві волокна.

В залежності від швидкості проведення збудження нервові волокна ділять на три типи: А, В, С (табл. 3.)

Таблиця 3

Типи нервових волокон

Тип нервового волокна	Наявність мієліну	Діаметр волокна, мкм	Швидкість проведення збудження, м/с
Тип А (товсті): A _α A _β A _γ	є	12-22 8-12 4-8	70-120 40-70 15-40
Тип В (тонкі)	є	1-3	3-15
Тип С (тонкі)	немає	0,5-1,0	0,5-2

Проведення збудження нервовими волокнами підпорядковується ряду законів:

- фізіологічної і анатомічної цілісності нерва;

- двобічного проведення збудження від місця виникнення;
- ізолюваного проведення збудження;
- бездекрементного проведення збудження (нервові імпульси поширюються нервовими волокнами без згасання).

Синапс (від грецького *synapsys* – з'єднання, бляшка) – місце функціонального контакту двох збудливих тканин, одна з яких нервова. Термін і поняття «синапс», «синаптична передача» був введений у фізіологію Ч. Шеррингтоном в 1897 році.

За місцем розташування синапси класифікують на нервово-м'язові і нейрон-нейрональні, які, в свою чергу, поділяють на аксо-аксональні і аксо-дендритні.

За механізмом передачі сигналу синапси поділяють на **хімічні, електричні, змішані**. У хімічних синапсах передача сигналу забезпечується за допомогою медіатора (нейротрансмітера), у електричних – електричного струма, а у змішаних – одночасно як за допомогою медіатора, так і електричного струма.

Медіатори (від латинського – *mediator* – провідник) – біологічно активні речовини, за допомогою яких здійснюються міжклітинні взаємодії в синапсах.

Залежно від хімічної природи медіатори (нейротрансмітери) можна поділити на 4 групи:

- 1) аміни (ацетилхолін, норадреналін, дофамін, серотонін);
- 2) амінокислоти (гліцин, глутамінова, аспарагінова, гамма-аміномасляна – ГАМК);
- 3) пуринові основи та нуклеотиди (АТФ);
- 4) нейропептиди (речовина Р, вазопресин, опіоїдні пептиди та ін.).

За **функціональними властивостями** медіатори ЦНС поділяються на збуджувальні та гальмівні.

Нейрони, що звільняють ацетилхолін, мають назву холінергічні, норадреналін – адренергічні, серотонін – серотонінергічні, аміни – амінінергічні та інші.

Час, який потрібен медіатору, що виділився, досягти постсинаптичної мембрани, близько 0,5 мс, що є причиною затримки передачі інформації в ЦНС.

Передача збудження відбувається тільки в одному напрямку: від синаптичного закінчення до постсинаптичної мембрани (рис. 4.).

Інактивація (повна втрата активності) медіатора здійснюється шляхом гідролітичного розщеплення за допомогою відповідних ферментів.

Ацетилхолін (АХ) розщеплюється ферментом холінестеразою, норадреналін (НА) і адреналін – моноаміноксидазою (МАО) і катехолоксіметилтрансферазою. Продукти розщеплення медіатора знову надходять в кров і циркулюють, як його попередники.

Ще один шлях видалення медіатора з синаптичної щілини – «зворотне захоплення» його пресинаптичними закінченнями (піноцитоз) і ресинтез. Це створює можливість їх швидкого надходження в синаптичну щілину під впливом нового нервового імпульсу.



Рис. 4. Послідовність подій, що відбуваються в хімічному синапсі від моменту збудження пресинаптичного закінчення до виникнення ПД на постсинаптичній мембрані

Велика кількість біологічних токсинів надають свій токсичний ефект, модифікуючи властивості натрієвих, калієвих, кальцієвих каналів, впливаючи на швидкість синтезу медіаторів, на швидкість їх виділення в синаптичну щілину і швидкість руйнування.

Ботулотоксин – екзотоксин, який продукують бактерії *Clostridium botulinum*, основний фактор патогенезу ботулізму. Він

блокує виділення ацетилхоліну з пресинаптичної мембрани кінцевого рухового нервового волокна, збільшує активність ферменту ацетилхолінестерази, ботулотоксин знижує чутливість активних зон синапсу до Ca^{2+} .

Кураре (Вуралі) – отрута, яку використовували південно-американські індіанці під час полювання, отримуючи її з кори рослини *Strychnos toxifera*. Отрута блокує *H*-холінорецептори поперечно-смугастих м'язів, а отже і м'язів, що відповідають за дихання. Смерть настає від задухи при майже непорушеній свідомості. В хірургії і травматології застосовують як міорелаксant.

Атропін – блокує *M*-холінорецептори, внаслідок чого останні стають нечутливими до ацетилхоліну, що утворюється у ділянці закінчень постгангліонарних парасимпатичних нейронів.

Фосфоорганічні сполуки (або ФОС) – похідні п'ятивалентного фосфору, отрути нервово-паралітичної дії, що викликають параліч. Пригнічують активність холінестерази – ферменту, що здійснює гідроліз ацетилхоліну. Гальмування активності холінестерази призводить до припинення або зменшення розщеплення ацетилхоліну, що зумовлює накопичення останнього і надмірне збудження ним холінореактивних систем.

Резерпін – симпатолітик, не вступає у взаємодію з адренорецепторами. Він зменшує кількість медіатора у закінченнях симпатичних нервів, таким чином гальмує передачу адренергічного імпульсу. Резерпін інгібує депонування в пресинаптичних нервових закінченнях біогенних амінів, що призводить до виснаження запасів норадреналіну, дофаміну та серотоніну в центральних та периферичних нейронах.

Ефедрін – психоактивний отруйний алкалоїд, що знаходиться у різних видах рослини ефедре (*Ephedra L.*), симпатоміметик, стимулює альфа- і бета-адренорецептори. Сприяє виділенню норадреналіну у синаптичну щілину.

Обзидан – адреноблокатор, зменшує кількість медіатора у закінченнях симпатичних нервів, тим самим гальмує передачу адренергічного імпульсу.

Кокаїн – зв'язує транспортери моноамінів, тим самим порушує зворотне нейрональне захоплення нейромедіаторів пресинаптичною мембраною. В результаті нейромедіатор залишається в синаптичній щілині і з кожним проходженням нервового імпульсу його

концентрація зростає, що призводить до посилення впливу на відповідні рецептори постсинаптичної мембрани.

Батрахотоксин – сильна отрута небілкової природи з групи стероїдних алкалоїдів. Міститься в шкірних залозах деяких видів жаб-дереволазів (*Phyllobates*). Токсин повністю усуває інактивацію потенціал залежних каналів для натрію.

Тетродотоксин – сильна отрута небілкової природи, нейропаралітичної дії. Міститься в рибах із родини Скалозубових (*Tetraodontidae*), які розповсюджені в субтропічних і тропічних морях. Тетродотоксин блокує натрієві канали, в результаті чого нервові волокна втрачають здатність проводити імпульси.

Місцеві анестетики в неіонізованій формі проникають через клітинну мембрану всередину аксона і там іонізуються. Іонізовані молекули взаємодіють зі специфічними місцями зв'язування на натрієвих каналах з внутрішньої сторони мембрани і, блокуючи натрієві канали, перешкоджають входу Na^+ в клітину і деполяризації мембрани. В результаті порушується генерація потенціалу дії і поширення імпульсів нервовими волокнами. Дію місцевих анестетиків можна зупинити (після інактивації речовини функція чутливих нервових закінчень і нервових волокон повністю відновлюється).

Ціаніди (сполуки синильної кислоти) паралізують роботу дихальних ферментів. В результаті припиняються окислювальні процеси, які необхідні для ресинтезу АТФ. При відсутності енергії порушується робота Na^+ і K^+ насоса, що підтримує різницю концентрацій іонів по обидві сторони мембрани, клітина втрачає збудливість і перестає функціонувати. Крім того, порушуються всі інші процеси в клітині, що вимагають надходження енергії, наприклад, синтез білка і т. і.

Мета заняття:

1. Пояснити механізми проведення нервового імпульсу, інтерпретувати причини їх порушення.
2. Пояснити механізми хімічної передачі збудження і можливості її корекції фармакологічними засобами.
3. Інтерпретувати механізми блокади і втоми нервово-м'язового синапсу.

Знати:

1. Будову нервових волокон.
2. Будову нейро-нейронального синапсу.

Питання для підготовки до заняття:

1. Поняття про нервові волокна і нерви. Види нервових волокон (аферентні і еферентні, мієлінізовані і немієлінізовані; А, В, С типи) і нервів (чутливі, рухові, змішані).
2. Механізми поширення збудження мієлінізованими (стрибоподібний або сальтаторний) і немієлінізованими (безперервний) нервовими волокнами.
3. Закони проведення збудження нервовими волокнами і нервами (двобічного проведення, анатомічної і фізіологічної цілісності, ізолюваного проведення).
4. Поняття про синапс. Класифікація синапсів за типом передачі збудження (електричні, хімічні, змішані), локалізацією (центральні, периферичні).
5. Будова хімічного синапсу (синаптична бляшка, синаптичні пухирці, синаптична щілина, синаптичні мембрани: пре-, пост-). Механізм передачі сигналу в хімічному синапсі. Особливості прямої і непрямой передачі сигналу. Види медіаторів.
6. Властивості хімічних синапсів (однобічне проведення, синаптична затримка, низька лабільність, швидка стомлюваність, підвищена чутливість до хімічних речовин, здатність до сумації збуджень та ін.).

Робота 1. Віртуальна лабораторна робота: визначення швидкості проведення збудження нервовими волокнами різних типів

Для виконання роботи скачати програму «Віртуальна фізіологія» «LuPraFi-Sim»: <http://www.ukraine-projekt.de/download.html?n=238>.

У програмі вибрати мову (рус/англ.), потім вибрати необхідний розділ/Нервова система/ обрати вищевказану роботу.

Обладнання: віртуальна експериментальна модельна установка, що складається з:

- стимулятора, який генерує електричні імпульси. Стимулятор включає в себе прилад, що змінює інтенсивність електричного стимулу, а також кнопку, яка включає стимулятор в мережу і відключає від мережі;

- приладу, який вимірює час;
- підсилювача електричного сигналу;
- пластини, на якій закріплюється нерв.

Мета роботи: виміряти швидкість проведення збудження по нервах різних типів:

- тонкому мієлінізованому нерву жаби;
- немієлінізованому нерву щура;
- товстому мієлінізованому нерву щура.

Опис експерименту: дослідження законів проведення збудження нервовими волокнами на нервово-м'язовому препараті жаби та щура здійснити з використанням матеріалів віртуальної лабораторної роботи. Зробити висновок, занести його у протокол дослідження та розв'язати відповідні ситуаційні і тестові завдання.

Хід роботи:

1. Включити стимулятор і підсилювач, клацнувши мишею по кнопці «Мережа». Натиснувши на стрілку, помістити на пластину досліджуваний нерв.
2. Встановити необхідну для подразнення інтенсивність стимулу (кнопки на стимуляторі).
3. Нанести подразнення, натиснувши кнопку «Стимул».
4. За допомогою курсору, в лівій частині стимулятора, визначити час від моменту початку подразнення до появи ПД.
5. Натиснувши кнопку «Обчислити», визначити швидкість поширення збудження по даним типам нерва.
6. Заповнити таблицю 4:

Таблиця 4

Швидкість проведення збудження по нервах мієлінізованих і немієлінізованих

Вид нервового волокна	Сила подразнення (мВ)	Час від початку подразнення до появи ПД (сек)	Швидкість розповсюдження ПД (м/с)
Сідничий (мієлінізований) нерв жаби			
Немієлінізований нерв щура			
Мієлінізований нерв щура			

7. Оформити висновок:

- як впливає наявність або відсутність мієлінової оболонки на швидкість проведення збудження по нерву;
- пояснити механізм впливу;
- пояснити, чому швидкість проведення по нерву залежить від товщини нервового волокна.

Робота 2. Віртуальна лабораторна робота: вплив анестезуючих речовин і температури на швидкість проведення збудження по нерву

Для виконання роботи скачати програму «Віртуальна фізіологія» «LuPraFi-Sim»: <http://www.ukraine-projekt.de/download.html?n=238>.

У програмі вибрати мову (рус/англ.), потім вибрати необхідний розділ/Нервова система/ обрати вищевказану роботу.

Обладнання: віртуальна експериментальна модельна установка, що складається з:

- стимулятора, який генерує електричні імпульси. Стимулятор включає в себе прилад, що змінює інтенсивність електричного стимулу, а також кнопку, яка включає стимулятор в мережу і відключає від мережі;
- приладу, який вимірює час;
- підсилювача електричного сигналу;
- пластини, на якій закріплюється нерв;
- розчин ефіру;
- розчин лідокаїну;
- кристалики льоду;
- фізіологічний розчин.

Мета роботи: визначити вплив деяких анестетиків і дії низької температури на збудливість і швидкість проведення збудження по нерву

Опис експерименту:

- визначити порогову величину подразника, необхідну для розвитку збудження в нерві (виникнення потенціалу дії (ПД)) і розрахувати швидкість проведення збудження по нерву;

- визначити порогову величину подразника, необхідну для розвитку збудження в нерві (виникнення потенціалу дії (ПД) і розрахувати швидкість проведення збудження по нерву після нанесення на нерв анестезуючих речовин (лідокаїну і ефіру);

- визначити порогову величину подразника, необхідну для розвитку збудження в нерві (виникнення ПД) і розрахувати швидкість проведення збудження по нерву після нанесення на нерв охолоджуючого агента (льоду).

Хід роботи:

1. Включити кнопкою в мережу підсилювач і стимулятор.
2. Нанести подразнення електричним стимулом, натиснувши кнопку «Стимул» на сідничний нерв жаби. Визначити необхідну для подразнення інтенсивність стимулу (інтенсивність подразника задається кнопкою на стимуляторі)
3. За допомогою курсору, в лівій частині стимулятора, визначити час від моменту початку подразнення до появи ПД.
4. Натиснувши кнопку «Обчислити» визначити швидкість поширення збудження по нерву.
5. Результати занести в таблицю.
6. Нанести на нерв ефір. Провести вимірювання величини порогу подразнення та швидкості поширення збудження (результати занести в таблицю 5).
7. Відмити нерв за допомогою фізіологічного розчину.
8. Повторити п. 1.
9. Нанести на нерв розчин лідокаїну. Провести вимірювання величини порогу подразнення та швидкості поширення збудження (результати занести в таблицю 5).
10. Відмити нерв з допомогою фізіологічного розчину.
11. Нанести на нерв кристалики льоду. Провести вимірювання величини порогу подразнення та швидкості поширення збудження (результати занести в таблицю 5).

Вплив анестезуючих речовин на збудливість і швидкість проведення збудження по нерву

Умови спостереження	Наявність/відсутність відповідної реакції (величина порога, мВ)	Час від початку подразнення до появи ПД (сек)	Швидкість розповсюдження ПД (м/с)
Сідничий нерв (нормальні умови)			
Вплив ефіру			
Вплив лідокаїну			
Вплив льоду			

12. Оформити висновок:

А) який вплив на збудливість і провідність нерва надають анестезуючі речовини і охолодження.

Б) пояснити механізм впливу:

- лідокаїну,
- ефіру,
- охолодження.

Робота 3. Вплив кураре на позу і поведінку жаби

Обладнання і інструменти: скляний ковпак, шприц, розчин кураре або курареподібної речовини (наприклад, 0,1 % розчин міорелаксану).

Об'єкт дослідження – жаба.

Мета роботи: визначити вплив кураре на передачу нервових імпульсів у нервово-м'язових синапсах поперечносмугастої мускулатури

Опис експерименту: Кураре являє собою комплекс алкалоїдів, здатних блокувати передачу нервових імпульсів у нервово-м'язових синапсах поперечносмугастої мускулатури. При надходженні в кров, кураре вибірково діє на постсинаптичну мембрану міоневральних синапсів скелетних м'язів.

Механізм дії кураре пояснюється блокуванням М-холінорецепторів постсинаптичної мембрани поперечносмугастих м'язів. Тому ацетилхолін, який виділяється на закінченнях рухових нервових волокон, не викликає розвитку деполяризаційного постсинаптичного потенціалу на постсинаптичній мембрані поперечносмугастого м'язового волокна.

Пряме подразнення м'яза або окремого волокна викличе скорочення і при дії кураре.

Хід роботи:

1. Жабу помістити під скляний ковпак і протягом 5 хвилин спостерігати за її поведінкою. Особливу увагу звернути на позу тварини, кількість рухів, дихальні реакції, положення голови. Перевернути жабу на спину, простежити за її поведінкою.
2. Ввести 0,1-0,3 мл розчину міорелаксану в лімфатичний мішок жаби і спостерігати за зміною її поведінки. Через деякий час поза жаби зміниться. Після перевертання на спину жаба не прагне відновити вихідне положення.
3. Через 5 хвилин жаба припинить рухову активність, розпластується на поверхні столу, тонус мускулатури знизиться, поза тварини зміниться. Дихальні рухи стануть рідше, потім зникнуть зовсім. Однак серце жаби продовжуватиме скорочуватись.
4. Зробити висновки:
 - пояснити механізм дії кураре і курареподібних речовин на м'язовий тонус;
 - пояснити відсутність дихальних рухів у жаби після дії кураре;
 - пояснити відсутність впливу кураре на скорочення серцевого м'язу.

Тестові завдання до самоконтролю рівня знань:

1. Внаслідок патологічного процесу уражена ділянка нерва, що містить кілька перехоплень Ранв'є. Які явища при цьому спостерігаються?
 - А. Активація пейсмейкерних клітин
 - В. Зменшення поширення збудження
 - С. Збільшення амплітуди ПД
 - Д. Збільшення швидкості поширення ПД
 - Е. Збільшення амплітуди МПС
2. Однією з основних властивостей нервів є проведення збудження. Швидкість проведення збудження нервовими волокнами залежить від:
 - А. Товщини волокна
 - В. Сили подразника
 - С. Довжини волокна

D. Місця локалізації тіла нейрона

E. Кисневого забезпечення волокна

3. У дитини віком 2 міс. за умов будь-якого подразнення спостерігається генералізована відповідна реакція у вигляді хаотичних некоординованих рухів. Недотримання якого закону проведення збудження внаслідок вікових особливостей має місце?

A. Двобічного проведення

B. Ізольованого проведення збудження

C. Анатомічної цілісності нерва

D. Фізіологічної цілісності нерва

E. Бездекрементного проведення

4. При обстеженні потерпілого було виявлено порушення проведення збудження променевим нервом. Які іонні процеси в мембрані нейронів зумовлюють поширення збудження нервовими волокнами?

A. Зменшення Na^+ проникності мембрани

B. Збільшення K^+ проникності мембрани

C. Гіперполяризація мембрани

D. Локальна деполяризація мембрани

E. Зміна заряду мембрани нервового волокна

5. Досліджували швидкість проведення збудження нервовим волокном ссавця. Встановлено швидкість 120 м/с. До якої групи належить це волокно?

A. А-альфа

B. А-бета

C. А-дельта

D. В

E. С

6. Досліджували швидкість проведення збудження нервовим волокном ссавця. Встановлено швидкість 1 м/с. До якої групи належить це волокно?

A. А-дельта

B. А-бета

C. С

D. В

E. А-альфа

7. Ізольований нерв подразнювали поодинокими електричними стимулами. Чому за умов збільшення відстані між подразниками і електродами МПД розшаровувався на кілька окремих коливань?

A. Нервові волокна нерва мають різний поріг сили подразнення

B. Нервові волокна нерва мають різну швидкість акомодатії

C. Нервові волокна нерва мають різну рефрактерність

D. Нервові волокна нерва мають різну швидкість проведення збудження

E. Нервові волокна нерва мають різну лабільність

8. Нервове волокно місцево локально охолодили в ділянці одного з перехватів Ранв'є. Чому за цих умов не відбулася зупинка передачі збудження крізь охолоджене перехоплення?

- A. Активація Na^+ каналів у місці охолодження
- B. Зниження КРД у місці охолодження
- C. Розвиток процесу акомодатії в нерві
- D. Місцевий вихровий струм захоплює кілька перехватів Ранв'є
- E. Активація Na^+/K^+ насоса в місці охолодження

9. Досліджували швидкість проведення збудження нервовим волокном ссавця. Встановлено швидкість 15 м/с. До якої групи належить це волокно?

- A. А-дельта
- B. А-бета
- C. C
- D. B
- E. А-альфа

10. За умов ізолюваного проведення збудження нервовим волокном величина МПД:

- A. Збільшується
- B. Зменшується
- C. Не змінюється
- D. Зникає
- E. Сумується

11. У несвіжих продуктах (м'ясо, риба, консерви) може знаходитися мікробний токсин ботулін. Його дія на міоневральні синапси подібна до видалення з них іонів Ca^{2+} . Чому отруєння може бути смертельним?

- A. Внаслідок зупинки дихання через розслаблення дихальних м'язів
- B. За рахунок скорочення дихальних м'язів у режимі тетанусу через збільшення викиду медіатора
- C. За рахунок збудження дихального центра і гальмування його роботи
- D. За рахунок швидкості проведення збудження мієлінізованими волокнами
- E. Через зупинку серця

12. В експерименті в аксон введена речовина, що знижує метаболічні процеси. Які явища спостерігатимуться за цих умов?

- A. ↑ амплітуди МПД
- B. ↑ швидкості проведення подразнення
- C. Посилення скорочення аксона
- D. ↑ кількості медіатора
- E. ↓ кількості медіатора

13. У розчин, в якому перебував нервово-м'язовий препарат литкового м'яза жаби, введена курареподібна речовина. За деякий час наносили подразнення на руховий нерв литкового м'яза. Як при цьому зміняться м'язові скорочення?

- A. М'язові скорочення не зміняться
- B. М'язових скорочень не буде
- C. Скорочення посиляться
- D. Виникне повний (гладкий) тетанус
- E. Виникне неповний (зубчастий) тетанус

14. У розчин, в якому перебував нервово-м'язовий препарат литкового м'яза жаби, введений препарат кураре. Чому після цього подразнення рухового нерва не викликало скорочення м'яза?

- A. ↑ проникність пресинаптичної мембрани для Ca^{2+}
- B. Відбулося блокування холінорецепторів постсинаптичної мембрани
- C. Відбулося блокування холінорецепторів пресинаптичної мембрани
- D. ↑ вивільнення ацетилхоліну (АХ) у синаптичну щілину
- E. ↓ вивільнення АХ у синаптичну щілину

15. У розчин, в якому перебував нервово-м'язовий препарат литкового м'яза жаби, введений езерин, що пригнічує активність холінестерази. Чому при цьому подразнення рухового нерва не викликало скорочення м'яза?

- A. ↓ викид АХ у синаптичну щілину
- B. ↓ K^+ проникність постсинаптичної мембрани
- C. Відбулася стійка деполяризація постсинаптичної мембрани
- D. ↑ Na^+ провідність постсинаптичної мембрани
- E. ↑ Ca^{2+} проникність постсинаптичної мембрани

16. У збудливих синапсах основна роль медіатора полягає у:

- A. ↓ проникності постсинаптичної мембрани для іонів Na^+ і Ca^{2+}
- B. Деполяризації постсинаптичної мембрани
- C. ↑ проникності постсинаптичної мембрани для іонів K^+ і Cl^-
- D. ↑ проникності постсинаптичної мембрани для іонів Ca^{2+} і H^+
- E. Жодна з відповідей не вірна

17. Нерв нервово-м'язового препарату литкового м'яза жаби подразнювали електричними стимулами і у м'язі реєстрували МПД. Чому, якщо подразнювати м'яз, МПД не виникають в нерві?

- A. У руховому нерві розвивається гальмування
- B. У нервово-м'язовому синапсі блокується синтез АХ
- C. Амплітуда МПД м'яза недостатня для подразнення нерва
- D. Нервово-м'язовий синапс має одnobічну провідність
- E. Немає правильної відповіді

18. У тварини подразнювали поодинокими електричними стимулами задні корінці спинного мозку і реєстрували МПД у передніх корінцях. Чому при подразненні передніх корінців не були зареєстровані МПД у задніх корінцях?

- A. У нейронах спинного мозку розвивається гальмування
- B. Синапси спинного мозку мають одnobічне проведення подразнення
- C. Волокна задніх корінців мають меншу збудливість, ніж волокна передніх корінців
- D. Волокна передніх корінців не проводять подразнення до спинного мозку
- E. У нейронах спинного мозку порушується утворення медіатора

19. Що спричинює інтенсивний викид АХ із синаптичної бляшки в синаптичну щілину:

- A. Деполяризація субсинаптичної мембрани
- B. Деполяризація пресинаптичної мембрани
- C. Деполяризація постсинаптичної мембрани

D. Гіперполяризація пресинаптичної мембрани

E. Реполіризація пресинаптичної мембрани

20 Короткочасна слабка деполяризація постсинаптичної мембрани, яка викликана виділенням окремих квантів медіатора, називається постсинаптичним потенціалом:

A. Збудливим

B. Гальмуючим

C. Мініатюрним

D. Кінцевої пластики

Відповіді:

1.B, 2.A, 3.B, 4.E, 5.A, 6.C, 7.D, 8.D, 9.D, 10.C,

11.A, 12.E, 13.B, 14.B, 15.C, 16.B, 17.D, 18.D, 19.D, 20.C

Ситуаційні завдання:

1. Швидкість проведення збудження мембраною м'язового волокна дорівнює 5 м/с. Розрахуйте, чому дорівнює швидкість проведення хвилі скорочення? Обчисліть, через який час хвиля скорочення дійде від одного м'язового волокна до іншого, якщо довжина м'язового волокна 0,1 м?

2. Розрахуйте, скільки часу буде потрібно на регенерацію нерва, якщо його довжина до травми дорівнювала 45 см? Швидкість регенерації 1,5 мм/добу. Нерв перерізаний на межі верхньої і середньої третини аксона.

3. Розрахуйте, яким буде час проведення збудження нервовим волокном групи А, якщо відстань між подразнювальними і реєструвальними електродами 10 см.

4. Розрахуйте, яким буде час проведення збудження волокном групи В, якщо відстань між подразнювальними і реєструвальними електродами дорівнює 8 см.

5. Розрахуйте, через який час хвиля збудження досягне реєструвальних електродів, якщо вони накладені на нервові волокна групи С на відстані 5 см від подразнювальних електродів.

6. Визначте, до якої групи належить нервові волокно, якщо за умов міжелектродної відстані у 5 см час проведення збудження 0,05 с.

7. Розрахуйте час проведення збудження м'якушевим волокном, якщо між подразнювальним і реєструвальним електродами 15 перехватів Ранв'є. Відомо, що крізь кожну ділянку між перехватами збудження перескакує за 0,07 мс.

8. В області аксонного горбка збудливість нейрона найбільша. Чому?

9. У несвіжих продуктах (м'ясо, риба, недоброякісні консерви) може міститися мікробний токсин ботулін. Він діє на міоневральний синапс подібно усуненню іонів кальцію. Чому отруєння може виявитися смертельним?

10. Речовина геміхоліній пригнічує поглинання холіну пресинаптичними закінченнями. Як це впливає на передачу збудження в міоневральному синапсі?

11. Відомо, що АХ є одним з основних медіаторів нервової системи. У ході обстеження досліджуваного було встановлено, що блокатор ацетилхолінергічної передачі збудження в синапсах – атропін – викликав розширення зіниці, збільшення сили і частоти серцевих скорочень (ЧСС), зменшення перистальтики шлунково-кишкового тракту (ШКТ). При цьому не змінилася скорочувальна функція скелетної мускулатури. Поясніть:

1) На які постсинаптичні рецептори діє АХ за умов виділення його в синаптичну щілину?

2) Можливі причини різної дії атропіну в нервово-м'язових синапсах соматичної нервової системи і в синапсах автономної нервової системи на внутрішніх органах.

12. Яка з перелічених структур нервово-м'язового синапсу має підвищену хімічну чутливість: тіло нейрона (сома), аксон, постсинаптична мембрана, мембрана м'язового волокна? Поясніть причину.

Відповіді до ситуаційних завдань:

1. Оскільки швидкість проведення хвилі скорочення збігається зі швидкістю збудження, то в цьому випадку хвиля скорочення пройде всією довжиною волокна за 0,02 с.

2. Довжина аксона, відокремленого від тіла клітини, дорівнює 30 см. Повністю вона відновиться тільки за 200 днів.

3. Швидкість проведення збудження нервовими волокнами групи А 70-120 м/с. Якщо відстань між електродами дорівнює 10 см, то імпульс цей шлях подолає за 0,07-0,12 мс.

4. Швидкість проведення збудження нервовими волокнами групи В 3-18 м/с. У цьому випадку імпульс пройде відстань між електродами за 4,5-27 мс.

5. Оскільки швидкість проведення збудження нервовими волокнами групи С 0,5-3 м/с, то відстань 5 см імпульс пройде за 0,1-0,006 с.

6. До волокон групи С, бо у цьому випадку швидкість проведення збудження дорівнює 1 м/с.

7. Якщо між електродами 15 перехватів Ранв'є, то між ними 14 ділянок, тобто час проведення збудження волокном дорівнює 0,9 мс.

8. Збудливість визначається величиною порогового потенціалу. Чим вона менша, тим збудливість вища. Значить, в області аксонного горбка пороговий потенціал найменший і тому генерація ПД починається саме в цій ділянці. В області аксонного горбка в мембрані є особливо багато іонних каналів. Це забезпечує більш інтенсивний потік іонів, що приводить до появи ПД.

9. Іони кальцію сприяють виділенню медіатора в синаптичну щілину. При відсутності кальцію медіатор не вивільняється і порушується перехід збудження з нерва на м'яз. Однак припинення роботи скелетних м'язів саме по собі не є смертельним. Це стосується лише тих м'язів, які забезпечують якусь життєво важливу функцію: дихальні м'язи. Якщо вони перестають збуджуватися, відбувається зупинка дихання.

10. Холін – один з продуктів розщеплення АХ. Після розщеплення він частково повертається в пресинаптичні закінчення і бере участь в ресинтезі АХ. Тому, якщо заблокувати цей процес, то буде порушений синтез медіатора а, отже, постраждає передача збудження в синапсі.

11. 1) Медіатор АХ діє на два види постсинаптичних рецепторів: *М*- і *Н*-холінорецептори. *М*-холінорецептори перебувають у нейрон-органних синапсах парасимпатичної нервової системи (ПСНС). *Н*-холінорецептори розміщуються у нервово-м'язових синапсах і вегетативних гангліях.

2) Атропін блокує тільки *М*-холінорецептори, тому блокується дія ПСНС, а соматична регуляція скелетної мускулатури не порушується.

12. Підвищену хімічну чутливість має постсинаптична мембрана.

Заняття 3. ВЛАСТИВОСТІ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ. МЕХАНІЗМИ СКОРОЧЕННЯ ТА РОЗСЛАБЛЕННЯ. СТОМЛЕННЯ. РОБОТА М'ЯЗІВ

Скорочуваність – здатність м'язів скорочуватись або змінювати напруження при збудженні.

Типи м'язових скорочень:

- ізотонічне – довжина м'язу змінюється, а напруга не змінюється (при незначній вазі вантажу);
- ізометричне – довжина м'язу не змінюється, а напруга зростає, що буває при закріпленні з обох сторін (велика вага вантажу).

Еластичність – властивість м'яза повертатись у початковий стан, якщо його попередньо з нього вивести. М'язи мають невелику, але досконалу еластичність.

Пластичність – здатність гладеньких м'язів утримувати деякий час свою довжину після їх розтягування.

За природою розрізняють такі види скорочень: поодинокі, тетанічне, тонічне і контрактуру.

- поодинокі, виникає при дії на м'яз одного нервового імпульсу;
- тетанічне, виникає при ритмічних імпульсах з частотою більш 10 імп/сек. При цьому відбувається злиття й накладання поодиноких м'язових скорочень:
 - зубчатий тетанус (15 імп/сек, які наносяться в фазу розслаблення);
 - гладкий тетанус (20 імп/сек, які наносяться в фазу скорочення).

- тонічне – це тривале, але не ритмічне скорочення, викликане поодиноким подразненням. Тонічне скорочення більш характерне для гладеньких м'язів внутрішніх органів (сечовий міхур, матка);
- контрактура – це тривале скорочення неритмічної природи, патологічне, при якому м'яз довго не повертається до нормальної довжини.

Скорочення кожного окремого м'язового волокна при рідкісних поодиноких подразненнях підпорядковуються закону **«все або нічого»**. Це означає, що скорочення, яке виникло як при пороговому, так і при понадпороговому подразненні має максимальну амплітуду.

Величина ж поодинокого скорочення всього скелетного м'яза залежить від кількості волокон, що беруть участь у скороченні та сили подразнення. Скорочення м'язу підпорядковується **«закону градації»**.

Мета заняття:

1. Пояснювати залежність характеру скорочення м'яза від сили і частоти подразнення.
2. Знати фактори, від яких залежить сила скорочення м'яза і швидкість проведення нервового імпульсу.
3. Інтерпретувати синапс, як об'єкт впливу лікарських засобів, отрут і токсинів.

Знати:

1. Типи м'язів.
2. Будову та функції скелетних м'язів.
3. Будову саркомера
4. Механізм скорочення м'язів.

Питання для підготовки до заняття:

1. Будова м'язового волокна і м'яза (серцевий м'яз, скелетні м'язи, гладенькі м'язи).
2. Фізичні властивості скелетних м'язів (еластичність, здатність до розтягування, пружність, здатність виконувати роботу) і фізіологічні (збудливість, провідність, скоротливість, лабільність).
3. Поняття рухової одиниці. Фізіологічні особливості «швидких» і «повільних» м'язових волокон.

4. Будова саркомеру як структурно-функціональної одиниці м'яза. Електро-механічне поєднання процесів збудження і скорочення у м'язі.

5. Види скорочень (поодинокі одиночні і тетанічні) і режими скорочень (ізометричний, ізотонічний) скелетних м'язів.

5. Поодинокі Одиночні скорочення м'яза, його фази (латентний період, фаза скорочення, фаза розслаблення), механізм.

6. Співвідношення у часі циклу збудження, збудливості і поодинокого скорочення скелетного м'язового волокна.

7. Поняття тетануса, види (зубчастий і гладенький) і механізм тетануса.

8. Поняття оптимуму і песимуму подразнення, механізм їх розвитку.

9. Фізіологічні особливості гладеньких м'язів.

Робота 1. Відображення схеми поодинокого литкового м'яза жаби і його аналіз (виконується на віртуальній моделі)

Обладнання: Віртуальна експериментальна модельна установка (рис. 5.), що складається з:

- стимулятора, який генерує електричні імпульси;
- приладу, який вимірює час;
- підсилювача електричного сигналу;
- штатива, на якому закріплюється м'яз.

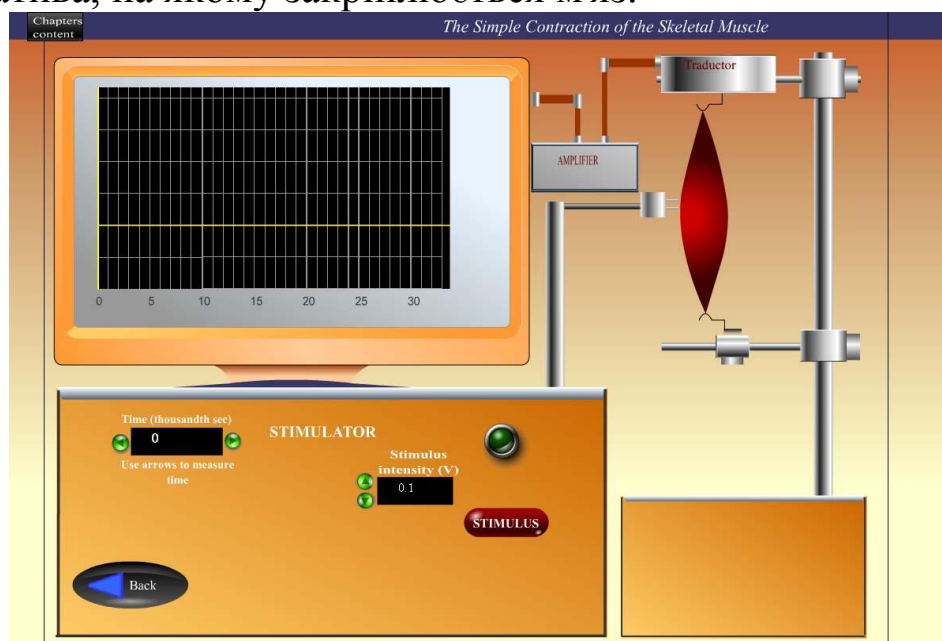


Рис. 5. Віртуальна експериментальна модельна установка для подразнення м'яза

Мета роботи: візуалізувати і виміряти фази поодинокого скорочення м'яза. Нарисувати схему і позначити фази поодинокого скорочення м'яза, вказати їх тривалість для литкового м'яза жаби. Продемонструвати залежність між силою стимулу і величиною м'язового скорочення;

Опис експерименту: Дослідження проводяться на віртуальній модельній установці. За допомогою електрода, розташованого на м'язі, нанести поодинокі подразнення, сила яких збільшується, в нормальних умовах і в умовах штучного охолодження м'яза. Нанести на м'яз надпорогові подразнення, які діють з різною частотою. Визначити основну ланку в розвитку стомлення м'яза.

Хід роботи:

1. Увімкніть стимулятор, клацнувши мишею по кнопці «Мережа» і нанесіть подразнення на м'яз, інтенсивністю 0,1 В.
2. Збільшіть силу стимуляції до появи відповідної реакції м'яза (скорочення). Запишіть величину сили подразнення при появі скорочення м'яза (порог подразнення). Замалюйте поодинокі скорочення м'язу, визначте тривалість його фаз.

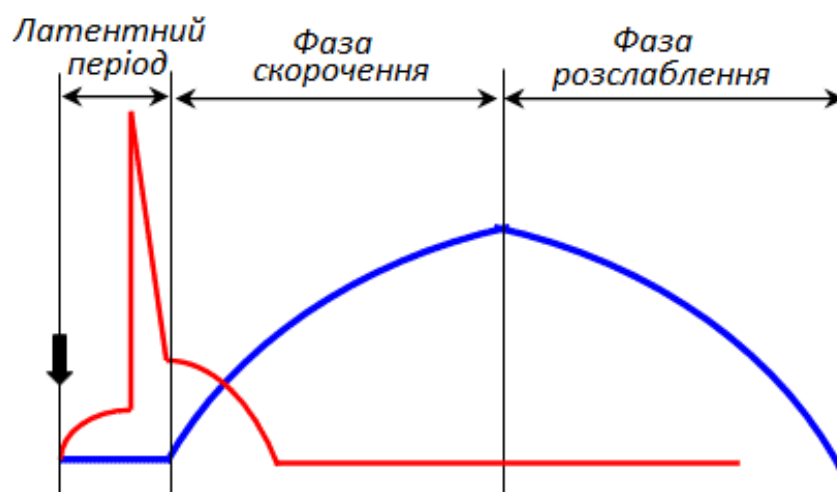


Рис. 6. Графічна реєстрація поодинокого скорочення м'яза

3. Збільшуйте силу стимуляції до тих пір, поки амплітуда скорочення м'яза перестане збільшуватися. Запишіть інтенсивність стимулу.
4. Виміряйте тривалість всіх трьох фаз простого м'язового скорочення (тривалість латентного періоду, періоду скорочення і розслаблення) за допомогою кнопки для вимірювання часу. Запишіть отримані дані.
5. Оформити висновок

- замалювати графічне зображення поодинокого скорочення; позначити його фази .
- пояснити залежність між силою стимулу і величиною м'язового скорочення;

Робота 2. Вивчення впливу низької температури на збудливість і скорочення м'яза (виконується на віртуальній моделі)

Обладнання: віртуальна експериментальна модельна установка

Мета роботи: оцінити вплив низької температури на збудливість і скоротливість м'яза.

Хід роботи:

1. Знайти порогову та максимальну силу подразнення м'язу.
2. Виміряти тривалість всіх трьох фаз поодинокого м'язового скорочення (тривалість латентного періоду, періоду скорочення і розслаблення) за допомогою кнопки для вимірювання часу. Записати отримані дані.

Таблиця 6

Вплив різних умов на амплітуду скорочення м'язу і тривалість фаз скорочення

Умови експерименту	Сила порогового подразника, В	Сила подразника, який призведе до максимального скорочення м'язу, В	Тривалість фаз скорочення м'язу, сек		
			Латентний період	Фаза скорочення	Фаза розслаблення
Кімнатна температура					
Охолодження					

3. Нанести на м'яз кристалики льоду. Після цього визначити величину порогового подразнення, що викликає максимальну амплітуду скорочення.
5. Виміряти тривалість всіх трьох фаз поодинокого скорочення.
6. Відмити лід за допомогою фізіологічного розчину.

7. Повторити вимірювання і спостерігати повернення показників до стану, які були отримані в нормальних умовах експерименту.

8. Результати записати в таблицю 6.

9. Оформити висновки:

- пояснити механізм наявності латентного періоду в скороченні м'яза;

- пояснити механізм впливу подразника різної інтенсивності на силу скорочення скелетного м'яза;

- пояснити механізм впливу охолодження м'яза на тривалість періодів скорочення м'яза;

- описати процеси, які відбуваються в м'язі в період скорочення і в період розслаблення.

Робота 3. Вивчення впливу надпорогового подразника, що діє з різною частотою, на форму міограми (виконується на віртуальній моделі)

Обладнання: віртуальна експериментальна модельна установка

Мета роботи: продемонструвати вплив дії подразника різної частоти на форму кривої скорочення м'яза. Отримати записи поодинокого скорочення, зубчастого і гладенького тетануса.

Хід роботи:

1. Нанести на м'яз поодинокі подразнення надпорогової величини. Зареєструвати поодинокі скорочення м'яза.

2. Встановити частоту подачі 20 стимулів в сек., застосувати стимуляцію протягом 5-6 сек. Проаналізувати отриману міограму.

3. Встановити частоту стимуляції 10, потім 5 стимулів в секунду, застосовуючи кожен раз стимуляцію протягом 5-6 сек.

4. Провести аналіз отриманої міограми.

5. Зарисувати схему поодинокого м'язового скорочення, зубчастого і гладкого тетануса.

6. Оформити висновки:

- нарисувати криві поодинокого скорочення м'язу, зубчастого і гладенького тетанусів;

- пояснити механізм злиття окремих м'язових скорочень при збільшенні частоти надходження подразника;

- пояснити характер отриманих кривих при різній частоті дії подразника;
- пояснити механізм зменшення інтенсивності скорочення м'яза при тривалій дії подразника високої частоти.

Робота 4. Локалізація стомлення в нервово-м'язовому препараті (виконується на віртуальній моделі)

Обладнання: віртуальна експериментальна модельна установка

Мета роботи: переконатися в тому, що в нервово-м'язовому препараті стомлення в першу чергу розвивається в синапсі.

Опис експерименту: подразнення називається прямим, якщо подразник діє на м'яз безпосередньо, і непрямим, якщо подразник діє опосередковано, через нерв.

Хід роботи:

1. Натиснувши на відповідну кнопку, нанести на нерв препарату литкового м'язу жаби непряме подразнення пачкою стимулів, досягнувши припинення скорочення м'яза.
2. Зареєструвати отриману міограму.
3. На тлі розвиненого стомлення змінити спосіб впливу, для чого клацнути на кнопку «прямий стимул».
4. Замалювати схему механограми скорочень м'яза при непрямому (А) і прямому (Б) подразненні.
5. Зробити висновки:
 - пояснити, чому за тривалої дії подразнюючого стимулу зменшується висота скорочення м'яза аж до відсутності скорочення;
 - пояснити, чому при зміні форми нанесення подразнення з «непрямого» на «пряме» здатність м'яза до скорочення відновлюється;
 - зробити висновок про локалізацію втоми в нервово-м'язовому препараті;
 - описати роль різних факторів, які можуть вплинути на скорочення м'яза.

Робота 5. Дослідження сили м'язів у людини за допомогою кистьової динамометрії

Обладнання та матеріали: кистьовий динамометр, секундомір, ваги для виміру маси тіла.

Об'єкт дослідження: людина.

Мета роботи: спостерігати зміну працездатності м'язів при виконанні довготривалої роботи.

Опис дослідження: Дослідження проводити на кількох досліджуваних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця індивідуальних реакцій. Реєстрацію кожного показника експериментатор проводить на обох руках, відзначаючи їх виразність і симетричність.

Хід роботи:

1. Для визначення абсолютного показника сили м'язів-згиначів кисті досліджуваний у положенні стоячи відводить витягнуту руку з динамометром (рухливою частиною до пальців) під прямим кутом до тулуба (на рівні плеча). Друга, вільна рука, опущена і розслаблена. За сигналом експериментатора досліджуваний двічі виконує максимальне зусилля на динамометрі (максимально його стискає) на кожній руці. Фіксується кращий результат.

2. Для визначення середнього показника сили м'язів (Р), що відбиває рівень працездатності, досліджуваний у вихідному положенні виконує 10-кратні зусилля із частотою 1 раз за 5 с. Результати записують, обчислюють за формулою:

$$P = (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n) / n,$$

де

Р – середній показник сили м'язів;

f₁, f₂, f₃ – показники динамометра окремих м'язових зусиль;

n – кількість спроб.

3. Показник сили руки (ПСР) виражають у відсотках і розраховують за формулою:

$$\text{ПСР (\%)} = \text{абсолютна сила м'язів (кг)} \cdot x \text{ 100 \%} / \text{маса тіла (кг)}$$

4. Зниження рівня працездатності розраховують за формулою:

$$S = [(f_1 - f_{\min}) / f_{\max}] \times 100,$$

де S – показник зниження сили м'язів;

f₁ – величина початкового м'язового зусилля;

$f_{\min}$ – мінімальна величина зусилля;

$f_{\max}$ – максимальна величина зусилля.

5. Заповнити таблицю 7 і занести результати динамометрії

Таблиця 7

Показники динамометра окремих м'язових зусиль обстежуваного

№ вимірювання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показник динамометра										

6. Накресліть графік, що відобразить характер зміни працездатності м'язів: по осі абсцис відкладіть порядкові номери зусиль, по осі ординат – показники динамометра кожного зусилля.

7. Заповнити таблицю 8, занести розраховані результати:

Таблиця 8

Показники сили м'язів руки обстежуваного

Абсолютний показник сили м'язів	Середній показник сили м'язів	Маса тіла	Показник сили руки (%)	Зниження рівня працездатності

6. Зробити висновки:

- як змінюється працездатність м'язів при виконанні довготривалої роботи;

- пояснити механізм розвитку зниження працездатності;

- порівняти показники лівої і правої руки, визначити ведучу руку по показникам сили м'язів;

- порівняти показники кількох обстежених (середні величини абсолютної м'язової сили кисті в людини-правші становлять: права кисть – чоловіки 35-45 кг, жінки 25-33 кг; ліва кисть – на 5-10 кг менше. У середньому ПСР у чоловіків 60-70 %, у жінок – 45-50 %)

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань:

1. Поєднання збудження мембрани м'язової клітини з роботою скорочувального апарату забезпечується:

- A. Іонами натрію
- B. АТФ
- C. Т-системою і саркоплазматичним ретикулумом
- D. Саркомерами

2. Із саркоплазматичного ретикулуму під час його деполяризації вивільняються іони:

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

3. Мотонейрон і м'язові волокна, які він іннервує, називаються:

- A. Моторне поле м'яза
- B. Нервовий центр м'яза
- C. Рухова одиниця
- D. Сенсорне поле м'яза
- E. Саркомер

4. М'язові волокна скелетних м'язів іннервуються:

- A. Нейронами симпатичної системи
- B. Нейронами вищих відділів головного мозку
- C. Мотонейронами

5. У спортсменів внаслідок тренувань може збільшитися об'єм м'язів. Яка речовина є безпосереднім джерелом енергії м'язового скорочення?

- A. Аденозинмонофосфат
- B. Аденозинтрифосфат
- C. Молочна кислота
- D. Нейтральні жирні кислоти
- E. Креатинфосфат

6. Який вид скорочення м'язів верхньої кінцівки має місце під час спроби підняти занадто великий вантаж?

- A. Фізичний
- B. Ауксотонічний
- C. Ізотонічний
- D. Ізометричний
- E. Усі відповіді вірні

7. Досліджуваний одержав завдання виконати протягом 1 год 1200 кГм роботи. Які умови забезпечують виконання цієї роботи?

- A. Оптимальне навантаження і максимальний ритм роботи
- B. Оптимальне навантаження і оптимальний ритм роботи
- C. Максимальне навантаження і оптимальний ритм роботи
- D. Максимальне навантаження і максимальний ритм роботи
- E. Мінімальне навантаження і максимальний ритм роботи

8. За умов подразнення скелетного і гладенького м'яза з однією і тією ж частотою, гладенький м'яз відповідає тетанічним скороченням, а скелетний – поодиноким скороченням. Якими особливостями гладенького м'яза це зумовлено?

- A. Рефрактерність гладенького м'яза більша
- B. Лабільність гладенького м'яза більша
- C. Хронаксія гладенького м'яза менша
- D. Тривалість скорочення гладенького м'яза менша
- E. У гладенькому м'язі сильніше розвинений саркоплазматичний ретикулум

9. Після забігу на довгу дистанцію у спортсмена виникла контрактура литкових м'язів. Нагромадження якого продукту метаболізму, наймовірніше, спричинило цей стан?

- A. Сечовини
- B. Сечової кислоти
- C. Креатиніну
- D. Піровиноградної кислоти
- E. Молочної кислоти

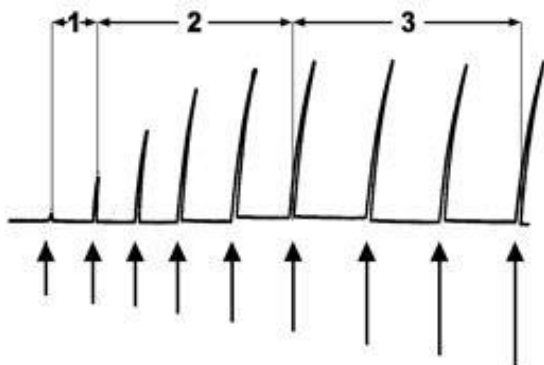
10. За умов експерименту до м'яза, взятого із сечовода тварини, підвішують вантаж. М'яз розтягується і залишається в такому положенні після зняття вантажу. Яку властивість м'язової тканини демонструє даний експеримент?

- A. Здатність до розтягування
- B. Еластичність
- C. Пластичність
- D. Автоматію
- E. Скоротливість

Відповіді: 1.C; 2.C; 3. C; 4.C; 5.B; 6. D; 7.B; 8.A; 9.E; 10.C.

Ситуаційні завдання:

1. Поодинокі м'язове волокно підкоряється закону «все або нічого». Але, якщо подразнювати цілий м'яз, то на відміну від поодинокого волокна, величина його скорочення в міру збільшення подразнення зростає, але до певної межі. Отриманий запис може мати, наприклад, такий вигляд. Чим пояснюються ці відмінності?



2. Після перетину рухового нерва м'яз, який він іннервує, атрофується. Чим це можна пояснити ?

3. До м'язу у стані спокою підвісили вантаж. Як при цьому зміниться ширина *H*-зони саркомера?

4. М'яз складається з волокон, волокна з міофібрил, а ті в свою чергу з протофібрил. Які з перерахованих об'єктів коротшають під час скорочення?

5. Під час подразнення нерва нервово-м'язового препарату м'яз доведений до стомлення. Поясніть, що відбудеться, якщо в цей час здійснити подразнення м'яза?

6. М'яз нервово-м'язового препарату піддають непрямому подразненню. За деякий час амплітуда скорочень зменшується. Поясніть, чи означає те, що у м'язі розвинулося стомлення. Як перевірити це припущення?

7. Тривалість рефрактерності м'яза 10 мс. Тривалість фази скорочення 200 мс. Розрахуйте інтервал частот, за яких даний м'яз скорочуватиметься в режимі гладкого тетанусу.

8. Відомо, що стомлюваність – одна з основних властивостей збудливої тканини. В експерименті на нервово-м'язовому препараті жаби проводили ритмічне непряме подразнення м'яза. Поясніть:

а). як зміниться амплітуда м'язового скорочення після тривалого подразнення нерва?

б). як зміняться амплітуда і частота МПД у нервових волокнах за умов розвитку стомлення м'язу?

Відповіді до ситуаційних завдань:

1. М'язове волокно відповідає на подразнення порогової і надпорогової сили. Кожне подразнення для одних волокон буде надпороговим, а для інших – пороговим. Різні м'язові волокна мають неоднакову збудливість. Тому при пороговому подразненні (для м'яза в цілому) збуджуються і скорочуються лише деякі волокна, що володіють найвищою збудливістю. При посиленні подразнення підключаються нові, менш збудливі волокна, що призводить до збільшення сумарного скорочення м'язу. І, нарешті, при досить великій силі подразнення скорочуються і найменш збудливі волокна. Тепер скорочено повністю весь м'яз, і подальше посилення подразника вже не призводить до збільшення скорочення.

2. Іннервація м'яза забезпечує не тільки її скоротливу діяльність, а й має трофічний вплив. Зокрема, нервові імпульси стимулюють активність ряду ферментів, наприклад, АТФази, синтез білків і т. п. При денервації порушується синтез білків в м'язі, як наслідок, зменшується її маса – відбувається атрофія.

3. *H*-зона – це центральна ділянка товстої протофібрили – міозинової нитки, яка не перекрита тонкими протофібрилами (актиновими нитками). При розтягуванні м'яза ступінь перекриття міозинових ниток зменшується, так як актинові нитки частково виходять з проміжків між міозиновими нитками. Відповідно ширина *H*-зони збільшується.

4. Коротшають волокна, що складаються з міофібрил. Протофібрили, що входять до складу міофібрил, не змінюють свою довжину. А вкорочення

міофібрил відбувається за рахунок входження тонких протофібрилл між товстими.

5. М'яз знову почне скорочуватися, оскільки при подразненні нервово-м'язового препарату стомлення раніше за все настає в синапсі.

6. Щоб перевірити це припущення, потрібно перейти до прямого подразнення м'яза. Якщо за цих умов амплітуда скорочень зросте, стомлення виникло не в м'язі, а у синапсах.

7. Для повного (гладкого) тетанічного скорочення необхідно, щоб інтервал між подразненнями був довшим за рефрактерний період, але коротшим за тривалість фази скорочення. У цьому випадку інтервал лежить у межах від 10 до 70 мс, отже, під впливом частоти від 15 до 100 Гц спостерігатиметься тетанус. За меншої частоти будуть поодинокі скорочення, за більшої – песимум.

8. а). За умов тривалого подразнення амплітуда м'язових скорочень зменшується за рахунок процесу стомлення м'яза.

б). Амплітуда і частота ПД нервових волокон не зміниться, тому що нерви підпорядковуються закону відносної нестомлюваності.

Змістовий модуль 2. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

Організм людини працює як єдине ціле завдяки механізмам регуляції фізіологічних функцій: гуморальному і нервовому.

Гуморальний механізм регуляції здійснюється за допомогою хімічних речовин, що утворюються в процесі обміну речовин у клітинах і спеціальних органах, разносяться кров'ю по всьому організму і впливають на діяльність клітин, тканин і органів. Деякі з них володіють високою біологічною активністю - гормони. У дуже малих концентраціях вони здатні викликати значні зміни функцій окремих органів і організму в цілому.

Гуморальна регуляція характеризується тим, що не має певного «адресата» (хімічна речовина діє на всі клітини, але чутливими до неї тільки ті, в яких є відповідний рецептор), повільно діє, тривалий час впливає на організм.

Нервова регуляція – на відміну від гуморальної регуляції, нервові впливи, які завжди призначені конкретним органам і тканинам, поширюються у багато разів швидше. Нервова регуляція забезпечується діяльністю нервової системи, яка об'єднує і зв'язує всі клітини і органи в єдине ціле, змінює і регулює їхню діяльність, здійснює зв'язок організму з навколишнім середовищем. Центральна нервова система (ЦНС) досить тонко і точно сприймає зміни навколишнього і внутрішнього стану організму, своєю діяльністю забезпечує розвиток і пристосування організму до мінливих умов існування.

Нервова і гуморальна регуляція тісно взаємозв'язані. Гормони впливають на стан нервової системи. Утворення і виділення гормонів контролює нервова система. Нервові структури надзвичайно швидко сприймають найдрібніші зміни фізико-хімічних параметрів зовнішнього і внутрішнього середовища і відповідно реагують на них за допомогою хімічних факторів регуляції. Нервова і гуморальні механізми регуляції діють взаємоузгоджено і утворюють єдину нейрогуморальну регуляцію, яка створює умови для взаємодії всіх систем організму, зв'язує їх в єдине ціле і забезпечує взаємодію організму із середовищем.

Заняття 4. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРВОВОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗБУДЖЕННЯ ТА ГАЛЬМУВАННЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ НЕРВОВІЙ СИСТЕМІ

Мета заняття: довести, що знання основних принципів координаційної діяльності ЦНС необхідне для розуміння перебігу фізіологічних процесів у організмі людини як за умов норми, так і при патологічних змінах, що є необхідним для практичної діяльності лікаря та науковця.

Знати:

1. Фізіологічні властивості центральних синапсів.
2. Механізми процесів збудження і гальмування в ЦНС.
3. Принципи координаційної діяльності ЦНС.

Питання для підготовки до заняття:

1. Інтегративна функція нейрона. Типи нейронів.
2. Уявлення про центральну і периферичну нервову систему і їх роль в регуляції діяльності організму.
3. Поняття про нервовий центр і його властивості.
4. Головні принципи поширення збудження в нервових центрах і координаційної діяльності ЦНС.
5. Збудливі синапси, їх нейромедіатори, циторецептори.
6. Гальмівні синапси, їх медіатори. Механізми пре- і постсинаптичного гальмування.
7. Нейромедіатори (АХ, НА, дофамін, гліцин, ГАМК, глутамат, серотонін, оксид азоту й ін.).
8. Процеси збудження у ЦНС, залежність сили збудження від сили подразнення.
9. Процеси гальмування в ЦНС, види і механізми центрального гальмування. Праці І. М. Сеченова з центрального гальмування.
10. Гальмування в ЦНС. Уявлення про захисну і координуючу функції гальмування.
11. Види і механізми сумації збудження і гальмування нейронами ЦНС.
12. Принципи координаційної діяльності ЦНС (конвергенція, дивергенція, мультиплікація, іррадіація, індукція, оклюзія, принцип загального кінцевого шляху, домінанти, детермінанти).

Робота 1. Демонстрація явища центрального гальмування (за І. М. Сеченовим) (виконується на віртуальній моделі)

До початку роботи переглянути відео заняття за посиланням. Гальмування за Сеченовим: <https://www.youtube.com/watch?v=A61M-AtCxrQ>

Обладнання: Віртуальна експериментальна модельна установка, що складається з:

- стимулятора, який генерує електричні імпульси;
- штатива з децереброваною жабою;
- кристаликів хлористого натрію;
- розчину Рінгера для відмивання солі.

Мета роботи: показати наявність гальмівних структур більш високого рівня, ніж нервові центри, які піддаються гальмуванню. У разі центрального гальмування центр нервового гальмування знаходиться поза рефлексною дугою, в якій здійснюється гальмування.

Опис експерименту:

Накладення кристалика кам'яної солі на зріз зорових горбів головного мозку жаби викликає збудження клітин ретикулярної формації. Це збудження нисхідними шляхами доходить до гальмівних вставних нейронів спинного мозку. Нисхідні шляхи дають колатералі до гальмівних вставних нейронів на різних рівнях спинного мозку, що призводить до дифузного поширення процесу гальмування. Викликане вставними нейронами гальмування мотонейронів значно переважає над збудливими впливами, які надходять від рецепторів.

В основі феномену лежить механізм постсинаптичного гальмування.

Хід роботи:

1. Помістити препарат децереброваної жаби в затискну лапку штатива (рис. 7).
2. Нанести подразнення, натиснувши кнопку «Стимул». Спостерігати відповідну реакцію.

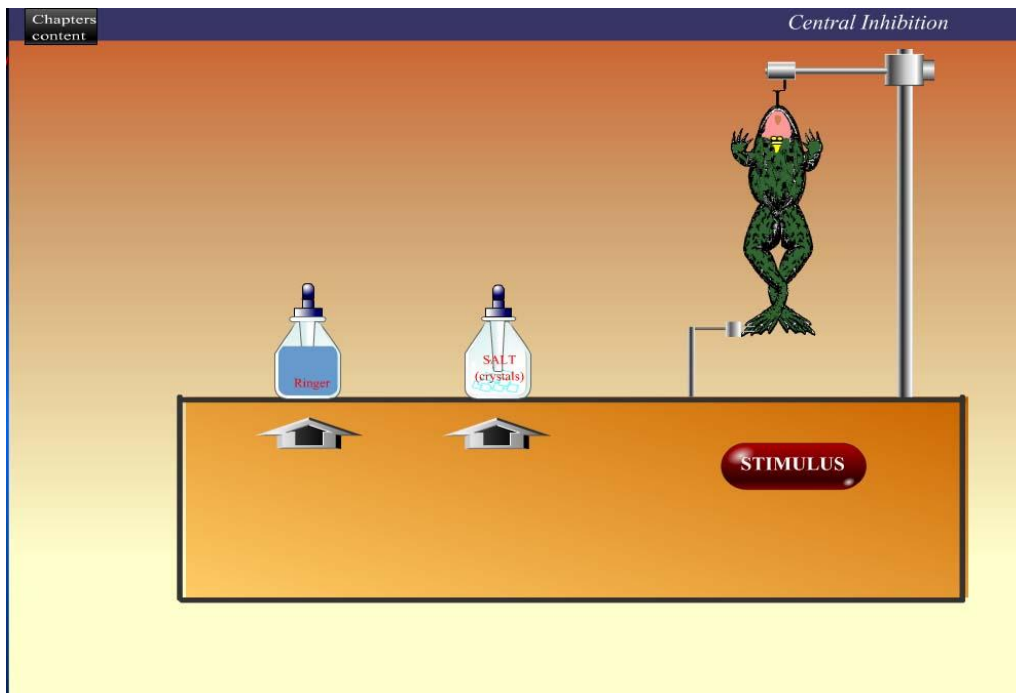


Рис. 7. Віртуальна експериментальна модельна установка для демонстрації явища центрального гальмування

3. Нанести кристалик солі на зорові горбки (стрілка).
Спостерігати відповідну реакцію.

4. Натисканням кнопки «Розчин Рінгера» відмити сіль зі зорових горбків жаби.

5. Нанести подразнення, натиснувши кнопку «Стимул».
Спостерігати відповідну реакцію.

6. Оформити висновок:

- зарисувати схему гальмування мотонейронів центру згинального рефлексу у досліді Сеченова;

- описати, яким чином подразнення зорових часток головного мозку жаби могло надати гальмівний вплив на рефлекторну реакцію відсмикування задніх лапок жаби у відповідь на подразнення.

Робота 2. Підвищення збудливості нервових центрів під впливом стрихніну

Оладнання та інструменти: препаративний набір, шприц, ампула стрихніну.

Об'єкт дослідження: жаба

Мета роботи: показати, що стрихнін, діючи на гальмівні нейрони спинного мозку (клітини Реншоу) різко підвищує збудливість мотонейронів спинного мозку.

Опис експерименту: До речовин, які усувають гальмівні впливи на мотонейрони спинного мозку відносяться правцевий токсин, стрихнін та ін. Стрихнін діє на постсинаптичну мембрану мотонейронів спинного мозку, роблячи її нечутливою до впливу гальмівного медіатора.

Вимкнення гальмівних синапсів призводить до різкого підвищення збудливості мотонейронів, причому вплив клітин Реншоу повністю виключається (зворотнє гальмування). Тому при введенні правцевого токсину або стрихніну рефлекторне скорочення всіх м'язів тіла виникає навіть на неадекватні і дуже слабкі подразники, які не чинили свого впливу до введення цих речовин.

Хід роботи:

1. Набрати у шприц розчин стрихніну в концентрації 5×10^{-4} і ввести під шкіру спини в область лімфатичного мішка жаби.

2. Спостерігати за поведінкою жаби декілька хвилин. У перші хвилини тварина стає більш рухливою, усі рефлекторні реакції відбуваються швидше, коротшає час рефлексу.

3. Через 3-7 хвилин спостерігається зміна пози жаби. Передні лапки повертаються всередину, стрибок при натисканні відбувається з ускладненням. Після стрибка жаба з напругою підтягує витягнуті в стрибку задні лапки. Це свідчить про порушення реципрокних відносин між м'язами згиначами і розгиначами.

4. Далі, під час дотику до тварини або постукування по столу, на якому сидить жаба, виникають різкі і тривалі судороги всіх скелетних м'язів. Це вказує на підвищення збудливості мотонейронів спинного мозку. Велика тривалість періоду м'язової активності у відповідь на слабе подразнення вказує на виключення клітин Реншоу (спостерігається порушення зворотнього гальмування).

5. Описати і проаналізувати спостереження за поведінкою жаби після введення їй стрихніну.

6. Зробити висновки про роль гальмівних нейронів в регуляції м'язової діяльності організму.

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань:

1. Під трансформацією ритму збудження розуміють:

А. Спрямоване поширення збудження в ЦНС

- В. Циркуляцію імпульсів в нейронній пастці
- С. Безладне поширення збудження в ЦНС
- Д. Збільшення або зменшення числа імпульсів

2. За час рефлексу приймають час від початку дії подразника до:

- А. Кінця дії подразника
- В. Досягнення корисного пристосувального результату
- С. Появи відповідної реакції

3. Збільшення числа збуджених нейронів в ЦНС при посиленні подразнення відбувається внаслідок:

- А. Просторової сумації
- В. Полегшення
- С. Оклюзії
- Д. Іррадіації

4. Просторова сумація імпульсів забезпечується:

- А. Дивергенцією збудження
- В. Наявністю домінантного осередка збудження
- С. Наявністю зворотнього зв'язку
- Д. Конвергенцією збудження

5. Підвищення ефекту одночасної дії двох слабких аферентних збуджень над сумою їх роздільних ефектів називають

- А. Сумацією
- В. Трансформацією
- С. Мультиплікацією
- Д. Іррадіацією
- Е. Полегшенням

6. У клініці при лікуванні деяких захворювань ЦНС, що супроводжуються інтенсивним збудженням окремих ділянок головного мозку, наприклад епілепсії, використовують медіатори ЦНС. Яку функцію вони забезпечують та до якої групи хімічних речовин вони належать?

- А. Гальмівні; амінокислоти, ГАМК, гліцин
- В. Збуджуючі; аміни, дофамін, серотонін
- С. Гальмівні; ацетилхолін, норадреналін
- Д. Гальмівні; нейропептиди, вазопресин
- Е. Збуджуючі; аміни, ацетилхолін, норадреналін

7. До специфічних гальмівних нейронів відносяться

- А. Нейрони чорної субстанції і червоного ядра середнього мозку
- В. Пірамідні клітини кори великих півкуль
- С. Нейрони ядра Дейтерса довгастого мозку
- Д. Клітини Пуркінє і Реншоу

8. Медіатор гальмівного нейрона, як правило, на постсинаптичній мембрані викликає

- А. Статичну поляризацію
- В. Деполяризацію
- С. Гіперполяризацію

9. Явище, при якому збудження одного м'язу супроводжується гальмуванням центру м'яза-антагоніста, має назву

- A. Негативна індукція
- B. Окклюзія
- C. Полегшення
- D. Втома
- E. Реципрокне гальмування

10. Значення реципрокного гальмування полягає

- A. У виконанні захисної функції
- B. У звільненні ЦНС від переробки несуттєвої інформації
- C. У забезпеченні координації роботи центрів-антагоністів

Відповіді: 1.D; 2.C; 3.D; 4.A; 5.A; 6.A; 7.D; 8.C; 9.E; 10.C

Ситуаційні завдання:

1. Як відомо, у діяльності головного мозку має місце процес гальмування. У процесі розглядання складного зображення або прослуховування музичного фрагмента, досліджуваний виділяє їх світлові, колірні і звукові характеристики.

A. Дайте визначення поняттю центрального гальмування.

B. Які види центрального гальмування вам відомі.

B. Який вид центрального гальмування лежить в основі поліпшення відмінностей частоти звуків, виділення контурів зображення, диференціації сусідніх точок дотику на шкірі?

2. Рефлекси випрямлення сприяють відновленню природної пози. Так, якщо децеребровану кішку покласти на спину, вона швидко стає на лапи. Цьому сприяє послідовний ланцюжок випрямних рефлексів. Якщо людина спіткнулась, то вона відновлює нормальне положення. Але кішка може з задоволенням валятися на спині, а чоловік дуже довго стояти в неприродній позі. Чому ж при цьому не спрацьовують випрямні рефлекси?

3. Якщо піднести до носа кролика ватку, змочену нашатирним спиртом, то спостерігається тимчасова затримка дихання. Зрозуміло, що це рефлекторна реакція. У чому її фізіологічний сенс?

Відповіді до ситуаційних завдань

1. A. Це фізіологічний процес, що виникає в центральній нервовій системі. Центральне гальмування відбувається на основі збудження і призводить або до його зменшення, або до повного припинення.

B. Зворотне, реципрокне, латеральне гальмування.

B. Латеральне гальмування

2. Чим відрізняються ситуації, коли людина випрямляється, спіткнувшись, і коли вона стоїть в неприродній позі? Перш за все тим, що в другому випадку реакція довільна, а в першому – ні. При довільних змінах пози випрямні рефлекси не проявляються. Значить, центри цих рефлексів в даній ситуації не працюють. Чому? Відповідь полягає в тому, що ці центри гальмуються імпульсами з центрів, які розташовані вище.

3. Затримка дихання запобігає потраплянню токсичної речовини в дихальні шляхи і легені.

Заняття 5. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ РІЗНИХ ВІДДІЛІВ ЦНС В РЕГУЛЯЦІЇ РУХОВИХ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

Основний механізм діяльності центральної нервової системи (ЦНС) – рефлекс, тобто відповідна реакція організму на подразнення, здійснювана за допомогою нервової системи.

Матеріальним субстратом рефлексу є рефлекторна дуга. Прості рефлекси реалізуються за допомогою двонейронної (моносинаптичної) рефлекторної дуги. Такими рефлексами є м'язові рефлекси розтягування (міотатичні). До них належать сухожильні рефлекси (колінний, ліктьовий, ахіловий).

Складні рефлекси забезпечуються за участю безлічі нейронів ЦНС, розташованих на різних рівнях ЦНС. Морфофункціональною основою таких рефлексів є багатонейронна (полісинаптична) рефлекторна дуга.

Рефлекторна дуга складається з рецептора, аферентного нейрона, вставних (центральных) нейронів, еферентного нейрона і виконавчого органу (ефектора). Для здійснення будь-якого рефлексу необхідно збереження анатомічної та функціональної цілісності кожного елемента рефлекторної дуги.

Мета заняття: розуміння ролі рефлексів у регуляції роботи органів та їх функціональних взаємодій для забезпечення сталості внутрішнього середовища організму, збереження його єдності та пристосування до умов існування.

Знати:

1. Поняття про рефлекторний принцип діяльності нервової системи.
2. Морфологічна основа найпростішого соматичного рефлексу.
3. Види рефлексів. Сухожильні рефлекси.

Питання для підготовки до заняття:

1. Поняття про м'язовий тонус, його рефлекторну природу і функціональне значення.
2. Поняття про пропріорецептори, їх локалізація та умови функціонування.

3. Уявлення про будову "м'язового веретена" і функціональне призначення його компонентів.
4. Уявлення про морфологічну основу найпростішого спінального тонічного рефлексу. Механізм виникнення і регуляції м'язового тону на спінальному рівні.
5. Шляхи та механізми впливу структур довгастого мозку і мозочка на м'язовий тонус. Механізм виникнення стану децеребраційної ригідності (контрактильного тону) у бульбарної тварини.
6. М'язовий тонус у мезенцефальної тварини. Структури середнього мозку, що беруть участь у його формуванні.
7. Участь структур стріопалідарної системи і кори великих півкуль у регуляції м'язового тону.
8. Поняття тонічного рефлексу. Види тонічних рефлексів (статичних і статокінетичних). Умови їх виникнення. Участь структур спинного, довгастого та середнього мозку в їх здійсненні.
9. Поняття про сухожильні (пропріоцептивні) рефлекси або рефлекси розтягування та механізми їх формування.
10. Спінальні рефлекси. Реципрокна іннервація. Згинальні рефлекси.
11. Організація рухових шляхів. Супраспінальний контроль мотонейронів. Латеральні і медіальні рухові шляхи.
12. Мозочок та мозочкові зв'язки. Клітинна будова кори мозочка. Нейронні мережі мозочка. Активність клітин ядер мозочка.
13. Базальні ганглії (БГ). Нейронні модулі стріатума, їх медіаторна природа. Роль середньомозкової дофамінергічної системи в організації рухів.
14. Моторна кора. Первинна моторна кора, премоторна, додаткова моторна кора і виконання довільних рухів. Планування та організація руху.

Робота 1. Аналіз рефлексорної дуги

До початку роботи переглянути відеозаняття за посиланням.

Спиномозкові і екстероцептивні рефлекси:
<https://www.youtube.com/watch?v=Wic9rPa5L1E>

Аналіз рефлексорної дуги захисного моторного спинномозкового рефлексу жаби: <https://www.youtube.com/watch?v=TiNdQ9nDQgc>

Обладнання і матеріали: штатив з фіксатором для жаби, набір інструментів для препарування, фільтрувальний папір, вата, марля,

лігатури, розчин Рінгера, 1 % розчин сірчаної кислоти, розчин новокаїну.

Об'єкт дослідження: жаба.

Мета роботи: Спостереження змін рефлексів спінальної жаби при морфологічному і функціональному виключенні різних структур, що лежать в основі рефлексів

Хід роботи:

1. Зруйнувати або видалити головний мозок у жаби. Закріпити її за нижню щелепу на штативі.

2. Подразнити гомілку правої задньої лапки фільтрувальним папером, який змочений розчином сірчаної кислоти. Спостерігати наявність згинального рефлексу.

3. В області стегна правої лапки зробити круговий розріз шкіри і зняти її з лапки. Нанести папірець, який змочений розчином сірчаної кислоти на гомілку цієї ж лапки. Спостерігати відповідну реакцію.

4. Перевірити наявність рефлексу при подразненні шкіри правої лапки жаби.

5. Розрізати шкіру стегна лівої задньої лапки жаби, відділити сідничний нерв, підвести під нерв лігатуру, і перерізати нерв.

6. Нанести подразнення сірчаною кислотою на шкіру будь-якої передньої лапки жаби. Відзначити реакцію.

7. Переконавшись у наявності рефлексу у жаби, зруйнувати у неї спинний мозок (ввести в спинномозковий канал препарувальну голку). Спостерігати наявність або відсутність реакції на подразнення.

8. Заповнити таблицю 9.

9. Нарисувати схему морфологічної основи соматичного рефлексу.

На рисунку позначити:

1. Аферентну ланку:

- рецептор (1А)
- аферентний нейрон (1Б)

2. Центральну ланку

3. Еферентну ланку:

- еферентний нейрон (3А)
- ефектор (3Б)

4. Ланку зворотньої аферентації

Таблиця 9

Значення різних структур рефлекторного ланцюга в реалізації рефлексу

№ п/п	Місце подразнення	Подразник (0,5 % H ₂ SO ₄)	Ланка, яка виключена та спосіб виключення	Наявність рефлекса (так-ні)
1	Шкіра гомілки правої задньої лапки	+		
2	Литковий м'яз правої задньої лапки	+		
3	Шкіра гомілки лівої задньої лапки	+		
4	Литковий м'яз лівої задньої лапки	+		
5	Шкіра передньої лапки	+		
6	Шкіра тієї ж самої передньої лапки	+		

10. Зробити висновки:

- пояснити роль різних відділів рефлекторної дуги у здійсненні рефлексу;

- пояснити три принципи рефлекторної теорії І. П. Павлова. Як ви розумієте принципи структурності, детермінізму, аналізу і синтезу?

Робота 2. Дослідження пропріоцептивних рефлексів у людини

Обладнання і матеріали: перкусійний молоток, стілець із можливістю регулювання висоти сидіння.

Об'єкт дослідження: людина.

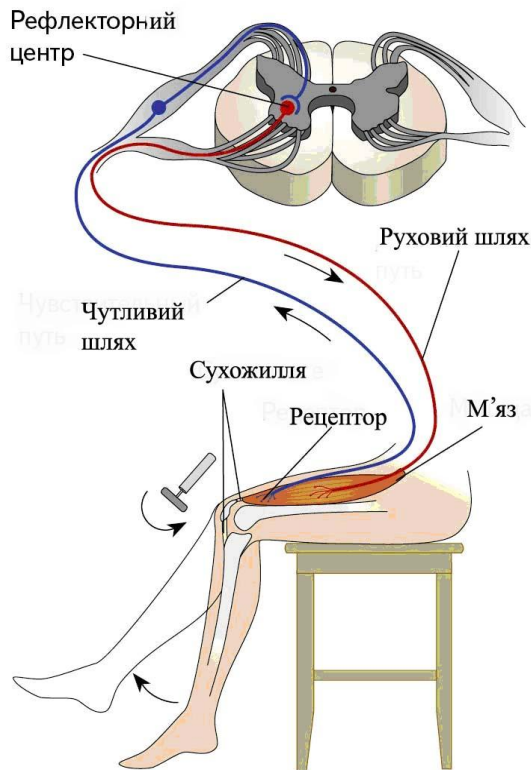
Мета роботи: навчитися отримувати деякі клінічно важливі пропріорецептивні рефлекси, що характеризують стан центральної нервової системи.

Хід роботи:

1.1. Дослідження колінного рефлексу

Для дослідження колінного рефлексу обстежуваному пропонують сісти на стілець і покласти ногу на ногу. Руки міцно

затиснути в замку. Нанести легкий удар неврологічним молоточком по сухожилку чотириголового м'яза стегна. Після удару молоточком виникає скорочення чотириголового розгинача стегна и легке розгинання гомілки. Порівняти рефлекси справа і зліва (рис. 8).



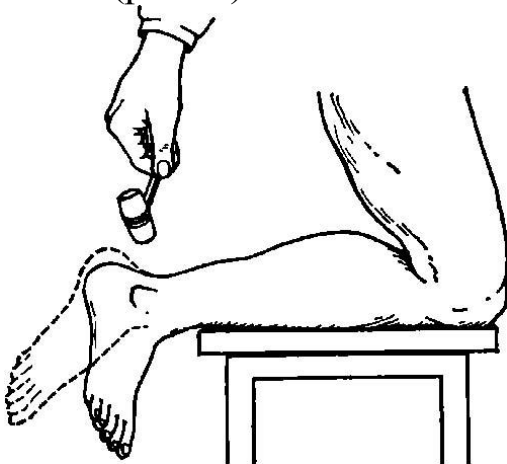
Рефлекторна дуга колінного рефлексу:

механорецептори – чутливі волокна стегнового нерва – мотонейрони LIII-IV сегментів спинного мозку – рухові волокна стегнового нерва – чотириголовий м'яз стегна.

Рис. 8. Рефлекторна дуга колінного рефлексу

1.2. Дослідження Ахілового рефлексу

Дослідження Ахілового рефлексу проводиться у обстежуваного, який стоїть колінами на стільці. Стопи ніг вільно звисають. Неврологічним молоточком нанести легкий удар по Ахілову сухожилку. Відмітити згинання стопи. Порівняти рефлекси з обох боків (рис. 9)



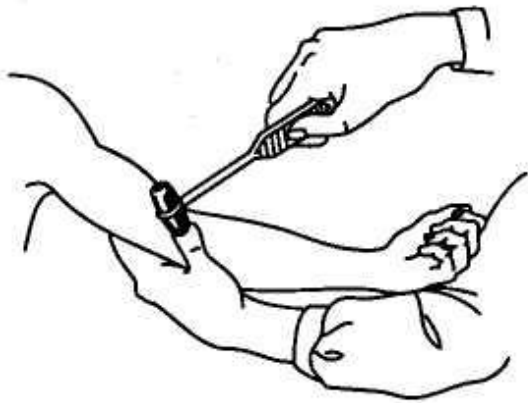
Рефлекторна дуга Ахілового рефлексу:

механорецептори – чутливі волокна великогомілкового нерва – мотонейрони LV-SI-II сегментів спинного мозку – рухові волокна великогомілкового нерва – литковий м'яз.

Рис. 9. Ахіловий рефлекс

1.3. Дослідження ліктьового рефлексу

Для дослідження ліктьового рефлексу помістити розслаблену напівзігнуту руку піддослідного на долоню і плечі дослідника, як на підставку. Великий палець руки дослідника покласти на сухожилок двоголового м'язу піддослідного. Удар неврологічним молоточком нанести по великому пальцю. Відмітити згинання передпліччя. Порівняти рефлекси справа і зліва (рис. 10).



Рефлекторна дуга **біцепс-рефлексу**: механорецептори – чутливі волокна м'язово-шкірного нерва – мотонейрони C_V-VI – рухові волокна м'язово-шкірного нерва – двоголовий м'яз плеча.

Рис. 10. Отримання біцепс-рефлексу

1.4. Карпорадіальний (шилорадіальний) рефлекс

При дослідженні карпорадіального (шилорадіального) рефлексу обстежуваний має бути у такому ж положенні, як при дослідженні біцепс-рефлексу. Удар молоточком нанести по ліктьовій кістці в ділянці її шилоподібного відростка. Це викликає згинання руки в ліктьовому суглобі, а інколи одночасно згинання пальців і пронацію передпліччя (рис. 11).

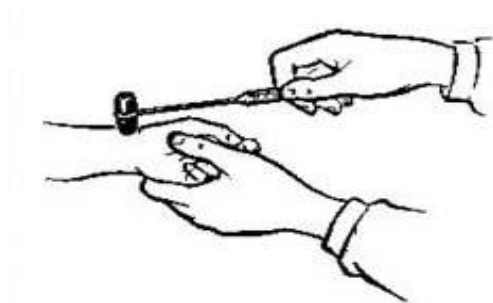


Рис. 11. Отримання шилорадіального рефлексу

Оформити висновки:

1. Відмітити наявність рефлексів.
2. Порівняти рефлекси справа і зліва.

3. Відобразити схематично рефлекторний шлях кожного рефлексу.

4. Дати відповіді:

- в яких сегментах спинного мозку знаходяться нервові центри досліджуваних сухожильних рефлексів?

- з якої кількості нейронів складається дуга колінного рефлексу?

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань:

1. При пошкодженні довгастого мозку порушення функціонування яких центрів, перш за все, призводить до смерті?

- A. Рухових рефлексів, травного
- B. Тонусу м'язів, захисних рефлексів
- C. Захисних рефлексів, травного
- D. Дихального, серцево-судинного
- E. Травного, тонусу м'язів

2. На якому рівні спинного мозку замикаються колінні рефлекси?

- A. Шийні сегменти
- B. Грудні сегменти
- C. Поперекові II–IV сегменти
- D. Крижові сегменти

3. На якому рівні спинного мозку замикаються ліктьові рефлекси?

- A. Шийні V–VI сегменти
- B. Грудні сегменти
- C. Поперекові сегменти
- D. Крижові сегменти
- E. Шийні VII–VIII сегменти

4. На якому рівні спинного мозку замикається Ахіловий рефлекс?

- A. Шийні сегменти
- B. Крижові III–IV сегменти
- C. Поперекові сегменти
- D. Крижові I–II сегменти
- E. Грудні сегменти

5. На якому рівні спинного мозку замикається підошовний рефлекс?

- A. Шийні сегменти
- B. Поперекові сегменти
- C. Крижові I–II сегменти
- D. Грудні сегменти
- E. Крижові III–IV сегменти

6. Які рецептори реагують на зміну довжини і швидкість зміни довжини м'яза?

- A. Рецептори суглобів
- B. Рецептори м'язових веретен
- C. Сухожильний орган Гольджі
- D. Тільця Пачині, Мейснера

Е. Тільця Руфіні, Краузе

7. Який параметр рухів кінцівки є адекватним подразником для рецепторів суглобових сумок?

- А. Збільшення сили скорочення
- В. Зміна довжини м'яза
- С. Зміна кута між кістками в суглобі
- Д. Зміна поперечного розміру м'яза
- Е. Зміна прискорення скорочення м'яза

8. В яких сегментах спинного мозку розвиваються явища спінального шоку?

- А. Каудальніше місця травми
- В. Вентральніше місця травми
- С. Дорсальніше місця травми
- Д. Медіальніше місця травми
- Е. Ні в яких із перерахованих

9. Після перетину нижче середнього мозку м'язовий тонус

- А. Не зміниться
- В. Зникне
- С. Посилиться тонус розгиначів
- Д. Значно зменшиться

10. Тіла альфа-мотонейронів розташовуються в рогах спинного мозку

- А. Задніх
- В. Бічних
- С. Передніх

Відповіді: 1. D; 2.C; 3.A; 4. D; 5.C; 6.B; 7.C; 8.A; 9.B; 10.C.

Ситуаційні завдання:

1. Якщо розглядати організм в еволюційному ряду, то з'ясовується, що розвиток рефлекторної діяльності збігається з посиленням мієлінізації нервових волокон. Чим можна пояснити цей збіг?

2. Коли колінний рефлекс у людини виражений слабо, для його посилення іноді пропонують досліджуваному зчепити руки перед грудьми і тягти їх у різні сторони (прийом Ендрашека), або стиснути зуби, рахувати. Поясніть, чому це приводить до посилення рефлексу.

3. В експерименті у собаки проведено повне видалення мозочка.

А. Які порушення проведення спостерігаються при цьому у тварини?

Б. Які функції виконує мозочок?

В. З якими структурами мозку пов'язаний мозочок, і яке функціональне значення мають ці зв'язки?

4. Для вивчення діяльності спінальних нервових центрів у жаби послідовно перерізають нервові корінці, що зв'язують спинний мозок з периферією.

А. Які функції виконують передні і задні корінці спинного мозку?

Б. Який ефект спостерігається при перетині у жаби всіх задніх корінців з лівого боку

В. Який ефект спостерігається при перетині всіх передніх корінців правого боку?

5. Замість терміна «голковколювання» (введення спеціальних голок в певні точки шкіри) зараз використовують термін «голкорефлексотерапія». Чому цей термін більш точний?

6. У людини діагностований повний розрив спинного мозку між грудним і поперековим відділом. Чи будуть у неї спостерігатися розлади акту дефекації і сечовипускання? Якщо так, то в чому вони проявляться в різний термін після травми?

7. У новонароджених дітей можна викликати деякі примітивні рефлекси, які здійснюються спинним мозком (наприклад, рефлекс Бабінського). У дорослого ці рефлекси відсутні. Поясніть, з чим це пов'язане.

8. Чи можна викликати будь-які рефлексорні реакції на ізольованому м'язі і на ізольованому серці?

Відповіді до ситуаційних завдань

1. Рефлексорні реакції забезпечують пристосування організму до впливу факторів зовнішнього і внутрішнього середовища. Ефективність пристосування залежить, зокрема, від того, наскільки швидко протікають відповідні реакції. А мієлінізація нервових волокон якраз і забезпечує більш швидке проведення збудження.

2. При виконанні колінного рефлексу подразнюються тільки рецептори чотириголового м'яза стегна. Якщо зчепити руки, додатково подразнюються рецептори м'язів верхньої кінцівки. При цьому в мотонейрони спинного мозку надходить додатковий потік аферентних імпульсів і виникає явище полегшення, що проявляється в посиленні колінного рефлексу.

3. А. Абазія, атонія, атаксія, астазія, астенія.

Б. Формування програми руху, контроль виконання руху, вегетативне забезпечення руху.

В. Через верхні ніжки мозочок отримує інформацію від асоціативних областей кори про мету дії, через нижні – від спинного мозку про стан опорно-рухового апарату (положення тіла і кінцівок), через середні – передаються команди від мозочка до ядер стовбура мозку і до рухових центрів кори великих півкуль.

4. А. Передні корінці являюся еферентними моторними, а задні – аферентними чутливими.

Б. Після перерізання у жаби всіх дорзальних корінців лівого боку зникає згинальний тонус лівих кінцівок.

В. При перерізання у жаби всіх вентральних корінців правої кінцівки зникають рухи правих кінцівок.

5. Більш точний другий термін. Він вказує не на спосіб впливу, а на його механізм. Важливо не те, що впливають голками (використовують і інші

прийоми). Головне – подразнення певних біологічно активних точок, що викликає ті чи інші рефлекторні реакції.

6. Відразу ж після такої травми у людини настає повне гальмування тазових функцій внаслідок розвитку спінального шоку. Після того як явища спінального шоку минуть, спостерігається мимовільне рефлекторне спорожнювання прямої кишки і сечового міхура в міру їх наповнення.

7. По мірі дозрівання вищі відділи мозку людини повністю підпорядковують собі спінальні центри й пригнічують деякі із спінальних рефлексів. За умов патології вони знову можуть проявитися (наприклад, при менінгіті).

8. Ізольований скелетний м'яз від'єднано від ЦНС. Тому ніякі рефлекторні реакції викликати в ньому не можна. Ізольоване серце також від'єднано від ЦНС. Однак, на відміну від скелетного м'язу, в ньому є інтрамуральні вегетативні ганглії – дуже суттєвий елемент, через який можуть здійснюватися місцеві, периферичні внутрішньосерцеві рефлексії. Відповідно, в цих гангліях є аферентні, вставні і еферентні нейрони, що утворюють рефлекторні дуги внутрішньосерцевих рефлексів.

Заняття 6. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ НЕРВОВОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ВІСЦЕРАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

Вегетативна (автономна) нервова система – це частина нервової системи, яка забезпечує іннервацію органів та систем, що мають у складі непосмуговані м'язові клітини та залозистий епітелій, а саме: органи травлення, дихання, кровообігу, виділення, розмноження, залози внутрішньої секреції.

Таким чином, **автономна нервова система (АНС)** координує роботу органів, що забезпечують вегетативні функції організму: обмін речовин, ріст, розмноження та інші. Також функцією АНС є трофічна іннервація скелетних м'язів (грецьк. *trophe* – живлення), яка проявляється у регулювальному впливі на метаболізм і живлення клітин і тканини.

Вегетативна нервова система не перебуває під контролем свідомості.

Морфологічною особливістю вегетативної нервової системи є те, що вегетативні волокна виходять лише з кількох ділянок спинного та головного мозку, тіла вставних нейронів знаходяться в бокових рогах спинного мозку, відростки виходять зі спинного мозку через передні корінці не перериваючись, закінчуються на тілах ефektorних нейронів в вегетативних гангліях (рис. 12).

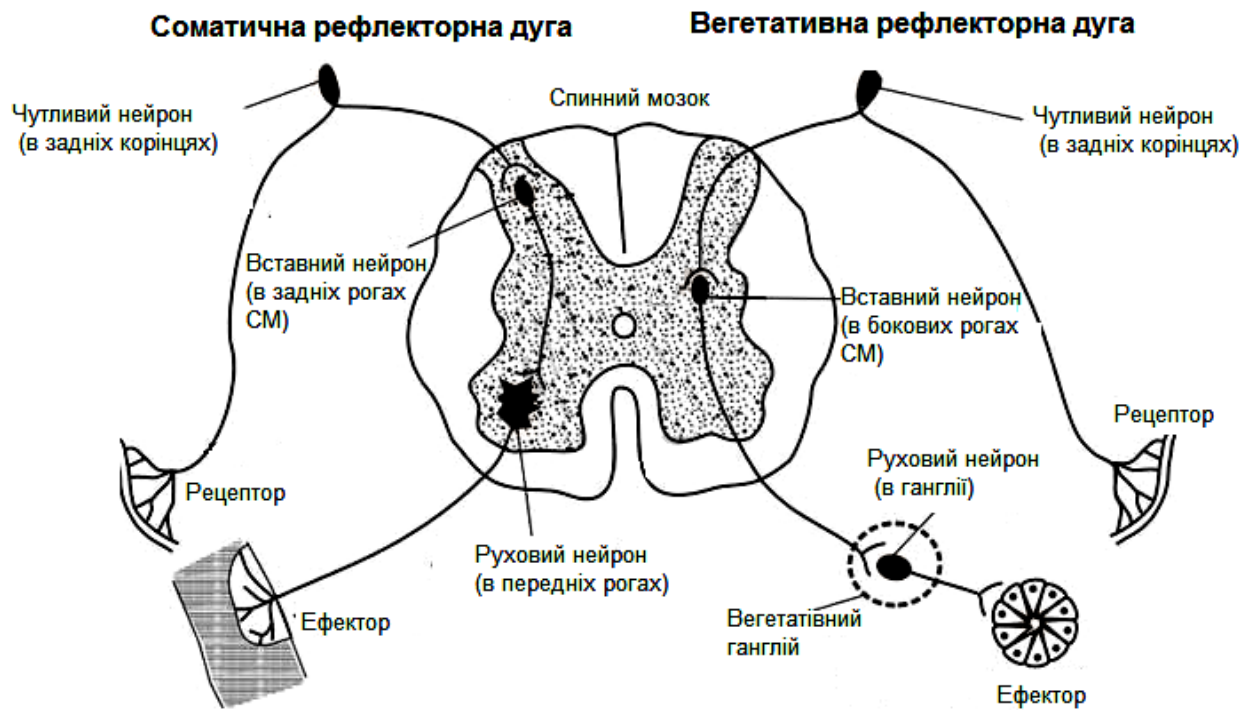


Рис. 12. Схема рефлексорних дуг соматичного і вегетативного рефлексів

Ганглії вегетативної нервової системи за місцем розташування діляться на:

- паравертебральні (прихребтові вузли), розміщені з обох боків від хребта (вузли симпатичного стовбура);
- превертебральні (розташовані між хребтом і органом);
- екстрамуральні (розташовані поблизу від органа);
- інтрамуральні (розташовані всередині органа).

За функціональними і морфологічними ознаками вегетативний відділ нервової системи поділяється на симпатичну і парасимпатичну частини, функція котрих в більшості випадків протилежна.

Внутрішні органи мають подвійну вегетативну іннервацію (симпатичну і парасимпатичну). Внаслідок узгодженої дії двох протилежних впливів досягається оптимальна регуляція їхньої діяльності. Кровоносні судини (крім вінцевих), залози шкіри і скелетні м'язи мають лише симпатичну іннервацію.

Функція симпатичної частини полягає в адаптації організму до змін у зовнішньому середовищі і внаслідок цього – в посиленні трофічних процесів.

Центри симпатичної нервової системи (рис. 13) розташовані в бічних рогах сірої речовини спинного мозку від VIII шийного до I-II поперекових сегментів спинного мозку.

До периферійного відділу симпатичної нервової системи належать:

- паравертебральні симпатичні вузли, які утворюють правий і лівий симпатичні стовбури;
- превертебральні симпатичні вузли, що розташовані попереду від хребта і входять до складу численних вегетативних сплетень черевної порожнини.

Парасимпатичний відділ вегетативної нервової системи (рис. 14).

Функція парасимпатичної частини – збереження і підтримка сталості внутрішнього середовища організму (гомеостазу).

Парасимпатичні центри містяться у стовбурі головного мозку (краніальний відділ) і в крижовому відділі спинного мозку (крижовий відділ).

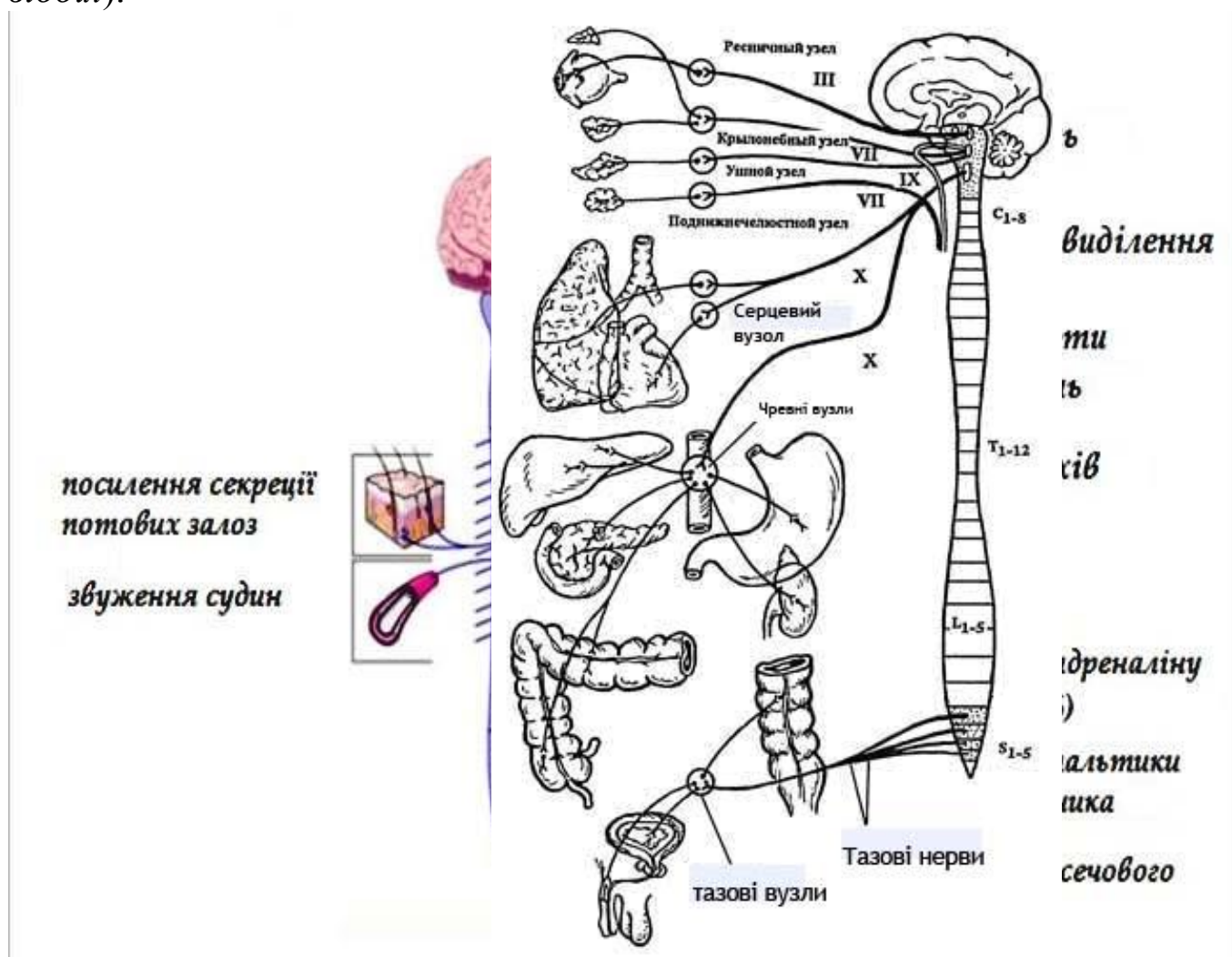


Рис. 13. Симпатичний відділ ВНС
Рис. 14. Парасимпатичний відділ ВНС
відділу на функцію органів

З краніального відділу парасимпатичні волокна виходять у складі III, VII, IX, і X пар черепно-мозкових нервів (рис. 14).

До периферійного відділу парасимпатичної нервової системи належать екстрамуральні і інтрамуральні ганглії.

Самим важливим нервом парасимпатичної нервової системи є **блукаючий нерв** (X пара спинномозкових нервів).

Медіатори автономної (вегетативної) нервової системи (рис. 15)

Медіатором всіх прегангліонарних волокон, симпатичних і парасимпатичних, є ацетилхолін.

Холінергічними є також закінчення всіх парасимпатичних і симпатичних нервів, які іннервують потові залози і забезпечують розширення судин працюючих м'язів (вазоділататори).

Адренергічними є всі інші постгангліонарні симпатичні нейрони, які утворюють синапси з α - і β -адренорецепторами мембран іннервованих ними органів.

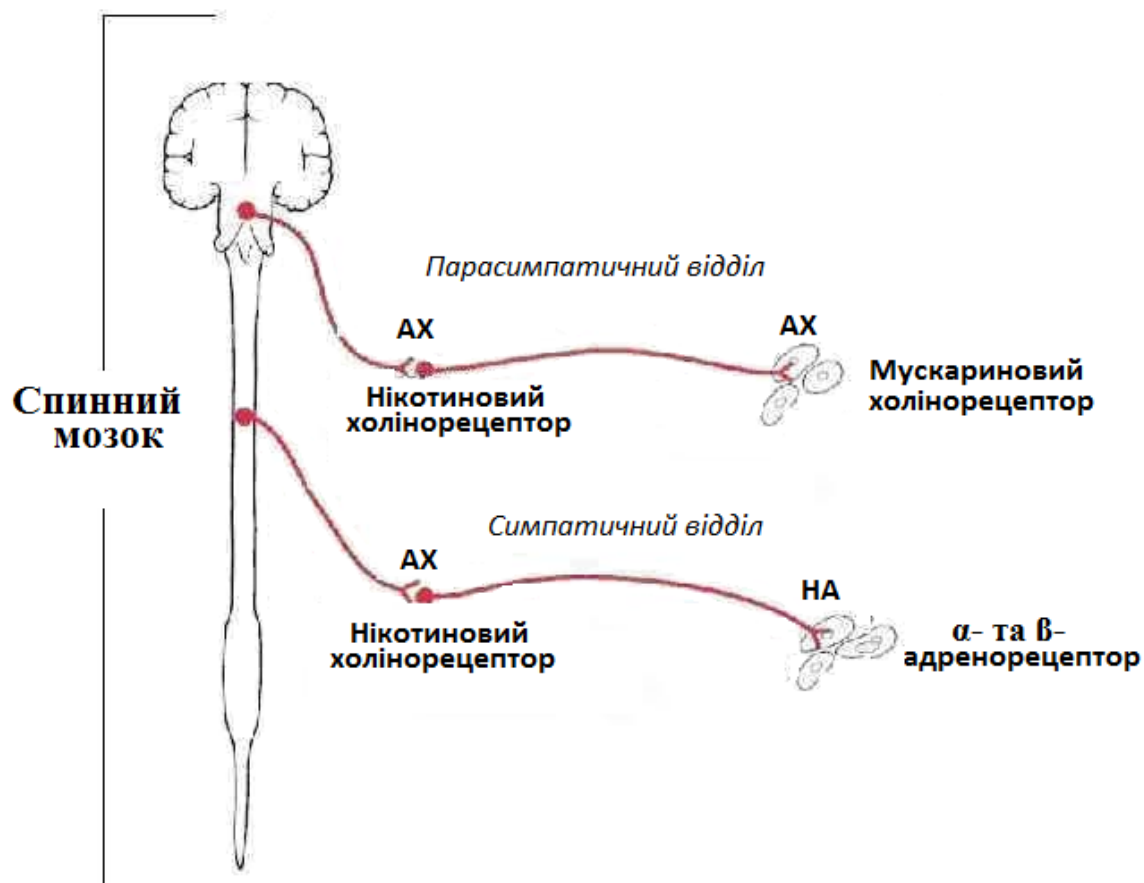


Рис. 15. Медіатори вегетативної нервової системи

Крім ацетилхоліну та норадреналіну в закінченнях вегетативних нервів знайдені і інші медіатори (дофамін, серотонін), ефект яких аналогічний дії ацетилхоліну, але зберігається після блокади холінорецепторів (кишечник, матка).

Метасимпатичний відділ ВНС

Комплекс мікрогангліонарних утворень (інтрамуральні ганглії), які розташовані в стінках внутрішніх органів, що мають моторну активність (шлунок, кишечник, січковий міхур, серце, бронхи, шийка матки)

Функції метасимпатичного відділу:

- Передача центральних впливів від симпатичних та парасимпатичних волокон;
- Корекція впливів на органи;
- Самостійна регуляція органів

Медіаторами метасимпатичного відділу ВНС є пуринові сполуки – аденозин, інозин, а також аденозинтрифосфорна кислота, дофамін, гістамін і ін.

Мета заняття:

1. Знати структурно-функціональну організацію автономної нервової системи (АНС) та її відділів; медіаторні системи АНС, механізми впливів на вісцеральні функції організму.
2. Аналізувати зміни вісцеральних функцій за умов активації симпатичного або парасимпатичного відділів АНС.
3. Інтерпретувати механізми змін вісцеральних функцій після блокади передачі інформації в гангліонарних і нейроорганних синапсах АНС.

Знати:

1. Будову та функції симпатичної нервової системи.
2. Будову та функції парасимпатичної системи.
3. Поняття про медіатори та рецептори.

Питання для підготовки до заняття:

1. Загальний план будови автономної нервової системи.
2. Синапси автономної нервової системи, їх медіатори, циторецептори.
3. Структурні та функціональні відмінності симпатичного (СНС), парасимпатичного (ПСНС) і метасимпатичного відділів нервової системи.
4. Вплив симпатичного відділу нервової системи на вісцеральні функції.
5. Вплив парасимпатичного відділу нервової системи на вісцеральні функції.
6. Роль інтрамурального (метасимпатичного) відділу нервової системи у регуляції вісцеральних функцій.
7. Єдність симпатичної й парасимпатичної систем у регуляції функцій організму.

Робота 1. Визначення функціональних станів АНС людини за проявами оковісцерального рефлексу Даніні-Ашнера, дермографічного рефлексу, зіничного рефлексу.

Обладнання та матеріали: секундомір, стетофонендоскоп, тонометр, стілець, лампа-освітлювач із рефлектором.

Об'єкт дослідження: людина.

Мета роботи: показати можливість визначення стану вегетативної нервової системи обстежуваного за результатами спостереження периферичних рефлексів.

1.1. Дослідження зміни частоти серцевих скорочень при здійсненні окосерцевого рефлексу (Даніні-Ашнера).

Хід роботи:

1. Досліджуваний сидить у вільному положенні. У нього підраховують частоту пульсу за 1 хв і величину артеріального тиску (сistolічного).

2. Дослідник має сісти обличчям до досліджуваного і покласти долоні на скроневі ділянки його голови. Великими пальцями злегка натискувати на очі. Натискати рекомендується не на передню камеру, а на бічні відділи очного яблука інтенсивно, але не боляче для досліджуваного. Через 30 с, не припиняючи натискання, підрахувати пульс протягом 30 с. Одночасно другий дослідник виміряє систолічний тиск.

3. Перерахувати частоту пульсу на хвилини.

4. Отримані дані занести у таблицю 10.

5. Намалювати схему рефлекторної дуги, позначити на ній всі ланки.

6. Пояснити механізм впливу подразнення ока на діяльність серця.

7. Порівняти дані свого дослідження з результатами інших спостережень.

Таблиця 10

Вплив рефлексу Даніні-Ашнера на серцево-судинну систему

Досліджуваний	Вихідні показники		Після проби		Характер реакції
	ЧСС	АТс	ЧСС	АТс	
1.					
2.					

В нормі на тлі проведення проби проходить уповільнення ЧСС на 6-10 ударів за хвилину. Більш значне уповільнення розцінюється

як підвищена реакція парасимпатичної нервової системи, менше – як її зниження, а відсутність уповільнення – як порушена реакція. Збільшення ЧСС вказує на реакцію симпатичної нервової системи. Слід пам'ятати, що пробу не можна застосовувати у хворих з глаукомою. За цих умов спостерігаються і інші ваготонічні реакції, наприклад, падіння артеріального тиску.

1.2. Дослідження зміни тону судин шкіри при механічному подразненні шкіри. Місцеві судинні рефлекс у людини.

Опис дослідження: Дермографізм – локальна судинна реакція шкіри, що виникає у відповідь на її штрихове механічне подразнення. Дермографізм використовується в клініці для оцінки стану місцевих і центральних механізмів регуляції тону судин.

Про реакцію судин шкіри на дію подразника зазвичай судять по зміні кольору шкіри. При констрикції судин вона блідніє, а при дилатації – червоніє. Латентний період зміни білого кольору шкіри червоним характеризує стан механізмів регуляції судинного тону. Значення латентного періоду: в межах 10-24 сек – у нормотоніків; менше 10 сек – у ваготоніків; більше 24 сек – у симпатотоніків.

Хід роботи:

1. Обстежуваний сидить у вільному положенні.
2. Через деякий час загостреним кінцем рукоятки неврологічного молоточка на внутрішній поверхні передпліччя піддослідного провести штрихове подразнення. Кожен із рефлексів експериментатор викликає по обидва боки й відзначає його виразність і симетричність.
3. Спостерігати результати реакції шкірних капілярів, тобто зміну кольору шкіри в місцях подразнення шкіри, що зберігається кілька хвилин.
4. Виміряти латентний період до початку почервоніння шкіри.
5. Отримані дані занести у протокол.
6. Порівняти дані між різними досліджуваними.
7. Намалювати дугу рефлексу.
8. Отримані дані занести у таблицю 11.
9. Зробити висновки:
 - пояснити механізм судинної реакції, що спостерігається;
 - оцінити характер впливу.

Рефлекторний шлях реалізації рефлексу дермографізму і виразність рефлексу у різних піддослідних

Досліджувані особи	Рецептивне поле	Аферентна ланка	Рівень замикання	Еферентна ланка	Характер реакції	Латентний період рефлексу	Тривалість дермографізму	Симетричність ($D > S$; ($D < S$; ($D = S$))
1								
2								

Рожевий дермографізм – нормальне явище і є результатом вазодилатації.

За умов підвищеної збудливості парасимпатичної іннервації виникає розлитий (широка смуга почервоніння) або занадто тривалий (стійкий) червоний дермографізм, або піднесений валик шкіри навколо проведеного штриха.

За умов підвищеної активності симпатичної іннервації спостерігається білий дермографізм.

Дермографічні зміни можуть бути відсутніми у зоні уражених сегментарних периферичних нервів і задніх корінців, що має топодіагностичне значення.

1.3. Методика дослідження зіничного рефлексу людини

Опис дослідження: Зіничний рефлекс – зміна діаметра зіниці під дією різноманітних подразнень. За рахунок збільшення його діаметра надходження світлових променів до сітківки може збільшуватися в 30 разів.

Розширення зіниці (мідріаз) – спостерігається в темряві, при розгляданні віддалених предметів, при збудженні симпатичної системи, при болю, страху, асфіксії, блокаді парасимпатичної системи, під впливом хімічних речовин, наприклад, атропіну, який блокує М-холінорецептори; останній використовується в клініці очних хвороб для розширення зіниці з метою ретельного дослідження очного дна.

Звуження зіниці (міоз) – спостерігається при дії яскравого світла, при розгляданні близьких предметів (при читанні), при

збудженні парасимпатичної системи, при блокаді симпатичної системи.

Механізм зіничного рефлексу рефлекторний і має різну рефлекторну дугу залежно від освітлення.

При дії яскравого світла збудження виникає в сітківці ока. Імпульси від неї надходять у складі зорового нерва до середнього мозку (верхніх горбиків). Звідси до парного вегетативного ядра окорухового нерва (III пара) (Якубовича – Едінгера – Вестфалія). У складі його гілок імпульси прямують до циліарного ганглія, а постгангліонарні волокна – до м'язу, що звужує зіницю (*m. sphincter pupillae*).

У темряві, навпаки, збуджуються симпатичні центри, закладені в бокових рогах C₈ - Th₂ сегментів спинного мозку. Звідси імпульси прямують до верхнього шийного симпатичного ганглія. Постгангліонарні волокна в складі симпатичних нервів надходять до м'язу, що розширює зіницю (*m. dilatator pupillae*).

Робота м'язів, які звужують чи розширюють зіницю обох очей, узгоджена; при розширенні чи звуженні зіниці одного ока виникає співдружна реакція в іншому.

Значення зіничного рефлексу:

- Забезпечує усунення сферичної аберації. При звуженні зіниці відсікаються периферичні промені.
- Зіниця бере участь в адаптації зорової системи до змін освітлення. У темряві зіниця розширюється, а при дії світла звужується.
- Бере участь у забезпеченні чіткого бачення предметів, що розташовані на різних відстанях. При розгляді близьких предметів (при читанні) зіниця звужується, а при розгляді віддалених предметів - розширюється.
- Клінічне значення. Стан зіниці свідчить про рівень збудливості стовбурових центрів головного мозку. У зв'язку з цим, зіничним рефлексом користуються для контролю глибини наркозу. Зіничний рефлекс дозволяє діагностувати пошкодження центрів, у яких знаходяться ядра, що регулюють ширину зіниці, больові впливи тощо.

Хід роботи:

Зіничний рефлекс спостерігають при достатньому освітленні (лампа-освітлювач із рефлектором)

1. Експериментатор долонею своєї лівої руки закриває праве око досліджуваного, а долонею правої руки – його ліве око.
2. Через 10 сек різко забрати одну руку, уважно спостерігаючи за розміром досліджуваної зіниці. Повинно бути помітне звуження зіниці.
3. Для спостереження співдружної реакції експериментатор своєю долонею закриває тільки одне око досліджуваного, потім швидко відводить руку. При цьому спостерігають реакцію зіниці другого ока.

Таблиця 12

Рефлекторний шлях реалізації зіничного рефлексу і виразність рефлексу у різних досліджуваних осіб

Досліджувані особи	Рецептивне поле	Аферентна ланка	Рівень замикання	Еферентна ланка	Характер реакції	Виразність рефлексу	Симетричність (D> S; (D< S; D= S)
1							
2							
3							

Примітка: позначкою

+ відмічається незначна виразність зіничного рефлексу;

++ зіничний рефлекс виражений

+++ зіничний рефлекс значно виражений

Робота 2. Методика проведення орто- і кліностаціонарних проб

Обладнання та інструменти: секундомір, стетофонендоскоп, тонометр, кушетка.

Об'єкт дослідження: людина.

Мета роботи: визначення ролі автономної нервової системи у забезпеченні вісцеральних функцій організму.

Визначення функціональних станів АНС за результатами проведення орто- і кліностатичної проб.

Опис дослідження: Ортостатична і кліностатична проби дають можливість оцінити рівень нервово-вегетативної регуляції серцево-судинної системи.

Ортостатична проба (проба Вальдфогеля) – функціональна проба, яка основана на тому, що тонус симпатичного відділу вегетативної нервової системи і відповідно частота серцевих скорочень збільшуються при переході з горизонтального положення (кліностастика) у вертикальне (ортостатика).

Кліностатична проба – функціональна проба, яка основана на тому, що при переході із вертикального положення в горизонтальне підвищується тонус парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи, при цьому спостерігається зменшення частоти серцевих скорочень.

Зміна положення тіла має виражений вплив на систему кровообігу. При ортостатичній пробі у венах нижніх кінцівок депонується 300-800 мл крові, що викликає зменшення венозного повернення до серця, кровонаповнення його порожнин і серцевого викиду. При цьому виникають компенсаторні реакції, які відображають функціональну здатність системи кровообігу, що супроводжується збільшенням частоти серцевих скорочень, підвищенням тону судинної стінки, перерозподілу об'єму циркулюючої крові.

Ці реакції спрямовані на підтримку певного рівня систолічного тиску крові і хвилинного об'єму крові в умовах, що змінилися.

Хід роботи:

Ортостатичної проби:

1. Досліджуваній знаходиться в положенні лежачи протягом 3-5 хв., після чого у нього підраховують частоту пульсу за 15 сек. і результат множать на 4 (тим самим визначають вихідну частоту серцевих скорочень за 1 хв.)

2. Потім досліджуваній повільно (за 2-3 сек.) встає. Відразу після переходу у вертикальне положення, а потім через 3 хв. стояння (тобто коли показник ЧСС стабілізується) у нього знову визначають частоту серцевих скорочень (пульс за 15 сек. множать на 4).

3. Отримані дані занести у таблицю.

Нормальною реакцією на пробу є збільшення ЧСС на 10-16 ударів за 1 хв. відразу після підйому.

Після стабілізації цього показника через 3 хв. стояння ЧСС дещо зменшується, але на 6-10 ударів за 1 хв. має бути вища, ніж у горизонтальному положенні.

Більш виражена реакція свідчить про підвищену реактивність симпатичної частини вегетативної нервової системи, що притаманно недостатньо тренованим особам.

Слабша реакція спостерігається у разі зниженої реактивності симпатичної частини і підвищеного тону парасимпатичної частини вегетативної нервової системи. Слабша реакція, як правило, супроводжує розвиток стану тренованості.

Кліностатичної проби:

1. Досліджуваний знаходиться в положенні стоячи протягом 3-5 хв., після чого у досліджуваного підраховують частоту пульсу за 15 сек. і результат множать на 4 (тим самим визначають вихідну частоту серцевих скорочень за 1 хв.).

2. Потім досліджуваний повільно (за 2-3 сек.) переходить у положення лежачи. Відразу після переходу у горизонтальне положення, а потім через 3 хв. у нього знову визначають частоту серцевих скорочень (пульс за 15 сек., множать на 4).

3. Отримані дані занести у таблицю

Нормальною реакцією на пробу є зниження ЧСС на 8-14 ударів за 1 хв. відразу після переходу в горизонтальне положення і деяке підвищення показника після 3 хв. стабілізації, але ЧСС при цьому на 6-8 ударів за 1 хв. нижча, ніж у вертикальному положенні.

Значне зниження пульсу свідчить про підвищену реактивність парасимпатичної частини вегетативної нервової системи, менше – про знижену реактивність.

Таблиця 13

Показники частоти серцевих скорочень після проведення орто- і кліностатичної проб

Досліджувані особи	Назва проби	Вихідна ЧСС	ЧСС після проби		Характер реакції
			зразу	ч/з 3 хв	
	ортостатична				
	кліностатична				
	ортостатична				
	кліностатична				

Зробити висновки:

- чому зміна положення тіла у просторі призводить до зміни серцевої діяльності;
- визначити характер домінуючої вегетативної регуляції у осіб, які приймали участь у дослідженні;
- визначити рецептивні поля рефлексів, при подразненні яких спостерігали зміну діяльності серця.

Тестові завдання до контролю рівня знань:

1. У клініці при лікуванні деяких захворювань ЦНС, що супроводжуються інтенсивним збудженням окремих ділянок головного мозку, наприклад епілепсії, використовують медіатори ЦНС. Яку функцію вони забезпечують в ЦНС та до якої групи хімічних речовин вони належать?

- A. Гальмівні; амінокислоти, ГАМК, гліцин
- B. Збуджуючі; аміни, дофамін, серотонін
- C. Гальмівні; ацетилхолін, норадреналін
- D. Гальмівні; нейропептиди, вазопресин
- E. Збуджуючі; аміни, ацетилхолін, норадреналін

2. Як діє подразнення симпатичних і парасимпатичних волокон на роботу серця?

- A. Симпатичні – гальмують, парасимпатичні – стимулюють
- B. Симпатичні – стимулюють, парасимпатичні – стимулюють
- C. Симпатичні – не діють, парасимпатичні – стимулюють
- D. Симпатичні – стимулюють, парасимпатичні – гальмують
- E. Симпатичні – стимулюють, парасимпатичні – не діють

3. Які із зазначених функцій організму не належать до вегетативних?

- A. Травні
- B. Кровообігу
- C. Дихання
- D. Рухові, здійснювані гладкою мускулатурою
- E. Рухові, здійснювані скелетними м'язами

4. Тіла прегангліонарних нейронів симпатичної нервової системи розташовуються

- A. в задніх рогах крижових сегментів спинного мозку
- B. в бічних рогах крижових сегментів спинного мозку
- C. в задніх рогах шийних і грудних сегментів спинного мозку
- D. в бічних рогах шийних і грудних сегментів спинного мозку

5. Інтернейрони парасимпатичної нервової системи розташовуються

- A. в бічних рогах спинного мозку
- B. в задніх рогах спинного мозку
- C. в превертебральних гангліях
- D. в інтрамуральних гангліях

6. Метасимпатична система забезпечує регуляцію

- A. центральну

В. міжклітинну

С. внутрішньоорганну

7. Вищі центри регуляції вегетативних функцій розташовуються

А. в таламусі

В. в довгастому мозку

С. в гіпоталамусі

8. Нікотин у великих дозах блокує дію медіатора ... в ... синапсах АНС:

А. АХ ... нервово-органних

В. НА... гангліонарних

С. НА ... нервово-органних

Д. АХ ... гангліонарних

Е. А ... нервово-органних

9. Під час резекції шлунка у людини, яку оперують, спостерігалось ураження серцевої діяльності. Який відділ, наймовірніше, бере участь у формуванні такої рефлексорної реакції?

А. Ядра гіпоталамуса

В. Мигдалеподібний комплекс

С. Гіпофіз

Д. Ядра блукаючого нерва

Е. Спинний мозок

10. Який вплив чинить парасимпатичний відділ АНС на сфінктери ШКТ?

А. Викликає сильне скорочення

В. Спричинює як розслаблення, так і скорочення

С. Викликає розслаблення

Д. Приводить до помірного скорочення

Е. Не впливає

Відповіді: 1. А; 2. Д; 3. Е; 4. Д; 5. Д; 6. С; 7. С; 8. Д; 9. Д; 10. С.

Ситуаційні завдання:

1. Назвіть основні переваги нервової регуляції порівняно з гуморальною. Наведіть приклад прояву нервової регуляції.

2. Для припинення нападу бронхіальної астми, викликаного бронхоспазмом (задуха, викликане зменшенням просвіту бронхів і бронхіол), іноді використовується адреналін.

А. Якими фізіологічними механізмами обумовлений ефект адреналіну в даному випадку?

Б. Чому, перш ніж вводити адреналін, у хворого слід визначити величину кров'яного тиску?

В. Які супутні фізіологічні ефекти можуть при цьому спостерігатися?

3. В офтальмологічній практиці для розширення зіниць використовують розчин атропіну, що є М-холіноблокатором. Поясніть:

А) Чому закапування розчину атропіну викликає розширення зіниць?

Б) Чи можуть при цьому спостерігатися зміни частоти й сили серцевих скорочень?

В) Чи може при цьому змінитися скоротлива функція скелетних м'язів?

4. В експерименті доведено, що координована моторика ШКТ (перистальтика, ритмічна сегментація тощо) зберігається навіть після перерізання симпатичних і парасимпатичних нервів, що його іннервують. Поясніть:

А) Які механізми забезпечують збереження координованої моторики ШКТ у цьому випадку?

Б) Який вплив на моторну функцію ШКТ в організмі мають симпатичний і парасимпатичний відділи АНС?

5. Під час операцій на органах черевної порожнини за умов загального знеболювання хірурги обов'язково роблять новокаїнізацію брижі, блокуючи в такий спосіб проведення збудження нервовими волокнами. Поясніть:

А) З якою метою це робиться?

Б) Які рефлекторні вегетативні реакції можуть спостерігатися при механічному подразненні органів черевної порожнини?

В) Намалуйте схему рефлекторної дуги одного з таких вегетативних рефлексів.

6. Потові залози порівняно з іншими органами іннервуються СНС і мають особливості іннервації. Поясніть:

А) У чому особливості симпатичної іннервації потових залоз?

Б) Які ефекти потових залоз спостерігаються після введення атропіну?

Відповіді до ситуаційних завдань:

1. Точна адресація збудження, більша швидкість передачі збудження, терміновість реакцій органа, що іннервується.

2. А. У гладких м'язів бронхів знаходяться бета-адренорецептори, активація яких адреналіном призводить до розслаблення м'язів і зняття бронхоспазму;

Б. Адреналін викликає збільшення артеріального тиску.

В. Може спостерігатися збільшення сили і частоти серцевих скорочень, підвищення рівня глюкози в крові.

3. А) Зіниця звужується за умов скорочення кільцевого м'яза (сфінктера) райдужки, який іннервується парасимпатичними волокнами око-рухового нерва. Атропін, вибірково блокуючи М-холінорецептори м'яза, викликає розширення зіниці.

Б) М-холіноблокатор атропін викликає розширення зіниці, збільшення сили і ЧСС, зменшення перистальтики ШКТ (М-холінорецептори).

В) За цих умов не змінюється скоротлива функція скелетної мускулатури (Н-холінорецептори).

4. А) Після перерізання симпатичних і парасимпатичних нервів координована моторика ШКТ забезпечується рефлекторними дугами, що замикаються в межах м'язового і підслизового сплетіння у стінках травних органів — інтрамуральних гангліїв.

Б) Блукаючі нерви за допомогою холінергічного механізму підсилюють моторику ШКТ (збільшують ритм і силу скорочень). Разом із тим, блукаючі нерви чинять і гальмівний вплив: викликають релаксацію шлунка, знижують

тонус пілоричного сфінктера. Симпатичні нерви за допомогою альфа-адренорецепторів гальмують моторику ШКТ. Відомі і стимулювальні впливи симпатичних нервів, наприклад, на пілоричний сфінктер.

5. А) Блокада аферентних нервів, розташованих у брижі, охороняє організм від виникнення небажаних вісцеро-вегетативних рефлексів.

Б) Можуть спостерігатися зупинка серця, зміна моторики та секреції різних відділів ШКТ.

В) Схема: рецептори брижі — аферентні волокна блукаючого нерва — ядра блукаючого нерва в довгастому мозку — міокард.

6. А) Постгангліонарні симпатичні волокна, що іннервують потові залози, є холінергічними. Медіатор АХ підвищує активність потових залоз за рахунок взаємодії з М-холінорецепторами.

Б) Після введення атропіну буде зменшуватися або припинятися потовиділення в результаті блокади М-холінорецепторів, оскільки атропін є М-холіноблокатором.

Змістовий модуль 3. ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

Гуморальна регуляція – це механізм координації функцій організму, що здійснюється через кров, лімфу, тканинну рідину, тобто рідки середовища, за допомогою специфічних (гормонів) і неспецифічних (вуглекислий газ, продукти розпаду білків тощо) продуктів проміжного обміну. Гормони, що виділяються ендокринними залозами (залозами внутрішньої секреції), є найважливішими біологічними регуляторами обміну речовин та інших функцій організму.

У високорозвинених тварин гуморальна регуляція підпорядковується нервовій системі, складаючи разом із нею єдину систему нервово-гуморальних регуляторних пристосувань.

До залоз внутрішньої секреції відносять: щитовидну, паращитовидні (колощитовидні), виличкову (або тимус), надниркові залози (корковий і мозковий шари), островки Лангерганса підшлункової залози, статеві залози (яєчко та яєчник), гіпофіз (нижній мозковий придаток), епіфіз (верхній мозковий придаток), гіпоталамус.

Заняття 7. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ГУМОРАЛЬНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

Підшлункова залоза – залоза змішаної секреції. Ендокринну функцію виконують групи α - та β - клітин островців Лангерганса, що розміщені в тілі й хвості залози.

Інсулін – поліпептидний гормон β -клітин островців Лангерганса підшлункової залози. Основна роль гормону – зниження рівня глюкози в крові за рахунок стимуляції перенесення глюкози через мембрану інсулін-чутливих клітин-мішеней (перш за все м'язової тканини, печінки і жирової тканини), де інсулін стимулює:

- гліколіз (процес окислення глюкози);
- утворення з глюкози глікогену (в печінці і м'язах);
- синтез із глюкози жирів і білків.

При нестачі в організмі інсуліну розвивається цукровий діабет. Вміст глюкози в крові підвищується за рахунок неможливості її надходження в тканини.

Розрізняють два основних типи цукрового діабету:

- цукровий діабет I типу (інсулінозалежний, ювенільний), причиною якого є недостатня або повна відсутність секреції інсуліну клітинами підшлункової залози в результаті загибелі бета-клітин;
- цукровий діабет II типу (інсулінонезалежний, діабет дорослих), при якому чутливість клітин-мішеней до інсуліну знижена, вміст інсуліну при цьому може бути нормальним.

Щитовидна залоза – розміщена під та навколо щитовидного хряща на передній поверхні трахеї і по її боках. Щитовидна залоза складається з двох часток і перешийка. Тканина залози утворена клітинами двох видів: фолікулярними і парафолікулярними (С-клітинами).

Гормони щитовидної залози – тироксин (T₄) і трийодтиронін (T₃) є похідними амінокислоти тирозин.

Тироксин – йодовмісний гормон щитоподібної залози. Легко проходить крізь мембрану клітин, зв'язуючись з рецепторами в цитоплазмі і на ядрі клітин.

Гормон тироксин впливає на весь організм, так як рецептори до нього є в клітинах усіх тканин.

Тироксин впливає на процеси диференціювання тканин, дозрівання і підтримку активності нервової системи, підвищує чутливість до катехоламінів, підвищує активність обмінних процесів, що супроводжується збільшенням споживання кисню і збільшенням виділення тепла.

Утворення і секреція тироксину регулюється за механізмом негативного зворотнього зв'язку (рис. 16) з боку гіпофіза і гіпоталамуса. У аденогіпофізі утворюється гормон тиреотропін, який підтримує роботу щитоподібної залози і синтез гормону тироксину (T₄) і трийодтироніну (T₃).

Тиреотропін (ТТГ) (тиреотропний гормон) гормон гіпофіза. Інтенсивність синтезу і виділення тироксину знаходиться під контролем тиреотропного гормону.

У свою чергу, утворення тиреотропного гормону гіпофіза знаходиться під контролем релізінг-гормону гіпоталамуса тироліберину, який діє на тиреотропні клітини гіпофіза і стимулює утворення тиреотропіну. Виділяється циклічно (з інтервалом 30-40 хвилин).

Одним з функціональних методів, які застосовуються для діагностики стану щитоподібної залози, є метод визначення інтенсивності основного обміну.

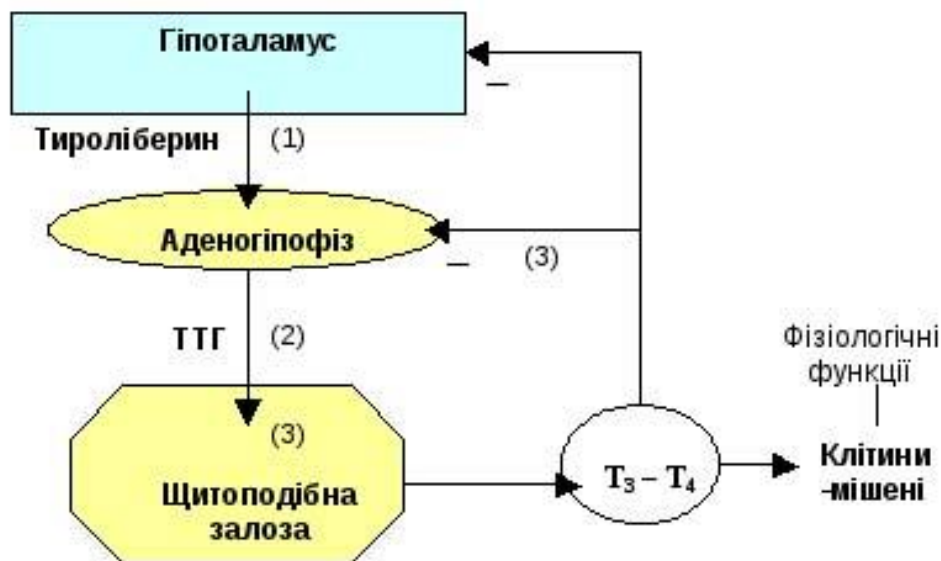


Рис. 16. Регуляція секреції гормонів щитоподібної залози

Інтенсивність обмінних процесів можна визначити за кількістю тепла, яке утворюється в процесі метаболізму і випромінюється в навколишнє середовище.

Гормони щитоподібної залози стимулюють процеси метаболізму: збільшується кількість спожитого кисню, підвищується виділення тепла. Інтенсивність метаболізму пропорційна кількості кисню, який споживається організмом за одиницю часу.

Пропілтіоурацил – має виражену тиреостатичну дію. Перешкоджає процесу йодування тиреоглобуліну, знижує утворення активної форми йоду в щитоподібній залозі, блокує систему пероксидаз. Гальмує перетворення T_4 в T_3 шляхом утворення реверсивного T_3 .

Гормони виділяються також клітинами деяких органів (нирки, серце, плацента, травний тракт).

Хоріонічний гонадотропний гормон (ХГ, ХГЧ) починає вироблятися тканиною хоріона після імплантації ембріона вже на 6-8-й день після запліднення яйцеклітини і є одним з найважливіших показників наявності та доброго розвитку вагітності.

ХГ, як і лютеїнізуючий та фолікулостимулюючий гормони, відноситься до гонадотропних гормонів. Починає продукуватися з перших годин вагітності і зростає в кілька тисяч разів до 7-11-го тижня вагітності, потім кількість його поступово знижується.

Для ранньої діагностики вагітності у жінок запропонований ряд методів, серед яких найбільшу цінність мали біологічні реакції піддослідних тварин на дію хоріонального гонадотропіну. До таких методів відноситься сперматозоїдна реакція Галлі-Майніні (реакція запропонована С. Galli-Mainini, аргентинським лікарем в 1947 році).

Хоріонічний гонадотропін, який не є специфічним жіночим чи чоловічим гормоном, надає однаково стимулюючу дію як на дозрівання фолікула, овуляцію і утворення жовтого тіла, так і на чоловічі статеві залози. При введенні сечі, що містить хоріонічний гонадотропін самцям жаб, у них збільшуються тестікули, активізується сперматогенез.

Мета заняття: ознайомитись з впливом гормонів на клітини-мішені та змінами функцій організму; вивчити механізми регуляції секреції гормонів.

Знати:

1. Відмінності нервової регуляції від гуморальної регуляції.
2. Механізм дії гормонів білкової та стероїдної природи на клітини-мішені.

Питання для підготовки до заняття:

1. Рецептори мембран і внутрішньоклітинні рецептори, вторинні посередники, G-протеїни, їх роль.
2. Регуляція секреції гормонів. Гіпоталамо-гіпофізарна система. Нейросекрети гіпоталамуса, роль ліберинів і статинів.
3. Роль гіпоталамо-гіпофізарної системи у регуляції функцій ендокринних залоз.
4. Роль соматотропіну, тироксину, трийодтироніну і інсуліну у регуляції процесів психічного, фізичного розвитку організму та лінійного росту тіла.
5. Роль кальцитоніну, паратгормону, кальцитріолу у регуляції сталості концентрації іонів кальцію та фосфатів у крові.
6. Роль гормонів підшлункової залози у регуляції цукру в крові.
7. Роль гормонів щитоподібної залози у регуляції функцій організму.
8. Роль гормонів прищитоподібних залоз у регуляції функцій організму.
9. Роль гормонів загруднинної залози (тимусу) у регуляції функцій організму.

10. Роль епіфіза у регуляції функцій організму.
11. Роль статевих гормонів у регуляції функцій організму.
12. Загальне уявлення про неспецифічну адаптацію організму до стресової ситуації.

Робота 1. Вплив інсуліну на рівень глюкози в крові (виконується на віртуальній моделі щура).

Обладнання: віртуальна експериментальна модельна установка (рис. 17).

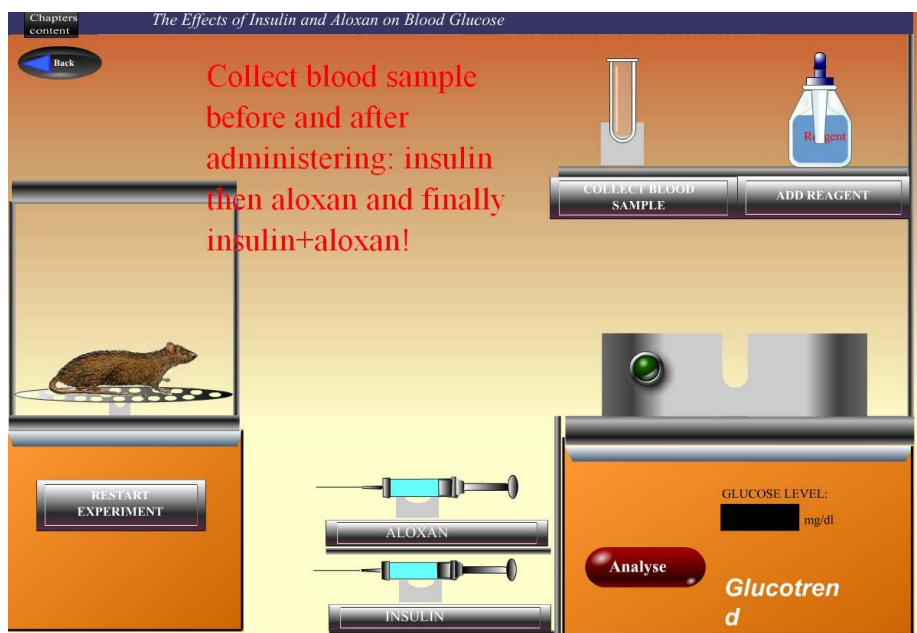


Рис. 17. Віртуальна експериментальна модельна установка по вивченню впливу інсуліну і алоксану на вміст глюкози в крові щура

Мета роботи: продемонструвати дію інсуліну на рівень глюкози в крові у здорового щура і у щура з інсулінозалежним (алоксановим) діабетом.

Опис експерименту: цукровий діабет у тварин можна викликати експериментально, вводячи в організм тварин алоксан (мезоксалілмочевину). Алоксан вибірково руйнує бета-клітини острівців Лангерганса, що призводить до порушення утворення інсуліну. Зробити забір зразка крові у здорового щура до, а потім після введення інсуліну. Виконати вимірювання вмісту глюкози в крові до і після введення інсуліну. Повторити такий же дослід зі щуром, який має алоксановий діабет.

Хід роботи:

1. Натиснути кнопку «Взяти зразок крові»
2. Натиснути кнопку «Додати реагент».
3. Натиснути кнопку «Аналіз».
4. Визначити рівень глюкози в крові.
5. Натиснути кнопку «Перезапуск експерименту».
6. Ввести інсулін (для цього натиснути стрілку, яка вказує на інсулін)
7. Повторити пп. 1, 2, 3, 4 і 5. Визначити рівень глюкози.
8. Запустити знову експеримент.
9. Ввести алоксан.
10. Повторити пп. 1, 2, 3, 4 і 5. Визначити рівень глюкози.
11. Дані занести в таблицю 14.
12. Перерахувати результати, отримані в мг% (мг/дл) в одиниці СІ, моль/л, для чого визначену кількість глюкози в мг/дл розділити на 18.
Наприклад: 97,2 мг% (мг/дл): 18 = 5,4 ммоль/л.

Таблиця 14

Вплив інсуліну і алаксану на вміст глюкози в крові щура

Дослід	Вихідний стан	Введення інсуліну	Введення алаксану
Рівень глюкози, мг/дл			
Рівень глюкози, ммоль/л			

13. Зробити висновки:

- пояснити механізм зміни рівня глюкози в крові після введення алаксану і інсуліну;
- пояснити механізм дії інсуліну на вміст глюкози в крові;
- пояснити механізм дії алаксану на вміст глюкози в крові.

Робота 2. Вплив тироксину, тиреотропіну і пропілтіоурацила на інтенсивність метаболізму (виконується на віртуальній моделі щура)

Обладнання: віртуальна експериментальна модельна установка, що складається з (рис. 18):

дихальної камери (замкнена), що містить наступні прилади:

- простий манометр, трубку в формі підкови з рідиною всередині;
- ґрати;
- лужний натр, який поглинає вуглекислий газ з дихальної камери.
- пристрій для накачування повітря в дихальну камеру.

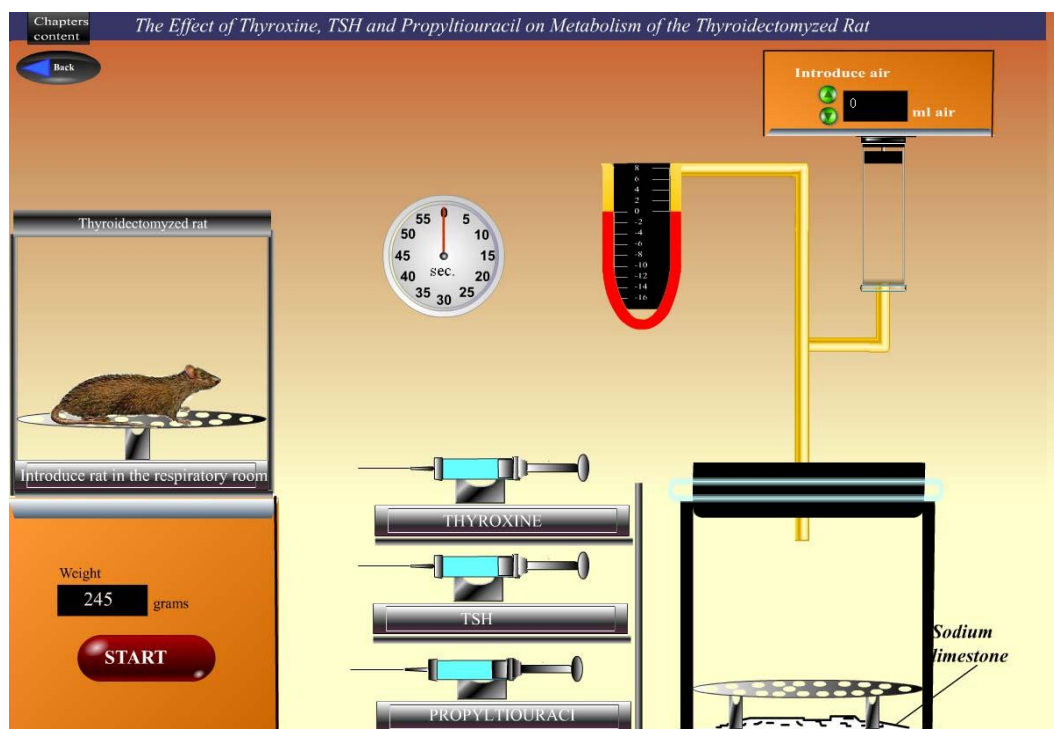


Рис. 18. Віртуальна експериментальна установка по вивченню впливу гормонів щитоподібної залози і блокатора синтезу гормонів на інтенсивність метаболізму

Мета роботи: продемонструвати вплив тироксину, тиреотропіну і пропілтіоурацила на інтенсивність обмінних процесів в організмі здорового щура і щурів з видаленою щитовидною (щитоподібною) залозою і гіпофізом.

Опис експерименту: Непрямий вимір інтенсивності обміну речовин засновано на вимірі кількості кисню, поглиненого організмом.

Визначити інтенсивність метаболізму у трьох щурів до і після введення тироксину, тиротропіну і тироліберину. Пояснити зміни в кількості поглиненого кисню, які спостерігаються за різних умов експерименту.

Хід роботи:

1. Помістити здорового щура в дихальну камеру;
2. Натиснути кнопку «Старт».
3. Протягом 60 сек спостерігати за зменшенням кількості кисню в дихальній камері по зміні рівня рідини в манометрі. Вуглекислий газ, що виділяється, поглинається натрієвим вапном.
4. Через 60 сек запустити повітря в дихальну камеру. Визначити кількість повітря, яке повинно було увійти в камеру для того, щоб врівноважити стовпчики рідини в манометрі.
5. Розрахувати коефіцієнт інтенсивності обміну речовин (K_{IOP}) за формулою:

$$K_{IOP} = \frac{\text{мл поглиненого } O_2 \times 60 \text{ (сек)} \times 1000 \text{ г}}{\text{маса тварини (г)}}$$

Таблиця 15

Вплив препаратів на поглинання кисню (інтенсивність метаболізму) у здорового щура і у щурів з видаленою щитовидною залозою і видаленим гіпофізом

Умови досліджу	Вихідний стан		Досліджувані речовини					
			тироксин		тиреотропін		пропілтіоураціл	
	мл O_2	К	мл O_2	К	мл O_2	К	мл O_2	К
Здоровий щур, 250 г								
Щур з видаленою щитовидною залозою, 245 г								
Щур з видаленим гіпофізом, 245 г								

6. Повторити пункти 1, 2, 3, 4 і 5 після додання тироксину, тиреотропіну або пропілтіоурацілу.

Виконати все вищесказане:

- зі здоровим щуром;
- з щуром, у якого видалена щитоподібна залоза;

- з щуром, у якого вилучений гіпофіз.

7. Отримані дані занести в таблицю 15 і розрахувати коефіцієнт інтенсивності обміну речовин.

8. Зробити висновки:

- описати механізм впливу тироксину, тиреотропіну і пропілтіоурацилу на інтенсивність обміну речовин у здорового щура;
- пояснити, чому у щура з вилученою щитоподібною залозою досліджувані препарати надали інший вплив на інтенсивність обмінних процесів в порівнянні зі здоровим щуром;
- пояснити, чому у щура з віддаленим гіпофізом досліджувані препарати надали інший вплив на інтенсивність обмінних процесів в порівнянні зі здоровим щуром і щуром з віддаленою щитовидною залозою.

Робота 3. Вивчення морфогенетичного впливу гормонів на організм

До початку роботи переглянути відеозаняття за посиланням. Сперматозоїдна реакція Гайлі-Майніні:
<https://www.youtube.com/watch?v=RGe6IMvJbZo&feature=youtu.be>

Обладнання і матеріали: шприц, сеча вагітної жінки (або гормон – хоріональний гонадотропін в стандартній упаковці), предметне скло, піпетка, мікроскоп.

Об'єкт дослідження: самець зеленої жаби (самець характеризується наявністю резонаторних мішків, коричневими мозолями біля основи першого пальця передніх лапок).

Мета роботи: спостерігати вплив гормонів вагітної жінки на сперматогенез жаби.

Опис експерименту: у самців жаби поза природного періоду їх розмноження у порожнині клоаки ніколи не буває сперматозоїдів. Звільнення зрілих сперматозоїдів з сім'яників і вихід їх у клоаку відбувається під впливом гонадотропних гормонів. Цей процес може відбутися протягом декількох десятків хвилин після введення сечі вагітної жінки, що містить хоріонічний гонадотропін.

Хід роботи:

1. Досліджувану сечу вагітної жінки (4 мл) профільтрувати.
2. Ввести сечу одноразово у спинний лімфатичний мішок жаби.
- Кожну реакцію ставлять одночасно не менш, як на двох жабах.
3. Через 30 хв, одну або дві години після ін'єкції сечі обережно ввести в клоаку жаби на глибину кількох міліметрів кінець очної піпетки, набрати невелику кількість вмісту клоаки і перенести його на предметне скло (рис.).
4. Накрити покривним склом, поставити під мікроскоп.
5. Розглянути під мікроскопом при великому збільшенні в злегка затемненому полі зору.
6. Спостерігати за наявністю рухливих сперматозоїдів самця жаби (рис. 19).

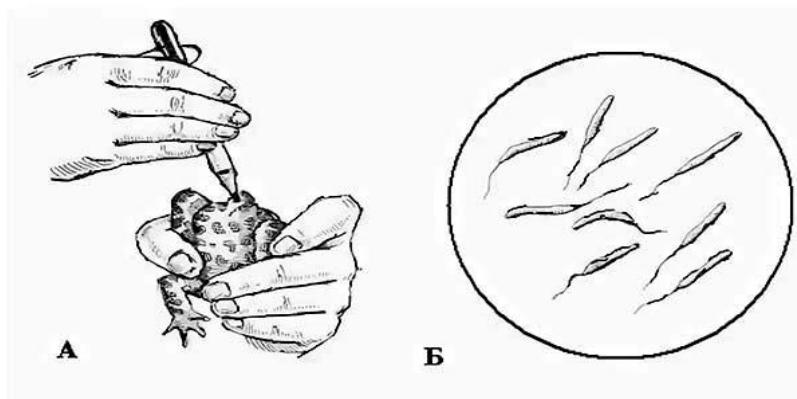


Рис. 19. А – взяття піпеткою вмісту з клоаки у жаби; Б – сперматозоїди зеленої жаби

Сперматозоїди жаби мають характерну форму завдяки дуже довгій і відносно вузькій голівці і довгому тонкому хвостику. Якщо сперматозоїди виявлені у вмісті клоаки, результат реакції вважається позитивним.

На самцях зеленої жаби реакція Галлі-Майніні дає 85-99 % вірних відповідей.

7. Зробити висновки:

- чому сеча вагітної жінки активізувала сперматогенез у самця жаби?
- чому рухливі сперматозоїди так швидко опинилися у клоаці самця жаби після введення сечі вагітної жінки?

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань

1. Рецептори гормонів містяться в:

- A. Еритроцитах крові
- B. Транспортному білку крові
- C. Клітинах органів-мішеней
- D. Ендотелії судин
- E. У рибосомах

2. Під час обстеження пацієнта в ендокринологічному диспансері виявлено підвищення рівня глюкози в крові до 11 ммоль/л. З дефіцитом якого гормону пов'язані ці зміни?

- A. Тестостерону
- B. Інсуліну
- C. Естрадіолу
- D. Паратгормону
- E. Глюкагону

3. У пацієнта спостерігаються збільшення окремих частин тіла (щелепи, носа, вух, язика, стопи, кисті) при збереженні пропорцій тіла. Це може бути пов'язане з:

- A. Гігантизмом
- B. Гіпертиреозом
- C. Цукровим діабетом
- D. Ожирінням
- E. Акромегалією

4. Жінка, 25 років, через місяць після пологів звернулась до лікаря зі скаргою на зниження утворення молока. Дефіцит якого гормону призвів до такого стану?

- A. Кортикотропіну
- B. Соматостатину
- C. Пролактину

5. Де, крім ЦНС, утворюється значна кількість регуляторних пептидів?

- A. Селезінка
- B. Печінка
- C. ШКТ
- D. Легені
- E. Нирки

6. Внутрішньоклітинна рецепція гормонів характерна для:

- A. Пептидів
- B. Стероїдних і тиреоїдних гормонів
- C. Катехоламінів
- D. Інсуліну
- E. Усі відповіді правильні

7. Яким гормонам більшою мірою властива видова специфічність?

- A. Стероїдним
- B. Білково-пептидним
- C. Похідним амінокислот

D. Гормонам не властива видова специфічність

E. Видова специфічність не залежить від хімічної природи гормонів

8. Який із методів кількісного визначення рівня гормонів є найбільш точним і широко використовується у клінічній практиці?

A. Радіоімунологічний

B. Хроматографічний

C. Електрофорез у гелі

D. Фотоелектрокалориметричний

E. Магніторезонансний

9. Основною формою транспорту кров'ю жиророзчинних гормонів до органів-мішенів є їх перенесення

A. У вільному вигляді

B. В комплексі зі специфічними білками плазми

C. В комплексі з форменими елементами крові

10. Які гормони виробляються мозковою речовиною наднирників?

A. Глюкокортикоїди, мінералокортикоїди

B. Адреналін, андрогенні гормони

C. Адреналін, глюкокортикоїди

D. Адреналін, норадреналін

E. Норадреналін, глюкокортикоїди

Відповіді: 1.C; 2.B; 3.E; 4.C; 5.C; 6.B; 7.B; 8.A; 9.B; 10 D.

Ситуаційні завдання:

1. До ендокринолога звернувся пацієнт для висновку про стан функції щитоподібної залози. В аналізі крові – знижений вміст тиреоїдних гормонів. З діагностичною метою пацієнту ввели тиреліберин. Результати дослідження: за 20 хв після введення тиреліберину в 5 разів підвищився вміст у крові тиреотропіну, а після 4 год зріс на 70 % вміст тиреоїдних гормонів (T_4 і T_3). Поясніть:

A) В якій ланці порушений гіпоталамо-гіпофізарно-тиреоїдний гормональний механізм?

B) Чи є у пацієнта гіпофізарна недостатність?

B) Чи є у пацієнта порушення функції щитоподібної залози?

2. На прийомі у педіатра перебувала дитина 10 років зі скаргами на сонливість, ослаблення уваги, слабку успішність. Під час діагностичного обстеження в дитини виявлена знижена функція щитоподібної залози. Поясніть:

A) Який елемент необхідний для нормального секреторного циклу тиреоїдних гормонів?

B) Які рекомендації слід дати цьому пацієнтові?

B). Збільшена або зменшена у цього пацієнта щитоподібна залоза?

3. На прийомі у ендокринолога перебуває дитина із затримкою росту. Після обстеження їй призначили для лікування кілька гормонів, у тому числі соматоліберин і соматотропін. Поясніть:

А) Функція якої залози внутрішньої секреції порушена у дитини?

Б) Чому для лікування затримки росту призначені обидва гормони?

В) У чому полягають відмінності дії цих гормонів?

4. Гіпоглікемія більш небезпечна для організму, ніж гіперглікемія. Яке непряме підтвердження цьому можна навести, склавши список гормонів, що регулюють вміст цукру в крові? Поясніть механізм дії цих гормонів.

5. Багато гормонів циркулюють в крові у зв'язаній з білками формі, в якій вони тимчасово втрачають свою активність. У чому фізіологічне значення такого зв'язку?

6. У епіфізі утворюється гормон мелатонін. Він, зокрема, гальмує дію гонадотропних гормонів. Світло, в свою чергу, пригнічує синтез мелатоніну. Чи можна на цій підставі стверджувати, що епіфіз бере участь в регуляції річних ритмів плодючості ссавців?

7. У молодій здорової жінки виявлено збільшення вмісту в крові тиреокальцитоніну. Чи можете Ви припустити щось про стан цієї жінки?

8. Що станеться з функцією залози внутрішньої секреції, якщо в організм вводити великі дози гормону, який виробляється цією залозою?

9. Людям, що проживають у зоні ризику Чорнобильської АЕС, як профілактичний засіб після аварії вводили препарати йоду. Поясніть, з якою метою це робилося.

10. Загальна улюблениця – породиста собака, принесла незвичайно великий приплід – вісьмох щенят. Незабаром після пологів без видимих причин у собаки почалися сильні судоми. Господарі не знали що робити, судоми посилювалися. Зрештою сталася зупинка дихання і собака загинула. В чому причина? Чи можна було врятувати тварину?

Відповіді до ситуаційних завдань:

1. А). Недостатній вміст тиреоїдних гормонів у організмі може бути наслідком ураження гіпоталамуса, гіпофіза і щитоподібної залози.

Б-В). Недостатності гіпофізу і порушення функцій щитовидної залози немає. Так як у цьому випадку за умов введення тиреоліберину рівень тиреотропіну і тиреоїдних гормонів зростає, це вказує на відсутність ураження гіпофіза та щитоподібної залози. Можна подумати на порушення синтезу тиреоліберину у пацієнта.

2. А) Недостатній вміст в організмі тиреоїдних гормонів (T_4 і T_3) може бути спричинений різними факторами, до яких належать недостатнє надходження йоду в організм, уроджене порушення біосинтезу тиреоїдних гормонів, вплив радіоактивного опромінення. Для нормального утворення тиреоїдних гормонів T_4 і T_3 необхідний йод.

Б) Дитині слід приймати йодовмісні препарати, у харчовому раціоні використовувати йодовану сіль.

В) Об'єм щитоподібної залози збільшений.

3. А) порушена функція аденогіпофіза.

Б) Для запобігання карликовості.

В) Соматоліберин має стимулювальну дію на продукцію СТГ у гіпофізі.

Г) СТГ викликає підвищення синтезу білків і збільшення строми організму, регулює жировий і вуглеводний обмін, сприяє росту кісток у довжину, стимулює синтез і секрецію соматомединів у печінці, які регулюють ріст некісткових тканин.

4. В організмі найважливіші механізми дублюються. Відомий тільки один гормон, що знижує рівень цукру (інсулін), і сім гормонів, що підвищують цей рівень.

5. Білок – це переносник гормону, він захищає молекулу гормону від руйнування, поки вона не досягне клітин - мішеней, яким адресована і на деякий час зменшує кількість вільних гормонів у крові.

6. Чим більше світла (довгий день), тим менше утворюється гормону мелатоніну, що супроводжується підвищенням активності гонадотропних гормонів а, отже, і статевих гормонів, що регулюють статеву поведінку. Тому періоди розмноження припадають на весну і літо.

7. Тиреокальцитонін зменшує кількість іонів кальцію в крові. Якщо жінка здорова, значить, ніяких переломів кісток у неї не було, тобто підвищеної потреби у кальції у неї не було. На що ж витрачався кальцій? Очевидно, на побудову кісток плода при утворенні нової кісткової тканини, що вимагає великої кількості кальцію. Отже, мова йде про вагітну жінку. При годуванні немовляти також витрачається багато кальцію, що надходить в молоко. Так що можливий і варіант, що годує.

8. Якщо гормон вводиться ззовні, то діяльність залози, що виробляє цей гормон, гальмується аж до припинення його утворення. Може початися навіть атрофія залози. Це загальний біологічний принцип, який полягає в тому, що орган, навантаження на який різко зменшено, настільки ж різко послаблює свою функцію, аж до атрофії структур цього органу. Наприклад, непрацюючі скелетні м'язи, міокард серця при значному обмеженні фізичних навантажень зменшуються в своїх розмірах.

Одне з найважливіших завдань медицини – навчитися визначати оптимальний рівень навантаження на орган в кожному конкретному випадку.

9. Йод у великих кількостях захоплюється клітинами щитоподібної залози до повного насичення. Під час аварії в атмосферу і ґрунт потрапила велика кількість радіоактивних ізотопів йоду. Потрапляння його в організм приводить до концентрування радіоактивного йоду в щитоподібній залозі. Попереднє насичення залози звичайним нерадіоактивним йодом запобігає такій небезпеці.

10. Приплід виявився незвично великим. Отже, організм матері повинен був витратити додаткові ресурси на формування численних цуценят. Судоми виникають при нестачі кальцію в організмі. Підвищують рівень кальцію в організмі паращитовидні залози за рахунок його мобілізації з кісткової тканини.

Однак в організмі вагітної собаки створилися особливі умови. Вісім цуценят – це дуже велика кількість кісткової тканини, на формування якої організм витратив так багато кальцію, що паращитовидні залози не змогли

досить швидко компенсувати його посиленні витрати. В результаті кількість кальцію різко зменшилася. А це призвело до значного підвищення збудливості ЦНС і виникнення судом. Якщо ж судоми поширюються і на дихальні м'язи, настає загибель. Врятувати тварину можна було введенням кальцію, наприклад розчину хлористого кальцію.

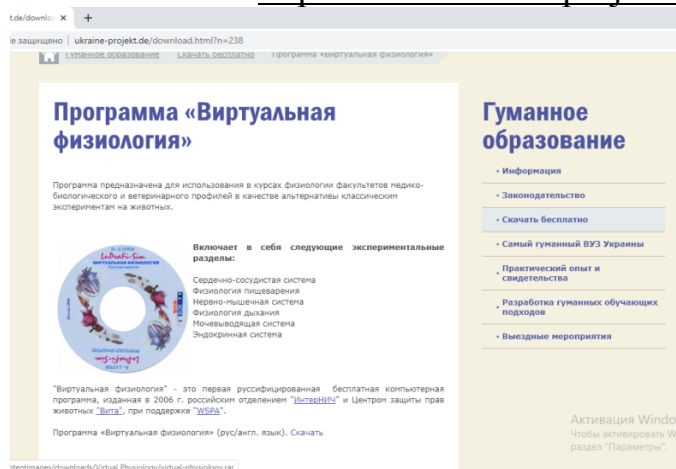
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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

Интернет ресурси

1. <http://meduniver.com/Medical/Physiology>
2. <http://www.medicinform.net/human/fisiology.htm>
3. <http://humbio.ru/humbio/physiology/0005e445.htm>
4. «Виртуальная физиология» «LuPraFi-Sim»:
<http://www.ukraine-projekt.de/download.html?n=238>
2. Приготування нервово-м'язового препарату («Приготовление нервно-мышечного препарата»): <https://www.youtube.com/watch?v=5E353SC1RQA>
3. Перший дослід Л.Гальвані (Первый опыт Л. Гальвани):
https://www.youtube.com/watch?v=qpW_PW7XDkM
4. Другий опит Л. Гальвані (Второй опыт Л. Гальвани) :
<https://www.youtube.com/watch?v=pRYnCl3n1MA>
5. Дослід Матеучі (Опыт Маттеучи):
<https://www.youtube.com/watch?v=NHtFxJ7XTXo>
6. Потенціал спокою («Потенциал покоя»):
https://www.youtube.com/watch?v=D_LfN30KWCY
7. Потенціал дії («Потенциал действия»):
<https://www.youtube.com/watch?v=E1HTT6MIkNM>
8. Визначення порогу збудження («Определение порога возбуждения»):
<https://www.youtube.com/watch?v=Ned0-kWH37M>
9. Гальмування за Сеченовим. Дослід І.М.Сеченова («Сеченовское торможение. Опыт И.М.Сеченова»): <https://www.youtube.com/watch?v=A61M-AtCxrQ>
10. Спинномозкові і екстероцептивні рефлексі жаби («Спинномозговые экстероцептивные рефлексы лягушки»):
<https://www.youtube.com/watch?v=Wic9rPa5L1E>
11. Аналіз рефлексорної дуги захисного моторного спинномозкового рефлексу жаби («Анализ рефлексорной дуги защитного двигательного спинномозгового рефлекса лягушки»):
<https://www.youtube.com/watch?v=TiNdQ9nDQgc>
12. Визначення часу рефлексу за Тюрком («Определение времени рефлекса по Тюрку»): <https://www.youtube.com/watch?v=g6haf1ahAqw>
13. Сперматозоїдна реакція Гайлі-Майніні («Сперматозоидная реакция Гайли-Майнини»):
<https://www.youtube.com/watch?v=RGe6IMvJbZo&feature=youtu.be>

Для роботи у «Виртуальной физиологии» необхідно установити програму за посиланням: <http://www.ukraine-projekt.de/download.html?n=238>



1. Скачати програму



2. Обрати мову (рус/анг)



3. Обрати необхідний розділ

Навчальне видання

Гладкій Тетяна Володимирівна, **Майкова** Ганна Вікторівна,
Еберле Лідія Вікторівна, **Коломійчук** Тетяна Вікторівна

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

Ч. 1. Змістові модулі 1 -3

**Фізіологія збудливих тканин; Нервова регуляція функцій
організму; Гуморальна регуляція функцій
Лабораторні роботи та завдання для перевірки знань**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для студентів вищих навчальних закладів
до лабораторних занять з курсу

В авторській редакції

Підп. до друку 02.12.2021. Формат 60х84/16.
Ум.-друк. арк. 5,70. Тираж 14 пр.
Зам. № 2389.

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

Україна, 65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12

Тел.: (048) 723 28 39. E-mail: druk@onu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.