

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ МЕДИЧНИЙ ІНСТИТУТ  
КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ І ПАТОФІЗІОЛОГІЇ  
З КУРСОМ МЕДИЧНОЇ БІОЛОГІЇ

# РОБОЧИЙ ЗОШИТ

ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З  
ФІЗІОЛОГІЇ

для студентів I курсу спеціальності  
6.223.02.01 «Екстренна медицина»  
денної форми навчання

СТУДЕНТА \_\_\_\_\_ГРУПИ

---

---

**2024-2025 навчальний рік**

## І СЕМЕСТР

### МОДУЛЬ 1. ВВЕДЕННЯ В ФІЗІОЛОГІЮ. ФІЗІОЛОГІЯ ЗБУДЛИВИХ СТРУКТУР. НЕРВОВА І ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ».

*Практичне заняття № 1*

Дата: \_\_\_\_\_

**Тема: "Предмет і задачі фізіології. Методи фізіологічних досліджень " (2 год.)**

***Питання до підготовки:***

1. Загальна інформація про дисципліну.
2. Регламент з дисципліни.
3. Інструктаж з техніки безпеки.
4. Предмет і задачі фізіології.
5. Фізіологія як наукова основа медицини про функції організму, шляхи збереження здоров'я і працездатності.
6. Значення фізіології у підготовці лікаря.
7. Основні поняття фізіології.
8. Рівні будови організму людини.
9. Фізіологічні характеристики функцій, їх параметри.
10. Функції клітин, тканин, органів, організму в цілому.
11. Вікові та статеві особливості функцій.
12. Основні функціональні характеристики живих організмів: обмін речовин та енергії, гомеостаз, адаптація, саморегуляція, розмноження, ріст, розвиток, подразливість.
13. Методи фізіологічних досліджень.
14. Коротка характеристика розвитку фізіології.
15. Роль робіт Гарвея та Р. Декарта.
16. Становлення і розвиток фізіології у XIX-XX століттях (К. Бернар, Е. Дюбуа-Реймон, І. Кеннон, Б. Людвіг, Ч. Шерінгтон).
17. Внесок робіт І.М. Сеченова, І.П. Павлова, М.Є. Введенського, О.О. Ухтомського, Л.А. Орбелі, П.К. Анохіна в розвиток світової фізіології.
18. Українська фізіологічна школа: В.Я. Данилевський, В.Ю. Чаговець, Д.С. Воронцов, П.М. Серков, П.Г. Костюк, В.І. Скок, М.В. Шуба, Г.С. Фольборт, В.В. Фролькіс, В.М. Нікітін.
19. Огляд основних методів фізіологічних досліджень.
20. Характеристика експериментальних та клінічних методів.
21. Експериментальні моделі. Лабораторні тварини.
22. Прилади, що застосовуються у фізіологічних дослідженнях.

*Практичне заняття № 2*

Дата: \_\_\_\_\_

**Тема: " Потенціал спокою нервових і м'язових волокон. Потенціал дії нервових та м'язових волокон". (2 год.)**

1. Поняття про мембранний потенціал та потенціал спокою.
2. Роль В.Ю. Чаговця у розвитку гіпотези про іонні механізми походження потенціалу спокою.
3. Методи реєстрації потенціалу спокою.
4. Поняття про деполяризацію і гіперполяризацію.
5. Фізичні характеристики потенціалу спокою..
6. Потенціал спокою нервових та скелетних м'язових волокон. Основні та додаткові фактори, які впливають на його величину.
7. Фізіологічна роль потенціалу спокою
8. Потенціал дії: структура, фізичні і фізіологічні характеристики.
9. Будова та основні властивості іонних білків-каналів, які беруть участь у розвитку ПД.
10. Іонні механізми розвитку основних фаз ПД.
11. Збудливість, її зміни під час розвитку ПД.

**Практична робота №1: "Приготування препарату спінальної жаби".**

**Матеріали та обладнання:** ножиці, пінцет, зонд, штатив, вата, серветки, об'єкт дослідження - жаба.

**Порядок роботи:**

1. Взяти жабу в ліву руку.
2. Зафіксувати голову жаби між вказівним та середнім пальцями, одночасно фіксуючи її задні кінцівки.
3. Провести декапітацію, видаливши верхню щелепу разом з головним мозком на рівні куточків рота (рис.1). Отриманий препарат називається спінальною жабою.
4. Закріпити жабу за нижню щелепу на штативі.
5. Кінчиком пінцета нанести механічне подразнення на задню кінцівку декапітованої жаби, спостерігати реакцію (рис.2).
6. Зруйнувати зондом спинний мозок жаби (рис.3). Повторити механічне подразнення.



Рис. 1



Рис.2

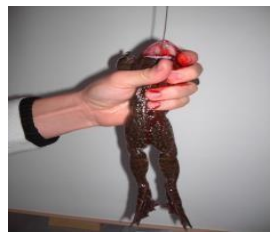


Рис.3

**Результати:** 1) Що спостерігали при нанесенні механічного подразнення спінальній жабі?

2) Що спостерігали при нанесенні механічного подразнення жабі після руйнування спинного мозку?

1)

---



---



---

**Висновок:** 1) Про що свідчить зникнення реакції після руйнування спинного мозку?

2) Де локалізовані рухові центри?

---



---



---

**Практична робота №2: "Приготування реоскопічної лапки".**

**Матеріали та обладнання:** ножиці, пінцет, зонд, вата, серветки, піпетка, препарувальна дощечка, розчин Рінгера, об'єкт дослідження - жаба.

**Порядок роботи:**

1. Приготувати препарат спінальної жаби (рис.1).
2. Зруйнувати зондом спинний мозок.
3. Перерізати хребет посередині тулуба (рис.2).
4. Підрізати шкіру і м'язи черевця справа і зліва вздовж тазових кісток. Видалити верхню частину тулуба разом з внутрішніми органами (рис.3).
5. Вимити руки, інструменти і тушку, оскільки на шкіру жаби відкриваються протоки залоз, які виділяють їдкий слиз.
6. Зняти шкіру, захопивши її марлевою серветкою (рис.4,5).
7. Вирізати куприкову кістку (уростиль).
8. Розрізати препарат уздовж середньої лінії на 2 частини (рис.6,7).
9. Покласти їх дорсальним боком догори, розсунути м'язи стегна та знайти сідничний нерв.
10. Відпрепарувати стегнову кісточку і сідничний нерв по всій довжині від хребта до колінного суглоба. Отриманий препарат називається реоскопічною лапкою (рис.8). Під час препарування не можна розтягувати сідничний нерв і брати його пінцетом.
11. За допомогою електростимулятора з електродами перевірити функціональний стан реоскопічної лапки, подразнюючи сідничний нерв електричним струмом (рис.9)

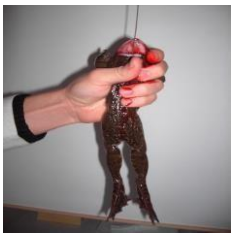


Рис.1.



Рис.2



Рис.3



Рис.4



Рис.5



Рис.6

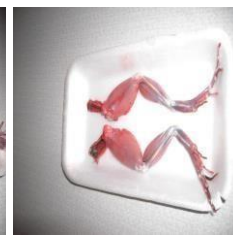


Рис.7

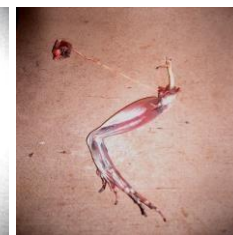


Рис.8



Рис.9

**Результати:** 1. Що спостерігали при нанесенні електричного подразнення на сідничний нерв?

2. Замалювати будову реоскопічної лапки, підписати її складові частини.

1)

---



---



---

2.Будова реоскопічної лапки :

**Практична робота №3: "Приготування нервово-м'язового препарату".**

**Матеріали та обладнання:** ножиці, пінцет, зонд, вата, серветки, піпетка, препарувальна дощечка, розчин Рінгера, об'єкт дослідження - жаба.

**Порядок роботи:**

1. У реоскопічній лапці перерізати ахілловий сухожилок в дистальній його ділянці (рис.1)
2. Пінцетом відділити литковий м'яз від інших тканин. Видалити всі тканини, нижче колінного суглоба (рис.2,3).
3. Отриманий препарат, що включає ахілловий сухожилок, литковий м'яз, колінний суглоб, сідничний нерв, фрагмент стегнової кістки, частину хребта називається нервово-м'язовим препаратом (рис.4).
4. За допомогою електростимулятора перевірити функціональний стан нервово-м'язового препарату:
  - А) подразнюючи сідничний нерв (непряме подразнення) (рис.4);
  - Б) подразнюючи литковий м'яз (пряме подразнення) (рис.5).

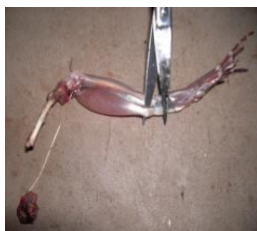


Рис.1

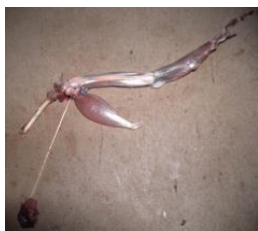


Рис.2



Рис.3

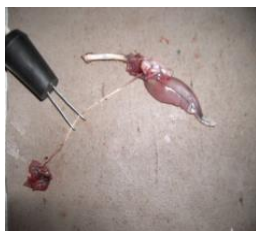


Рис.4

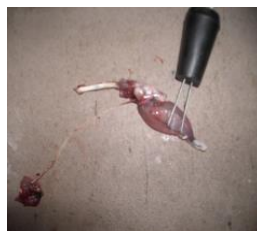


Рис.5

**Результати:** 1. Що спостерігали при нанесенні електричного подразнення на сідничний нерв?

2. Що спостерігали при нанесенні електричного подразнення на литковий м'яз?

3. Замалювати схему будови нервово-м'язового препарату, підписати його складові частини.

1)

2)

3. Будова нервово-м'язового препарату :

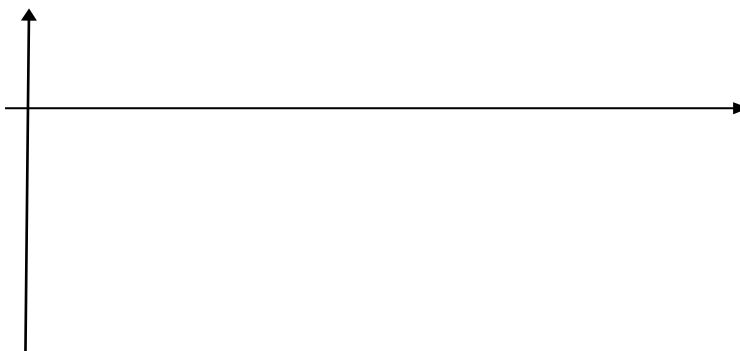
**Висновок:** 1. До якого типу фізіологічних структур належать нервова і м'язова тканини?

2. Які властивості проявляють нервова і м'язова тканини?

Підпис викладача: \_\_\_\_\_

### Самостійна робота.

1. Замалюйте графічно потенціал дії, позначте його фази.



2. Як впливатиме на виникнення потенціалу дії блокування потенціал залежних Na-каналів за допомогою специфічного блокатора - тетрадотоксину? Поясніть чому?

---



---



---

3. Збільшили концентрацію іонів натрію у нервовій клітині. Як це вплине на виникнення потенціалу дії? Чому?

---



---



---

4. Що є основним фактором, що визначає критичний рівень деполяризації? Поясніть, як цей фактор впливає на поріг деполяризації?

---



---



---

5. Гігантський аксон кальмара помістили у середовище, яке за своїм складом відповідає міжклітинній рідині. При подразненні аксона у цьому випадку реєстрували виникнення ПД. Потім вирівняли концентрацію іонів натрію у середовищі, що оточує аксон, і в аксоні. Що з'ясувалося при подразненні аксона у цьому випадку? Поясніть.

---



---



---

Підпис викладача \_\_\_\_\_

**Практичне заняття № 3**

Дата: \_\_\_\_\_

**Тема: "Механізми електричного подразнення збудливих структур. Проведення збудження по нервових та м'язових волокнах . Скорочення скелетних і гладеньких м'язів " (2 год.)**

**Питання до підготовки:**

1. Значення параметрів постійного електричного струму для виникнення збудження.
2. Пасивні та активні електричні потенціали, зумовлені електричною стимуляцією.
3. Порівняльна характеристика локальної відповіді і потенціалу дії.

4. Зміни збудливості нервових і м'язових волокон, обумовлені електричним струмом: катодична депресія, анод-розмикаюче збудження, акомодация.
5. Застосування постійного електричного струму для оцінки збудливості тканин та їх електричної стимуляції.
6. Поняття про синапси. Порівняльна характеристика хімічних і електричних синапсів.
7. Основні закономірності проведення збудження через хімічні синапси.
  1. Нервово-м'язові синапси. Їх структура. Закони проведення збудження по нервових і м'язових волокнах.
  2. Механізм поширення потенціалу дії по нервових і м'язових волокнах.
  3. Особливості проведення збудження по мієліновим нервовим волокнах.
  4. Фактори, які визначають швидкість проведення потенціалу дії по нервових і м'язових волокнах.
  5. Класифікація нервових волокон.
  8. турно-функціональна організація.
  9. Аксонний транспорт, його значення
    1. Структурна організація скорочувального апарату м'язів.
    2. Саркомер, його складові.
    3. Суть теорії Хакслі-Хансона ("ковзання міофіламентів").
    4. Структура актинових і міозинових філаментів.
    5. Сучасне уявлення про механізм скорочення м'язових волокон.
    6. Етапи процесу скорочення.
    7. Хімізм та енергетика м'язового скорочення.
    8. Поняття про моторну одиницю. Класифікація моторних одиниць.
    9. Основні особливості скорочувального апарату і функціонування гладеньких м'язів.
    10. Фізіологічні характеристики скорочення м'язів.
    11. Поняття про ізотонічний та ізометричний режими скорочення м'язів.
    12. Сила. Типи м'язової сила та фактори, що на неї впливають.
    13. Тривалість сорочення. Пояття про тетанус та його види.
    14. Швидкість. Залежність швидкості скорочення від навантаження.
    15. Робота. Статичний та динамічний вид роботи м'язів.
    16. Втомилення м'язів. Фактори, що впливають на втомилення.
    17. Електроміографія, як метод вивчення фізіологічних зарактеристик скорочення м'язів.
    18. Використання динамометрії для визначення сили м'язів.

### **Практична робота №1: "Визначення абсолютної сили м'язів кисті".**

**Матеріали та обладнання:** динамометри.

#### **Порядок роботи:**

1. Піддослідний в положенні стоячи відводить витягнуту руку з динамометром в бік під прямим кутом до тулуба. Друга рука опущена та розслаблена.
2. По сигналу піддослідний виконує максимальне зусилля на динамометрі 5 разів з інтервалом 5 секунд. Динамометр стискати пальцями без ривків з усієї сили.
3. Кожен результат фіксувати.
4. Абсолютну силу м'язів оцінити по кращому результату.

#### **Результати:**

f1 =  
 f2 =  
 f3 =  
 f4 =  
 f5 =\_\_

**Висновок:** Абсолютна сила м'язів кисті становить \_\_\_ Н/см<sup>2</sup>

**Практична робота №2: "Визначення рівня працездатності м'язів кисті"**

**Матеріали та обладнання:** динамометри.

**Порядок роботи:**

1. Піддослідний 10 разів вимірює абсолютну силу м'язів кисті з інтервалом 5 секунд.
2. Результати зафіксувати.
3. Рівень працездатності м'язів визначити за формулою:  
 $P = (f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6 + f_7 + f_8 + f_9 + f_{10}) : 10$ , де P - рівень працездатності,  
 f - показник динамометра.

**Результати:**

$f_1 =$  \_\_\_\_\_  $f_6 =$  \_\_\_\_\_

$f_2 =$  \_\_\_\_\_  $f_7 =$  \_\_\_\_\_

$f_3 =$  \_\_\_\_\_  $f_8 =$  \_\_\_\_\_

$f_4 =$  \_\_\_\_\_  $f_9 =$  \_\_\_\_\_

$f_5 =$  \_\_\_\_\_  $f_{10} =$  \_\_\_\_\_

$P = ( \_ + \_ + \_ + \_ + \_ + \_ + \_ + \_ + \_ + \_ ) : 10 =$  \_\_\_\_\_

**Висновок:** Рівень працездатності м'язів кисті дорівнює \_\_\_\_\_ Н/см<sup>2</sup>

**Практична робота №3: "Визначення показника зниження працездатності м'язів кисті"**

**Матеріали та обладнання:** динамометри.

**Порядок роботи:**

Використовуючи результати отримані в досліді 2, показник зниження працездатності обчислити за формулою:

$S = (f_1 - f_{min}) : f_{max} * 100\%$  де S - показник зниження працездатності,

$f_1$  - величина початкової динамометрії = \_\_\_\_\_

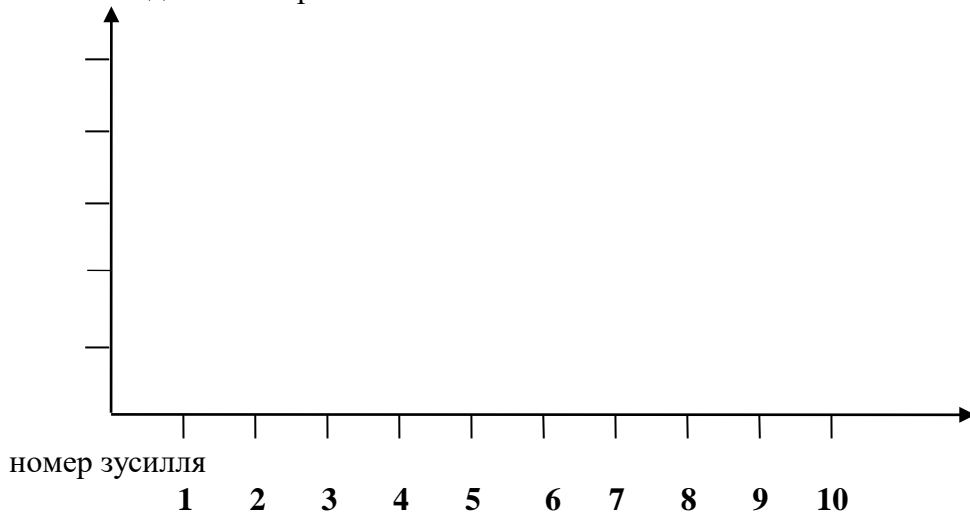
$f_{max}$  - максимальна величина зусилля = \_\_\_\_\_

$f_{min}$  - мінімальна величина зусилля = \_\_\_\_\_

**Результати:** 1.  $S = ( \_ - \_ ) : \_ * 100\%$        $S =$  \_\_\_\_\_

2. Накреслити графік, який виявить характер зниження працездатності: на осі абсцис відкласти порядкові номери зусиль, на осі ординат - показники динамометра при кожному зусиллі.

Показник динамометра





**Висновок:** Показник зниження працездатності становить \_\_\_\_\_ %

Підпис викладача \_\_\_\_\_

***Самостійна робота.***

1. Замалювати графічно закон сили-часу. Позначити реобазу, хронаксію та корисний час.



2. Геміхоліній пригнічує поглинання холіну пресинаптичними закінченнями. Як це вплине на передання збудження в нервово-м'язовому синапсі? Чому?

---



---



---

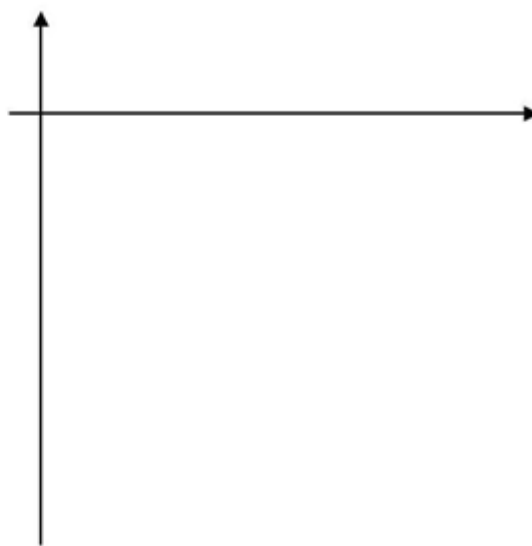
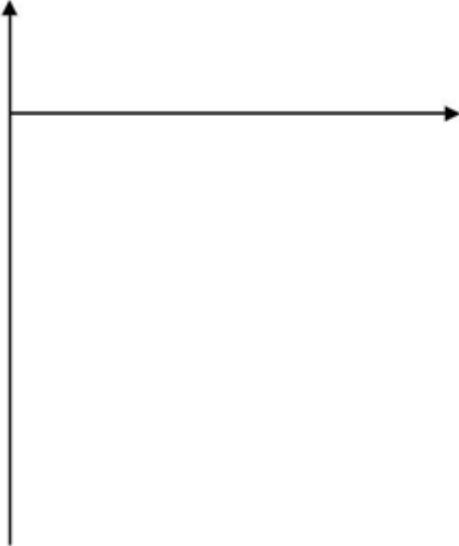


---

3. Замалювати потенціал дії характерний для явища:

а) катодичної депресії

б) анодно-розмикального збудження.



4. У клініці для місцевого прогрівання тканин використовують високочастотні змінні струми високої напруги (діатермія). Чи викликають ці струми збудження клітин? Чому?

---



---



---



---

5. Замалювати нервово-м'язовий синапс, підписати його складові.

***Самостійна робота.***

1. Замалюйте саркомер. Позначте його складові частини.

2. Замалюйте молекулу міозину. Позначте її компоненти.

3. При якій довжині саркомеру сила скорочення найбільша? Чому?

---

---

---

4. У м'язових волокнах є система поперечних Т-трубочок, а у нервових волокнах вона відсутня. У чому полягає фізіологічний сенс цієї різниці?

---

---

---

5. Міастенія гравіс – захворювання, при якому зменшується кількість холінорецепторів на постсинаптичних мембранах. У зв'язку з чим послаблюється реакція м'язів на подразнення нервів, розвивається м'язова слабкість. Чому стан таких хворих поліпшується при введенні антихолінергічних засобів?

---

---

---

Підпис викладача \_\_\_\_\_

## Модуль 2. НЕРВОВА І ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ.

*Практичне заняття №4*

Дата: \_\_\_\_\_

**Тема: " Загальні закономірності нервової регуляції функцій. Збудження і гальмування в ЦНС " (2 год.)**

### ***Питання до підготовки:***

1. Основні риси нервової регуляції функцій.
2. Структура і функції нейрону .
3. Нейроглія, її функціональне значення.
4. Властивості нервових центрів.
5. Координація рефлекторної діяльності.
6. Домінанта. Властивості, причини появи та зникнення.
7. Синапси ЦНС, їх будова, механізми передачі інформації.
8. Класифікація медіаторів, їх загальна характеристика.
9. Характеристика збуджуючого і гальмівного постсинаптичних потенціалів
10. Механізми центрального збудження.
11. Центральне гальмування, його види та значення.
12. Роль гальмівних нейронних ланцюгів у виникненні центрального гальмування

### **Практична робота №1: "Дослідження часу рефлексу (за Тюрком)".**

L.Turck (1810-1868) – австрійський невропатолог.

Загальний час рефлексу (латентний період) визначають від початку дії подразника до початку рефлекторної реакції. Він складається з: а) часу, потрібного для виникнення збудження в рецепторах; б) часу проведення збудження від рецепторів до нервового центру; в) часу проведення збудження через нервовий центр («центральный час рефлексу»); г) часу, потрібного для передачі збудження з еферентного нервового волокна на орган ефektor і для прояву його функції.

**Матеріали та обладнання:** набір препаратувальних інструментів (пінцет анатомічний, ножиці малі, ножиці великі, скальпель, зонд), штатив, фізіологічний розчин, препаратувальні дощечки, серветки, вата, лоток, розчини 0,5% та 0,1% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, стакан з водою, секундомір, об'єкт дослідження - жаба.

### **Порядок роботи :**

1. Приготувати спінальну жабу.
2. Закріпити спінальну жабу за нижню щелепу на гачку штатива.
3. Дистальній відділ стопи однієї із задніх лапок занурити в стакан з 0,1% розчином H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, одночасно включити секундомір.
4. Відрахувати час від моменту занурення кінцівки в кислоту до початку згинального рефлексу.
5. Після проведення вимірювання промити препарат водою.
6. Повторити дослід 2-3 рази, з інтервалами 2-3 хвилини і розрахувати середній час рефлексу для даної сили подразника.
7. Повторити дослід з 0,3% та 0,5% розчинами H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Розрахувати середній час рефлексів.

- Результати:**
1. Розрахувати середній час рефлексу Тюрка для кожної сили подразника.
  2. Графічно зобразити залежність часу рефлексу від сили подразника.
  3. Замалювати схему дослід.
  4. Замалювати схему рефлекторної дуги для рефлексу Тюрка.

---



---



---

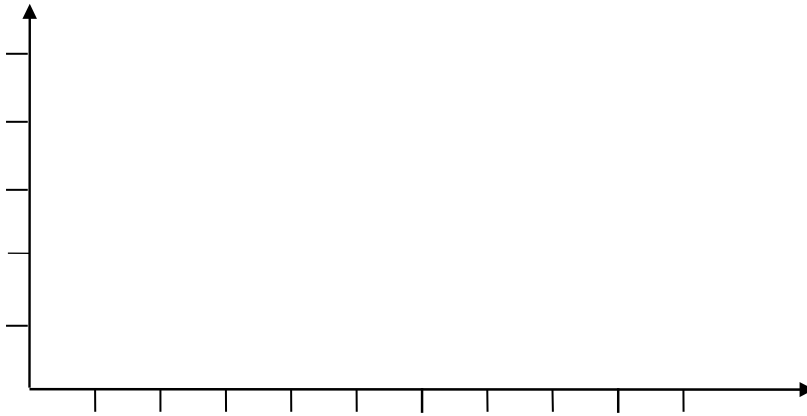


---



---

1) Схема досліду :



2) Рефлекторна дуга рефлексу Тюрка :

**Висновок:** 1) Що таке час рефлексу, з яких періодів він складається?

2. Яке значення має сила подразника для часу рефлексу ?

3. Від чого залежить величина часу рефлексу?

---



---



---



---



---

**Практична робота №2 : "Аналіз рефлекторної дуги".**

**Матеріали та обладнання:** набір препарувальних інструментів (пінцет анатомічний, ножиці малі, ножиці великі, скальпель, зонд), штатив, фізіологічний розчин, препарувальні дощечки, серветки, вата, лоток, розчини 0,5% розчин  $H_2SO_4$ , стакан з водою, об'єкт дослідження - жаба.

**Порядок роботи :**

1. Приготувати спінальну жабу.
2. Закріпити спінальну жабу за нижню щелепу на гачку штатива.
3. Відтворити рефлекс Тюрка для правої кінцівки.
4. Промити препарат.
5. На правій нижній кінцівці в ділянці стегна зробити круговий розріз шкіри і зняти її з лапки.
6. Повторити рефлекс Тюрка. Спостерігати за станом препарату.
7. Відтворити рефлекс Тюрка для лівої кінцівки.
8. На лівій нижній кінцівці розрізати шкіру стегна, знайти сідничний нерв і перерізати його.

9. Повторити рефлекс Тюрка. Спостерігати за станом препарату.
10. Приготувати другу спінальну жабу.
11. Закріпити спінальну жабу за нижню щелепу на гачку штатива.
12. Відтворити рефлекс Тюрка.
13. Зруйнувати спинний мозок.
14. Повторити рефлекс Тюрка. Спостерігати за станом препарату.

### Результати:

1. Описати рефлекторну реакцію після
  - а) руйнування рецепторного поля; б) перетину сідничного нерва;
  - в) руйнування спинного мозку.
2. Замалювати схему рефлекторної дуги для кожного досліду, зазначивши які функціональні компоненти були зруйновані.
3. Назвіть закони проведення збудження по рефлекторній дузі.

1) а. б. в.

2)

3)

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_

- Висновок:** 1. Що є матеріальним субстратом рефлексу?  
 2. Які функціональні компоненти рефлекторної дуги?  
 3. Які умови необхідні для виникнення рефлекторної відповіді?

---



---



---

### Практична робота №3: "Дослідження явища сумації"

**Матеріали та обладнання:** набір препарувальних інструментів (пінцет анатомічний, ножиці малі, ножиці великі, скальпель, зонд), штатив, електростимулятор, фізіологічний розчин, препарувальні дощечки, серветки, вата, лоток, розчини 0,1%, 0,3% та 0,5%  $H_2SO_4$ , секундомір, стакан з водою, об'єкт дослідження - жаба.

#### Порядок роботи :

##### *А. Дослідження послідовної сумації.*

1. Використати спінальну жабу, що закріплена на штативі, з попереднього досліду.
2. Електроди електростимулятора прикріпити на ступні задньої лапки жаби (один, очищений від ізоляції проводок приєднати до пальця, другим обмотати гомілку).
3. Наносячи поодинокі подразнення, знайти порогову силу подразника ( частота 1 Гц, тривалість 1 мсек).
4. Нанести поодинокі подразнення допорогової сили. Спостерігати за станом препарату.

5. Нанести серію подразнень допорогової сили. Спостерігати за станом препарату.

**Б. Дослідження одночасної сумації.**

1. Використати спінальну жабу, що закріплена на штативі, з попереднього досліду.
2. Невеликий шматок фільтрувального паперу змочити в 0,1% розчині  $H_2SO_4$ , помістити його пінцетом на шкіру брюшка жаби. Спостерігати реакцію. Змити папірець.
3. Покласти одночасно 3, 5, 7 папірців, змочених кислотою. Спостерігати реакцію.
4. Якщо реакція не виникне, повторити дослід з 0,3% розчином  $H_2SO_4$ .

**Результати:** 1. Що спостерігали в досліді А і в досліді Б?

2. Замалювати схему просторової (одночасової) і часової (послідовної) сумації, пояснити їх механізм.

1)

---



---



---

2)

Просторова сумація

Часова сумація

**Висновок:** Яке значення має сумація в діяльності ЦНС?

---



---



---

**Самостійна робота:**

1. Який вид центрального гальмування забезпечує пригнічення в ЦНС біологічно мало значущих аферентних сигналів?

---



---



---

2. Замалюйте схеми зворотного, латерального і реципрокного гальмування.

3. ГАМК – головний медіатор центрального гальмування. Поясніть механізм транспорту цієї кислоти у клітину.

---

---

---

---

4. Поясніть молекулярні механізми пресинаптичного збудження. Роль йонів  $\text{Ca}^{2+}$  та серотоніну.

---

---

---

---

5. Яка різниця у функціонуванні іонотропних і метаболотропних синапсів?

---

---

---

---

Підпис викладача \_\_\_\_\_