

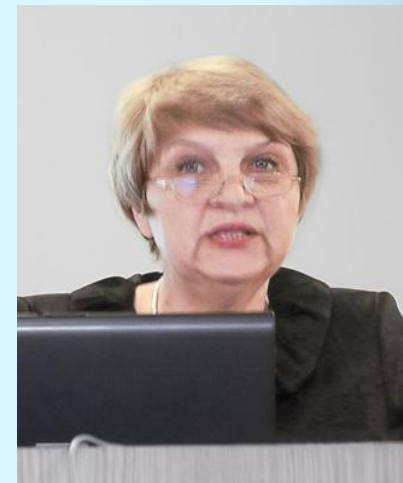


**Чернігівський колегіум**

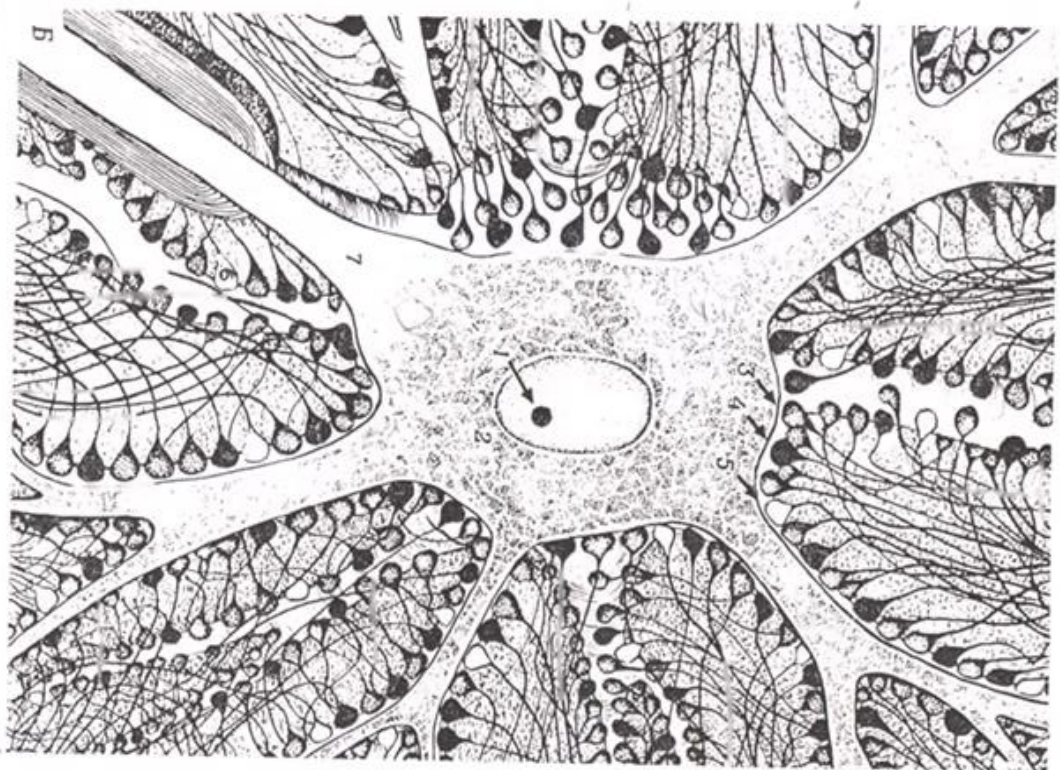
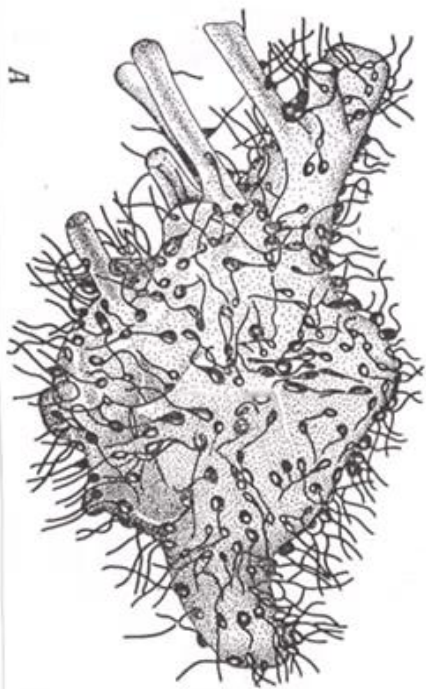
*Національний університет  
“Чернігівський колегіум”  
імені Т.Г. Шевченка*



**Курс Фізіологія людини**  
**A4.11 Середня освіта**  
**(Фізична культура)**



*Професорка кафедри БОФВЗС, доктор біологічних наук, професорка кафедри біології Алла Олександрівна Жиденко*



*Тема:* **Фізіологічні параметри збудження,**

Лекція 3.

**що розповсюджується, їх значення для функціонування нервової системи**

**1. Характеристика гомогенного та гетерогенного провідників. Механізми проведення місцевого збудження та збудження, що розповсюджується.**

**2. Фізіологічні параметри збудження, що розповсюджується:**

**2.1) поріг збудження, константа акомодатії, рефрактерність,**

**2.2) закон і крива сили-тривалості,**

**2.3) реобаза, корисний час, хронаксія, лабільність**

**2.4) класифікація нервових волокон**



### **3. Функції НС.**

**3.1. Рефлекторна функція.**

**3.2. Інтегративна функція. Поняття про нервовий центр. Основні загальні властивості НЦ.**

**3.3. Координаційна функція. Вчення про домінанту.**



### **4. Гальмування в ЦНС.**

**4.1. Сеченівське гальмування;**

**4.2. Виникнення ГПСП– (гальмуючий постсинаптичний потенціал);**

**4.3. Песимум та парабіоз М.Є. Введенського**

# Гомогенний провідник



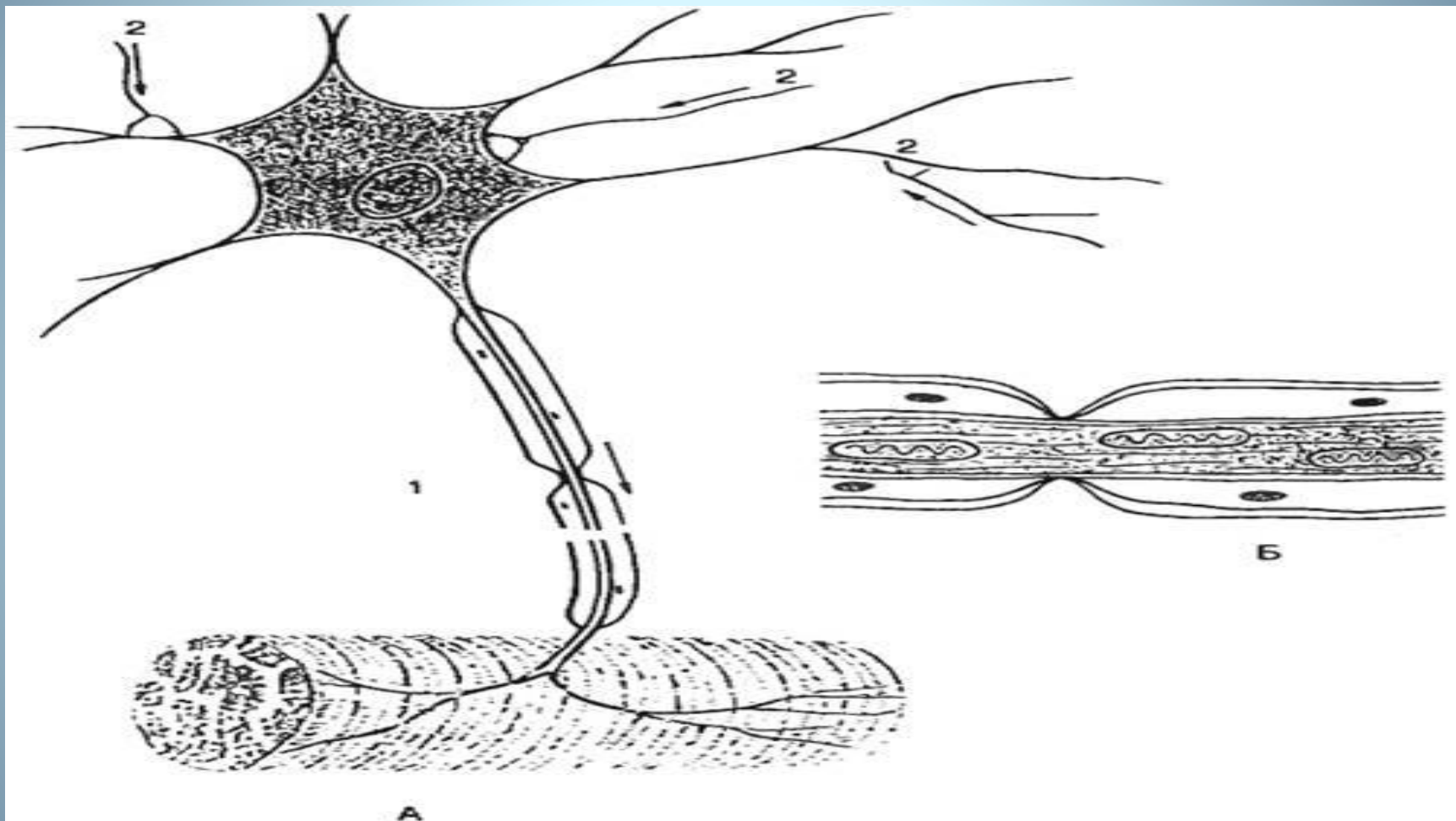
**1. Гомогенним** називається провідник, що складається з тканини одного виду (однорідний за природою)

# Нервово-м'язовий препарат – гетерогенний провідник



Гетерогенним називається провідник, що складається з тканин двох і більше видів (різних за природою)

# Нейромоторна одиниця (нейрон, мієлінове нервово волокно, синапс, м'язове волокно)

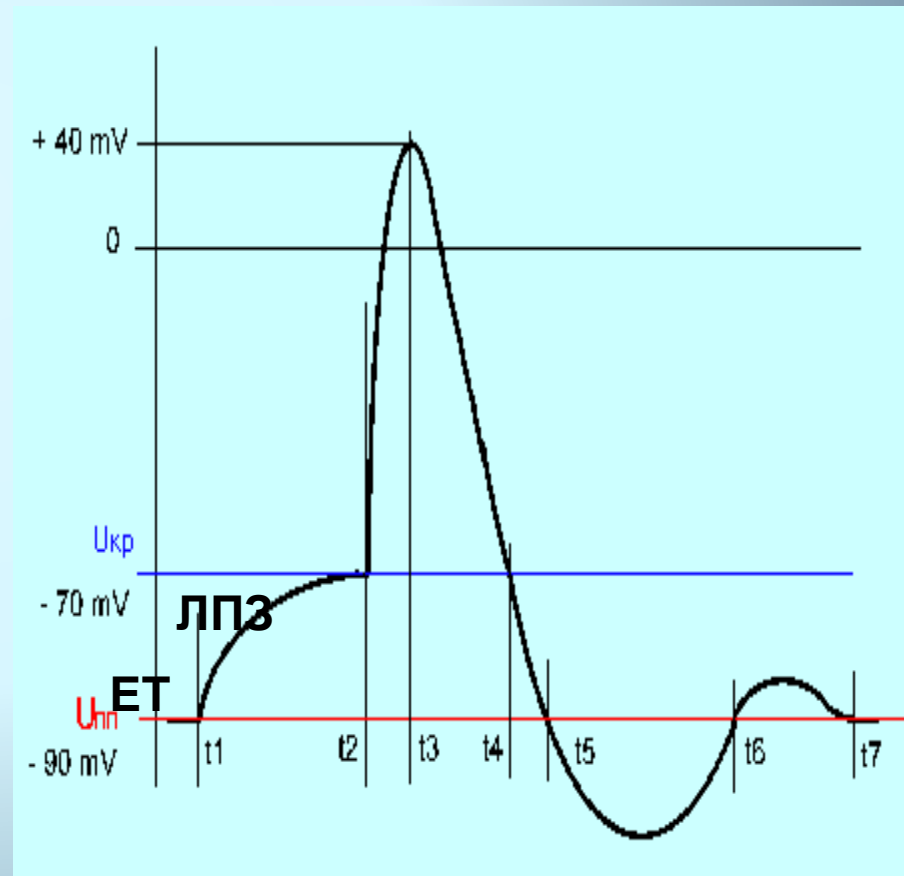


А — нейромоторна одиниця; 1 — вузловий перехват (перехват Ранв'є); 2 — синапс; Б — ділянка нервового волокна з вузловим перехватом. Стрілками показано напрямок поширення збудження.

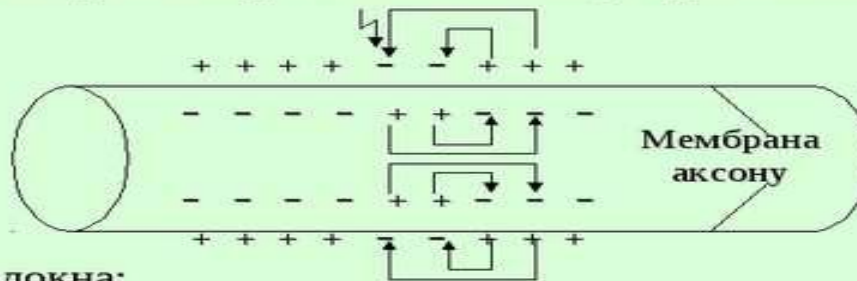
Для виникнення збудження має значення сила, час дії струму і швидкість наростання сили струму.

Біоструми: ЕТ (КАТ–електротон; АН – електротон), ЛПЗ, СП – ЛОКАЛЬНІ, **місцевого збудження**, які підкоряються закону **градуальності**, **не розповсюджуються**.

ПОТЕНЦІАЛ дії



## МЕХАНІЗМ ПОШИРЕННЯ ЗБУДЖЕННЯ У БЕЗМІЄЛІНОВОМУ ВОЛОКНІ – ПОСЛІДОВНА ДЕПОЛЯРИЗАЦІЯ ДІЛЯНОК МЕМБРАНИ:



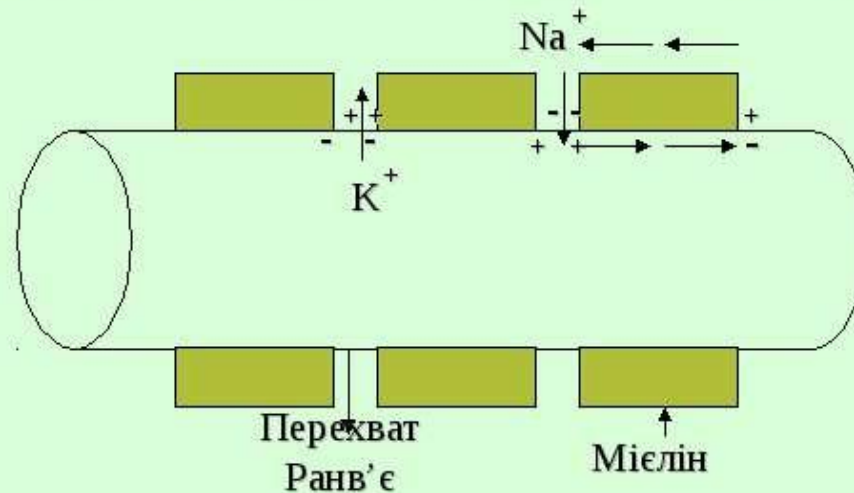
В кожній ділянці волокна:

- виникає критична деполяризація – надходження іонів Na в аксон, що є причиною утворення ділянки позитивного заряду;
- виникає місцевий струм між активною та негативно зарядженою ділянками;
- місцевий струм знижує мембранний потенціал незбудженої ділянки;
- внаслідок деполяризації зростає проникливість для Na
- виникає ПД.

Послідовна деполяризація нових і нових ділянок мембран веде до того, що ПД поширюється вздовж волокна без зміни амплітуди.

При проведенні збудження по цим волокнам місцеві токи викликають послідовну безперервну деполяризацію мембрани **до критичного рівня** з наступною генерацією **потенціалів дії** вздовж всього волокна, таке проведення збудження називається **безперервним**. Константа довжини, і як наслідок швидкість проведення збудження порівняно з мієліновими не великі. Швидкість проведення збудження по безмієліновим **волокнам тим вища, чим більше діаметр волокна**.

## МЕХАНІЗМ ПРОВЕДЕННЯ ЗБУДЖЕННЯ В МІЄЛІНІЗОВАНОМУ ВОЛОКНІ



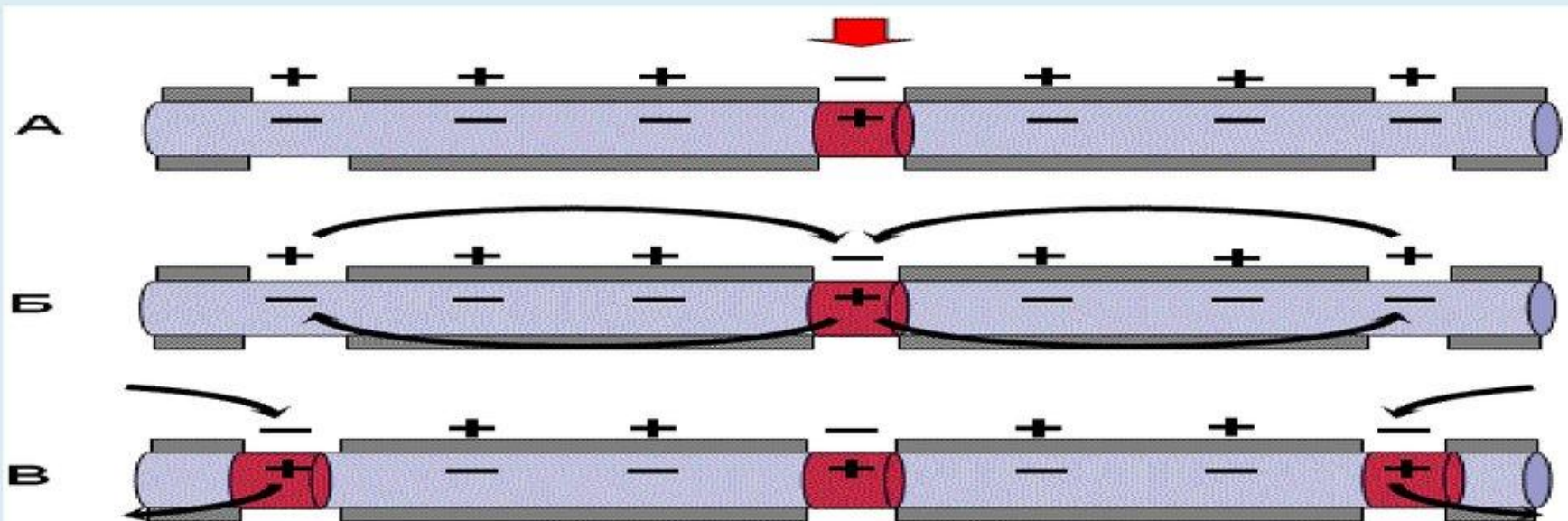
В кожному перехваті послідовно виникають:

- порігова деполяризація;
- вхід Na у аксон;
- виникнення зони “+” заряду;
- виникнення місцевих деполяризуючих струмів, що надходять до наступного перехвату через ділянку між перехватами;
- деполяризація перехвату до критичного рівня викликає зростання проникливості його мембрани для Na та призводить до входу Na й виникнення ПД

Такий спосіб проведення називається сальтаторним, так як імпульс переміщується стрибкоподібно від одного перехвату до іншого.

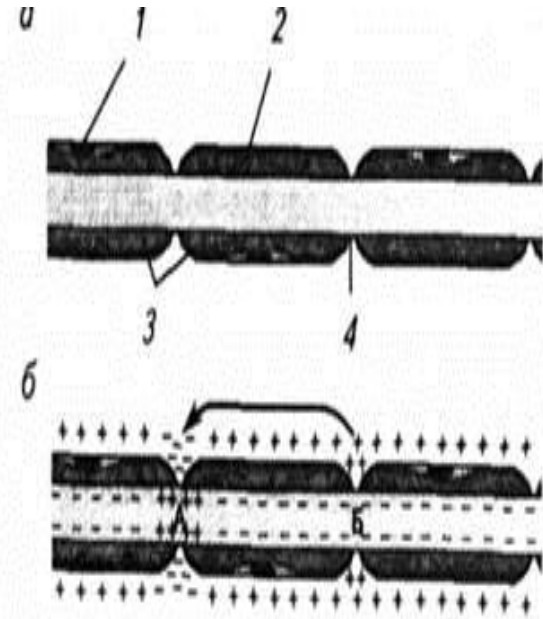
Збільшення швидкості проведення збудження відбувається за рахунок **мієлінізації** волокон. Мієлінова оболонка виконує роль ізолятора, який переривається через кожні 1-2 мм вузлами нервового волокна (перехвати Рваньє).

- 1. Збудження поширюється стрибкоподібно (сальтаторно), ПД виникає тільки у вузлах нервового волокна.
- 2. Збудження поширюється з великою швидкістю (до 120 м/с).
- 3. Збудження поширюється без декримента (без зниження сили збудження до кінця волокна).
- \*Декримент – ослаблення збудження у міру його розповсюдження вздовж нервового або м'язового волокна.
- По мієлінових волокнах збудження поширюється від аналізаторів до ЦНС, до скелетних м'язів тобто там де потрібна висока швидкість реакції у відповідь.



## Проведення збудження в мієлінізованих нервах.

Нервові відростки більшості соматичних нервів мієлінізовані. Лише дуже незначні їх ділянки, так звані *перехоплення вузла* (перехоплення Ранв'є), укриті звичайною клітинною мембраною. **Такі нервові волокна характеризуються тим, що на мембрані лише в перехопленнях розміщені іонні канали.** Крім того, ця оболонка підвищує опір мембрани. Тому при зрушенні мембранного потенціалу струм проходить через мембрану перехоплювальної ділянки, **тобто стрибками (сальтаторно) від одно**



**Будова мієлінізованого нервового волокна (а) і сальтаторне поширення збудження м'якотним нервовим волокном від перехоплення до перехоплення (б).** 1 - ядро лемоцита; 2 - оболонка лемоцита; 3 - мієлін; 4 - перехоплення вузла

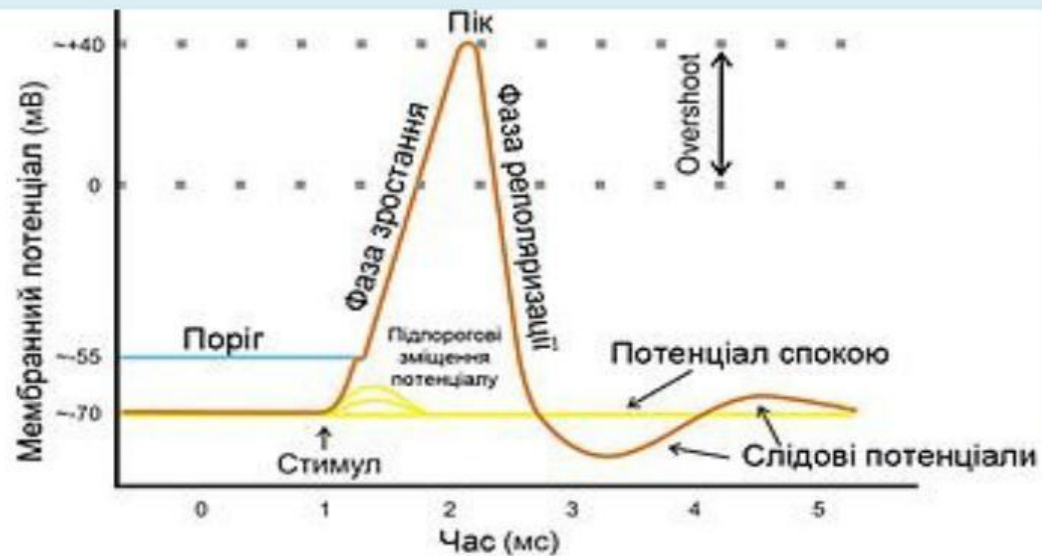


4 км/годину



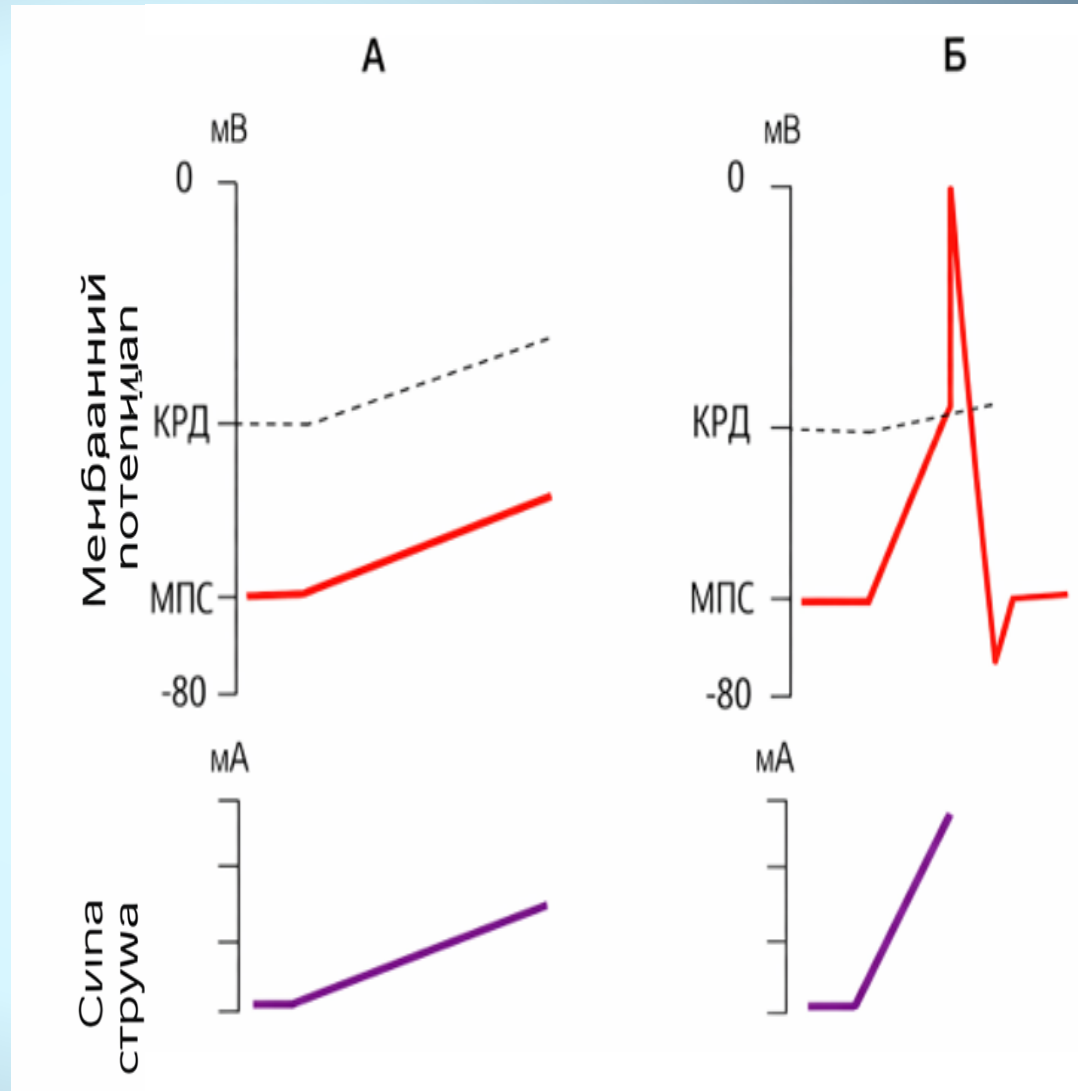
400 км/годину

2. **Фізіологічні параметри** - це показники за допомогою яких можна охарактеризувати особливості **процесу збудження**, що **розповсюджується**.

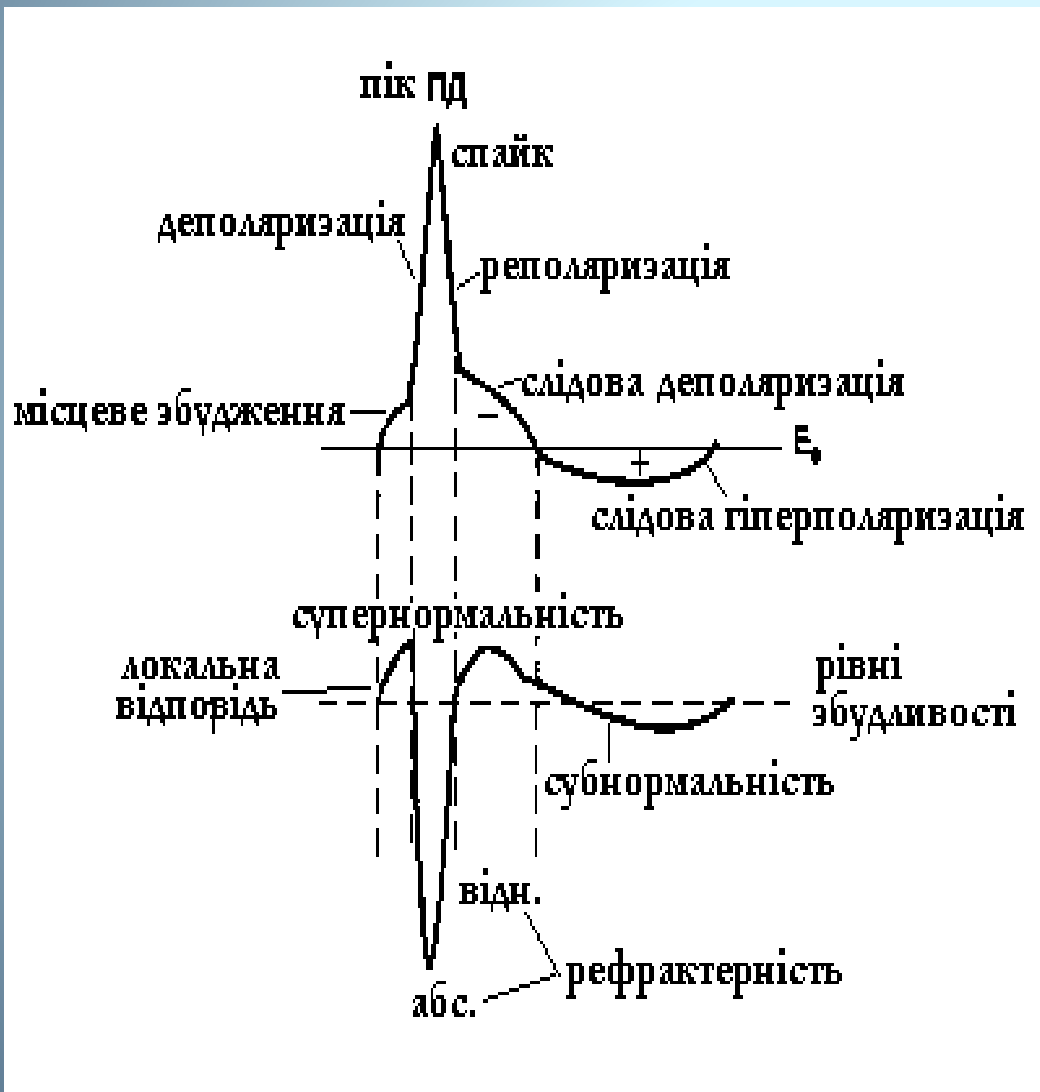


Схематичний потенціал дії

2.1 Для виникнення збудження сила подразнюючого струму повинна наростати досить **стрімко**. При **повільному наростанні** сили струму відбувається явище **акомодації** – збудливість клітини **знижується (А)**. В основі явища акомодації лежить підвищення **КРД** (критичного рівня деполяризації) внаслідок поступової інактивації  $\text{Na}^+$ -каналів.

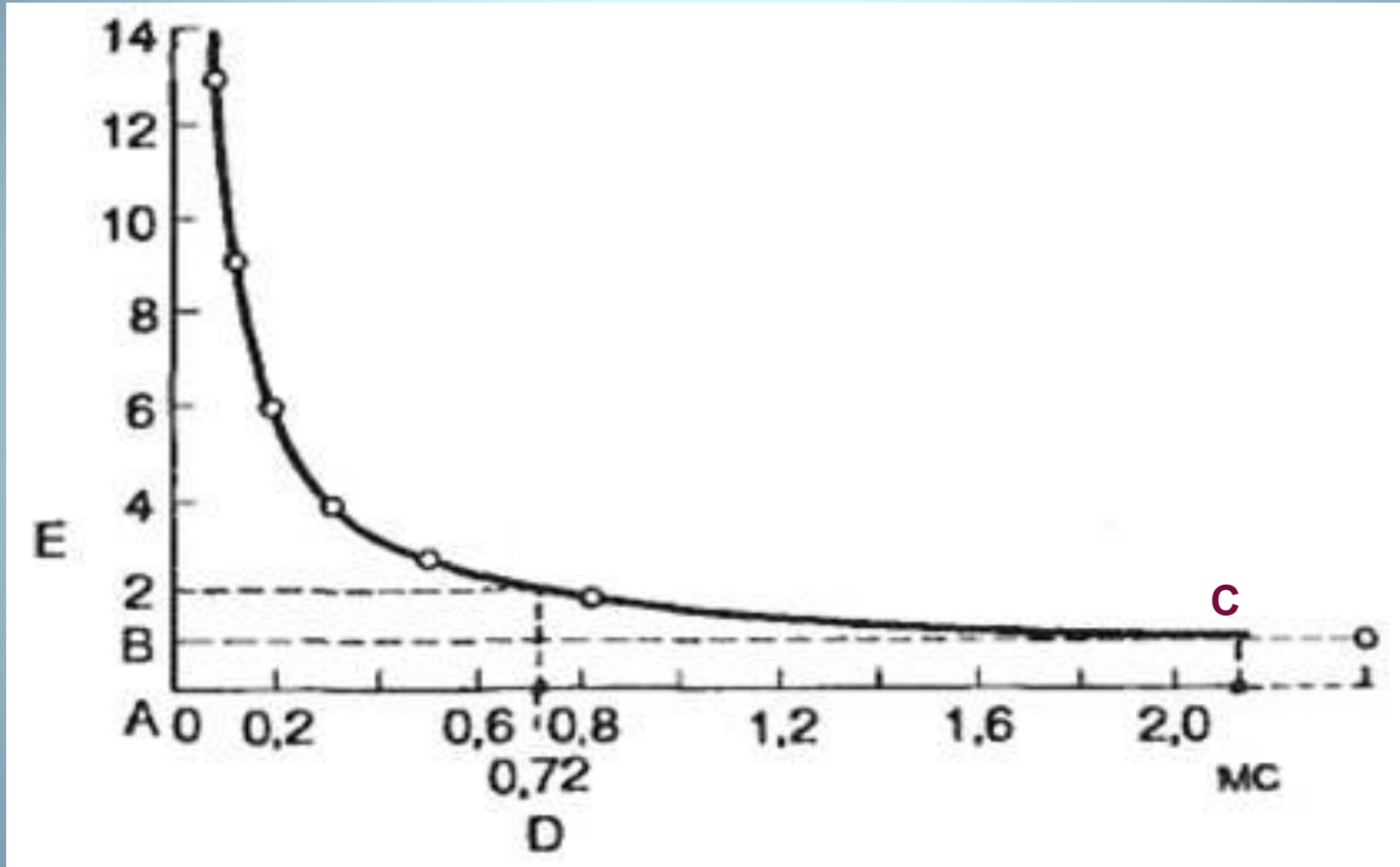


# Фазові зміни збудливості при генерації потенціалу дії (А — потенціал дії; Б — зміна збудливості - рефрактерність)



Фаза деполаризації потенціалу дії співпадає зі зменшенням збудливості до нуля – період **(фаза) абсолютної незбудливості, або період (фаза) абсолютної рефрактерності**. Навіть надпорогові подразники не викликають розвитку потенціалу дії. У нервових клітинах абсолютна рефрактерність триває близько **1 мс** і змінюється **відносною рефрактерністю**. Ця фаза припадає на час реполяризації. У цій фазі настає поступове відновлення збудливості, а збудження викликається тільки надпороговими подразниками.

## 2.2 Крива “сила — тривалість”

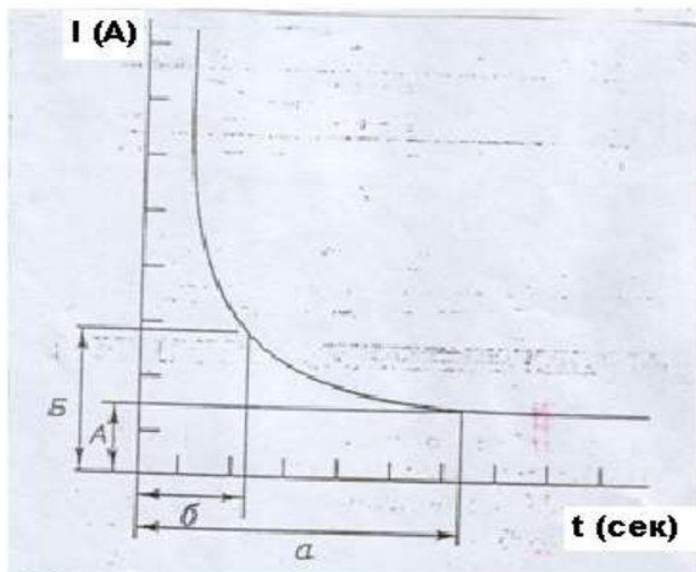


AB — реобаза; AC — корисний час; AE — подвійна реобаза; AD — хронаксія. По осі абсцис — тривалість дії стимула, по осі ординат — величина реобаз.

# Закон сили-тривалості

Сила подразника, яка викликає процес збудження, що розповсюджується, знаходиться в зворотній залежності від тривалості його дії, з збільшенням сили подразника потрібний менший час його дії на тканину для одержання відповідної реакції.

(3-н Лапіка “сили – часу”, кива Вейса-Хоорвейга)



А - реобазу (порог); Б - подвоєну реобазу; а - корисний час; б - хронаксія

Для будь-якої збудливої тканини крива, що відображає співвідношення між силою постійного струму та часом його дії, має однакову форму рівносторонньої гіперболи.

Графічно ця закономірність виражена кривою Вейса

2.3 Мінімальна, або порогова, сила струму, що викликає зміна різниці потенціалів мембрани, називається **реобазой**, а мінімальний час дії реобазис – **корисним часом**. Визначити корисний час важко, тому французький фізіолог Л. Лапик (1909) запропонував замість корисного часу визначити мінімальний час дії струму в дві реобазис, яке позначається як **хронаксія**.



**Хронаксія** – це показник мінімального часу, протягом якого має діяти подразник певної сили, для того щоб виникло збудження силою 2 **реобаз**,

**Хронаксія** скелетних м'язів людини коливається від 0,1 до 0,7 мс.

Хронаксія **згиначів у людини в 1,5-2 рази менше хронаксії розгиначів.**

## Під лабільністю

розуміють функціональну рухливість, швидкість протікання елементарних фізіологічних процесів у клітині (тканині).



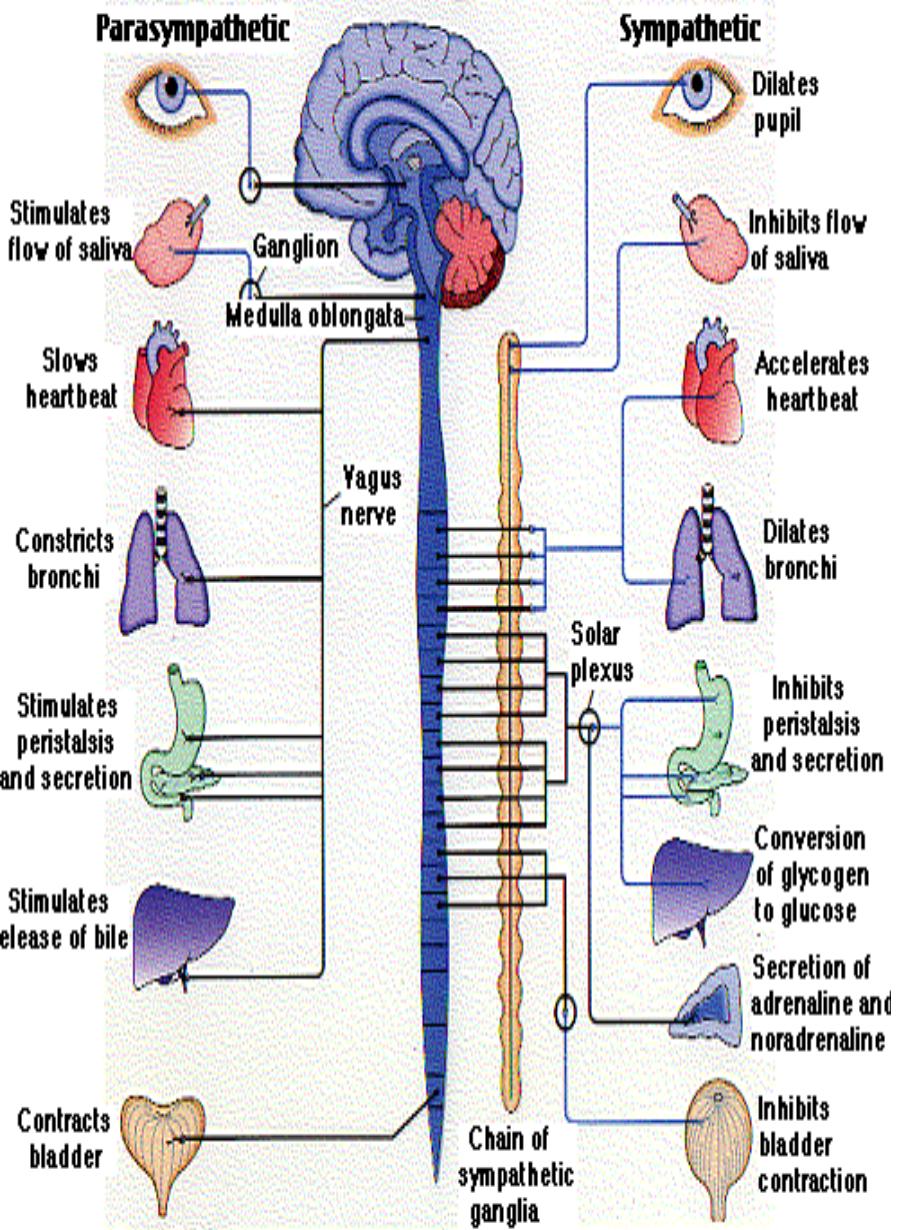
**Лабільність** — величина непостійна і може змінюватись під впливом численних факторів зовнішнього та внутрішнього середовища організму.

**Лабільність** — це властивість живої тканини синхронно відповідати ритмом збудження на ритм подразнення.

Кількісною мірою лабільності є максимальна частота циклів збудження, яку може відтворювати клітина. Частота циклів збудження не може зростати безмежно, оскільки в кожному циклі збудження є період рефрактерності. **Чим менший рефрактерний період, тим більше лабільність клітини.**

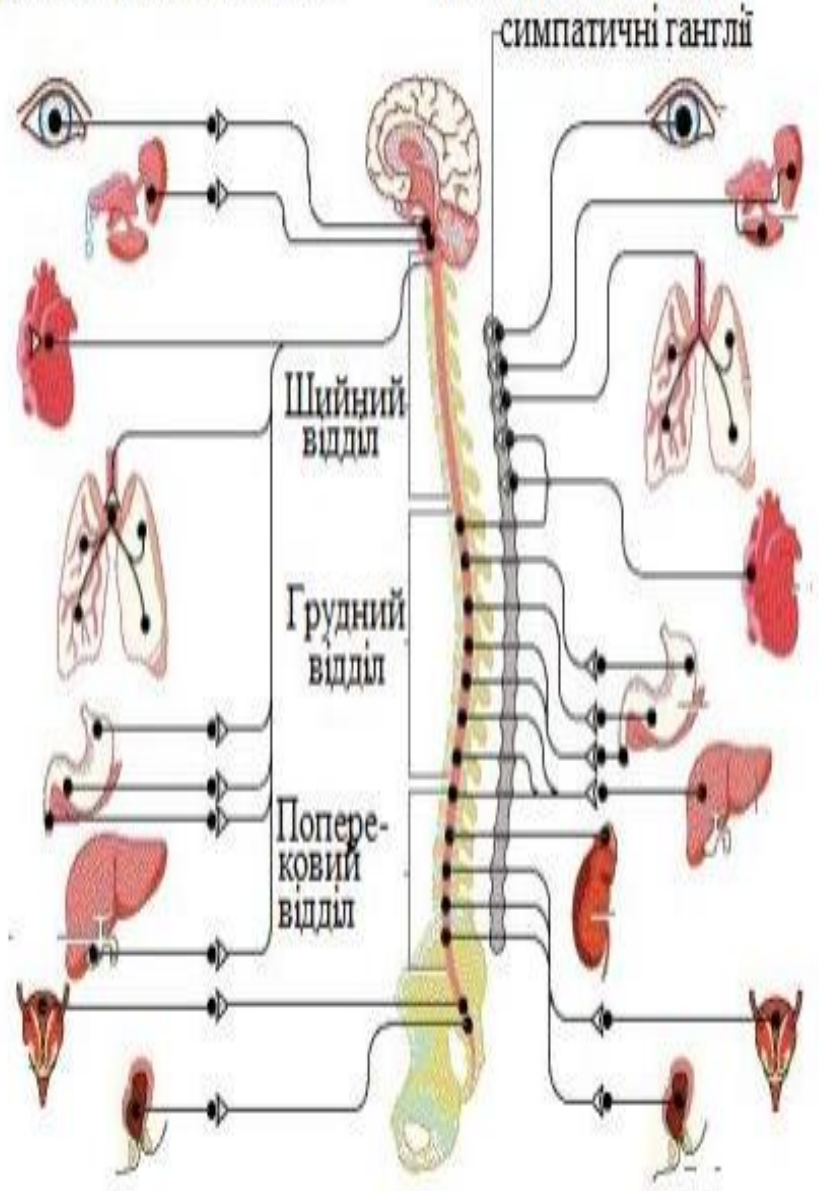
<b>2.4 Тип волокна</b>	<b>Функція</b>	<b>Діаметр, мкм</b>	<b>Швидкіс ть проведен ня, м/с</b>	<b>Мієліні зація</b>
<b>Aα</b>	Аферентні — м'язові веретена, сухожильні органи; еферентні — скелетні м'язи	<b>10-20</b>	<b>60-120</b>	+
<b>Aβ</b>	<b>Аферентні — тактильне відчуття; колатералі Aα волокон до інтрафузальних м'язових волокон</b>	<b>7-15</b>	<b>40-90</b>	+
<b>Aγ</b>	Еферентні — м'язові веретена	<b>4-8</b>	<b>15-30</b>	+
<b>Aδ</b>	<b>Аферентні — температура, швидке проведення болю</b>	<b>3-5</b>	<b>5-25</b>	+
<b>B</b>	<b>Симпатичні, прегангліонарні; постгангліонарні волокна парасимпатичного відділу ВНС</b>	<b>1-3</b>	<b>3-15</b>	<b>T</b>
<b>C</b>	<b>Симпатичні, постгангліонарні; аферентні — повільне проведення болю</b>	<b>0,3-1</b>	<b>0,5-2</b>	--

<b>Групи моторних і сенсорних волокон</b>	<b>Діаметр, мкм</b>	<b>Пороги подразнення (відносно А<math>\alpha</math>)</b>	<b>Тривалість піка ПД, мс</b>	<b>Негативний слідовий потенціал (НСП), тривалість, мс</b>	<b>Позитивний слідовий потенціал (ПСП), тривалість, мс</b>	<b>Швидкість проведення, м/с</b>
А $\alpha$	13—22	1	0,4	15—20	40—60	70—120
А $\beta$	8—13					40—70
А $\gamma$	4—8					15—40
А $\Delta$	1—4					5—15
В	1—3	11,7	1,2		100—300	3—14
С	0,5—1	100,0	2	50—80	300—1000	0,5—2



## Парасимпатичний відділ

## Симпатичний відділ



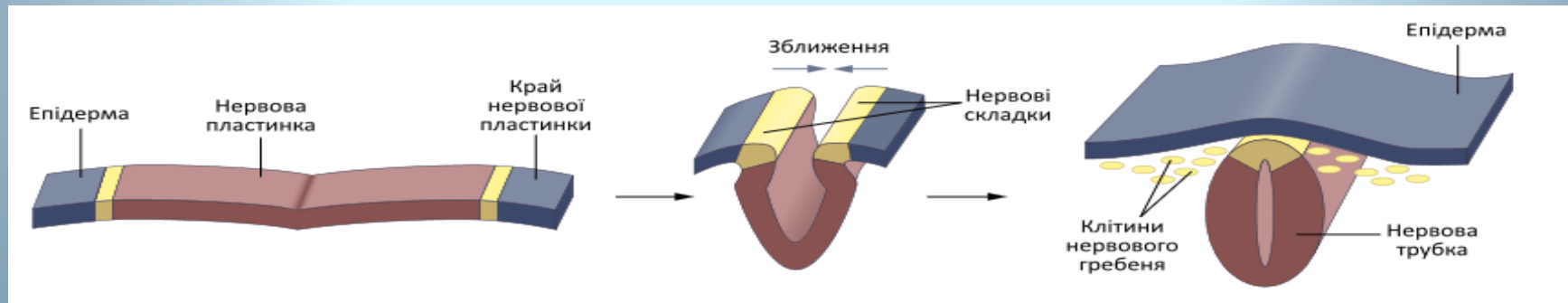
### 3. НЕРВОВА СИСТЕМА (НС) – спеціалізована система зв'язку, регуляції та керування в живому організмі

Розвиток НС у безхребетних та хребетних тварин ви будите розглядати в :

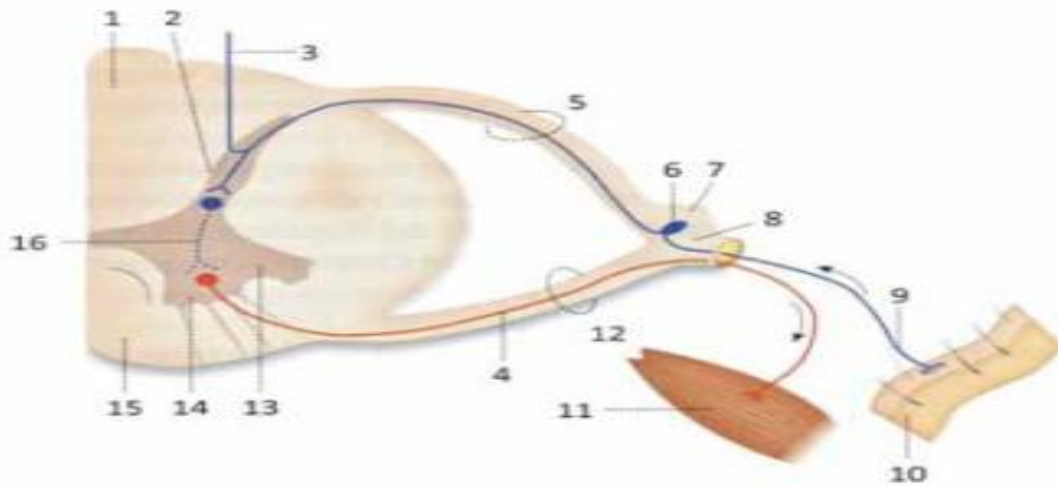
#### Лабораторне заняття № 3.

#### Філогенез та онтогенез нервової системи людини

**Мета роботи:** вивчити історичний та індивідуальний розвиток мозку людини, вплив на нього навколишнього середовища; з'ясувати ієрархічну організацію мозку людини, пов'язати зміни будови відділів мозку з функціями, які вони виконують.



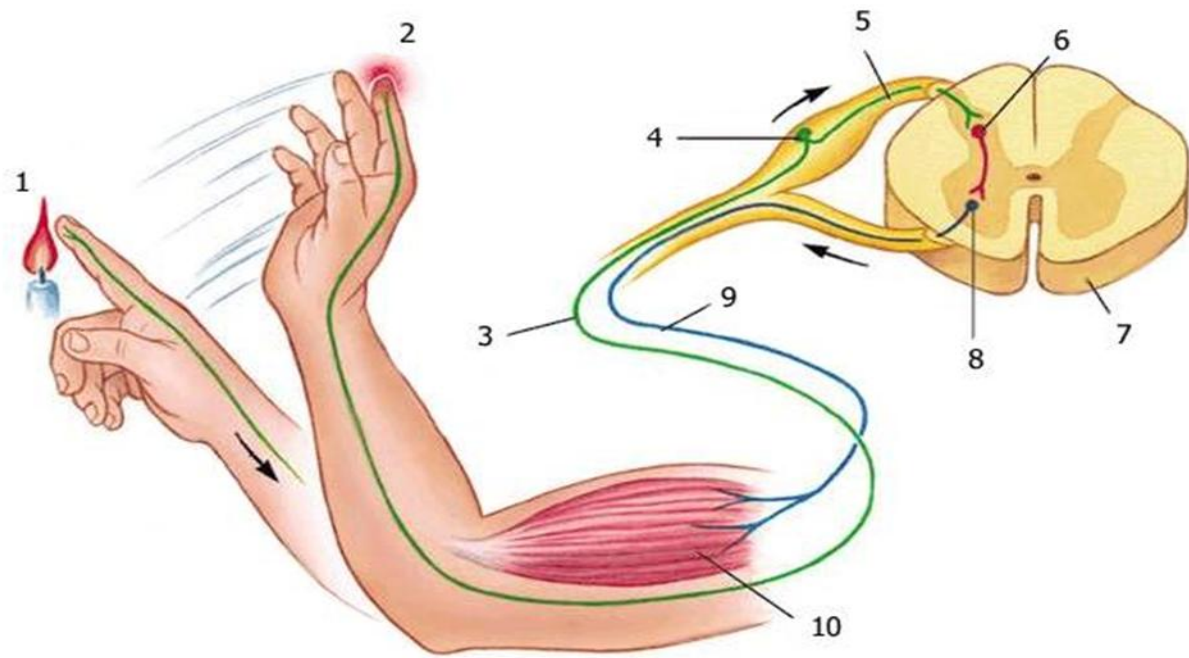
**Нервову систему** у функціональному плані прийнято ділити **на соматичну (анімальну) та вегетативну (автономну)**. Першу пов'язують з виконанням свідомих дій, тоді як другу — з несвідомими процесами, які перебігають в організмі живої істоти та які покликані підтримувати **гомеостаз, енантіостаз** (постійність функцій) **та цілісність організму**.



**РІС. 4.2.** Будова спинного мозку і його рефлекторна дуга: 1 — задній канатик; 2 — задній ріг; 3 — висхідні (аферентні) шляхи; 4 — рухові (еферентні) волокна; 5 — задній корінець; 6 — чутливий нейрон; 7 — чутливий (спинномозковий) вузол; 8 — стовбур (спинномозкового) нерва; 9 — периферичний аксон чутливого нейрона; 10 — шкіра; 11 — м'яз; 12 — передній корінець; 13 — бічний ріг; 14 — передній ріг; 15 — передній канатик; 16 — вставний (проміжний) нейрон

### 3.1. Рефлекторна функція забезпечує прості і складні взаємовідносини людини з навколишнім середовищем.

Рефлекторна функція забезпечує пристосування тканин, органів і організму в цілому до умов внутрішнього і зовнішнього середовища.



## Схема рефлекторної дуги спинномозкового рефлексу

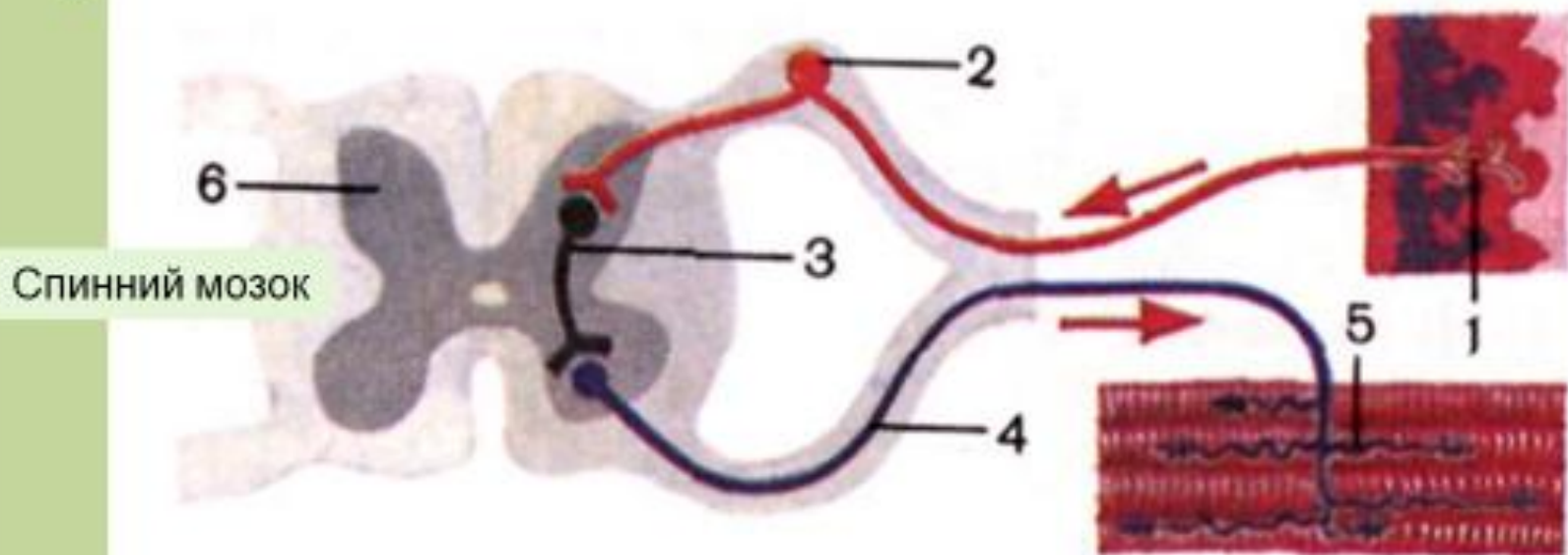
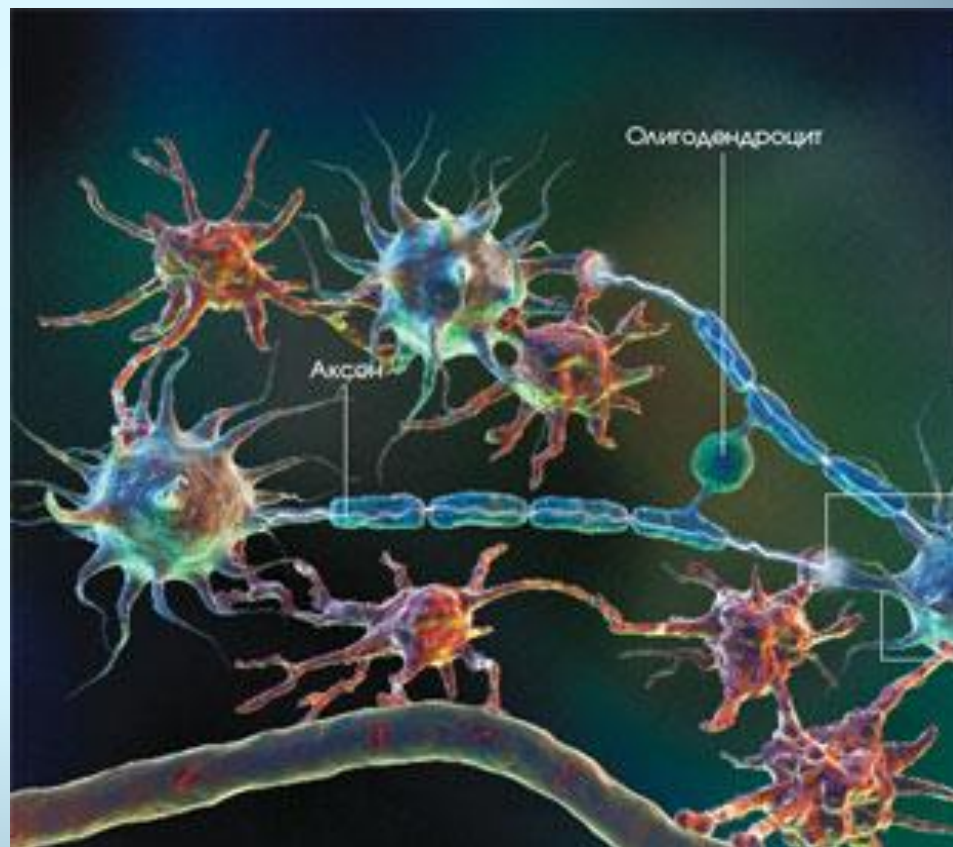


Схема рефлекторної дуги спинномозкового рефлексу: 1 — чутливі закінчення доцентрового нерва; 2 — доцентровий нейрон і спинномозковий ганглії; 3 — проміжний нейрон; 4 — відцентровий нейрон; 5 — закінчення відцентрового нейрона в робочому органі.

**Збудження і гальмування  
– універсальні процеси  
нервової діяльності.**

**3.2. Інтегративною  
називається функція,  
яка забезпечує та  
об'єднує роботу  
різноманітних  
фізіологічних систем  
організму для їх  
злагодженої  
взаємодії у  
процесі  
досягнення  
поставленої  
мети.**

**Інтеграція – (лат. - цілий) це  
узгодження та об'єднання  
діяльності різних фізіологічних  
систем в єдине ціле.**





Нервовий центр це сузір'я  
співзвучно працюючих  
нервових клітин

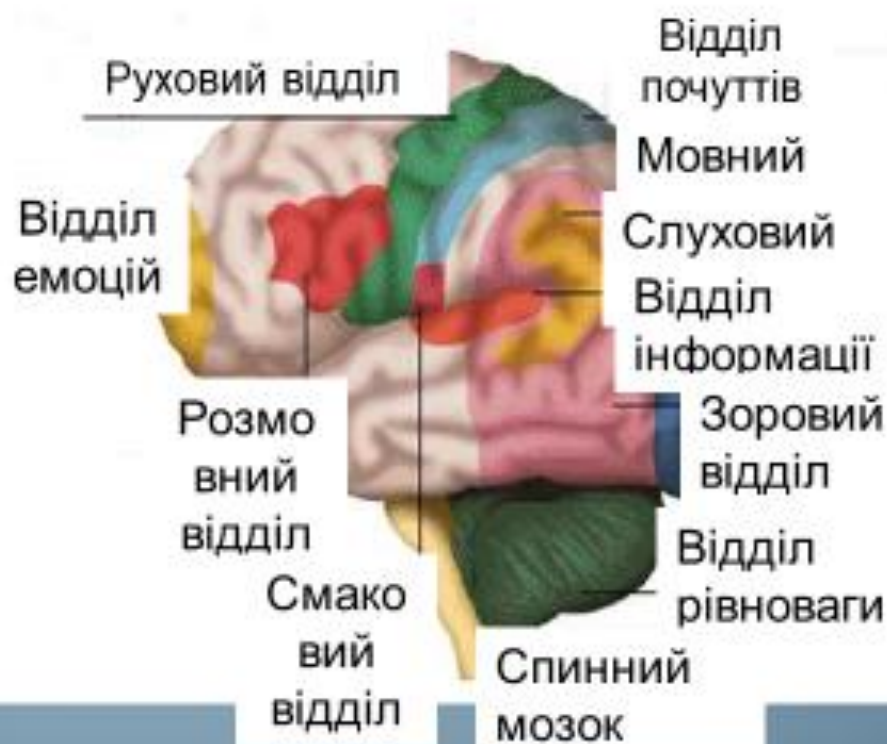
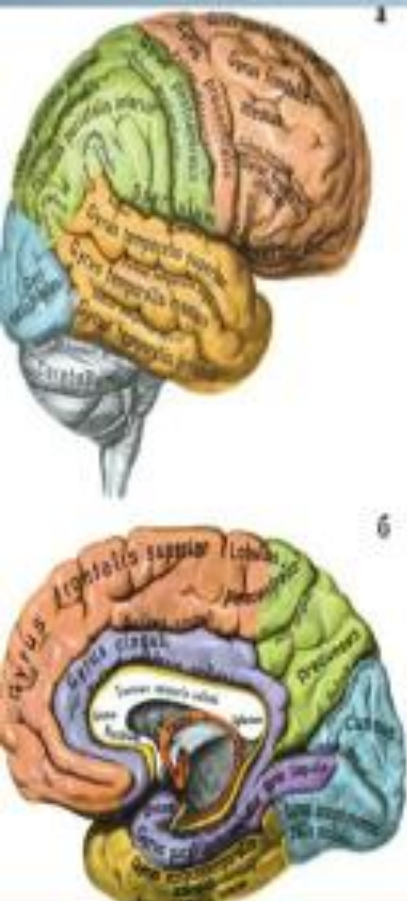
*Я думаю, що справжнє щастя людства  
буде можливо справді тільки після того,  
як майбутня людина зможе виховати в  
собі здатність перемикання в життя  
іншої людини, коли виховується в  
кожному з нас домінанта на обличчя  
іншого.*

**Олексій Олексійович Ухтомський**  
(13 (25) червня 1875, с. Вослома - 31 серпня  
1942, Ленінград) – радянський фізіолог,  
академік Академії наук СРСР (1935),  
творець вчення про домінанту

Нервовий центр - це  
сукупність нейронів,  
розташованих в відділах  
ЦНС, необхідних для  
здійснення рефлексу і  
достатніх для його регуляції.

# Зовнішня будова кори головного мозку

Головний мозок є комплексною частиною нервової системи. Він контролює все, що ви робите, відчуваєте, думаєте. Мозок отримує та обробляє інформацію від усіх органів тіла та надсилає її до м'язів, змушуючи їх скорочуватися. Він з'єднаний з органами за допомогою нервів, по яким йде нервові імпульси.



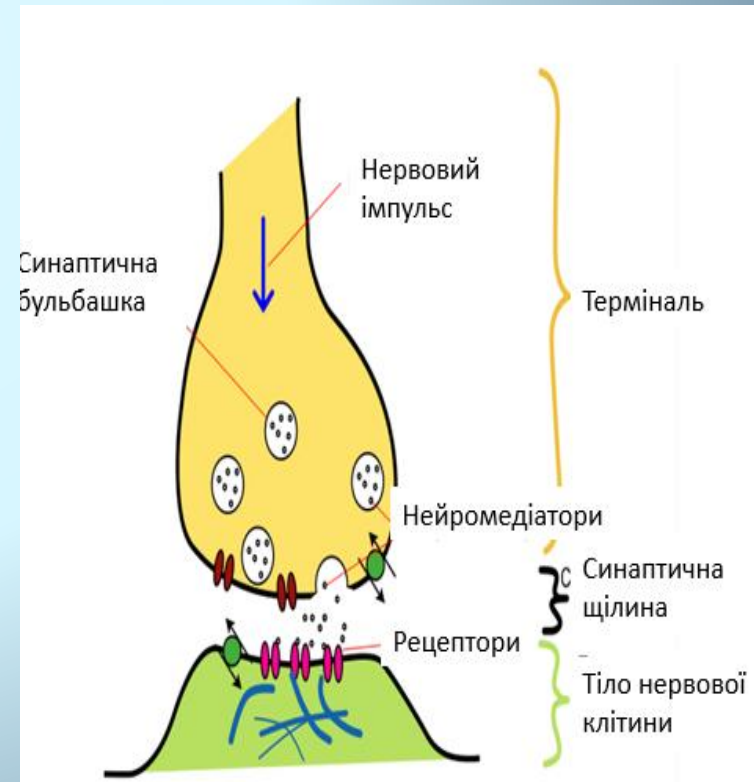
# Основні властивості нервових центрів:

1. **Однобічне проведення збудження** - обумовлене наявністю в нервових центрах синапсів;

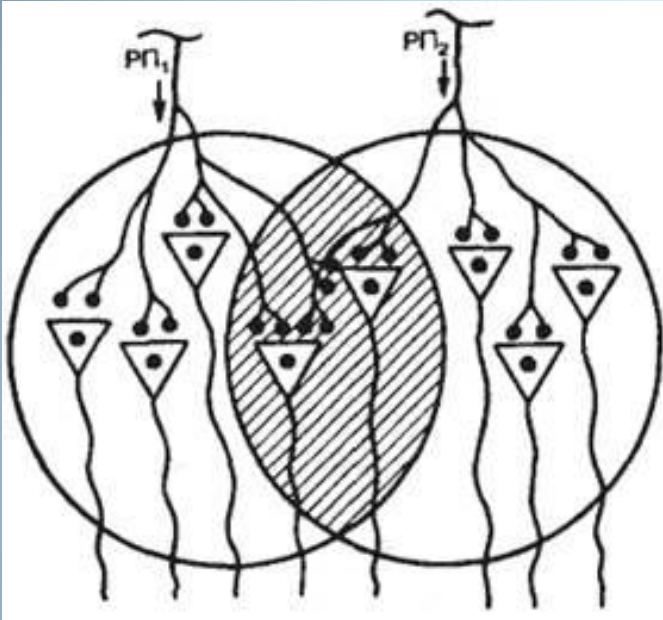
2. **Уповільнене (затримка) проведення збудження в НЦ** пов'язана з наявністю великої кількості синапсів;

3. **Втома** пов'язана з порушенням передачі збудження у синапсах. Зменшуються запаси медіатора у нервових закінченнях та чутливість до медіатора рецепторів постсинаптичної мембрани.

4. **Високий обмін речовин**, тобто висока потреба в кисні і поживних речовинах, а також вибіркова чутливість до деяких фармакологічних речовин. **Нікотин** блокує проведення нервових імпульсів у збуджувальних синапсах, що призводить до **зниження збудливості, зменшення рухової активності**.



## 5. Феномен оклюзії



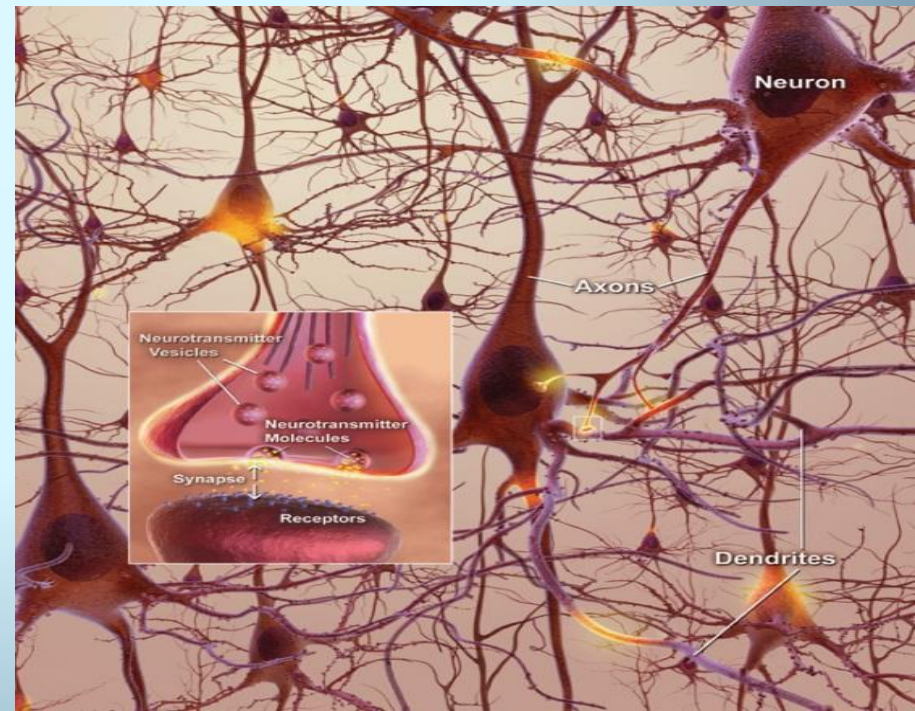
**Оклюзія** (від лат. *occlusio* — приховування; англ. *occlusion*) — термін, який вказує на певний стан, який зазвичай відкритий, а в певний момент часу повністю закритий.

## 6. Конвергенція збудження.

На кожному з нейронів ЦНС конвергують (сходяться) різні аферентні волокна.

## 7. Дивергенція (розходження)

збудження - здатність одного нейрона встановлювати багаточисельні синаптичні зв'язки з різними нервовими клітинами.



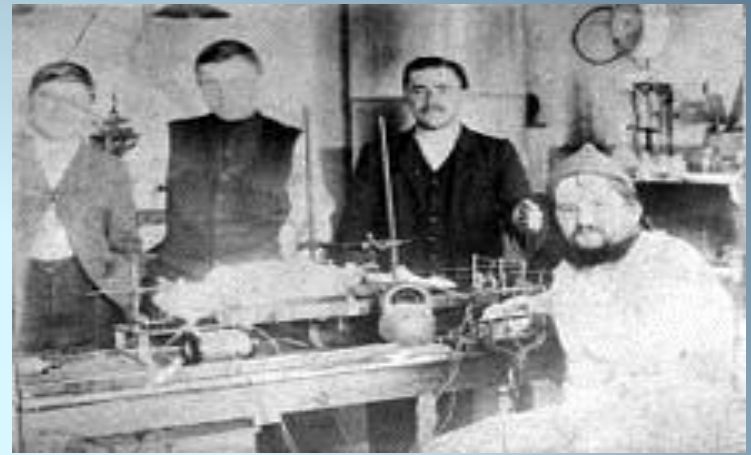
**3.3. Координація – це узгоджувальна взаємодія окремих рефлексів з метою пристосування до умов існування. (Який рефлекс в першу чергу, який в другу, в третю...).**



***Координаційна функція забезпечує вибір того поведінкового акту, який зараз і в цих умовах є найбільш оптимальним і вигідним для організму.***

***Координаційною функцією називається діяльність мозку щодо подолання антагоністичної взаємодії між рефlekсами з різним функціональним призначенням.***

**Координація** — це підпорядкування за допомогою гальмування одного рефлекторного акту іншому, який в даний момент має важливіше значення. **Цей рефлекс стає домінантою.**



**Проявами домінанти у процесі праці, як зазначав О. О. Ухтомський, є:** а) *стаціонарно підтримувана робота або робоча поза.*

б) **Стан збудження в домінанті характеризується такими ознаками:**

- **підвищена збудливість;**
- **стійкість збуджень;**
- **здатність акумулювати збудження;**
- **інерція після закінчення роботи.**

**Домінанта є фізіологічною основою концентрації уваги і творчого мислення у процесі праці, умовою високої продуктивності та якості роботи, **успіхів у спорті.****

**в) Принцип зворотного зв'язку.** При скороченні скелетних м'язів подразнюються їх пропріорецептори, які посилають імпульси в ЦНС, які контролюють силу та інші характеристики м'язового скорочення.





**Зворотні зв'язки**  
**направляють вихідний**  
**сигнал про стан об'єкту**  
**регуляції на вхід системи.**  
*Вони мають велике значення*  
*в підтримці гомеостазу*  
*(постійність внутрішнього*  
*середовища) , енантіостазу*  
*(постійність функцій),*  
**регуляції вегетативних**  
**функцій і рухових актів**  
*(вторична аферентація).*



## 4. Організм людини функціонує завдяки двом універсальним процесам нервової діяльності, це – збудження і гальмування.

Гальмування – це активний нервовий процес, результатом якого є припинення, або повне послаблення збудження.

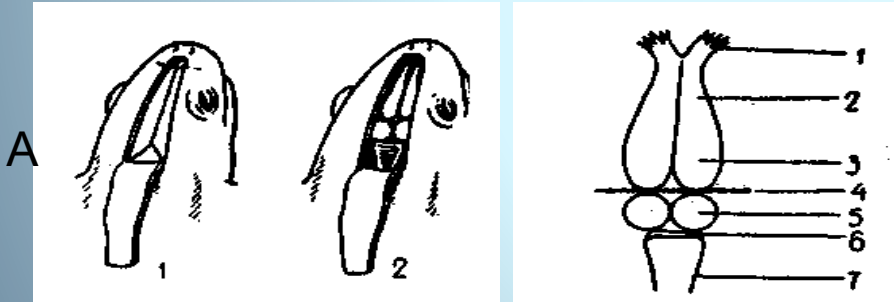


Ухтомський винайшов, що подразнення аферентного нерву, звичайно ведучого до скорочення м'язів кінцівок при переповненому у тварини кишківнику, визиває акт дефекації. В даному випадку центр дефекації гальмує рухові центри та починає реагувати на сторонні для нього сигнали.

## 4.1 Послідовні етапи розкриття головного мозку жаби. Сеченівське гальмування

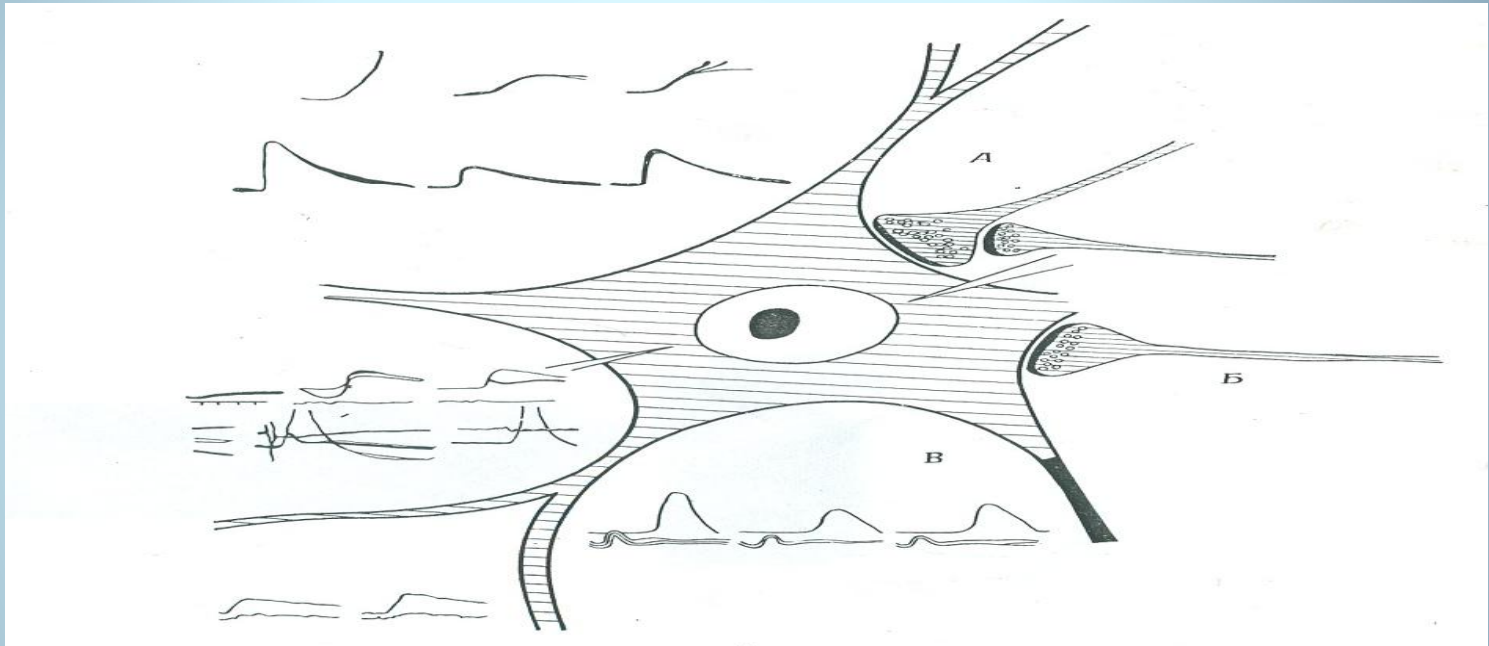


Вперше ідею про те, **що в ЦНС крім процесів збудження існує процес гальмування, висловив І.М.Сеченов.** Досліджуючи рефлекторну діяльність жаби зі збереженим таламусом, І.М.Сеченов визначав час згинального рефлексу кінцівок в колінному суглобу у відповідь на занурення лапи в кислоту. Якщо **на таламус помістити кришталік солі, то виникає гальмування - подовження часу рефлексу.** Це спостереження і дозволило І.М.Сеченову говорити про явище гальмування.



А: 1, 2 – шматок шкіри; Б: 1– нюхові нерви; 2 – нюхові частки; 3 – великі півкулі; 4 – лінія розрізу, яка проходить через видалений дах черепа і оголений мозок (проміжний мозок); 5 – середній мозок; 6 - мозочок; 7 – довгастий мозок.

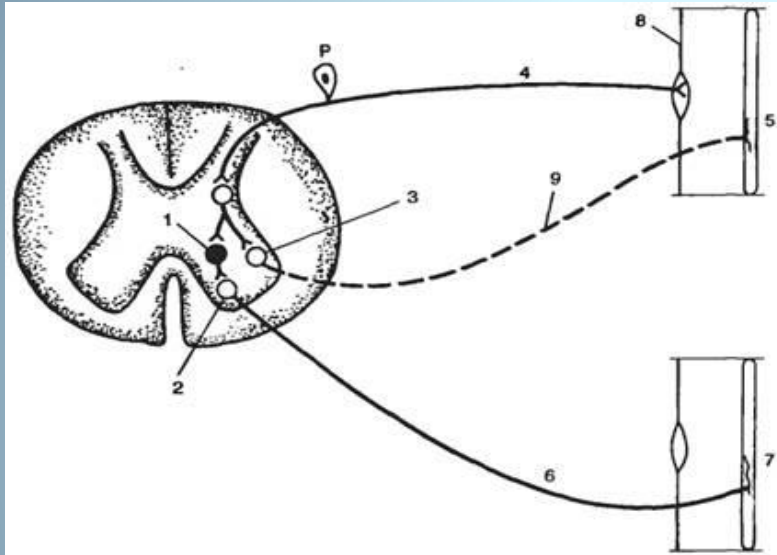
## 4.2 Пресинаптичний та післясинаптичний гальмівні впливи на мотонейрон, виникнення ГПСП– (гальмуючий постсинаптичний (потенціал))



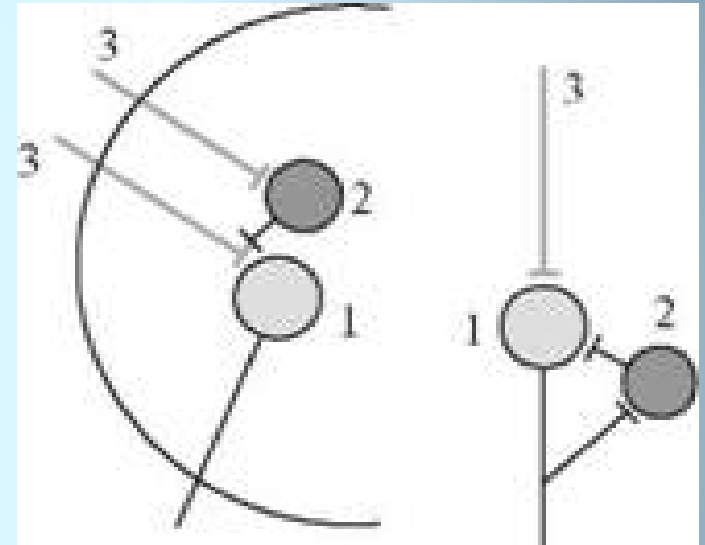
**В ЦНС гальмування — це не втома нейронів.**

Гальмування зв'язане з існуванням гальмівних нейронів, які вони іннервують (вставні нейрони Реншоу, а в мозочку нейрони Пуркіньє )

Процес гальмування – обмежує потрапляння нервових імпульсів до еферентних нейронів, це має визначне значення для координації діяльності ЦНС, звільняє її від переробки несуттєвої інформації.



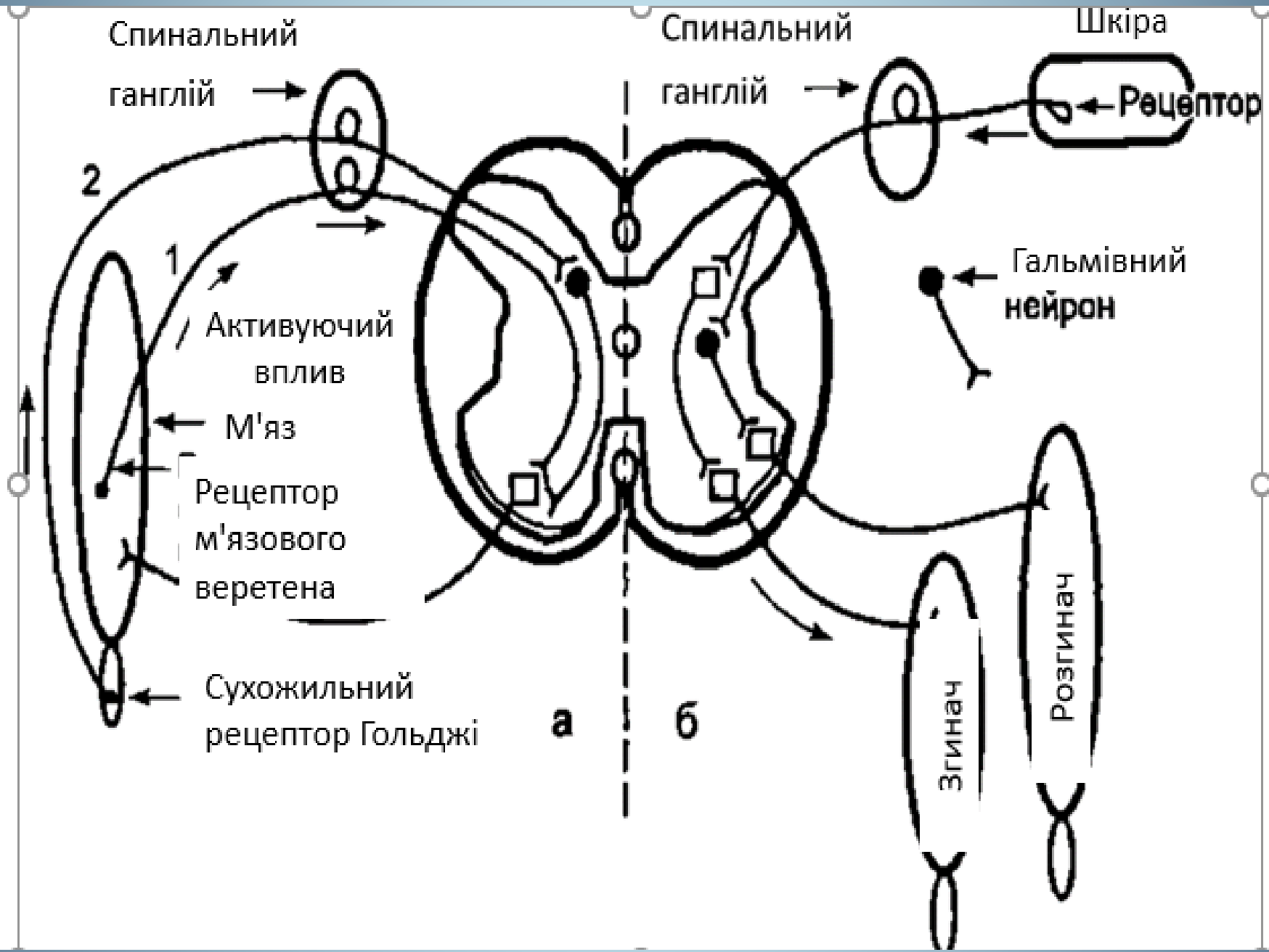
## Види гальмування



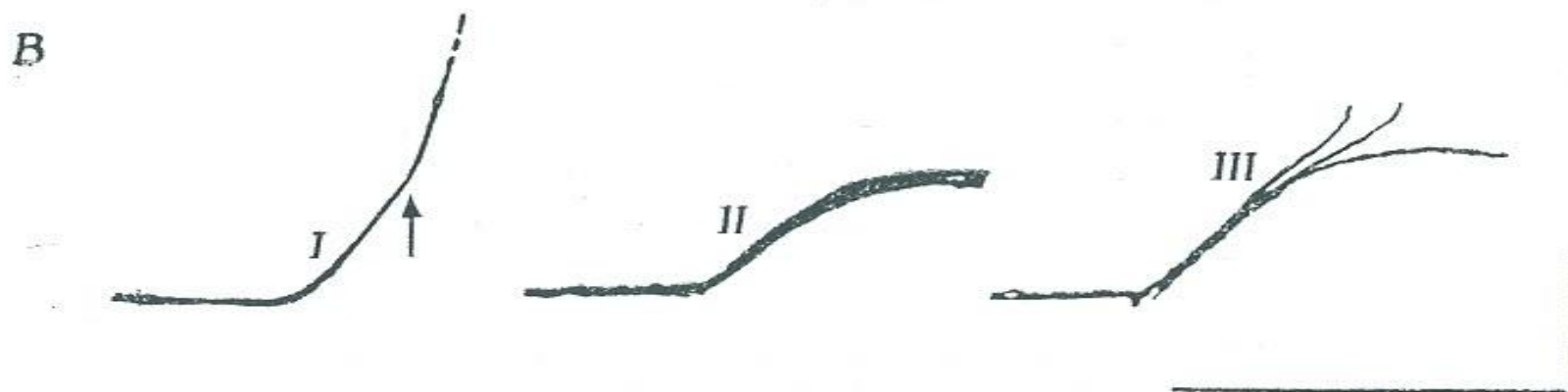
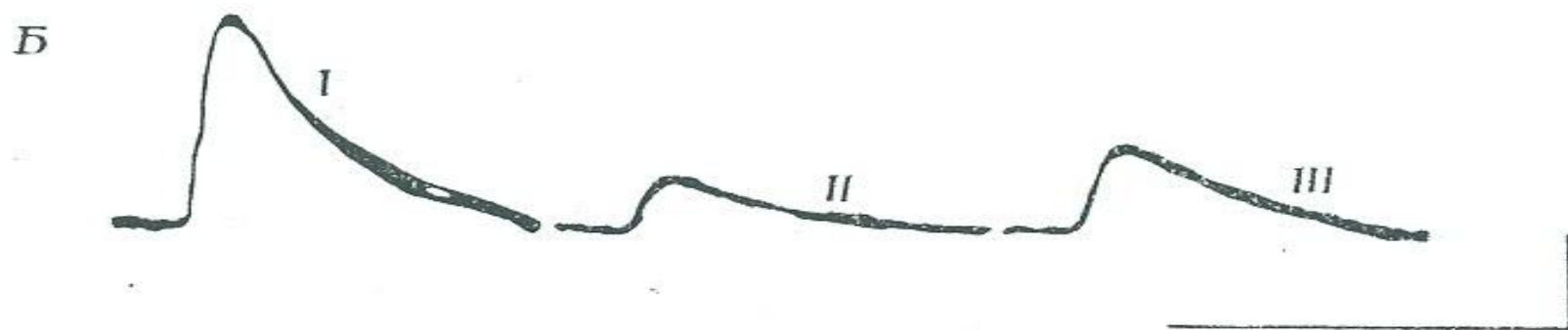
### А — пресинаптичне,

- 1 — гальмівна клітина Реншоу;
- 2 — мотонейрон м'яза-згинача;
- 3 — мотонейрон м'яза-розгинача;
- 4 — аферентне волокно від м'яза-розгинача;
- 5 — м'яз-розгинач; 6 — рухове (еферентне) волокно м'яза-згинача; 7 — м'яз-згинач;
- 8 — м'язовий рецептор; 9 — еференте нервово волокно м'яза-розгинача.

- ### Б — зворотна гальмування у локальних нейронних ланцюгах спинного мозку:
- 1 — мотонейрон;
  - 2 — гальмівний інтернейрон;
  - 3 — аферентні терміналі

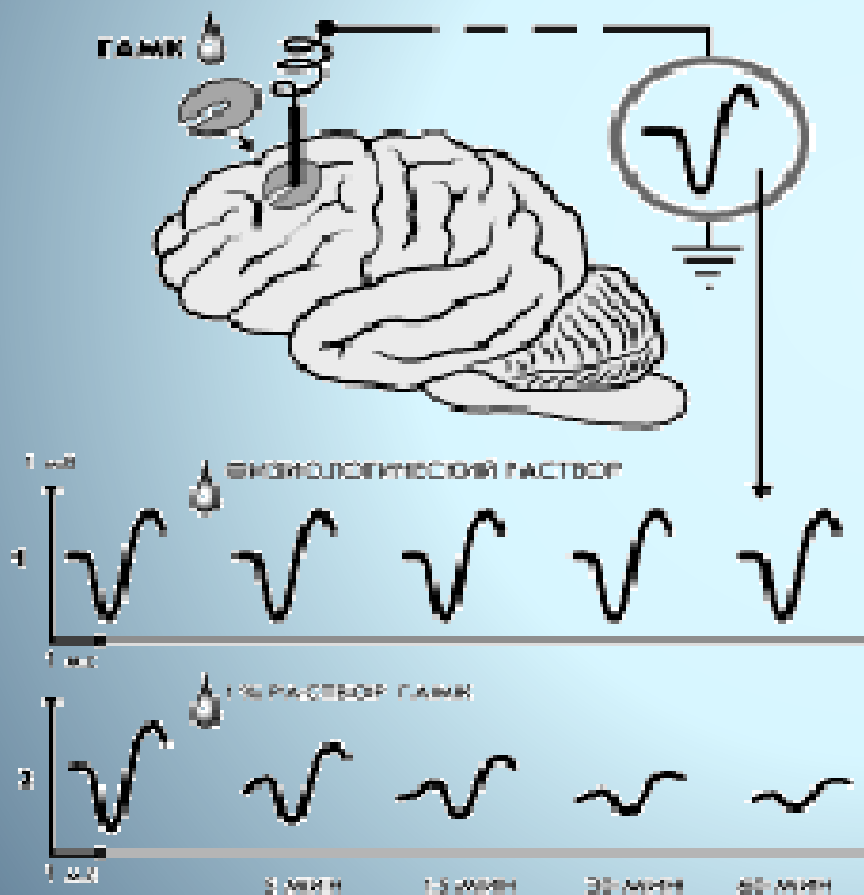


# Пресинаптичне гальмування

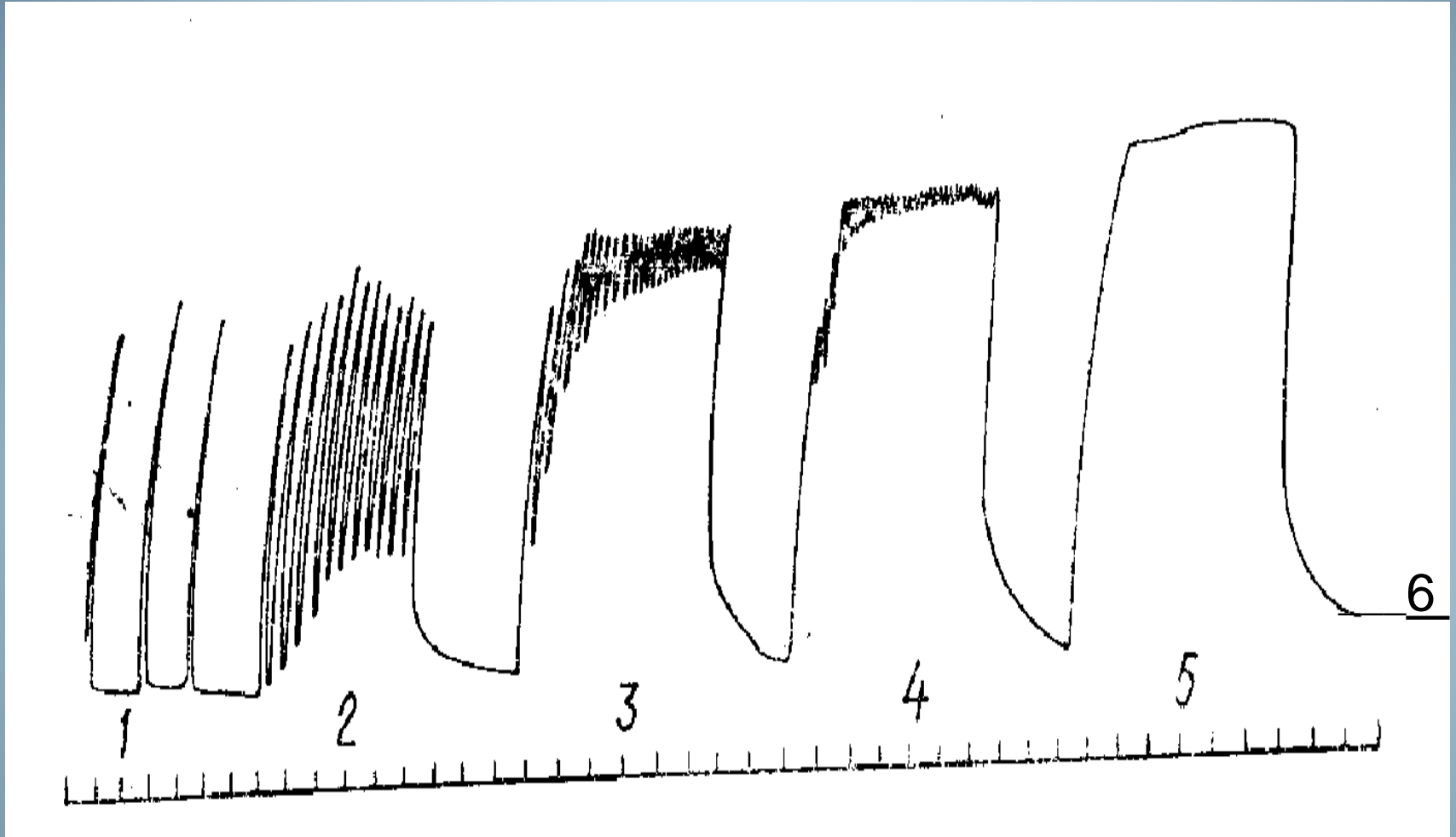


# Схема досліду, що демонструє гальмівну дію гамма-аміномасляної кислоти на нервові клітини **ГАМК**

В головний мозок кішки, що знаходилася під наркозом, вводять електрод, до якого прикладають фільтрувальний папір, змочений розчином ГАМК. Після подразнення нерва на передній лапі записують викликані потенціали на екрані осцилографа. Амплітуда потенціалу відображує кількість збуджених нейронів і їх здатність до сприйняття зовнішнього імпульсу. При впливі фізіологічним розчином потенціали не змінюються (графік згори), при надходженні розчину ГАМК поступово відбувається гальмування нервових клітин (графік знизу).



## 4.3 Міограма литкового м'яза жаби



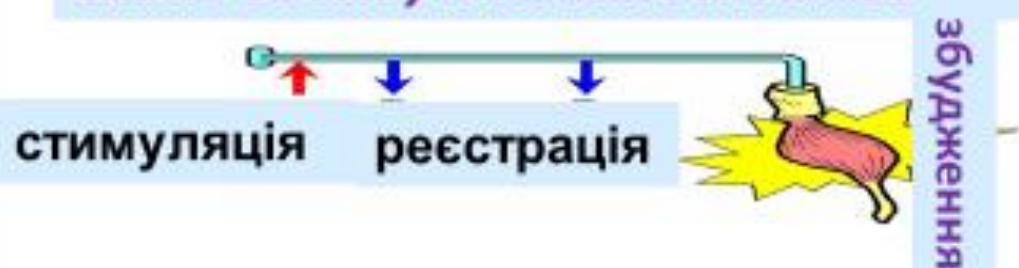
1 – поодинокі скорочення; 2-4 – зубчастий тетанус; 5 – гладкий тетанус, 6 – песимум М.Є. Введенського. (Лекція 9. Тема: ФІЗІОЛОГІЯ НЕЙРОМОТОРНОГО АПАРАТУ)

**Оптимум і песимум частоти подразнення.** У досліджах на нервово-м'язовому препараті М. Є. Введенський (1886) установив, що найбільша висота тетанічного скорочення м'яза спостерігається у випадку подразнення нерва індукційним струмом певної частоти. Ця частота називається **оптимальною, або оптимумом частоти (лат. optimus — найкращий)**. При оптимальній частоті кожне наступне подразнення припадає на фазу, коли м'яз перебуває **у стані найбільшої збудливості**, в результаті чого і настає максимальне скорочення м'яза. Оптимальний ритм збудження в 2–3 рази менший максимального. Коли для сідничного нерва жаби максимальний ритм збудження становить 300–350, то оптимальний — 100–150 імпульсів в секунду, а для скелетного м'яза відповідно 120–200 та 30–50. Збільшення частоти подразнення, що перевищує оптимальний ритм, викликає зниження, а в окремих випадках і повне припинення скорочення м'яза. **Велика частота називається найгіршою, песимальною (лат. pessimus — найгірший)**. Песимум пояснюється тим, що кожний новий імпульс з нерва застає м'яз у фазі **відносної, або абсолютної, рефрактерності**. Надміру висока частота подразнення робить м'яз нездатним до відтворення хвильових відповідей. Кожне чергове подразнення, яке посилюється в дуже частому ритмі, поглиблює стан рефрактерності, знижує функціональну рухливість тканини і тим самим викликає гальмування. **Зміна песимальної частоти подразнень на оптимальну сприяє відновленню фізіологічних властивостей тканини.**

## Парабіоз М. Є. Введенського

М. Є. Введенський (1901) у класичному творі «Збудження, гальмування і наркоз» виклав погляди на природу збудження і гальмування. Досліди проводились на нерво во-м'язовому

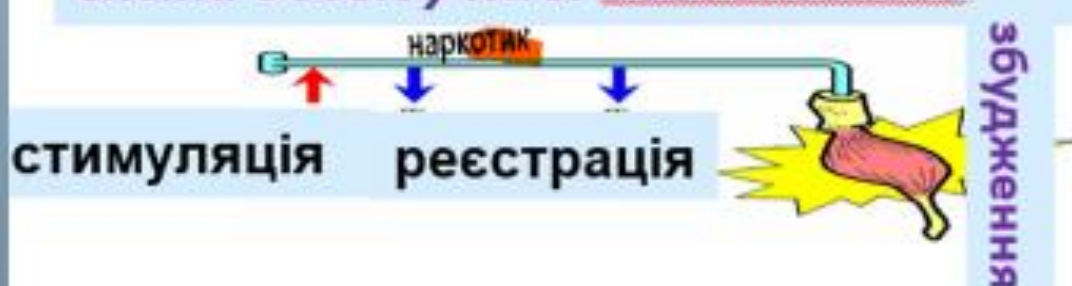
### Схема досвіду М.Є. Введенського

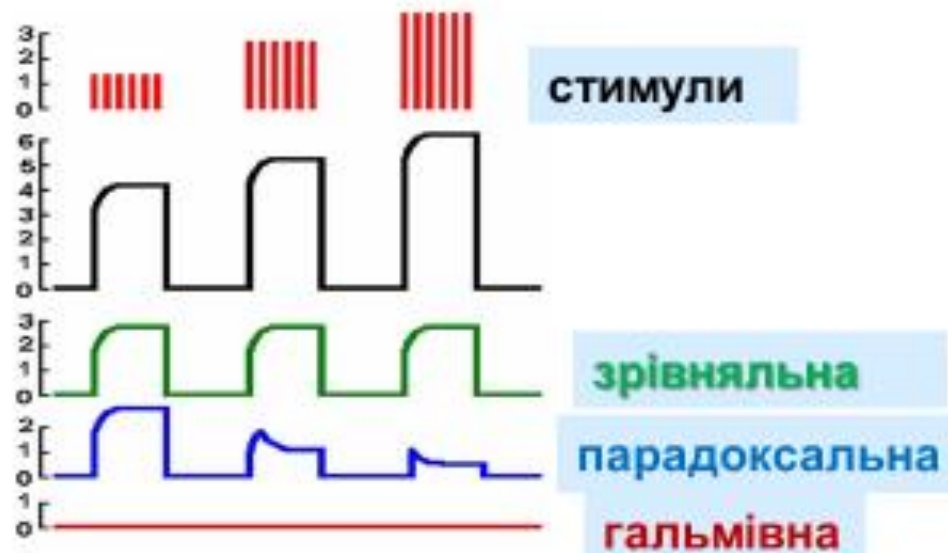


Нерв цього препарату у середній частині піддавали впливу однієї з наркотичних речовин — кокаїну, новокаїну, хлороформу або ефіру, після чого подразнювали індукційним електричним струмом в області альтерації (зміни), вище і нижче її.

**Показником реакції нерва на подразнення було скорочення литкового м'яза**, що реєструвалося на кімографі. Для нормального незміненого нерва збільшення сили або частоти подразнення супроводжувалось наростанням величини відповіді. Під дією наркотику настають фізіологічні зміни, що проходять у три стадії

### Схема досвіду М.Є. Введенського





Першу стадію М. Є. Введенський назвав **1.трансформуючою, або зрівняльною**. У цій стадії слабкі, середні та сильні хвилі збудження, проходячи через змінену ділянку нерва, викликають приблизно однакові скорочення. **2.** При подальшому поглибленні дії наркотичної речовини слабкі та поодинокі подразнення дають, більший ефект, ніж сильні й часті, тому ця стадія одержала назву **парадоксальної** (грец. paradoxes — несподіваність). У **3.** третій, **гальмівній**, стадії хвилі збудження не проходять через зону наркозу, тому подразнення нерва не викликає видимої реакції. Стан нерва, при якому, залишаючись живим, він втрачає здатність нормально функціонувати, називається парабіозом (грец. para — біля, bios — життя).