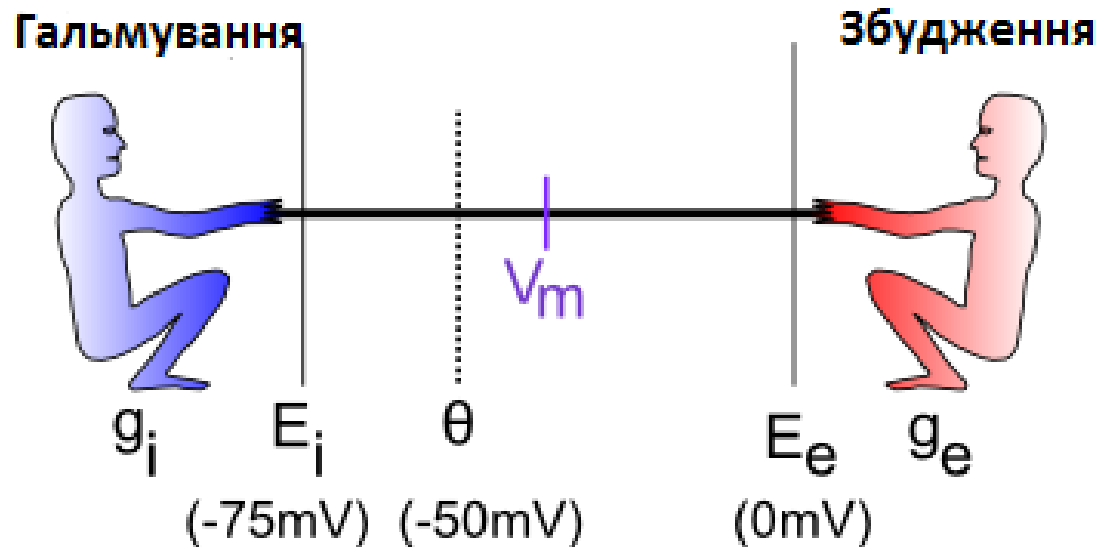




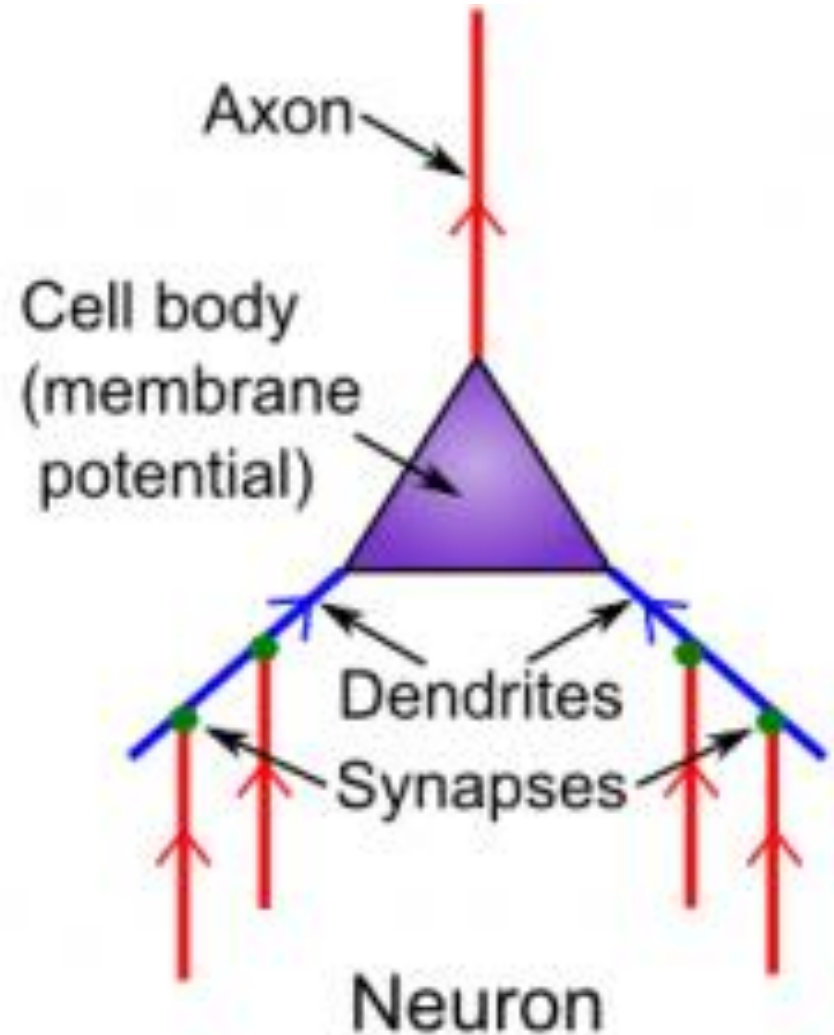
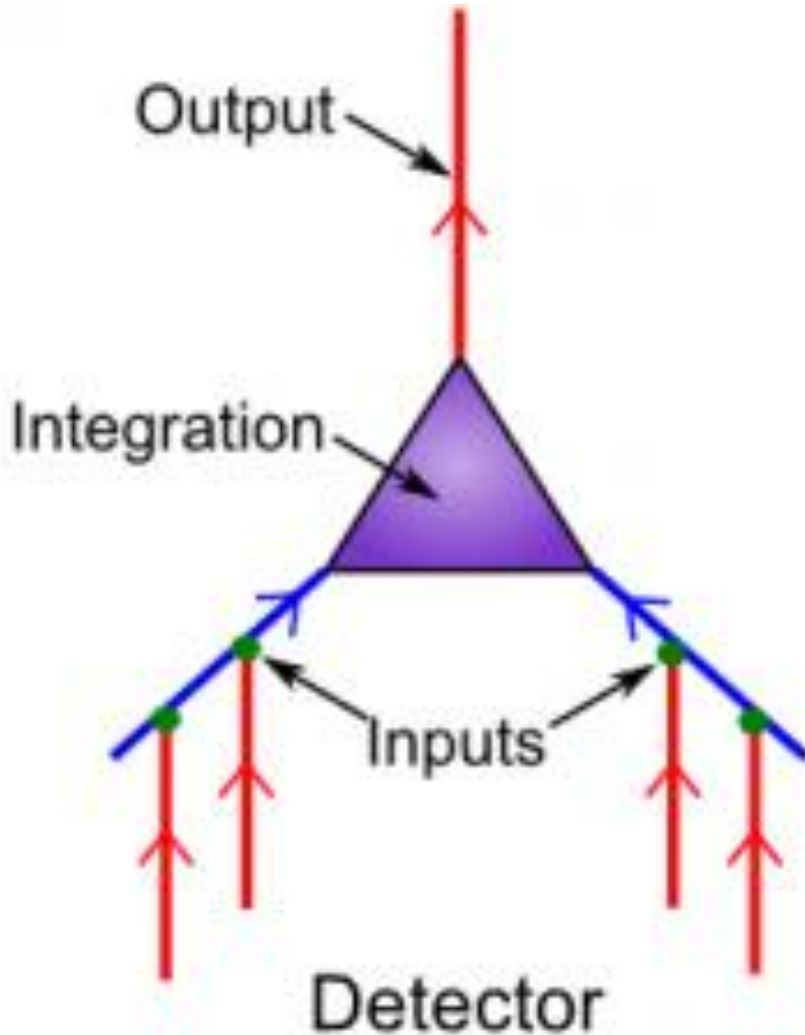
Основні принципи функціонування нервових мереж

Нервові центри

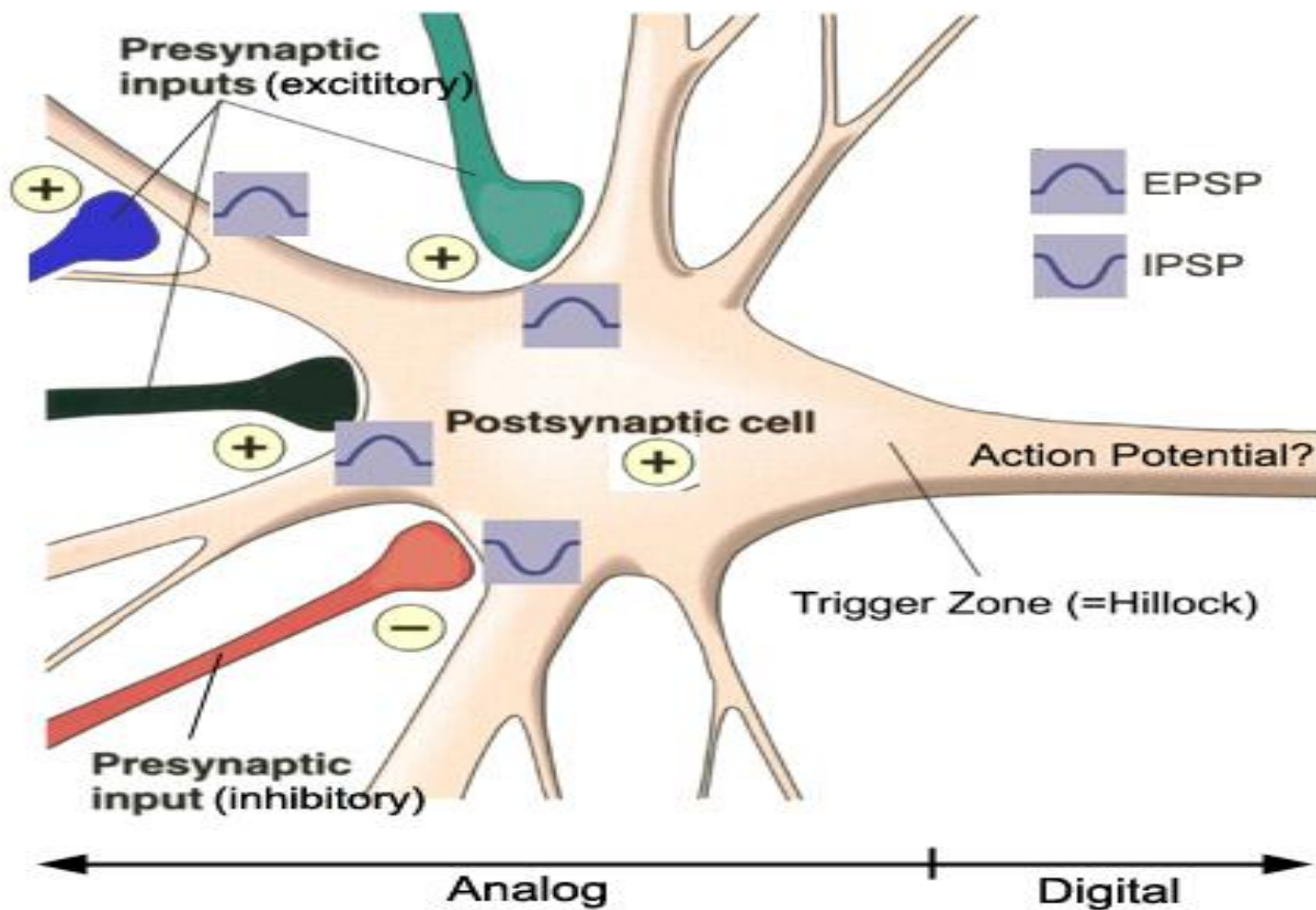
- **Нервові центри** – сукупність нейронів (ансамблі нейронів), пов'язаних між собою структурно і функціонально, виконують спільну функцію в регуляції певної діяльності. Мають власну систему аферентних (вхідних) і еферентних (виходи на структури) зв'язків.



Нейрон як детектор сигналів



Аналоговий і цифровий спосіб передачі інформації в ЦНС



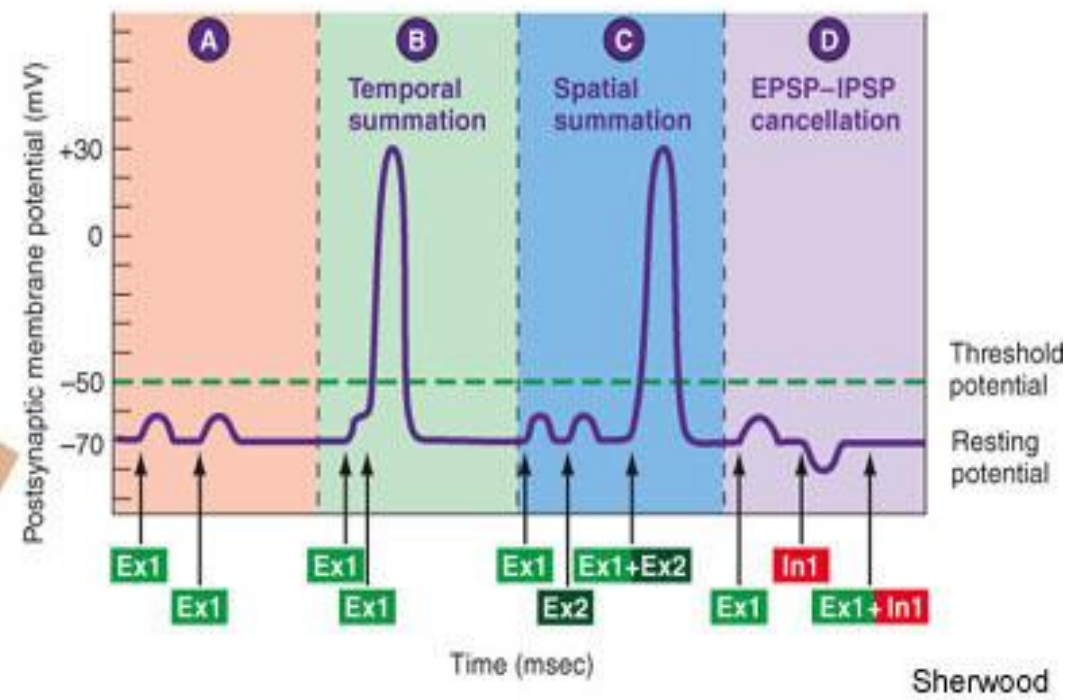
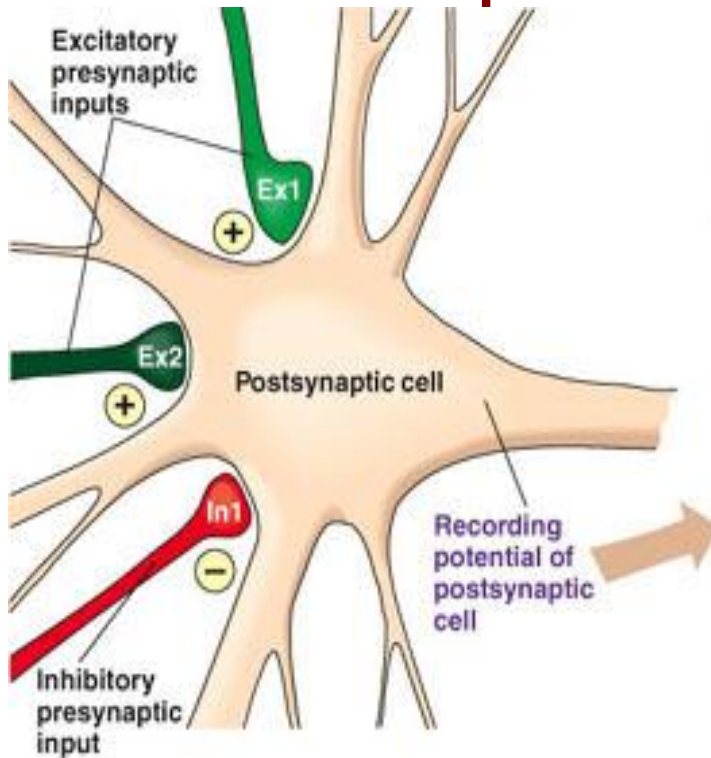
Порівняльна характеристика градуальних потенціалів та ПД

Властивість	Градуальний потенціал (ЗПСР і ГПСР)	Потенціал дії
Спосіб передачі	Аналоговий	Цифровий
Здатність до поширення	На малі відстані електротонічно (локальні струми)	По всій довжині мембрани без затухання
Здатність до сумації	Так (часова, просторова)	Ні
Залежність від сили подразника	Закон силових відносин – чим більше сила подразника, тим більша амплітуда	Закон «Все або нічого» - при дії допорогових подразників не виникає, при дії порогових виникає ПД максимальної амплітуди
Зміни збудливості	ЗПСР: ↑ внаслідок зменшення порогу деполяризації	Фазові зміни збудливості (Абсолютна рефрактерність → відсутність рефрактерності)

Властивості нервових центрів

- Однобічне проведення збудження
- Уповільнення проведення збудження
- Сумація збудження (просторова і часова)
- Трансформація ритму збудження (почастішання чи порідшення)
- Принцип домінанти
- Післядія збудження – рух імпульсів по замкнених ланцюгах (реверберація)
- Тонус нервових центрів

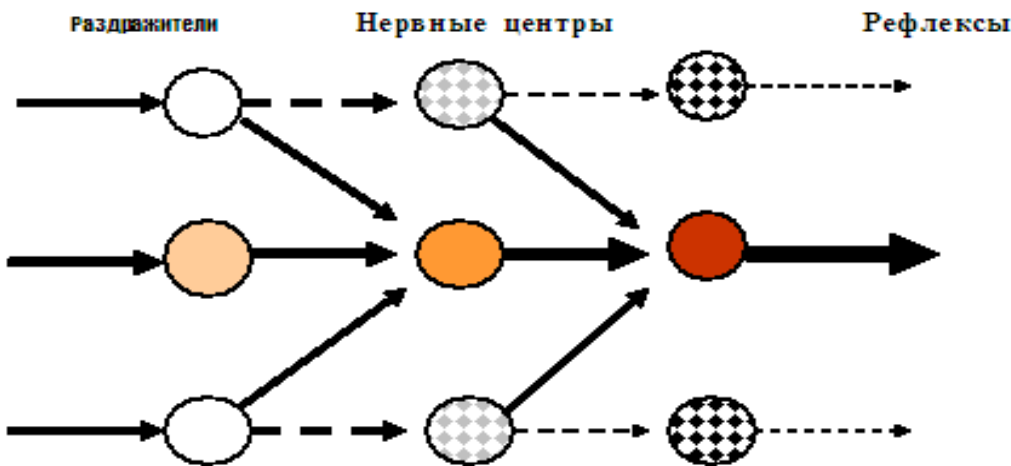
Інтеграція постсинаптичних потенціалів на сомі нейрона



- 1. Два окремих ЗПСП
- 2. Послідовна (часова) сумація (Ex1→Ex1)
- 3. Просторова сумація (Ex1+Ex2)
- 4. Нівелювання (ЗПСП-ГПСП)

Домінанта – стійке джерело підвищеної збудливості нервового центру, який загальмовує інші центри

ПРИНЦИП ДОМИНАНТЫ



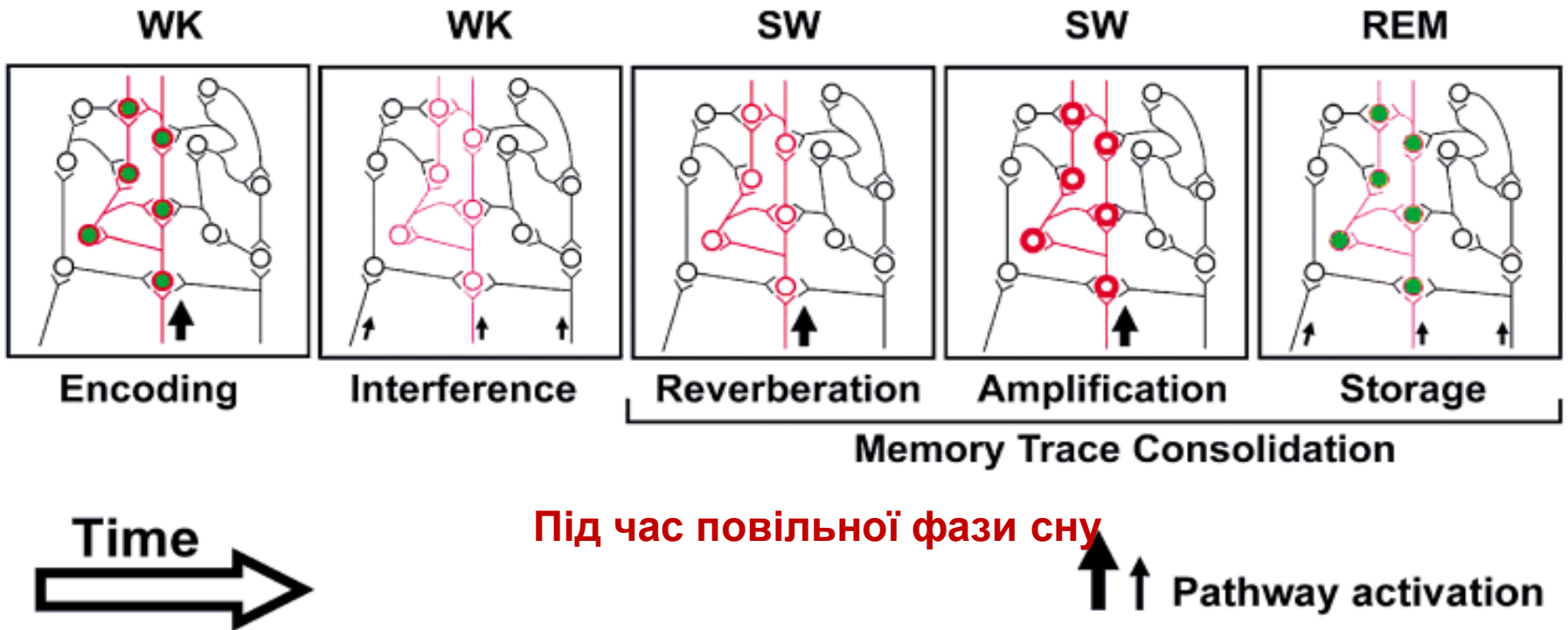
Властивості:

- Підвищена збудливість
- Стійкість збудження
- Здатність до сумації;
- Інертність – тривале зберігання + після припинення дії подразника



Олександр Ухтомський
1875-1942
Академік АН СРСР

Післядія збудження (реверберація) у колових нейрональних ланцюгах – основа закарбовування в пам'яті



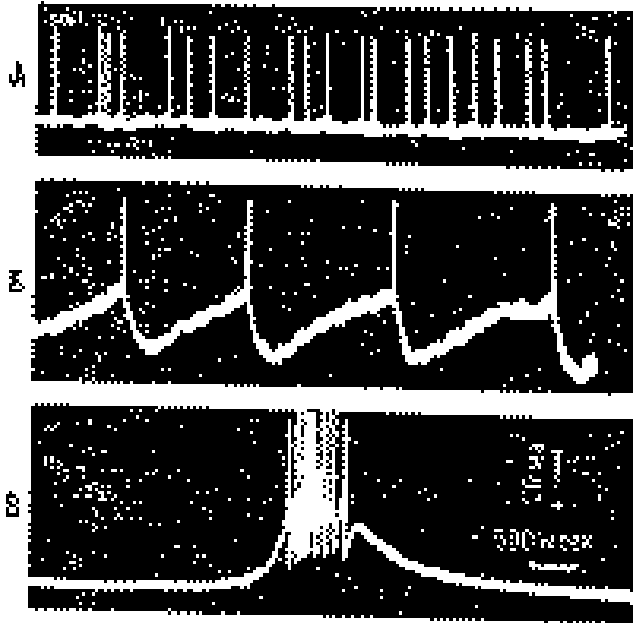
Під час повільної фази сну

↑ ↑ Pathway activation

Long-Lasting Novelty-Induced Neuronal Reverberation during Slow-Wave Sleep in Multiple Forebrain Areas

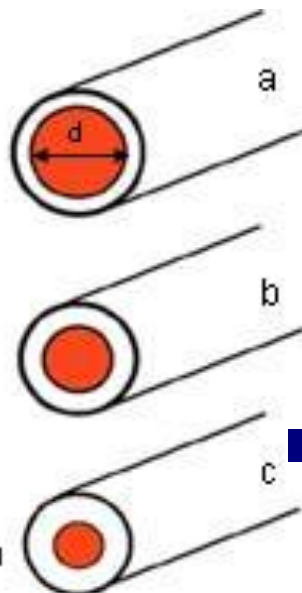
Sidarta Ribeiro, Damien Gervasoni et al. 2004 DOI: 10.1371/journal.pbio.0020024

Тонус - постійне невелике збудження нейронів в нервовому центрі



Normal
Vascular Tone

Vasoconstriction



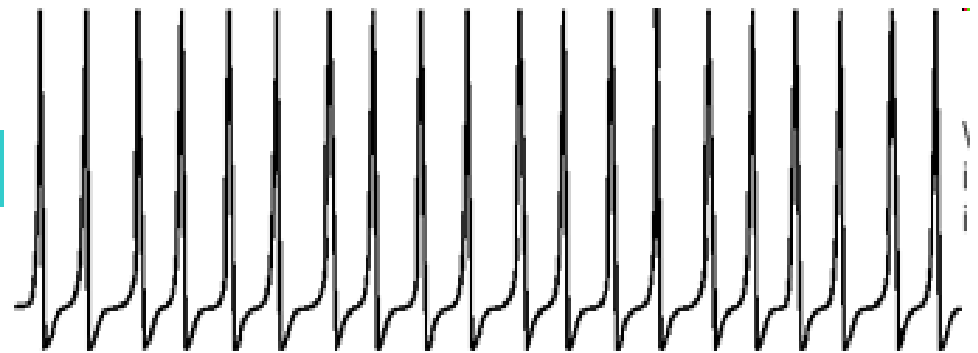
- Забезпечується аферентними імпульсами від рецепторів (баро-, хемо-) та гуморальними чинниками (вміст глюкози, натрію тощо)
- Забезпечує тонус скелетних та гладких м'язів

Гальмування в нервових мережах

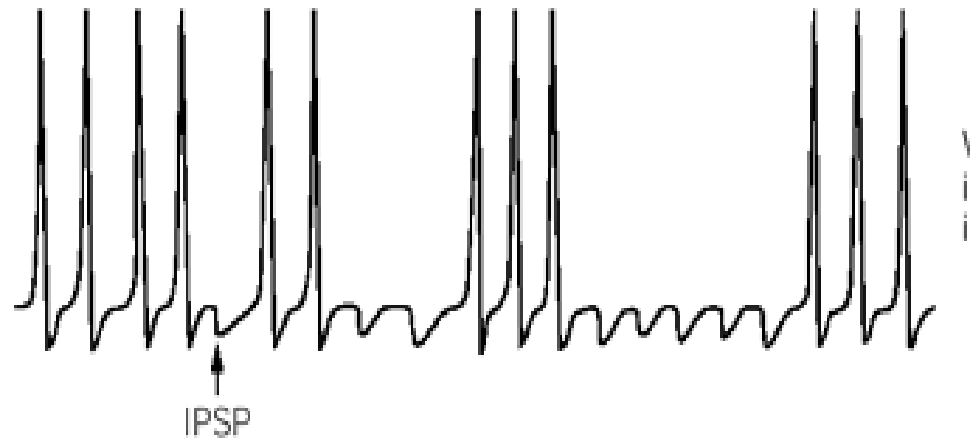
- **Гальмування** – активний нервовий процес, який призводить до зменшення чи припинення збудження в локальній ділянці нервового центру
- **Види гальмування:** постсинаптичне, пресинаптичне, зворотнє, спряжене, бічне
- **Значення:** деталізація патерну збудження

Роль гальмування: деталізація патерну збудження

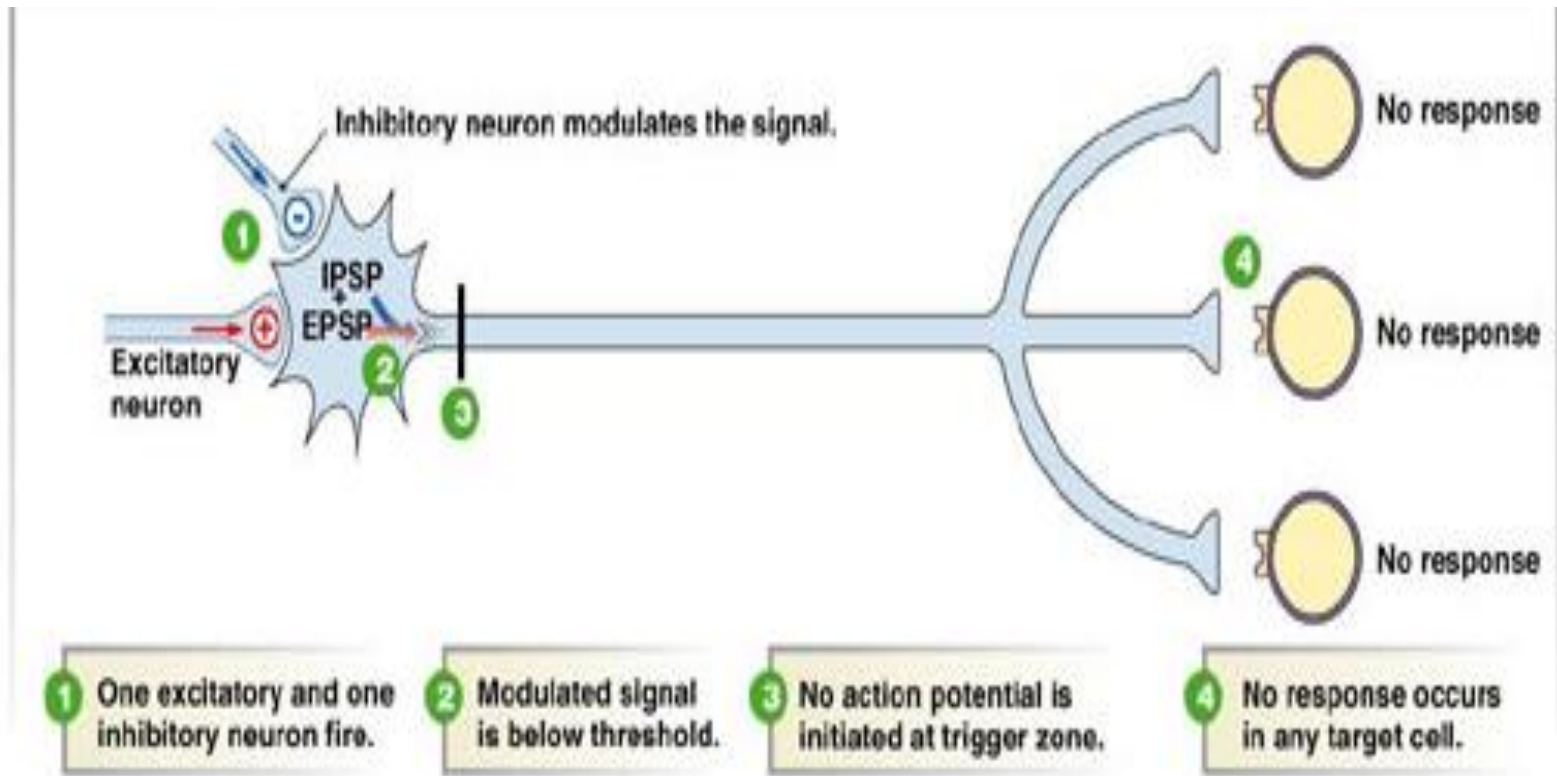
Без гальмівного входу



З гальмівним входом

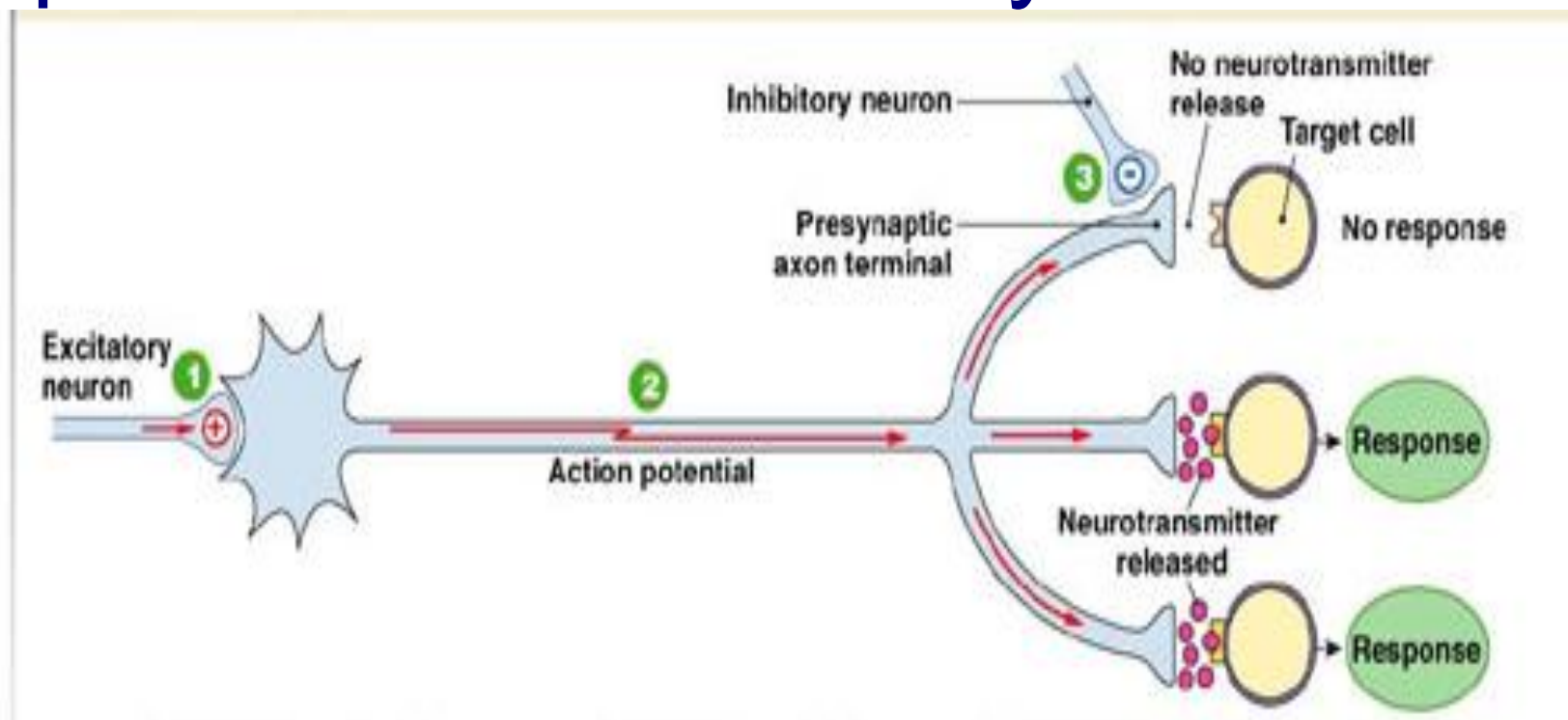


Постсинаптичне гальмування



- При постсинаптичному гальмуванні **збудження не передається до всіх** клітин-цілей нейрона внаслідок розвитку гіперполяризації на сомі нейрона

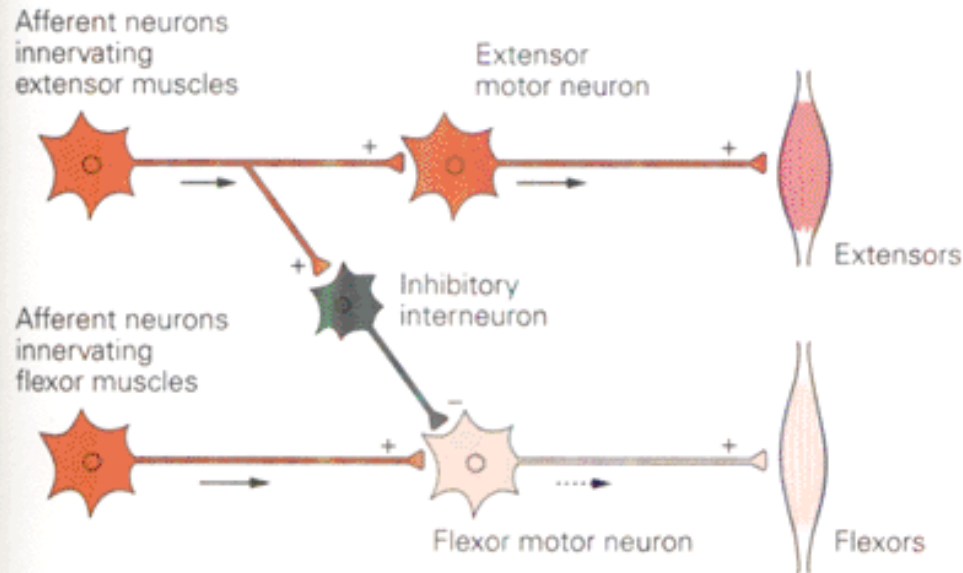
Пресинаптичне гальмування



- Модуляторний гальмівний нейрон утворює синапс на одній колатералі пресинаптичного нейрона і **вибірково** гальмує одну клітину-мішень

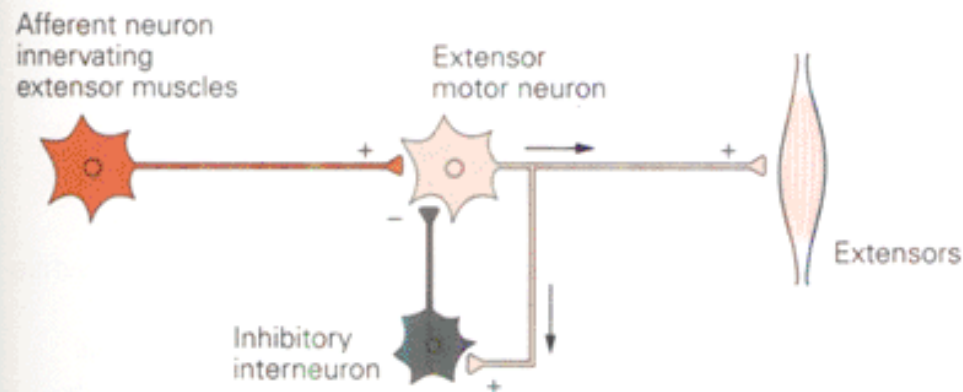
Види гальмування в нервових мережах

A Feed-forward inhibition



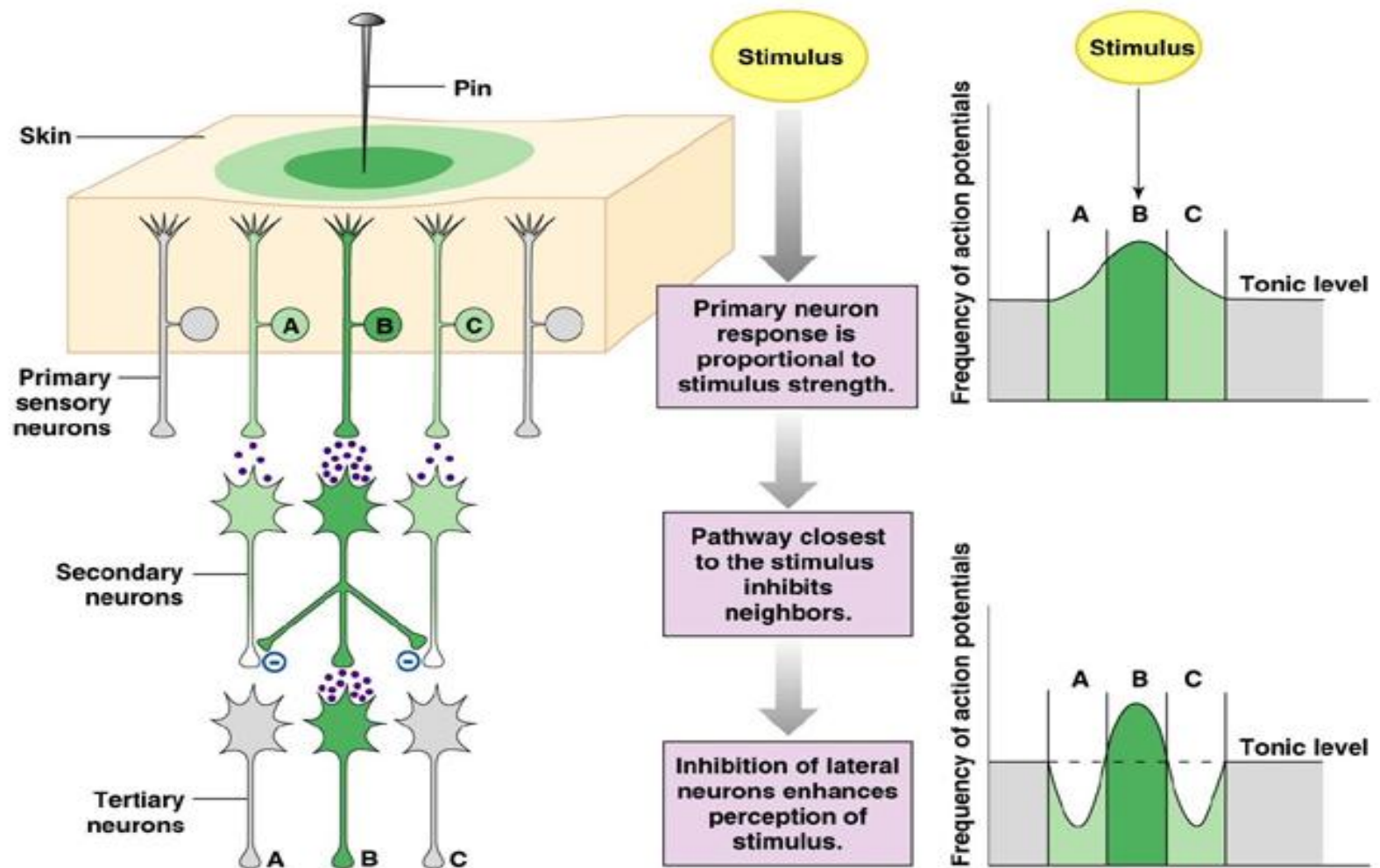
- А. Спряжене (реципрокне) гальмування – взаємне гальмування центрів антагоністичних рефлексів → координація

B Feedback inhibition

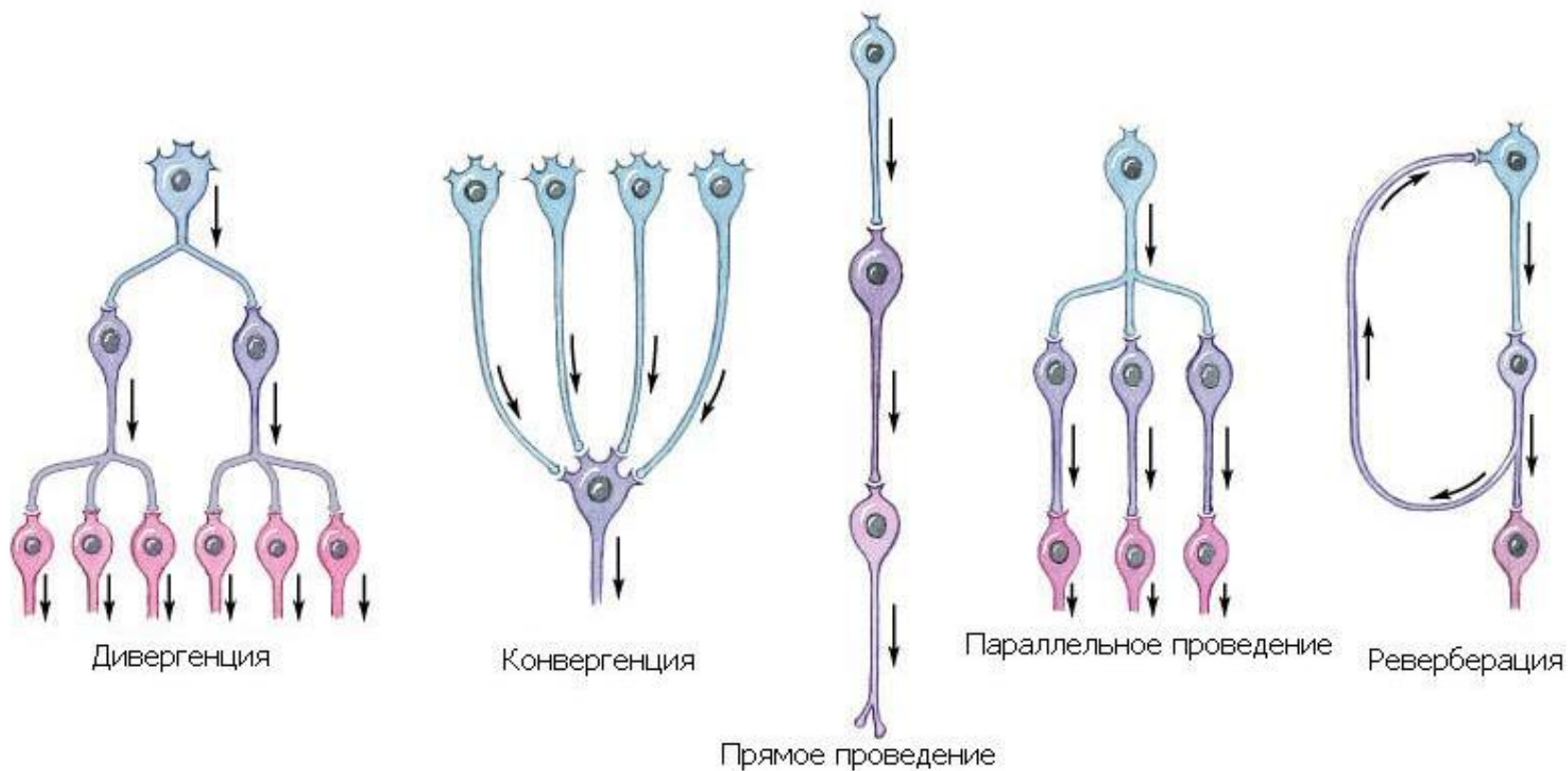


- В. Зворотне гальмування – обмеження надмірної імпульсації (“-” зворотній зв’язок)

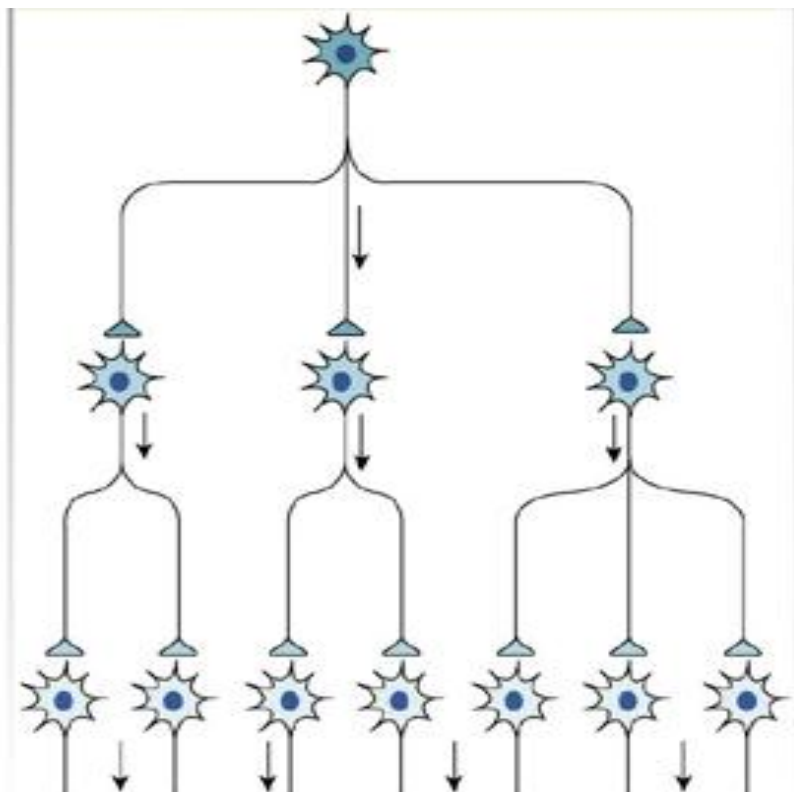
Латеральне гальмування забезпечує “загострення” сигналу (контраст).



Типи нейрональних ланцюгів

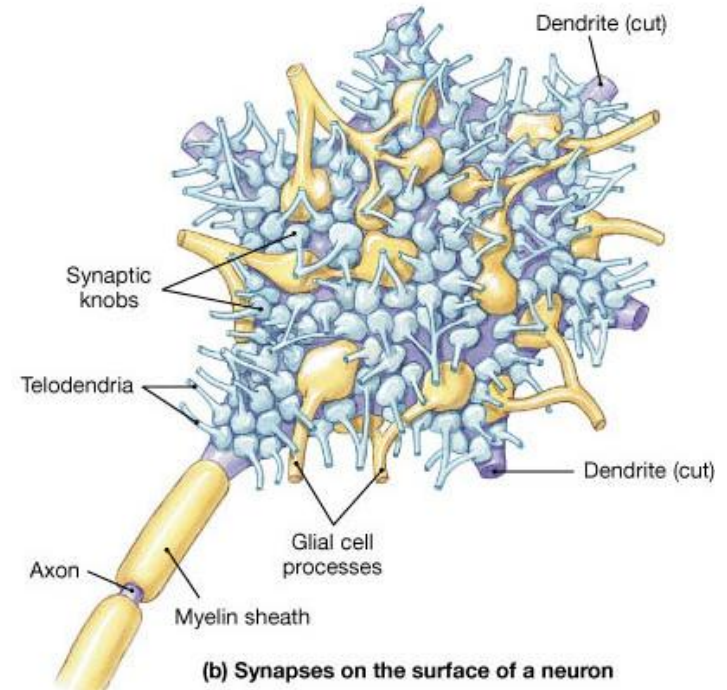
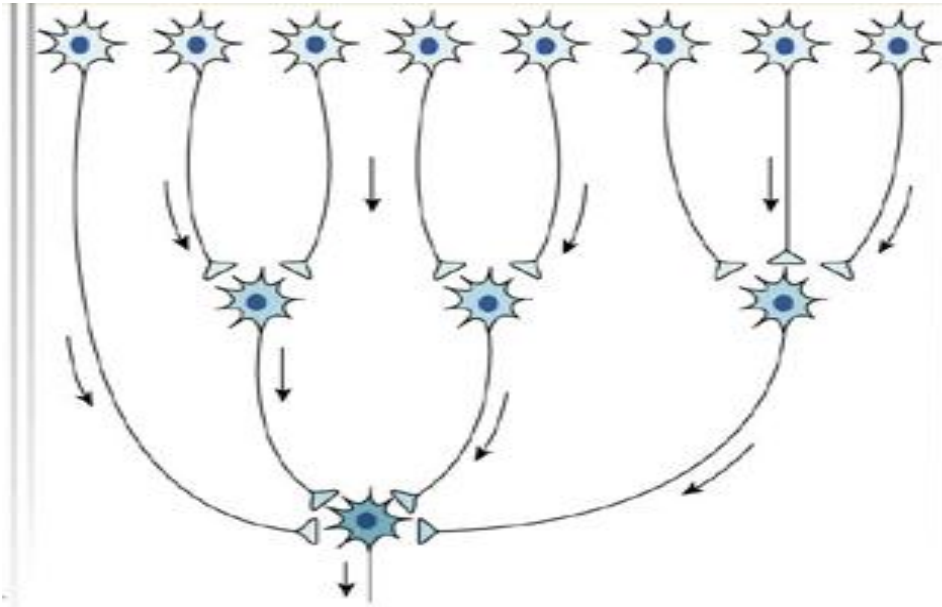


Принципи будови нервових мереж



- Дивергенція забезпечує іррадіацію збудження

Принципи будови нервових мереж: конвергенція



- **Конвергенція** забезпечує інтеграцію сигналів на тілі нейрона та просторову сумачію
- До одного мотонейрона підходить біля 6000 колатералей аксонів чутливих нервових закінчень – принцип “загального кінцевого шляху”

Синаптична пластичність – зміни ефективності синаптичної передачі (амплітуди ПСП) у відповідь на попередню стимуляцію

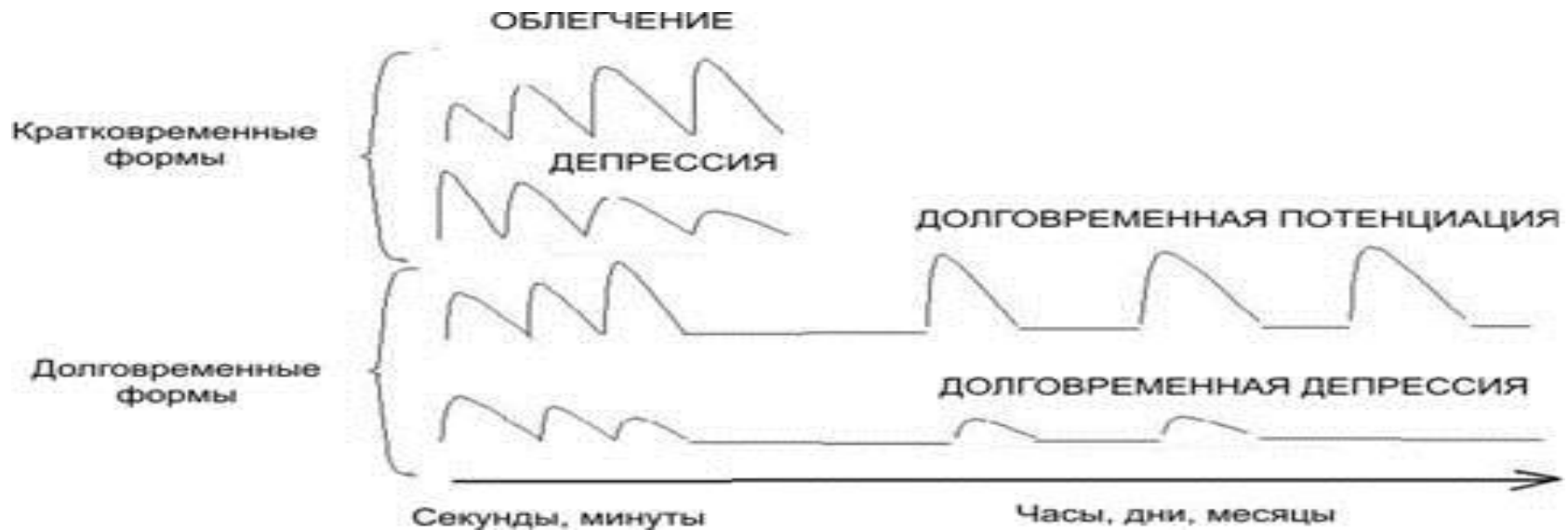
Короткочасна → адаптація до сенсорних сигналів, короткочасна пам'ять

- **Посттетанічна потенціація (полегшення)** – посилення повторного сигналу (міжімпульсний інтервал 20- 500с)
- **Звикання (габітуація)** – послаблення повторного сигналу (міжімпульсний інтервал < 20 с)

Довготривала – посилення чи послаблення передачі в синапсі впродовж годин після попередньої стимуляції – основа навчання і пам'яті

- **Довготривала потенціація (+)**
- **Довготривала депресія (-)**

Синаптична пластичність

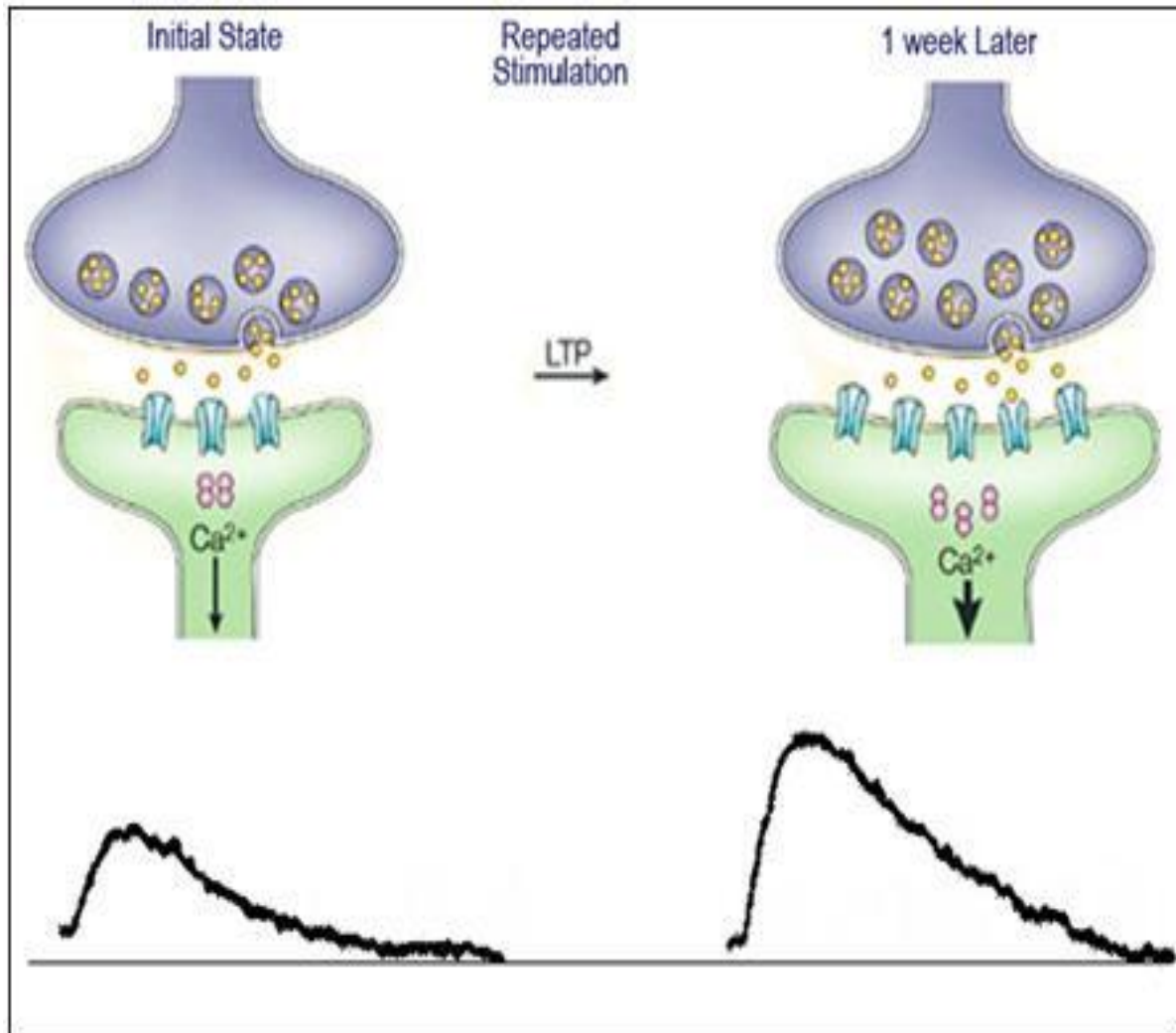


Причина:

■)

↑ входу Ca^{2+} в аксонну
терміналь та в
постсинаптичну
мембрану

Посттетанічна потенціація лежить в основі навчання

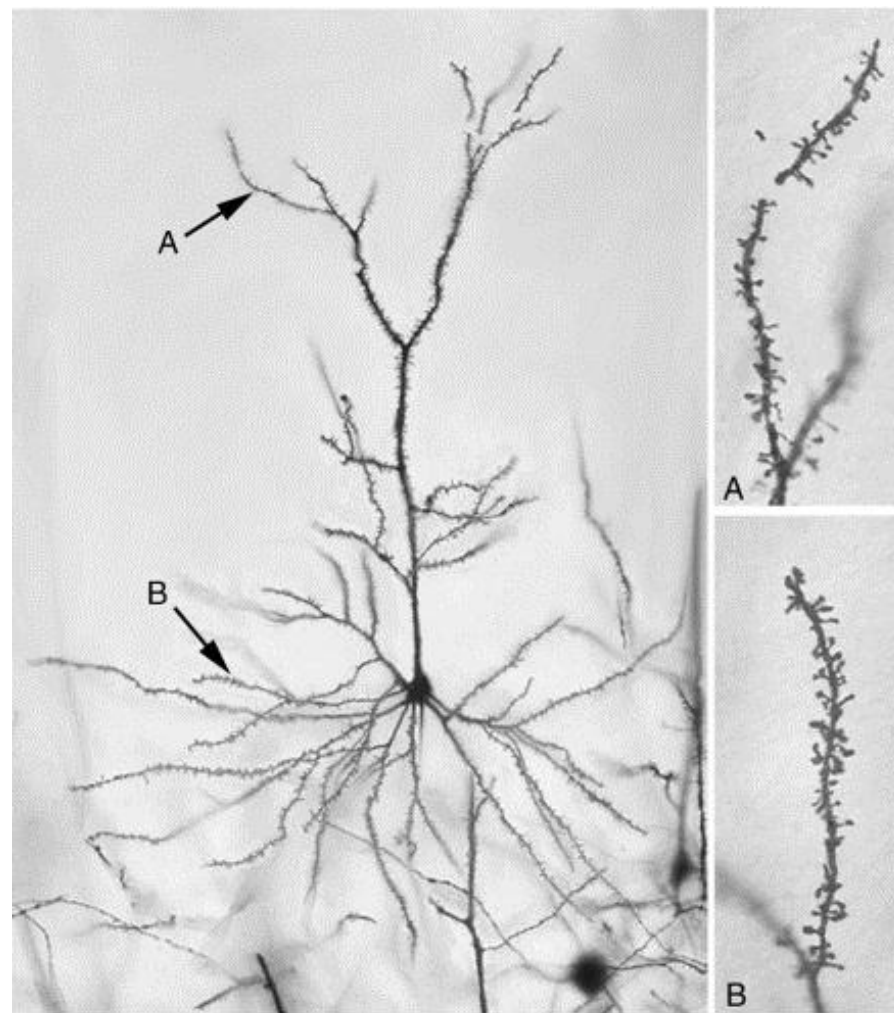
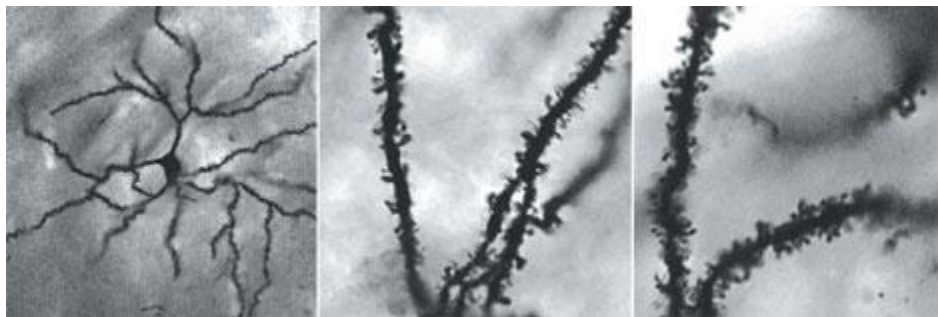


- Один стимул → ЗПСП
- Серія стимулів → ПД
- Один стимул після серії → ЗПСП більшої амплітуди
- Причини: ↑ кількості медіатора та рецепторів на постсинаптичній мембрані

Довготривала потенціація

- Вплив медіатора на пресинаптичне закінчення активує систему вторинних посередників
- вони активують регуляторний білок CREB, який впливаючи на генетичний апарат клітини запускає синтез специфічних білків
- важлива роль у цьому процесі належить **ретроградному аксонному транспорту**
- синтезовані білки посилюють вивільнення медіатора як це описано раніше
- Деякі білки можуть призводити до росту нових активних синаптичних зон і формуванню нових **дендритних шипиків**

Ріст дендритних шипиків



Постсинаптичні механізми потенціації

- збільшення числа рецепторів до медіатора
- провідна роль кальцію
- збільшення ефективності передачі збудження – активація через систему вторинних посередників додаткових іонних каналів

Узагальнення

- синаптична пластичність є базовим нейрофізіологічним механізмом пам'яті і навчання
- за механізмами пластичність поділяється на **пресинаптичну** і **постсинаптичну**

Основні шляхи зміни ефективності роботи синапсів:

- збільшення кількості медіатора, який виділяється у синаптичну щілину;
- утворення нових синапсів;
- збільшення/зменшення ефективності впливу медіатора на постсинаптичну мембрану