

Фізіологія рецепторів, нервових волокон, синапсів.
Збудження і гальмування в ЦНС. Принципи координації
рефлекторної діяльності.



Підготувала проф. Тетяна
Запорожець

ВІДДІЛИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Нервова та ендокринна система контролює всю діяльність організму. В основному нервова система поділяється на дві частини:

- 1) центральна нервова система;
- 2) периферична нервова система.

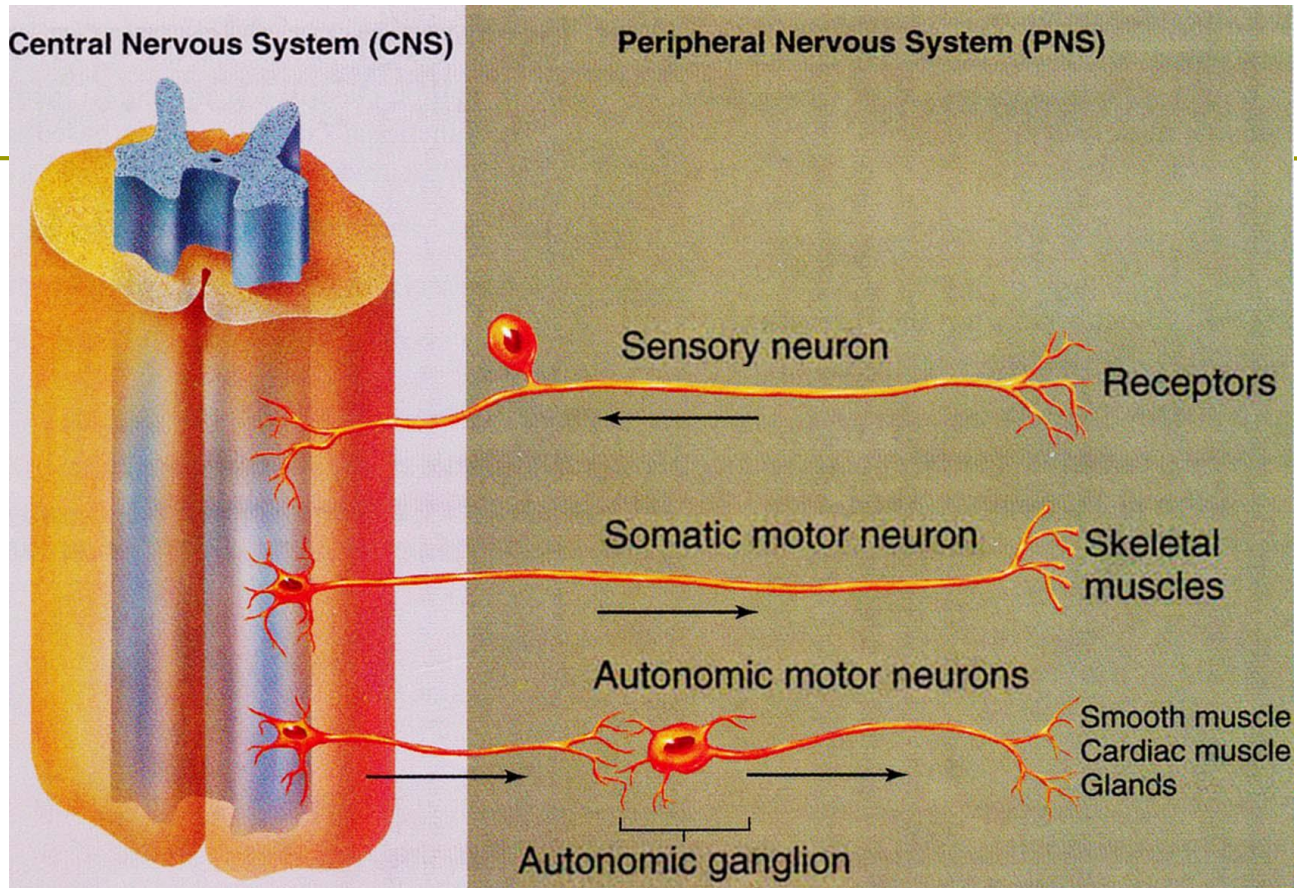
■ ЦЕНТРАЛЬНА НЕРВОВА СИСТЕМА

Включає головний мозок і спинний. Він утворений нейронами та опорними клітинами, які називаються нейроглією.

■ ПЕРИФЕРИЧНА НЕРВОВА СИСТЕМА

Утворена нейронами та їх відростками, присутніми у всіх областях тіла. І вона також поділяється на два підрозділи.

ВІДДІЛИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ



Зв'язок між ЦНС і ПНС. Сенсорні та рухові нейрони периферичної нервової системи несуть інформацію в центральну нервову систему (головний і спинний мозок) і з неї відповідно.

ВІДДІЛИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

ПЕРИФЕРИЧНА НЕРВОВА СИСТЕМА

1. Соматична нервова система

До неї входять нерви, що живлять скелетні м'язи.

Соматична нервова система контролює рухи тіла, впливаючи на скелетні м'язи.

2. Вегетативна нервова система

Це стосується регуляції вісцеральних або вегетативних функцій. Отже, іншими словами її називають вегетативною або самовільною нервовою системою.

Вегетативна нервова система складається з трьох частин:

а) симпатична,

б) парасимпатична і

в) метасимпатичний.

Структурно-функціональною одиницею нервової системи є нейрон або нервова клітина.

КЛАСИФІКАЦІЯ НЕЙРОНІВ

1. Залежно від кількості полюсів:

- а) уніполярні нейрони;
- б) біполярні нейрони;
- в) мультиполярні нейрони.

2. Залежно від функції:

- а) рухові або еферентні нейрони;
- б) чутливі або аферентні нейрони.

3. Залежно від довжини аксона:

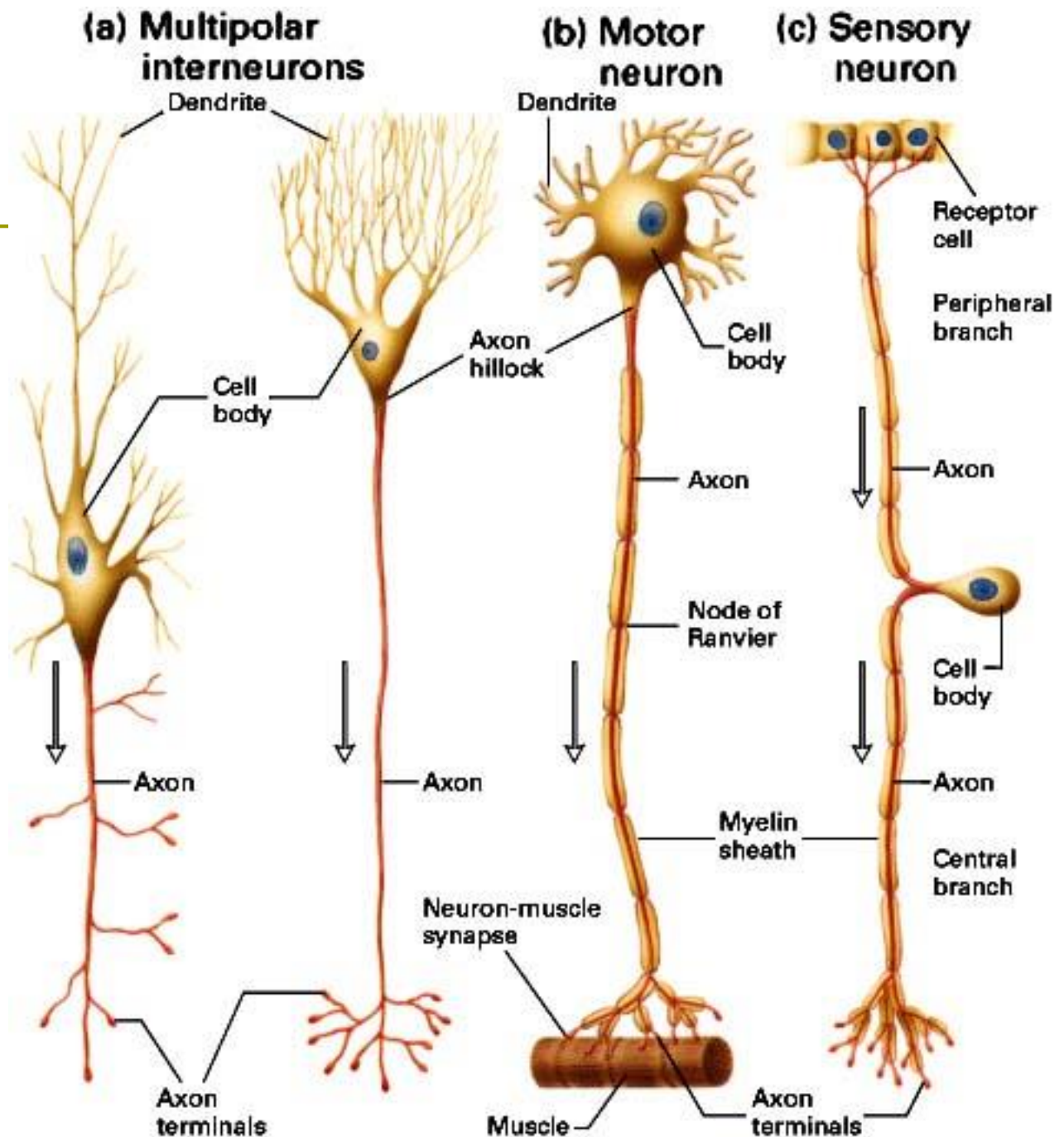
- а) Нейрони Гольджі I типу — мають довгі аксони; знаходяться в центральній нервовій системі, а їх аксони досягають периферичних органів.
- б) Нейрони Гольджі II типу — мають короткі аксони, присутні в корі головного та спинного мозку.

Типи нейронів

(a) Мультіполярні;

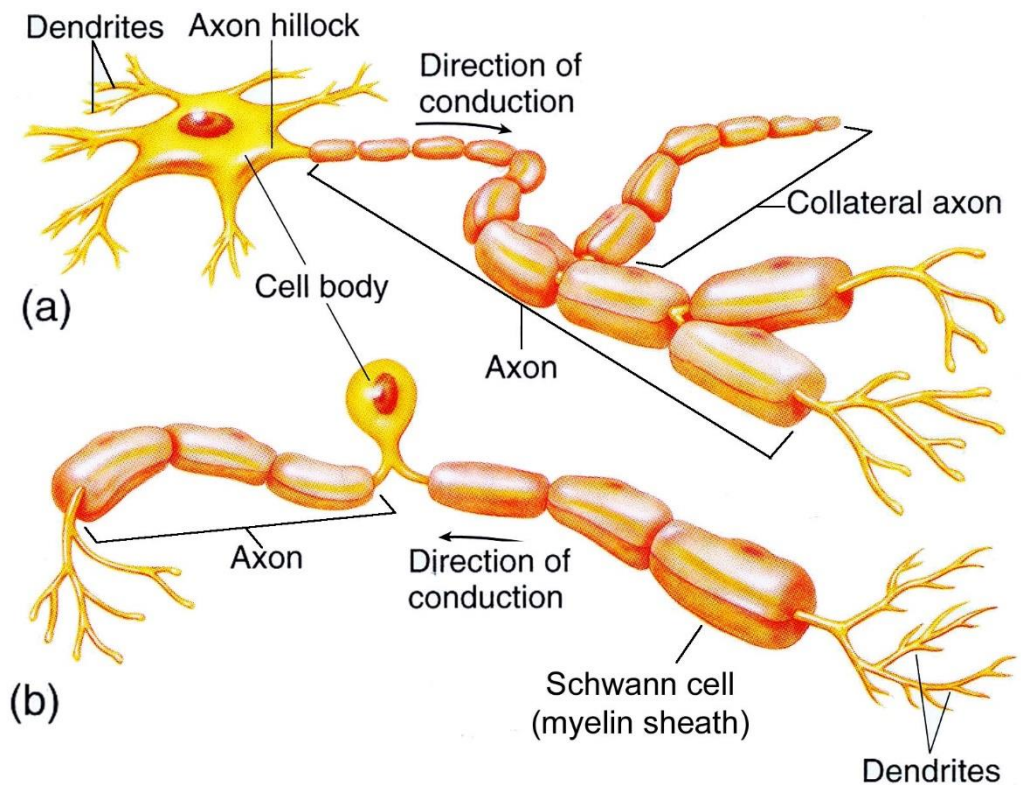
(b) Моторні (уніполярні);

(c) Сенсорні.



БУДОВА НЕЙРОНА

1. Тіло нервової клітини
2. Дендрити
3. Аксон
4. Мієлінова оболонка або мембрана
5. Нейролемма



The structure of two kinds of neurons.
(a) A motor neuron and
(b) a sensory neuron.

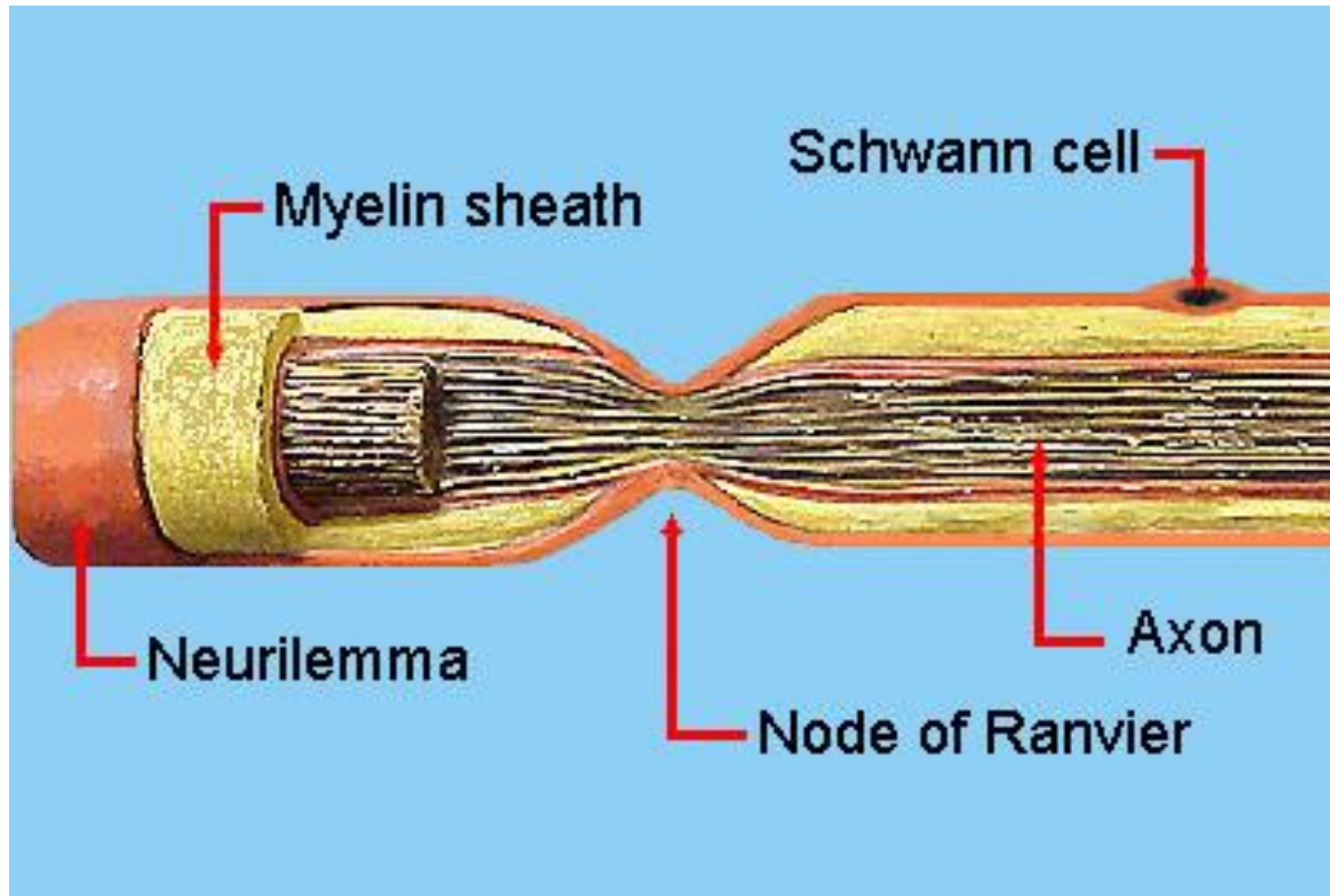
ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВИХ ВОЛОКОН

Будова мієлінового нервового волокна

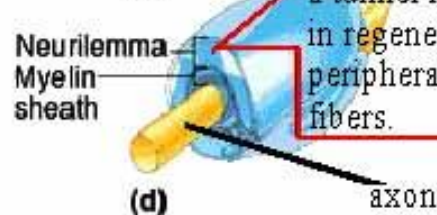
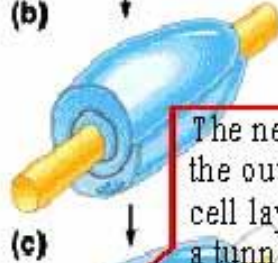
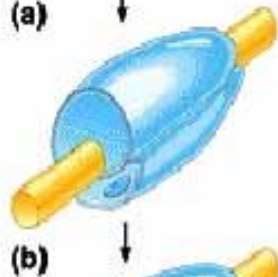
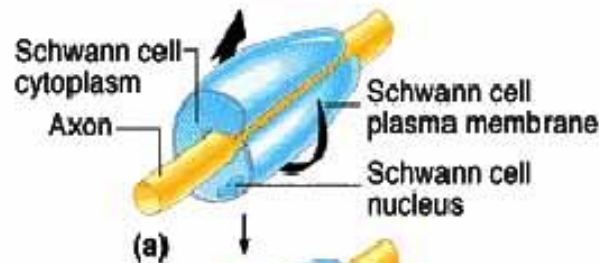
Осьовий циліндр нервового волокна вкритий мембраною, яка називається нейролеммою.

У мієлінових нервових волокнах осьовий циліндр покритий товстою оболонкою, яка називається мієліновою оболонкою. Мієлінова оболонка в свою чергу покрита нейролеммою.

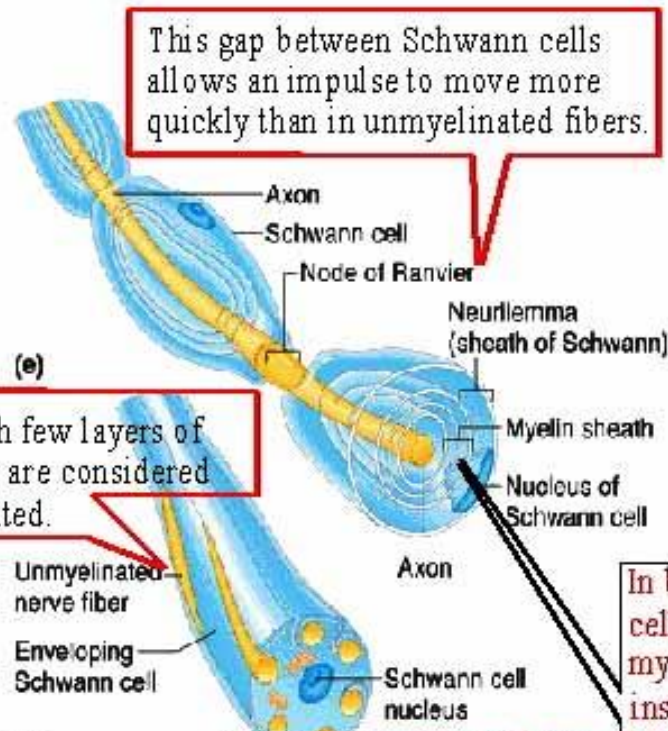
Мієлінове нервове волокно



The Myelin Sheath



Fibers with few layers of wrappings are considered unmyelinated.

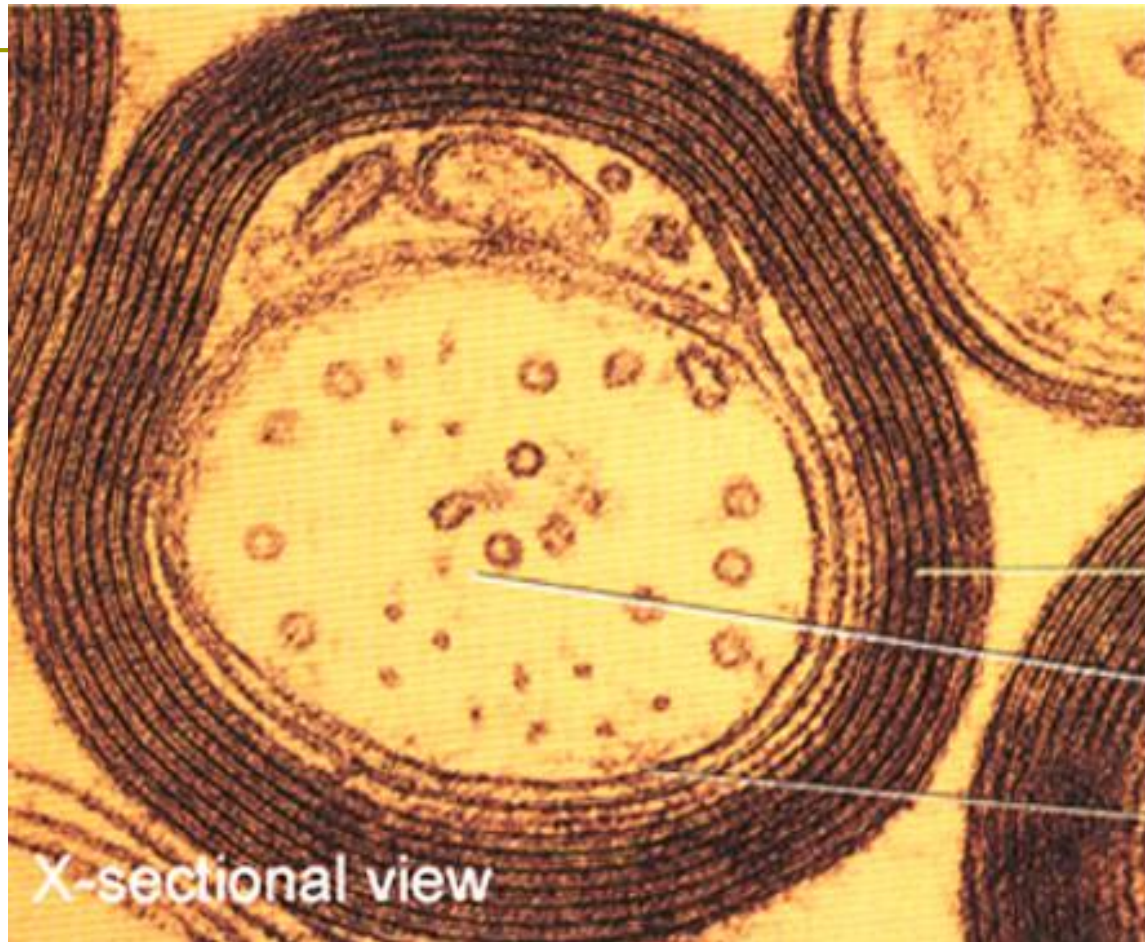


A single Schwann cell may wrap around many fibers.

This gap between Schwann cells allows an impulse to move more quickly than in unmyelinated fibers.

In between the layers of the Schwann cell is secreted a waxy substance called myelin. This substance helps in the insulating qualities of the covering. This concept of wrapping layers and myelin has been referred to as the "jelly-roll hypothesis".

© BENJAMIN CUMMINGS



Myelin Sheath

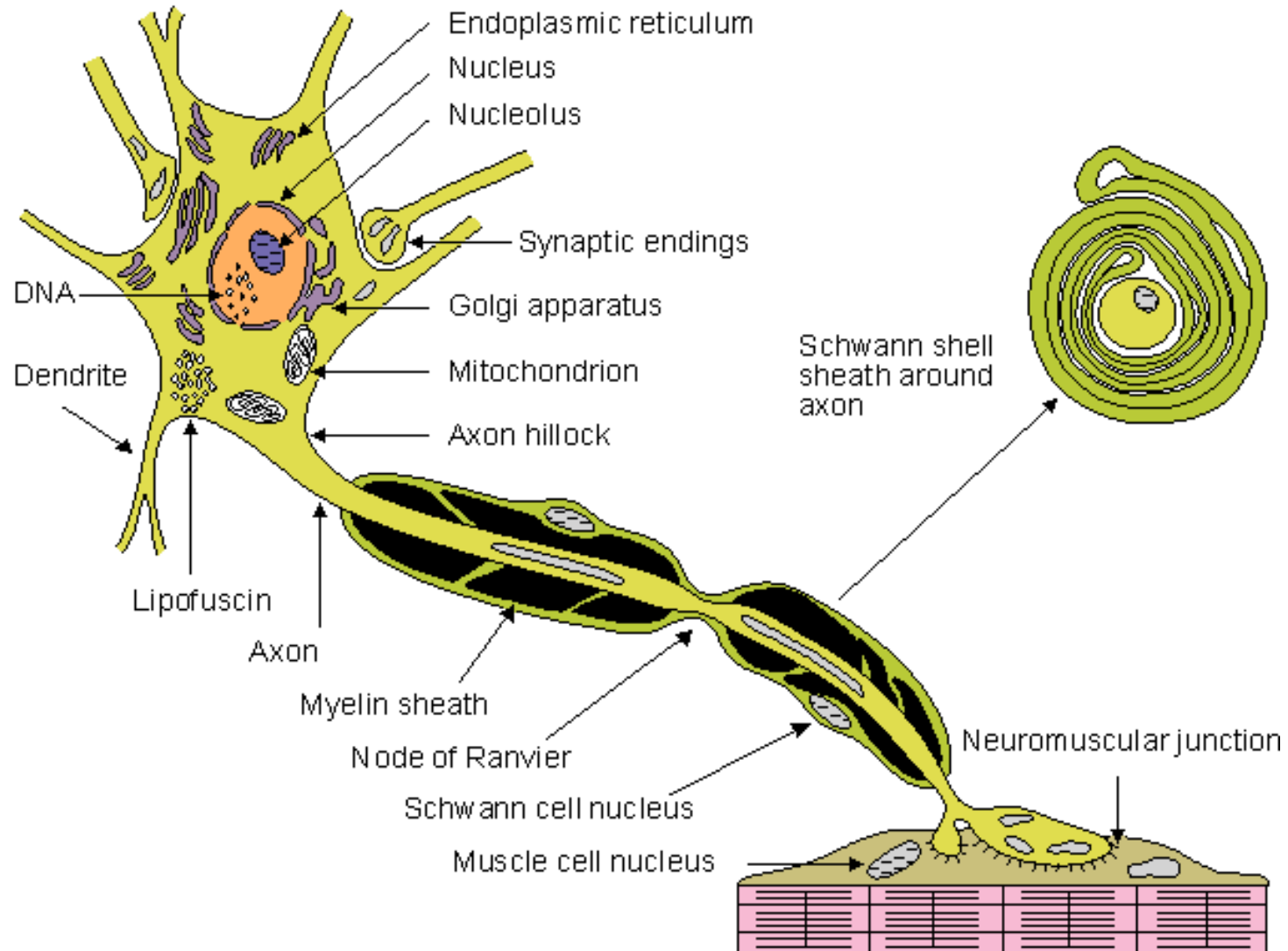
Axon

Plasma Membrane

X-sectional view

ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВИХ ВОЛОКОН

Мієлінове нервовоє волокно



Механізм сальтаторної провідності

У мієлінізованому нервовому волокні осьовий циліндр покритий оболонкою, яка називається мієліновою оболонкою. Область, де його немає, називається вузлом Ранв'є. Мієлін є ліпопротеїдом. Мієлінова оболонка відповідає за швидке проведення імпульсу по нервових волокнах, оскільки імпульси перескакують від одного вузла Ранв'є до іншого. Це так звана сальтаторна або стрибова провідність.

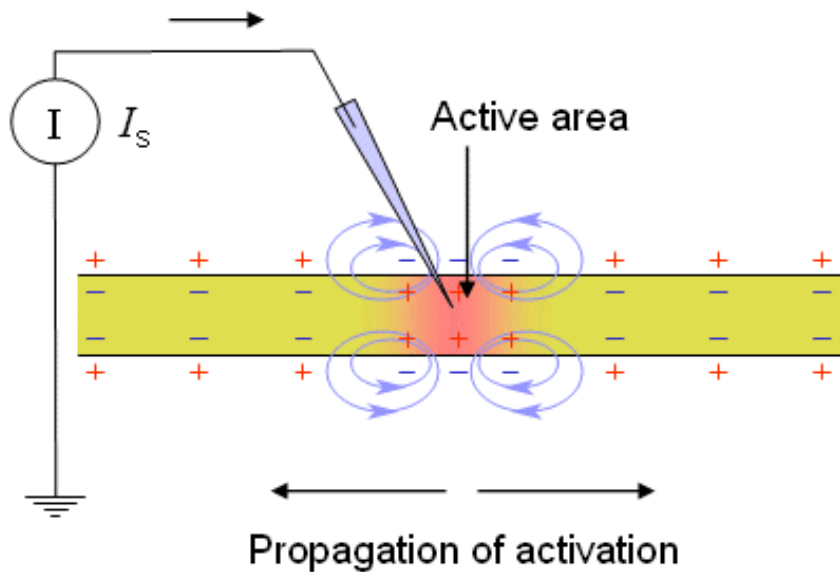
Проведення нервових імпульсів

Спосіб проведення по нервових волокнах.

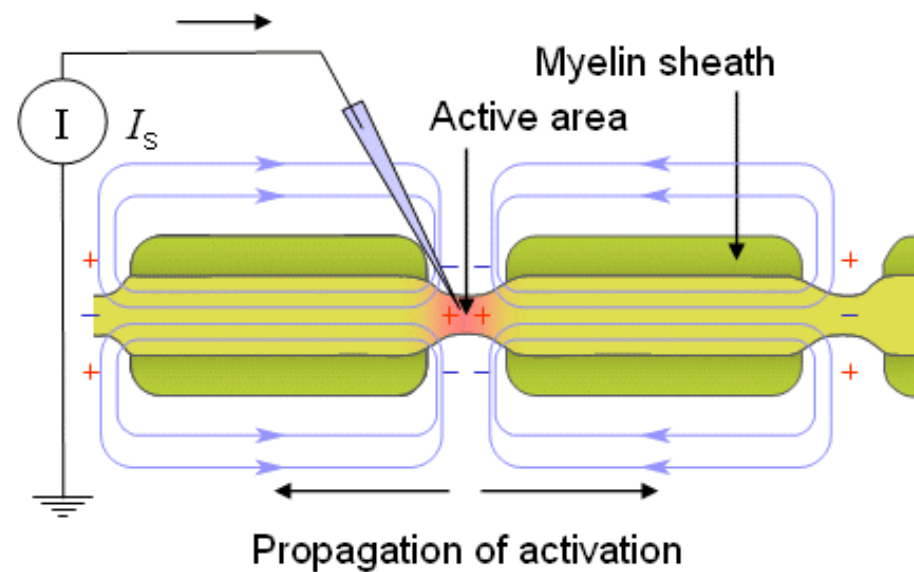
А. Безмієлінове нервове волокно — безперервна провідність

Б. Мієлінізоване нервове волокно — сальтаторна провідність: імпульс стрибає від вузла до вузла.

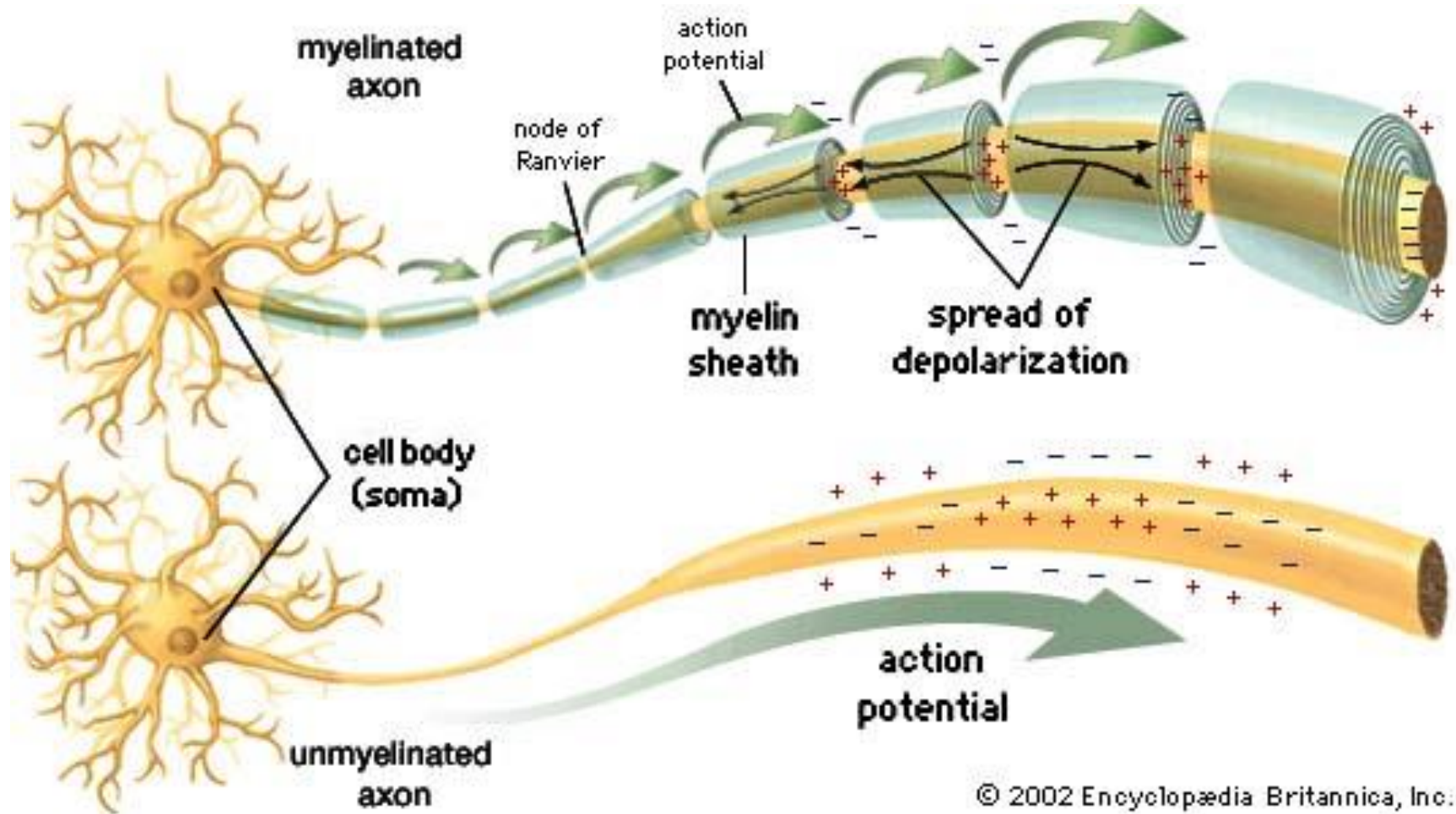
A



B



Проведення нервових імпульсів



КЛАСИФІКАЦІЯ НЕРВОВИХ ВОЛОКОН (периферична нервова система)

1. Залежно від структури:

- а) мієлінові нервові волокна.
- б) безмієлінові нервові волокна.

2. Залежно від поширення:

- а) Соматичні нервові волокна.
- б) Вісцеральні або вегетативні нервові волокна.

3. Залежно від функції:

- а) Рухові або еферентні нервові волокна.
- б) Сенсорний нерв або аферентні волокна.

4. Залежно від хімічного нейромедіатора:

- а) норадренергічні — виділяють норадреналін;
- б) Холінергічні — виділяють ацетилхолін.

КЛАСИФІКАЦІЯ НЕРВОВИХ ВОЛОКОН (продовження)

5. Залежно від діаметра і швидкості провідності.

Тип волокон	Діаметр волокна (мкм)	Швидкість трансдукції (м/с)	Основна функція
A_α (Тип I)	13-22	70-120	еферентні волокна скелетних м'язів; рецептори (м'язові веретена) аферентні волокна
A_β (Тип II)	8-13	40-70	аференти від рецепторів тиску та дотику
A_γ	4-8	15-40	рецептори (м'язові веретена) еферентні волокна; частина аферентів від рецепторів тиску і дотику

КЛАСИФІКАЦІЯ НЕРВОВИХ ВОЛОКОН (продовження)

5. Залежно від діаметра і швидкості провідності.

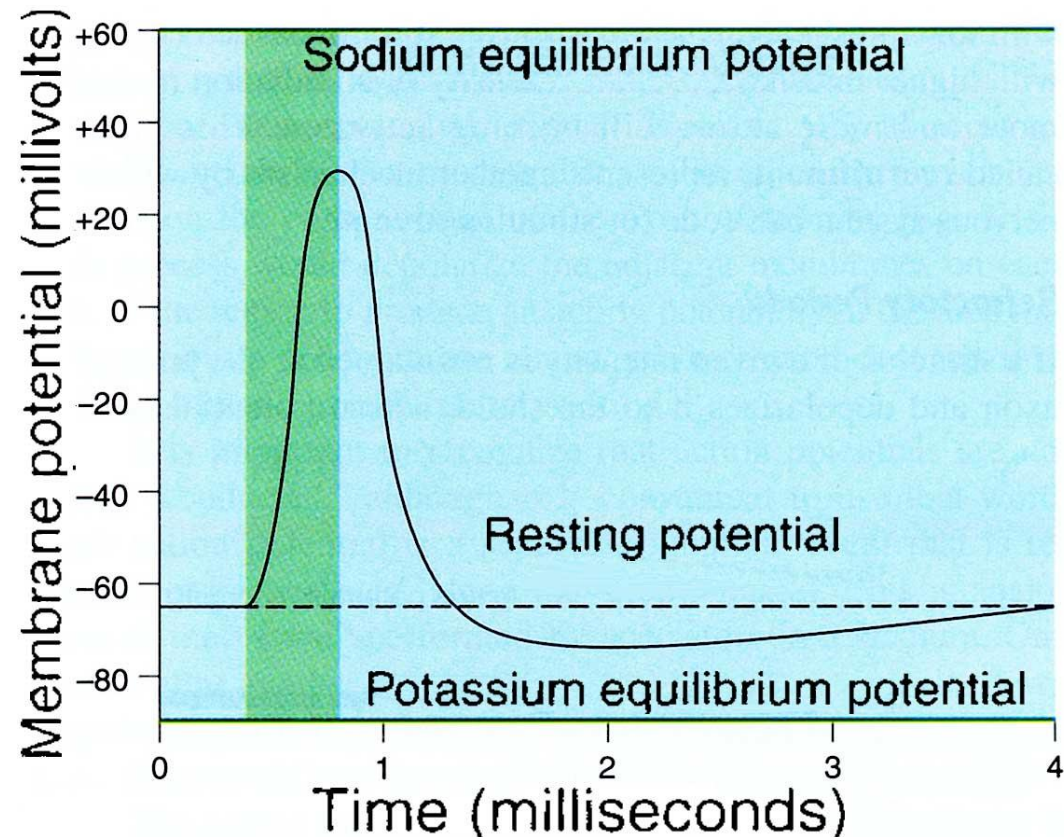
Тип волокон	Діаметр волокна (мкм)	Швидкість трансдукції (м/с)	Основна функція
A _δ (Тип III)	1-4	5-15	аференти від шкірних температурних і больових рецепторів, часткового тиску
B	1-3	3-14	вегетативна нервова система прегангліонарні еференти
C (Тип IV)	0,5-1,5	0,5-2	постгангліонарні еференти вегетативної нервової системи; більові і теплові аферентні рецептори шкіри

ВЛАСТИВОСТІ НЕРВОВИХ ВОЛОКОН

Швидкість імпульсу по нервовому волокну прямо пропорційна товщині волокон. Крім типу С, всі нервові волокна мієлінізовані, тип В частково мієлінізований.

1.3 Будливість.

Мембранний потенціал спокою в нервовому волокні становить -70 мВ. Деполяризація закінчується при $+35$ мВ.



ВЛАСТИВОСТІ НЕРВОВИХ ВОЛОКОН

2. Потенціали дії виникають в аксональному бугорку. Існує тривала слідова гіперполяризація (через підвищення калієвої провідності).

3. Провідність:

а) Закон фізіологічної цілісності.

б) Закон двосторонньої провідності: в умовах експерименту та патологічних станах (пухлина, наркоз, запалення).

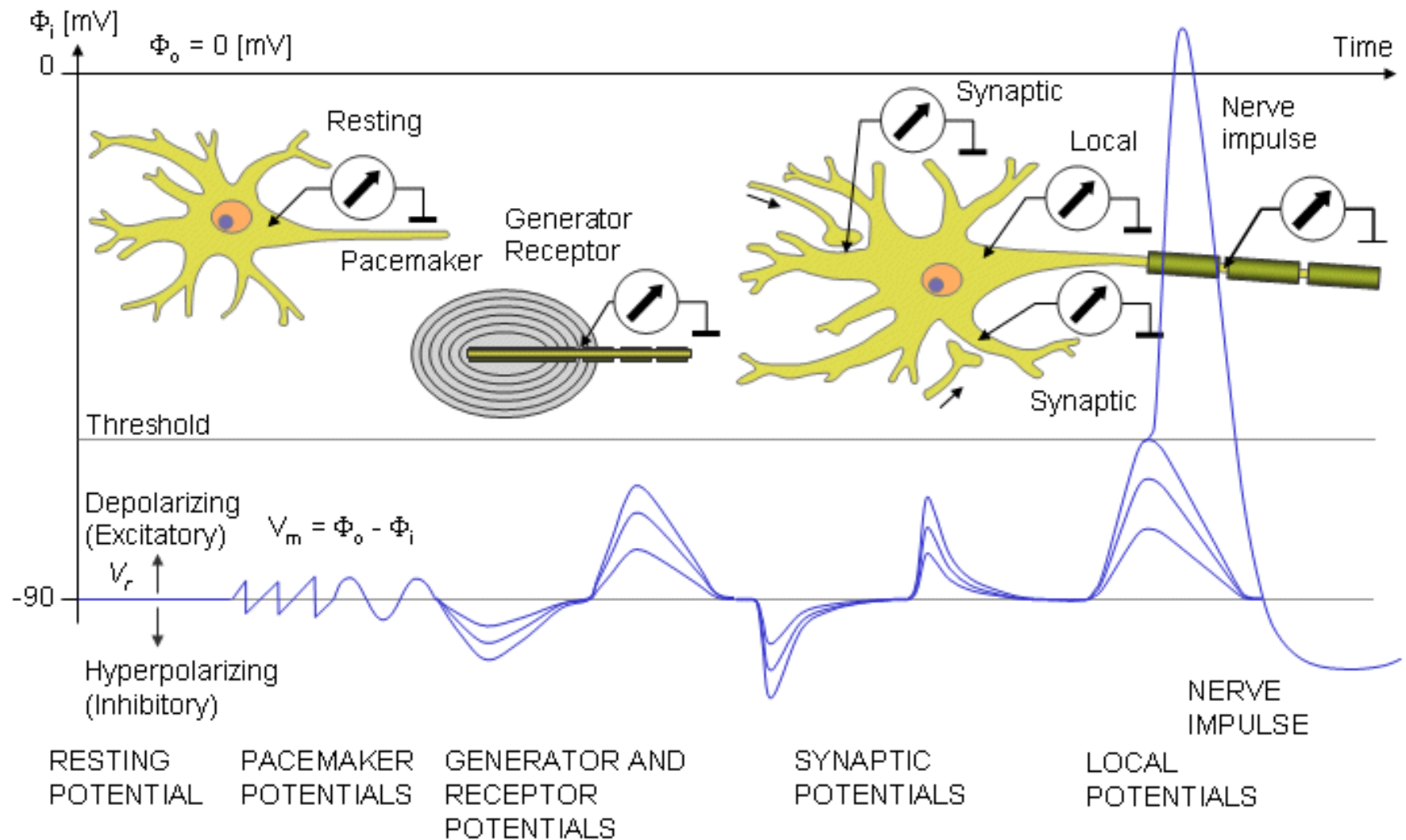
с) Закон ізольованої провідності збудження.

4. Невтомлюваність. Нервове волокно не може втомлюватися (російський фізіолог Введенський).

5. Закон «Все або нічого».

6. Лабільність – найбільша серед усіх тканин організму (близько 1000 імпульсів за 1 с для асоціативних нейронів і 40-50 імпульсів для мотонейронів).

ВЛАСТИВОСТІ НЕРВОВИХ ВОЛОКОН



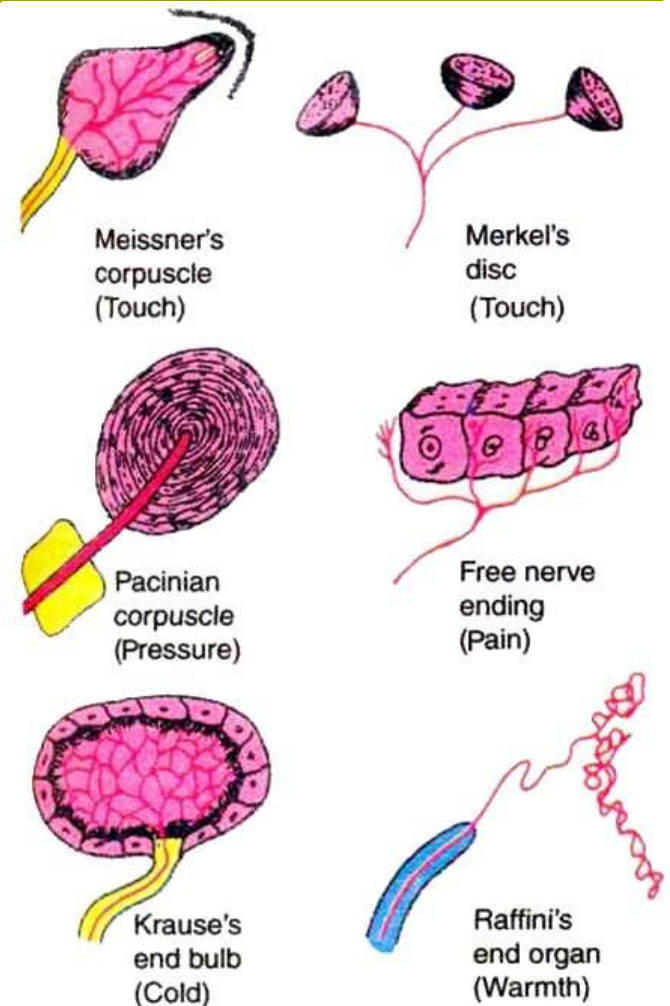
ФІЗІОЛОГІЯ РЕЦЕПТОРІВ

Рецептори — збудливі клітини, які перетворюють біоелектричний потенціал у нервовий імпульс. Рецептори відповідають на подразнення.

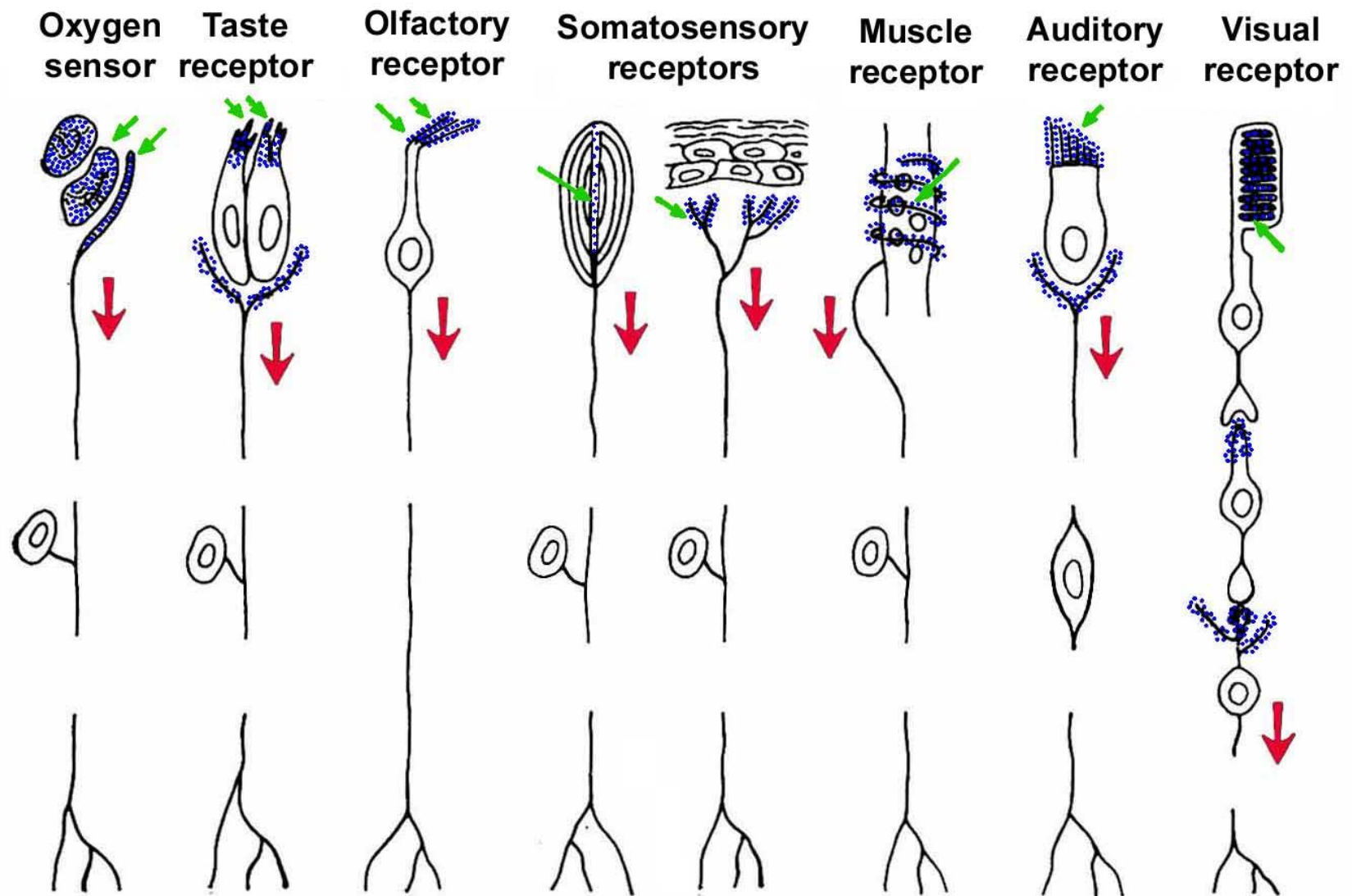
Рецептори тепла, холоду та болю - це просто оголені закінчення сенсорних нейронів (некапсульовані рецептори).

Рецепторами дотику є оголені дендритні закінчення, що оточують волосяні фолікули, і розширені дендритні закінчення.

Рецептори дотику та тиску — це закінчення сенсорних нейронів, інкапсульовані в різні структури.



Шкірні рецептори



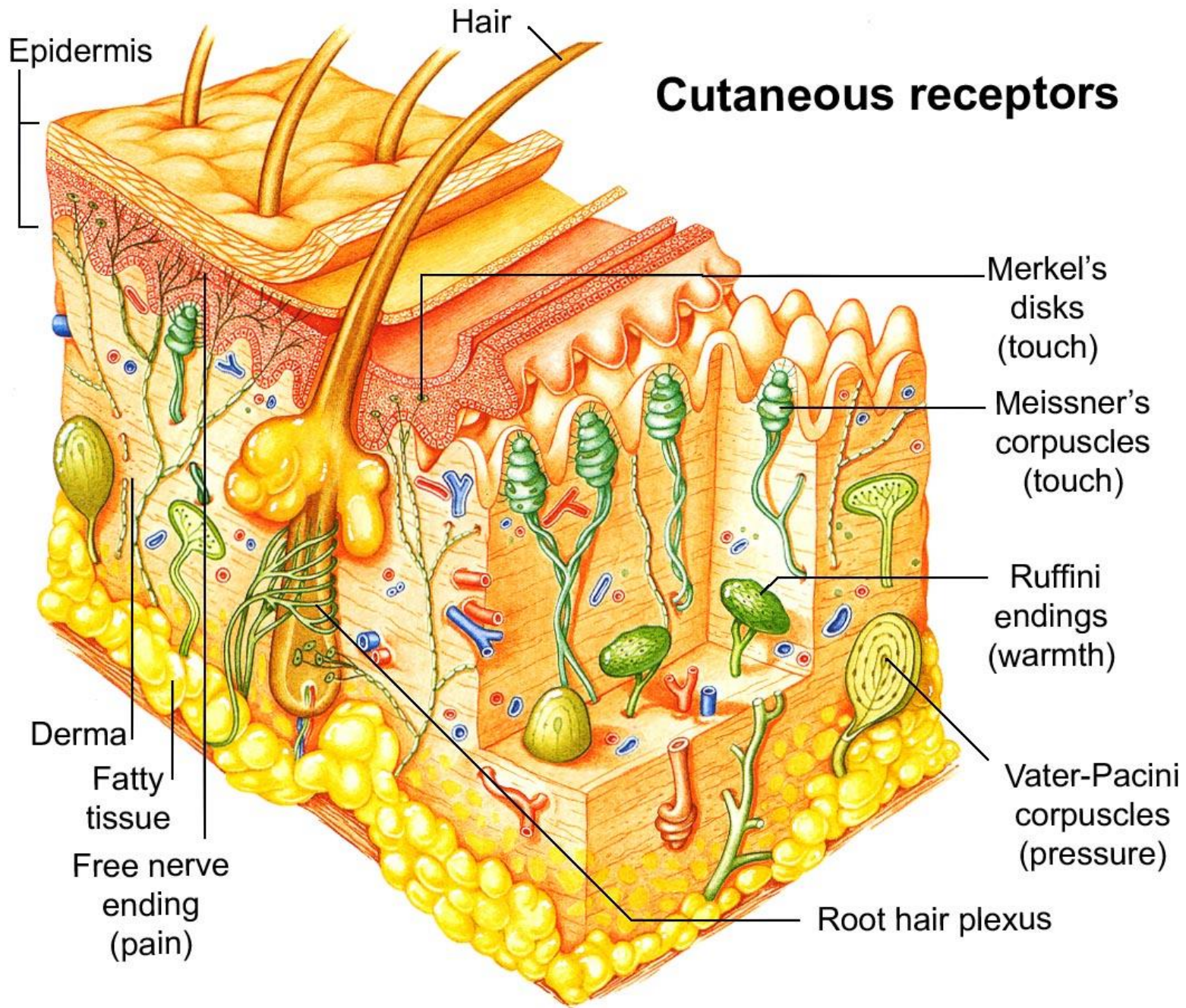
Diffeternt types of receptor cells in vertebrates.

Green arrows shows places where it be effects by sensory stimuluses.

Blue dotted lines marks places of sensory stimulus transformation and synaptic transmission. In both zones gradually transmission of signal are occur.

Red arrows is places of impulse beginnings.

(Bodian, 1962, with modification).



КЛАСИФІКАЦІЯ РЕЦЕПТОРІВ

I. ЕКСТЕРОРЕЦЕПТОРИ (поверхневі)

1. Шкірні рецептори:

Дотикові рецептори:	Корпускула Мейснера і диски Меркеля
Рецептори тиску:	Пачінієві тільця
Холодові:	Клітини Краузе
Теплові:	Клітини Руффіні
Больові рецептори або ноціцептори:	Вільне (голе) нервове закінчення

2. Хеморецептори — реагують на хімічні подразники:

Смак:	Смакові рецептори
Нюх:	Нюхові рецептори

3. Телерецептори або дистантні: слуху (фоно-), зору (фото-), нюх.

КЛАСИФІКАЦІЯ РЕЦЕПТОРІВ

II. ІНТЕРОРЕЦЕПТОРИ

Інтерорецептори поділяються на 2 види:

- 1. Вісцерорецептори** — розташовані у внутрішніх органах (у серці, кровоносних судинах, легенях, шлунково-кишковому тракті, сечовивідних шляхах і мозку):
 - a) рецептори розтягування;
 - b) барорецептори,
 - c) хеморецептори;
 - d) осморецептори.
- 2. Пропріорецептори** — реагують на зміну положення різних частин тіла:
 - a) рецептори лабіринтового апарату;
 - b) м'язово-суглобові рецептори.

КЛАСИФІКАЦІЯ РЕЦЕПТОРІВ

Клінічна класифікація:

- о **поверхнева чутливість** (ноцицептивна, тактильна, температурна);
- о **глибока чутливість** (м'язово-суглобова, тиск і вібрація).

За морфологією рецептори поділяються:

- 1) прості – є вільним нервовим волокном;
- 2) комплексні – це рецепторна клітина + вільне нервове волокно.

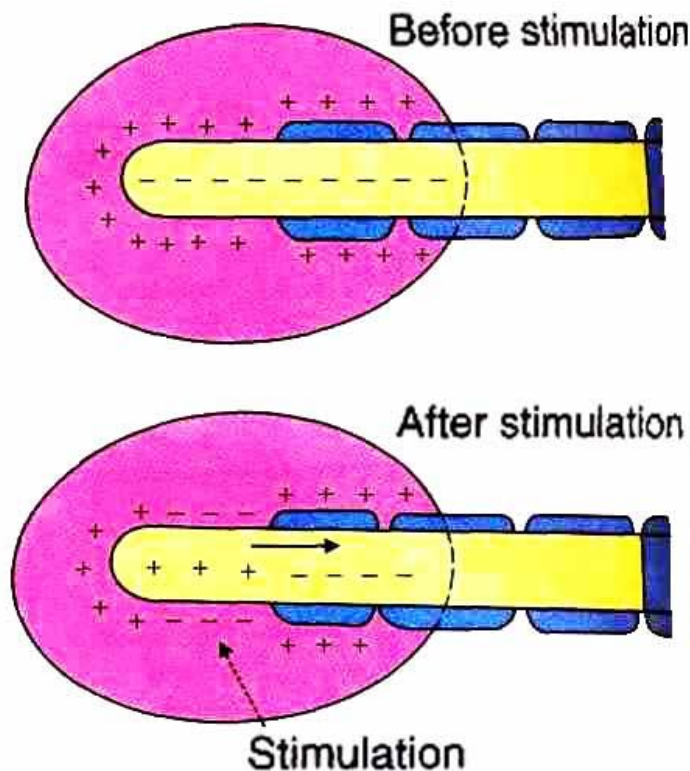
ВЛАСТИВОСТІ РЕЦЕПТОРІВ

- 1. Специфіка реакції** — кожен тип рецепторів дає відповідь на своє специфічне відчуття.
- 2. Адаптація або десенсибілізація** — зниження чутливості після тривалої стимуляції рецептора. За цим рецептори діляться на два види:
 - а)** фазні (швидкоадаптовані) — рецептори дотику та тиску;
 - б)** тонізуючі (повільно адаптуються) – м'язове веретено, больові та холодкові рецептори.
- 3. Закон Вебера-Фехнера:** зміна реакції рецептора прямо пропорційна логарифмічному збільшенню інтенсивності подразника.
- 4. Електрична властивість** — здатність генерувати рецепторний і генераторний потенціали.

Рецепторний потенціал (генераторний потенціал) – це зміна мембранного потенціалу рецепторних клітин при дії подразників.

Значення рецепторного потенціалу

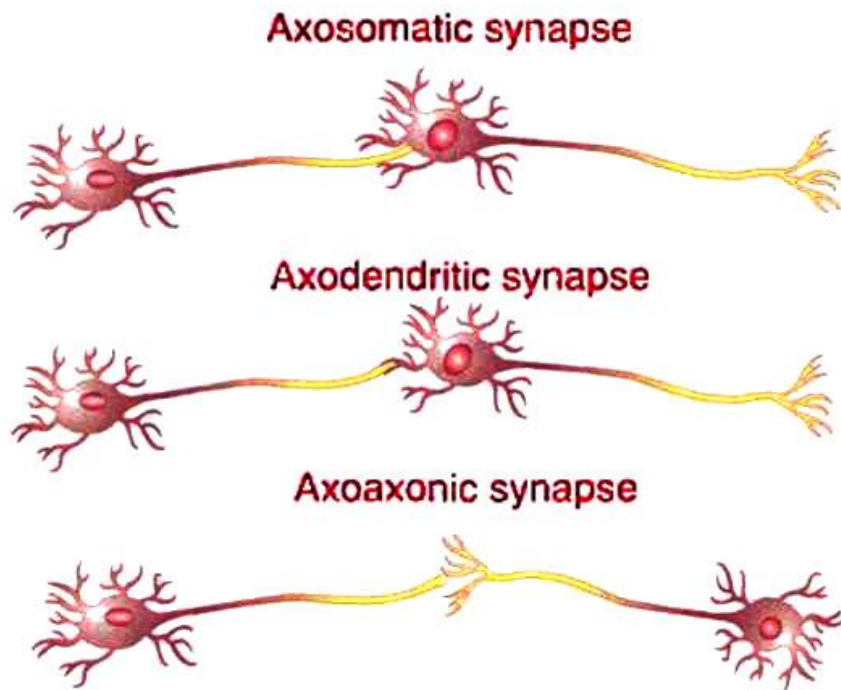
Коли рецепторний потенціал достатньо сильний (коли величина становить близько 10 мВ), він викликає розвиток потенціалу дії в сенсорному нерві.



Розвиток рецепторного потенціалу в тільці Пачіні. Коли струм досягає першого вузла Ранв'є всередині корпускули, він викликає розвиток потенціалу дії в нервовому волокні.

ФІЗІОЛОГІЯ СИНАПСІВ

Контакт між нейронами називається **синапсами**.



**Різні типи
анатомічних
синапсів.**

КЛАСИФІКАЦІЯ СИНАПСІВ

I. АНАТОМІЧНА:

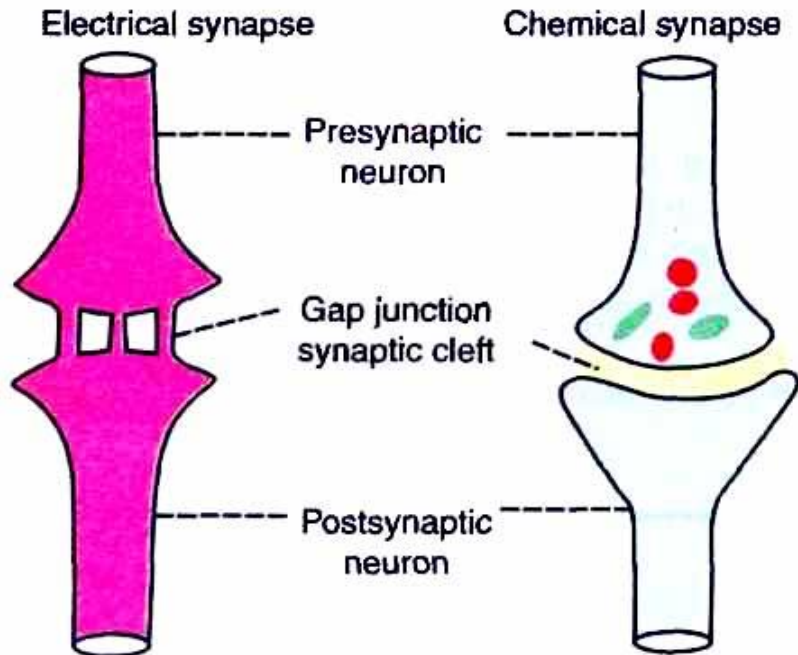
- 1) Аксосоматичний синапс: аксон одного нейрона закінчується на сомі (тілі клітини) іншого нейрона.
- 2) Аксо-дендритний синапс: аксон одного нейрона закінчується на дендриті іншого нейрона.
- 3) Аксо-аксонічний синапс: аксон одного нейрона закінчується на аксоні іншого нейрона.

II. ФУНКЦІОНАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ

- 1) Електричні синапси;
- 2) Хімічні синапси.

Електричні синапси

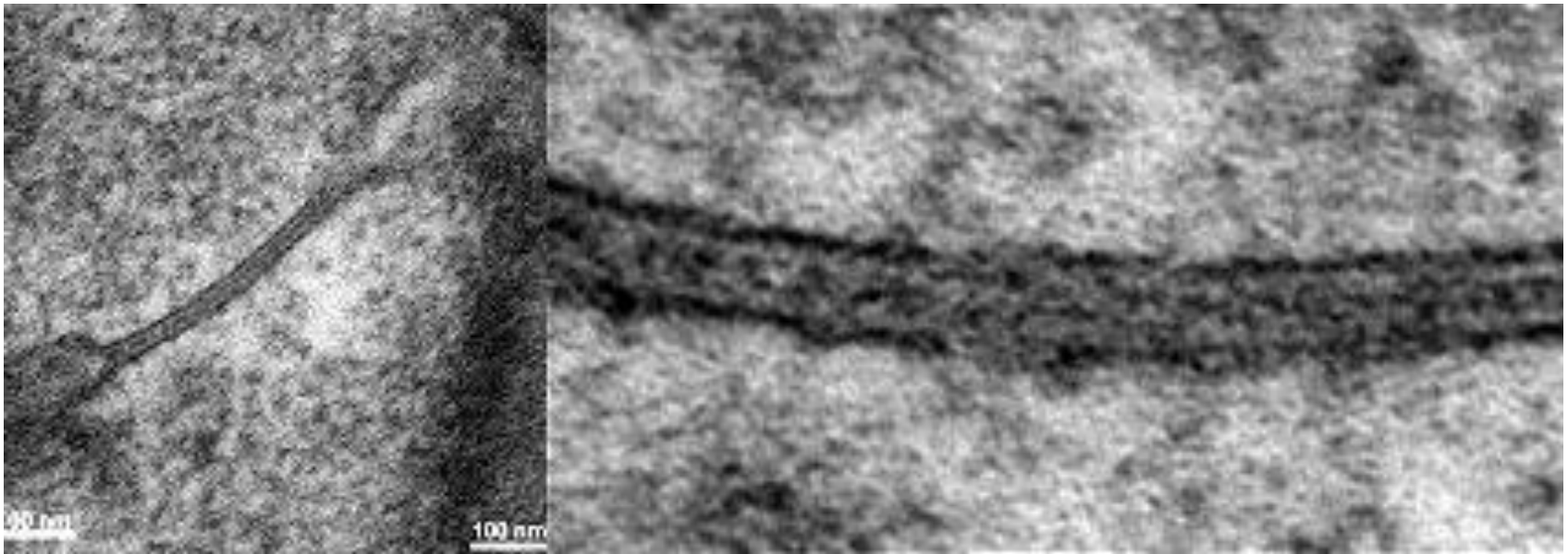
Електричний синапс — існують білкові містки між пресинаптичними та постсинаптичними нейронами. Синаптична щілина вузька і дорівнює 2-4 нм. Вони тільки збуджують. Вони проводять імпульси в обох напрямках. Синаптична затримка відсутня. Постсинаптичний потенціал збудження (ЗПСП) генерується на постсинаптичній мембрані.



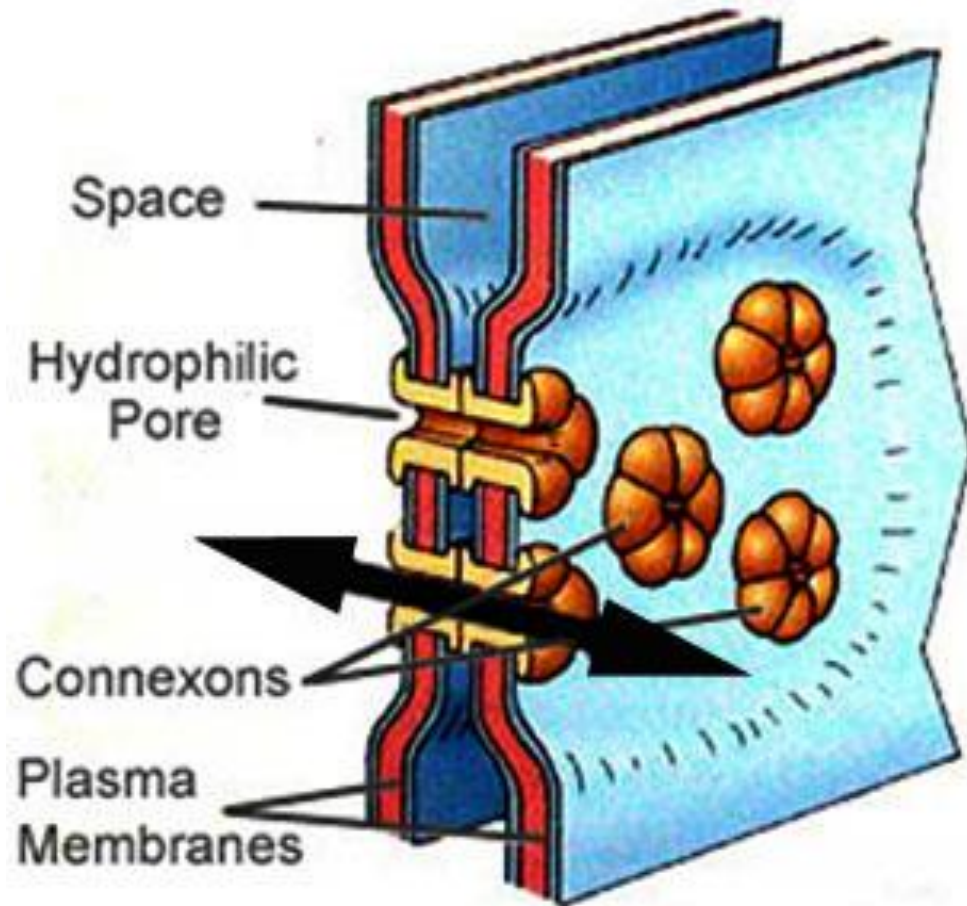
Електричний і хімічний синапс (див. малюнок). Електричний синапс знаходиться не тільки в нервовій системі, але й між деякими не нервовими клітинами, такими як волокна серцевого м'яза, гладкі м'язові волокна кишечника та епітеліальні клітини кришталика ока.

Електричні синапси

Нексус



Електричний синапс

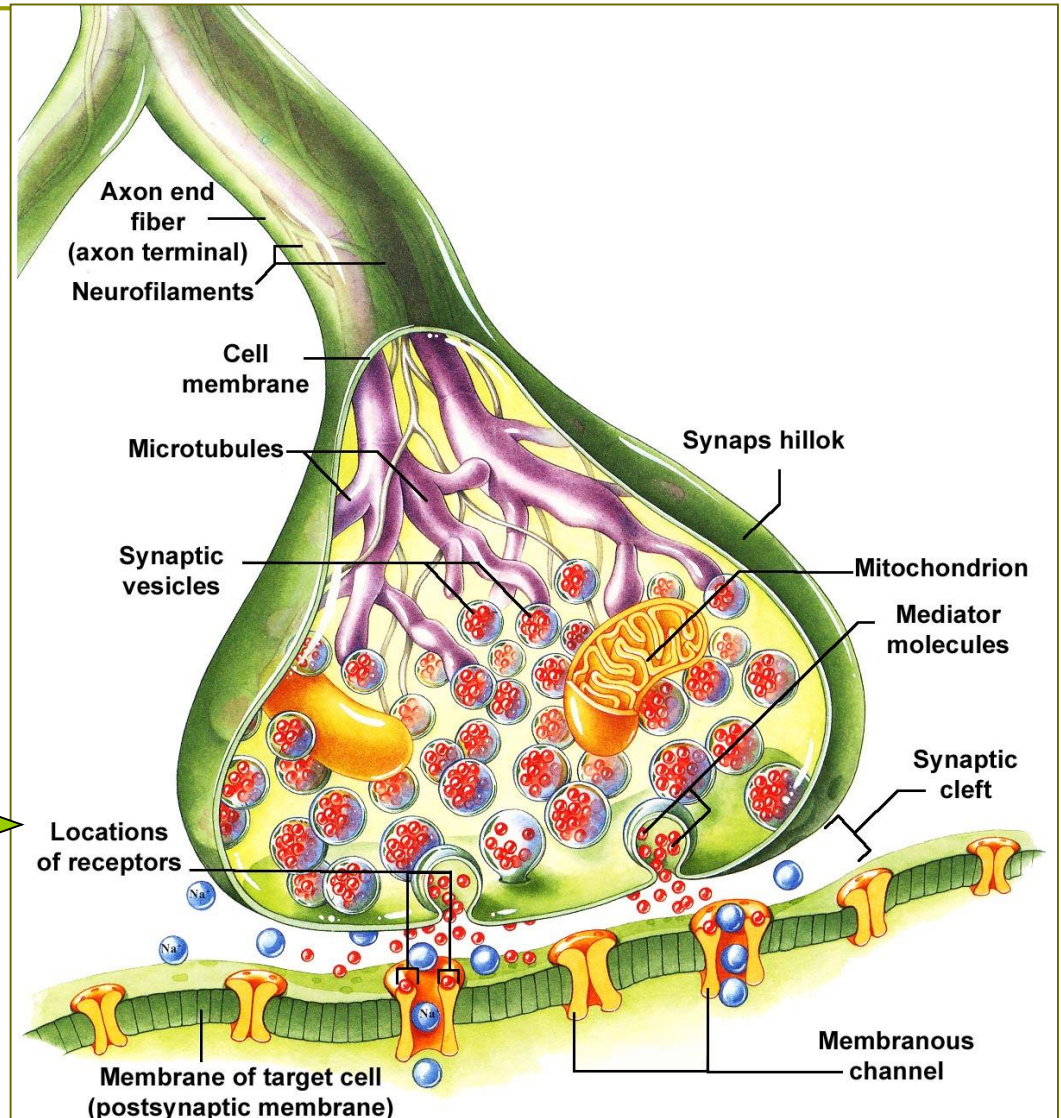


Хімічний синапс

Хімічний синапс має щілину приблизно на 50 нм. Синаптична затримка 0,2-0,5 мс. Одностороннє проведення збудження і гальмування. Синаптичні везикули вивільняють нейромедіатори частково.



Будова синапсу



ФУНКЦІЇ ХІМІЧНОГО СИНАПСУ

Основною функцією синапсу є передача імпульсів, тобто потенціалу дії від одного нейрона до іншого. Однак деякі синапси гальмують ці імпульси, тому імпульси не передаються до постсинаптичного нейрона. Отже, синапси бувають двох типів.

Зокрема:

- Збудливі синапси, які передають імпульси — збудлива функція;
- Гальмівні синапси, які гальмують передачу імпульсів — гальмівна функція.

Послідовність подій під час синаптичної передачі

Пресинаптичний нейрон	Поява потенціалу дії в терміналі аксона
	Відкриття кальцієвих каналів у пресинаптичній мембрані
	Приплив іонів кальцію з позаклітинної рідини в термінал аксона
	Розкриття везикул і вивільнення ацетилхоліну
Пройдення ацетилхоліну через синаптичну щілину	
Постсинаптичний нейрон	Формування ацетилхолін-рецептного комплексу
	Розвиток збудливого постсинаптичного потенціалу
	Відкриття натрієвих каналів і надходження іонів натрію з позаклітинної рідини
	Відкриття натрієвих каналів у початковому сегменті аксона
	Надходження іонів натрію з позаклітинної рідини і розвиток потенціалу дії
	Поширення потенціалу дії через аксон постсинаптичного

ЗБУДЛИВІ СИНАПСИ

Коли потенціал дії досягає терміналу пресинаптичного аксона, напругозалежні кальцієві канали на пресинаптичній мембрані відкриваються. Тепер іони кальцію потрапляють в закінчення аксона з позаклітинної рідини (мал. вище).

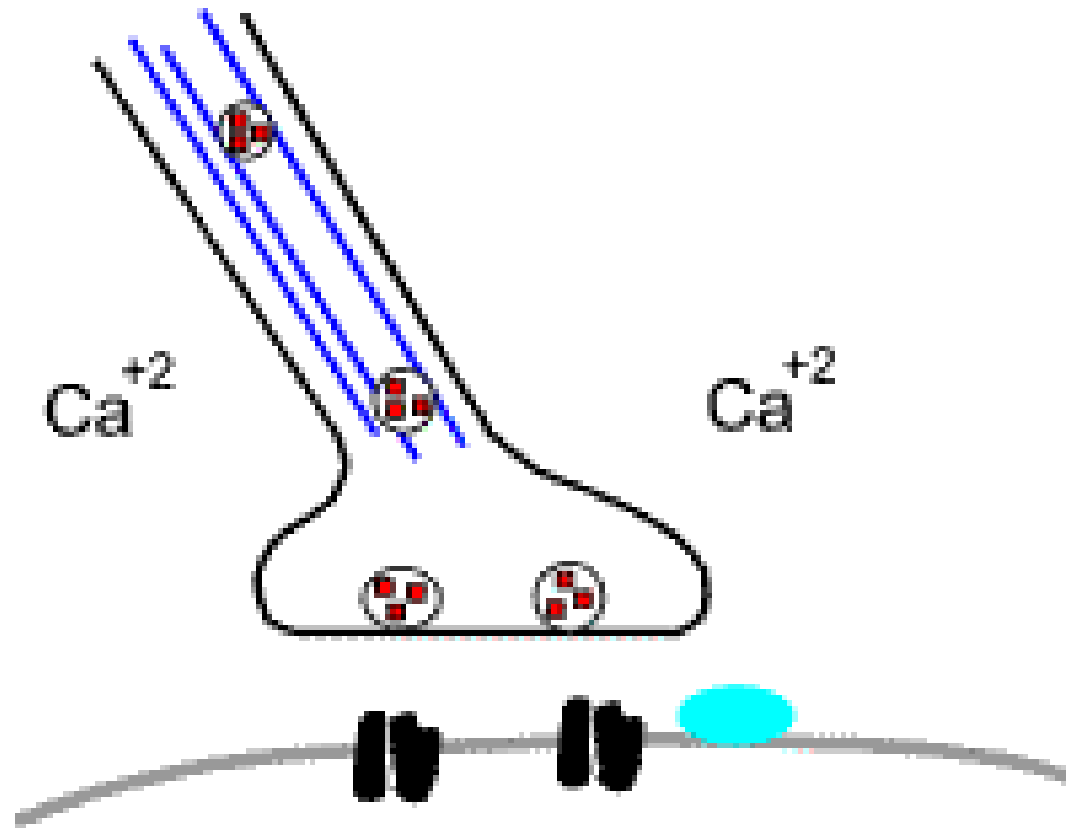
Іони кальцію викликають злиття синаптичних везикул з клітинною мембраною та вивільнення нейромедіаторної речовини з везикул шляхом екзоцитозу.

Збудливими медіаторами є:

L-глутамат;

ацетилхолін, адреналін, дофамін, норадреналін, серотонін – збудливі або гальмівні.

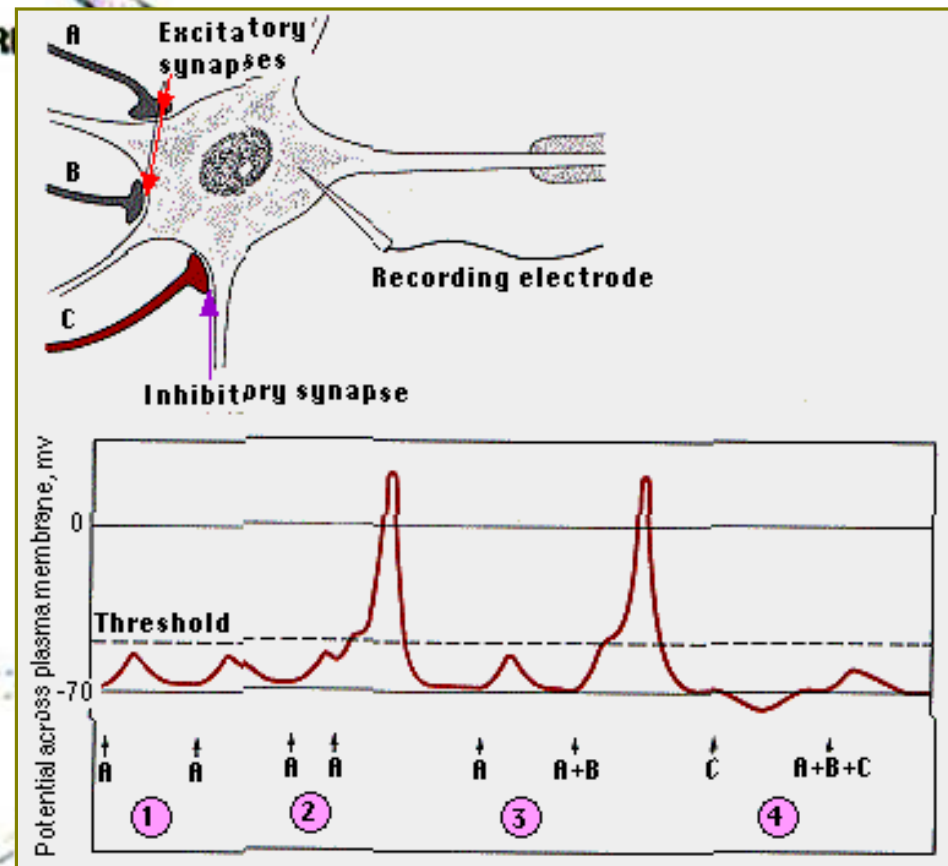
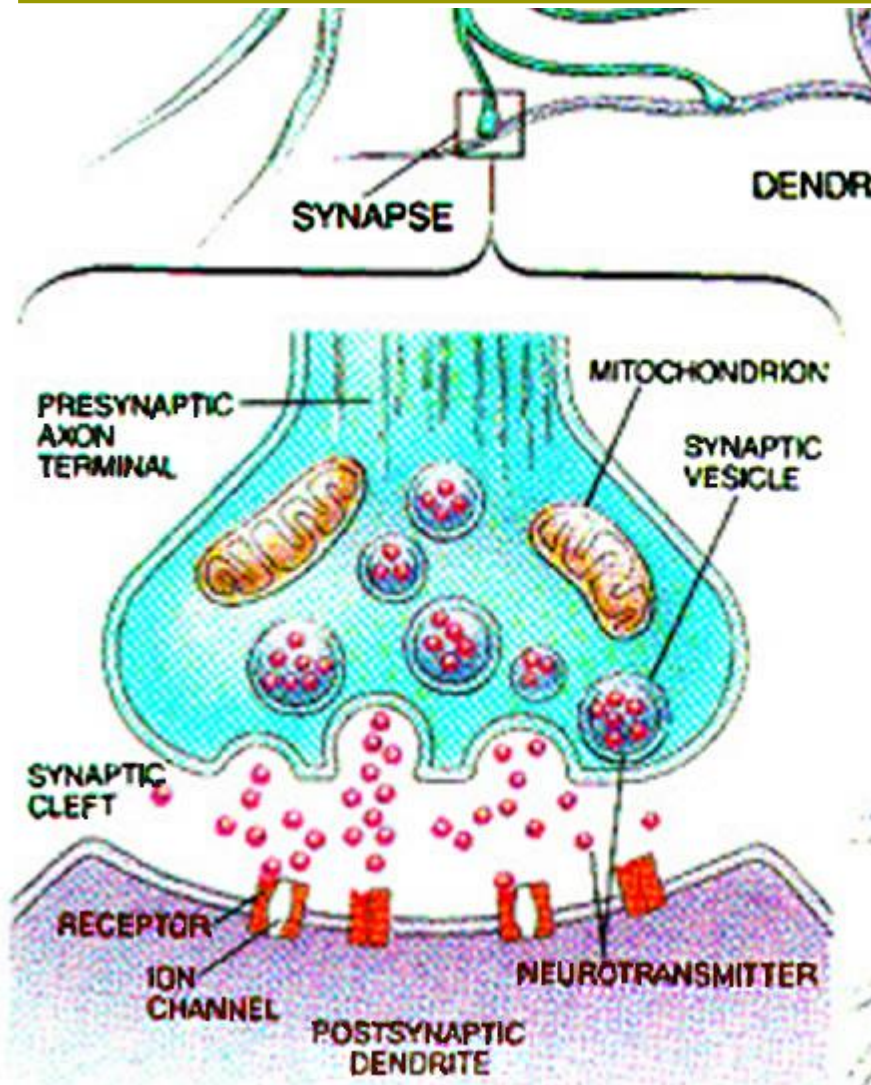
ЗБУДЛИВІ СИНАПСИ



ЗБУДЛИВІ СИНАПСИ

Нейромедіатор, який має збудливу функцію (збуджувальний нейромедіатор), проходить через пресинаптичну мембрану та синаптичну щілину і досягає постсинаптичної мембрани. Тепер нейромедіатор зв'язується з рецепторним білком, присутнім у постсинаптичній мембрані, утворюючи рецепторний комплекс нейромедіатора. Рецепторний комплекс нейромедіатора викликає утворення нерозповсюджуваного електричного потенціалу, який називається збуджуючим постсинаптичним потенціалом (ЗПСП). Найпоширенішим збуджуючим нейромедіатором у синапсі є ацетилхолін.

ЗБУДЛИВІ СИНАПСИ



ЗБУДЛИВІ СИНАПСИ

Механізм розвитку ЗПСР

Рецепторний комплекс нейромедіатора спричиняє відкриття закритих лігандом натрієвих каналів. Тепер іони натрію з позаклітинної рідини потрапляють у синапс, тобто сому. Оскільки іони натрію заряджені позитивно, мембранний потенціал спокою всередині соми змінюється, і розвивається легка деполяризація. Ця легка деполяризація називається ЗПСР. Це локальна реакція в синапсі.

ЗБУДЛИВІ СИНАПСИ

Властивості ЗПСП

ЗПСП обмежується лише синапсом. Він відрізняється від потенціалу дії та подібний до потенціалу рецептора та потенціалу кінцевої пластинки. Такими властивостями володіє ЗПП.

- 1) Не розповсюджується;
- 2) Монофазний і
- 3) Не працює за законом «все або нічого».

ЗБУДЛИВІ СИНАПСИ

Значення ЗПСР

ЗПСР не передається в аксон постсинаптичного нейрона. Це викликає розвиток потенціалу дії в аксоні. Через відкриття натрієвих каналів, керованих напругою, у початковому сегменті аксона. Тепер, завдяки входу іонів натрію, відбувається деполяризація в початковому сегменті аксона і таким чином розвивається потенціал дії. Звідси потенціал дії поширюється на інший сегмент аксона.

ГАЛЬМІВНІ СИНАПСИ

Інгібування синаптичної передачі
поділяється на три види:

- 1) Постсинаптичне гальмування;
- 2) Пресинаптичне гальмування;
- 3) Інгібування клітин Реншоу.

ГАЛЬМІВНІ СИНАПСИ

1. Постсинаптичне інгібування

Це також називається прямим гальмуванням. Це відбувається внаслідок вивільнення гальмівного нейромедіатора з пресинаптичного закінчення замість збуджуючої субстанції нейромедіатора. Найважливішим гальмівним нейромедіатором є гамма-аміномасляна кислота (ГАМК). Іншим гальмівним нейромедіатором є гліцин.

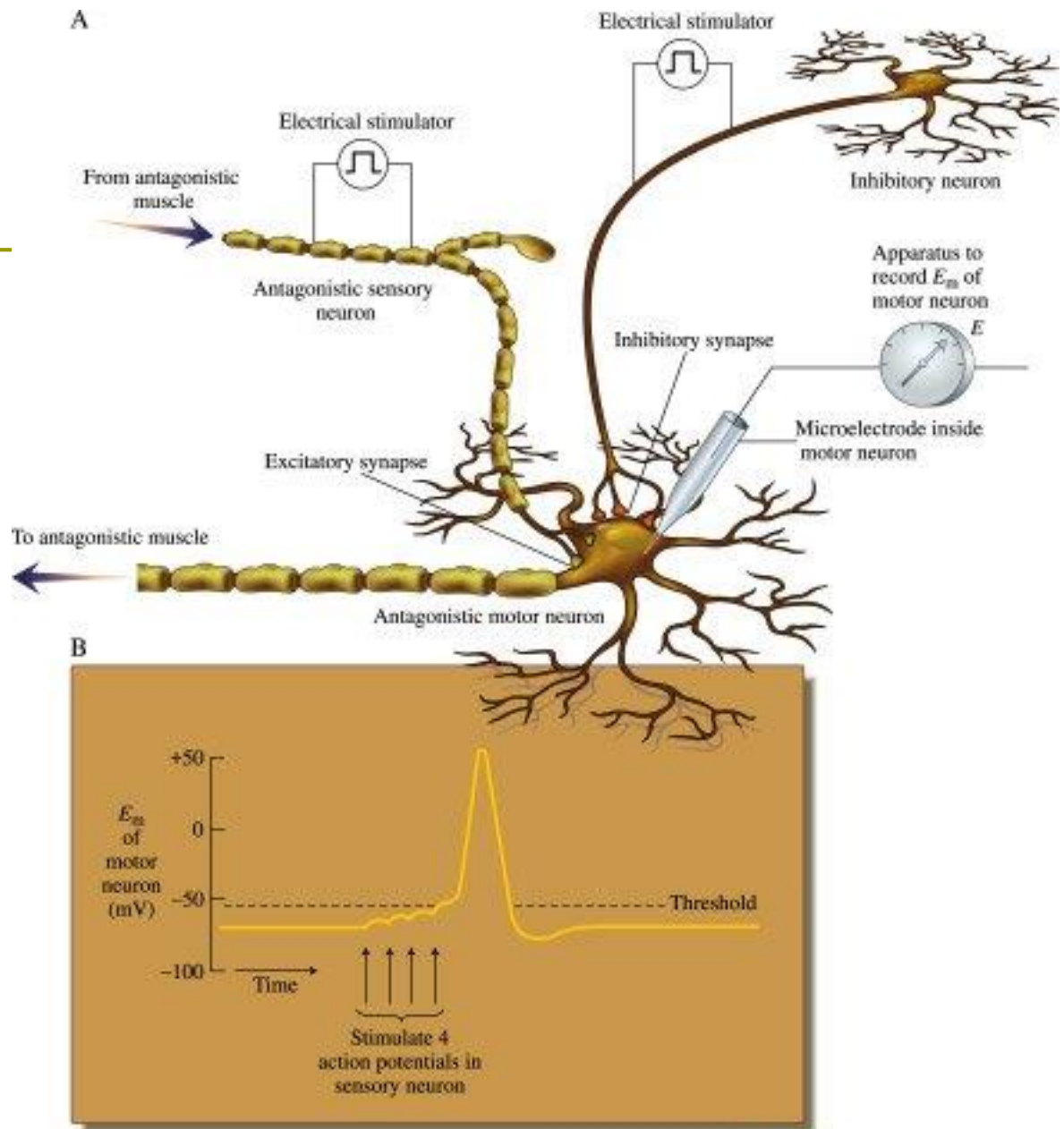
ГАЛЬМІВНІ СИНАПСИ

1. Постсинаптичне інгібування

Дія ГАМК – інгібування постсинаптичного потенціалу

Речовина гальмівного нейромедіатора діє на постсинаптичну мембрану шляхом зв'язування з рецептором. Рецепторний комплекс передавача відкриває калієві канали, закриті лігандом, замість відкриття натрієвих каналів. Тепер іони калію виходять із постсинаптичної клітини синапсу в позаклітинну рідину. Хлоридні канали також відкриваються з подальшим надходженням іонів хлориду всередину. Вихід іонів калію та приплив іонів хлориду викликають більш негативний заряд всередині, що призводить до гіперполяризації. Це називається гальмівним постсинаптичним потенціалом (ГПП).

ГАЛЬМІВНІ СИНАПСИ



ГАЛЬМІВНІ СИНАПСИ

2. Пресинаптичне гальмування

Це також називається прямим гальмуванням. Це відбувається через вивільнення. Воно також відоме як непряме гальмування, і це відбувається через нездатність кінцевого пресинаптичного аксона вивільнити збуджуючу речовину нейромедіатора.

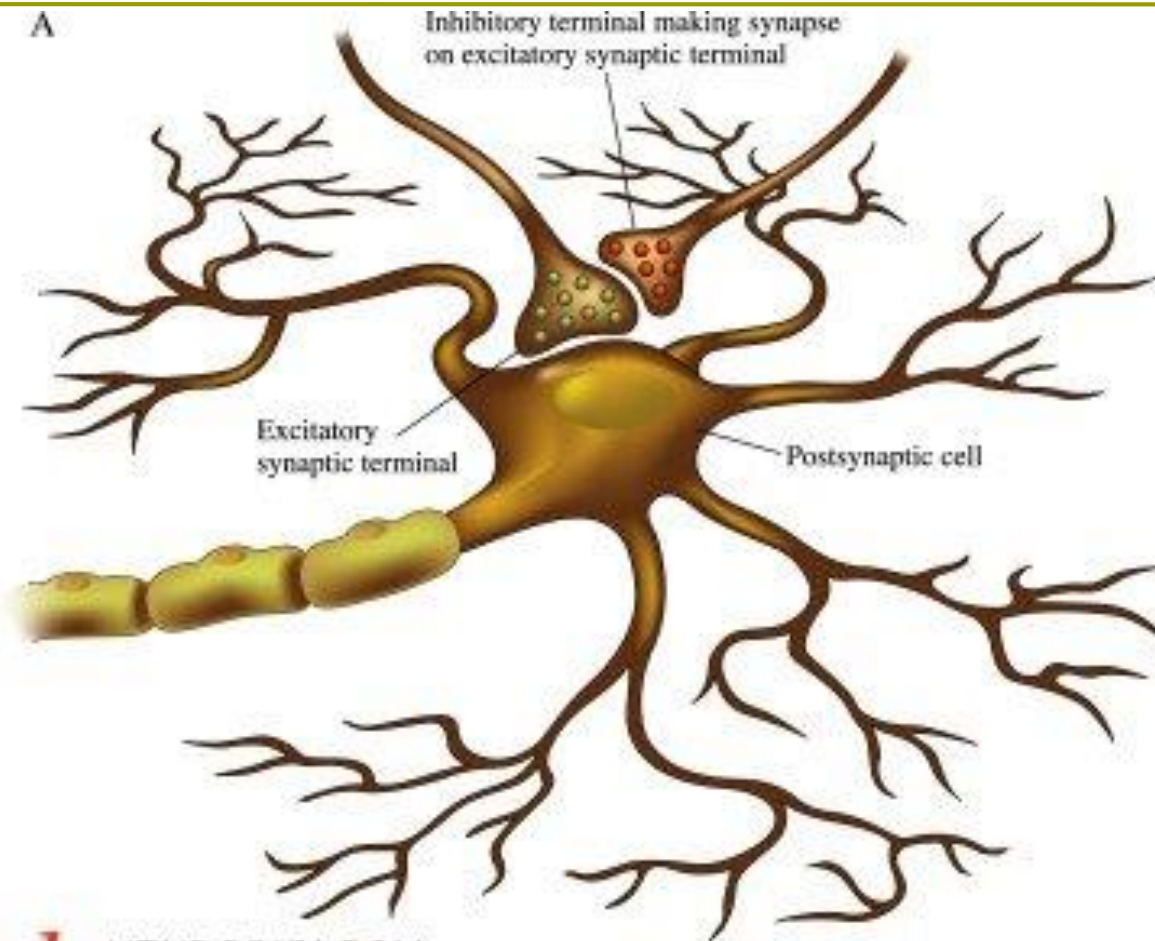
3. Гальмування клітин Реншоу.

Це відбувається в спинному мозку. Передній нервовий корінець складається з нервових волокон, що відходять від спинного мозку. Ці нервові волокна відходять від альфамотонейронів переднього сірого рогу спинного мозку і досягають ефекторного органу – м'язів. Деякі з волокон, які називаються колатераліями, закінчуються в клітинах Реншоу, а не залишають спинний мозок. Клітини Реншоу розташовані між моторними нейронами.

Коли рухові нейрони посилають рухові імпульси, частина імпульсів досягає клітини Реншоу, проходячи через колатералі. Тепер клітина Реншоу стимулюється. У свою чергу, він посилає гальмівні імпульси до альфамотонейронів, щоб зменшити виділення з моторних нейронів.

ГАЛЬМІВНІ СИНАПСИ

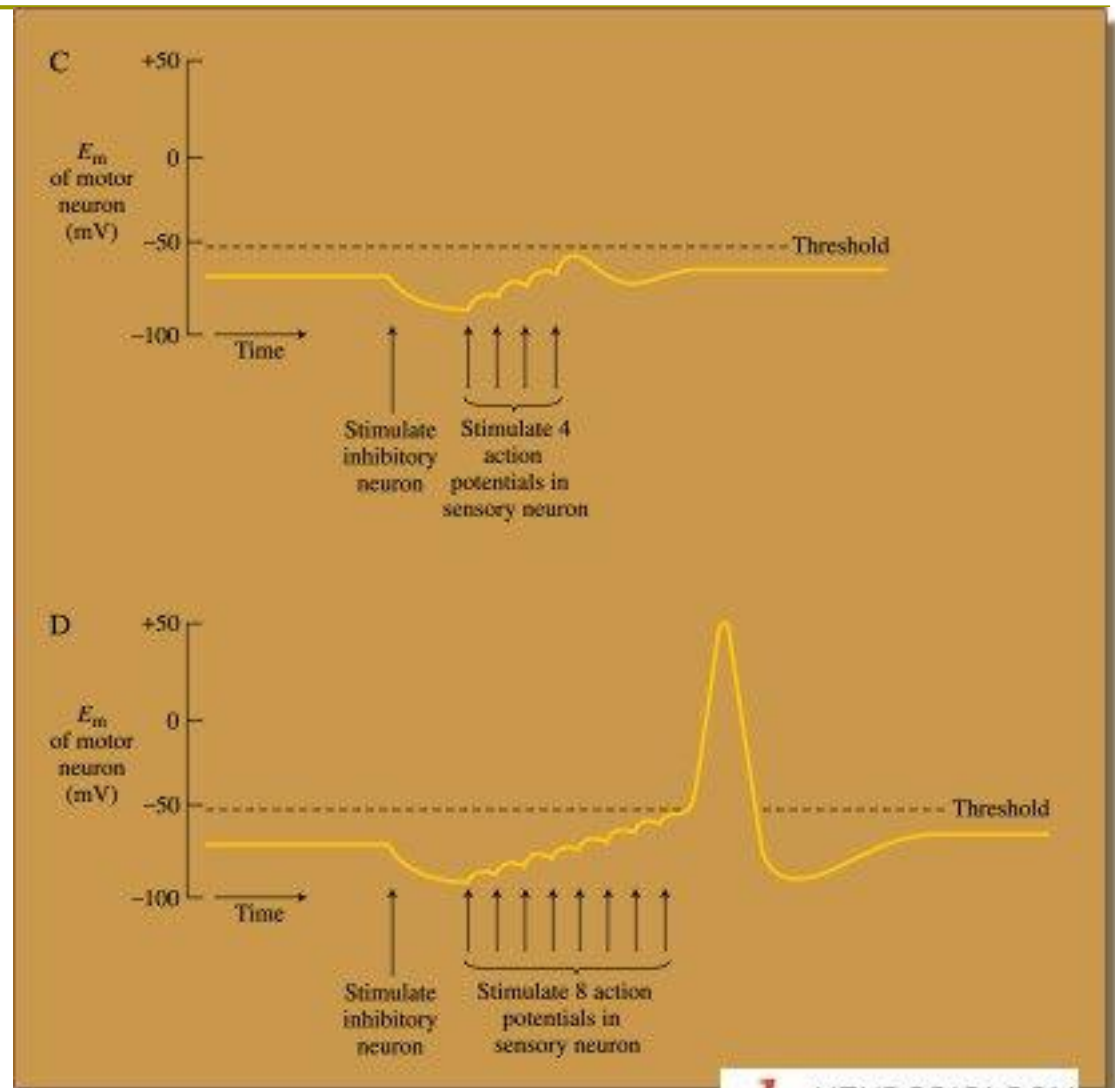
*Пресинаптичне
гальмування*



ГАЛЬМІВНІ СИНАПСИ

Значення синаптичного гальмування

Допомагає підібрати точну кількість імпульсів і заблокувати зайві.



ВЛАСТИВОСТІ СИНАПСУ

1. ОДНОСТОРОННЄ ПРОВЕДЕННЯ (ЗАКОН БЕЛЛА-МАЖЕНДІ)

У синапсі імпульси передаються тільки в одному напрямку, тобто від пресинаптичного нейрона до постсинаптичного нейрона.

2. СИНАПТИЧНА ЗАТРИМКА

Під час передачі імпульсів через синапс є невелика затримка в передачі. Це називається синаптичною затримкою. Це пов'язано з часом, який витрачається на:

- а) Вивільнення нейромедіатора;
- б) Переміщення нейромедіатора від закінчення аксона до постсинаптичної мембрани;
- в) Дія нейромедіатора для відкриття іонних каналів у постсинаптичній мембрані.

Синаптична затримка є однією з причин латентного періоду рефлекторної діяльності.

ВЛАСТИВОСТІ СИНАПСУ

3. ВТОМА

Втома в синапсі зумовлена зниженням рівня нейротрансмітера, ацетилхоліну. Після здійснення дії цей нейромедіатор руйнується ацетилхолінестеразою.

Електричними властивостями синапсу є ЗПСР і ГПСР.

4. СУМАЦІЯ

Коли багато пресинаптичних збуджувальних закінчень стимулюються одночасно або коли одна пресинаптична кінцева стимулюється багаторазово, відбувається сумація в постсинаптичному нейроні. Це називається підсумовуванням. Сумація буває двох видів.

1) Просторове підсумовування:

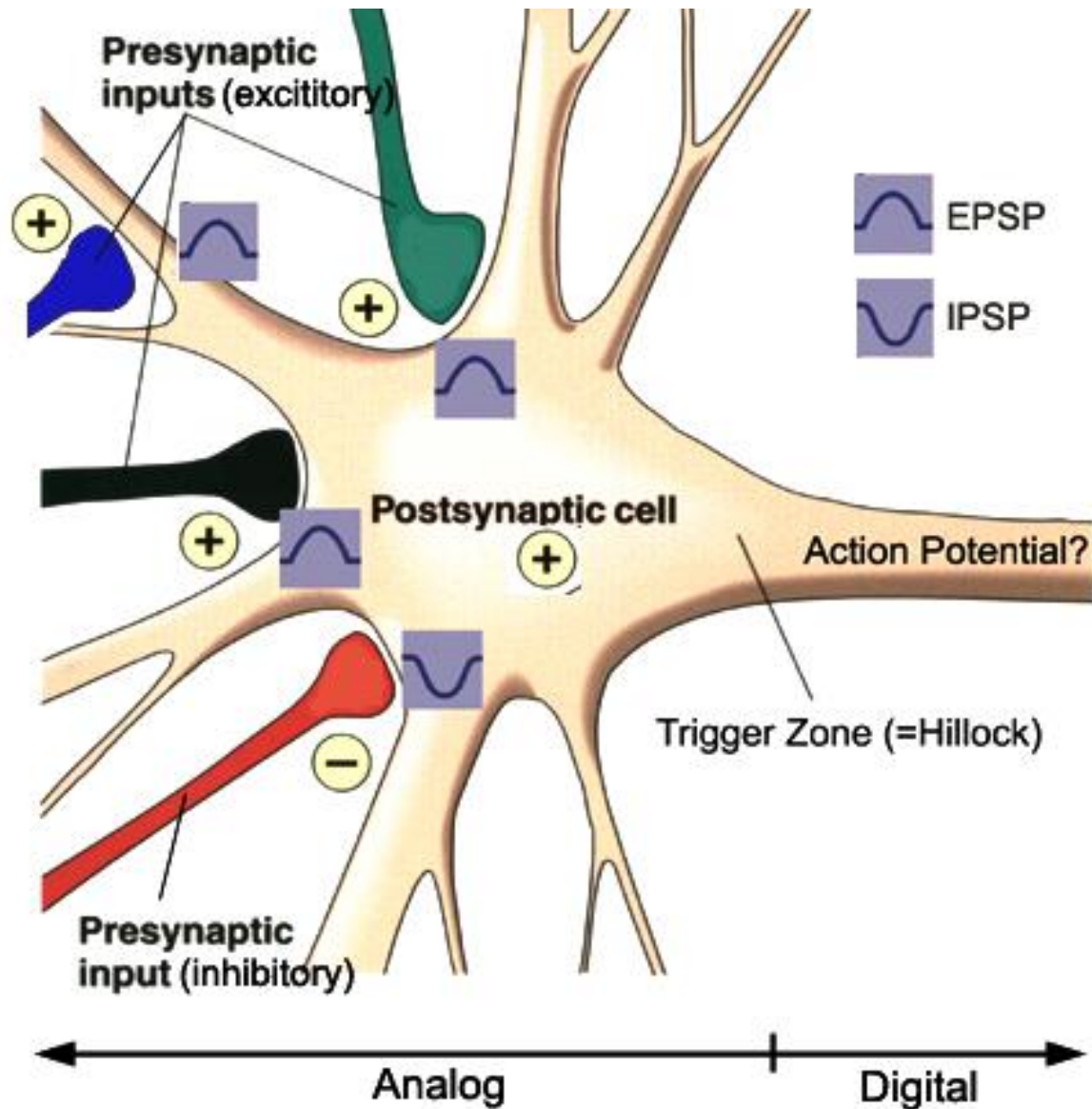
Це відбувається, коли багато пресинаптичних закінчень стимулюються одночасно.

2) Часове підсумовування:

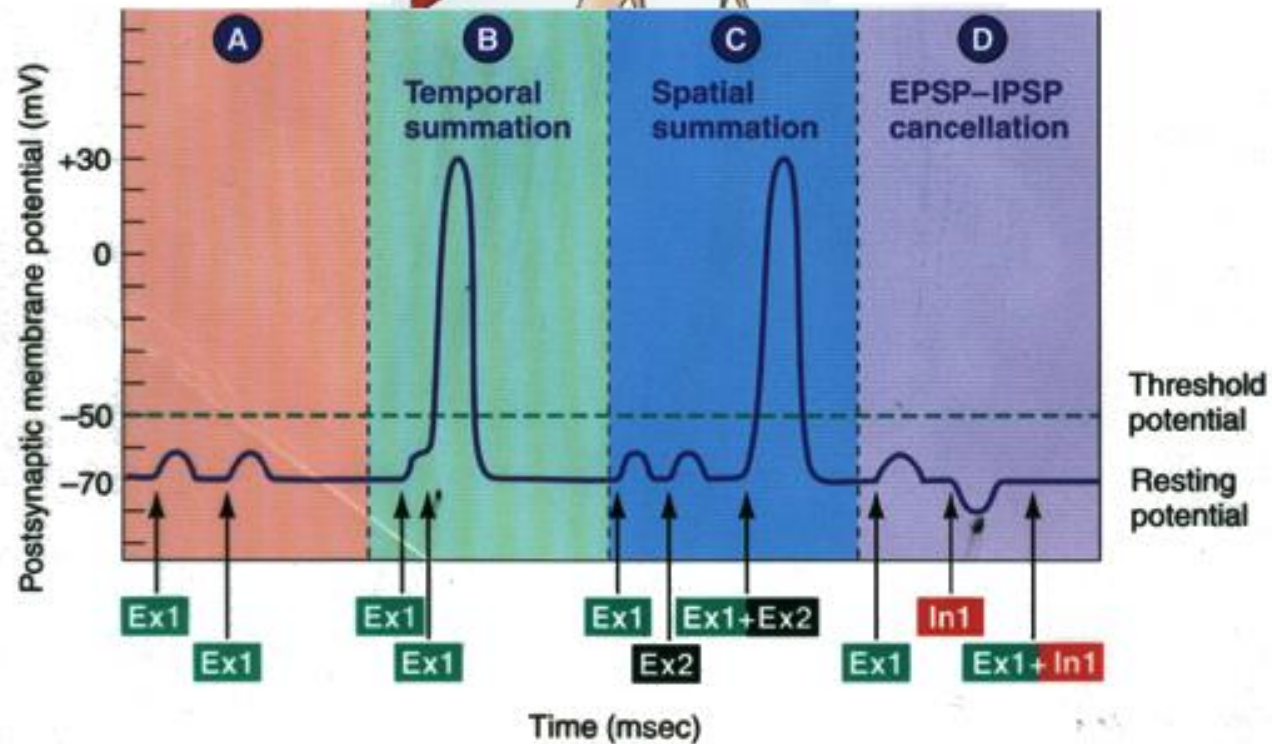
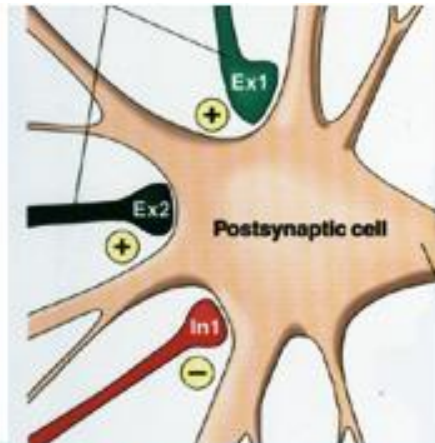
Це відбувається, коли одна пресинаптична терміналь стимулюється багаторазово.

Таким чином, і просторове підсумовування, і часове підсумовування відіграють важливу роль у сприянні відповіді.

СУМАЦІЯ



СУМАЦІЯ



5. ЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Електричні властивості синапсу це ЗПСР і ГПСР.

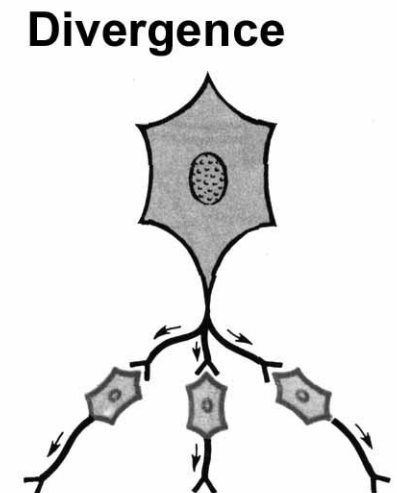
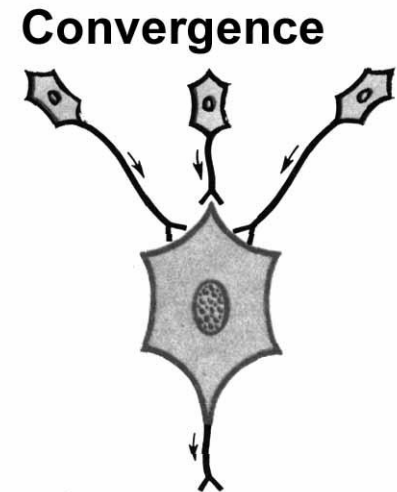
6. КОНВЕРГЕНЦІЯ І ДИВЕРГЕНЦІЯ

КОНВЕРГЕНЦІЯ

Коли багато пресинаптичних нейронів закінчуються на одному постсинаптичному нейроні.

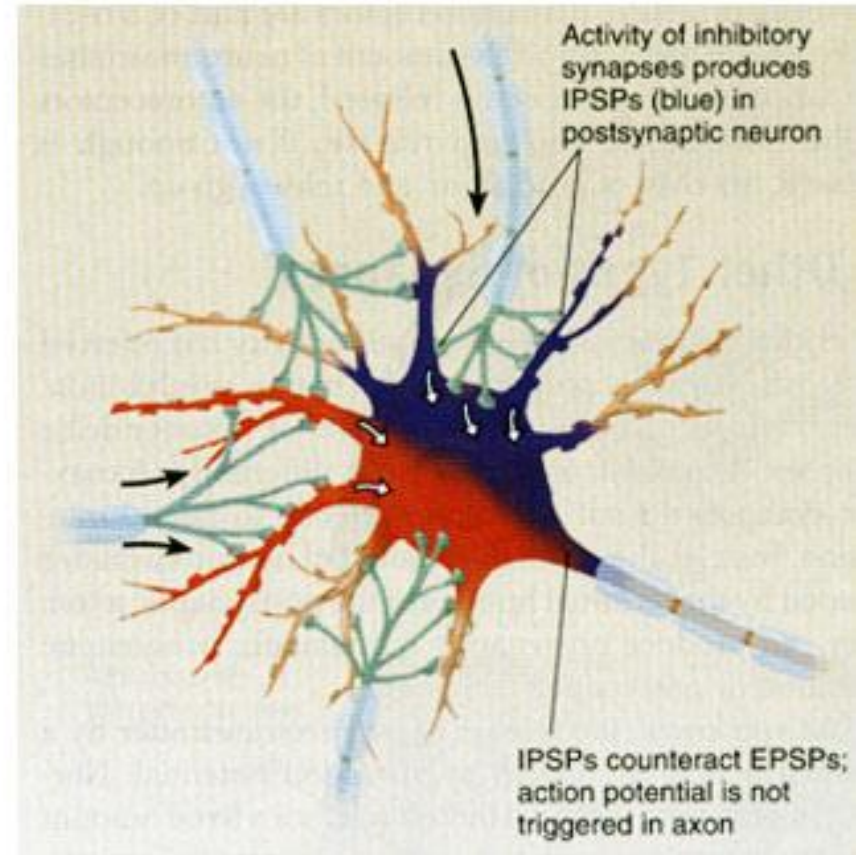
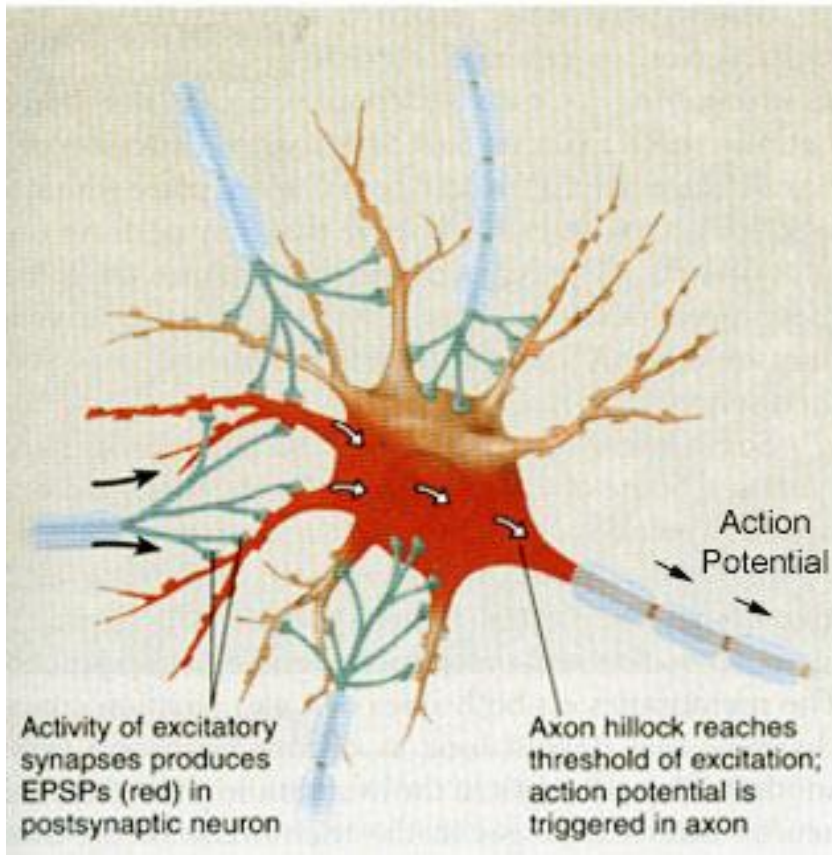
ДИВЕРГЕНЦІЯ

Коли один пресинаптичний нейрон закінчується на багатьох постсинаптичних нейронах.



КОНВЕРГЕНЦІЯ

Cell Body Integrates Excitatory and Inhibitory Inputs



Приклади хімічних речовин, які є нейромедіаторами

Група	Хімічні речовини
Аміни	Ацетилхолін, Гістамін, Серотонін.
Катехоламіни	Дофамін (Епінефрин - гормон), Норепінефрин.
Аміноациди	Аспарагінова кислота, ГАМК (гамма-аміномасляна кислота)
	Глутамінова кислота, Гліцин.
Поліпептиди	Глюкагон, інсулін, соматостатин, речовина Р, АКТГ (адренокортикотропний гормон), ангіотензин II, ендогенні опіоїди (енкефаліни та ендорфіни), ЛГ-РГ (лютеїнізуючий гормон-релізінг-гормон), ТТ-РГ (тиреотропін-релізінг-гормон), вазопресин (антидіуретичний гормон), ХК (холецистокінін)
Гази	Оксид азоту, карбону монооксид (чадний газ)

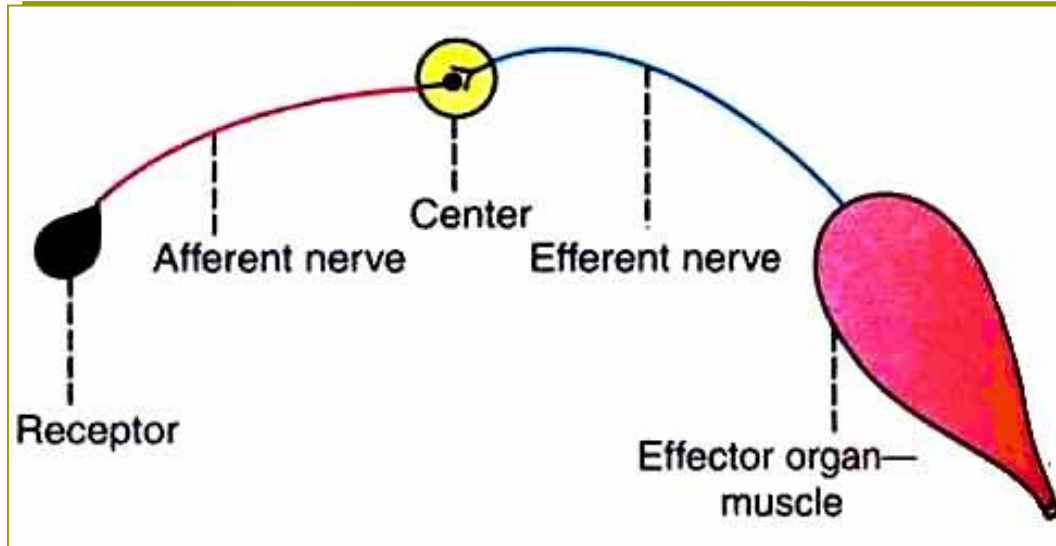
РЕФЛЕКТОРНА ДІЯЛЬНІСТЬ

ВИЗНАЧЕННЯ І ЗНАЧЕННЯ РЕФЛЕКСІВ

Реакція на подразнення периферичної нервової системи, що відбувається без нашої свідомості, відома як рефлексорна діяльність. Це свого роду захисний механізм, який захищає організм від непоправних пошкоджень.

Наприклад, коли руку кладуть на гарячий предмет, вона негайно відводиться. Коли в очі потрапляє дуже яскраве світло, повіки закриваються, а зіниця звужується, щоб запобігти пошкодженню сітківки через потрапляння надмірного світла в очі.

РЕФЛЕКТОРНА АКТИВНІСТЬ



Мал.Схема простої
(моносинаптичної)
рефлекторної дуги.

РЕФЛЕКТОРНА ДУГА

Анатомічний нервовий шлях рефлекторної дії називається рефлекторною дугою. Проста рефлекторна дуга включає п'ять компонентів

- 1. Рецептор.**
- 2. Аферентний нерв.**
- 3. Центр.**
- 4. Еферентний нерв.**
- 5. Ефекторний орган.**

РЕФЛЕКТОРНА АКТИВНІСТЬ

РЕФЛЕКТОРНА ДУГА

1. Рецептор.

Це кінцевий орган, який сприймає подразник. Коли рецептор стимулюється, імпульси генеруються в аферентному нерві.

2. Аферентний нерв.

Відвідний або чутливий нерв передає сенсорні імпульси від рецептора до центру.

3. Центр.

Центр отримує сенсорні імпульси через аферентні нервові волокна і, у свою чергу, генерує відповідні рухові імпульси. Центр знаходиться в головному або спинному мозку.

4. Еферентний нерв.

Еферентний або руховий нерв передає рухові імпульси від центру до ефекторного органу.

5. Ефекторний орган.

Подібно до того, як м'яз або залоза виявляють реакцію на подразник.

До центру можуть підключатися аферентні і еферентні нервові волокна. У деяких місцях одна або кілька клітин вставляються між цими нервовими волокнами та центром. Такі нервові клітини називаються з'єднувальними нейронами або інтернунціальними нейронами або інтернейронами.

КЛАСИФІКАЦІЯ РЕФЛЕКСІВ

1) **ВРОЖДЕНИЙ ЧИ НАБУТИЙ**

- а) Безумовні рефлекс, або вроджені рефлекс:
безумовні рефлекс присутні в момент народження.
Такі рефлекс не вимагають попереднього навчання, тренування чи кондиціонування.
Найкращим прикладом є виділення слини, коли будь-який предмет тримають у роті.
- б) Умовні рефлекс або набуті рефлекс: Умовні рефлекс набуваються після народження. Такі рефлекс потребують попереднього навчання, тренування або кондиціонування. Прикладом може служити виділення слини при вигляді, нюху, думці або слуху відомої їстівної речовини.

КЛАСИФІКАЦІЯ РЕФЛЕКСІВ (продовження)

2) ЗАЛЕЖНО ВІД РОЗТАШУВАННЯ ЦЕНТРУ

- a) Мозочкові рефлексі: центр цього типу рефлексів знаходиться в мозочку.
- b) Корові рефлексі: центр коркових рефлексів знаходиться в корі головного мозку.
- c) Рефлексі середнього мозку: центр цих рефлексів знаходиться в середньому мозку.
- d) Бульбарні або медулярні рефлексі: бульбарні рефлексі мають центр у довгастому мозку.
- e) Спинномозкові рефлексі: центр цих рефлексів знаходиться в спинному мозку. Залежно від задіяних сегментів спинномозкові рефлексі діляться на три групи.
 - Сегментарні спинномозкові рефлексі;
 - Внутрішньосегментарні спинномозкові рефлексі;
 - Надсегментарні спинномозкові рефлексі.

КЛАСИФІКАЦІЯ РЕФЛЕКСІВ

(продовження)

3) ЗАЛЕЖНО ВІД ЦІЛЬОВО-ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ

- а) Захисні рефлекси або рефлекси згинання: Захисні рефлекси також називають рефlekсами відміни. Ці рефлекси захищають організм від шкідливих подразників, які називаються ноцицептивними подразниками. Захисними рефlekсами є згинальні рефлекси, тому що під час цих рефlekсів відбувається згинання в різних суглобах.
- б) Антигравітаційні рефлекси або рефлекси розгинання: антигравітаційні рефлекси захищають тіло від сили тяжіння. Ці рефлекси називаються рефlekсами розгинання, оскільки під час цих рефlekсів м'язи-розгиначі скорочуються, що призводить до розгинання в суглобах.

КЛАСИФІКАЦІЯ РЕЦЕПТІВ

(продовження)

4) ЗАЛЕЖНО ВІД КІЛЬКОСТІ СИНАПСІВ

- а) Моносинаптичні рефлексі: мають лише один синапс у рефлекторній дузі. Рефлекс розтягування є найкращим прикладом моносинаптичного рефлексу, і він викликається завдяки стимуляції м'язового веретена.
- б) Полісинаптичні рефлексі: полісинаптичні рефлексі мають більше одного синапсу в рефлекторній дузі. Рефлексі відміни - це полісинаптичні рефлексі.

КЛАСИФІКАЦІЯ РЕФЛЕКСІВ

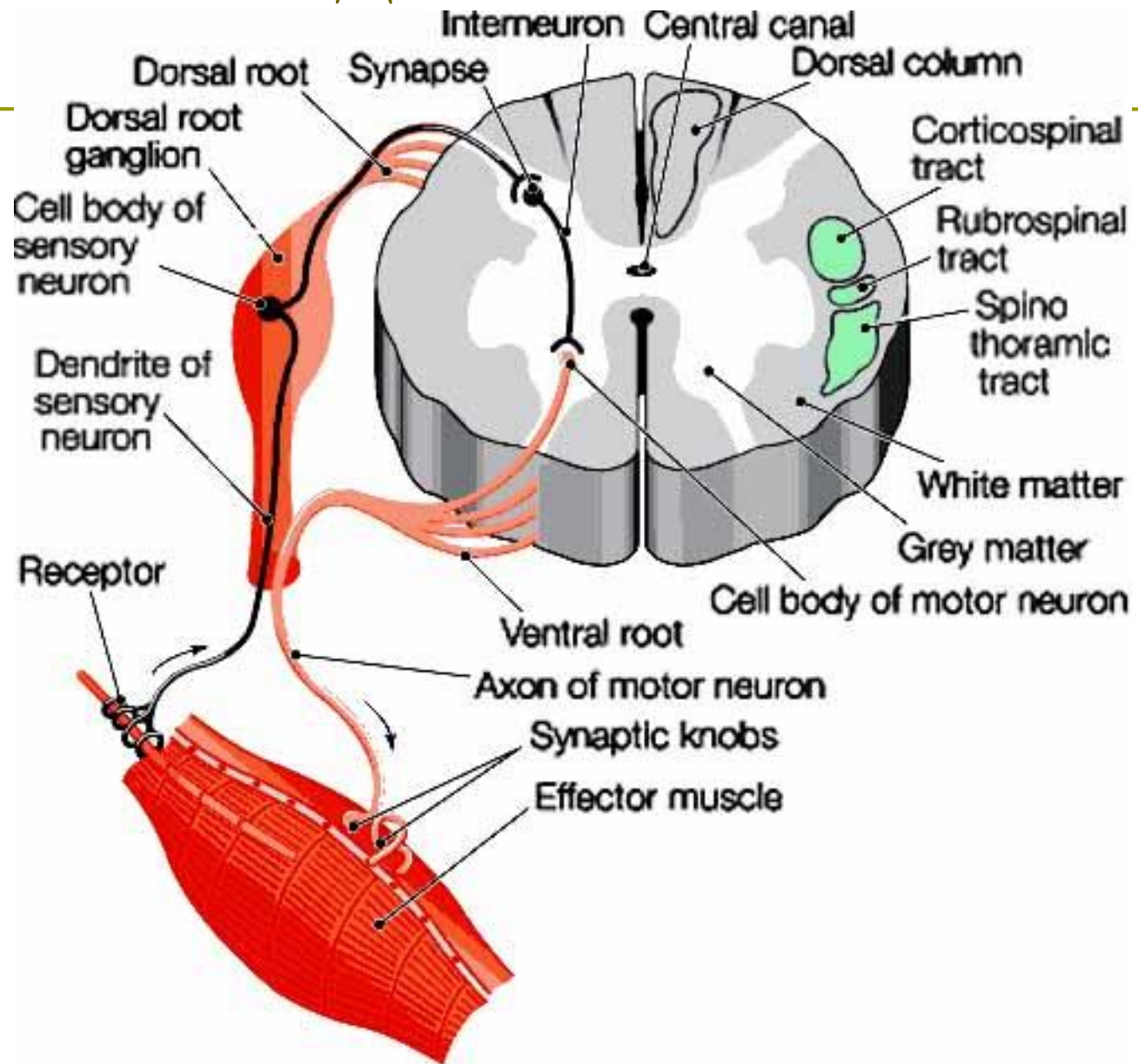
(продовження)

5) ЗАЛЕЖНО ВІД КЛІНІЧНОЇ ОСНОВИ

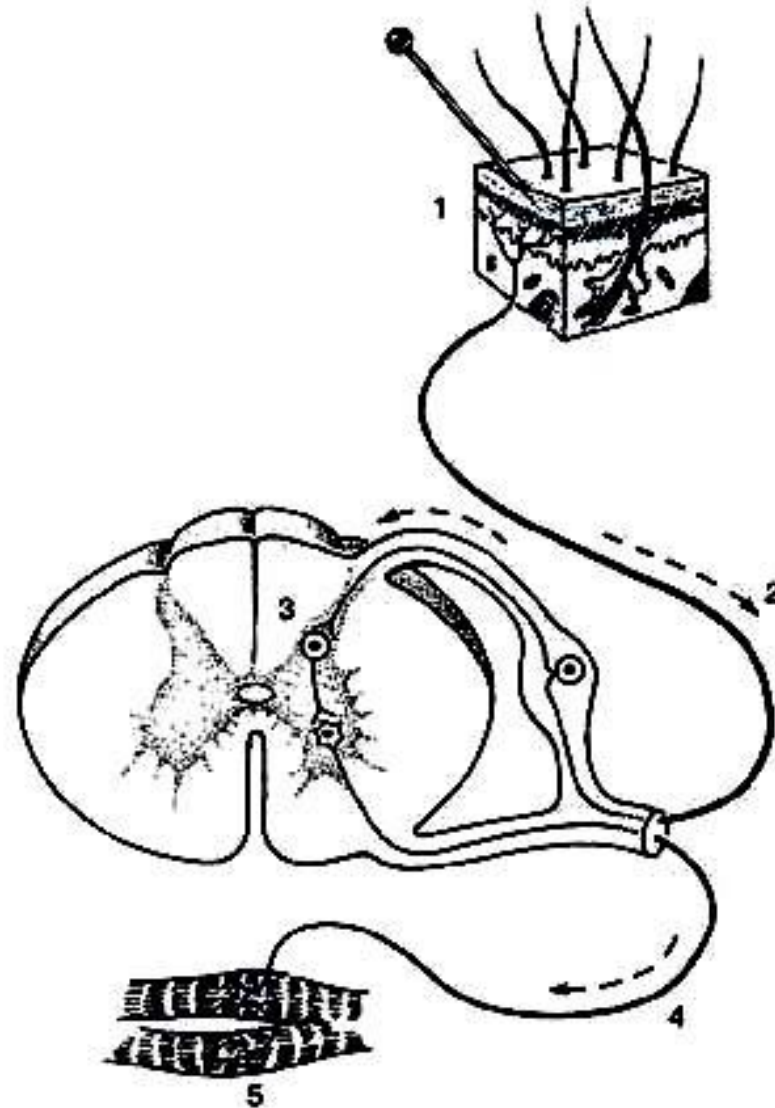
У клінічній практиці рефлексії поділяють на чотири види.

- 1) Поверхневі рефлексії: поверхневі рефлексії викликаються з поверхні тіла. Ці рефлексії знову поділяються на два типи (а) рефлексії слизової оболонки, які викликаються зі слизової оболонки, і (б) шкірні рефлексії, які виникають зі шкіри.
- 2) Глибокі рефлексії: глибокі рефлексії виникають із структур під шкірою.
- 3) Вісцеральні рефлексії: вісцеральні рефлексії викликаються глибоко розташованими структурами органів у внутрішніх органах.
- 4) Патологічні рефлексії: Патологічні рефлексії є аномальними рефлексами і можуть бути викликані лише в умовах захворювання.

ПОЛІСИНАПТИЧНА РЕФЛЕКТОРНА ДУГА

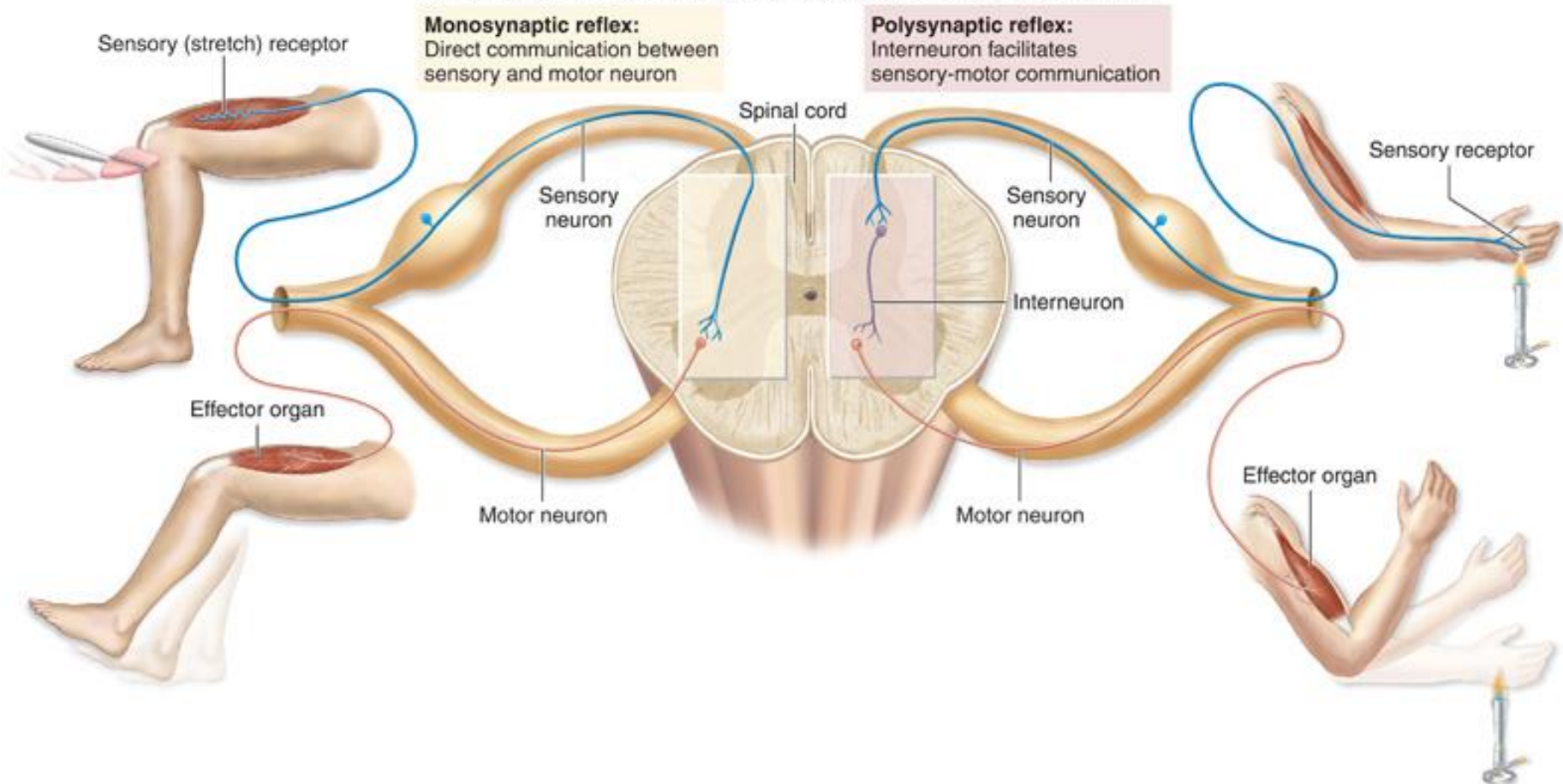


ПОЛІСІНАПТИЧНА РЕФЛЕКТОРНА ДУГА



МОНОСІНАПТИЧНА І ПОЛІСІНАПТИЧНА РЕФЛЕКТОРНІ ДУГИ

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Принципи діяльності ЦНС

1. ЧАС РЕАКЦІЇ

Проміжок часу між дією подразника і появою рефлексу називається часом реакції.

2. СУМАЦІЯ

Сумація буває двох видів.

a. Просторова сумація: коли два аферентних нервових волокна, що живлять м'яз, стимулюються окремо підсвідомим стимулом, реакції немає. Але, якщо обидва нервові волокна стимулюються разом із подразником однакової сили, м'яз скорочується. Це називається просторовою сумацією.

b. Часова сумація: коли одне нервово волокно стимулюється неодноразово підсвідомими стимулами, ці стимули підсумовуються, щоб дати відповідь у м'язі. Це називається тимчасовою сумацією.

Таким чином, як просторова сумація, так і часова сумація відіграють важливу роль у полегшенні відповідей під час рефлекторної діяльності.

Принципи діяльності ЦНС

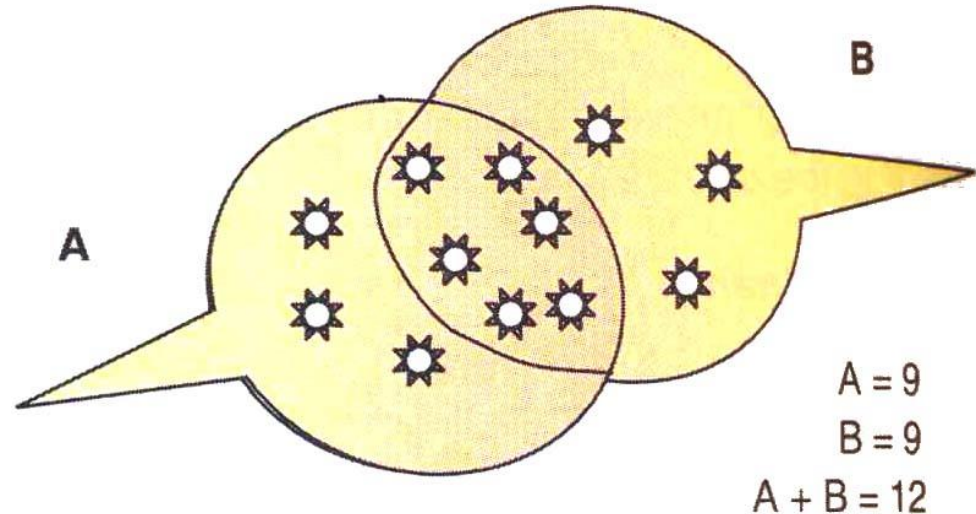
(продовження)

3. ОКЛЮЗІЯ

Це проявляється у згинальному рефлексі за участю м'яза, який іннервується двома руховими нервами. Нерви можна назвати А і В. Коли обидва нерви, А і В, стимулюються одночасно, напруга, що розвивається м'язом, є меншою, ніж сума напруги, що розвивається, коли кожен нерв стимулюється окремо.

Принципи діяльності ЦНС (продовження)

Мал. Оклюзія



Наприклад, якщо нерв А стимулюється окремо, довільна одиниця напруги, що розвивається, дорівнює 9. Якщо стимулюється нерв В, розвивається 9 одиниць напруги. Таким чином, сума напруги, що розвивається, коли нерви А і В стимулюються окремо, $= 9 + 9 = 18$ одиниць (див. малюнок нижче).

Але, коли як А, так і В стимулюються разом, вироблена напруга становить $(A+B) = 12$ одиниць. Таким чином, напруга тут менша за суму напруги, створеної, коли А та В стимулювалися окремо. Це явище називається оклюзією. Оклюзія виникає внаслідок перекриття нервових волокон під час розподілу.

ВЛАСТИВОСТІ РЕЦЕПТІВ (продовження)

6. ВЕРБУВАННЯ

При подразненні збуджувального нерва подразником постійної сили протягом тривалого часу відбувається прогресивне посилення реакції рефлекторної діяльності. Це пов'язано з прогресивним збільшенням числа активованих моторних нейронів. Це явище називається вербуванням. Це схоже на ефект тимчасової сумації.

7. ВТОМА

Цей тип нездатності відповісти на подразник називається втомою. Центр або синапс рефлекторної дуги є першим осередком втоми.

Принципи діяльності ЦНС (продовження)

8. РЕЦИПРОКНЕ ГАЛЬМУВАННЯ ТА РЕЦИПРОКНА ІННЕРВАЦІЯ

а) РЕЦИПРОКНЕ ГАЛЬМУВАННЯ

Реципрокна іннервація є однією з важливих особливостей як згинальних, так і розгинальних рефлексів. Зазвичай збудження однієї групи м'язів пов'язане з гальмуванням іншої, тобто антагоністичної групи м'язів з того ж боку. Наприклад, коли викликається рефлекс згинання, м'язи-згиначі збуджуються (скорочуються), а м'язи-розгиначі гальмуються (розслабляються) з цього боку. Це явище називається реципрокним гальмуванням.

Принципи діяльності ЦНС (продовження)

8. РЕЦИПРОКНЕ ГАЛЬМУВАННЯ АБО РЕЦИПРОКНА ІННЕРВАЦІЯ (продовження)

в) ЗАКОН ВЗАЄМНОЇ ІННЕРВАЦІЇ ШЕРРІНГТОНА

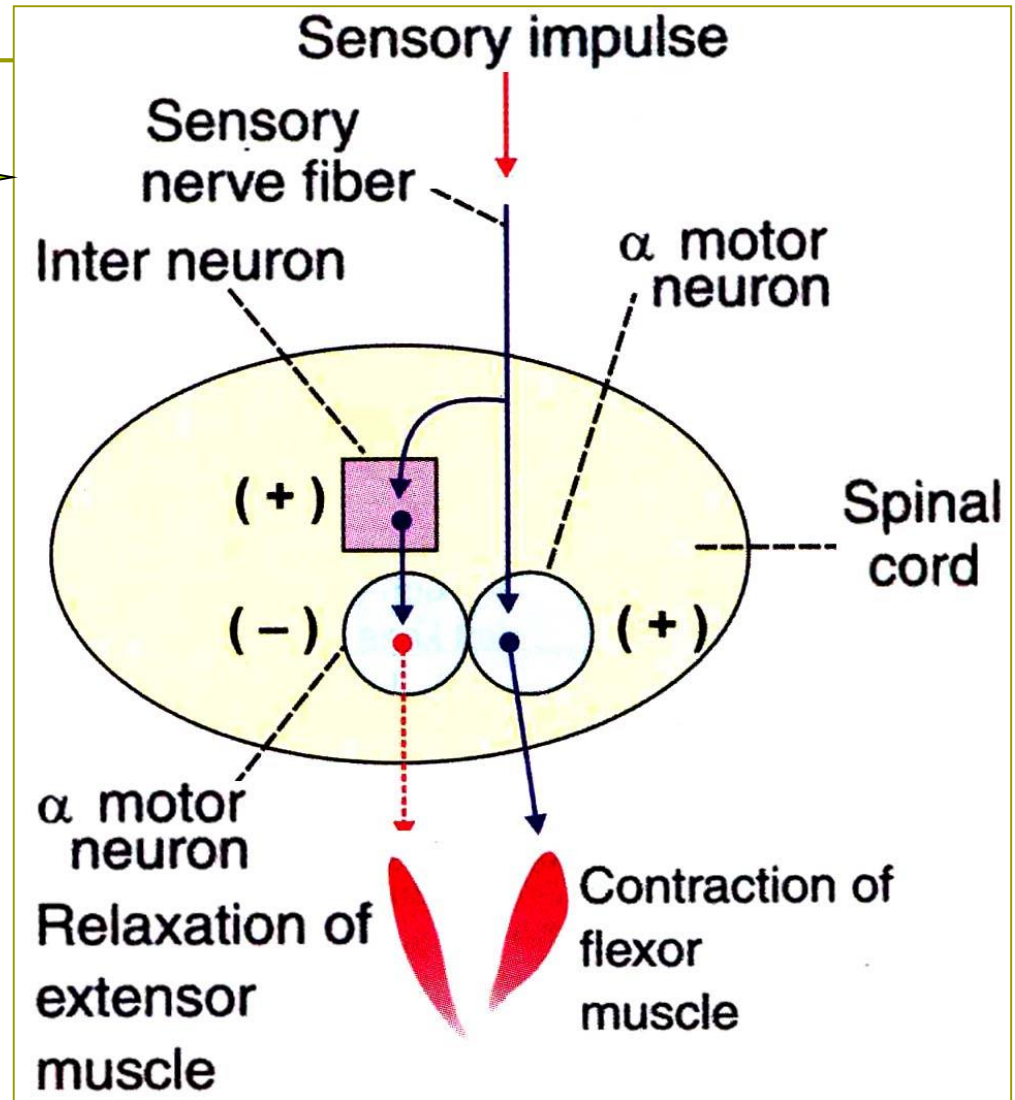
Нервовий механізм, який бере участь у реципрокному гальмуванні, постулював Шеррінгтон. Тому його називають законом зворотної іннервації Шеррінгтона. Відповідно до цього закону реципрокне гальмування обумовлено сегментарним розташуванням аферентних і еферентних зв'язків у спинному мозку. Аферентні нервові волокна, які викликають згинальний рефлекс у кінцівці, мають зв'язки з моторними нейронами, що живлять згиначі, і руховими нейронами, що живлять розгиначі тієї ж сторони. Аферентні нервові волокна збуджують рухові нейрони, що живлять згиначі. Він також пригнічує моторні нейрони, що живлять розгиначі через інтернейрон. Відповідно, м'язи-згиначі скорочуються, а м'язи-розгиначі розслабляються, що призводить до згинання кінцівки (див. малюнок нижче).

Принципи діяльності ЦНС (продовження)

Мал. Реципрокне
гальмування
(+) = збудження.
(-) = пригнічення.

ЗНАЧЕННЯ РЕЦИПРОКНОГО ГАЛЬМУВАННЯ

Реципрокна іннервація дуже важлива в спинномозкових рефlekсах, які беруть участь у локомоції. Це допомагає в русі вперед однієї кінцівки, викликаючи рух назад протилежної кінцівки.



ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВОГО ЦЕНТРУ

Нервовий центр - це комплекс нейронів, розташованих на різних поверхах ЦНС. Основною функцією будь-якого нервового центру є виконання певних рефлекторних актів.

Властивості нервового центру:

- 1. Одностороннє проведення імпульсу (збудження)..**
- 2. Відсутність трансдукції збудження.**
- 3. Сумація** підсвідомих стимулів. Існує два основних типи сумації:
 - a) тимчасова (наслідкова) — коли одне нерве волокно часто стимулюється неодноразово підсвідомими стимулами. Приклад: рефлекс чхання.
 - b) просторова — коли два аферентних нервових волокна, що живлять м'яз, стимулюються окремо підсвідомим стимулом.
- 4. Трансформація** ритму збудження. Нервові центри здатні трансформувати частоту і ритм надходять імпульсів.
- 5. Автоматизм** (життєво важливих нервових центрів).
- 6. Рефлекторна післядія:** відповідна рефлекторна реакція присутня протягом деякого часу після припинення дії стимулу.
- 7. Втома** — належать до структур з найбільшою втомою серед усіх частин нервової системи. Визначається низькою лабільністю нервового центру.