

*Фізіологія автономної
нервової системи,
її роль у регуляції
вісцеральних функцій.*

Частина 1

Вегетативна нервова система та вісцеральні сенсорні нейрони

- Вегетативна нервова система бере участь у регуляції вісцеральних або вегетативних функцій.

АНС виконує дві функції :

1. Підтримання гомеостазу організму.
 2. Адаптаційно-трофічна функція – це пристосування до умов навколишнього середовища та підтримання фізичної та розумової діяльності.
- Іннервує гладку мускулатуру, серцевий м'яз і залози
 - Регулює вісцеральні функції
 - Пульс, артеріальний тиск, травлення, сечовипускання
 - Загальний вісцеральний моторний відділ ПНС

Вегетативна нервова система та вісцеральні сенсорні нейрони

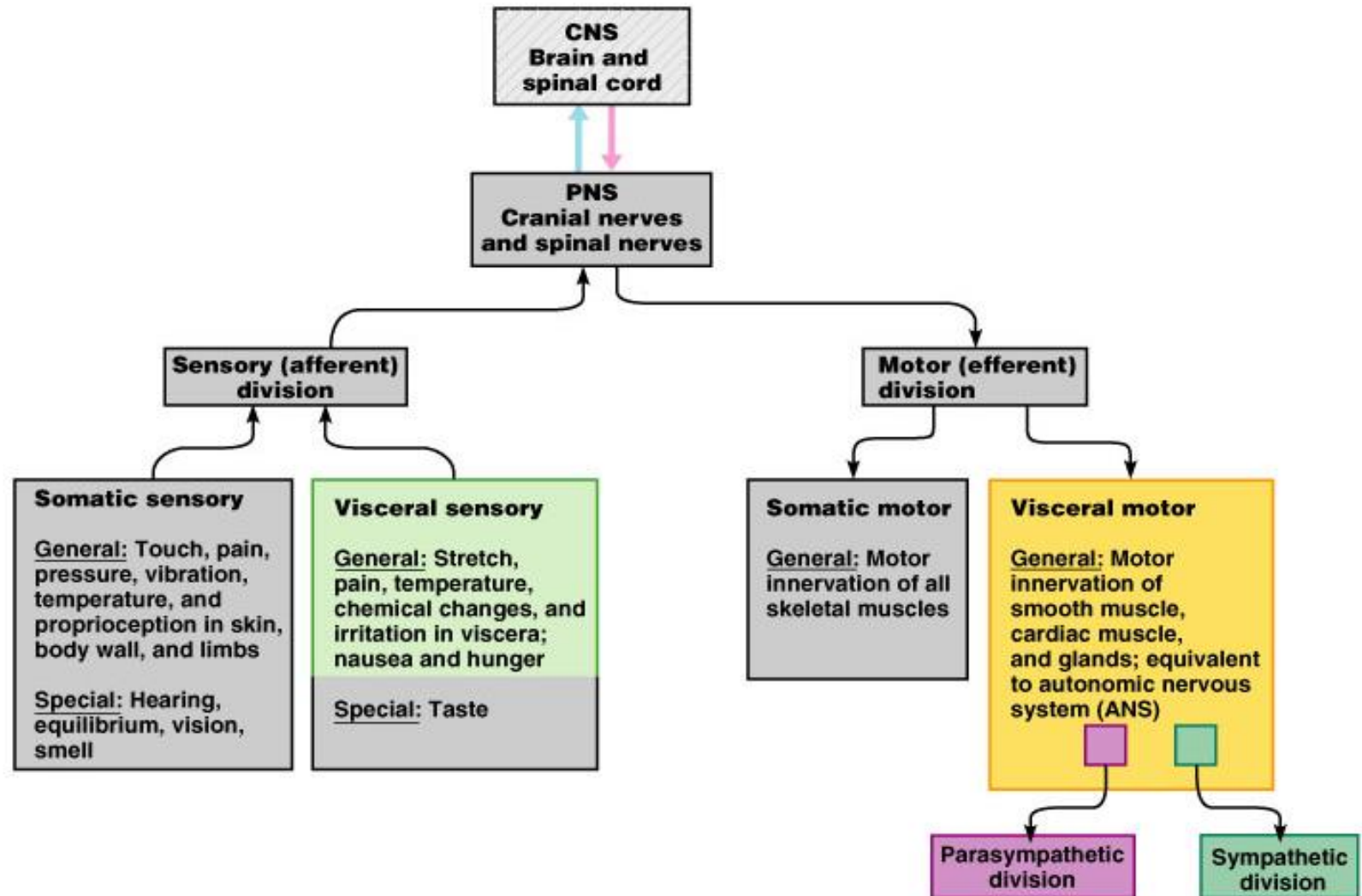


Figure 15.1

Порівняння вегетативної та соматичної рухових систем

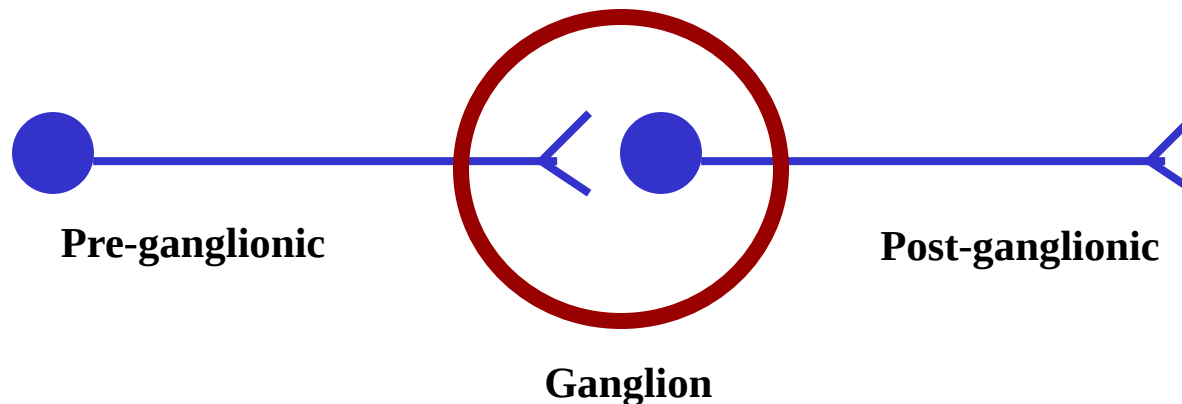
Соматична рухова система

- Один моторний нейрон тягнеться від ЦНС до скелетних м'язів
- Аксони добре мієлінізовані, швидко проводять імпульси

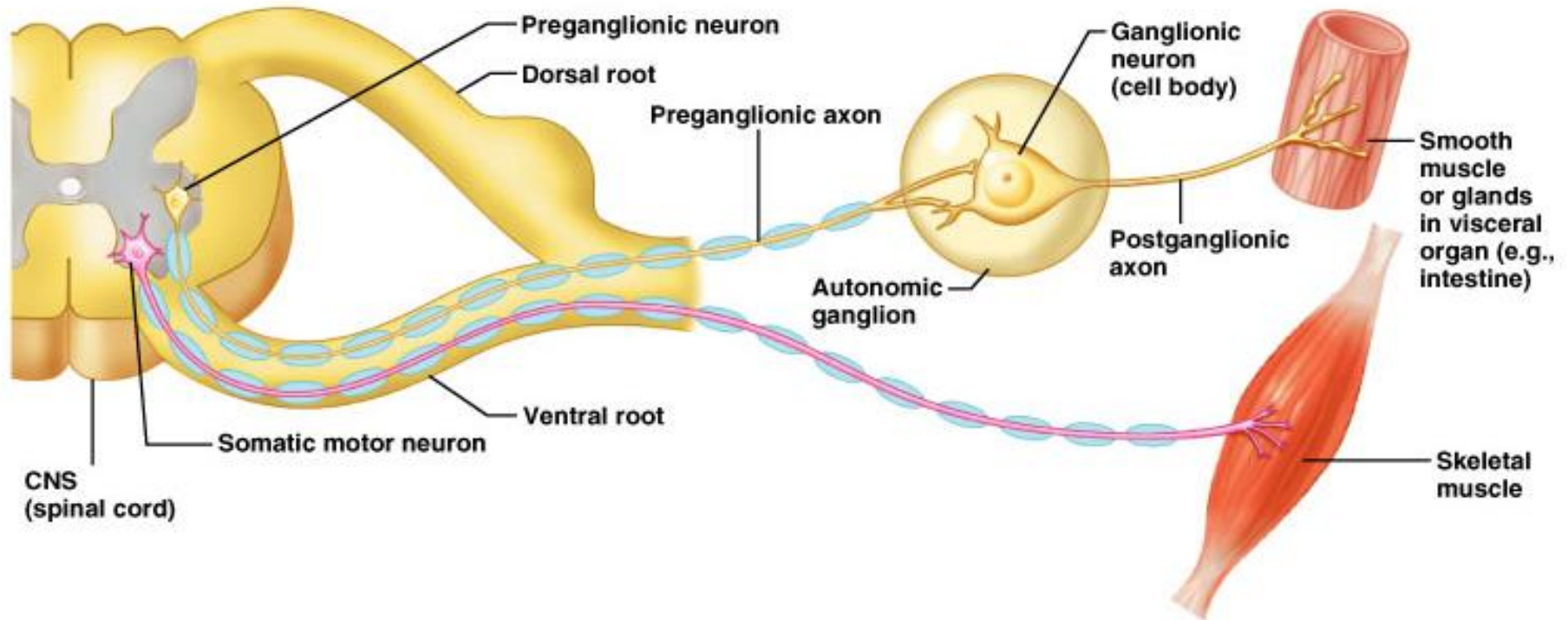
Вегетативні нервові волокна порівняно із соматичними нервовими волокнами перериваються в ганглії. Перший нейрон вегетативної нервової системи розташований у ЦНС і його аксони спрямовані до ганглія. Другий нейрон знаходиться в ганглії. Його аксон іннервує орган. Волокна I-го нейрона називаються прегангліонарними, II-го – постгангліонарними.

Порівняння вегетативної та соматичної рухових систем

- **Автономна нервова система**
 - Ланцюжок двох рухових нейронів
 - Прегангліонарний нейрон
 - Постгангліонарний нейрон
 - Проведення повільніше через тонкі або немієлінізовані аксони. АВТОНОМНІ волокна належать до волокон В- і С-типу. Вони тонкі. Швидкість проведення імпульсу по симпатичних волокнах 0,4-0,5 м/с, по парасимпатичним – 10-20 м/с.



Автономна і Соматична моторна система



Відділи вегетативної нервової системи

- **АНС поділяється на два рівні залежно від структури та функцій :**
- **НАДСЕГМЕНТАРНА АНС :**
 - 1) кора лімбічної області, медіо-базальних відділів лобової та скроневої звивин;
 - 2) підкіркові структури – таламус, гіпоталамус, мигдалина, перегородка, нюховий тракт, нюховий трикутник;
 - 3) стовбурові структури – ретикулярна формація.
- **СЕГМЕНТАРНА АНС :**
 - 1) Симпатична і парасимпатична

Іннервують переважно одні й ті ж структури
Викликають протилежні ефекти

- **КЛАСИФІКАЦІЯ ВЕГЕТАТИВНИХ ГАНГЛІЇВ.**
- Вони поділяються на 3 групи:
- **Вертебральні** – утворюють симпатичні ланцюжки вздовж хребетного стовпа. Прегангліонарні волокна надходять до гангліїв від хребта через білі (мієлінові) волокна. Постгангліонарні симпатичні волокна сірі (безмієлінові).
- **Превертебральні** – розташовані на більшій відстані від хребетного стовпа. Приклад: верхній і середній шийні симпатичні вузли, сонячне сплетіння, верхній і нижній брижові ганглії.
- **Інтрамуральні ганглії** розташовані у внутрішніх (вісцеральних) органах (у серці, бронхах, кишечнику, жовчному міхурі, ендокринних залозах).

- **ОСОБЛИВОСТІ ВЕГЕТАТИВНИХ ГАНГЛІЇВ :**
- Вегетативні ганглії поширюють зону впливу прегангліонарних волокон.
- Вони здатні до просторової і тимчасової сумації нервових імпульсів.
- Передача нервових імпульсів одностороння.
- Вони здатні до перетворення ритму і проводять лише 10-15 імпульсів за 1 с.

Відділи вегетативної нервової системи

- Симпатичний – «боротьба, втеча або переляк»
 - Активується під час тренувань, хвилювання та надзвичайних ситуацій
- Парасимпатична – «відпочинок і травлення»
 - Дбає про збереження енергії

Анатомічні відмінності симпатичного і парасимпатичного відділів

- Вихід з різних відділів ЦНС
- Симпатичний — також називається груднопоперековим відділом
- Парасимпатичний — також називається краніосакральним відділом

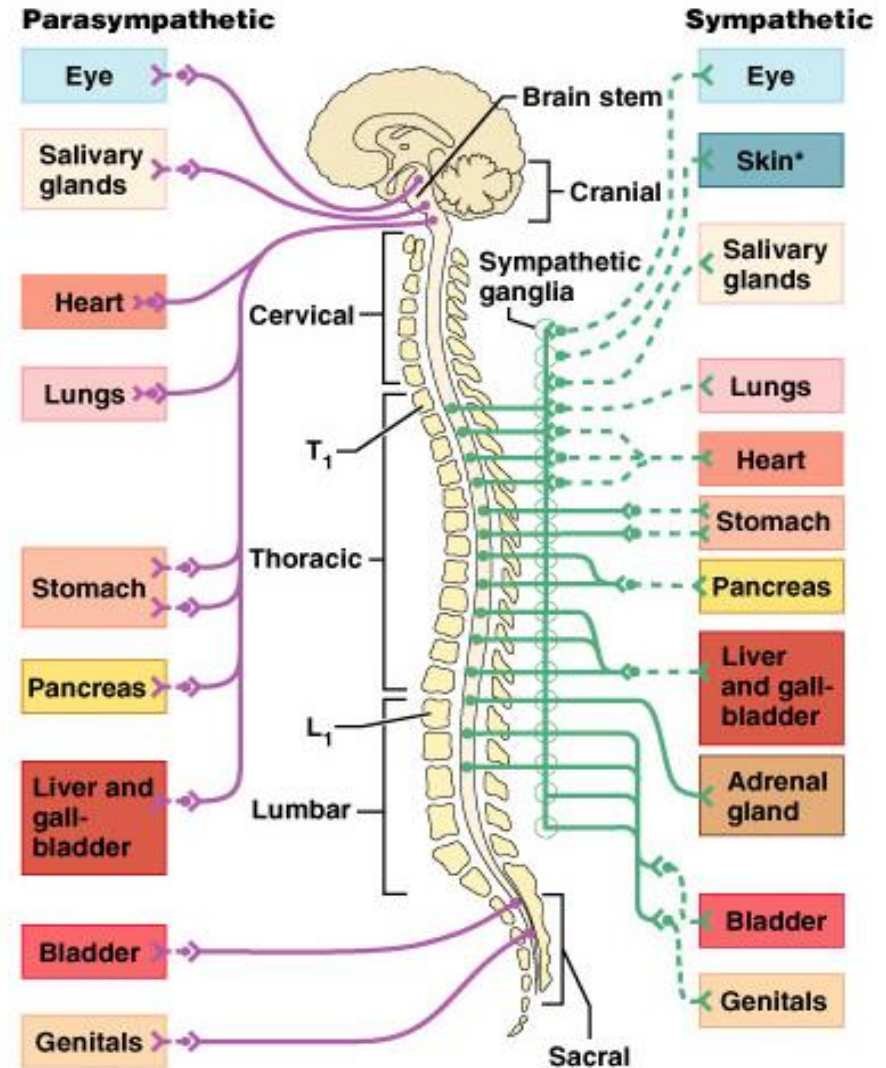


Figure 15.3

Анатомічні відмінності симпатичного і парасимпатичного відділів

- Довжина постгангліонарних волокон
- Симпатична – довгі постгангліонарні волокна
- Парасимпатична – короткі постгангліонарні волокна
- Розгалуження аксонів
- Симпатичні аксони – сильно розгалужені
- Впливає на багато органів
- Парасимпатичні аксони – кілька гілок
- Локалізований ефект

Нейромедіатори вегетативної нервової системи

Медіатори в СИМПАТИЧНІЙ І ПАРАСИМПАТИЧНІЙ ЧАСТИНІ

- **Ацетилхолін** є медіатором у всіх прегангліонарних синапсах (симпатичних і парасимпатичних). Рецептори, що зв'язують ацетилхолін на постсинаптичній мембрані, називають **холінергічними**. Вони належать до нікотинчутливих у прегангліонарних синапсах.
- Їх позначають як **Н-холінорецептори**.
- До блокаторів Н-холінорецепторів відносяться: курареподібні речовини (бензогексоній, пентамін). Прегангліонарні синапси мають невелику кількість **М-холінорецепторів** (мускаринчутливі). Постгангліонарні синапси, утворені провідником і ефектором, розрізняються у 2 частинах вегетативної нервової системи.

Постгангліонарні симпатичні синапси

Основними медіаторами є **норадреналін і адреналін**.

- ***Адренорецептори :***

Альфа-адренорецептори (підтипи $\alpha 1$ і $\alpha 2$).

Їх блокаторами (**симпатолітиками**) є: фентоламін, тропафен, дигідроерготамін.

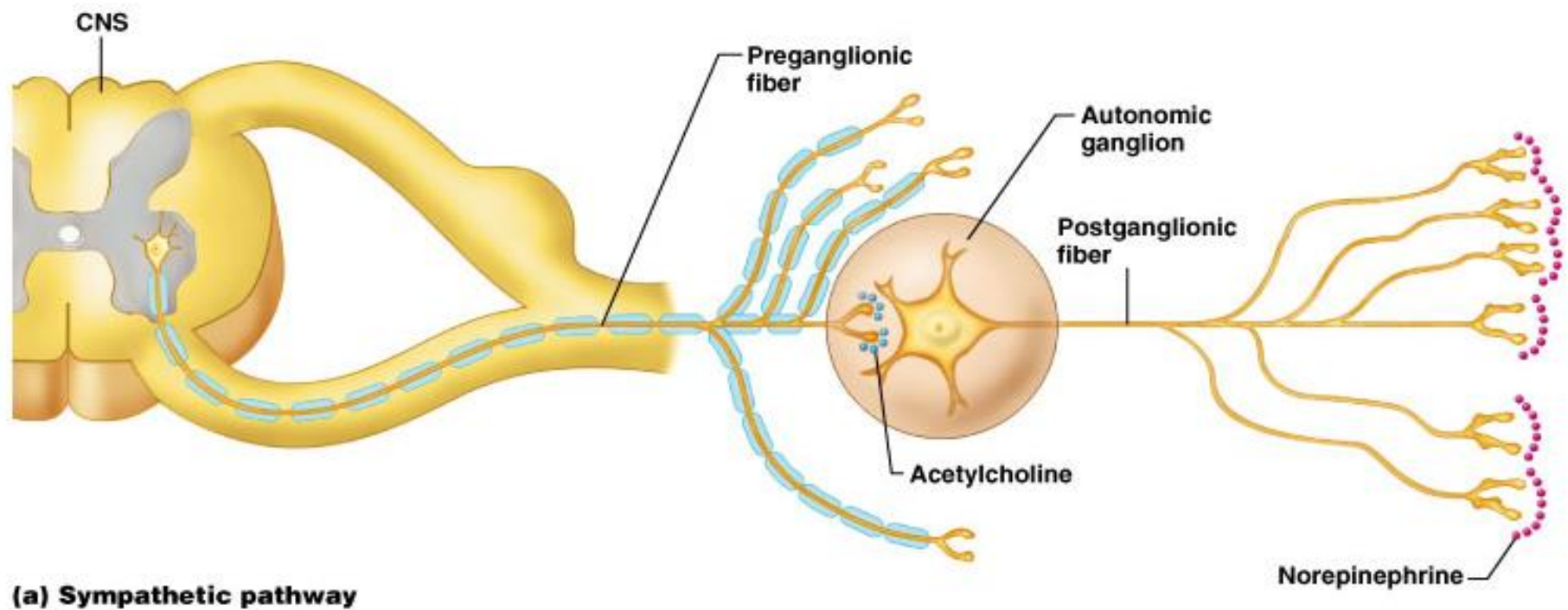
Адреноміметики викликають дії, подібні до норадреналіну.

Бета-адренорецептори (субтипи $B1$ і $B2$).

Їх блокатором є анаприлін (обсидан). У деяких органах присутні обидва типи адренорецепторів. Результати їх збудження можуть бути протилежними.

- Наприклад, альфа- і бета-адренорецептори знаходяться в гладких м'язах артерій. Збудження альфа-адренорецепторів викликає звуження артеріол, бета-адренорецепторів – розширення. Реакція органів на адреналін і норадреналін у фізіологічних умовах залежить від домінування альфа- або бета-адренергічної дії. В інших вісцеральних органах знаходиться тільки один тип адренорецепторів. Альфа-рецептори відсутні в *серці і бронхах*, а норадреналін збуджує тільки бета-адренорецептори. Це призводить до збільшення частоти серцевих скорочень і розширення бронхів.

Анатомічні відмінності симпатичного і парасимпатичного відділів

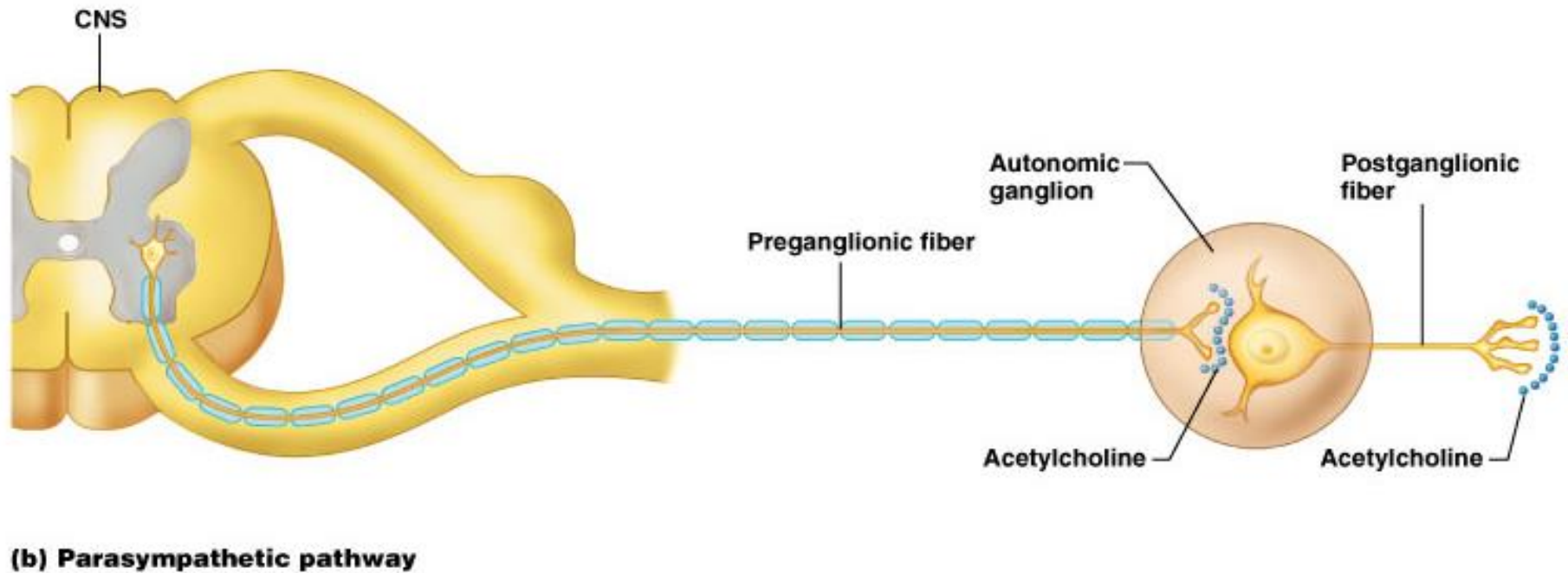


Ефекти норепінефрину

- збільшує серцевий викид;
- бронхорозширювальна та спазматична дію;
- рефлекторне зниження частоти дихання та висоти;
- антидіуретичний ефект зі зменшенням вивільнення іонів натрію та калію із сечею;
- гальмує перистальтику травного тракту, але скорочує сфінктери сечостатевої та кишкової систем;
- пригнічує харчову секрецію;
- підвищує скорочувальну здатність скелетних м'язів.

- **Парасимпатичні постгангліонарні синапси** використовують медіатор *ацетилхолін*. Вивільнення медіатора відбувається порціями. Це Са-залежний процес. Вивільнений ацетилхолін зв'язується з **М-холінорецепторами**.
- Блокаторами М-холінорецепторів (**холінолітиками**), що запобігають парасимпатичні ефекти, є атропін, скополамін, платифілін.
- **Дія ацетилхоліну:**
- Посилює легеневу вентиляцію, шлунково-кишкову перистальтику, секрецію шлункових, кишкових і підшлункової залоз.
- Гальмує бронхіальну секрецію, скорочує бронхіальну мускулатуру, збудливість міокарда, провідність і автоматизм.

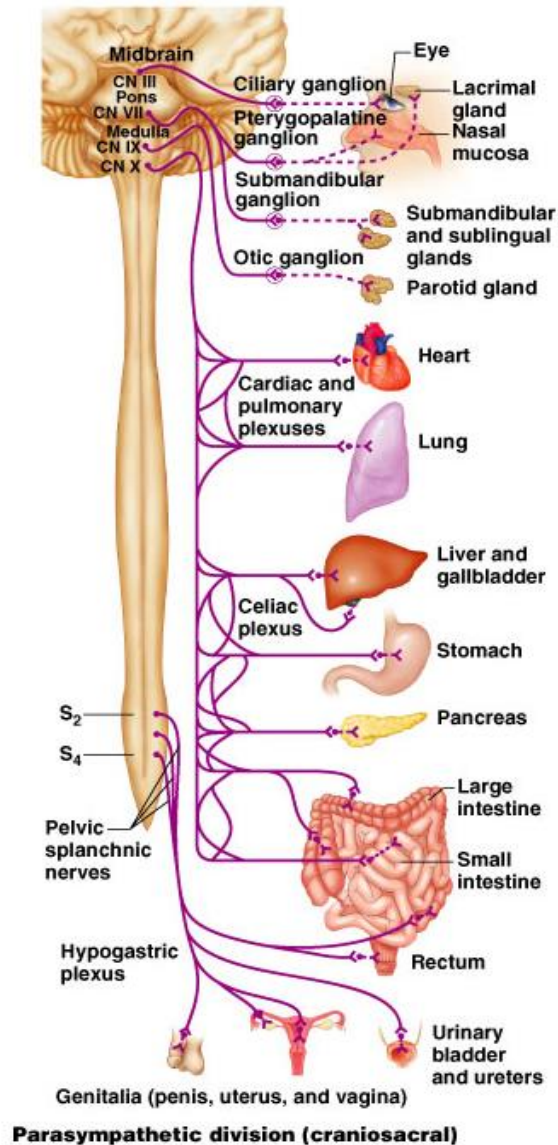
Анатомічні відмінності симпатичного і парасимпатичного відділів



Парасимпатичний відділ

Парасимпатичний відділ ВНС: волокна цього відділу відходять від головного мозку і крижових відділів спинного мозку. Краніальна частина парасимпатичного відділу стовбура мозку іннервує кровоносні судини голови та шиї та багато торакоабдомінальних органів. Крижовий відділ у крижових сегментах спинного мозку іннервує гладкі м'язи, що утворюють стінки внутрішніх органів і залози, такі як товстий кишечник, печінка, селезінка, нирки, сечовий міхур, статеві органи тощо.

Парасимпатичний відділ

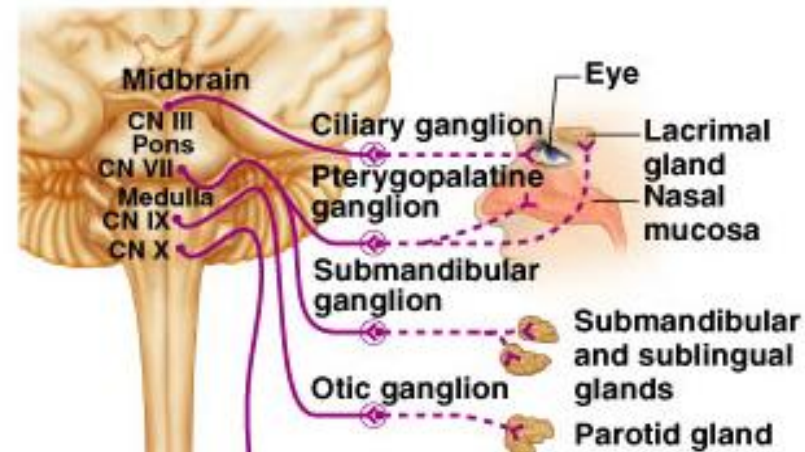


Краніальний відтік

- Прегангліонарні волокна проходять через:
- Окоруховий нерв (III)
- Лицевий нерв (VII)
- Язиковоглотковий нерв (IX)
- Блукаючий нерв (X)
 - Клітинні тіла розташовані в ядрах черепних нервів у стовбурі мозку
- Прегангліонарні волокна довші і досягають постгангліонарних нейронів, які розташовані всередині органів або поблизу органів, іннервованих цими нервами. Прегангліонарні волокна мієлінізовані, а постгангліонарні волокна немієлінізовані.

Відтік через блукаючий нерв (X)

- Волокна іннервують вісцеральні органи грудної клітки і більшої частини живота
- Стимулює - травлення, зниження пульсу і артеріального тиску
- Тіла прегангліонарних клітин
- Розташовані у дорсальному моторному ядрі в довгастому мозку
- Гангліонарні нейрони
- Обмежені стінками органів, що іннервуються



Парасимпатична нервова система: крижовий відтік

- *Крижовий відтік*
- Прегангліонарні волокна відходять від клітин передніх сірих рогів 2-го, 3-го і 4-го (іноді також з 1-го) крижових сегментів спинного мозку і утворюють тазовий нерв (Nervous erigens). Волокна закінчуються на постгангліонарних нейронах, які розташовані на вісцеральних органах або поблизу них. Волокна постгангліонарних нейронів постачають низхідну кишку, пряму кишку, сечовий міхур, внутрішній сфінктер, уретру та додаткові статеві органи.

Симпатичний відділ

- Базова організація
- Випуски з T1-L2
- Прегангліонарні волокна утворюють латеральний сірий ріг
- Постачає вісцеральні органи (кровоносні судини, серце, легені, залози, нутрощі) і структури поверхневих відділів тіла
- Містить більше гангліїв, ніж парасимпатичний відділ

Симпатичні стовбурові ганглії

- Розташовані по обидва боки від хребетного стовпа
- Поєднані короткими нервами в симпатичні стовбури
- З'єднані з черевними гілками білими та сірими зв'язними гілками
- Злиття гангліїв -> менше гангліїв, ніж спинномозкових нервів

Симпатичні ганглії

- Ганглії симпатичного відділу поділяються на три групи.
- А. Паравертебральні або симпатичні ланцюгові ганглії
- В. Превертебральні або колатеральні ганглії
- С. Термінальні або периферичні ганглії
- *А. Паравертебральні або симпатичні ланцюгові ганглії*
- Паравертебральні або симпатичні ланцюгові ганглії розташовані сегментарно вздовж передньолатеральної поверхні хребта.

- *А. Паравертебральні або симпатичні ланцюгові ганглії*
- Паравертебральні або симпатичні ланцюгові ганглії розташовані сегментарно вздовж передньолатеральної поверхні хребта.
- *В. Превертебральні або колатеральні ганглії*
- Превертебральні ганглії розташовані в грудній клітці, черевній порожнині та тазу по відношенню до аорти та її гілок. Нижче наведені превертебральні ганглії:
 - Чревний ганглії
 - Нижній брижовий ганглії
 - Верхній брижовий ганглії
- *С. Термінальні або периферичні ганглії*
- Кінцеві ганглії розташовані всередині іннервованих ними структур або поблизу них. Серце, бронхи, підшлункова залоза і сечовий міхур іннервуються кінцевими

Симпатичний відділ АНС

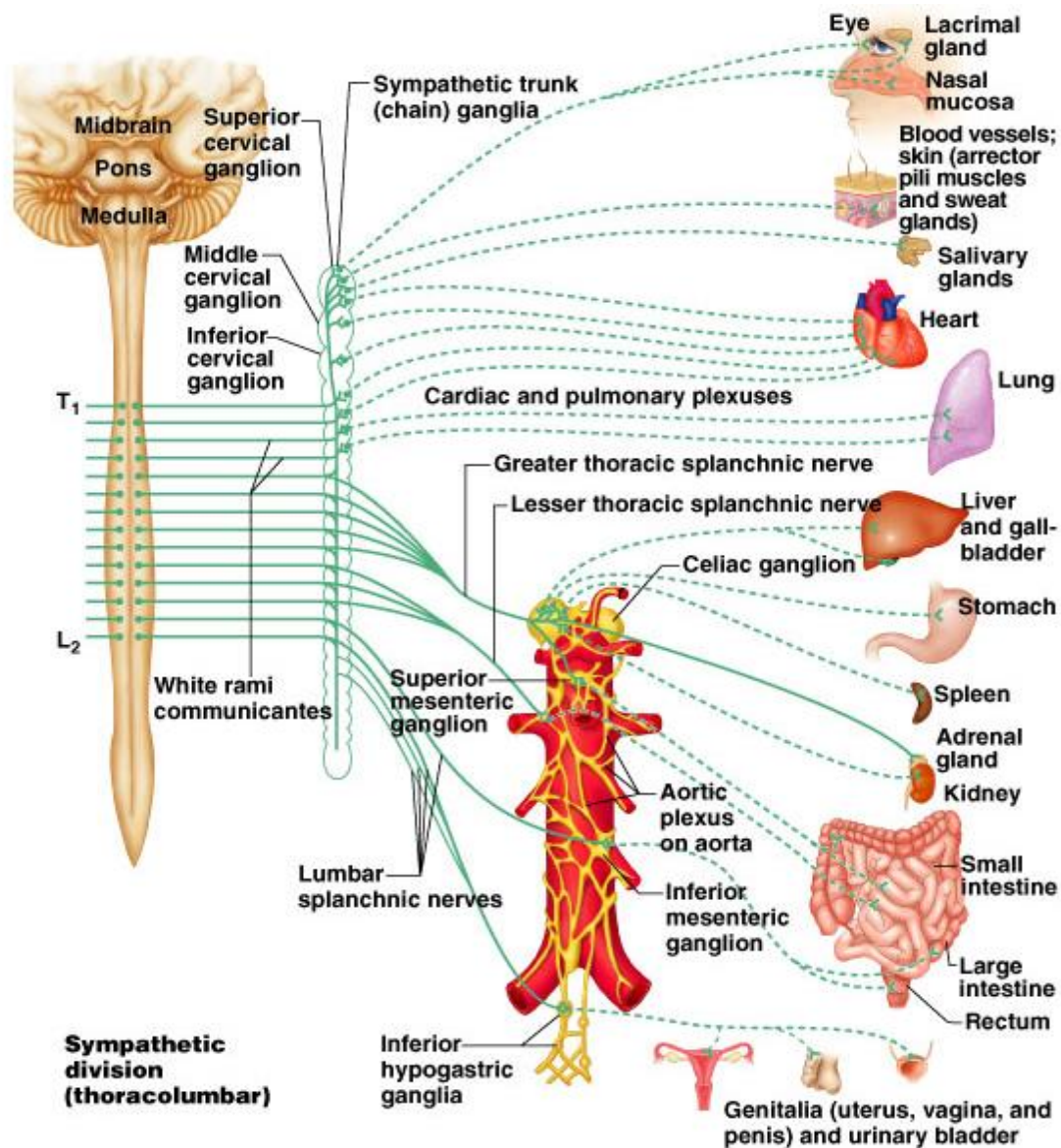
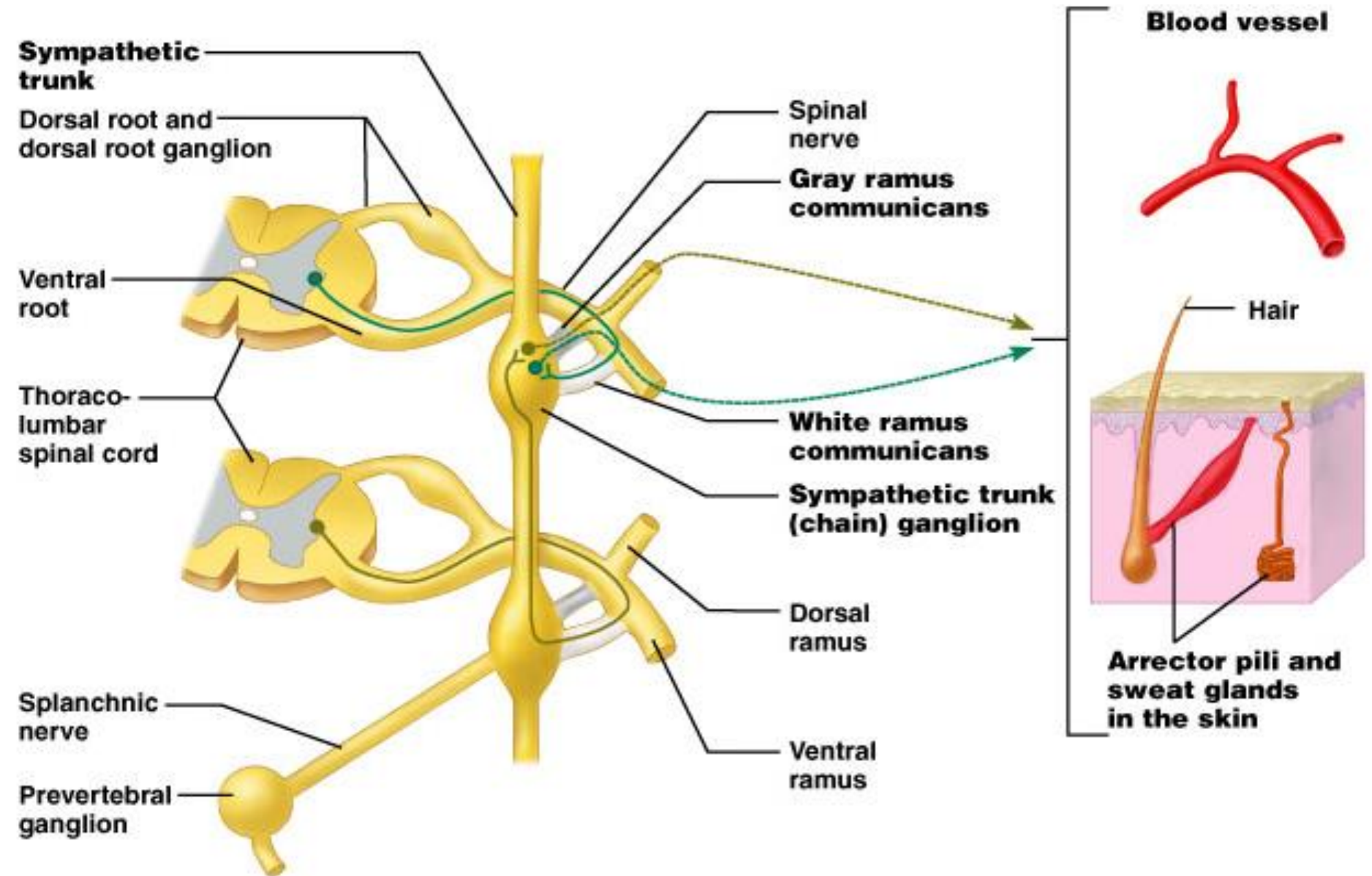
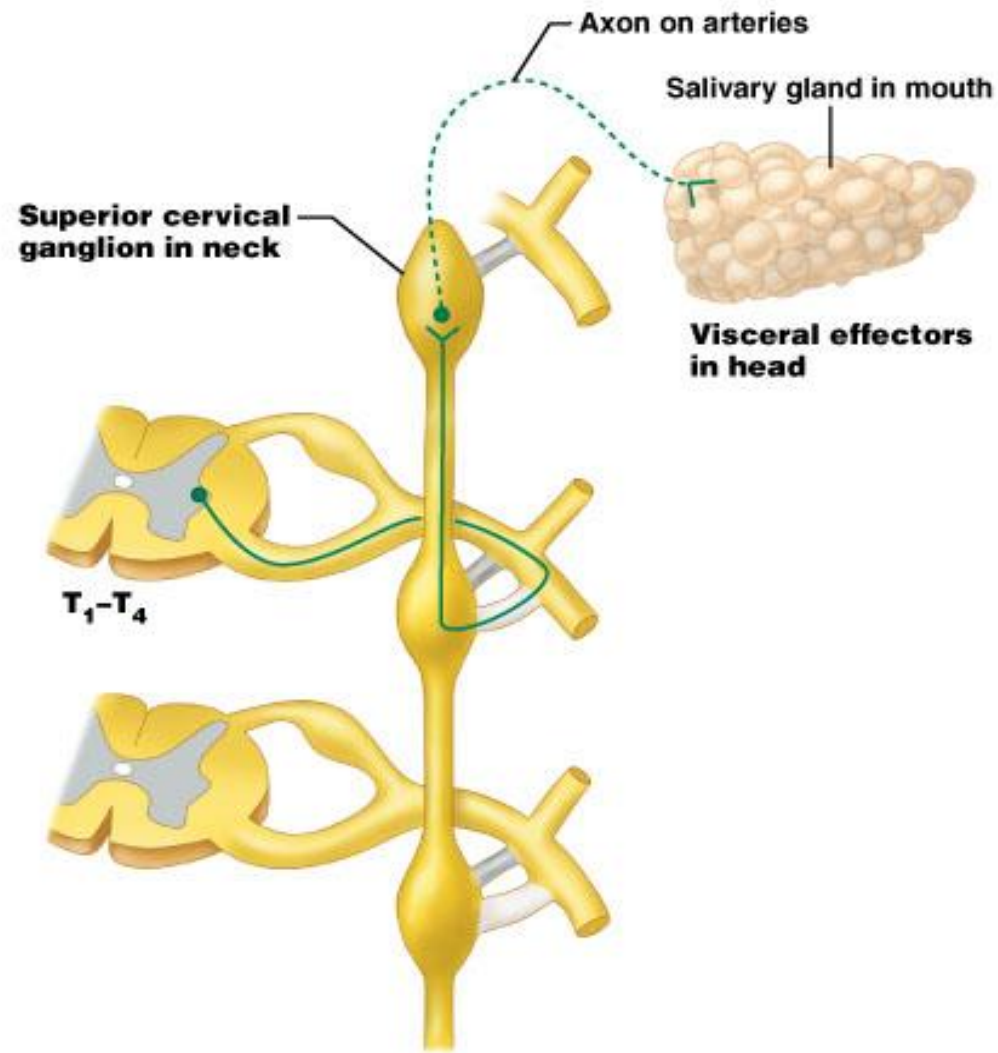


Figure 15.7

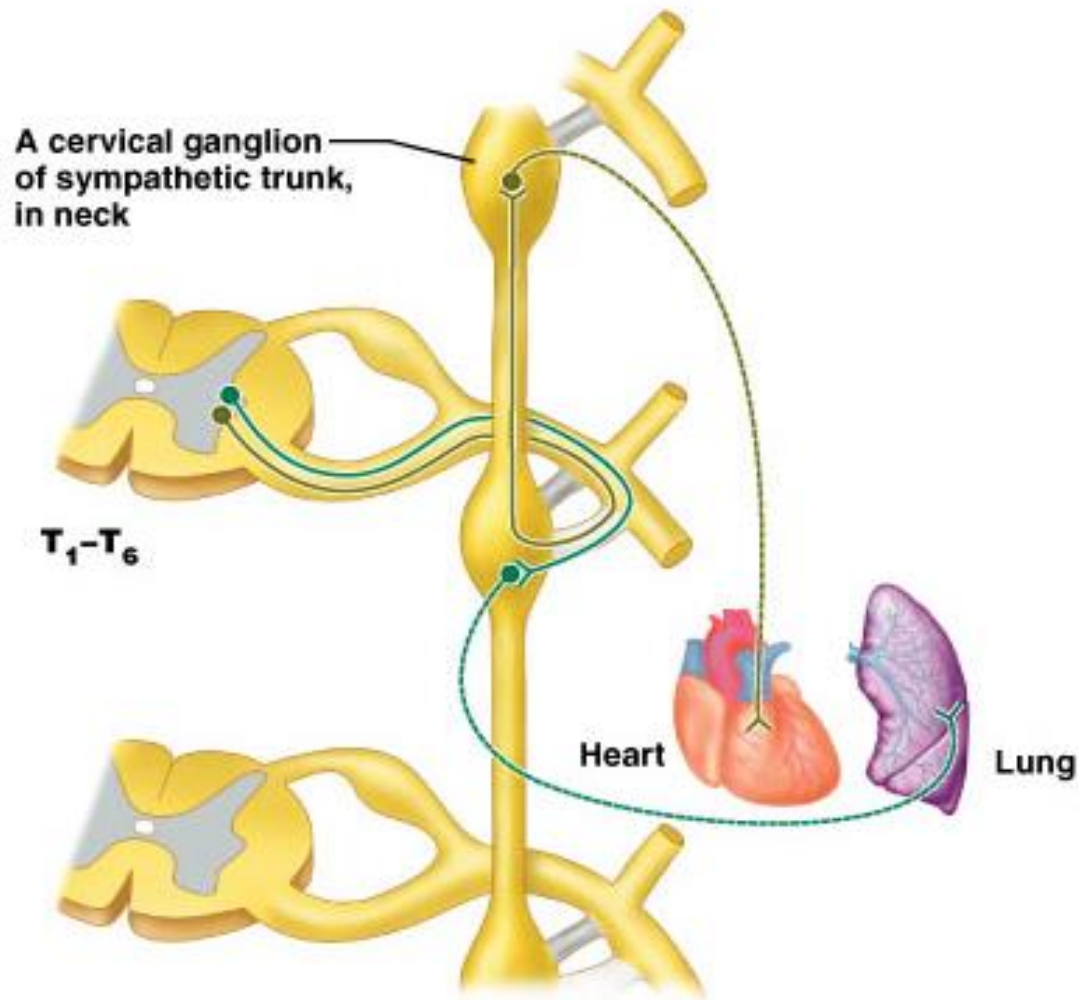
Симпатичні шляхи до периферії



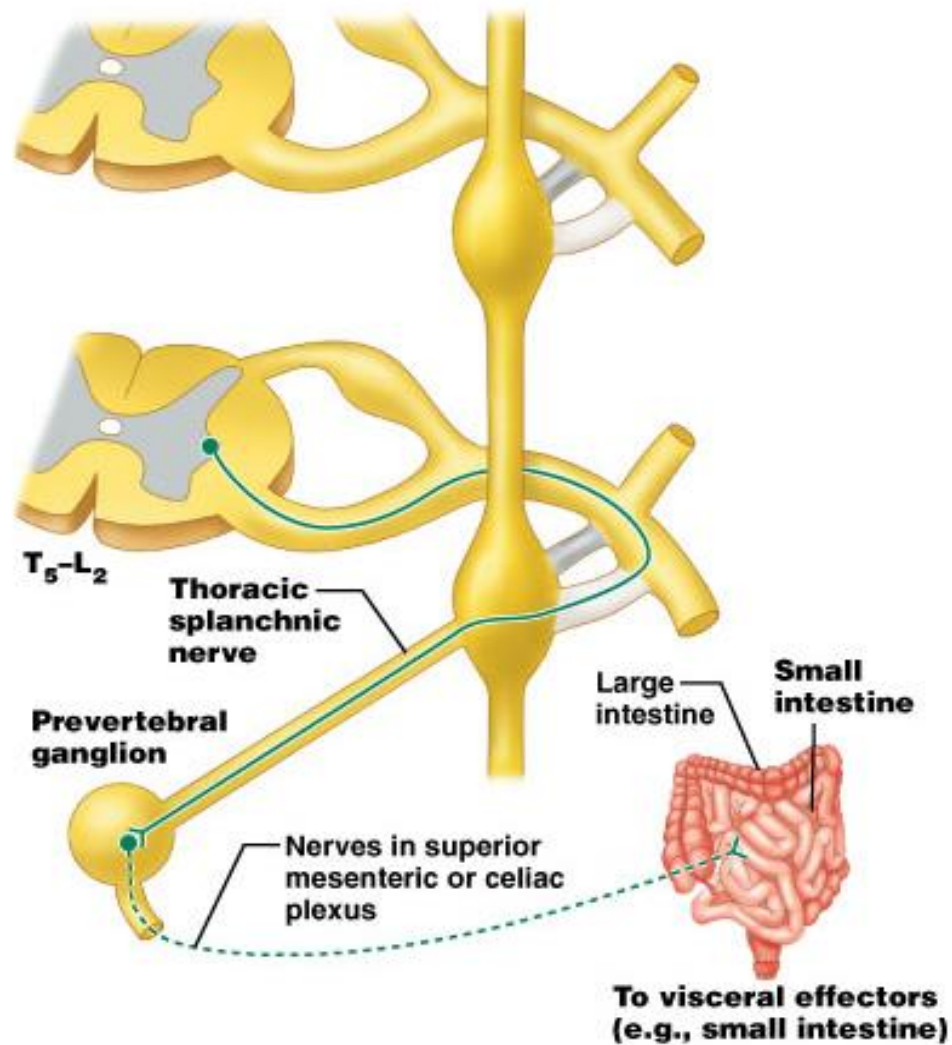
Симпатичні шляхи до голови



Симпатичні шляхи до органів грудної клітини



Симпатичні шляхи до органів черевної порожнини



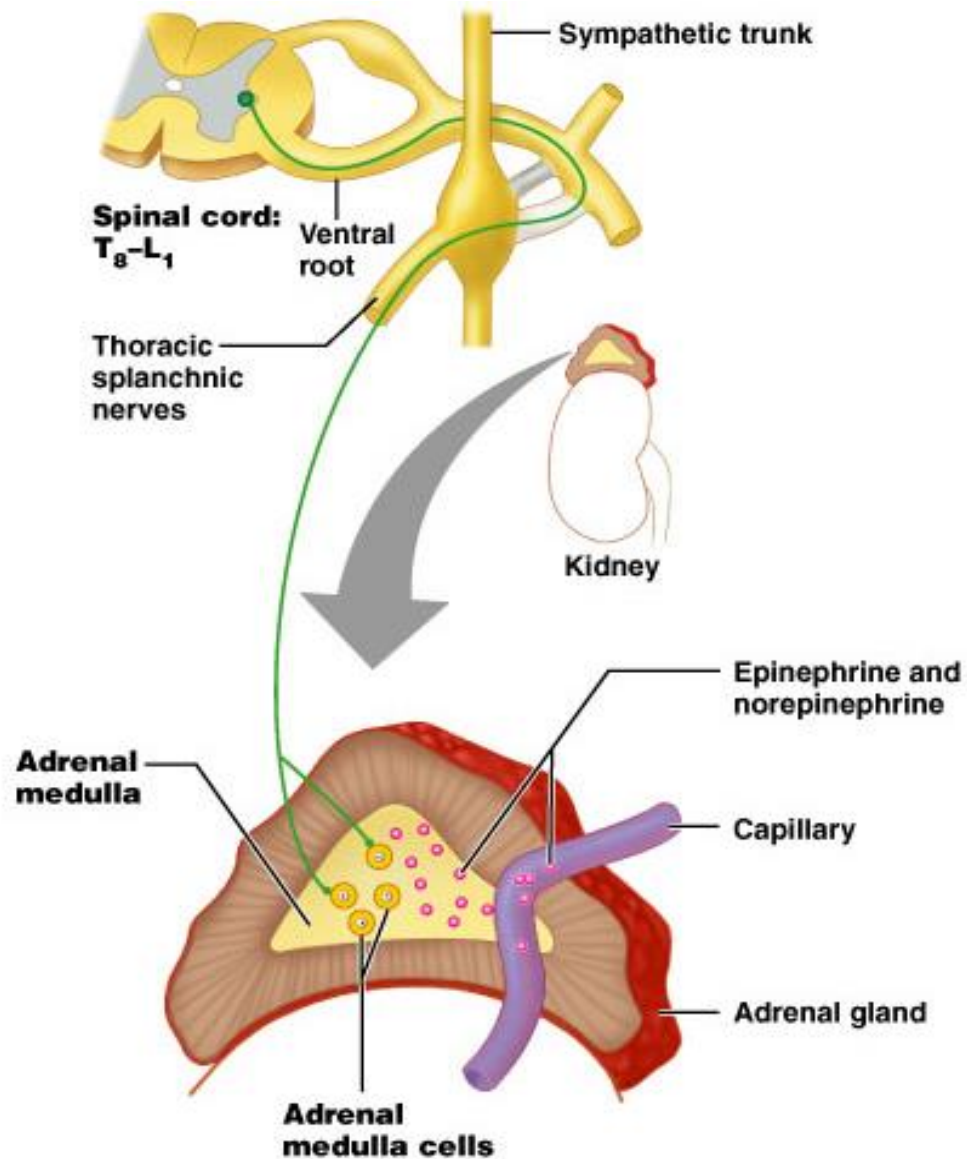
ФУНКЦІЇ АНС

- АНС займається регулюванням функцій, які знаходяться поза межами добровільного контролю. Контролюючи різні вегетативні функції, АНС відіграє важливу роль у підтримці постійного внутрішнього середовища (гомеостазу).
- Майже всі вісцеральні органи забезпечуються як симпатичним, так і парасимпатичним відділами АНС, і ці два відділи справляють антагоністичні ефекти на кожен орган. Коли волокна одного відділу, що живлять орган, розсічені або уражені ураженням, вплив волокон іншого відділу на орган стає більш помітним.

Роль мозкової речовини надниркових залоз у симпатичному відділі

- Головний орган симпатичної нервової системи
- Виділяє велику кількість адреналіну (невелика кількість норадреналіну)
- Стимулюють секрецію прегангліонарними симпатичними волокнами

Мозкова речовина надниркових залоз



Effector organ		Sympathetic division	Parasympathetic division
1. Eye	Ciliary muscle	Relaxation Dilatation	Contraction Constriction
	Pupil		
2. Lacrimal glands		Decrease in secretion	Increase in secretion
3. Salivary secretion		Decrease in secretion and vasoconstriction	Increase in secretion and vasodilatation
4. Gastrointestinal tract	Motility	Inhibition	Acceleration
	Secretion	Decrease	Increase
	Sphincters	Constriction	Relaxation
5. Gallbladder		Relaxation	Contraction
6. Urinary bladder	Detrusor muscle	Relaxation	Contraction
	Internal sphincter	Constriction	Relaxation
7. Sweat glands		Increase in secretion	—
8. Heart – rate and force		Increase	Decrease
9. Blood vessels		Constriction of all blood vessels except those in heart and skeletal muscle	Dilatation
10. Bronchioles		Dilatation	Constriction

- **СИМПАТИЧНІ ВОЛОКНА**

- Прегангліонарні волокна – ацетилхолін
- Постгангліонарні норадренергічні волокна – норадреналін
- Постгангліонарні холінергічні волокна – ацетилхолін
- Постгангліонарний симпатичний холінергічний нерв

Волокна постачають потові залози та кровоносні судини серця та скелетних м'язів.

- **ПАРАСИМПАТИЧНІ ВОЛОКНА**

- Прегангліонарні волокна – ацетилхолін
- Постгангліонарні волокна – ацетилхолін
- *Синтез і доля нейромедіаторів*
- *Катехоламіни*

СИМПАТОМІМЕТИЧНІ ПРЕПАРАТИ

- *Препарати, що безпосередньо стимулюють рецептори:*
- Фенілефрин - альфа-рецептори
- Ізопротеренол - бета-рецептори
- Альбутерол-бета2 рецептори.
- *Препарати, що індукують вивільнення норадреналіну:*
- Ефедрин
- Тирамін
- Амфетамін

СИМПАТИЧНІ БЛОКАТОРИ

- Запобігання синтезу та зберігання норадреналіну. Приклад – Резерпін
- Запобігання виділенню норадреналіну. Приклад Кванетидин
- Блокування альфа-рецепторів. Приклади – феноксibenзамін і фентоламін
- Блокування бета-рецепторів. Приклад – Метапролал
- Блокування передачі нервового імпульсу через симпатичні ганглії. Приклад – гексаметоній

ПАРАСИМПАТОМІМЕТИЧНІ ЗАСОБИ

- 1. *Препарати, що діють на мускаринові рецептори:* пілокарпін і метахолін діють на мускаринові рецептори.
- 2. *Препарати, що подовжують дію ацетилхоліну:* дію ацетилхоліну можна подовжити шляхом запобігання його руйнуванню. Такі препарати, як неостигмін і фізостигмін, пригнічують активність ацетилхолінестерази, тому ацетилхолін не руйнується швидко

ПАРАСИМПАТИЧНІ БЛОКАТОРИ

- Препарати, які перешкоджають дії парасимпатичного нейромедіатора, відомі як парасимпатичні блокатори. Препарати атропін, гоматропін і скополамін пригнічують дію ацетилхоліну шляхом блокування мускаринових рецепторів.

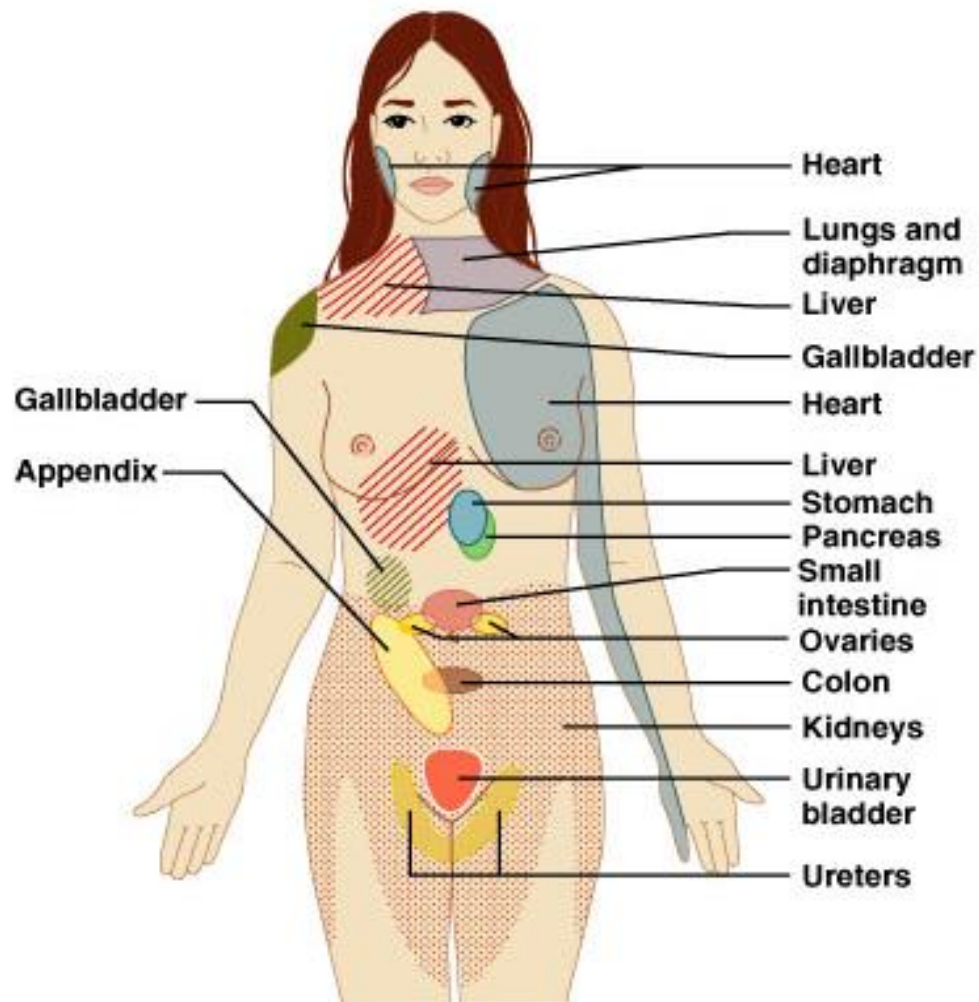
ГАНГЛІОБЛОКАТОРИ

- Препарати, що перешкоджають передачі імпульсів від прегангліонарних нейронів до постгангліонарних нейронів, відомі як гангліоблокатори. Іон тетраетиламонію, іон гексаметонію та пентоліній є одними з гангліоблокаторів. Ці препарати блокують як симпатичні, так і парасимпатичні ганглії. Однак гангліоблокатори зазвичай використовуються для блокування симпатичних гангліїв, а не парасимпатичних гангліїв, оскільки: симпатична блокада затьмарює парасимпатичну блокаду.

Вісцеральні сенсорні нейрони

- Загальні вісцеральні сенсорні нейрони контролюють:
 - Розтягнення, температура, хімічні зміни та подразнення
- Тіла клітин розташовані в гангліях спинного корінця
- Вісцеральний біль — вважається соматичним за походженням
 - Віднесений біль

Карта іррадіації болю

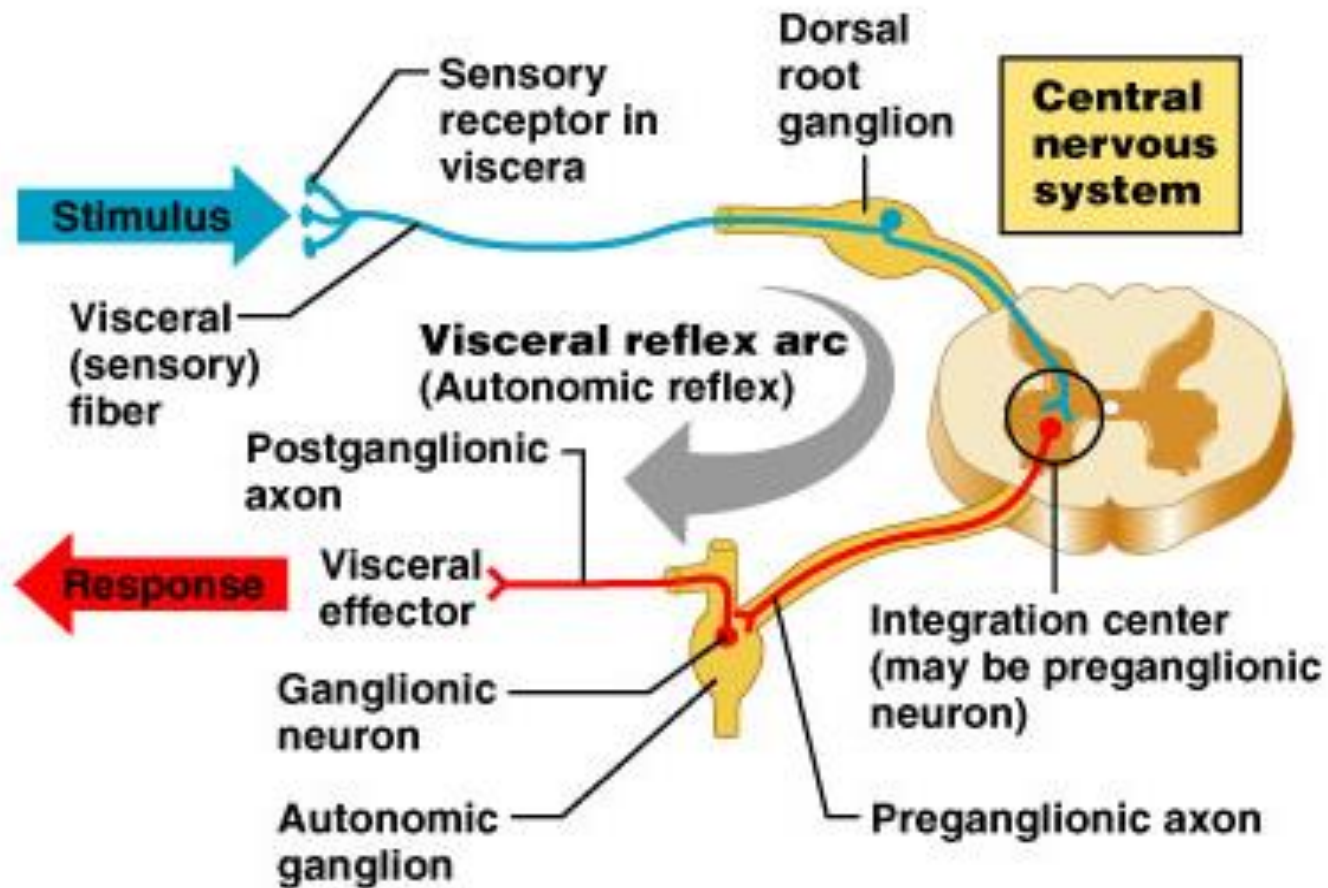


- Підвищення тактильної (гіперестезія) і ноцеоцептивної (гіпералгія) чутливості відбувається при захворюваннях внутрішніх органів на обмежених ділянках шкіри. Це відбитий біль. Вони називаються зонами Захар'їна-Геда на шкірі.

Вісцеральні рефлекси

- Вісцеральні сенсорні та вегетативні нейрони
 - Беруть участь у вісцеральних рефлєкторних дугах
 - Рефлекс дефекації
 - Рефлекс сечовипускання

Вісцеральна рефлєкторна дуга



МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕГЕТАТИВНИХ ФУНКЦІЙ

• МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕГЕТАТИВНИХ ФУНКЦІЙ

Дослідження вегетативної реактивності :

- фармакологічні проби (тести):
 - Введення 0,1% адреналіну (епінефрину) 0,3 мм у фізіологічних умовах призводить до підвищення артеріального тиску на 10 мм рт.ст., частоти серцевих скорочень на 8-10 ударів за 1 хв;
 - введення інсуліну 0,15 од./кг призводить до зниження артеріального тиску на 10 мм рт.ст. і частоти серцевих скорочень на 8-10 ударів за 1 хв;
- тиск на рефлекторні зони:
- окулярно-серцевий рефлекс Данжіні-Ашнера: тиск на повіки протягом 15-20 с призводить до уповільнення ЧСС на 6-12 за 1 хв;
- сино-каротидний рефлекс Чермака: тиск на ділянку сонної артерії справа призводить до уповільнення ЧСС на 10-15 за 1 хв;
- сонячний (епігастральний) рефлекс протягом 20-30 с гальмує частоту серцевих скорочень.

- **Дослідження вегетативного забезпечення:**
- ортостатична (ортоклінічна) проба - перехід із горизонтального стану у вертикальне призводить до збільшення частоти серцевих скорочень на 12 ударів за 1 хв, підвищення артеріального тиску на 20 мм рт.ст.; збільшення числа вказує на домінування симпатичних впливів;
- кліно-статична проба – перехід з вертикального стану в горизонтальне (протилежна реакція) гальмує частоту серцевих скорочень і знижує артеріальний тиск.
- **Дермографізм** – реакція судин шкіри на її механічне подразнення гострим предметом. На місці роздратування з'являється червона смужка. Дуже густі червоні смуги свідчать про підвищення тонусу парасимпатичної частини. Білі смуги виникають при домінуванні тонусу симпатичної частини. У зонах пошкодження вегетативних сегментів

Центральний контроль АНС

- Контроль здійснюється стовбуром і спинним мозком
 - Найбільш безпосередній вплив має ретикулярна формація
 - Довгастий мозок
 - Періакведуктальна сіра речовина
- Контроль здійснюється гіпоталамусом і мигдалиною
 - Гіпоталамус – головний інтеграційний центр ВНС
 - Мигдалеподібне тіло – головна лімбічна область для емоцій
- Контроль з боку кори головного мозку

Розлади вегетативної нервової системи: хвороба Рейно

- Хвороба Рейно – характеризується звуженням кровоносних судин
 - Провокується впливом холоду або емоційним стресом



Розлади вегетативної нервової системи: артеріальна гіпертензія

- Гіпертонія - високий кров'яний тиск
 - Може бути наслідком надмірної симпатичної вазоконстрикції



Розлади вегетативної нервової системи: масорефлекторна реакція

- Масорефлекторна реакція
 - Неконтрольована активація вегетативних і соматичних моторних нейронів
 - Впливає на параліч і квадриплегіків

Розлади вегетативної нервової системи: ахалазія кардії

- Ахалазія кардії
 - Порушення вегетативної іннервації стравоходу

