

## Практичне заняття 28

# МЕХАНІЗМИ НЕРВОВОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ВІСЦЕРАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

### Література:

1. Фізіологія: підручник для студ. вищ. мед. навч. закл. / В. Г. Шевчук, В. М. Мороз, С. М. Белан та ін.; за ред. В. Г. Шевчука. – Вид. 4-те. – Вінниця: Нова книга, 2018. – С. 114-127.

2. Вегетативна нервова система [https://www.youtube.com/watch?v=L0c6dr3T\\_sg](https://www.youtube.com/watch?v=L0c6dr3T_sg).

**Завдання на повторення матеріалу.** Повторити будову автономної нервової системи, яка вивчалась у I семестрі.

### Завдання для самостійної роботи на занятті

1. Розглянути особливості розташування нервових центрів та волокон автономної нервової системи:

- центри симпатичної нервової системи розташовані у бічних рогах сірої речовини спинного мозку, в грудному та поперековому відділах (T1-T12, L1-L3); у цих центрах знаходяться тіла прегангліонарних нейронів (рис. 1);

- центри парасимпатичної нервової системи (тіла прегангліонарних нейронів) розташовані у стовбурі мозку, в ядрах III, VII, IX, X черепних нервів, а також у крижовому відділі спинного мозку (S2-S4);

- передача інформації від прегангліонарних нейронів до периферичних гангліїв здійснюється прегангліонарними волокнами, які у симпатичній системі короткі, у парасимпатичній – довгі;

- ганглії автономної нервової системи мають усі властивості нервових центрів, вони містять тіла нейронів, аксони яких утворюють постгангліонарні волокна;

- передача інформації з прегангліонарних на постгангліонарні волокна відбувається в периферичному ганглії за допомогою хімічних синапсів;

- ганглії парасимпатичної системи розташовані у стінці порожнистих м'язових органів (наприклад, у підслизовому та м'язовому шарах шлунка, кишки, серця) або на органах-ефекторах чи близько до них;

- ганглії симпатичної нервової системи розташовані вздовж хребта – паравертебрально (симпатичний стовбур) або на деякій відстані від нього – превертебрально;

- передача інформації з постгангліонарних волокон (довгих симпатичних і коротких парасимпатичних) до органів-ефекторів здійснюється через нейроорганні синапси за допомогою нейромедіаторів (рис. 1).

Частина постгангліонарних симпатичних нервів, що починаються від верхнього, середнього і нижнього шийних гангліїв, надходить до ефекторів голови та серця. Більшість аксонів прегангліонарних нейронів проходять транзитом паравертебральні ганглії і закінчуються в черевному, верхньому і нижньому брижовому вузлах, де утворюють синаптичну передачу з постгангліонарними волокнами, що прямують до всіх органів черевної порожнини і таза.

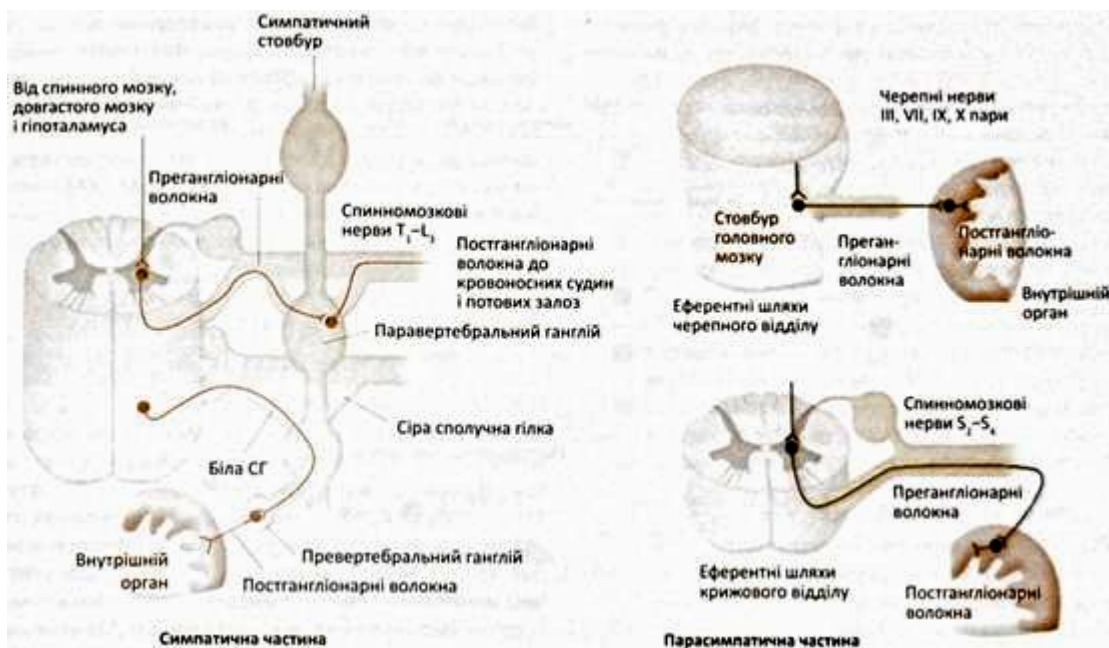


Рис. 1. Хід пре- і постгангліонарних волокон симпатичної та парасимпатичної нервової системи. СГ - сполучна гілка.

2. Розглянути механізми передачі інформації в гангліонарних та нервово-органних синапсах.

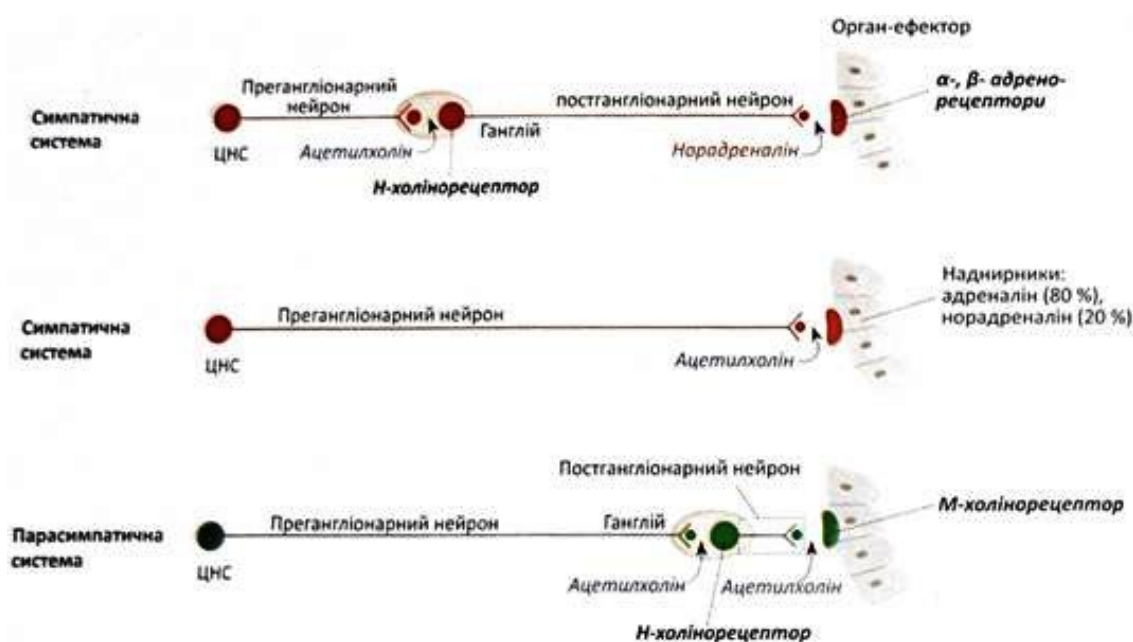


Рис. 2. Схема медіаторної передачі збудження в еферентній ланці автономних рефлексів

*Зверніть увагу на особливості симпатичної іннервації наднирників:* Аксони, що виходять із симпатичного центру (11-й грудний сегмент спинного мозку) проходять через ганглії транзитом (без переключення на постгангліонарний нейрон) і прямують до мозкової речовини наднирників, як секреторні нерви цієї залози. Передача інформації із закінчення нервового волокна на мозкову речовину здійснюється медіатором ацетилхоліном (АХ). Мозкова речовина виступає у ролі симпатичного вузла, який втратив свої аксони. Клітини її виділяють норадреналін, адреналін, а деякі – дофамін.

Функція органа-ефектора залежить від того, які адренорецептори (АР) містяться на постсинаптичних мембранах синапсів:

- $\alpha_1$ -адренорецептори – розташовані на мембрані клітин гладких м'язів, за винятком бронхіальних, активація яких призводить до їх збудження. Вони однаково чутливі до медіатору (норадреналіну) та гормону (адреналіну), але при високій їх концентрації. При взаємодії норадреналіну з рецептором утворюється внутрішньоклітинний посередник – інозитолтрифосфат, який стимулює вхід іонів  $Ca^{2+}$  в міоплазму клітини, що призводить до скорочення гладких м'язів. Блокуються  $\alpha_1$ -адренорецептори фентоламіном, празозином. Активуються мезатоном;

- $\alpha_2$ -адренорецептори – знаходяться на пресинаптичних мембранах нервових терміналей, що контактують з клітинами гладких м'язів, на мембрані тромбоцитів, тучних і жирових клітин. При взаємодії медіатору з цими рецепторами часто розвивається пригнічення функції клітин, природа якого пов'язана із зниженням активності мембранного ферменту (аденілатциклази) та зменшенням утворення внутрішньоклітинного посередника цАМФ. Блокуються йохімбіном;

- $\beta_1$ -адренорецептори – розміщені в кардіоміоцитах. Активація їх призводить до підвищення функції серця. Вони більш чутливі до адреналіну і норадреналіну, ніж альфа-адренорецептори. При їх стимуляції відбувається активація мембранної аденілатциклази та утворення внутрішньоклітинного посередника цАМФ. Вони блокуються атенололом, анаприліном (інша його назва – пропранолол або обзидан). Активуються добутаміном;

- $\beta_2$ -адренорецептори – розташовані на мембранах гладких м'язів судин, бронхіол, травного каналу. Активація їх призводить до розслаблення гладких м'язів; вони більш чутливі до адреналіну, ніж до норадреналіну. Механізм їх стимуляції такий самий, як і для  $\beta_1$ -адренорецепторів. Блокуються бутоксаміном, анаприліном. Активуються сальбутамолом.

### 3. Розглянути відомості про метасимпатичну (ентеральну) систему.

- Метасимпатична (або ентеральна) нервова система є окремою частиною автономної нервової системи, незалежною та самостійною.

- Вона забезпечує місцеву регуляцію функцій завдяки місцевим рефлексам.

- Іннервує тільки внутрішні органи, які володіють власною спонтанною активністю, тобто автоматією (гладкі м'язи, всмоктувальний і секретуючий епітелій, локальний кровообіг, місцеві ендокринні елементи).

- Всі ланки рефлекторної дуги цієї системи розташовані в інтрамуральних (внутрішньостінних) гангліях стінок порожнистих органів.

- До складу такої рефлекторної дуги входять: аферентні (чутливі) нейрони, інтернейрони (вставні), моторні (рухові), вазомоторні та секреторні нейрони.

- Має власні сенсорний і медіаторний ланцюги.

- Має прямий та зворотний зв'язок із симпатичною і парасимпатичною системами.

- Не має прямих синаптичних контактів з еферентною частиною соматичної рефлекторної дуги.

- Автономність метасимпатичної системи підтверджується у дослідях з перерізанням симпатичних і парасимпатичних шляхів або вилученням внутрішніх органів з організму.

У цих випадках кишка зберігає координовану перистальтику і всмоктувальну функцію, скорочується серце. Сегменти або смужки матки, сечоводу, жовчного міхура продовжують скорочуватися з частотою і амплітудою, що властиві кожному органу.

- Органи з пошкодженими або вимкненими (за допомогою специфічних гангліоблокаторів) метасимпатичними шляхами втрачають властиву їм здатність координувати ритмічні ефektorні функції.

Розглянемо будову метасимпатичної системи на прикладі стінки тонкої кишки (рис. 3 та пояснення нижче).

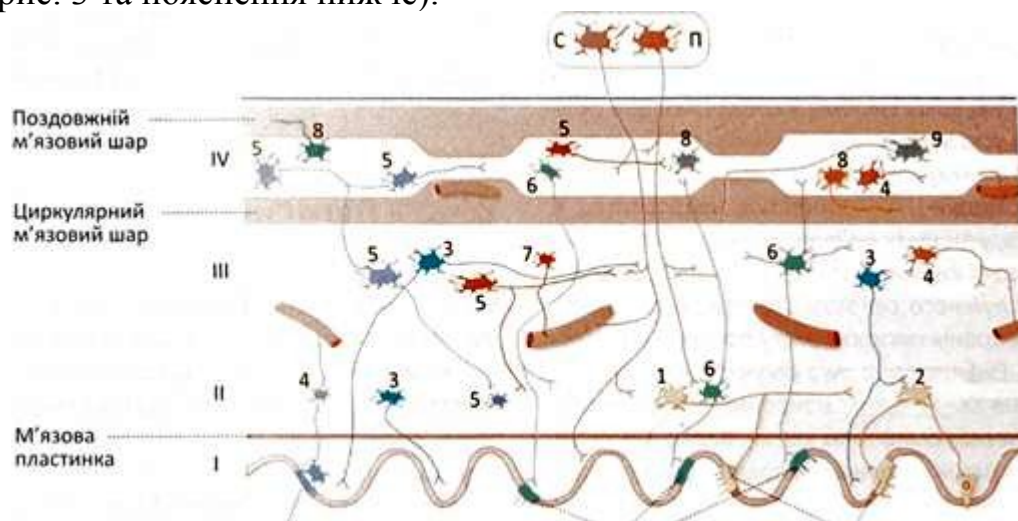


Рис. 3. Будова та функції метасимпатичної системи у кишках (за J. P. Timmermans, 2001, в модифікації). С - симпатична нервова система, П - парасимпатична нервова система. I - слизова оболонка, II - нижнє слизове нервове сплетення, III - верхнє слизове нервове сплетення, IV – міжм'язове нервове сплетення

1. Рецептори розташовані у слизовій оболонці, це аферентні сенсорні нейрони, дендрити яких є:

- механорецепторами (сприймають інформацію про механічне подразнення і розтягнення кишки);

- хеморецепторами (стимулюються хімічними речовинами із порожнини кишки, та гормонами паракринних залоз слизового шару);

- осморорецепторами (реагують на зміни рН середовища);

- терморецепторами (відповідають на зміни температури).

2. Нижнє слизове нервове сплетення представлене кількома нейронами (рис 3):

- первинними аферентними (1);

- секреторними – (2 і 3), що стимулюють вироблення слизу різного складу;

- вазомоторними (4), що регулюють просвіт судин; вони реагують на паракринні гормони;

- інтернейронами, тобто вставними нейронами (5);

- первинними мотонейронами (6).

3. Верхнє слизове нервове сплетення містить, крім описаних вище, вазомоторні нейрони (7), що реагують на функціональні зміни кровотоку у стінці кишки.

4. Міжм'язове нервове сплетення містить, крім описаних вище, гальмівні (8) і збуджувальні (9) моторними нейронами, що зменшують чи збільшують скоротливу активність м'язових волокон.

Наприклад, під впливом ацетилхоліну, збуджувальні холінергічні нейрони викликають скорочення циркулярних м'язів вище знаходження хімусу у кишці, водночас гальмівні – їх розслаблюють нижче хімусу, що покращує просування кишкового вмісту в дистальному напрямку.

Інший приклад: стимуляція секреторних нейронів слизової оболонки ізольованої тонкої кишки кислим розчином приводить до виділення лужного секрету. Рефлекторна дуга секреторного рефлексу – збудження секреторних нейронів – призводить до активації клітин, які виділяють серотонін. Серотонін викликає деполяризацію підслизового ганглія, який виділяє медіатори – субстанцію Р і глутамат. Останні переносяться до секреторного епітелію і стимулюють чи гальмують виділення секрету.

Важливу роль у складовій метасимпатичної системи відіграють вставні нейрони (інтернейрони), які розташовані як у м'язовому, так і в мукозному шарі. Вони об'єднують усі нейронні ансамблі, налагоджують внутрішню взаємодію та аналізують отриману інформацію; будують програми для

виконавчих нейронів, слідкують за їх реалізацією. Тобто інтернейрони "претендують" на роль інтрамурального центру.

Отже, метасимпатична нервова система звільняє ЦНС від надмірної інформації та разом з тим забезпечує надійність регуляції функцій. Метасимпатична система – це своєрідний мікропроцесор, розташований поблизу ефекторів (гладких м'язів, екскретуючого і всмоктуючого епітелію, ендокринних елементів). Апарат метасимпатичної системи ініціює та програмує роботу ефекторів, здійснюючи поточну регуляцію фізіологічних процесів заради підтримання постійності внутрішнього середовища. Автономна нервова система разом з ЦНС, яка грає роль головного комп'ютера, виконує призначення стратегічного керування в якості модулятора, особливо на початку і в кінці дії. Ці команди відповідають стану органа (органів) і направлені на координацію функцій ефекторних структур цілісного організму.

За певних умов симпатичні та парасимпатичні відділи АНС можуть здійснювати впливи на метасимпатичну систему. У свою чергу, метасимпатична система може передавати аферентну сигналізацію до ЦНС. Тобто автономна нервова система, що складається з трьох відділів, об'єднана в один блок регулювання вісцеральних функцій організму.

#### 4. Розглянути відомості про тонус симпатичної і парасимпатичної системи.

У нормі симпатична і парасимпатична нервова системи постійно знаходяться в активному стані, і величину цієї базальної активності визначають як **симпатичний та парасимпатичний тонус** автономної нервової системи. Він дозволяє одній системі як збільшувати, так і зменшувати активність іннервованого органа.

Прикладом цьому може бути вплив тонузу симпатичних центрів на скорочення гладких м'язів артеріол системних судин. При базальному тонусі частота нервових імпульсів у симпатичних волокнах, що іннервують судини (артеріоли), складає 0-2 імпульси за секунду. Градуальна стимуляція нервових волокон із частотою 3-10 імп/с призводить до суттєвого зменшення діаметра артеріол і підвищення опору судин. І, навпаки, при зменшенні частоти подразнень – артеріоли розслаблюються, периферичний гідростатичний опір судин різко падає. Симпатичний тонус підтримує тривалу секрецію адреналіну і норадреналіну наднирниками, яка значно збільшується при екстремальних впливах на організм і зменшується у стані спокою.

Зазвичай тонус симпатичних і парасимпатичних центрів урівноважений, хоча у стані спокою тонус деяких парасимпатичних центрів дещо більший.

У стані спокою переважає тонус парасимпатичних волокон вагуса (блукаючого нерва) на серце. При фізичних навантаженнях рефлекторне зменшення парасимпатичного тонузу призводить до збільшення частоти і сили скорочення серця. Важливу роль відіграє парасимпатичний базовий тонус у травному каналі для підтримання стану гладких м'язів шлунка, його рефлекторного розслаблення, коли надходить їжа, та моторних рухів під час її евакуації.

В залежності від ситуації реакцію організму на зміни середовища забезпечують, серед іншого, відділи автономної нервової системи.

Впливи парасимпатичної системи стимулюють функцію секреторних залоз травного каналу, зменшують частоту скорочення серця у стані спокою та під час сну. Моторика кишки посилюється, тонус сфінктерів травного каналу ослаблюється, жовчний міхур і гладкі м'язи бронхів скорочуються. Зазначені впливи на ефекторні органи, які пов'язані зі станом спокою або процесами травлення і всмоктування поживних речовин, називають інколи анаболічними, або трофотропними впливами (табл. 1).

Активність симпатичної системи якої значно збільшується при екстремальних ситуаціях, фізичній роботі, дії стресових та больових чинників, на холоді, при нестачі кисню. При цих станах частота і сила скорочення серця збільшується, гладкі м'язи системних судин скорочуються, що

призводить до підвищення артеріального тиску. Водночас функція травного каналу пригнічується, що сприяє перерозподілу кровообігу адекватно до метаболічних потреб функціонуючих структур.

Єдність регуляції за участю метасимпатичної системи простежується саме у травному каналі – у кишках, де місцеві рефлекторні впливи сприяють травленню, просуванню, всмоктуванню у тому відділі, де знаходиться хімул. Водночас загальні пристосувальні реакції організму при дії стресових чинників можуть або стимулювати моторну функцію травного каналу через парасимпатичні впливи, або її пригнічувати через симпатичну дію.

Таблиця 1

Вплив симпатичної і парасимпатичної систем  
на функції різних органів і структур організму

Орган	Симпатична система	Парасимпатична система
Око	Розширення зіниці	Звуження зіниці
Слинні залози	Секреція густої слини	Секреція рідкої слини
Залози шлунка	Незначне пригнічення секреції	Стимуляція секреції
Підшлункова залоза	Незначне пригнічення секреції	Стимуляція секреції
Гладкі м'язи травного каналу	Послаблення моторики	Посилення моторики
Гладкі м'язи бронхів	Розслаблення	Скорочення
Серце	Посилення діяльності	Гальмування діяльності
СУДИНИ: - коронарні - мозкові - черевної порожнини - скелетних м'язів - шкіри - вени	Розширення, звуження Звуження Звуження Звуження Звуження Звуження	Розширення Розширення    Розширення
Печінка	Глікогеноліз	
Жовчний міхур	Розслаблення	Скорочення

Жовчні протоки	Розслаблення	Скорочення
Нирки	Зменшення діурезу	
Мозкова речовина наднирників	Стимуляція секреції адреналіну	
Сечовий міхур	Розслаблення	
Нервові центри	Підвищення активності	
Скелетні м'язи	Підвищення працездатності	
Рецептори	Підвищення активності	
Залози потові	Інтенсивне потовиділення	Скорочення
Статевий член	Еякуляція	Ерекція

## 5. Розглянути роль інтегративних центрів головного мозку в регуляції вісцеральних функцій.

Вісцеральні функції організму забезпечують його пристосувальні реакції до будь-якого фізіологічного стану та взаємодії організму з навколишнім середовищем. Рухова активність супроводжується змінами кровообігу, дихання, виділення, в основі яких лежать регуляторні механізми автономної нервової системи. Зміни навколишнього середовища (температури) теж призводять до пристосувальних реакцій за участю симпатичної чи парасимпатичної систем. Така узгоджена діяльність соматичних і вісцеральних функцій головного мозку здійснюється інтегративними центрами, які розташовані у різних структурах (рис. 4).

**Спинний мозок.** У бокових і частково у передніх рогах знаходяться сегментарні спінальні центри симпатичної і парасимпатичної нервових систем, що забезпечують елементарні рефлекторні реакції: судинорухові, дихальні, сечовидільні, дефекаційні та інші.

**Задній мозок** містить життєво важливі центри регуляції вісцеральних функцій: бульбарний дихальний; центр серцево-судинної діяльності; травний центр і центри захисних рефлексів, які отримують інформацію від вісцеральних рецепторів периферичних та центральних (містяться у довгастому мозку), пропріорецепторів опорно-рухового апарату, рецепторів шкіри (тактильних, холодних, теплових, больових) та від вищих центрів, зокрема проміжного мозку, кори великого мозку. Еферентні сигнали передають інформацію на відповідні центри АНС (симпатичні або парасимпатичні), що забезпечує рефлекторну пристосувальну реакцію організму за участю вісцеральних систем.

У задньому мозку, зокрема у довгастому, розташовані центри ковтання, регуляції моторики шлунка, секреції залоз травного каналу (слинних, шлункових, підшлункової), а також захисні рефлекси – блювання. Інформація аферентними шляхами від рецепторів травного каналу, починаючи з ротової порожнини, надходить до відповідних інтегративних центрів, які отримують також інформацію від вищих центрів – кори великого мозку, гіпоталамуса, внаслідок чого здійснюються рефлекторні пристосувальні реакції, де еферентною ланкою є симпатична або парасимпатична системи.

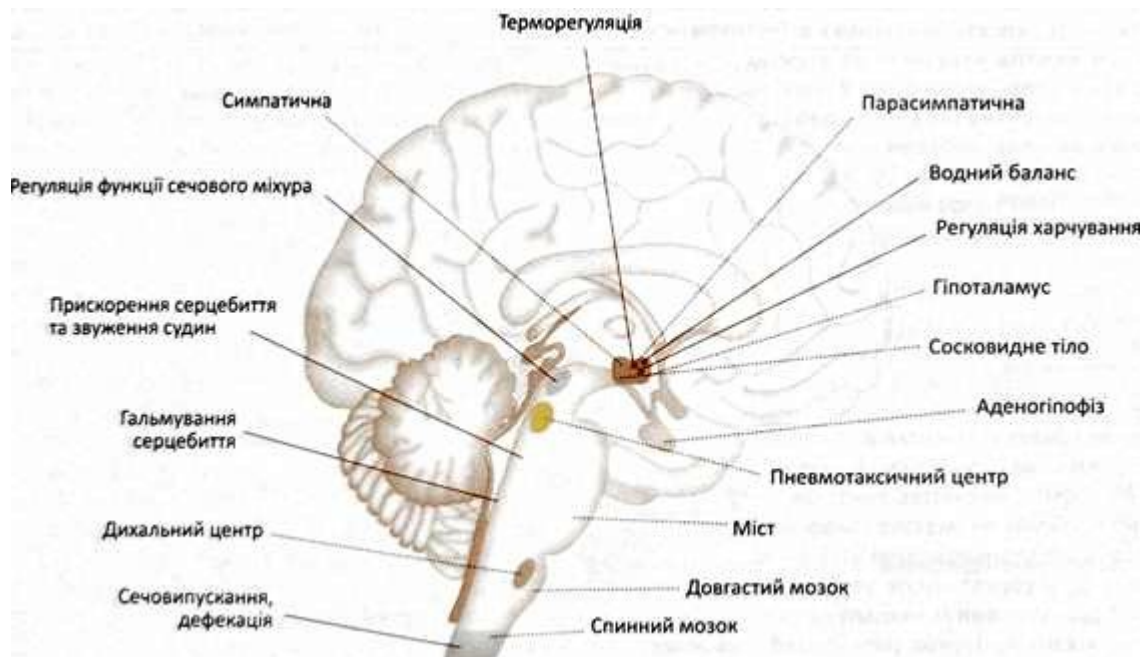


Рис. 4. Центральна регуляція вісцеральних функцій організму

**Середній мозок** містить чотиригорбкове тіло – верхні й нижні горбики, які є центрами, що отримують інформацію від зорових та слухових рецепторів і за допомогою автономних рефлексів викликають звуження або розширення зіниці та їх координацію з соматичним компонентом (рух очних яблук, вушних раковин, поворот голови в бік дистантного подразника). Отже, інтегровані центри рефлексів, що відтворюються за участю симпатичної і парасимпатичної систем, розташовані у стовбурі мозку разом з ретикулярною формацією, яка здійснює інтеграцію між вісцеральними і соматичними складовими пристосувальної реакції.

**Проміжний мозок.** Складовою частиною його є **гіпоталамус** – головний вузол автономної нервової системи, яка відповідає за стан внутрішнього середовища організму. Він є інтегративним центром вісцеральних, соматичних і гормональних функцій. Ядра гіпоталамуса (нараховується близько 48 пар) не є повністю ні парасимпатичними, ні симпатичними, хоча вважають, що в передніх ядрах розташовані групи нейронів, які регулюють функції парасимпатичної нервової системи, а у задніх – нейрони, що проявляють впливи на симпатичну систему. Проте має право на існування думка, що гіпоталамус в цілому регулює функції обох частин автономної нервової системи залежно від характеру і рівня аферентації, яка надходить до його ядер. Він утворює двобічні (аферентні й еферентні) зв'язки із різними відділами головного мозку – структурами лімбічної системи, таламуса, підкірковими ядрами і корою, верхніми структурами стовбура мозку, центральною сірою речовиною, ретикулярною формацією стовбура і довгастого мозку. Аферентні сигнали надходять в гіпоталамус від поверхні тіла та внутрішніх органів. У медіальній ділянці гіпоталамуса знаходяться особливі нейрони (рецептори), які контролюють важливі параметри крові, регулюють вуглеводний і водно-сольовий обмін тощо, стежать за станом внутрішнього середовища організму. Медіальна ділянка гіпоталамуса через нервові механізми керує діяльністю нейрогіпофіза, а через гуморальні – аденогіпофіза. Гіпоталамус містить мотиваційні центри (голоду і насичення, спраги, статевого потягу, інші), активація яких спонукає до дії – поведінки, спрямованої на задоволення внутрішньої потреби організму. У ньому розташовані центри емоцій (страху, люті, задоволення, інші); центр терморегуляції, який забезпечує баланс між теплоутворенням і тепловіддачею і підтримує сталість температури тіла.

Отже, гіпоталамус забезпечує узгоджену регуляцію вісцеральних функцій за участю АНС і гормонів, які діють на клітини-мішені і разом забезпечують пристосувальну реакцію організму. Гіпоталамус містить структури, пов'язані з регуляцією біологічних ритмів організму, зокрема таких, як сон – неспаня.

**Лімбічна система** (ЛС), або "вісцеральний мозок" – це функціонально єдиний комплекс, до складу якого входять лімбічна кора (найстаріша структура), мигдалеподібне тіло, гіпокамп,



перегородкові ядра, ядра гіпоталамуса. Лімбічна система пов'язана з емоційною поведінкою ссавців, у прояві якої добре виражені реакції АНС, що призводять до зміни вісцеральних функцій в організмі.

У регуляції вісцеральних функцій беруть участь **мозочок, базальні ядра (смугасте тіло), нова кора**. Вплив кори великого мозку на вісцеральні функції здійснюється через гіпоталамус, гіпофіз, ретикулярну формацію, об'єднуючи соматичні і вісцеральні компоненти пристосувальних реакцій організму.

## 6. Розглянути поняття про автономні рефлекси та їх види.

Автономна нервова система забезпечує здійснення автономних рефлексів.

Рефлекторні дуги цих рефлексів подібні до дуг соматичних рефлексів і складаються із чутливої, асоціативної та еферентної ланок. Відмінність між ними – в дузі автономного рефлексу еферентні ганглії розташовані за межами ЦНС.

До автономних рефлексів належать:

- вісцеро-вісцеральні рефлекси: виникають при подразненні рецепторів внутрішніх органів, впливають на діяльність внутрішніх органів. Наприклад, при подразненні жовчного міхура виникають рефлекторні зміни серцевої діяльності.

- вісцеродермальні рефлекси: при подразненні вісцерорецепторів виникає підвищення шкірної чутливості, потовиділення. Наприклад, при ушкодженні внутрішніх органів може виникати біль у ділянках шкіри (відображений біль).

- дерматовісцеральні рефлекси: подразнення ділянки шкіри призводить до розвитку судинних реакцій і зміни активності внутрішніх органів, які іннервуються тим же сегментом спинного мозку, що і ця ділянка шкіри;

- вісцеромоторні і моторно-вісцеральні: збудження рецепторів внутрішніх органів зумовлює скорочення або гальмування поточної активності скелетних м'язів.

Аксон-рефлекси – це периферичні, або місцеві вісцеральні рефлекси. Природа їх пов'язана з безпосереднім перемиканням у вегетативних гангліях збудження від аферентних волокон на гангліонарні нейрони, які утворюють справжню рефлекторну дугу.

Зокрема, рефлекси автономної нервової системи здійснюють регуляцію серцево-судинної системи. Так, пресорний чи депресорний синокаротидний рефлекси змінюють частоту і силу серцевих скорочень, артеріальний тиск крові. Рефлекторний центр цих рефлексів знаходиться у довгастому мозку. Рефлекси з порожнини рота, при подразненні їх їжею, віддають команду до нижчерозташованих травних органів: "будьте готові" до прийняття і перетравлення харчової грудки.

Метасимпатична система забезпечує місцеві рефлекси, центральна ланка їх рефлекторних дуг розташована безпосередньо у порожнистих м'язових органах, наприклад, у нервових сплетеннях травного каналу.

Таким чином, автономні рефлекси здійснюють регуляцію вісцеральних функцій організму за участю симпатичної, парасимпатичної та метасимпатичної нервових систем, інтегральні центри яких розташовані у стовбурі мозку, проміжному мозку, базальних ядрах, корі великого мозку. Вони забезпечують пускову і корегуючу функцію внутрішніх органів, наслідком чого є пристосувальна реакція організму. Інші автономні рефлекси будуть викладені у відповідних

## 7. Ознайомитись з немедіаторними стимуляторами автономної нервової системи та її блокаторами.

Вплив на стан автономної нервової системи мають деякі речовини.

**Ефекти парасимпатичної нервової системи** в живому організмі може викликати ацетилхолін (АХ), уведений внутрішньовенно. Його дія короткочасна, тому що в крові та міжклітинній

речовині він швидко руйнується ацетилхолінестеразою (АХЕ), не завжди досягаючи ефекторів, та й їх реакція може мати протилежний характер. Типові та більш стійкі холінергічні реакції викликають препарати пілокарпін, карбохолін та метахолін, які називаються *парасимпатикоміметиками* чи *холіноміметиками*.

Подовжують парасимпатичний ефект препарати, що зберігають концентрацію ацетилхоліну в нервово-м'язовому синапсі. До них належать піридостигмін, неостигмін, амбенонін, фосфакол, прозерин, які блокують фермент ацетилхолінестеразу, що розщеплює ацетилхолін, унаслідок чого з кожним нервовим імпульсом, що приходить до синапсу, його кількість (концентрація) інтенсивно зростає, в результаті чого ступінь дії АХ подовжується і посилюється.

Блокада холінергічних впливів на ефектори досягається класичним блокатором мускаринових (М)-холінорецепторів, які знаходяться на постсинаптичній мембрані (мембрані робочих органів), атропіном і подібними йому пілокарпіном та гоматропіном.

**Ефекти симпатичної нервової системи** в організмі досягаються введенням в кров норадреналіну, який викликає такі ж ефекти, як і стимуляція симпатичних нервів, внаслідок чого його називають *симпатоміметиком* чи *адреноміметиком*. До адреноміметиків належить майже ідентичний за механізмом дії на організм гормон адреналін, що володіє більшою органною вибірковістю і тривалістю дії, та метоксамін.

Певний клас адреноміметиків діє на різні типи адренорецепторів вибірково. Так, фенілефрин впливає на  $\alpha$ -адренорецептори, ізопротеренол – на  $\beta$ -рецептори, альбутерол – тільки на  $\beta_2$ -рецептори.

**Блокада проведення збудження** від прегангліонарних нейронів до постгангліонарних, тобто на рівні ганглія, як у парасимпатичній, так і у симпатичній системах досягається класичними гангліоблокаторами – бензогексоній (гексаметоній), арфонад (триметафан), тетраетиламоній, аземетоній (пентамін). Клінічна медицина широко застосовує їх для блокування гіпертонічних криз, набряку легень та мозку, спазму периферичних артерій, еклампсії.

## 8. Розглянути вікові зміни автономної нервової системи.

Після народження дитини в процесі онтогенезу відділи автономної нервової системи починають функціонувати в різні терміни. Спочатку переважає тонус симпатичного відділу. Тонус парасимпатичної системи, особливо вагуса, – відсутній. Через 2-3 місяці життя підвищується тонус парасимпатичної системи і волокна вагуса вже беруть участь у рефлекторній регуляції функцій травного каналу. Вплив симпатичних нервів на ці структури з'являється лише після того, як немовля віднімають від грудей. У діяльності серця спочатку переважає симпатична регуляція, яка з'являється ще до народження.

При старінні симпатичні і парасимпатичні впливи на вісцеральні функції слабшають, відбуваються структурні і функціональні зміни у гангліях і нервово-органних синапсах; для симпатичної системи вони мають дегенеративний характер. Суттєво змінюється гіпоталамічна регуляція вісцеральних функцій. Все зазначене свідчить, що в процесі старіння знижується участь автономної нервової системи у підтриманні адаптивних реакцій організму.

9. Провести проби, які дозволяють оцінити стан вегетативної нервової системи.

9.1. Дослідження клиностатичного рефлексу.

Хід роботи:

1. Виміряти пульс випробовуваному, який перебуває у вертикальному положенні.

Як правильно вимірювати пульс:

- поверніть руку випробовуваного долонею вгору;

- іншою рукою охопіть кисть так, щоб три пальці лежали на променевої артерії біля основи великого пальця;



- нащупавши променеву артерію, притисніть її. Ви відчуєте пульсову хвилю у вигляді поштовхів (ударів).

- порахуйте кількість ударів. Частота пульсу підраховується за 30 секунд і множиться на 2 або за 15 секунд і множиться на 4.

2. Випробовуваному необхідно плавно перейти з вертикального положення в горизонтальне. В перші 18-20 сек. лежання знову здійснити вимірювання пульсу.

Під впливом клиностатичного рефлексу пульс повинен уповільнитись на 4-6 ударів в хвилину. Цей рефлекс спостерігається у 50% здорових людей.

Уповільнення пульсу на 8-12 ударів при вихідному пульсі 72 ударів в хвилину зустрічається при підвищеній збудливості блукаючого нерва. Почастішання пульсу спостерігається головним чином при серцевій недостатності, атеросклерозі та інших захворюваннях.

3. Аналізують результат та роблять висновок про співвідношення тонусів симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС: нормотонія, ваготонія (підвищений тонус блукаючого нерва) або симпатотонія (підвищений тонус симпатичного відділу).

9.2. Дослідження ортостатичного рефлексу.

Хід роботи:

Випробовуваний, який знаходився у лежачому положенні, плавно встає. Знову вимірюють пульс.

Під впливом ортостатичного рефлексу пульс повинен частішати на 6-24 удари в хвилину. Різко позитивний ортостатичний рефлекс супроводжується частішанням пульсу більш, ніж на 24 удари в хвилину, що зустрічається при підвищеній збудливості симпатичної нервової системи.

Аналізують результат та роблять висновок про співвідношення тонусів симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС (нормотонія, ваготонія, симпатотонія).

### 9.3. Дослідження місцевого дермографізму

Хід роботи:

Досліджуваному на внутрішній поверхні передпліччя наносять штрихове подразнення шкіри тупим предметом, наприклад, незаточеним кінцем олівця. Подразнення має бути достатньо сильним, але не болісним. Через декілька секунд на місці подразнення виникає шкірно-судинна реакція у вигляді білої, рожевої або червоної лінії (дермографізм), яка в нормі зникає через 1-10 хвилин.

Рожевий, швидко зникаючий дермографізм свідчить про нормальний тонус симпатичної та парасимпатичної іннервації кровоносних судин.

Білий дермографізм свідчить про певне підвищення збудливості симпатичного відділа, що викликає звуження судин шкіри.

Червоний дермографізм, особливо, якщо він триває довго, свідчить про низький тонус симпатичної системи. Червоний дермографізм може супроводжуватись припухлістю шкіри.

Аналізують результат та роблять висновок про співвідношення тонусів симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС (нормотонія, ваготонія, симпатотонія).

### 10. Вирішення ситуаційних завдань

1. Як і чому зміниться просвіт бронхів і артеріальний тиск при введенні в кров адреналіну?

2. Чи збережеться регуляція перистальтики кишечника при його повній денервації? Чому?

3. Чому при спазмі коронарних артерій болі можуть виникати в лівій руці?