

Лекція 3.

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ РЕГУЛЯЦІЇ І САМОРЕГУЛЯЦІЇ ФУНКЦІЙ. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ. РЕФЛЕКТОРНИЙ ПРИНЦИП ДІЯЛЬНОСТІ ЦНС. ФУНКЦІОНАЛЬНА СИСТЕМА ЯК УНІВЕРСАЛЬНИЙ ПРИНЦИП КЕРУВАННЯ.

Відкриття системних закономірностей у діяльності живих організмів показало, що для виконання певних функцій відбувається вибіркоче об'єднання його окремих органів та систем органів, котре забезпечує досягнення кінцевого корисного пристосувального результату. Такі об'єднання були названі П.К.Анохіним функціональними системами.

Функціональна система – саморегулююча організація, що динамічно й вибіркоче об'єднує ЦНС і периферійні органи на основі нервових і гуморальних регуляцій для досягнення корисних пристосовних результатів.

Дещо про значення термінів:

- 1) саморегулююча – діє помимо волі і свідомості, автоматично;
 - 2) динамічно – регуляція мінлива;
 - 3) вибіркоче – залучаються то одні, то інші органи.
- Організація ФС складається з 5 етапів (рис. 1.1).

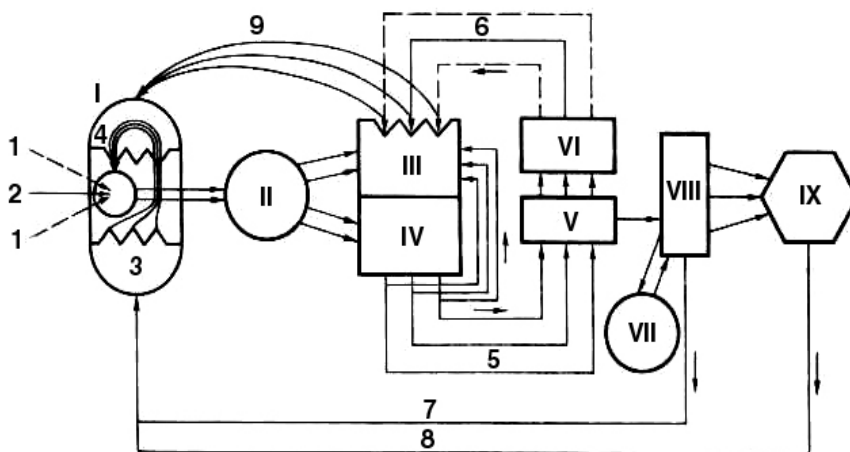


Рис. 1.1. Загальна будова функціональної системи, яка визначає цілеспрямовану поведінку організму на основі внутрішньої потреби.

I – аферентний синтез: 1 – об-становочна аферентація, 2 – пус-кова аферентація, 3 – мотивація, 4 – пам'ять; II – прийняття рішення; III – акцептор результату дії; IV – програма дії (еферентний син-тез); 5 – поведінкова діяльність; V – результат поведінки; VI – пара-метри результату; 6, 9 – зворотна аферентація; VII – метаболізм; VIII – показники гомеостазу; 7 – гума-ральні впливи; IX – рецептори; 8 – нервові впливи.

1. **Аферентний синтез (АС)** – опрацювання інформації, тобто сигналів, що виникають в організмі й на-дходять іззовні. На основі цієї інформації змінюється регуляція, отже створюється ФС. Багатоплановий потік інформації можна розділити на декілька видів аферентації.

Пускова аферентація – зумовлена подразником, який спричиняє зміну регуляції і появу певної відповіді.

Обстановочна аферентація – комплексна інформація з навколишнього середовища.

Зворотна аферентація – сигнали із внутрішнього середовища для комплексної оцінки стану організму, а також із зон пам'яті для виявлення аналогічних завдань в минулому й досвіду їх вирішення.

На етапі аферентного синтезу здійснюється комплексна оцінка всіх потоків інформації. Після цього починається наступний етап.

2. **Прийняття рішення.** Стадія прийняття рішення – найбільш загальне планування напрямку дії. Перш за все, вирішується питання, «діяти чи ні». Відбувається звільнення від великої кількості ступенів свободи і таким чином виробляється генеральна лінія ефекторної дії. Програмуються головні параметри результа-тів, яких необхідно досягти. Усе це відбувається у вищих мозкових структурах – здебільшого на рівні асо-ціативних та проєкційних полів кори.

3. **Передбачення майбутнього результату (акцептор результату дії).** Створюється модель результату, до якого повинна привести дана дія. Для досягнення належного результату відбувається зіп'явлення головних параметрів, що програмуються з параметрами в минулому, котрі виникали в подібній ситуації. Отже, по-перше, тут задіяно пам'ять, а, по-друге, – здійснюється прогнозування, тобто створюються умо-ви для програмування діяльності на майбутнє. На цьому етапі важливе приєднання до вищих мозкових

центрів діяльності гіпоталамусу. У його нейронах відбуваються певні біохімічні процеси та реверберація збудження.

4. **Еферентне збудження** – певна послідовність нервових команд, які формуються в нижчих нервових центрах і досягають виконавчих органів – ефекторів (м'язів, залоз, внутрішніх органів).

5. **Зворотна аферентація**. Здійснення програми дії призводить до результату, який оцінюється організмом за допомогою зворотного зв'язку. Завдяки такому механізму замикається складна розімкнена рефлекторна дуга в кільце. Інформація про реально одержаний результат порівнюється з прогнозом, який закодовано в акцепторі результату дії. У тому випадку, коли одержаний результат відповідає очікуваному, наявна ФС припиняє своє існування: мети, яку було поставлено перед організмом, досягнуто.

Зворотна аферентація завдяки рецепторам робочих органів виконує важливу роль в оцінці їх стану: рівня обмінних процесів, напрямку його корекції, потреб в поживних речовинах, кисню і т.п.

ФС являє собою тимчасове об'єднання різних елементів нервової системи – від рецепторів до виконавчих структур, яке виникає для виконання конкретного завдання. Якщо корисний результат досягнуто, дана ФС більше не потрібна.

При формуванні ФС задіяно, як правило, значну кількість рефлексів. Таким чином, поведінка будується не за типом стимул – реакція, а за принципом безперервної кільцевої взаємодії організму і середовища. Будь-яка діяльність починається зі створення плану й програми даної поведінкової реакції та нейронної моделі майбутнього результату. При цьому поняття рефлекторної дуги не скасовується, вона органічно вписується в кільце, являючи собою його частину.

Для досягнення корисного пристосувального результату взаємозв'язок між органами повинен носити визначений, направлений характер, тобто органи повинні взаємодіяти між собою по певних закономірностях. Така взаємодія у фізіології називається регуляцією.

Регуляція - це процес зміни діяльності в певному напрямку.

Розрізняють чотири види регуляцій.

1. **Фізична регуляція** - здійснюється через механічні, електричні, оптичні, звукові, електромагнітні, теплові та інші процеси (наприклад, скорочення м'яза, прикріпленого до кістки, або заповнення кров'ю порожнин серця, що призводить до розтягування їх стінок тощо).

2. **Гуморальна регуляція** здійснюється через рідкі середовища організму за допомогою різних біологічно активних речовин. Особливості цього виду регуляції:

- має місце у всіх організмах;
- має дифузний (генералізований) характер, тобто через рідкі середовища речовина може досягати всіх органів та тканин;
- відносна автономність;
- відносна специфічність за рахунок вибіркової чутливості клітин-мішеней до біологічно активних речовин, зокрема гормонів та лікарських препаратів;
- повільний розвиток дії;
- інертність.

3. **Нервова регуляція** здійснюється за допомогою нервової системи та має наступні особливості:

- велику швидкість розвитку дії;
- точність зв'язку;
- високу специфічність - у реакції бере участь детермінована кількість компонентів, необхідних у даний момент.

4. **Нервово-гуморальна регуляція**. У процесі еволюції відбулося об'єднання нервової та гуморальної регуляцій у нервово-гуморальну форму, коли термінове залучення органів у процес функціонування здійснюється шляхом нервової регуляції, та доповнюється і пролонгується гуморальними чинниками.

Нервова й гуморальна регуляції виконують провідну роль у об'єднанні (інтеграції) складових частин (компонентів) організму в єдине ціле - організм. При цьому вони ніби доповнюють один одного своїми особливостями.

Гуморальний зв'язок має генералізований характер. Він одночасно реалізується у всьому організмі. Нервовий зв'язок має направлений характер, тобто він найбільш вибірково реалізується у кожному конкретному випадку, переважно на рівні певних компонентів організму.

Регуляція функцій - основа забезпечення постійності внутрішнього середовища організму та його адаптації до умов існування, що постійно змінюються. Вивчення закономірностей підтримання постійності внутрішнього середовища показало, що воно здійснюється за принципом саморегуляції шляхом формування функціональних систем.

Саморегуляція - такий вид регуляції, коли відхилення регульованого параметра є стимулом для його відновлення. Для здійснення принципу саморегуляції необхідна взаємодія наступних компонентів функці-

ональних систем:

- регульований параметр (об'єкт регуляції, константа);
- апарати контролю, котрі слідкують за відхиленням даного параметра під впливом зовнішніх та внутрішніх чинників;
- апарати регуляції, котрі забезпечують направлений вплив на діяльність органів, від яких залежить відновлення параметра, що відхилився;
- апарати дії - органи та системи органів, зміна діяльності яких відповідно до регуляторних впливів, призводять до відновлення початкової величини параметра;
- зворотня аферентація - несе інформацію в апарати регуляції про досягнення або недосягнення корисного результату, про відновлення або невідновлення параметра, що відхилився, до норми.

Центральною ланкою будь-якої функціональної системи, тобто системоутворюючим чинником, є регульований параметр, котрий постійно підлягає впливу зовнішніх або внутрішніх чинників, котрі можуть призвести до змін його величини, тобто до відхилення від константного рівня, що відразу оцінюється апаратами контролю, які представлені різними рецепторами організму. Інформація про стан регульованого параметра від рецепторів надходить по нервових та гуморальних шляхах в апарати регуляції (нервові центри). У апаратах регуляції відбувається оцінка інформації що надійшла та формування відповідних команд до апаратів дії (ефекторів), зміна діяльності яких призводить до досягнення корисного результату, тобто до повернення параметра, що відхилився, до константного рівня. Теорія функціональних систем є важливим інструментом у розумінні закономірностей формування того чи іншого виду пристосувальної діяльності організму та його порушень. При захворюванні людини аналіз компонентів функціональної системи допоможе лікарю найефективніше здійснити пошук причин захворювання, локалізації та характеру порушень, намітити шляхи компенсації порушеної функції. У процесі розвитку й становлення фізіологія пройшла декілька етапів: емпіричний, анатоμο-функціональний, функціональний. На кожному етапі у вивченні фізіологічного процесу або явища мало місце два напрямки (підходи) - аналітичний та системний.

Аналітичний напрямок характеризується вивченням конкретного процесу в живому об'єкті (органі, тканині або клітині) як самостійного, тобто поза зв'язком з іншими процесами в цьому об'єкті. Такий напрямок дає всебічне уявлення про механізми даного процесу.

Системний напрямок має мету вивчити конкретний процес у взаємозв'язку з іншими процесами, що протікають на рівні організму як єдиного цілого.

Для фізіології, як науки, необхідні обидва напрямки. На різних етапах розвитку фізіології співвідношення цих напрямків змінювалося: на ранніх етапах розвитку фізіології переважав аналітичний напрямок, на пізніших - системний. Для сучасного етапу характерне подальше поглиблення аналітичного підходу (вивчення процесів на клітинному, субклітинному та молекулярному рівнях). Разом з тим, стало звичним вивчення співвідношення цих процесів з процесами цілісного організму. Відкриття системних закономірностей у діяльності живих організмів показало, що для виконання певних функцій відбувається вибіркоче об'єднання його окремих органів та систем органів, котре забезпечує досягнення кінцевого корисного пристосувального результату. Такі об'єднання були названі П.К.Анохіним функціональними системами.

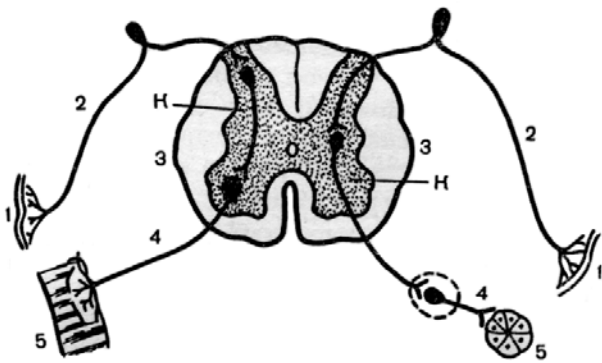
Рефлекс

Головною регулюючою (керуючою) в організмі вищих тварин і людини є нервова система. Елементарний механізм її діяльності – **РЕФЛЕКС**.

Рефлекс (лат. reflexus – повернутий назад, відбитий) – *виникнення, зміна або прикорочення функціональної активності органів, тканин чи цілісного організму у відповідь на чутливе подразнення його рецепторів за участю ЦНС.*

При здійсненні рефлексу в реакцію залучається рефлекторна дуга (шлях збудження), яка має 5 функціональних ланок (рис. 4.1).

1. Рецепторне поле – чутливі нервові закінчення, що сприймають подразнення і генерують потенціали дії (ПД).
2. Чутливий, аферентний, доцентровий нерв (шлях).
3. Центр, де збудження перемикається з чутливого шляху на руховий; у центрі здійснюється опрацювання інформації, її інтегрування, узагальнення, формується пам'ять. Центральна ланка рефлексу може послідовно включати декілька інтернейронів, що з'єднуються між собою за допомогою структурно та функціонально організованих контактів – синапсів. У такому випадку рефлекс називають полісинаптичним. У простішому випадку імпульси з аферентного шляху перемикаються на руховий нейрон безпосередньо. Оскільки в межах ЦНС рефлекторна дуга такого рефлексу має тільки один синапс, тому він носить назву моносинаптичного. Прикладом моносинаптичного рефлексу є сухожильний (колінний) рефлекс.



4. Еферентний, руховий, відцентровий нерв (шлях).
 лекторні дуги вегетативних рефлексів відрізняються від соматичних тим, що в периферійній ланці після виходу з ЦНС є ще додатковий синапс у вегетативних гангліях.
 5. Ефектор, робочий орган, де під впливом імпульсів збудження генерується специфічний вид енергії.

Будь-який ефектор, таким чином, з'єднується елементами рефлекторної дуги з відповідним рецептором і запускається в дію при подразненні даного рецептора. Поняття про рефлекс було введено в середині 16 століття французьким вченим **Рене Декартом**.

Рис. 4.1. Дуга вегетативного (справа) та соматичного (зліва) рефлексів.

1 – рецептори, 2 – аферентні нейрони, 3 – вставні нейрони (центр), 4 – еферентні нейрони, 5 - ефектори.

Уведення цього поняття відіграло важливу роль у розвитку фізіології, дозволило пояснити причину реакцій організму, вивчити їх механізм і показати, що в основі таких реакцій закладено принцип детермінізму (тобто принцип причинно-наслідкових відносин).

Від часів Декарта подібні реакції вважались машиноподібними, які забезпечують автоматизовану відповідь організму на подразнення рецептора. Однак подібні автоматизовані реакції мають місце лише при виникненні елементарних простих рефлексів, які можуть здійснюватися за участю обмежених ланок ЦНС. Як правило, рефлекторні реакції організму є набагато складнішими й проходять за участю багатьох ланок (рівнів) ЦНС і багатьох ефекторів.

У розвитку рефлекторної теорії надзвичайно важливий внесок був зроблений *І.М.Сеченовим*, який поширив поняття рефлекторних актів на всі характеристики поведінки людини, у тому числі й на її психічні прояви. *І.М.Сеченовим* (1897) було започатковано також поняття негативного зворотного зв'язку.

Спрощене розуміння рефлексу як механізму, що закінчується унітарною рефлекторною дією, по суті «зупинило» розуміння динаміки розвитку поведінки організму й не повністю розкривало пристосувальне значення рефлексів. Вчення про умовний рефлекс *І.П.Павлова* дозволило зробити суттєвий крок вперед у розвитку рефлекторної теорії і пізнання механізмів рефлекторної дії.