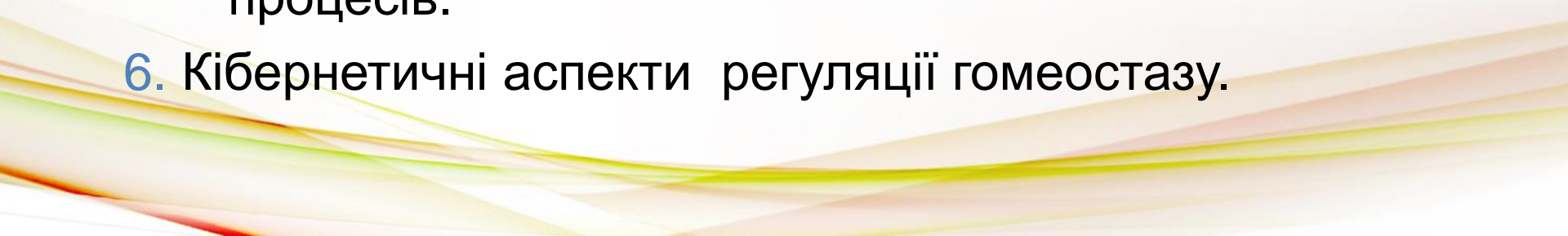


ЛЕКЦІЯ № 1

**з курсу «Фізіологічні механізми регуляції гомеостазу» на тему:
«Історія розвитку вчення та сучасні уявлення про гомеостаз»**

**Викладач курсу: доцент кафедри фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини
Григорова Наталя Володимирівна**

ПЛАН

1. Історія розвитку вчення про гомеостаз.
 - 1.1 К. Бернар і його роль у розвитку вчення про внутрішнє середовище.
 - 1.2 Вчення про гомеостаз У. Кеннона.
 - 1.3 Внесок Л. С. Штерн у розвиток уявлень про гомеостаз.
 2. Сучасні уявлення про гомеостаз.
 3. Принцип роботи гомеостатичних механізмів.
 4. Фізіологічний гомеостаз.
 5. Гомеостатичні і технічні моделі гомеостатичних процесів.
 6. Кібернетичні аспекти регуляції гомеостазу.
- 

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бєлан С. М., Карвацький І. М., Шевчук В. Г. Фізіологія : навч. посіб. Київ : Книга плюс, 2021. 172 с.
2. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини / пер. з англ.; наук. ред.: М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. Львів : БаК, 2002. 784 с.
3. Голл Дж. Е., Голл М. Е. Медична фізіологія за Ґайтоном і Голлом / пер. з англ. Київ : Медицина, 2022. 648 с.
4. Клінічна фізіологія : підручник / за заг. ред. К. В. Тарасової. 2-е вид., перероб. і доп. Київ : Медицина, 2022. 776 с.
5. Медична фізіологія за Ґайтоном і Голлом : підручник : пер. з англ. 14-го вид. : у 2 т. / Дж. Е. Голл, М. Е. Голл; наук. ред. пер.: К. Тарасова, І. Міщенко. Київ : ВСВ Медицина, 2022. Т. 1. 634 с.
6. Фізіологія : підручник / за ред. В. Г. Шевчука. 5-те вид. Вінниця : Нова книга, 2021. 448 с.
7. Філімонов В. І. Фізіологія людини : підручник. 4-е вид. Київ : Медицина, 2021. 488 с.
8. Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В. Фізіологія людини : навч. посіб. 2-ге вид., допов. Львів : ЛДУФК, 2013. 207 с.

1. Історія розвитку вчення про гомеостаз

1.1 К. Бернар і його роль у розвитку вчення про внутрішнє середовище

Вперше гомеостатичні процеси в організмі як процеси, що забезпечують сталість його внутрішнього середовища, розглянув французький натураліст і фізіолог К. Бернар в середині ХІХ ст.

Сам термін **«гомеостаз»** був запропонований американським фізіологом У. Кенноном лише в 1929 р.





**Клод Бернар
(1813-1878)**

Клод Бернар – найбільший французький фізіолог, патолог, натураліст. У 1839 році закінчив Паризький університет. У 1854 -1868 рр. керував кафедрою загальної фізіології Паризького університету, з 1868 р. – співробітник Музею природної історії. Член Паризької академії (з 1854 р), її віце-президент (1868) і президент (1869), іноземний член-кореспондент Санкт-Петербурзької академії наук (з 1860 р).

Наукові дослідження К. Бернара присвячені фізіології нервової системи, травлення і кровообігу. Великі заслуги вченого в розвитку експериментальної фізіології. Він провів класичні дослідження з анатомії і фізіології шлунково-кишкового тракту, ролі підшлункової залози у вуглеводного обміну, функцій травних соків, відкрив утворення глікогену в печінці, вивчав іннервацію кровоносних судин, судинозвужувальну дію симпатичних нервів та ін. Один з творців вчення про гомеостаз, ввів поняття про **внутрішнє середовище організму**. Заклав основи фармакології і токсикології. Показав спільність і єдність ряду життєвих явищ у тварин і рослин.

У становленні вчення про гомеостаз провідну роль відіграла ідея К. Бернара про те, що для живого організму існують «власне два середовища: одне середовище зовнішнє, в якому поміщений організм, інше середовище внутрішнє, в якому живуть елементи тканин».

Вчений справедливо вважав, що прояви життя обумовлені конфліктом між існуючими силами організму (конституцією) і впливом зовнішнього середовища. Життєвий конфлікт в організмі проявляється у вигляді двох протилежних і діалектично пов'язаних феноменів: синтезу і розпаду. У результаті цих процесів організм пристосовується, або адаптується, до умов середовища.

Аналіз робіт К. Бернара дозволяє зробити висновок про те, що всі фізіологічні механізми, які різні вони б не були, слугують збереженню сталості умов життя у внутрішньому середовищі. «Сталість внутрішнього середовища є умовою вільного, незалежного життя. Це досягається за допомогою процесу, який підтримує у внутрішньому середовищі всі умови, необхідні для життя елементів». Сталість середовища припускає таку досконалість організму, при якій зовнішні зміни в кожному мить компенсувалися б і врівноважувалися б. Для рідинного середовища були визначені основні умови його постійної підтримки: наявність води, кисню, поживних речовин і певна температура.

Незалежність життя від зовнішнього середовища, про яку говорив К. Бернар, дуже відносна. Внутрішнє середовище тісно пов'язано із зовнішнім. Більш того, воно зберегло багато властивостей того первинного середовища, в якому зародилося колись життя. Живі істоти немов би замкнули морську воду в систему кровоносних судин і перетворили постійно флюктуюче зовнішнє середовище в середовище внутрішнє, сталість якого охороняється спеціальними фізіологічними механізмами.

Головна функція внутрішнього середовища – приведення «органічних елементів у співвідношення один з одним і з зовнішнім середовищем». К. Бернар пояснив, що між внутрішнім середовищем і клітинами організму існує постійний обмін речовин за рахунок їх якісної і кількісної відмінності всередині клітин і зовні. Внутрішнє середовище створюється самим організмом, і сталість його складу підтримується органами травлення, дихання, виділення і т.д., головна функція яких полягає в тому, щоб «приготувати загальну живильну рідину» для клітин організму. Діяльність цих органів регулюється нервовою системою і за допомогою «спеціально продукуємих речовин». У цьому «полягає безперервне коло взаємних впливів, що утворюють життєву гармонію».

Таким чином, К. Бернар ще в другій половині XIX століття дав правильне наукове визначення внутрішнього середовища організму, виділив його елементи, описав склад, властивості, еволюційне походження і підкреслив його значення в забезпеченні життєдіяльності організму.



Рисунок 1. Взаємозалежність між внутрішнім середовищем організму й зовнішнім середовищем

1.2 Вчення про гомеостаз У. Кеннона



Уолтер Бредфорд
Кеннон (1871-1945)

Американський фізіолог. Народився в Прері-дю-Шин (штат Вісконсін), в 1896 році закінчив Гарвардський університет. У 1906-1942 рр. – професор фізіології Гарвардської вищої школи, іноземний Почесний член АН СРСР (з 1942 р). Основні наукові роботи присвячені фізіології нервової системи. Відкрив роль адреналіну як симпатичного передавача і сформулював концепцію про симпатоадреналову систему. Виявив, що при подразненні симпатичних нервових волокон в їх закінченнях виділяється **симпатин** – речовина, по своїй дії близька до адреналіну. Один з творців вчення про гомеостаз, яке виклав в роботі «Мудрість тіла» (1932). Розглядав організм людини як саморегулюючу систему за провідної ролі вегетативної нервової системи.

На відміну від К. Бернар, висновки якого базувалися на широких біологічних узагальненнях, У. Кеннон прийшов до висновку про значення сталості внутрішнього середовища організму іншим методом: на основі експериментальних фізіологічних досліджень. Учений звернув увагу на те, що життя тварини і людини, не зважаючи на досить часті несприятливі впливи, протікає нормально протягом багатьох років.

У. Кеннон зазначав, що постійні умови, що підтримуються в організмі, можна було б назвати **рівновагою**. Однак за цим словом раніше вже закріпилося цілком певне значення: ним позначають найбільш ймовірний стан ізольованої системи, в якому всі відомі сили взаємно збалансовані, тому в рівноважному стані параметри системи не залежать від часу, і в системі немає потоків речовини або енергії. В організмі ж постійно протікають складні узгоджені фізіологічні процеси, що забезпечують стійкість його станів. Прикладом може слугувати узгоджена діяльність мозку, нервів, серця, легенів, нирок, селезінки та інших внутрішніх органів і систем.

Тому У. Кеннон і запропонував спеціальне позначення для таких станів – **гомеостаз**. Це слово зовсім не передбачає щось застигле і нерухоме. Воно означає умови, які можуть змінюватися, але все ж залишатися відносно сталими.

Термін гомеостаз походить від двох грецьких слів: *homoios* – подібний, схожий і *stasis* – стояння, нерухомість. У тлумаченні цього терміна У. Кеннон підкреслював, що слово *stasis* має на увазі не тільки стійкий стан, а й умову, що веде до цього явища, а слово *homoios* вказує на схожість і подібність явищ.

Поняття гомеостазу, на думку У. Кеннон, містить у собі і фізіологічні механізми, що забезпечують стійкість живих істот. Ця особлива стійкість не характеризується стабільністю процесів, навпаки, вони динамічні і постійно змінюються, однак в умовах «норми» коливання фізіологічних показників досить жорстко обмежені.

У. Кеннон виділив і систематизував **основні компоненти гомеостазу**. До них він відніс *матеріали, що забезпечують клітинні потреби* (матеріали, необхідні для росту, відновлення і розмноження, – глюкоза, білки, жири, вода, хлориди натрію, калію та інші солі; кисень; регуляторні сполуки), і *фізико-хімічні фактори, що впливають на клітинну активність* (осмотичний тиск, температура, концентрація водневих іонів і т.п.).

На сучасному етапі розвитку знань про гомеостаз ця класифікація поповнилася механізмами, що забезпечують структурну сталість внутрішнього середовища організму і структурно-функціональну цілісність всього організму.

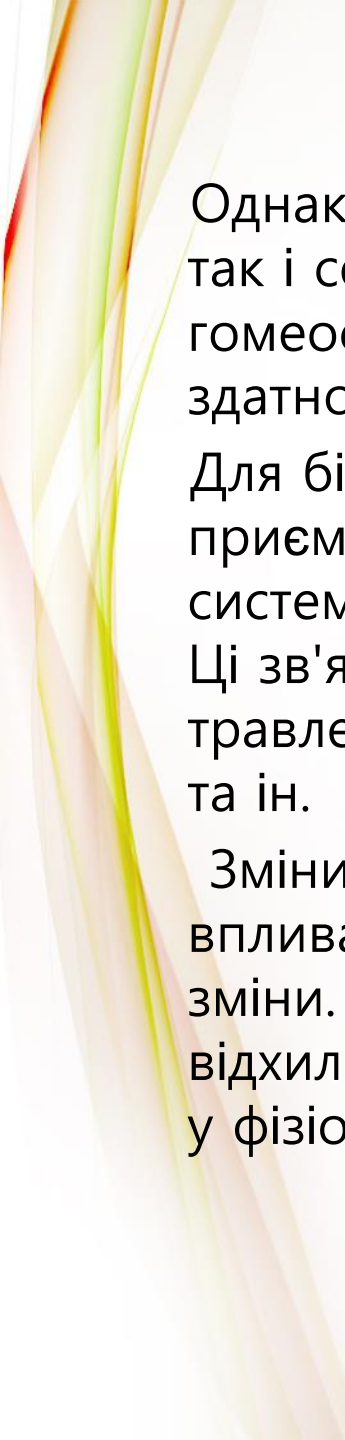
До їх числа належать:

- а) спадковість;
- б) регенерація і репарація;
- в) імунобіологічна реактивність.

Умовами автоматичної підтримки гомеостазу, за У. Кенноном, є:

- бездоганно діюча система сигналізації, яка сповіщає центральні та периферичні регуляторні пристрої про будь-які зміни, що загрожують гомеостазу;
- наявність коригуючих пристроїв, які своєчасно вступають в дію та затримують наступ цих змін.

Е. Пфлюгер, Ш. Ріше, І. М. Сеченов, Л. Фредерік, Д. Холдейн та ін., що працювали на рубежі ХІХ-ХХ ст., також підійшли до ідеї про існування фізіологічних механізмів, що забезпечують стійкість організму, і використовували свою термінологію.



Однак найбільш широке розповсюдження як серед фізіологів, так і серед вчених інших спеціальностей, отримав термін гомеостаз, запропонований У. Кенноном для характеристики здатності процесів створювати такий станів.

Для біологічних наук у розумінні гомеостазу за У. Кенноном приємно те, що живі організми розглядаються як відкриті системи, що мають безліч зв'язків з навколишнім середовищем. Ці зв'язки здійснюються за посередництвом органів дихання та травлення, поверхневих рецепторів, нервової та м'язової систем та ін.

Зміни в навколишньому середовищі прямо або опосередковано впливають на зазначені системи, викликаючи в них відповідні зміни. Однак ці дії зазвичай не супроводжуються великими відхиленнями від норми і не викликають серйозних порушень у фізіологічних процесах.


1.3 Внесок Л. С. Штерн у розвиток уявлень про гомеостаз

Одночасно з У. Кенноном у 1929 р. у Росії свої уявлення про механізми підтримання сталості внутрішнього середовища, що сформулювала фізіолог Л. С. Штерн.



Ліна Соломонівна Штерн (1878-1969)

Російський фізіолог, академік АН СРСР (з 1939 р). Народилася в Либаве (Литва). У 1903 році закінчила Женевський університет і до 1925 р. працювала там же. У 1925-1948 рр. – професор 2-го Московського медичного інституту і одночасно директор Інституту фізіології АН СРСР. З 1954 по 1968 р завідувала відділом фізіології Інституту біофізики АН СРСР. Роботи Л. С. Штерн присвячені вивченню хімічних основ фізіологічних процесів, що протікають в різних відділах центральної нервової системи. Вона вивчала роль каталізаторів в процесі біологічного окислення, запропонувала метод введення лікарських речовин у цереброспінальну рідину при лікуванні деяких захворювань.



«На відміну від найпростіших, у більш складних багатоклітинних організмів обмін з навколишнім середовищем відбувається при посередництві так званого живильного середовища, з якого окремі тканини та органи черпають необхідний їм матеріал і в яке виділяють продукти свого метаболізму. У міру диференціації і розвитку окремих частин організму (органів і тканин) повинне створюватися і розвиватися для кожного органу, для кожної тканини своє безпосереднє живильне середовище, склад і властивості якого повинні відповідати структурним і функціональним особливостям даного органу. Це безпосереднє живильне, або інтимне, середовище має володіти певною сталістю, що забезпечує нормальну життєдіяльність омиваного органу. Безпосереднім живильним середовищем окремих органів і тканин є міжклітинна або тканинна рідина».

Л. С. Штерн встановила важливість для нормальної діяльності органів і тканин сталості складу і властивостей не тільки крові, але і тканинної рідини. Вона показала існування гістогематичних бар'єрів – фізіологічних перешкод, що розділяють кров і тканини. Дані утворення, на її думку, складаються з ендотелію капілярів, базальної мембрани, сполучної тканини, клітинних ліпопротеїдних мембран.

Гістогематичний, або судинно-тканинний, бар'єр — це, по суті, фізіологічний механізм, що визначає відносну сталість складу та властивостей свого середовища органу та клітини. Він виконує дві найважливіші функції: регуляторну і захисну, тобто забезпечує регуляцію складу і властивостей свого середовища органу та клітини й захищає її від надходження з крові речовин, далеких для даного органу або всього організму.

Гістогематичні бар'єри є майже у всіх органах і мають відповідні назви:

- гематоенцефалічний,
 - гематоофтальмічний,
 - гематолабірінтний,
 - гематолікворний,
 - гематолімфатичний,
 - гематопульмональний і гематоплевральний,
 - гематоренальний,
- а також
- бар'єр «кров-статеві залози» (наприклад, гематотестикулярний) і ін.

2 Сучасні уявлення про гомеостаз

Ідея гомеостазу виявилася дуже плідною, і протягом усього ХХ ст. її розвивали багато вітчизняних та зарубіжних вчених. Однак до сих пір це поняття в біологічній науці не має чіткого термінологічного визначення. У науковій і в навчально-методичній літературі можна зустріти або рівнозначність термінів «внутрішнє середовище» і «гомеостаз», або різне трактування поняття «гомеостаз».

Внутрішнім середовищем організму називають всю сукупність циркулюючих рідин організму: кров, лімфу, міжклітинну (тканинну) рідину, що омиває клітини і структурні тканини, бере участь в обміні речовин, хімічних і фізичних перетвореннях.

До складових частин внутрішнього середовища відносять і внутрішньоклітинну рідину (цитозоль), вважаючи, що вона є безпосередньо тим середовищем, в якій протікають основні реакції клітинного обміну. Обсяг цитоплазми в організмі дорослої людини становить близько 30 л, міжклітинної рідини — близько 10 л, а внутрішньосудинний простір крові та лімфи — 4-5 л.

В одних випадках термін «гомеостаз» застосовують для позначення сталості внутрішнього середовища і здатності організму забезпечувати його.

Гомеостаз – це відносна динамічна, нестійка в чітко окреслених межах, сталість внутрішнього середовища і стійкість (стабільність) основних фізіологічних функцій організму.

В інших випадках під **гомеостазом** розуміють фізіологічні процеси або керуючі системи, що регулюють, координують та коригують життєдіяльність організму з метою підтримання стабільного стану.

Таким чином, до визначення поняття гомеостазу підходять з двох сторін. З одного боку, гомеостаз розглядається як кількісна і якісна сталість фізико-хімічних та біологічних властивостей. З іншого, гомеостаз визначають як сукупність механізмів, що підтримують сталість внутрішнього середовища організму.

Аналіз визначень, наявних у біологічній і довідковій літературі, дозволив виділити найбільш важливі сторони цього поняття та сформулювати загальне визначення:

гомеостаз – стан відносної динамічної рівноваги системи, що підтримується за рахунок механізмів саморегуляції.

Це визначення не тільки включає в себе знання про відносність сталості внутрішнього середовища, а й демонструє значення гомеостатичних механізмів біологічних систем, що забезпечують цю сталість.

До життєвих функцій організму відносять гомеостатичні механізми самого різного характеру і дії:

- нервові,
- гуморально-гормональні,
- бар'єрні,

які контролюють та здійснюють сталість внутрішнього середовища і діють на різних рівнях.

3. Принцип роботи гомеостатичних механізмів

Принцип роботи гомеостатичних механізмів, що забезпечують регуляцію і саморегуляцію на різних рівнях організації живої матерії, описав Г.Н. Кассіль. Виділяють такі рівні регуляції:

- 1) субмолекулярний;
- 2) молекулярний;
- 3) субклітинний;
- 4) клітинний;
- 5) рідинний (внутрішнє середовище, гуморально-гормонально-іонні взаємини, бар'єрні функції, імунітет);
- 6) тканинний;
- 7) нервовий (центральні і периферичні нервові механізми, нейро-гуморально-гормонально-бар'єрний комплекс);
- 8) організменний;
- 9) популяційний (популяції клітин, багатоклітинних організмів).

Елементарним гомеостатичним рівнем біологічних систем слід вважати організменний. У його межах виділяють ряд інших: цитогенетичний, соматичний, онтогенетический і функціональний (фізіологічний) гомеостаз, соматичний геностаз.

Цитогенетичний гомеостаз як морфологічна і функціональна пристосовність – характеризує безперервну перебудову організмів відповідно до умов існування. Прямо чи опосередковано функції такого механізму виконує спадковий апарат клітини (гени).

Соматичний гомеостаз – напрямок сумарних зрушень функціональної активності організму на встановлення найбільш оптимальних відносин його з середовищем.

Онтогенетический гомеостаз – це індивідуальний розвиток організму від утворення зародкової клітини до смерті або припинення існування в колишній якості.

Під **функціональним гомеостазом** розуміють оптимальну фізіологічну активність різних органів, систем і всього організму в конкретних умовах середовища. У свою чергу він включає: **обмінний, дихальний, травний, видільний, регуляторний** (забезпечує оптимальний рівень нейрогуморальної регуляції у даних умовах) і **психологічний гомеостаз**.

Соматичний геностаз є контроль над генетичною сталістю соматичних клітин, складових індивідуального організму.

Можна виділити **гомеостаз циркуляторний, руховий, сенсорний, психо-моторний, психологічний і навіть інформаційний**, що забезпечує оптимальну реакцію організму на інформацію, що надходить. Окремо виділяють **патологічний рівень** – хвороби гомеостазу, тобто порушення роботи гомеостатичних механізмів і регулюючих систем.

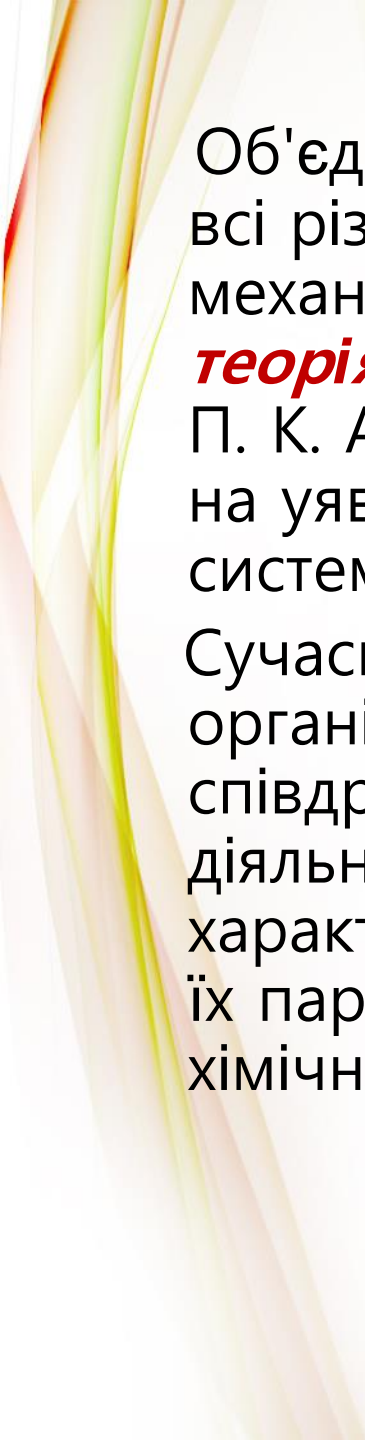
4. Фізіологічний гомеостаз

Фізіологічний гомеостаз підтримується вегетативною і соматичною нервовою системою, комплексом гуморально-гормональних та іонних механізмів, що становлять фізико-хімічну систему організму, а також поведінкою, в якому велика роль як спадкових форм, так і набутого індивідуального досвіду.

Уявлення про провідну роль вегетативної нервової системи, особливо її симпатоадреналового відділу, розвивалося в працях Е. Гельгорна, Б. Р. Гесса, У. Кеннон, Л. А. Орбелі, А. Г. Гинецинського та ін. Організуюча роль нервового апарату (**принцип нервизму**) лежить в основі фізіологічної школи І. П. Павлова, І. М. Сеченова, А. Д. Сперанського.

Гуморально-гормональні теорії (**принцип гуморалізму**) отримали розвиток за кордоном в роботах Г. Дейла, О. Леві, Г. Сельє, Ч. Шеррінгтона та ін. Велику увагу цій проблемі приділяли також вчені І. П. Разенков і Л. С. Штерн.

Накопичився колосальний фактичний матеріал, що описує різні прояви гомеостазу в живих, технічних, соціальних, екологічних системах, вимагає вивчення і розгляду з єдиних методологічних позицій.



Об'єднуючою теорією, яка змогла поєднати всі різноманітні підходи до розуміння механізмів і проявів гомеостазу стала ***теорія функціональних систем***, створена П. К. Анохіним. У своїх поглядах вчений ґрунтувався на уявленнях Н. Вінера про самоорганізовані системи.

Сучасне наукове знання про гомеостаз цілого організму будується на розумінні його як співдружної і узгодженої саморегульованої діяльності різних функціональних систем, яка характеризується кількісними і якісними змінами їх параметрів при фізіологічних, фізичних і хімічних процесах.



**Петро Кузьмич
Анохін (1898-1974)**

Радянський фізіолог, академік АН СРСР (1966), дійсний член АМН СРСР (1945). Закінчив Ленінградський інститут медичних знань. З 1921 року працював в Інституті мозку під керівництвом В. М. Бехтерева, в 1922-1930 рр. у Військово-медичній академії в лабораторії І.П. Павлова. У 1930-1934 р. р. професор кафедри фізіології Горьковського медичного інституту. У 1934-1944 рр. – завідувач відділом Всесоюзного інституту експериментальної медицини в Москві. У 1944-1955 р.р. працював в Інституті фізіології АМН СРСР (з 1946 р. – директором). З 1950 року – керівник Нейрофізіологічної лабораторії АМН СРСР, а потім і завідувач відділом нейрофізіології Інституту нормальної і патологічної фізіології АМН СРСР. Лауреат Ленінської премії (1972 р).

Основні праці присвячені вивченню діяльності організму і особливо головного мозку на основі розробленої ним теорії функціональних систем. Застосування цієї теорії до еволюції функцій дало можливість П. К. Анохіну сформулювати поняття системогенезу як загальної закономірності еволюційного процесу.

5. Гомеостатичні і технічні моделі гомеостатичних процесів

В останні десятиліття проблему гомеостазу стали розглядати з позиції **кібернетики** — науки про цілеспрямоване й оптимальне управління складними процесами. Біологічні системи, такі як клітина, мозок, організм, популяція, екосистеми функціонують за одними і тими ж законами.

Засновником теорії управління в живих об'єктах є **Н. Вінер**. В основі його уявлень лежить **принцип саморегулювання** — автоматичної підтримки постійності або ж зміна по необхідному закону регульованого параметра. Однак, задовго до Н. Вінера й У. Кеннона ідея автоматичного регулювання була висловлена І. М. Сеченовим: «... у тваринному тілі регулятори можуть бути тільки автоматичними, тобто приводитися в дію зміненими умовами в стані або під час машини (організму) і розвивати діяльності, якими ці неправильності усуваються». У цій фразі є вказівка на необхідність і прямих, і зворотних зв'язків, що лежать в основі саморегуляції.

Ідею саморегуляції у біологічних системах поглибив і розвинув **Л. Берталанфі**, який розумів біологічну систему як «впорядковану множину взаємопов'язаних елементів». Він же розглянув і загальний біофізичний механізм гомеостазу в контексті відкритих систем. На основі теоретичних уявлень Л. Берталанфі в біології склався новий напрям, що отримав назву **системний підхід**.

Погляди Л. Берталанфі поділяв **В. Н. Новосельцев**, що представив проблему гомеостазу як завдання управління потоками речовин і енергії, якими відкрита система обмінюється із середовищем.

Перша спроба моделювання гомеостазу та встановлення можливих механізмів управління ним належить **У. Р. Ешбі**. Ним сконструйовано штучний саморегулюючий пристрій, названий «гомеостатом». **Гомеостат** У. Р. Ешбі був системою потенціометричних схем і відтворював лише функціональні боки явища. Адекватно відобразити сутність процесів, що лежать в основі гомеостазу, ця модель не могла.

Наступний крок у розвитку гомеостазу зробив **С. Бір**, що вказав на два нових принципових моменти: **ієрархічний принцип** побудови гомеостатичних систем для управління складними об'єктами та **принцип живучості**. С. Бір спробував застосувати певні гомеостатичні принципи при практичній розробці організованих систем управління, виявив деякі кібернетичні аналогії між живою системою і складним виробництвом.

Якісно новий етап розвитку цього напрямку настав після створення формальної моделі гомеостата **Ю. М. Горським**. Його погляди склалися під впливом наукових уявлень **Г. Сельє**, який стверджував, що «... якщо вдасться включити в моделі, що відображають роботу живих систем, суперечності, та ще при цьому зрозуміти, чому природа, створюючи живе, пішла по такому шляху, – це буде новим проривом в таємниці живого з великим практичним виходом».

6. Кібернетичні аспекти регуляції гомеостазу

Організм – система самоорганізації. Організм сам вибирає і підтримує значення величезного числа параметрів, змінює їх залежно від потреб, що дозволяє йому забезпечувати найбільш оптимальний характер функціонування. Так, наприклад, при низьких температурах зовнішнього середовища організм знижує температуру поверхні тіла (щоб зменшити тепловіддачу), підвищує швидкість окислювальних процесів у внутрішніх органах і м'язову активність (щоб підвищити дозу теплоутворення).

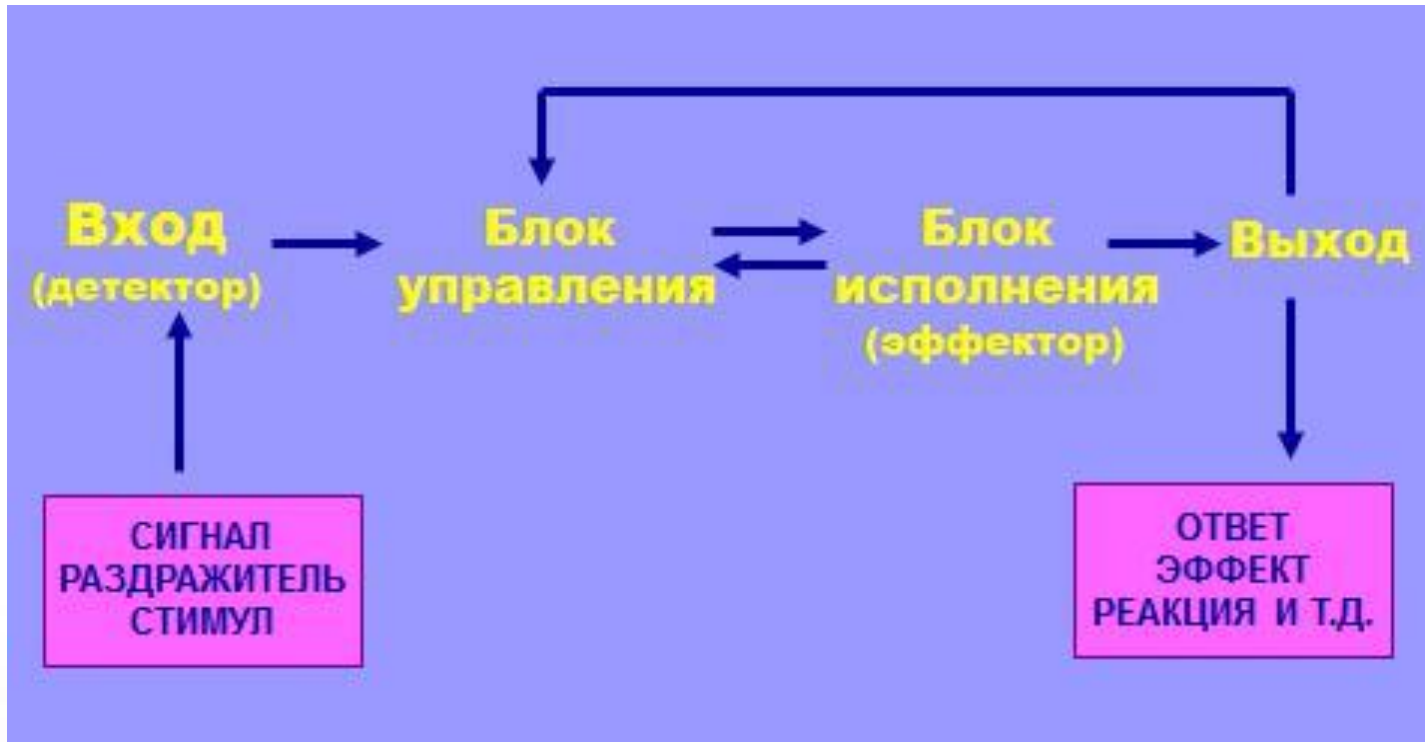
Основою фізіологічної регуляції є передача і переробка інформації. Під терміном **«інформація»** слід розуміти все, що несе в собі відбиток фактів або подій, які відбулися, зараз проходять або можуть статися.

Переробка інформації здійснюється керуючою системою або системою регуляції. Вона складається з окремих елементів, пов'язаних інформаційними каналами (рис.1).

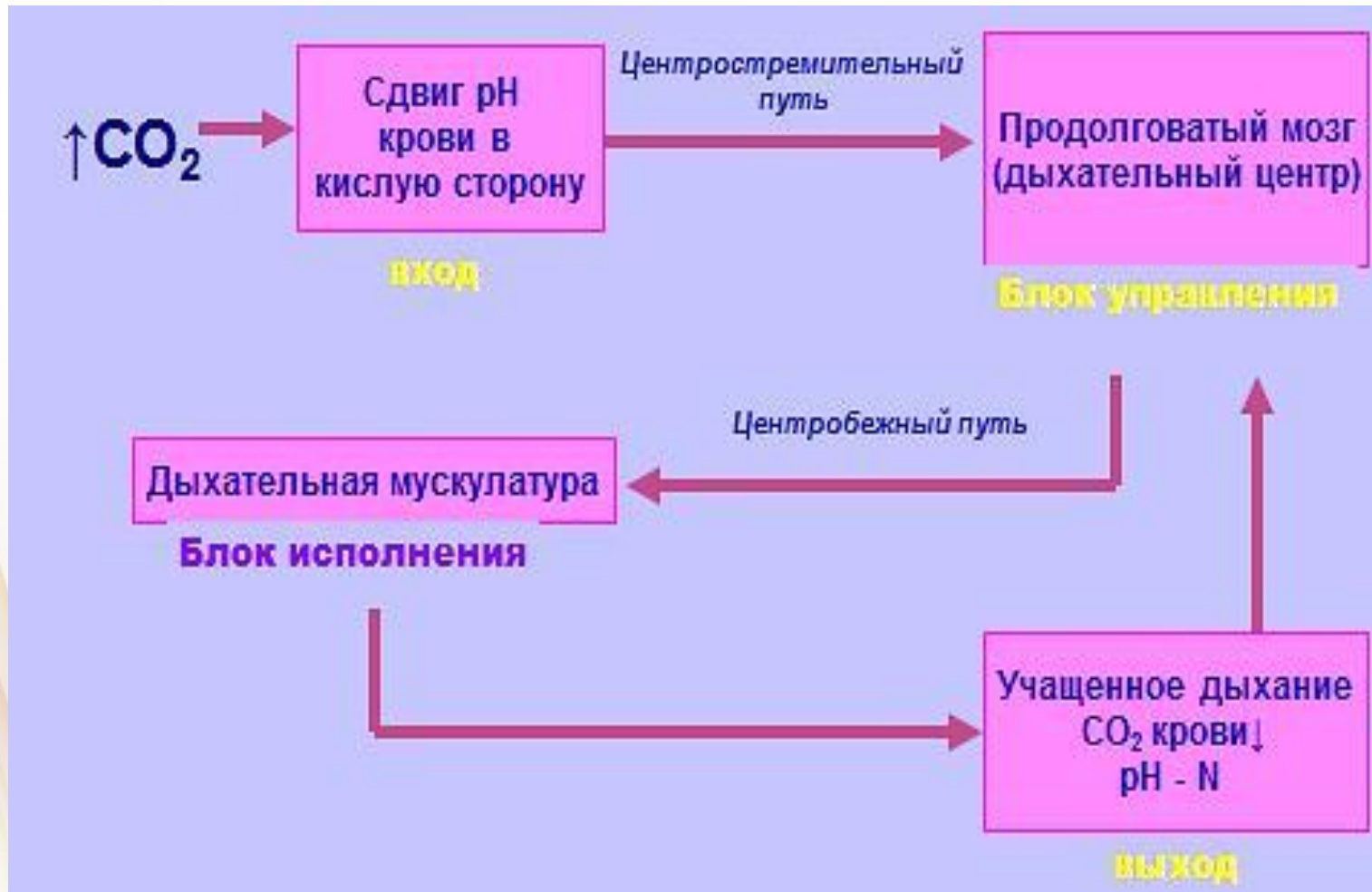
Серед елементів виділяються: **керуючий пристрій** (центральна нервова система); **вхідні і вихідні канали зв'язку** (нерви, рідини внутрішнього середовища з інформаційними молекулами речовин); **датчики, що сприймають інформацію на вході системи** (сенсорні рецептори); **утвори, що розташовуються на виконавчих органах (клітинах) і сприймають інформацію вихідних каналів** (клітинні рецептори). Частина керуючого пристрою, що служить для зберігання інформації, називається **запам'ятовуючим пристроєм** або **апаратом пам'яті**. Характер переробки сигналів, які надходять, залежить від тієї інформації, яка записана в апараті пам'яті системи регуляції.

Регулювання щодо відхилення (саморегуляція по виходу системи) забезпечується порівнянням наявних параметрів реакції фізіологічних систем з необхідними в конкретних умовах, визначенням ступеня неузгодженості між ними і включенням виконавчих устроїв для усунення цієї неузгодженості.

Механізм регуляції гомеостазу



Регуляція CO₂ в крові (негативний зворотний зв'язок)



Приватним прикладом регуляторної дії щодо відхилення є підтримання фізіологічних констант внутрішнього середовища. Варто тільки відхилитися від заданого рівня і підвищитися в крові напрузі вуглекислого газу через недостатнє його видалення через легені або підвищеного утворення в тканинах, як почнуть реалізовуватися регуляторні механізми. Регулювання щодо відхилення вимагає наявності каналу зв'язку між виходом системи регулювання та її центральним апаратом управління і навіть між виходом і входом системи регуляції. Цей канал отримав назву **зворотного зв'язку**. По суті, зворотний зв'язок є процес впливу результату дії на причину і механізм цієї дії.

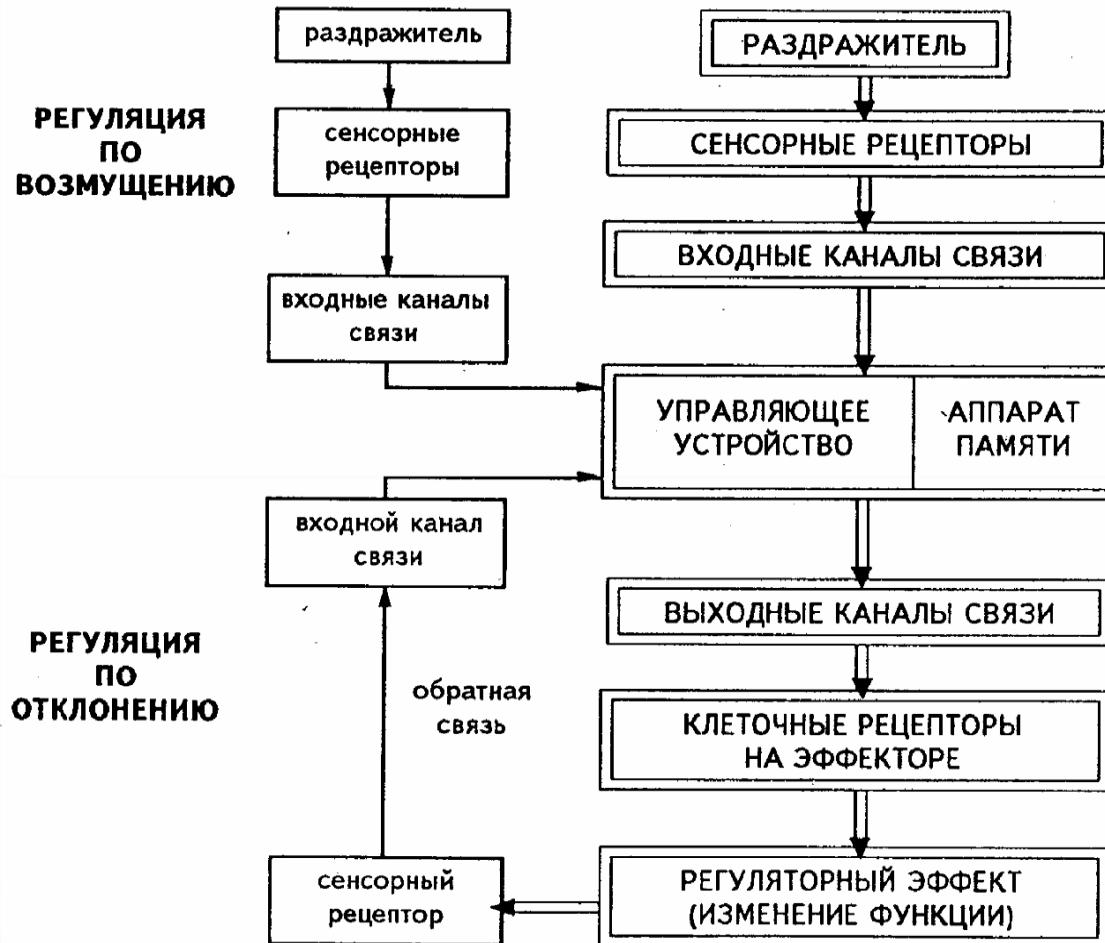
За кінцевим ефектом регуляції зворотний зв'язок може бути позитивним та негативним. **Позитивний зворотний зв'язок** означає, що вихідний сигнал системи регуляції підсилює вхідний, активація якої-небудь функції викликає посилення механізмів регуляції ще більше її активують. Такий зворотній зв'язок підсилює процеси життєдіяльності. Наприклад, прийом їжі і надходження її у шлунок підсилюють відділення шлункового соку, необхідного для гідролізу речовин. Продукти гідролізу, що з'являються в шлунку і частково всмоктуються в кров, у свою чергу стимулюють соковиділення, що прискорює і підсилює подальше перетравлення їжі.

Однак позитивний зворотний зв'язок часто призводить систему в нестійкий стан, сприяє формуванню **«порочних кіл»**, що лежать в основі багатьох патологічних процесів в організмі.

Негативний зворотний зв'язок означає, що вихідний сигнал зменшує вхідний, активація якої-небудь функції придушує механізми регуляції, що підсилюють цю функцію. Негативні зворотні зв'язки сприяють збереженню стійкого, стаціонарного стану системи. Завдяки ним, виникає відхилення регульованого параметра зменшується і система повертається до початкового стану.

Наприклад, під впливом паратирину (гормону прищитоподібних залоз) в крові зростає вміст іонізованого кальцію. Підвищений рівень кальцію гальмує секрецію паратирину, підсилює надходження в кров кальцитоніну (гормону щитовидної залози), під впливом якого рівень кальцію знижується і його вміст в крові нормалізується.

Блок-схема системы регуляции (подвійні рамки і стрілки – основні елементи, одинарні рамки і стрілки – ланки регуляції за збуренням і відхиленням)



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

The bottom of the slide features a decorative graphic consisting of several overlapping, wavy lines in shades of yellow, orange, and light green, creating a sense of movement and energy.