

Лекція № 6
з курсу «Фізіологічні механізми
гомеостазу»
на тему:
«Фізіологічні системи та
фактори, що забезпечують
їх надійність»

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

ПЛАН

1. Системи організму.
2. Надійність фізіологічних систем.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- 1.** Белан 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. Системи організму

Розрізняють фізіологічні та функціональні системи.

Фізіологічна система – це спадково закріплена сукупність органів і тканин, що виконує загальну функцію, іноді кілька функцій. Наприклад, травна система, що забезпечує надходження поживних речовин в організм, включає рот, стравохід, шлунок, кишечник, а також печінку і підшлункову залозу, що виробляють травні соки. Підшлункова залоза виробляє також гормони: глюкагон, інсулін – і є складовою частиною ендокринної системи – сукупності різних органів (ендокринних залоз) і окремих клітин, що виробляють біологічно активні речовини – гормони. Число фізіологічних систем обмежено. Ними є нервова, ендокринна, імунна, серцево-судинна, системи крові, дихання, травлення, виділення, статева, покривна система (шкіра).

Функціональна система, згідно П. К. Анохіну, – динамічна сукупність різних органів і фізіологічних систем, що формується для досягнення корисного для організму пристосувального результату. Функціональні системи підтримують оптимальні фізіологічні показники, що забезпечують досягнення корисного результату – задоволення біологічних і соціальних потреб, відтворення і т. д.

Число органів і фізіологічних систем організму, що входять у ті чи інші функціональні системи, варіабельне. Наприклад, для відновлення нормальної величини зниженого артеріального тиску може виявитися достатнім почастищення серцебиття і звуження кровоносних судин за допомогою нервової системи. Однак після значної крововтрати та істотного зниження артеріального тиску для його відновлення до норми формується більш складна функціональна система, що включає не тільки серцево-судинну та нервову системи, але й системи виділення (нирки виділяють менше води), ендокринну, крові, травну (споживання води внаслідок розвивається спраги). Взаємодія різних систем забезпечує високу надійність цілісного організму.

Тваринний організм – це відкрита, макромолекулярна система, що саморегулюється, самовідновлюється та самовідтворюється за допомогою безперервного обміну речовин і енергії, здатна відчувати, активно, цілеспрямовано пересуватися та адаптуватися в навколишньому середовищі. Саме слово «організм» семантично пов'язане з поняттям «організація». Активність його визначається умовами існування і відповідним рівнем функціонування всіх органів і систем.

Функція (від лат. *functio* – діяльність) – специфічна діяльність клітин, органів і систем по забезпеченню життєдіяльності цілого організму. Функцією серця, наприклад, є нагнітання крові в артеріальну систему, функція ендокринних залоз – вироблення гормонів, функція шлунково-кишкового тракту – забезпечення надходження поживних речовин в кров, що досягається за допомогою механічної і хімічної обробки харчових речовин і всмоктування в кров і лімфу продуктів їх гідролізу. Деякі органи та системи виконують декілька функцій.

Так, головною функцією нирок є виділення продуктів обміну і чужорідних речовин. Однак нирки відіграють дуже важливу роль і в підтримці метаболічних показників організму, в обміні речовин і виробленні біологічно активних речовин.

2. Надійність фізіологічних систем

Організм у процесі життєдіяльності нерідко відчуває сильні емоційні і фізичні навантаження, піддається геофізичним впливам – впливам високих і низьких температур, геомагнітного поля, сонячної радіації. У процесі еволюції сформувалися різні механізми, що забезпечують оптимальні пристосувальні реакції. У спокої багато органів і системи функціонують з мінімальним навантаженням, при фізичній нарузі інтенсивність діяльності їх може зростати в десятки разів. **Основними факторами, що забезпечують надійність систем організму, є наступні.**

1. Резерв структурних елементів в органі та їх функціональна мобільність. Число клітин і структурних елементів у різних органах і тканинах перевищує їх необхідний рівень, достатній для реалізації функцій організму, що знаходиться в спокої. Так, наприклад, під час відпочинку людини в працюючому м'язі функціонує невелике число капілярів – близько 30 відкритих капілярів на 1 мм² поперечного перерізу м'яза (чергові капіляри), при максимальній роботі м'яза кількість функціонуючих (відкритих) капілярів доходить до 3000 на 1 мм². У серці одночасно функціонує 50% капілярів, а 50% – не функціонує, коронарний кровотік в спокої становить лише 25% від максимального.

На кожній точці шкіри виявляється безліч рецепторів – дотику, тиску, вібрації, теплових, ходових, больових. Наявність резерву структурних елементів забезпечує їх функціональну мобільність – зміну функціонуючих елементів: одні працюють, інші відпочивають (функціонування і спокій чергуються). Поняття «функціональна мобільність» у фізіологію увів П. Г. Снякін.

2. Дублювання в фізіологічних системах зустрічається досить часто, що також підвищує їх надійність: в організмі дві легені, дві нирки, два ока, два вуха, парні нервові стовбури, які у функціональному відношенні в значній мірі перекривають один одного: наприклад, лівий і правий блукаючі і симпатичні нерви. Іннервація внутрішніх органів, скелетної мускулатури і шкіри здійснюється з кількох сегментів спинного мозку. Нейрони центрів, що регулюють різні функції, розташовані в різних відділах головного мозку, що також підвищує надійність регуляції функцій організму. Дублюється ферментативна обробка їжі, що надходить у шлунково-кишковий тракт, – після видалення шлунка за медичними показаннями травлення може здійснюватися.

Три механізми регуляції функцій організму (нервовий, гуморальний і міогенний) забезпечують тонку пристосувальну регуляцію функцій органів і систем відповідно до потреб організму в різних умовах життєдіяльності. Прикладом дублювання є поява примарних механізмів регуляції ряду фізіологічних показників.

Регуляція артеріального тиску, наприклад, здійснюється за допомогою механізмів швидкого реагування (рефлекторна регуляція), механізмів нешвидкого реагування (гормональна і міогенна регуляція судинного тонусу, зміни об'єму води в крові за рахунок переходу її з капілярів в тканину і назад), механізмів повільного реагування (зміни кількості виведеної з організму води за допомогою регуляторних впливів на нирки). Сталість рН внутрішнього середовища підтримується через легені, нирки, буферні системи крові.

3. Адаптація – сукупність реакцій і механізмів їх здійснення, що забезпечують пристосування організму до змін зовнішнього середовища (природних, соціальних і виробничих). Адаптивні реакції можуть бути вродженими і набутими, здійснюватися на клітинному, органному, системному і організменному рівнях.

Механізми адаптації досить різноманітні. Наприклад, при систематичному посиленому фізичному навантаженні розвивається гіпертрофія м'язів, при диханні повітрям зі зниженим вмістом кисню збільшується рівень гемоглобіну в крові, підвищуються число капілярів в тканинах, вентиляція легенів; при дії низької температури зростає обмін речовин, зменшується тепловіддача; при дії інфекційних агентів формується імунітет.

4. Регенерація пошкодженої частини органу або тканини і синтез нових структурних елементів

також підвищують надійність фізіологічних систем. Так, білки організму на 50% оновлюються за 80 днів, тканини печінки – за 10 днів, все тіло щодня оновлюється на 5%. Нервові волокна пошкодженого і зшитого нерва регенерують (ростуть), їх регуляторна функція відновлюється; пошкоджений епітелій регенерує, розрізана та зшита шкіра зростається; пересаджена на обпечену поверхню тіла ділянку шкіра приживається, зшиті після операції кровоносні судини і зламані в результаті травми кістки зростаються.

5. Економічність функціонування всіх органів і систем

також підвищує їх надійність. Вона реалізується за допомогою багатьох механізмів, головним з яких є можливість пристосування діяльності будь-якого органу і системи до поточних потреб організму. Так, частота серцевих скорочень у спокої становить 60-80 в хв, а під час швидкого бігу – 150-200; при м'язовому і емоційному спокої, в умовах температури комфорту і натщесерце витрата енергії організмом за 1 год становить близько 70 ккал, а при важкій фізичній роботі – 600 ккал і більше, тобто зростає в 8-10 разів.

В організмі з безпосередньою витратою енергії переносяться (транспортуються через клітинну мембрану) всього лише кілька іонів; основні з них – Na^+ , Ca^{2+} , мабуть, Cl^- і деякі інші. Але цього виявляється досить для забезпечення всмоктування в шлунково-кишковому тракті, створення електричних зарядів клітин організму, переміщення води в клітину і назад, процесів сечоутворення, регуляції осмотичного тиску, рН внутрішнього середовища організму. Крім того, сам транспорт іонів в клітину і з клітини всупереч концентраційного і електричному градієнтам також здійснюється досить економічно. Так, наприклад, Na^+ з клітини виводиться з витратою енергії, а повернення K^+ у клітину здійснюється без витрати енергії.

У процесі трудової діяльності і в спорті (робота на конвеєрі, обробка деталей робочим, комплекс гімнастичних вправ) спочатку (при освоєнні навичок) витрачаються великі зусилля, включається надмірне число м'язових груп, витрачається велика кількість енергії, має місце емоційне напруження. Коли навички зміцнена, багато руху стають автоматизованими – економічними, надлишкові виключаються.

6. Постачання організму киснем є достатнім навіть при значному зменшенні його парціального тиску в атмосферному повітрі, так як гемоглобін дуже легко насичується киснем. Наприклад, при зниженні парціального тиску кисню в легенях зі 100 до 60 мм рт. ст. відсоток насичення гемоглобіну киснем знижується всього лише з 97 до 90%, що не позначається негативно на стані організму.

7. Розвиток в філо- і онтогенезі структури органів пов'язано зі збільшенням інтенсивності їх функціонування, що також виступає в ролі фактора надійності. Так, наприклад, інтенсивне фізичне навантаження забезпечило відповідний потребам організму розвиток скелетної мускулатури, ЦНС, серцево-судинної системи. У свою чергу досконала структура органу або системи – основа їх високих функціональних можливостей. Орган, який не функціонує або недостатньо функціонує, починає в'янути, атрофуватися.

Збільшення інтенсивності діяльності мозку в філогенезі (зростання рухової активності, розширення репертуару поведінкових реакцій) сприяло його швидкому розвитку та ускладненню опорно-рухового апарату. Активна психічна та фізична діяльність людини і приматів забезпечила бурхливий розвиток кори великого мозку.

8. Високий ступінь надійності в роботі ЦНС забезпечує таку її властивість, як пластичність – здатність нервових елементів і їх об'єднань до перебудови функціональних властивостей.

Прикладами, що ілюструють цю властивість ЦНС, є поліпшення проведення нервових імпульсів, що повторно йдуть по одному й тому ж шляху, утворення нових тимчасових зв'язків при виробленні умовних рефлексів, утворення домінантного вогнища збудження в ЦНС, який надає стимулюючий вплив на процеси досягнення необхідної мети, компенсація функцій при значному пошкодженні ЦНС, зокрема кори великого мозку.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!