

# **ЛЕКЦІЯ № 2**

## **з курсу «Фізіологічні механізми регуляції гомеостазу» на тему: «Гомеостаз і адаптація»**

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

# ПЛАН

1. Загальні принципи та механізми адаптацій.
2. Поняття про стрес і стресорний вплив.
3. Характеристики процесів адаптації.
4. Зворотність процесів адаптації.



# 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 Гайтоном 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 Гайтоном 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. Загальні принципи та механізми адаптацій

Гомеостаз забезпечується складною системою координованих пристосувальних (адаптаційних) механізмів.

У відповідь на вплив подразників зовнішнього середовища організм в цілому і окремі його системи відповідають реакцією **фізіологічної адаптації** – активного пристосування. Адаптація завжди спрямована на попередження порушень гомеостазу.

Ефективність адаптації знаходиться в прямій залежності від досконалості механізмів нервової і гуморальної регуляції.

Термін **«адаптація»** (пристосовувати) позначає сукупність фізіологічних реакцій, що забезпечують пристосування будови та функцій організму або його органу до зміни навколишнього середовища. Існують аналоги терміну «адаптація», якими користуються фахівці для опису різних аспектів процесу пристосування.

Набув широкого поширення термін **«акліматизація»**, яким визначають адаптацію до нових кліматичних умов і біологічного оточення. **«Акліматизацією»** називають реакції організму на зрушення будь-якого одного з зовнішніх параметрів середовища, наприклад, температури або тиску.

Терміном **«адаптивність»**, або пристосовність, визначають здатність живих систем до пристосувань. Види, як і окрема особа всередині видів, можуть значно відрізнятися по пристосовності до зрушень у середовищі. **Пристосованість** або **ступінь пристосування** – це кількісна міра відповідності організму зовнішнім умовам.

Під **резистентністю** розуміється стійкість, опірність організму до дії зовнішніх чинників. **Специфічна резистентність** – стійкість по відношенню до певного фактору, **неспецифічна резистентність** – по відношенню до різних факторів.

**Деадаптація** – це порушення адаптивних реакцій організму, процес, зворотний адаптації. Деадаптація виникає в результаті впливу на організм факторів середовища, що кількісно перевищує можливості системи, що адаптується.

Деадаптації призводить до **дисфункції** – неможливості для організму виконувати функції у результаті порушення структур, відповідальних за адаптацію. Якщо екстремальний (надмірний, граничний) вплив не викликає порушень в органах і системах, то можлива **реадаптація**, тобто здатність організму після припинення дії травмуючого фактора, повертати залучені в процесі системи в початкове положення. Особливість реадaptaції полягає в тому, що організм, що випробував вплив підвищеного навантаження, зберігає **слід**, пам'ять про навантаження, фіксуючи зміни, що проходять в ньому.



**Абіотичні фактори** прямо або опосередковано, через зміну інших факторів, впливають на обмін речовин в організмі. Деякі з них відіграють роль сигналу: не впливаючи безпосередньо на обмін, вони поєднуються з іншими впливами, сигналізуючи про їх початок. Тому сприйняття сигнальних факторів може заздалегідь підготувати організм до зміни середовища.

Існують два типи пристосувань до зовнішніх чинників. Перший полягає в формуванні певної міри стійкості до даного фактору, здатності зберігати функції при зміні сили його дії. Це адаптація за типом толерантності (витривалість, терплячість) – **пасивний шлях адаптації**. Такий тип пристосування діє переважно на клітинно-тканинному рівні. Другий тип пристосування – **активний шлях адаптації**.



За допомогою специфічних адаптивних механізмів організм людини компенсує зміни фактора таким чином, що внутрішнє середовище залишається відносно сталим. Відбувається **адаптація по резистентності** (опір, протидія) типу. Тут активні пристосування підтримують гомеостаз внутрішнього середовища організму. **Біотичні фактори** (тваринна і рослинна їжа, збудники хвороб, паразити тощо) надають інший ефект: діючи на організм людини, вони в той же час піддаються впливу з його боку.

Крім якісної специфіки фактора (вплив на ті чи інші процеси в організмі), що залежить від його фізико-хімічної природи, характер впливу та реакція на нього з боку організму людини багато в чому визначаються й інтенсивністю фактора, його **«дозуванням»**.





Кількісний вплив умов середовища визначається тим, що такі фактори, як температура, опади, вологість середовища, наявність кисню та інших життєво важливих елементів, у тій чи іншій дозі необхідні для нормального функціонування організму, тоді як нестача або надлишок того ж фактора гальмує життєдіяльність. **Кількісне вираження**, (або «доза») **фактора**, що відповідає потребам організму і забезпечує найбільш сприятливі умови для його життя, розглядають як **оптимальне** (благородне, краще).

Специфічні адаптивні механізми, властиві людині, дають йому можливість переносити певний розмах відхилень фактора від оптимальних значень без порушення нормальних функцій організму. Зони, коли кількісне вираження фактора, що відхиляється від оптимуму, але не порушує життєдіяльності, визнаються як **зони норми**. Таких зон дві, відповідно відхиленню від оптимуму в бік нестачі дозування фактора та в бік його надлишку.

Подальше зрушення в бік нестачі або надлишку фактора може знизити ефективність дії адаптивних механізмів і навіть порушити життєдіяльність організму. При крайній нестачі або надлишку фактора, що призводить до патологічних змін в організмі, виділяють зони **песимума** (заподіювати шкоду, терпіти збитки). Нарешті, за межами цих зон кількісне вираження фактора таке, що повне напруження всіх пристосувальних систем виявляється неефективним. Ці крайні значення призводять до летального результату, за межами цих значень життя неможливе.

**Адаптація до будь-якого фактора пов'язана з витратою енергії.** У зоні оптимуму адаптивні механізми не потрібні і енергія витрачається тільки на фундаментальні життєві процеси, організм знаходиться в рівновазі з середовищем. При виході значення фактора за межі оптимуму включаються адаптивні механізми, що вимагають тим більше енерговитрат, чим далі значення фактора відхиляється від оптимального. Порушення енергетичного балансу організму, нарівні зі шкідливою дією нестачі або надлишку фактора, обмежує діапазон змін, які переносяться людиною.



**Принципова схема впливу кількісного вираження фактору середовища на життєдіяльність організму:**

- 1 – ступінь сприятливості даних доз для організму;
- 2 – величина енерговитрат на адаптацію.

Схема умовна – допускається, що усі інші фактори діють в оптимальних умовах.

Якщо зовнішні умови протягом досить тривалого часу зберігаються більш-менш постійними, або змінюються в межах певного діапазону навколо якогось середнього значення, то життєдіяльність організму стабілізується на рівні, адаптивному по відношенню до цього середнього, типового стану середовища. Саме таке «налаштування», стабілізація і відображає положення зони оптимуму на шкалі кількісних змін факторів. Так, різниця клімату визначає географічні відмінності індивідуальних властивостей організму людини в північних і південних районах країни, тобто різний **рівень стабілізації адаптивних систем**.

Зміна середніх умов у часі або в просторі тягне за собою перехід на інший рівень стабілізації (сезонні, температурні адаптації, типи осмо- та терморегуляції і ін.).

Але повної ідентичності умов, абсолютної їх повторюваності в природі не існує. В цьому випадку на відхилення конкретних умов від середнього рівня будуть відповідати **функціональні адаптації**, що лабільно відповідають на ці зміни і спрямовані на забезпечення максимальної ефективності функціонування організму в межах певного стабілізованого стану. Здатність до функціональних адаптацій тим вище, чим лабільніше впливає на людину фактор.

Таким чином, за біологічною значущістю адаптивні механізми ділять на дві групи:

1. **Механізми, що забезпечують адаптивний характер** загального рівня стабілізації окремих функціональних систем і організму в цілому по відношенню до найбільш генералізованих і стійких параметрів зовнішнього середовища.
2. **Лабільні реакції, які підтримують відносну сталість** загального рівня систем або організму шляхом включення адаптивних реакцій при відхиленнях умов середовища від середніх показників.

Ці два рівні адаптації, діючи спільно та у взаємодії, забезпечують «підгонку» функцій організму до конкретного стану факторів середовища, а в кінцевому рахунку – стійке його існування в умовах складного та динамічного середовища.

Так, у системі теплообміну людини певна група пристосувальних механізмів забезпечує загальний рівень адаптованості організму до середніх температурних умов даного географічного району та сезону року. Сюди відносять зміни обміну речовин, товщини підшкірного жирового прошарку, структури теплоізолюючих покривів, хімічні особливості, що визначають загальний стан теплообміну. Інша група механізмів забезпечує відповідь організму на швидкі, короткочасні відхилення температури середовища від її середнього рівня, властивого сезону року, географічного району і т.п. Цю функцію виконує комплекс реакцій хімічної і фізичної терморегуляції і адаптивна поведінка людини.

## 2. Поняття про стрес і стресорний вплив

Під терміном **«стрес» (напруга)** розуміються неспецифічні психофізіологічні прояви адаптаційної активності при дії будь-яких чинників, які є значущими для організму. Для позначення стресового агента, який сильно, негативно впливає на організм, застосовується термін **«стресор»**. Розрізняють також позитивні форми стресу – **еустрес** (наприклад, сильна радість) та негативні – **дистрес**. Найбільш важка форма дистресу – **шок**.

Початком створення концепції стресу Гансу Сельє послужив так званий **«синдром відповіді на пошкодження»**, що складається з трьох процесів: 1) збільшення і підвищення активності кіркового шару надниркових залоз; 2) зморщування і зменшення виличкової залози і лімфатичних залоз; 3) точкових виливів і кровоточивих виразок у слизовій оболонці шлунка та кишечника.

У відповідь на дію стресора стандартно розвивається один і той самий, вищеперелічений комплекс змін в організмі, що викликає захисну реакцію. Сукупність захисних реакцій організму, спрямована на ліквідацію стресу, отримала назву **«загального адаптаційного синдрому»**.

Виділяють три стадії стресу. Через 6 годин після стресового впливу розвивається перша стадія – **«реакція тривоги»** – мобілізація захисних сил, яка триває 24-48 годин. Жоден організм не може тривалий час перебувати в стані тривоги, та якщо він виживає, то виникає **стадія резистентності**, або стійкості, пристосування до важкої ситуації. Ця стадія призводить до підтримки нормального існування організму в нових для нього умовах. Якщо ж стресор продовжує діяти, то може наступити третя стадія – **стадія виснаження**. У цьому випадку характер діяльності ендокринних залоз близький до реакції на стадію тривоги.



## СТАДІЇ СТРЕСУ

(Г. Сельє)



## СТАДІЇ АДАПТАЦІЇ

(А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб)



Однак, протягом стадії виснаження секреція глюкокортикоїдів продовжує знижуватися. На відміну від першої стадії, коли ця реакція веде до стимуляції організму, в третій стадії вона – заклик про допомогу або усунення стресора, що виснажує організм. При сильному і тривалому стресі такий вплив може призвести до хвороби або смерті. Вплив екстремальних факторів на організм викликає у нього великі енергетичні витрати і переважання процесів катаболізму над процесами анаболізму, при цьому адаптація організму досягається "дорогою ціною".

Загальні адаптаційні реакції організму є **неспецифічними**, тобто організм аналогічно реагує у відповідь на дію різноманітних по якості і силі подразників. При дії сильних, надзвичайних подразників в організмі виникає **«реакція стрес»**.

У центральній нервовій системі розвивається при цьому різке збудження, що змінюється позамежним гальмуванням – **крайньою мірою захисту**. Біологічна доцільність подібної реакції полягає в зниженні збудливості і реактивності, так як адекватна відповідь на цей подразник міг би привести організм до загибелі.

При дії на організм слабких, граничних подразнень (**реакція тренування**) в центральній нервовій системі розвивається порушення, що швидко змінюються охоронним гальмуванням, що забезпечує зниження її збудливості, реактивності по відношенню до слабого подразника. При дії подразників середньої сили відбувається розвиток **«реакції активації»** - активації захисних систем організму, яка, однак, не носить характеру патологічної гіперфункції. Рівень енергетичного обміну при цій реакції менш економічний, ніж при реакції тренування, але, на відміну від стресу, не призводить до виснаження.

Таким чином, адаптація організму до слабких і середніх по силі впливів відбувається без елементів ушкодження і виснаження організм енергетичних витрат. При цьому наголошується в першому випадку (**реакція тренування**) – поступове, а в другому (**реакція активації**) – швидке підвищення **резистентності організму**.

# 3. Характеристики процесів адаптації

**Термінова й довгострокова адаптація.** Різка зміна умов зовнішнього середовища, що несе загрозу організму, запускає його складну адаптивну реакцію. Основною регуляторною системою останньої є гіпоталамо-гіпофізарно-адреналова система, діяльність якої, в кінцевому підсумку, і перебудовує активність вегетативних систем організму таким чином, що зрушення гомеостазу усувається або завчасно припиняється.



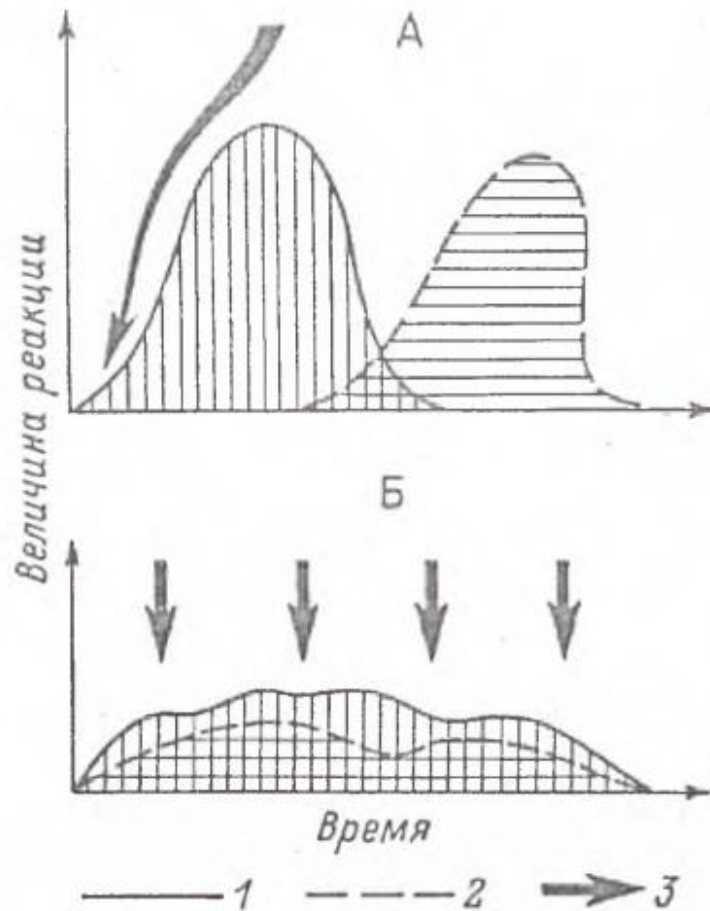
У цій адаптивній перебудові активно бере участь і нервова система, особливо її гіпоталамічний відділ. У центральній нервовій системі відбуваються зміни клітинного обміну, зокрема, підвищується метаболізм найважливіших біологічних макромолекул - РНК і білків. Після ліквідації порушень гомеостазу метаболізм макромолекул у нервових структурах, що беруть участь в процесі адаптації, все ще залишається зміненим. У цьому і полягає механізм адаптації: якщо загроза пошкодження гомеостазу повториться, вона буде протікати вже на тлі ***зміненого, адаптованого до стресорного впливу метаболізму клітинних структур.***

Оскільки повторний вплив стрес-фактора викликає адаптацію (а саме на цьому засновані тренування, навчання и т.п.), то зрушення в метаболізмі РНК и білків біологічно доцільні и сприяють більш ефективного розвитку фізіологічних адаптацій. У процесі формування адаптацій до природних факторів середовища провідну роль відіграють реакції кори надниркових залоз, що викликаються секрецією адренкортикотропного гормону гіпофіза. Це стосується, в основному, **індивідуальних адаптацій**, реакцій організму на фактори зовнішнього середовища. Незвичайні фактори навколишнього середовища, які мають несприятливий вплив на загальний стан, самопочуття, здоров'я і працездатність людини, називаються **екстремальними факторами**. За тривалістю впливу на організм ці фактори можуть бути **короткочасними**, вплив яких організм компенсує за рахунок наявних резервів, і **тривалі**, які вимагають адаптаційної перебудови діяльності функціональних систем людини, іноді навіть несприятливої для здоров'я.

При **короткочасних впливах екстремальних факторів** на організм людини запускаються всі наявні резервні можливості, спрямовані на самозбереження, і тільки після звільнення організму від екстремального впливу відбувається відновлення гомеостазу. При **тривалих неадекватних впливах** екстремальних факторів на організм людини функціональні перебудови визначаються своєчасним включенням процесів відновлення гомеостазу, їхньою силою і тривалістю.

Більшість адаптаційних реакцій людського організму здійснюються в два етапи: початковий етап **термінової**, але не завжди досконалої, **адаптації**, і наступний етап досконалої, **довгострокової адаптації**.





Особливості процесів адаптації при короткочасних (А) та довготривалих (Б) екстремальних впливах:  
 1 – робота на самозбереження («зовнішня»),  
 2 – процеси відновлення відпрацьованих структур,  
 3 – екстремальний фактор.



**Терміновий етап адаптації** виникає безпосередньо після початку дії подразника на організм і може бути реалізований лише на основі раніше сформованих фізіологічних механізмів. Прикладами прояви термінової адаптації є: пасивне збільшення теплопродукції у відповідь на холод, збільшення тепловіддачі у відповідь на тепло, зростання легеневої вентиляції і хвилиного обсягу кровообігу у відповідь на нестачу кисню. На цьому етапі адаптації функціонування органів і систем **протікає на межі фізіологічних можливостей організму**, при майже повній мобілізації всіх резервів, що не забезпечує найбільш оптимальний адаптивний ефект. Так, біг нетренованого людини відбувається при близьких до максимуму величинах хвилиного обсягу серця і легеневої вентиляції, при максимальній мобілізації резерву глікогена в печінці. Біохімічні процеси організму, їх швидкість, як би лімітують цю рухову реакцію, вона не може бути ні досить швидкої, ні досить тривалої.

**Довготривала адаптація** до тривало впливаючого стресору виникає поступово, в результаті тривалого, постійного або багаторазово повторної дії на організм факторів середовища. Основними умовами довгострокової адаптації є послідовність і безперервність впливу екстремального фактора. По суті, вона розвивається на основі багаторазової реалізації термінової адаптації і характеризується тим, що в результаті постійного кількісного накопичення змін організм набуває нової якості - з неадаптованого перетворюється в адаптований.

Така адаптація до недосяжної раніше інтенсивної фізичної роботи (тренування), розвиток стійкості до значної висотної гіпоксії, яка раніше була несумісна з життям, розвиток стійкості до холоду, тепла, великих доз отрути. Такий механізм є якісно складнішою адаптацією до навколишньої дійсності.



**Слідові реакції і «вегетативна пам'ять».** Порушення функцій органів і систем при впливі на організм людини екстремальних чинників викликає активацію синтезу нуклеїнових кислот і білків у клітинах цих органів і систем. Це призводить до формування адаптивних фізіологічних і морфологічних змін, які збільшують можливості систем, відповідальних за перехід від термінової адаптації до довготривалої. У процесі адаптації всі органи, змінюючись кількісно і якісно, утворюють **функціональну систему**, відповідальну за адаптацію. Так, при адаптації до холоду видозмінюється діяльність органів дихання, кровообігу, збільшується основний обмін і терморегуляція. Структурні зміни, що розвиваються тут, являють собою системний структурний слід, що утворюється при переході термінової, але не надійної адаптації, в довготривалу. **Системний структурний слід** становить загальний фундамент різних довготривалих адаптацій організму.

Навіть при одноразовому впливі подразнюючих факторів зовнішнього середовища на організм людини змінюється рівень реакції на всі наступні аналогічні дії, тобто, виникають явища адаптації. Ці явища відзначаються при дії на організм людини холоду, гіпоксії, депривації сном, хімічними елементами, електричним струмом і т.д.

**Сліди** навіть одноразових впливів екстремальних факторів середовища на організм людини призводять до змін вегетативних функцій, змінюють окислювальні процеси, м'язовий термогенез і т.д. Ці зміни формують в організмі так звану **«вегетативну пам'ять»**, в основі якої лежить не тільки утворення зв'язків між центрами дистантних аналізаторів, а й своєрідний взаємозв'язок між окремими елементами тканинної, судинної, ендокринної, імунної систем. Це забезпечує дозовану регульовану відповідну реакцію організму – викидання в кров катехоламінів, гормонів і т.п.



Таким чином, в основі формування індивідуальних адаптацій лежать сліди попередніх подразників, а зберігання умовних рефлексів на ці подразники здійснюється в центральній нервовій системі, що прискорює реакцію організму.

***Норма адаптивної реакції і ціна адаптації.*** Комплекс адаптивних реакцій організму людини, що забезпечує його існування в екстремальних умовах, отримав назву ***норми адаптивної реакції***. Норма адаптивної реакції – це межі зміни системи під впливом діючих на неї чинників середовища, при яких не порушуються структурно-функціональні зв'язки з середовищем. Якщо вплив факторів середовища на організм кількісно перевищує рівень норми адаптації організму, то він втрачає спроможності надалі адаптуватися до середовища, так як можливість перебудови структурних зв'язків системи вичерпана.



Процес індивідуальної адаптації забезпечується формуванням ряду змін в організмі, нерідко носять характер передпатологічних або навіть патологічних реакцій. Ці зміни, як наслідок загального стресу або напруги окремих фізіологічних систем, являють собою своєрідну **«ціну адаптації»**. Звідси, **ціна адаптації** – це передпатологічні або патологічні зміни в організмі, викликані підвищенням його специфічної стійкості на дію стрес-фактора.

Патологічні зміни в організмі можуть з'являтися при адаптації людини до факторів зовнішнього середовища в умовах Півночі, високогір'я, жаркого клімату і т.д. Так, в північних районах країни мають місце явища гіпертензії, пов'язані з акліматизацією приїжджого населення, значні зміни в м'язовій системі, зниження показників м'язової працездатності. В умовах не тільки великих, але й середніх висот, проявляється гіпертензія малого кола кровообігу, зниження систолічного артеріального тиску. Таким чином, повноцінна адаптація є складним процесом і протікає з мобілізацією і напругою багатьох функцій і систем.

Розвиток нових адаптаційних реакцій призводить до того, що організм набуває нової якості – стійкість до гіпоксії, тренованість до фізичних навантажень і т. д. Отже, організм уже не може бути пошкодженим тим фактором, до якого вироблена адаптація. **Адаптаційні реакції** – це реакції, що попереджають пошкодження організму. Вони складають основу профілактики хвороб, природного їх попередження.

Під **генотипічною адаптацією** мається на увазі сукупність морфофізіологічних і поведінкових особливостей, спрямованих на підтримання гомеостазу і дозволяють організму існувати в складних умовах середовища.

**Фенотипічна адаптація** передбачає чи не заздалегідь сформовану спадкову адаптивну реакцію, а можливість її формування під впливом середовища. Це забезпечує реалізацію тільки життєво необхідних адаптаційних реакцій, а також економне, яке направляється самим навколишнім середовищем, витрачання енергетичних і структурних ресурсів організму і, таким чином, формування фенотипу. Тому між генотипічною та фенотипічною адаптацією існує тісний зв'язок. По суті, генотипічна адаптація відображає як філогенетичний рівень організму, так і адаптивні зрушення певних функцій, що виникли в еволюції і закріпленні в потомстві.

Генотипічну та фенотипічну адаптацію поділяють, в свою чергу, на еволюційну (філогенетичну) і онтогенетичну, або індивідуальну, що відбувається з моменту народження організму та до кінця життя. **Еволюційна адаптація** людської популяції простежується при спостереженні генотипічних і фенотипічних відмінностей у рас і народів. Найбільш виражені відмінностей між великими расами – це відмінності за пігментацією шкіри. Більшість сучасних приматів має темну пігментацію, і тому є підстави припускати, що популяції древньої людини також склалися з темношкірих індивідумів. При просуванні народів з центру виникнення на північ відбулася адаптація людей до низького рівня ультрафіолетового опромінення.

Організм людини має здатність пристосовуватися до мінливих чинників середовища. Внаслідок цього, реалізація генотипу мінлива і протікає пристосувально до конкретних факторів.



Наявність **онтогенетичної адаптації** дозволяє організму значно розширити можливості пристосування. У той же час є ознаки, незмінні протягом усього життя людини, їх прояв строго генетично детермінований. Накопичення генетично змінених клітин веде до суттєвих **дисфункціональних змін** і зниження здатності організму до адаптації.

Генотипічна нестабільність у людини супроводжується змінами артеріального тиску, температури тіла, імунітету, загального самопочуття і здатності виконувати фізичну роботу.

Генотипічна та фенотипічна адаптації мають місце практично на всіх рівнях організації живого: на клітинному, тканинному, органному, організмовому і популяційному. При генотипічній адаптації пристосування вимагає виникнення нової генетичної інформації за рахунок мутацій або рекомбінації. Фактично, це еволюція організмів, що супроводжується придбанням ними нових, генетично закріплених якостей. При фенотипічній адаптації організм зазнає змін у межах тих можливостей, які визначені в рамках вже існуючих генів і генотипів, як, наприклад, при загартуванні. За допомогою генотипічної та фенотипічної адаптації організм підвищує **надійність** виживання і репродукції в нових для нього умовах існування.

Важливо і те, що при комплексній дії між окремими факторами встановлюються особливі взаємини, при яких дія одного фактора в якійсь мірі змінює (підсилює, послаблює і т.п.) характер впливу іншого. Поєднання впливу різних чинників на організм отримало найменування **перехресних**, або **крос-адаптацій**. Такі дії характеризуються досить складними взаєминами. Типовим прикладом цього можуть бути випадки, коли адаптація до одного фактору впливає на стійкість до іншого.

Наприклад, тренування до м'язових навантажень викликає стійкість до гіпоксії і, навпаки, тренування до гіпоксії створює стійкість до великих м'язових навантажень. Крім якісного критерію фактора середовища велике значення має і режим впливу цього фактора на організм.



Крім якісного критерію фактора середовища велике значення має і режим впливу цього фактора на організм. Реакція організму значно зростає, якщо фактор впливає не у вигляді безперервного сигналу, а дискретно, тобто з певними інтервалами. Цей **переривчастий** характер впливу широко використовується в практиці при виробленні адаптації до холоду, м'язових навантажень, гіпоксії і т.д. Іноді для вироблення адаптації використовують одночасний вплив на організм декількох, часто різноспрямованих факторів.

Відомо значення вологості повітря в реакції людини на температуру: в сухому повітрі вплив високих температур переноситься відносно легко, тоді як висока вологість швидше порушує теплообмін навіть при менших температурах. Причина полягає в тому, що висока вологість повітря обмежує випаровування з поверхні тіла і, таким чином, виключає найбільш ефективний механізм пристосування до високої температури.

*Факторы адаптирующие*

	<i>Гипоксия</i>	<i>Мышечная работа</i>	<i>Холод</i>	<i>Тепло</i>	<i>Дегидратация</i>
<i>Гипоксия</i>	/ / / / /	+	—		—
<i>Мышечная работа</i>		/ / / / /		+	
<i>Холод</i>	—	+	/ / / / /		
<i>Тепло</i>	+	+		/ / / / /	
<i>Дегидратация</i>	+			—	/ / / / /

*Факторы корректирующие*

Схема ефектів індивідуальної адаптації організму:  
 «+» - посилення ефекту (підвищення стійкості до фактору);  
 «—» - зниження ефекту (пониження);  
 порожні квадрати – немає відомості.

# Схема адаптационного механизма



# 4. Зворотність процесів адаптації

Поступове зникнення адаптованості до фізичних навантажень, гіпоксії, хімічних речовин після припинення дії цих факторів на організм людини вказує на оборотність процесу довгострокової адаптації – **деадаптації**. При цьому про виходить нівелювання системного структурного сліду (зменшення маси скелетних м'язів, кількості мітохондрій, зменшення маси легких і серцевого м'яза після припинення сильних фізичних навантажень, зменшення маси правого шлуночка серця і поступове зникнення поліцитемії після виходу організму з умов гіпоксії, зменшення активної системи мікросомального окислення і маси печінки після припинення введення отрут і т.д.).



Безпосередньо після зниження навантаження на органи, що утворюють відповідальну за адаптацію функціональну систему, в них сповільнюється синтез РНК і зменшується кількість полісом. Як наслідок, синтез білка в органі починає відставати від його розпаду, маса структур органу зменшується. Це свідчить про те, що в зворотному розвитку адаптаційного структурного сліду важливу роль відіграє зниження інтенсивності синтезу білка і активація механізмів деградації структур, швидко призводить до зворотного розвитку адаптаційного процесу. Процес зникнення структурного сліду адаптації і самої адаптації з поверненням функцій до умовної норми називається **фізіологічною деадаптацією**.

Подальша деадаптація, що призводить до порушення функціональних структур, патологічного зниження ефективності функціональних систем називається **патологічною деадаптацією** та може призвести до захворювання організму. Процес деадаптації характеризує зворотність будь-якої довгострокової адаптації. Він залишає можливість, у разі необхідності, формування нових адаптаційних реакцій організму і змін всього фенотипу при черговому екстремальному впливі. При фізіологічній деадаптації цей процес забезпечує повернення організму до преадаптаційного стану, а при подальшому прогресуванні він призводить до вибіркової атрофії ключових структур клітини, глибокого порушення функцій, переходячи в патологічну деадаптацію. Таким чином, деадаптація, так само, як і адаптація, має **відносну біологічну доцільність**.





Нарівні з розглянутими адаптаційними процесами, для людини характерна адаптація за посередництвом поведінкової діяльності. Класичним прикладом майже досконалої соціальної і поведінкової адаптації є відсутність ознак загальної холодової адаптації у аборигенів канадської Півночі. Теплий хутряний одяг і відпрацьована століттями манера поведінки практично повністю виключили у них можливість інтенсивного охолодження тіла і, тим самим, питання про холодову адаптацію зробили несуттєвим.



***Дякую за увагу!***