

Імунна система людини, особливості її функціонування. Імунокорекція. Імуноterapia

Здоров'я, захворювання, імунітет – як часто чуємо ми ці слова! Але чи замислювались ви про роботу імунної системи – як вона здійснюється, чому порушується, чи можна її покращити? Сьогодні ми розглянемо ці питання за таким планом:

1. Що таке імунітет?
2. Види імунітету, їх класифікація.
3. Порушення функціонування імунної системи.

Як відомо, в організмі людини три головні регуляторні системи: **нервова, гуморальна та імунна**. Робота імунної системи спрямована на підтримку генетичної сталості організму, боротьбу зі збудниками захворювань - інфекційними агентами, чужорідними небезпечними речовинами, переродженими клітинами власного тіла.

Що таке імунітет?

Імунітет – це реакція організму на чужорідність, сукупність захисних механізмів, які допомагають організму протистояти чужорідним чинникам. Він зумовлюється сукупністю успадкованих і набутих біологічних особливостей та механізмів організму, здатних протистояти шкідливій дії чужорідних організмів і речовин.

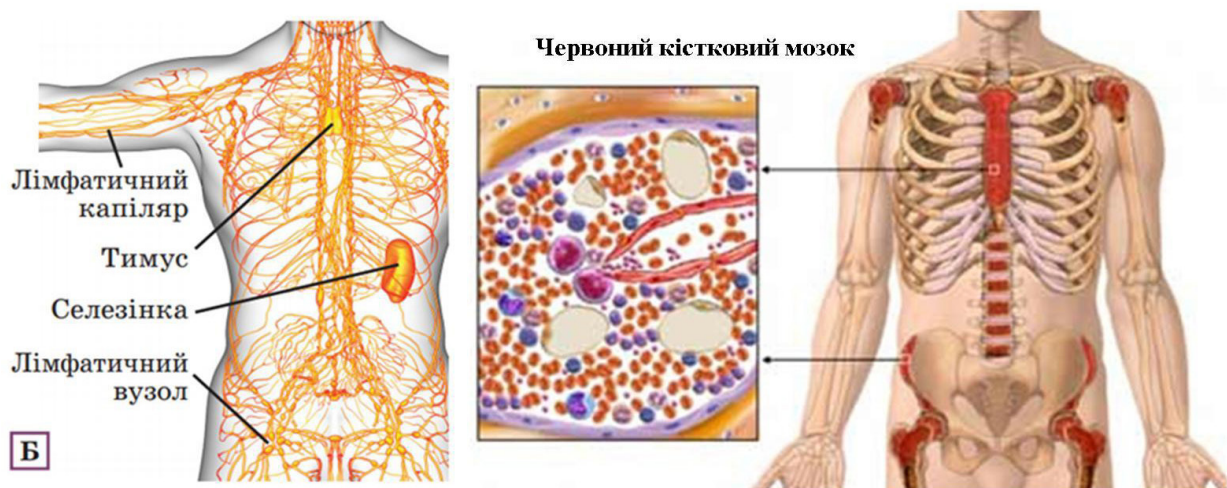
Органами імунної системи є:

Центральні:

- Червоний кістковий мозок
- Тимус (загрудинна залоза)

Периферичні:

- Селезінка
- Лімфатичні вузли
- Скупчення лімфатичної тканини у стінках порожнистих органів травної і дихальної систем (лімфатичні вузлики червоподібного відростка і клубової кишки, мигдалики).



Органи імунної системи людини

Червоний кістковий мозок є головним органом кровотворення. Там утворюються **В-лімфоцити**, здатні виробляти антитіла для боротьби з інфекцією та інші клітини крові.

Тимус або **загрудинна залоза** – місце дозрівання і «навчання» **Т-лімфоцитів**. Він добре працює у молодих людей, а з віком втрачає активність.

У селезінці також утворюються лейкоцити, знешкоджуються деякі небезпечні речовини, руйнуються пошкоджені еритроцити.

Лімфатичні вузли – найбільш чисельні органи імунної системи. Вони є у більшості органів, і утворюються на місці злиття лімфатичних судин. Лімфатичні вузли є бар'єром на шляху проникнення інфекції у наше тіло і поширення її організмом.

Імунітет – складна реакція. Він є сукупністю багатьох ланок. Спробуємо розібратись, як він працює і які існують його види.

Види імунітету

за особливостями його розвитку протягом індивідуального розвитку та *специфічністю до конкретного збудника*

Вроджений, спадковий, неспецифічний:

- . Шкіра
- . Слизові оболонки
- . Лізоцим
- . Інтерферони
- . Система компліменту
- . Фагоцити

Набутий, адаптивний, специфічний

- . Гуморальний— здійснюється В-лімфоцитами, що виробляють антитіла
- . Клітинний— здійснюється Т-лімфоцитами

За особливостями розвитку імунітету протягом індивідуального розвитку та специфічністю до конкретного збудника імунітет може бути специфічним (його ще називають набутим або адаптивним) і неспецифічним (вродженим, спадковим).

Неспецифічний (або вроджений) імунітет здійснює загальний опір організму проти всіх патогенів, має багато механізмів дії і причетний до роботи багатьох органів. До нього належать так звані фактори природної опірності – наприклад, шкіра і слизові оболонки є механічним бар'єром для проникнення в організм більшості бактерій, вірусів, багатьох отруйних речовин. Миготливий епітелій дихальних шляхів злагодженою роботою війок видаляє з них пил і мікроорганізми. До речі, у курців ця функція порушується. Рідини, які виділяє наше тіло у місцях контакту з навколишнім середовищем, містять лізоцим – фермент, що руйнує клітинні стінки бактерій. Найбільше його у слюзах, він є у слині, грудному молоці тощо. Хлоридна кислота у шлунку також знищує патогенні мікроорганізми.

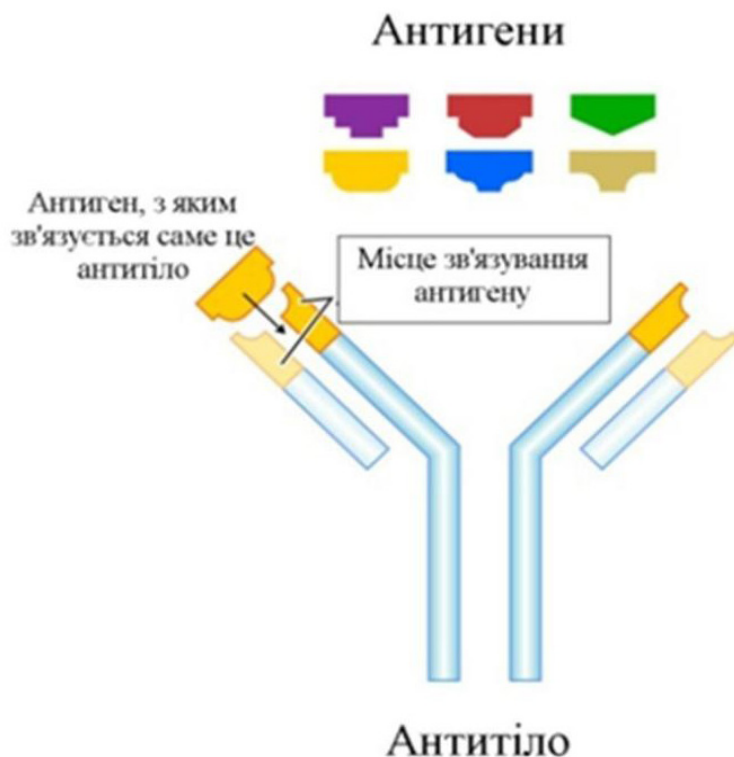
Вроджений імунітет є спадковим. Наприклад, у людей є такий імунітет проти чумки собак, ми нею не хворіємо. Навколо нас – у повітрі, воді, на предметах, на поверхні нашої шкіри та слизових оболонок, у кишечнику – є безліч бактерій, вірусів, найпростіших. Але більшість з них не викликає у нас хвороб саме завдяки вродженому імунітету. Вроджений імунітет також є неспецифічним, тобто він не розпізнає конкретного патогену за притаманними тільки йому ознаками.

Навпаки, **набутий** (або **адаптивний**) імунітет виникає протягом життя під час контакту з інфекційними агентами і не успадковується нащадками. Саме він є специфічним проти певного патогену. Наприклад, після захворювання на кір або скарлатину до них виробляється такий імунітет. Адаптивний імунітет виникає також внаслідок щеплення. На формування адаптивного імунітету потрібен час. Він може діяти кілька місяців, років або все життя.

За механізмом дії розрізняють **гуморальний і клітинний імунітет**.

До гуморального імунітету належить та його ланка, яка забезпечується певними хімічними речовинами. Він може бути неспецифічним або специфічним. Ми вже говорили про антибактеріальний фермент лізоцим і хлоридну кислоту у шлунку. Це фактори неспецифічного гуморального імунітету. Таким фактором є й інтерферони – антивірусні білки широкого спектру дії. Вони блокують розмноження вірусів і стимулюють інші імунні механізми.

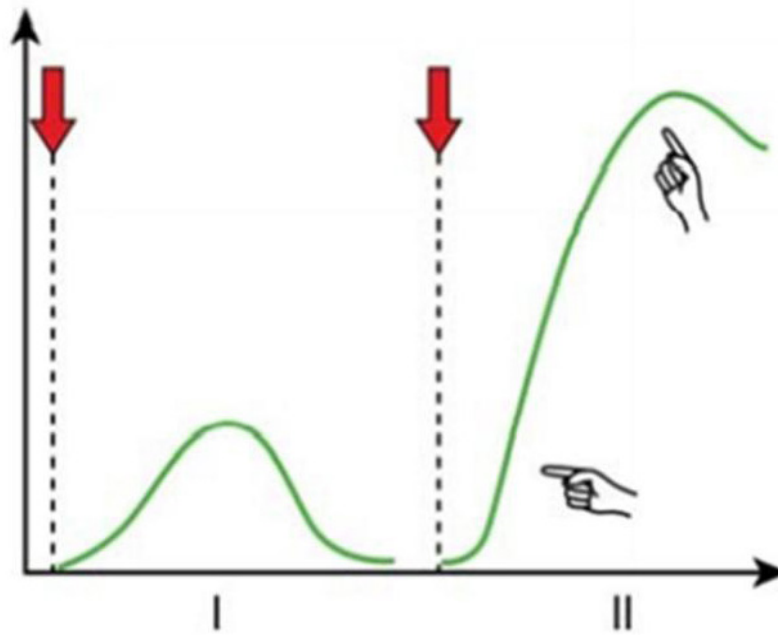
Специфічний гуморальний імунітет пов'язаний зі спеціальними білками – антитілами або імуноглобулінами. Їх виробляють В-лімфоцити крові у відповідь на дію чужорідних речовин – антигенів. Кожний В-лімфоцит може виробляти тільки один тип антитіл, високоспецифічних до свого антигену. Антигенами можуть бути білки на поверхнях бактерій і вірусів, токсичні речовини тощо. На поверхнях клітин злоякісних пухлин також є певні антигени. Антитіла міцно зв'язуються з антигеном. Це може спричинити руйнування токсичної речовини, бактеріальної клітини або клітин, заражених вірусом чи злоякісних.



Механізм зв'язування антигену антитілом

Специфічний імунітет є адаптивним, тобто ми його набуваємо упродовж життя. Це потребує певного часу, за який виробляються В-лімфоцити, що утворюють необхідні антитіла. Наприклад, коли роблять ІФА-аналіз на коронавірусну хворобу, шукають у зразку крові так звані імуноглобуліни М (IgM). Якщо вони є – тест позитивний. Їх можна знайти у крові людини через 1-2 тижні після контакту зі збудником, як правило, через кілька днів після появи симптомів хвороби. Є також антитіла інших типів.

Але як швидко відбувається продукція антитіл? Чи за всіх обставин цей процес відбувається з однаковою швидкістю? Розрізняють первинну і вторинну імунну відповідь. Первинна імунна відповідь виникає за першого контакту зі збудником. Саме вона потребує достатньо часу на формування, кількість антитіл зростає поступово і спочатку не може забезпечити достатнього захисту. Настає хвороба. Подивіться на малюнок. Стрілками показано моменти контакту зі збудником.



Збільшення кількості антитіл за первинної (I) і вторинної (II) імунної відповіді

Але після одужання в організмі залишаються клітини імунної пам'яті, що живуть роками і навіть десятиліттями. За вторинної імунної відповіді (під час повторної зустрічі зі збудником) кількість антитіл зростає значно швидше і досягає вищого рівня. Хвороба не настає.

Клітинний імунітет також може бути **специфічним і неспецифічним**. Специфічний клітинний імунітет пов'язаний із **Т-лімфоцитами**. Ці клітини здатні розпізнавати антигени на поверхні інших клітин. Т-лімфоцити поділяються на **Т-кілери, Т-хелпери та Т-супресори**. Перші вбивають заражені клітини, другі – взаємодіють з В-лімфоцитами, стимулюючи їх розмноження. **Т-супресори** пригнічують імунну відповідь на завершальних етапах хвороби.

Неспецифічний клітинний імунітет здійснюється завдяки **НК-клітинам і фагоцитам**, наприклад, макрофагам. НК-клітини розпізнають білки на поверхні своїх і чужих клітин або клітин, що зазнали злоякісного переродження чи заражені вірусами, і вбивають такі клітини. Букви НК означають “natural killers” – природні вбивці. Фагоцити здійснюють імунний захист завдяки фагоцитозу, наприклад, поглинаючи хвороботворні бактерії.

Якщо імунітет формується імунною системою власного організму, це - **активний імунітет**. Він виникає після перенесеної хвороби (натуральний активний імунітет) або після введення профілактичної вакцини (штучний активний імунітет). Про вакцинацію ми поговоримо на уроці, присвяченому профілактиці інфекційних хвороб.

Пасивний імунітет пов'язаний з дією факторів зовнішнього середовища. Наприклад, у крові новонародженої дитини є антитіла, які вона отримала від матері через плаценту або отримує із материнським молоком. Так формується натуральний пасивний імунітет. Штучний пасивний імунітет виникає після введення лікувальної сироватки з готовими антитілами.

Види імунітету за механізмом дії	
Гуморальний забезпечується певними хімічними речовинами • Специфічний — здійснюється В-лімфоцитами, що виробляють антитіла • Неспецифічний: - інтерферони - лізоцим - хлоридна кислота - тощо	Клітинний • Специфічний— здійснюється Т-лімфоцитами • Неспецифічний— здійснюється завдяки NK-клітинам і фагоцитам

Порушення функціонування імунної системи

Як і у роботі будь-якої системи організму, у функціонуванні імунної системи можуть виникати порушення:

- **Імунодефіцит** – формується за недостатньо ефективної роботи імунної системи. Буває вродженим (первинним) і набутих (вторинним). Найвідоміший приклад - СНІД.
- **Алергічна реакція** – підвищена чутливість імунної системи організму на певні, як правило, безпечні антигени. Такі речовини називаються алергенами.
- **Автоімунні захворювання** – виникають у разі атаки імунною системою власних клітин. Прикладом такого захворювання є цукровий діабет I типу.

До аутоімунних захворювань належать:

- ревматоїдний артрит;
- аутоімунний тироїдит;
- системний червоний вовчак;
- системна склеродермія;
- васкуліти;
- деформуючий остеоартроз (хвороба Бехтєрєва);
- розсіяний склероз;
- неспецифічний виразковий коліт;
- хвороба Крона та інші.

Для нормалізації роботи імунної системи використовують імунокорекцію. За імунодефіциту вона є стимулювальною, за алергічних чи аутоімунних захворювань – пригнічувальною, наприклад, препаратами-імуносупресорами. Також проводять заміщувальну імунокорекцію – вводять готові антитіла, імунні клітини. Вона потребує регулярного повторення або трансплантації червоного кісткового мозку. Сучасним методом є генна терапія, що дозволяє замінити ген, відповідальний за порушення роботи певної ланки імунної системи.

Імуноterapia – сукупність методів лікування хвороб імунобіологічними препаратами: вакцинами, сироватками, моноклональними антитілами тощо.

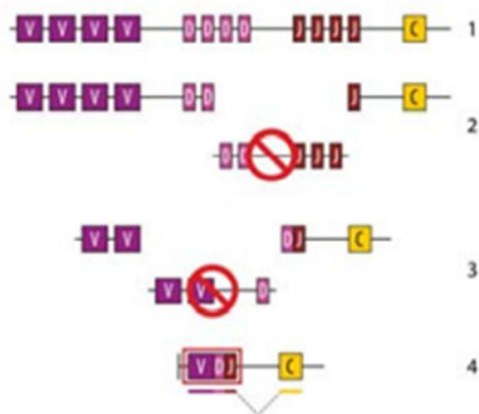
Імунітет, його роботу, практичні методи імунокорекції та імуноterapiї вивчає наука імунологія.

Сьогодні ми дізналися про імунітет, які органи за нього відповідають. Також обговорили види імунітету, механізми його виникнення і порушення.

Завдання

Розгляньте схему процесу VDJ-рекомбінації. Зробіть припущення, яке значення цього процесу для утворення антитіл.

Молекулярно-біологічний механізм формування антитіл



Ген-попередник, який кодує довгий ланцюг антитіла, складається з незмінної (C) та варіабельної частин. Остання складається з повторюваних фрагментів, позначених VDJ (1). При дозріванні клітини обирається випадково один із сегментів кожного типу, а інші видаляються (2 і 3). Отриманий у результаті ген (4) містить унікальну послідовність ДНК.