



Ключовий етап 4

Профілактика та контроль інфекцій: Вакцинація

Урок 7: Вакцинація

У цьому уроці наведені детальна презентація та анімаційний ролик, які показують, як організм щодня бореться зі шкідливими мікробами. Учні візьмуть участь у поглибленому обговоренні вакцинації, включно з розвіюванням деяких поширених помилкових уявлень щодо вакцин.

Результати навчання

Усі учні повинні:

- Розуміти, що щеплення допомагають людям виробити імунітет проти інфекції (інфекцій) і допомагають боротися з інфекцією (інфекціями).
- Розуміти, чому вакцини важливі для учнів зараз і протягом усього їхнього життя.
- Розуміти важливі захворювання, яким запобігають вакцини, і чому вони важливі для молоді, у тому числі учнів.

Більшість учнів повинна:

- Розуміти, як засоби масової інформації та епідемії можуть позитивно чи негативно вплинути на застосування вакцини.

Посилання на навчальну програму

Особисте та соціальне виховання і здоров'я (PHSE) / Відносини, здоров'я та статеве виховання (RHSE)

- Здоров'я та профілактика
- Інтимні та сексуальні стосунки
- Сексуальне здоров'я

Наука

- Наукове мислення
- Експериментальні навички та стратегії
- Аналіз та оцінка

Біологія

- Клітини
- Здоров'я і захворювання

Англійська мова

- Читання
- Письмо

Мистецтво та дизайн

- Графічне спілкування



Урок 7: Вакцинація

Необхідні ресурси

Головна вправа: Робочий аркуш «Імунітет і вакцини»

На клас

- Анімаційний ролик e-bug.eu/eng/KS4/lesson/vaccinations
- Примірник TS1 і TS2

На кожного учня

- Примірник SW1

Додаткова вправа 1: Набір для дебатів для учнів

На клас

- Набір для дебатів «Вакцинація»
- Ресурси: набори для дебатів «Я — вчений», що доступні у вільному доступі за посиланням: debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations

Додаткова вправа 2: Хибні уявлення про вакцини

На клас

- Примірник PP1
- Примірник брошури ВПЛ, що доступний у вільному доступі за посиланням: www.gov.uk/governance/publications/hpv-vaccine-vaccination-guideleaflet
Копія TS3

На кожного учня

- Примірник SW2

Допоміжні матеріали

- TS1 — Аркуш для вчителя з відповідями на анімаційний ролик
- TS2 — відповіді для вчителя на робочий аркуш «Імунна система»
- TS3 — Робочий аркуш «Хибні уявлення про вакцини»
- SW1 — Робочий аркуш «Імунна система»
- SW2 — «Хибні уявлення про вакцини»
- SH1 — Набір для дебатів «Я — вчений», (доступний у вільному доступі за посиланням: debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations)

Розширена підготовка

1. Забезпечте по примірнику SW1 і SW2 для кожного учня.
2. Завантажте інтерактивні слайди з хибними уявленнями про вакцинацію та підготуйте анімаційний ролик, перейшовши на вебсайт e-Bug e-bug.eu/eng/KS4/lesson/vaccinations.
3. Перед уроком ви можете попросити учнів заповнити власний персоналізований графік вакцинації, доступний на сайті e-Bug. Цей графік детально описує всі щеплення, які повинні були зробити учні. Вони можуть обговорити це питання вдома з батьками. Щеплення, які учні (не) зробили, — особиста інформація. Вона не повинна обговорюватись у класі. Учні можуть бути дуже здивовані кількістю щеплень, які їм зробили за все життя.



Урок 7: Вакцинація

Ключові слова

Антитіло

Антиген

COVID-19

ВПЛ

Імунна система

Імунітет

Вакцини

Здоров'я та безпека

Щоб дізнатися більше про безпечні мікробіологічні практики у кабінеті, відкрийте вебсайт CLEAPPS

www.cleapps.org.uk

Посилання на вебсторінки

[Вакцинація \(e-bug.eu\)](http://e-bug.eu)

Вступ

1. Зробіть вступ. Опишіть учням, що вони дізнаються про щеплення та чому щеплення такі важливі. Учні дізнаються факти, обговорять деякі поширені хибні уявлення та вплив інших на прийняття рішень щодо вакцинації. Учні дізнаються, чи впливають засоби масової інформації на використання вакцини, подальші показники захворювань і колективний імунітет.
2. Запитайте учнів, що вони вже знають про щеплення. Питання для обговорення можуть включати такі:
 - a. Ви знаєте, що таке щеплення?
 - b. Як працює щеплення?
 - c. Які щеплення зазвичай роблять дітям і в якому віці?
 - d. Які щеплення робили вам?
 - e. Чому, на вашу думку, потрібні щеплення проти таких захворювань, як грип, кір, епідемічний паротит і краснуха (MMR) або COVID-19?
 - f. Чи знають учні, що таке колективний імунітет? Попросіть учнів описати його своїми словами. (Можна використати анімаційний ролик про колективний імунітет на вебсайті e-bug.eu/eng/KS4/lesson/Vaccinations, якщо учні все ще не мають чіткого уявлення про колективний імунітет).
3. Будьте готові, що деякі учні можуть поставити під сумнів безпеку вакцин. Інформація у розділі інформації для вчителів на початку пакета може допомогти вам відповісти на будь-які потенційні запитання.

Вправа

Головна вправа: Робочий аркуш «Імунітет і вакцини»

1. Попросіть учнів переглянути анімаційні ролики про імунізацію, доступні на вебсайті e-Bug. Анімаційні ролики поділені на три частини. Вони охоплюють імунітет і вакцинацію. Інструкції, які доповнюють анімаційні ролики, можна знайти в TS1.
2. Роздайте всім учням по примірнику SW1. Учні повинні відповісти на запитання, спираючись на інформацію, представлену в анімаційному ролику. Відповіді наведено у TS2.

Обговорення

Обговоріть з класом ці поширені запитання щодо вакцинації

Що таке вакцинація?

Відповідь: Вакцинація — це один спосіб допомогти нашій імунній системі захистити нас від шкідливих хвороб. При вакцинації використовуються природні захисні сили організму, щоб створити стійкість до певних інфекцій і допомогти зміцнити імунну систему.

Чому потрібно вакцинуватися?

Відповідь: Вакцини врятували мільйони життів. Без вакцин ми ризикуємо захворіти та втратити працездатність через такі захворювання, як кір і менінгіт. Щеплення захищають від хвороб і нас, і інших людей. Не всі люди можуть бути щеплені. Іноді це дуже маленькі діти, дуже літні люди та люди із серйозними захворюваннями, наприклад, ослабленням імунної

системи, що викликане хворобою або лікуванням. Вони залежать від вакцинації інших, яка запобігає поширенню інфекції та захищає їх.

Чому вакцинація така важлива?

Відповідь: Вакцини — це безпечний і ефективний спосіб запобігти нам захворюванням. Сьогодні існують вакцини, які захищають нас щонайменше від 20 хвороб, включаючи правець, грип, кір, епідемічний паротит, поліомієліт і менінгіт. Роблячи щеплення, ми захищаємо не лише себе, а й оточуючих. Вакцини допомагають запобігти поширенню інфекції.

Як діє вакцина?

Відповідь: Коли вакцина вводиться в організм, імунна система атакує її так, ніби це шкідливі мікроби атакують організм. Білі кров'яні тільця — частина нашої імунної системи — створюють багато антитіл, які прикріплюються до специфічних маркерів на поверхні організмів вакцини. Ці маркери називаються антигенами. Нашій імунній системі потрібно близько двох тижнів, щоб дізнатися про організми вакцини, і поки це відбувається, ми можемо почуватися трохи втомленими або відчувати біль в руці. Це пов'язано з тим, що імунна система наполегливо працює над тим, щоб знищити всі організми вакцини. Оскільки вакцина — це або інактивована або надзвичайно ослаблена версія мікроба, наша імунна система може обробити вакцину, і вакцина не спричиняє хворобу. Успішно поборовши всі антигени вакцини, імунна система пам'ятає, як боротися з цими мікробами. Тому наступного разу, коли мікроби з тими самими маркерами / антигенами, потраплять в організм, імунна система буде готова боротися з ними, перш ніж у них з'явиться шанс вас заразити. Це означає, що у вас виробляється імунітет проти хвороб.

Додаткові вправи:

Додаткова вправа: Набір для дебатів «Вакцинація»

1. Розроблений у співпраці з «Я вчений», набір для дебатів «Вакцинація» сприяє структурованим практичним дебатам на суперечливу тему. Завантажте набір для дебатів за посиланням debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations.
2. Надаються картки на вісім персонажів. Розділіть клас щонайбільше на вісім груп або на стільки груп, стільки персонажів ви хочете охопити. Призначте кожній групі персонажа.
3. Пропрацюйте кожен раунд дебатів відповідно до інструкцій і заохочуйте учнів обдумувати сказане. Структура демонструє учням, як будувати дискусію і підкріплювати свої думки фактами. Для ефективного проведення уроку до комплекту входять примітки для вчителя.

Консолідація навчання

Попросіть учнів закріпити знання про всі вакцини і створити публічний інформаційний інфографік. Це завдання можна використати, щоб допомогти учням на практиці поширювати корисну інформацію під час взаємодії з місцевою громадою.



В аркуші наведено додаткову інформацію для вчителів, що призначена для використання разом з анімаційним роликом про вакцинацію e-Bug. Анімаційний ролик поділений на 3 кліпи (частини).

Кліп 1

Вступ:

Щоб зрозуміти, як працюють вакцини, нам спочатку потрібно знати, як працює імунна система і як вакцини стимулюють імунну систему для забезпечення захисту від інфекційних захворювань. У цьому короткому анімаційному ролику описано, як імунна система бореться з інфекцією, і пояснюється, як вона реагує на вакцину. Функція імунної системи полягає в тому, щоб відрізнити чужорідні речовини від речовин, які є частиною нашого тіла. Частина або частини будь-якої чужорідної речовини, які розпізнаються імунною системою, називаються антигенами. Антигени присутні на бактеріях, вірусах і чужорідних клітинах від переливання крові або трансплантації органів. Антигени також можуть бути хімічними речовинами, як-от токсинами або компонентами вакцин.

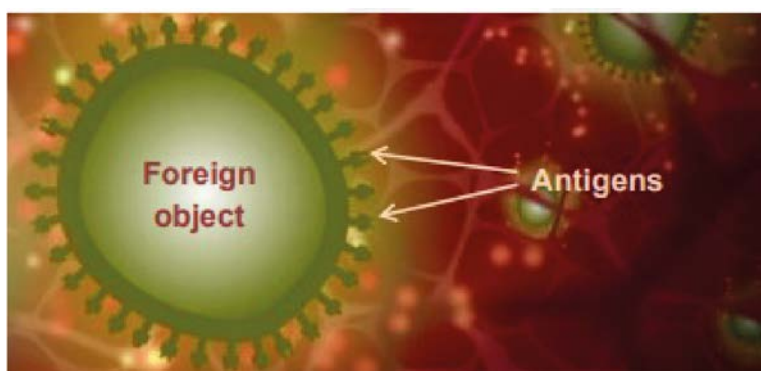
Вроджений імунітет:

Перша лінія захисту організму від сторонніх речовин — це різноманітні фізичні бар'єри, які він має, щоб запобігти проникненню. До цієї групи належать сльози, шлункова кислота, шкіра та крихітні волоски. Нижче пояснюється спеціалізація кожного з цих бар'єрів:

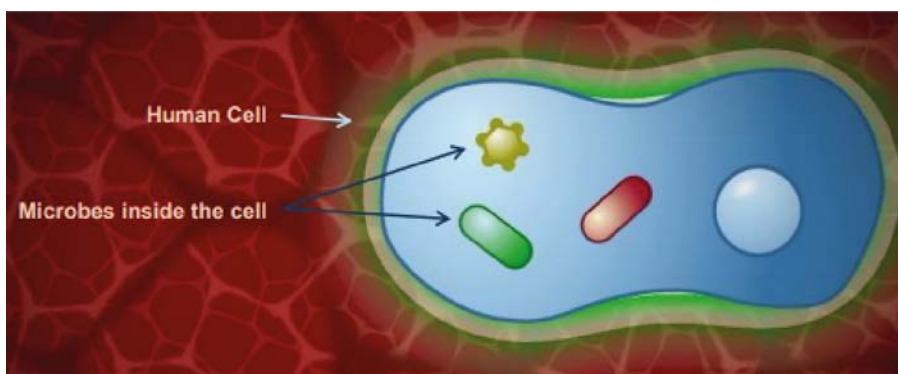
- Шкіра: Шкіра — це фізичний бар'єр нашого тіла. Через цей бар'єр патогени (мікроорганізми, що викликають захворювання) можуть проникнути, коли шкіра подразнена або пошкоджена порізами й ранами.
- Сльози: Око має механізм самоочищення завдяки руху речовин у процесі моргання. Плівка вологи над оком може затримувати такі речовини, як пил, і під час моргання може перемістити пил в куточки ока, де його можна видалити. Сльози також містять такі ферменти, як лізоцим і амілаза, які можуть вбивати деякі бактерії, забезпечуючи ще один рівень захисту.
- Шлункова кислота в шлунку: Кислота в шлунку не тільки сприяє травленню, але й може вбити деякі патогени. Патогени, які не вбиваються цією кислотою, потенційно можуть спричинити захворювання, наприклад сальмонела, яка викликає харчове отруєння.
- Волосинки: Волосинки розташовані вздовж дихальних шляхів у носі та легенях. Ці волосинки розташовані поруч із клітинами слизової оболонки, які виділяють слиз. Слиз може затримувати частинки, які ми вдихаємо, включаючи бактерії та віруси. Рух волосків у носі стимулює чхання, а в легенях вони можуть переміщувати слиз до горла, де його можна відкашляти або проковтнути.



Однак, якщо ці бар'єри порушені, наприклад, через потрапляння бактерій в організм через шкіру, антигени стикаються з великими клітинами — макрофагами, які знаходяться в шкірі. Слово макрофаг походить від слів «великий» та «їсти». Якщо макрофаг розпізнає антиген як щось чужорідне, а не власне, він поглинає його у так званому процесі фагоцитозу, і може знищити цей антиген. Місцеве запалення також викликає вивільнення невеликих білків, які називаються цитокінами. Вони допомагають регулювати імунну відповідь і залучати додаткові макрофаги з кровотоку до місця потрапляння мікробів. Ця перша негайна відповідь називається «вроджений імунітет». Хоча цей імунітет швидкий, він неспецифічний, однаковий для всіх антигенів, і імунна система не зберігає пам'яті про зустріч з антигеном.



Різний імунний захист здійснюється різними імунними клітинами. Вроджена імунна система складається з лейкоцитів та інших клітин, як-от природних клітин-убивць. Лейкоцити включають макрофаги та нейтрофіли, а головна характеристика цих клітин — те, що вони можуть здійснювати фагоцитоз. Фагоцитоз призводить до руйнування чужорідної речовини шляхом злиття перетравленого матеріалу з лізосоною. Лізосома забезпечує суворі умови для знищення збудника (патогена), що включає використання спеціалізованих лізосомальних ферментів (ензимів) і забезпечення висококислотних умов. Природні клітини-убивці вбивають інші клітини, які перебувають під «стресом», наприклад клітини, інфіковані вірусами або бактеріями. Це важлива частина вродженої імунної системи, оскільки деякі бактерії та віруси можуть проникати всередину клітин і тому «приховані» від вродженої імунної системи, наприклад менінгококи та мікобактерії.





Набутий імунітет:

Іноді для усунення антигену потрібна допомога. Окрім спричинення фагоцитозу, макрофаги також можуть транспортувати антиген до місць, де може бути активована набута імунна відповідь. Коли макрофаг, що містить антиген, потрапляє в лімфатичну систему, він рухається до лімфоїдних органів, до яких належать селезінка, мигдалини, аденоїди та пейерові бляшки. У цих органах багато спеціалізованих білих кров'яних тілець двох типів, які називаються лімфоцитами. Лімфоцити, також відомі як В-клітини та Т-клітини, розподіляються по стратегічних місцях по всьому тілу і готові реагувати на антигени. У крові також циркулює багато В-клітин і Т-клітин.

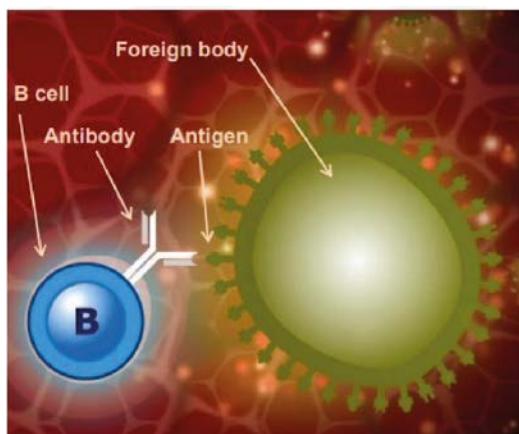
Вроджена імунна система стимулює набуту імунну систему, показуючи набутим імунним клітинам антиген, який має чужорідне тіло. Тому ці клітини називають антигенпрезентуючими клітинами (АПК). Цю роль можуть виконувати дендритні клітини та макрофаги, тому їх також можна класифікувати як АПК. Це відбувається після того, як АПК проходить через лімфатичну систему до місця, де знаходяться спеціалізовані набуті імунні клітини.

Однак стимуляція лімфоцитів у лімфатичних вузлах викликає сильний каскад активації лімфоцитів, оскільки одна клітина АПК може стимулювати багато В-клітин і Т-клітин. Т-клітини — специфічні клітини, які беруть участь у клітинно-опосередкованій відповіді, а В-клітини — клітини, які беруть участь у гуморальній імунній відповіді.

Кліп 2:

В-клітини і Т-клітини: Функції В-клітин і Т-клітин — різні. В-клітини реагують на вільні антигени або антигени на поверхні організмів, які циркулюють назовні та між клітинами тіла. До цієї групи належить більшість бактерій. Однак В-клітини не можуть розпізнавати антигени, розташовані всередині клітин, як-от вірусні білки або певні бактерії, як-от менінгококи та мікобактерії, які пристосувалися до життя в клітинах і тому ускладнюють виявлення імунною системою.

В-клітини виробляють специфічні антитіла, взаємодіючи з антигеном, представленим АПК. Антитіла доповнюють антиген і стимулюють



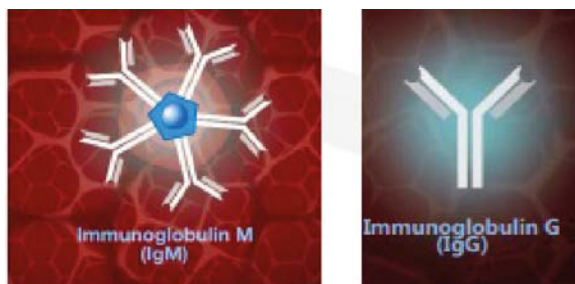


В-клітини виробляють антитіла, однак більшість антигенів не стимулює В-клітини до виробництва антитіл без допомоги Т-клітин. Тому відповідь на ці антигени називається «Т-клітиннозалежною». На відміну від В-клітин, Т-клітини можуть розпізнавати внутрішньоклітинні антигени, якщо вони виражені на поверхні клітини. Т-клітини не виробляють антитіла, але вони виділяють цитокіни, які впливають на інші клітини.

Гуморальна відповідь:

В-клітини циркулюють з молекулою тривимірного білка, яка називається антитілом, на поверхні. Антитіла, також відомі як імуноглобуліни, мають місця зв'язування антигенів, де молекули білка згорнуті таким чином, що утворюється тривимірна щілина, в яку можуть зв'язуватися лише антигени відповідної форми. Також є місце зв'язування макрофагів і нейтрофілів. Частина антигену, яка зв'язується з антитілами, називається епітоп.

Коли одна з молекул антитіл має поверхневий рецептор точної форми, щоб розпізнати антиген, вона зв'язується з ним, як замок і ключ. Потім В-клітини значно збільшуються і перетворюються на великі плазматичні клітини, які виробляють антитіла. Вони здатні виробляти до 100 000 молекул антитіл за хвилину. Молекули антитіл, які вони виробляють, мають рецептори однакової форми, які в першу чергу розпізнають антиген. Цей процес називається гуморальною відповіддю. Коли вперше зустрічається антиген інфекції або вакцини, вироблене антитіло називається імуноглобуліном М або IgM. IgM циркулює у вигляді п'яти зв'язаних разом молекул із 10 місцями зв'язування для швидкого та ефективного зв'язування з антигеном. Якщо той самий антиген зустрічається знову, клас антитіл змінюється на імуноглобулін G (IgG). Це називається перемиканням класів. Перемикання класів означає, що загальна структура антитіл змінюється, окрім



Зв'язування антигену з антитілом може призвести до трьох результатів:

1. Зв'язування антитіла з антигеном знерухоплює чужорідну речовину та нейтралізує її. Це стосується токсинів та інших шкідливих речовин.
2. Антитіла оточують чужорідну речовину і можуть знерухомити її готовою до фагоцитозу клітиною, такою як макрофаг. Імуноглобулін G (IgG)
3. Активується система комплементу. Система комплементу — основна частина гуморальної відповіді. Після того як антитіла зв'яжуться з чужорідним тілом, може приєднатися система комплементу. Система комплементу складається з молекул комплементу — білків, які мають протеазну активність, тобто можуть розщеплювати інші білки.

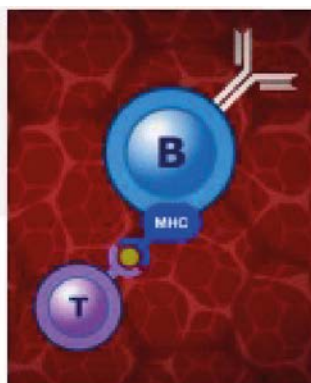
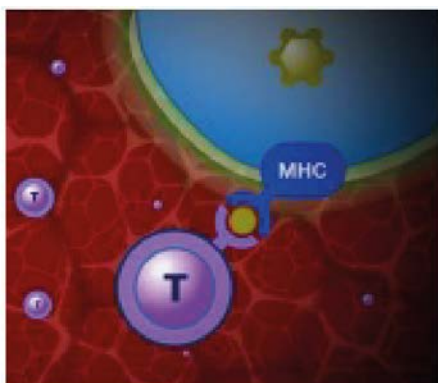


Приєднання молекул комплементу створює протеазний каскад, за допомогою якого одна молекула комплементу розщеплює наступну, активуючи її протеазну активність, щоб та могла розщепити наступну молекулу комплементу і так далі. У результаті каскаду виробляються молекули, які можуть залучати інші імунні клітини до місця потрапляння мікробів, а також підвищувати проникність судин, щоб імунні клітини могли легко дістатися до цього місця через судинну мережу. Деякі молекули комплементу можуть розпізнавати молекули вуглеводів на поверхні бактерії без необхідності зв'язування антитіла, а деяке зв'язування комплементу може фактично викликати знищення шляхом руйнування плазматичної мембрани бактерії.

Клітинний імунітет:

Коли клітини містять внутрішньоклітинні антигени, частина антигену переноситься на поверхню клітини за допомогою молекул, які є частиною головного комплексу гістосумісності або ГКГС. Т-клітини можуть розпізнавати комбінацію молекули ГКГС і антигену. Коли Т-клітини зв'язуються з комплексом ГКГС-антиген, активовані клітини збільшуються, розмножуються та виділяють цитокіни, які потім можуть впливати на інші імунні клітини поблизу та інші токсичні молекули, як-от гранулізин. Гранулізин індукуює апоптоз в інфікованій клітині шляхом утворення отворів у мембрані. Потім отвори сприяють нерегульованому проникненню іонів, води та молекул у клітину, викликаючи цитоліз (осмотичний лізис клітини).

Існують різні типи Т-клітин. Серед них є ті, які можуть знищити інфіковану клітину. Вони називаються цитотоксичні Т-клітини. Інший тип, що називається Т-клітини-хелпери, може допомогти і стимулювати вироблення антитіл В-клітинами. Коли антиген зв'язується з рецептором антитіла на В-клітині, частина антигену також поглинається клітиною, а потім вона представлена на поверхні В-клітини молекулою ГКГС. Цей комплекс ГКГС-антиген розпізнається Т-клітиною, зазвичай Т-хелпером, яка продукує цитокіни. У цьому випадку цитокіни допомагають В-клітинам проліферувати, утворювати ідентичні клітини, виробляючи однакові антитіла.



Платформи ГКГС також можуть монтувати антигени, які вказують на пухлинну клітину. Певною мірою імунна система може розпізнавати аномальні клітини та очищати їх, індукуючи апоптоз.



Кліп 3:

Реакція імунної пам'яті:

Т-клітини пам'яті стимулюють кілька В-клітин і ті стають клітинами пам'яті та зберігають пам'ять про зустріч антигену з антитілом. Коли клітини пам'яті знову зустрічаються з антигеном, або у вигляді природної інфекції, або при введенні бустерної дози вакцини, організм виробляє специфічні антитіла значно швидше та у більшій кількості, ніж під час першої відповіді організму. На відміну від першої відповіді, коли виробляються недовготривалі антитіла IgM, тепер утворюються переважно антитіла IgG, які зберігаються довше. Щоразу, коли клітини пам'яті стикаються з тим самим антигеном, імунна відповідь посилюється. Оскільки патоген або вакцина можуть містити багато різних антигенів, відбувається одночасне стимулювання багатьох різних В-клітин і може вироблятися багато різних антитіл. Наша імунна система надзвичайно потужна. Вона може виробляти мільярди різних антитіл. Якщо одночасно вводити різні вакцини, організм одночасно вироблятиме різні антитіла. Подібно до В-клітин, існують також Т-клітини пам'яті, які утворилися в результаті першої зустрічі з антигеном. Коли ці Т-клітини пам'яті знову зустрічаються з антигеном, вони здатні реагувати швидше й ефективніше. Специфічні гуморальні, клітинно-опосередковані реакції та реакції пам'яті відомі як набутий або адаптивний імунітет.

Вакцинація:

Вакцинація стимулює імунну відповідь, яку щойно було описано, але, що важливо, процес відбувається без ризику виникнення самої хвороби. Вакцинація стимулює створення великої кількості В-клітин і Т-клітин пам'яті, які, якщо і коли згодом зустрічається антиген, виробляють специфічні для такого антигену відповіді досить швидко, щоб запобігти розвитку захворювання. Вакцинація також стимулює вироблення специфічних до антигену антитіл, включаючи IgG, які зберігаються після вакцинації та забезпечують ранній захист від інфекції. Знаючи, як вакцини взаємодіють з імунною системою, ми можемо чіткіше зрозуміти графік вакцинації.

Коли людина вакцинована, процеси в імунній системі, які стимулюються для імітації природного імунітету, включають розпізнавання антигену, вироблення антитіл і формування реакції пам'яті. Все це відбувається без прогресування захворювання. Вакцина міститиме антиген захворювання, або анатоксин (неактивну версія токсину), якщо хвороба, про яку йде мова, викликана токсином, як-от дифтерія або правець. У деяких випадках вакцину можна вводити за допомогою назального спрею, як-от дитячу вакцину проти грипу, що означає, що вакцина всмоктується через слизову оболонку носа.

Антигени у вакцині потім розпізнаються імунною системою, як описано раніше, і поглинаються АПК, а АПК транспортується до лімфатичних вузлів. Потім антиген презентується В-клітинам, які викликають вироблення антитіл і генерацію пам'яті В-клітин і Т-клітин. Якщо вакцинована особа вступає в контакт зі справжнім патогеном, що містить той самий антиген, то стимулюється реакція пам'яті, що призводить до очищення від патогену без виникнення захворювання.



Бустерні вакцинації проводяться, щоб підтримувати кількість антитіл, що циркулюють в організмі, на високому рівні. Якщо пропустити бустерну вакцинацію, реакція пам'яті може бути послаблена, а це може призвести до зараження хворобою.

У випадку грипу проводяться щорічні / сезонні щеплення, оскільки вірус грипу здатний змінювати антигени на своїй поверхні, що призводить до потреби в різній вакцинації для різних антигенів.

Ця зміна в антигенах може виникнути одним із двох шляхів: антигенний зсув і антигенний дрейф. Антигенний зсув відбувається, коли два або більше різних штамів вірусу поєднуються, утворюючи новий вірус. Це трапляється, якщо людина інфікована різними вірусами одночасно. Антигенний дрейф відбувається, коли антиген на вірусі поступово змінюється з часом через зміну генетичного матеріалу всередині вірусу. Це може статися, якщо генетичний матеріал піддається мутації.

Світло-блакитні люди
невакциновані, а тому
незахищені

Людина оточена
вакцинованими особами, які
захищені...

Тому ця невакцинована
людина захищена



Що таке колективний імунітет і чому він важливий?

У будь-якій популяції існує невелика частина людей, які не реагують на вакцини і залишаються незахищеними попри вакцинацію. Крім того, людям зі значними порушеннями імунної системи не можна вводити в організм живі вакцини. Цим людям дуже важливо взагалі не зазнавати впливу інфекції. Якщо в популяції щеплено достатню кількість людей, інфекції, яким може запобігти вакцина, не можуть передаватися легко, оскільки більшість людей має до них імунітет. Таким чином, сприйнятливі люди опосередковано захищені завдяки наявності осіб з виробленим імунітетом. Це і є «колективний імунітет». Необхідно підтримувати високий рівень охоплення населення вакцинацією, щоб досягти колективного імунітету і зберегти його, а також захистити людей, у яких імунітет не виробляється.

Посилання:

Гесснер, Б. Д., Фейкін, Д. Р. Захворюваність на хвороби, яким можна запобігти вакцинацією, як доповнення до ефективності вакцини для встановлення політики вакцинавання. 2014 р. *Vaccine* 30;32(26):3133-8 (Gessner, B.D., Feikin, D.R. (2014) Vaccine preventable disease incidence as a complement to vaccine efficacy for setting vaccine policy. *Vaccine* 30;32(26):3133-8)

Малех, Г. Л., Делео, Ф. Р., Квінн, М. Т. Роль нейтрофілів в імунній системі: огляд. 2014 р. *Methods Mol Biol.* 1124:3-10 (Malech, H.L., Deleo, F.R., Quinn, M.T. (2014) The role of neutrophils in the immune system: an overview. *Methods Mol Biol.* 1124:3-10)

Макінтайр В. Дж., Тамі Дж. А. Введення в імунологію. 1992 р. *Pharmacotherapy* 12(2 Pt 2):2S-10S Вебпосилання (McIntyre, W.J., Tami, J.A. (1992) Introduction to immunology. *Pharmacotherapy* 12(2 Pt 2):2S-10S Web link) Пасупулеті, М., Шмідтхен, А., Мальмстен, М. Антимікробні пептиди: ключові компоненти вродженої імунної системи. 2012 р. *Crit Rev Biotechnol.* 32(2):143-71 (Pasupuleti, M., Schmidtchen, A., Malmsten, M. (2012) Antimicrobial peptides: key components of the innate immune system. *Crit Rev Biotechnol.* 32(2):143-71)

Сторі, М., Джордан, С. Огляд імунної системи. 2008 р. *Nurs Stand.* 23(15-17):47-56 (Storey, M., Jordan, S. (2008) An overview of the immune system. *Nurs Stand.* 23(15-17):47-56)



Робочий аркуш «Імунна система»

1. У людини є різні типи фізичних бар'єрів, які запобігають вторгненню мікроорганізмів. Назвіть три таких бар'єри і поясніть, як вони спеціалізуються на запобіганні інфекції.

Будь-які три з цього переліку: Шкіра, волосинки в [носі / горлі / легенях], сльози, шлункова кислота

Шкіра — фізичний бар'єр для нашого тіла. Через цей бар'єр патогени (мікроорганізми, що викликають захворювання) можуть проникнути, коли шкіра подразнена або пошкоджена

Сльози: Око має механізм самоочищення завдяки руху речовин у процесі моргання. Плівка вологи над оком може затримувати такі речовини, як пил, і під час моргання може перемістити пил в куточки ока, де його можна видалити. Сльози також містять такі ферменти, як лізоцим і амілаза, які можуть вбивати деякі бактерії, забезпечуючи ще один рівень захисту. Шлункова кислота в шлунку: Кислота в шлунку не тільки сприяє травленню, але й може вбити деякі патогени. Патогени, які не вбиваються цією кислотою, потенційно можуть спричинити захворювання, наприклад сальмонела, яка викликає харчове отруєння. Волосинки: Волосинки розташовані вздовж дихальних шляхів у носі та легенях. Ці волосинки розташовані поруч із клітинами слизової оболонки, які виділяють слиз. Слиз може затримувати частинки, які ми вдихаємо, включаючи бактерії та віруси. Рух волосків у носі стимулює чхання, а в легенях вони можуть переміщувати слиз до горла, де його можна відкашляти або проковтнути.

2. Якщо мікроорганізм не виводиться з організму за допомогою вродженої відповіді (реакції фагоцитів), що відбувається далі?

Вроджена імунна відповідь не завжди може усунути інфекцію. Якщо так трапляється, активується набутий / адаптивний імунітет.

Макрофаги, які поглинули антиген, також можуть транспортувати антиген до місць, де може бути активована набута імунна відповідь. Коли макрофаг, що містить антиген, потрапляє в лімфатичну систему, він рухається до лімфоїдних органів, до яких належать селезінка, мигдалини, аденоїди та пейєрові бляшки. У цих органах багато спеціалізованих білих кров'яних тілець двох типів, які називаються лімфоцитами. Лімфоцити, також відомі як В-клітини та Т-клітини, розподіляються по стратегічних місцях по всьому тілу і готові реагувати на антигени. У крові також циркулює багато В-клітин і Т-клітин.



Робочий аркуш «Імунна система»

3. Легіонелла немофіла (*Legionella pneumophila*) — бактерія, яка викликає легіонельоз або так звану хворобу легіонерів. У людини цю бактерію поглинають макрофаги, але вони здатна уникнути звичайних механізмів, які макрофаги використовують для її знищення. Вона здатна жити всередині макрофага й використовувати його поживні речовини, щоб залишатися в живих.

- a. Чому В-клітини не можуть розпізнати антигени бактерії *L. pneumophila*?

В-клітини не можуть розпізнавати внутрішньоклітинні антигени, оскільки реагують на вільні антигени. Вільні антигени знаходяться за нашими клітинами або на поверхні організмів, які циркулюють в нашому тілі. *L. pneumophila* — внутрішньоклітинний патоген / мікроорганізм. Вона не має вільного антигену, який би могла розпізнати імунна система.

- b. Як імунна система ідентифікує *L. pneumophila* і як ця бактерія виводиться з організму?

Антиген *L. pneumophila* може відобразитися на молекулі ГКГС на поверхні інфікованої клітини. Це означає, що його може ідентифікувати імунна система. Молекули ГКГС на наших власних клітинах розпізнаються цитотоксичними Т-клітинами. Після ідентифікації Т-клітина може вивільнити цитокіни, щоб впливати на інші клітини імунної системи.

- c. Чому людина з дефіцитом Т-клітин може бути більш схильною до інфікування внутрішньоклітинними мікроорганізмами?

Т-клітини мають вирішальне значення для ідентифікації внутрішньоклітинної інфекції. Без них імунна система не зможе ідентифікувати та знищити ці внутрішньоклітинні патогени, і вони зможуть розмножуватися й поширюватися на інші клітини. Ось деякі приклади: віруси, мікобактерії та менінгококові бактерії.

4. Як тільки «включається» набута імунна відповідь, плазматичні клітини (лімфоцити) можуть виробляти антитіла. Поясніть, чому антитіла будуть ефективними лише проти одного антигену.

Коли рецептори на поверхні В-клітин розпізнають вільні антигени, вони стимулюються, щоб стати плазматичними клітинами (лімфоцитами), які виробляють антитіла. Молекули білка антитіл згорнуті таким чином, що утворюється тривимірна щільна форма, в яку можуть зв'язуватися лише антигени відповідної форми.



Робочий аркуш «Імунна система»

5. Цитокіни відіграють численні ролі в імунній відповіді. На основі анімаційного ролика ви можете описати два способи, за допомогою яких цитокіни допомагають організму боротися з інфекцією.

Два способи:

Цитокіни можуть:

- Допомагати регулювати вроджену імунну відповідь і залучати додаткові макрофаги з кровотоку до місця інфекції.
- Т-клітини не виробляють антитіла, але вони можуть виділяти цитокіни, які впливають на інші клітини.
- Коли Т-клітини зв'язуються з комплексом ГКГС-антиген, активовані Т-клітини збільшуються, розмножуються та виділяють цитокіни, які потім можуть впливати на інші імунні клітини поблизу.
- Коли антиген зв'язується з рецептором антитіла на В-клітині, частина антигену також поглинається клітиною, а потім вона представлена на поверхні В-клітини молекулою ГКГС. Цей комплекс ГКГС-антиген розпізнається Т-клітиною, зазвичай Т-хелпером, яка продукує цитокіни. У цьому випадку цитокіни допомагають В-клітинам проліферувати, утворювати ідентичні клітини, виробляючи однакові антитіла.

6. Клострідіум ботулінум (*Clostridium botulinum*) — бактерія, яка виробляє ботулінічний нейротоксин. Він широко відомий в медичній промисловості як ботокс. Саме ботулотоксин — смертельний, оскільки викликає млявий параліч у людей і тварин. Однак бактерія *Clostridium botulinum*, яка його виробляє, сама по собі не вважається небезпечною. Імунна система може розпізнавати токсини і мікроорганізми.

а) Як імунна система розпізнає токсини та очищає від них організм? Імунна система використовує гуморальну відповідь адаптивного імунітету для очищення від токсинів. Процес передбачає зв'язування антитіла з токсином / антигеном, який можна знерухомити та нейтралізувати.

б) Чому вакцина проти бактерії *Clostridium botulinum* не вважається такою ж ефективною, як вакцина проти ботулінічного токсину?

Токсин — смертельний компонент. Без токсину бактерія не вважається небезпечною. Вакцина проти токсину є ефективною, оскільки вона може стимулювати імунну систему виробляти антитіла проти токсину, таким чином запобігаючи шкідливим наслідкам хвороби.



Робочий аркуш «Імунна система»

7. Яку функцію виконують такі клітини:

- a. Цитотоксичні Т-клітини?
Цитотоксичні Т-клітини можуть розпізнавати внутрішньоклітинні антигени і знищувати інфіковані клітини
- b. Т-клітини-хелпери?
Т-клітини-хелпери беруть участь у Т-клітинно-залежних відповідях. Вони можуть допомогти стимулювати проліферацію В-клітин, а також допомогти їм перетворитися на плазматичні клітини.
- c. Плазматичні клітини?
Плазматичні клітини походять від В-клітин. Щойно В-клітина розпізнає вільний антиген, вона може стати плазматичною клітиною. Ці плазматичні клітини виробляють антитіла, тому мають великий розмір.

8. Поясніть, чому вакцини — профілактичний засіб захисту від інфекції.

Вакцини показують імунній системі антиген конкретної інфекції, щоб можна було виробляти специфічні антитіла без розвитку захворювання в людини. Якщо людина заражається природним шляхом, вакцина не допоможе, оскільки специфічні антитіла вже будуть вироблені. Вакцини створюють імунітет штучно, тоді як хвороба дає природний імунітет. Заразитися хворобою потенційно небезпечно, тому вакцинація безпечніша.

9. Поясніть, як вакцина викликає реакцію пам'яті в імунній системі.

Вакцина містить антигенний матеріал / антигени для певного мікроорганізму / хвороби. Це призводить до вироблення антитіл плазматичними клітинами / В-клітинами, які комплементарні / збігаються з антигеном із вакцини. Антитіла, що виробляються у відповідь на імунну пам'ять, — IgG / імуноглобулін G, тому вони зберігаються в організмі протягом тривалого часу. Деякі В-клітини та Т-клітини, залучені до ідентифікації антигену з вакцини, диференціюються / перетворюються на клітини пам'яті, які викличуть швидшу імунну відповідь наступного разу, коли зустрінеться антиген.



Робочий аркуш «Імунна система»

10. Колективний імунітет виникає, коли значна частина населення вакцинована проти хвороби. Що могло б статися, якби для зазначених нижче вакцин рівень вакцинації в популяції впав? (Підказка: подумайте про способи їх передачі. Кір передається через дотик і через повітря через заражені краплі від інфікованих людей, а холера передається через воду).

а) Кір

Якщо рівень вакцинації проти кору знизиться, можуть виникнути спорадичні спалахи захворювання, оскільки кір може передаватися між невакцинованими та сприйнятливими особами по повітряю або через контакт з інфікованою людиною.

б) Холера

Подібно до кору, зниження рівня вакцинації проти холери в країнах, де холера — одна з основ загроз для здоров'я населення, може призвести до спалахів. Колективний імунітет все ще важливий; однак, оскільки холера — хвороба, яка передається через воду, вона все ще може вражати людей, які не були щеплені, навіть якщо вони знаходяться поруч з людьми, які були вакциновані.



Хибні уявлення про вакцини — відповіді

1. Природний імунітет краще набутого.
Не правильно. Природний імунітет виникає при контакті з реальним захворюванням. Хоча реальне захворювання запобігти повторному зараженню людини, людина може сильно захворіти, мати довгострокові наслідки для здоров'я або, в деяких випадках, навіть ризикувати померти. Імунітет, отриманий через вакцинацію, не несе цих ризиків.
2. Укол болітиме.
Правильно. У вас може виникнути ранка, але вона швидко загоїться. Іноді після щеплення ви відчуватимете біль у руці, але це тому, що організм докладає зусиль, щоб знищити всі організми вакцини. Саме цей процес забезпечує індивідуальний імунітет проти майбутніх захворювань.
3. Вакцинація викликає побічні ефекти.
Іноді. Побічні ефекти дуже рідкісні і залежать від вакцини. Біль у руці або відчуття втоми можуть бути звичайними явищами, оскільки організм працює над виробленням антитіл, необхідних для боротьби з вакциною. Побічні ефекти дуже ретельно контролюються, і вакцинація не буде схвалена, якщо ризики негативних побічних ефектів переважають переваги.
4. Хвороби, від яких ми щеплені, настільки рідкісні, що я не захворію.
Не правильно. Хвороби, від яких ми щеплені, рідкісні завдяки вакцинам. Завдяки вакцинації було успішно зменшено поширеність смертельних захворювань, включаючи поліомієліт, кір, а тепер і COVID-19, зокрема. Однак якщо люди перестануть робити щеплення від цих хвороб, ми втратимо колективний імунітет і кількість інфікованих людей зросте. Ось чому так важливо робити щеплення, рекомендовані лікарем, щоб захистити себе та інших.
5. Вакцини — небезпечні.
Не правильно. Вакцини проходять ретельний процес випробувань у лабораторіях, на тваринах і людях, щоб перевірити їхню ефективність і відстежувати побічні ефекти. Усі вакцини, що постачаються у Великій Британії, мають бути схвалені Агентством з регулювання лікарських засобів і медичних товарів (MHRA), яке гарантує, що всі ліки та вакцини відповідають суворим стандартам. Після схвалення посадові особи у сфері охорони здоров'я продовжують відстежувати побічні ефекти вакцин і можуть швидко реагувати, якщо є будь-які докази того, що вакцина більше не є безпечною.



Робочий аркуш «Імунна система»

1. У людини є різні типи фізичних бар'єрів, які запобігають вторгненню мікроорганізмів. Назвіть три таких бар'єри і поясніть, як вони спеціалізуються на запобіганні інфекції.
2. Якщо мікроорганізм не виводиться з організму за допомогою вродженої імунної відповіді (коли фагоцити організму реагують з метою знищення збудника), що відбувається далі?
3. Легіонелла нематофіла (*Legionella pneumophila*) — бактерія, яка викликає легіонельоз або так звану хворобу легіонерів. У людини цю бактерію поглинають макрофаги, але вони здатна уникнути звичайних механізмів, які макрофаги використовують для її знищення. Вона здатна жити всередині макрофага й використовувати його поживні речовини, щоб залишатися в живих.
 - a) Чому В-клітини не можуть розпізнати антигени бактерії *L. pneumophila*?
 - b) Як імунна система ідентифікує *L. pneumophila* і як ця бактерія виводиться з організму?
 - c) Чому людина з дефіцитом Т-клітин може бути більш схильною до інфікування внутрішньоклітинними мікроорганізмами?
4. Як тільки «включається» набута імунна відповідь, плазматичні клітини (лімфоцити) можуть виробляти антитіла. Поясніть, чому антитіла будуть ефективними лише проти одного патогену.
5. Цитокіни відіграють численні ролі в імунній відповіді. На основі анімаційного ролика ви можете описати два способи, за допомогою яких цитокіни допомагають організму боротися з інфекцією.



Робочий аркуш «Імунна

6. Клострідіум ботулінум (*Clostridium botulinum*) — бактерія, яка виробляє ботулінічний нейротоксин. Він широко відомий в медичній промисловості як ботокс. Саме ботулотоксин — смертельний, оскільки викликає млявий параліч у людей і тварин. Однак бактерія *Clostridium botulinum*, яка його виробляє, сама по собі не вважається небезпечною. Імунна система може розпізнавати токсини і мікроорганізми.

а) Як імунна система розпізнає токсини та очищає від них організм?

б) Чому вакцина проти бактерії *Clostridium botulinum* не вважається такою ж ефективною, як вакцина проти ботулінічного токсину?

7. Яку функцію виконують такі клітини:

а) Цитотоксичні Т-клітини?

б) Т-клітини-хелпери?

с) Плазматичні клітини (лімфоцити)?

8. Поясніть, чому вакцини — профілактичний засіб захисту від інфекції.

9. Поясніть, як вакцина викликає реакцію пам'яті в імунній системі.

10. Колективний імунітет виникає, коли значна частина населення вакцинована проти хвороби. Що могло б статися, якби для зазначених нижче вакцин рівень вакцинації в популяції впав? (Підказка: подумайте про способи їх передачі. Кір передається через дотик і через повітря через заражені краплі від інфікованих людей, а холера передається через воду).

а) Кір, паротит і краснуха (MMR)

б) Холера



Хибні уявлення про вакцини

Робочий аркуш

Після обговорення в класі розвійте ці поширені хибні уявлення про вакцини. Запишіть точну інформацію про кожне з наведених нижче питань.

1. Природний імунітет краще набутого.
2. Укол болітиме.
3. Вакцинація викликає побічні ефекти.
4. Хвороби, від яких ми щеплені, настільки рідкісні, що я не захворію.
5. Вакцини — небезпечні.



Графік вакцинації

