**МОРФОЛОГІЯ БАКТЕРІЙ**

Бактерії – це переважно одноклітинні організми, які не мають чітко сформованого ядра та хлорофілу. Вони розмно­жуються простим поділом.

Форма бактерій та" їх розміри мають велике таксономіч­не значення і є важливими критеріями при їх ідентифікації (мал. 2). Мікроскопія патологічного матеріалу та вивчення мор­фологічних особливостей мікроорганізмів дозволяють встано­вити діагноз гонореї, сифілісу, лептоспірозу, поворотного тифу, туберкульозу, а також поставити орієнтовний діагноз правця, газової анаеробної інфекції, дифтерії.

Розміри бактерій коливаються від 0,2 до 10 мкм (більшість із них має розміри 0,5 – 0,8 мкм 2 – 3 мкм).

Бактерії можуть мати різну форму (коки, палички, звивис­ті, ниткоподібні, трикутні, зіркоподібні, кільцеподібні та ін.; схема 3).

сарцини (розміщуються тюками – до 8, 16, 32, 64) – непа­тогенні;

стафілококи (мають форму грона) – спричинюють гній­
но-запальні процеси;

стрептококи (розміщуються ланцюжком) – спричинюють гнійно-запальні процеси

Коки кулястої форми, але бувають бобоподібні та ланцето­подібні бактерії.

За характером поділу та розміщення розрізняють такі коки:

мікрококи (розміщуються поодиноко, безладно) – сапрофі­ти (але є й умовно-патогенні), спричинюють запальні процеси;

диплококи (розміщуються попарно, мають форму бобів) – збудники епідемічного цереброспінального менінгіту, гонореї і бленореї;

тетракоки (розміщуються по чотири) – непатогенні;

Палички, що не утворюють спор (аспорогенні), називають просто бактеріями (збудники дифтерії, чуми, кишкових захво­рювань). Спорогенні палички, що живуть в аеробних умовах і утворюють спори, діаметр яких менший за поперечник клі­тини, називають бацилами (збудник сибірки). Спорогенні ана­еробні палички, які утворюють спори, діаметр яких більший за поперечник клітини, називають клостридіями (схема 4). За формою вони нагадують барабанну паличку, веретено або те­нісну ракетку (збудники правця, ботулізму, газової анаероб­ної інфекції).

Спора може розміщуватися центральне (збудник сибірки), термінальне – на кінці (збудник правця), субтермінально – ближче до кінця (збудник ботулізму).

Палички розрізняються розміщенням, розміром, діаметром і формою кінців.

Монобактерії розміщуються хаотично (більшість бактерій), диплобактерії, або диплобацили,– попарно, стрептобактерії, або стрептобацили,– ланцюжком.

Короткі палички (кокобактерії) мають розміри до 1 мкм (збудники коклюшу, бруцельозу, туляремії), довгі – понад З мкм (клостридії, кишкові палички та ін.).

За діаметром розрізняють тонкі (мікобактерії туберкульозу) і товсті (клостридії) палички, а за формою кінців – заокруглені (кишкові палички, шигели, сальмонели), овоїдні (збудник чу­ми), обрубані (збудник сибірки), стовщені, булавоподібні (збуд­ник дифтерії), загострені (фузобактерії).

Звивисті бактерії відрізняються кількістю завитків (схема 5).

Поліморфізм – здатність змінювати форму під дією рі­зних факторів (антибіотиків, дезінфекційних розчинів, умов культивування та ін). Найбільш властивий паличкам. Це слід ураховувати при ідентифікації.

**БУДОВА БАКТЕРІАЛЬНОЇ КЛІТИНИ**

Бактерії – прокаріоти, тому їх структура відрізняється від структури клітин рослин і тварин (евкаріотів). Бактерії не ма­ють ядерної оболонки, мітохондрій та апарату Гольджі. Вони мають клітинну стінку, яка є лише в прокаріотів.

У бактеріальній клітині розрізняють такі основні частини: поверхневі структури, клітинну оболонку та цитоплазму з нуклеоїдом (мал. 3).

Деякі бактерії утворюють спори, містять включення та плазміди.

Поверхневі структури. До них відносять капсулу, джгути­ки, мікровійки. Наявність або відсутність їх є постійною озна­кою для даного виду. Це враховують під час ідентифікації мік­роорганізмів.

Капсула. Розрізняють мікро- та макрокапсулу, або слизо­вий шар.

Мікрокапсулу виявляють за допомогою Електронної мікро­скопії. Вона представлена мукополісахаридними фібрилами. Роль її остаточно не з'ясовано.

Макрокапсула – це стовщений слизовий шар, його мають не всі мікроорганізми. Оскільки капсула має гелеподібну кон­систенцію, вона не затримує барвників, тому при забарвленні за Буррі – Гінсом забарвлюється фон препарату та клітина, а сама капсула лишається безбарвною. У деяких мікроорганізмів (збудників пневмонії, сибірки та ін.) капсули утворюються в ор­ганізмі людини або тварини, а в деяких – як у макроорганізмі, так і на штучних живильних середовищах (S. aureus, S. pyogenes, Klebsiella pneumoniae, Klebsiella rhinoscleromatis та ін.). У па­тогенних мікроорганізмів капсула може оточувати одну (збуд­ник чуми – Y. pestis) чи дві клітини (збудник пневмонії – S. pneumoniae), навіть цілий ланцюжок клітин (збудник сибірки). Капсула захищає клітину від бактеріофагів, фагоцитів та антитіл. Тому вона є фактором патогенності (пневмококи, що втрачають капсулу, стають непатогенними). ,

Вона обумовлює антигенні властивості мікроорганізмів (К-антиген – капсульний антиген).

Слизовий шар. Бактерії часто виділяють велику кількість слизу, котрий утворює навколо них пухкий шар.

Джгутики мають не всі мікроорганізми. За кількістю та розміщенням джгутиків мікроорганізми поділяють на такі групи (мал. 4):

монотрихи – один джгутик розміщується на полюсі кліти­ни (холерний вібріон);

лофотрихи – пучок джгутиків розміщується на одному кін­ці (синьогнійна паличка);

амфітрихи – пучок джгутиків розміщується на обох кін­цях (спірили);

перитрихи – джгу­тики розміщуються на всій поверхні клітини (сальмонели, ешерихії та ін.).

Такий поділ мікроор­ганізмів є досить умов­ним. Дані електронної мікроскопії свідчать про те, що монотрихи ма­ють кілька джгутиків, а амфітрихи – ,це дві клітини монотрихів, що не повністю по­ділилися.

За допомогою джгутиків мікроорганізми рухаються. Для ви­явлення їх рухливості використовують такі методи:

1) мікроскопічний – фазово-контрастна або звичайна світ­лова мікроскопія "роздавленої" або "висячої" краплі;

2) бактеріологічний – посів штриком у стовпчик напівщі-льного агару: рухливі бактерії ростуть дифузно, а нерухливі – тільки там, де зроблено посів.

Мікровійки. Окрім джгутиків, поверхню бактерій вкри­вають мікровійки. Розрізняють 2 типи мікровійок: 1) фімбрії, або війки; 2) кон'югативні, або донорські (F-пілі).

Фімбрії– це короткі тонкі волоски, їх може бути від 10 до кількох тисяч. Вони є фактором патогенності. За допомогою фімбрій бактерії прикріпляються до чутливих клітин (адгезія), де потім розмножуються (колонізація).

F-пілі – довгі тонкі ниткоподібні структури. Бактерія мо­же мати 1–2 такі структури. Вони є апаратом кон'югації у бак­терій, які є носіями плазмід. F-пілі забезпечують контакт між клітиною-донором і клітиною-реципієнтом, а також передачу спадкової інформації, що є в плазмідах.

Клітинна оболонка складається з клітинної стінки і цито­плазматичної мембрани.

Клітинна стінка. Забарвлення залежить від будови клі­тинної стінки, яка складається з двох шарів: внутрішнього (ригідного) та поверхневого (пластичного). У грампозитивних мікроорганізмів більш виражений ригідний шар, утворений пептидогліканом (до 90 %), який містить тейхоєві кислоти. Пластичний шар майже не виражений. Крістіан Грам за­пропонував метод забарвлення мікроорганізмів генціановим фіолетовим і розчином Люголя, мікроорганізми при цьому забарвлюються у фіолетовий колір. Після обробки спиртом і промивання водою одні з них втрачали попереднє забарвлен­ня і забарвлювалися фуксином Пфейффера в червоний колір, їх назвали грамнегативними. Мікроорганізми, які не втрачали фіолетового забарвлення, назвали грампозитивними.

У грамнегативних мікроорганізмів виражені пластичний і ригідний шари. Пластичний шар складається з ліпополісаха-риду (ЛПС) і поверхневої мембрани (вони мозаїчно перепліта­ються), а також ліпопротеїдів. ЛПС запускає синтез близько

20 сполук, що виявляють хвороботворну дію на макроорга­нізм. Він спричинює підвищення температури тіла. ЛПС ще називають ендотоксином (оскільки він знаходиться у клітин­ній стінці). ЛПС складається з ліпіду А (саме він і є токсич­ним) та полісахариду. Полісахарид є чужорідним для макроор­ганізму (О-антиген) і спричинює утворення антитіл. У різних видів бактерій полісахариди різні, а в бактерій одного виду – однакові. Це пояснює антигенну специфічність мікробів.

Патогенних мікроорганізмів більше серед грамнегативних.

Поверхнева мембрана містить білки, які є рецепторами для фагів і коліцинів. Ці білки зумовлюють адгезію мікробів (здат­ність прикріплюватися до клітини макроорганізму).

В експерименті (in vitro) можна зруйнувати клітинну стін­ку. Лізоцим руйнує лише пептидоглікан клітинної стінки грам­негативних мікроорганізмів, а поверхнева мембрана (або її час­тина) залишається неушкодженою. Бактерії, у яких частково зруйнована клітинна стінка, називають сферопластами. Після обробки грампозитивних бактерій ферментами, які руйнують пептидоглікан, утворюються протопласті – структури, у яких повністю зруйнована клітинна стінка.

Грампозитивні та грамнегативні мікроорганізми мають по­над 20 відмінностей. Основні з них наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Відмінності міжграмнегативними та грампозитивними мікроорганізмами

|  |  |
| --- | --- |
| **Грамнегативні мікроорганізми** | **Грампозитивні мікроорганізми** |
| Забарвлюються в червоний колір | Забарвлюються у фіолетовий колір |
| Клітинна стінка тонша, складніша за структурою | Клітинна стінка товща, простіша за структурою |
| Вміст пептидоглікану незначний (5-10 %) | Вміст пептидрглікану значний(до 90 %) |
| Малочутливі до йоду, пеніциліну, лізоциму | Чутливі до йоду, лізоциму, пеніциліну (пептидоглікан є мішенню) |
| Клітинна стінка містить ЛПС (ендотоксин) | Більшість бактерій утворюють екзотоксини. Не містять ЛПС |

Роль клітинної стінки:

1) бере участь у рості та поділі клітини;

2) захищає від дії факторів зовнішнього середовища та ма­крофагів (знижує фагоцитарну активність макрофагів, галь­мує їх міграцію);

3) є фактором патогенності;

4) визначає антигенну структуру мікроорганізмів (О-анти­ген).

В організмі людини під дією антибіотиків, ферментів та ан­титіл бактерії можуть перетворюватися на L-форми. Це бакте­рії, які втратили клітинну стінку, але зберегли здатність до розмноження. Незалежно від виду бактерій L-форми мають подібні морфологічні, культуральні, тинкторіальні та антиген­ні властивості, їх вірулентність знижена, всі вони нечутливі до хіміотерапевтичних препаратів і антитіл. L-форми зумовлю­ють тривале персистування збудника в організмі, перехід гос­трої інфекції в хронічну.

Цитоплазматична мембрана. Між клітинною стін­кою та цитоплазматичною мембраною є периплазматичний простір. У грамнегативних мікроорганізмів він заповнений ферментами.

При інвагінації (вдавлюванні) цитоплазматичної мембрани утворюються мезосоми, які беруть участь у синтезі клітинної стінки, поділі бактерії і спороутворенні. Через цитоплазматич­ну мембрану здійснюється транспорт речовин у клітину. Вона напівпроникна (одні речовини пропускає, а інші – ні). Цито-' плазматична мембрана є осмотичним бар'єром. На ній виявле­но ферментні системи, які беруть участь у синтезі ферментів

і токсинів.

Цитоплазма – складна колоїдна система, яка містить нуклеоїд, плазміди, рибосоми та різні включення.

Нуклеоїд (хромосома, генофор) є еквівалентом ядра евкаріот, але не має ядерної мембрани. Нуклеоїд являє собою ДНК, замкнуту в кільце. За аналогією з евкаріотами цю структуру називають хромосомою (вона одна). Кількість закодованої ін­формації різна у різних видів (2500 – 3000 генів). Перед поді­лом ДНК подвоюється.

Плазміди – додаткова кільцева молекула ДНК. Нині їх розглядають як найпростіші організми, які не мають системи синтезу білка та енергії. Вони паразитують на бактеріях, наділяючи їх певними властивостями (стійкість до антибіотиків, вірулентність та ін.). Плазміди передаються під час кон'югації мікробних клітин та поділу.

Рибосоми. На рибосомах відбувається синтез білка) Вони складаються із субодиниць 505 і 305, які об'єднуються в рибо­сому 705. Бактеріостатичні антибіотики (левоміцетин, тетра­циклін, стрептоміцин) пригнічують синтез білка тільки на ри­босомі 705 і не порушують його синтез на рибосомах людей і тварин (805).

Запасні речовини. До них відносять крохмаль, глікоген і гранульозу, у грибів роду Candida – тригліцериди, у мікобак­терій та нокардій – воски. Вони мають діагностичне значення (волютин – у коринебактерій).

Спора – стійка форма бактерій (мал. 5). Зустрічається переважно в паличкоподібних мікроорганізмів, дуже рідко – у коків і звивистих бактерій. Утворюються спори протягом 18 – 20 год. Вони проростають протягом 4 – 5 год. Ніколи не утворюються в тканинах людей і тварин. Вони являють собою ущільнену ділянку цитоплазми з нуклеоїдом, укриту щільною багатошаровою оболонкою, яка містить ліпіди, велику кіль­кість кальцію, мінімальну кількість води (близько 40 %) та ін­ші сполуки, яких немає у вегетативних клітинах (наприклад, дипіколінову кислоту, завдяки якій спори є термостійкими).

Спори стійкі до висо­ких температур (спо­ри збудників ботулізму витримують кип'ятін­ня протягом 1–6 год), висушування, зміни рН. На них не діють дезін­фекційні розчини. Спори можуть упродовж десятків років зберігатися в несприятли­вих умовах зовнішнього середовища. Це слід ураховувати при виборі методів знезаражування. Матеріал, що містить спори, знезаражують в автоклаві за температури 132 °С або в сухо-жаровій шафі за температури 150– 170 °С.