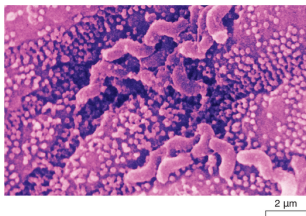
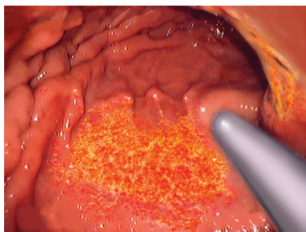


Il fisico tedesco Robert Koch fu il primo a dimostrare chiaramente che i batteri sono causa di malattie infettive. Nel 1876, provò che il *Bacillus anthracis* era responsabile dell'antrace. Utilizzando il microscopio, egli osservò i batteri nel sangue e nella milza di pecore morte. I topi inoculati con il sangue delle pecore infettate mostrarono nel loro sangue la presenza di *Bacillus anthracis*. Inoltre, coltivò i batteri e dimostrò che nei topi inoculati con essi si sviluppava l'antrace.

Koch propose una serie di linee guida, oggi note come postulati di Koch , che sono ancora utilizzate per dimostrare che un particolare patogeno causa i sintomi specifici di una malattia: (1) il patogeno deve essere presente in tutti gli individui con quella malattia; (2) un campione di quel microrganismo, prelevato dall'individuo infetto, deve poter crescere in coltura; (3) quando un campione di una coltura pura è iniettato in un individuo sano, causa la stessa malattia; (4) il microrganismo può essere recuperato dall'individuo infettato sperimentalmente.



(a) Immagine MES di *Helicobacter pylori* adeso al rivestimento epiteliale dello stomaco.



(b) Ulcera peptica.

FIGURA 20-13 *Helicobacter pylori*, il batterio che causa le ulcere peptiche

Numerosi adattamenti contribuiscono al successo dei patogeni

I patogeni possono entrare nel corpo con il cibo, con la polvere, con goccioline d'acqua o attraverso lesioni della pelle. Molte malattie sono trasmesse dagli insetti o attraverso il morso degli animali. Per provocare una malattia, un patogeno deve aderire ad uno specifico tipo di cellula, moltiplicarsi e produrre sostanze tossiche. L'adesione e la moltiplicazione possono avvenire solo quando il patogeno compete con successo con i normali batteri residenti e supera le difese dell'ospite contro l'invasione batterica.

L' *Helicobacter pylori* , la causa più comune di ulcere peptiche (ulcere dello stomaco e del duodeno), è un patogeno di grandissimo successo (FIG. 20-13). È anche associato alla gastrite cronica (infiammazione dello stomaco) e al cancro dello stomaco (il secondo tipo più comune di cancro nel mondo). Si stima che l'

Helicobacter pylori viva nel tratto intestinale del 40% degli adulti nei paesi sviluppati e dell'80% degli adulti nei paesi in via di sviluppo. Tra i suoi numerosi adattamenti, c'è la sua capacità di produrre intorno a sé uno schermo alcalino che lo protegge dagli acidi dello stomaco. Un altro contributo al suo successo è dato dai potenti flagelli utilizzati per la propulsione del patogeno attraverso lo spesso strato di muco che riveste internamente lo stomaco.

I patogeni producono una varietà di sostanze atte ad aumentarne il successo. Alcuni batteri producono esotossine, potenti veleni secreti dalla cellula o liberati quando la cellula viene distrutta. La tossina, e non la presenza dei batteri stessi, è responsabile della malattia. Come già ricordato, la difterite è causata da un batterio gram-positivo (*Corynebacterium diphtheriae*), reso lisogenico da un fago. La tossina della difterite uccide le cellule e causa infiammazione.

Capitolo 20 Importanti malattie batteriche e loro agenti eziologici

Malattia	Patogeno	Epidemiologia/Commenti
Antrace	<i>Bacillus anthracis</i>	Colpisce più comunemente gli animali domestici, come il bestiame. Può essere trasmesso all'uomo da animali o da prodotti di animali infetti. Le endospore possono sopravvivere nel suolo per molti anni. L'antrace non si trasmette da persona a persona. L'infezione può verificarsi in tre forme: cutanea, per inalazione e gastrointestinale.
Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	Si contrae consumando alimenti che contengono l'endotossina o attraverso ferite infette. Il botulismo infantile è causato dall'ingestione di endospore. Causa paralisi muscolare e può determinare la morte per blocco respiratorio.
Clamidia	<i>Chlamydia trachomatis</i>	Una delle più frequenti malattie a trasmissione sessuale negli Stati Uniti. Circa il 75% delle donne infette ed il 50% degli uomini infetti sono asintomatici. Se non trattata, l'infezione si diffonde e danneggia gli organi riproduttivi; può portare all'infertilità. Questo patogeno può anche infettare gli occhi ed è responsabile di milioni di casi di cecità in tutto il mondo ogni anno.
Colera	<i>Vibrio cholerae</i>	Si contrae consumando alimenti o acqua contaminati dal batterio. È comune nelle zone con acque impure ed inadeguati trattamenti delle acque di scarico. Il batterio infetta l'intestino e può causare una grave diarrea. La rapida perdita di liquidi può portare alla disidratazione e alla morte.
Difterite	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Si trasmette da persona a persona attraverso stretti contatti respiratori e fisici. È endemica nei paesi in via di sviluppo. Negli Stati Uniti non è più comune dagli anni '20, quando si rese disponibile il vaccino. Il batterio infetta il muscolo cardiaco e le vie respiratorie.
Tifo epidemico	<i>Rickettsia prowazekii</i>	È trasmesso da pidocchi del corpo infetti. Dopo un periodo di incubazione di 8-12 giorni, si sviluppano i sintomi, che includono febbre, forte emicrania, dolori muscolari e brividi. Dopo diversi giorni, compare un'eruzione cutanea. Circa il 40% dei pazienti non trattati muore.
Gonorrea	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Comune malattia a trasmissione sessuale.
Malattia di Hansen (lebbra)	<i>Mycobacterium leprae</i>	Si pensa che possa essere trasmessa da persona a persona attraverso le secrezioni nasali. Questa malattia ha provocato la morte di 2 milioni di persone in tutto il mondo. Tipicamente, colpisce la pelle, i nervi e le membrane mucose.
Malattia di Lyme	<i>Borrelia burgdorferi</i>	È trasmessa all'uomo dal morso di zecche infette. I sintomi includono eruzioni cutanee, emicrania, febbre ed affaticamento. Se non trattata, l'infezione può diffondersi alle articolazioni, al cuore ed al sistema nervoso.
Ulcera peptica	<i>Helicobacter pylori</i>	L'ulcera peptica è una lesione nel rivestimento interno dello stomaco o del duodeno (parte superiore dell'intestino tenue).
Pertosse	<i>Bordetella pertussis</i>	È altamente trasmissibile da persona a persona. Causa violenti spasmi di tosse. È disponibile la vaccinazione.
Peste	<i>Yersinia pestis</i>	È trasmessa all'uomo da roditori, scoiattoli e gatti selvatici attraverso pulci infette. Se non trattata, può portare alla morte. Ha ucciso milioni di persone in Europa durante il Medioevo.
Polmonite	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	È trasmessa da persona a persona. Ceppi di <i>S. pneumoniae</i> sono resistenti ad uno o più antibiotici comunemente utilizzati per il trattamento di questa infezione. L'incidenza è diminuita in seguito all'introduzione di un vaccino.
Salmonellosi	<i>Salmonella</i> sp.	È trasmessa all'uomo da polli, uova o altri alimenti contaminati. È trasmessa anche attraverso le feci di animali infetti, come lucertole, tartarughe, pulcini, uccellini, cani e gatti. I sintomi includono febbre, diarrea e mal di stomaco.
Tetano	<i>Clostridium tetani</i>	I batteri penetrano nell'organismo attraverso una ferita cutanea. Colpisce il sistema nervoso; causa blocco mandibolare, rigidità del collo, difficoltà di deglutizione, febbre e spasmi muscolari. È disponibile la vaccinazione.
Diarrea del viaggiatore	<i>Escherichia coli</i> enterotossigenico è la causa più comune	Si contrae consumando alimenti o acqua contaminati. Colpisce dal 30% al 50% dei viaggiatori nelle aree ad alto rischio (Centro e Sud America, Africa, Medio Oriente e gran parte dell'Asia).
Sifilide	<i>Treponema pallidum</i>	È una malattia a trasmissione sessuale che si trasmette attraverso il contatto diretto con una piaga da sifilide. Se non trattata, arriva a danneggiare cervello, fegato, ossa e milza, e può portare alla morte.
Tubercolosi	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	È trasmessa da persona a persona attraverso l'inalazione di aria contenente il patogeno. I sintomi includono affaticamento, tosse, febbre e perdita di peso. Non è comune negli Stati Uniti. Tuttavia, una forma resistente a molti farmaci costituisce una minaccia crescente.
Febbre tifoide	<i>Salmonella typhi</i>	È trasmessa da persona a persona attraverso la contaminazione fecale di alimenti o acqua. Il rischio massimo è a carico dei viaggiatori nei paesi in via di sviluppo, ma è disponibile il vaccino. I sintomi includono febbre alta, emicrania ed inappetenza. Se non trattata, può portare alla morte.

Il botulismo, un tipo di avvelenamento alimentare che può provocare paralisi e talvolta la morte, deriva dall'ingestione di cibo in scatola mal conservato. Il botulismo è causato da un'esotossina liberata dal *Clostridium botulinum*, un batterio sporigeno gram-positivo. Durante il processo di inscatolamento, il cibo deve essere riscaldato a sufficienza per uccidere qualsiasi spora temperaturaresistente presente. Se ciò non accade, le endospore possono germinare. La risultante popolazione batterica cresce e rilascia un'esotossina così potente che un grammo potrebbe uccidere un milione di persone! Come numerose esotossine, quella che provoca il botulismo può essere inattivata dal calore. (Il cibo deve essere riscaldato a 80°C per 10 minuti o bollito per 3 o 4 minuti).

La tossina botulinica, denominata commercialmente Botox, viene utilizzata in quantità estremamente piccole per il trattamento di diverse condizioni che determinano spasmi (contrazioni muscolari involontarie). Poiché la Botox è una neurotossina che agisce paralizzando i muscoli, può anche attenuare le rughe del viso causate dalla contrazione dei muscoli sottostanti; tuttavia, i suoi effetti durano soltanto da tre ad otto mesi.

Le endotossine non sono secrete dai patogeni, bensì sono componenti della parete cellulare dei batteri gram-negativi. Questi composti colpiscono l'ospite solo quando vengono liberati in seguito alla morte dei batteri. Le endotossine si legano ai macrofagi e li stimolano a liberare sostanze che causano la febbre e altri sintomi dell'infezione. Diversamente dalle esotossine, che causano sintomi specifici, tutte le endotossine sembrano scatenare sintomi sistemici. Le endotossine non vengono distrutte dal calore.

Molti batteri sono diventati resistenti agli antibiotici

I batteri mutano frequentemente e si riproducono rapidamente. Molti antibiotici agiscono sulla sintesi proteica. Ad esempio, la streptomina e gli antibiotici ad essa correlati bloccano l'inizio della traduzione. Le tetraciline impediscono il legame degli aminoacilRNA al sito A del ribosoma.

La resistenza ai farmaci può risultare da un accumulo di mutazioni nel DNA plasmidico o cromosomico. I plasmidi che contengono geni per la resistenza agli antibiotici sono detti fattori R. Essi posseggono geni per la resistenza ad uno specifico farmaco e per la trasmissione della resistenza ad altri batteri. Alcuni fattori R contengono diversi geni per la resistenza agli antibiotici, ciascuno dei quali è specifico per un farmaco diverso.

Ceppi di *Staphylococcus aureus* (SA) resistenti alla meticcilina, conosciuti come MRSA, o resistenti alla vancomicina (VRSA), sono stati direttamente collegati al trasferimento orizzontale di geni per l'antibiotico-resistenza mediata da plasmidi. Si è stimato che l'1% della popolazione sana degli Stati Uniti è portatrice di MRSA (FIG. 20-14). Questi "superbatteri" possono causare l'infezione di soggetti con le difese immunitarie compromesse. Il Centro degli Stati Uniti per il Controllo delle Malattie ha calcolato che MRSA è responsabile di 90.000 infezioni gravi ogni anno che causano la morte di circa 17.000 pazienti.

Il principale fattore che contribuisce allo sviluppo della resistenza agli antibiotici è l'uso eccessivo di questi farmaci. In qualsiasi popolazione batterica, è verosimile che vi siano almeno alcuni batteri che sono geneticamente resistenti ad un determinato antibiotico. I batteri che non sono resistenti vengono uccisi dall'antibiotico, mentre i batteri resistenti sopravvivono, si moltiplicano e danno origine ad una popolazione resistente. Si noti che questo è un comune esempio di selezione naturale attuale.



FIGURA 20-14 *Fotografia MES a colori di uno Staphylococcus aureus resistente alla meticcilina (MRSA).* Questo batterio mostra anche un'aumentata resistenza alla vancomicina.

Di recente, è stato descritto un altro tipo di resistenza ai farmaci, che spiega come mai alcune infezioni, ad esempio quelle del tratto urinario, sono difficili da curare. Quando *E. coli* infetta la vescica, il sistema immunitario mette in atto una potente difesa. I batteri resistono all'attacco formando biofilm (discussi in precedenza). Ogni biofilm è circondato da una matrice ricca di polisaccaridi e da uno schermo protettivo. I batteri all'interno del biofilm risultano resistenti sia agli antibiotici che alle difese dell'ospite. Si stima che i batteri che crescono in un biofilm siano fino a 1000 volte più resistenti agli antibiotici dei batteri dello stesso tipo che non hanno formato un biofilm. All'interno dei biofilm, l'espressione genica differenziale e le mutazioni portano alla formazione di colonie batteriche diversificate. La strategia del biofilm spiega anche alcuni altri tipi di infezioni croniche o ricorrenti. Un'alta percentuale delle infezioni che si contraggono negli ospedali è attribuibile a biofilm.

Verifica

- Quali importanti ruoli svolgono i procarioti negli ecosistemi?
- Perché i postulati di Koch sono essenziali?

SOMMARIO: CONCENTRarsi SUGLI OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

20.1

1. Descrivere la struttura e le forme comuni delle cellule procariotiche.
 - Le cellule procariotiche sono molto piccole e non posseggono organelli delimitati da membrana, come il nucleo e i mitocondri.
 - Le forme comuni delle cellule batteriche sono: sferica (cocchi); bastoncellare (bacilli); spiralata. I batteri a spirale includono gli spirilli, ad elica rigida, e le spirochete, ad elica flessibile.
2. Confrontare la parete cellulare dei batteri gram-positivi e gram-negativi.
 - La maggior parte dei batteri possiede pareti cellulari costituite da peptidoglicano. Le pareti dei batteri gram-positivi sono molto spesse e costituite principalmente da peptidoglicano. Le pareti dei batteri gram-negativi sono costituite da un sottile strato di peptidoglicano e da una membrana esterna somigliante ad una membrana plasmatica. Alcune specie di batteri producono una capsula o uno strato mucoso che circonda la parete cellulare.
 - Alcuni batteri possiedono appendici simili a capelli dette fimbrie. Anche i pili si estendono dalla superficie cellulare. Entrambi i tipi di appendici aiutano i batteri ad aderire tra loro oppure ad altre superfici, incluse le cellule che infettano.
3. Descrivere il movimento nei procarioti e la struttura del flagello batterico.
 - I flagelli batterici sono strutturalmente differenti da quelli eucariotici; ogni flagello è costituito da un corpo basale, un uncino ed un filamento, e produce un movimento rotatorio.

20.2

4. Descrivere la riproduzione asessuata nei procarioti e riassumere i tre meccanismi (trasformazione, coniugazione e trasduzione) che possono portare alla ricombinazione genetica.
 - Il materiale genetico di un procariote è costituito tipicamente da una molecola circolare di DNA e da uno o più plasmidi, frammenti circolari di DNA più piccoli.
 - I batteri si riproducono asessualmente per scissione binaria (la cellula si divide e forma due cellule figlie), per gemmazione (si forma una gemma che si separa dalla cellula madre) o per frammentazione (si formano pareti all'interno della cellula, che la dividono in tante cellule).
 - Nei batteri, il materiale genetico può essere scambiato tramite trasformazione, trasduzione o coniugazione. Nella trasformazione, una cellula batterica incorpora frammenti di DNA rilasciati da un'altra cellula. Nella trasduzione, un fago trasferisce il DNA batterico da una cellula all'altra. Nella coniugazione, un batterio donatore trasferisce DNA plasmidico ad un batterio ricevente.
5. Elencare fattori specifici che determinano la rapida evoluzione di batteri.
 - Tempi di riproduzione rapidi garantiscono che nuove mutazioni vengano trasmesse alle nuove generazioni. Il trasferimento genico orizzontale — per mezzo della trasformazione, della trasduzione e della coniugazione — è causa di una rapida evoluzione dei batteri.

20.3

6. Descrivere le modalità di nutrizione e cattura di energia e confrontare le richieste di ossigeno dei procarioti.
 - Molti batteri sono eterotrofi che ottengono energia e carbonio da altri organismi; alcuni sono autotrofi che sintetizzano le proprie molecole organiche a partire da composti semplici.
 - I chemioautotrofi ottengono energia da composti chimici, i fotoautotrofi ottengono l'energia dalla luce.
 - I fotoeterotrofi ottengono il carbonio da altri organismi, ma utilizzano la clorofilla ed altri pigmenti fotosintetici per catturare l'energia luminosa. La maggioranza dei batteri è costituita da chemioeterotrofi, molti dei quali sono decompositori a vita libera che ottengono sia carbonio che energia dalla materia organica morta.
 - La maggior parte dei batteri è aerobia, ovvero richiede ossigeno per la respirazione cellulare. Alcuni procarioti sono anaerobi facoltativi, che metabolizzano anaerobicamente quando necessario; altri sono anaerobi obbligati, che possono metabolizzare solo in condizioni anaerobie.
 - Alcuni batteri portano avanti la fissazione dell'azoto, cioè riducono l'azoto nell'atmosfera di ammoniaca. Altri batteri convertono l'ammoniaca in nitriti e nitrati, un processo chiamato nitrificazione.



20.4

7. Confrontare i tre domini: Bacteria, Archaea ed Eukarya.

- I procarioti sono assegnati al dominio Bacteria e al dominio Archaea .
- Diversamente da quelle dei batteri, le pareti cellulari degli archeobatteri non posseggono peptidoglicano. I meccanismi traduzionali degli archeobatteri somigliano molto di più a quelli degli eucarioti che non a quelli degli altri procarioti.

8. Fare una distinzione tra i due principali gruppi di archeobatteri ed identificare i tipi specifici di archea appartenenti a questi gruppi.

- I Crenarchaeota comprendono prevalentemente termofili estremi , archea che possono vivere in ambienti estremamente caldi e talvolta acidi. Gli Euryarchaeota comprendono invece metanogeni, alofili estremi, ed alcuni termofili estremi. I metanogeni sono anaerobi obbligati che producono gas metano da composti semplici del carbonio. Gli alofili estremi vivono in ambienti con salinità elevatissime.

9. Descrivere i principali gruppi di batteri descritti in questo capitolo.

- I principali gruppi di batteri includono i proteobatteri (gramnegativi), i cianobatteri (gram-negativi), i batteri gram-positivi, le clamidie (gram-negativi) e le spirochete (gram-negativi) (vedi TABELLA 20-4).

20.5

10. Discutere il ruolo ecologico dei procarioti.

- Molti batteri sono simionti di altri organismi. Il mutualismo è una relazione simbiotica in cui entrambi i partner traggono un beneficio. Nel commensalismo , un partner trae un beneficio, mentre l'altro non è né danneggiato né avvantaggiato. Nel parassitismo , il parassita trae un beneficio, mentre l'ospite è danneggiato. I batteri patogeni causano malattia, ma non sono considerati parassiti obbligati. Molti batteri formano biofilm , comunità di batteri ed altri microrganismi.
- I procarioti giocano un ruolo ecologico fondamentale come decompositori e sono importanti nel riciclaggio dei nutrienti. Alcuni procarioti svolgono la fotosintesi.

11. Descrivere alcuni dei più importanti ruoli svolti dai procarioti nel commercio e nella tecnologia.

- Alcuni batteri producono antibiotici. Abbiamo sviluppato la tecnologia per sfruttare alcuni batteri e produrre vaccini, insulina, ed altre importanti sostanze. Utilizziamo i batteri per la produzione di molti alimenti compreso formaggio, yogurt, aceto, e cioccolato. Usiamo microrganismi anche per il trattamento dei liquami e per biotratamento.

20.6

12. Descrivere il ruolo svolto da Louis Pasteur e Robert Koch nella comprensione delle malattie infettive; elencare i postulati di Koch.

- Louis Pasteur ha dimostrato che la sterilizzazione previene la crescita batterica. I postulati di Koch sono una serie di linee guida sviluppate da Robert Koch per dimostrare che uno specifico patogeno provoca i sintomi della malattia specifica: (1) l'agente patogeno deve essere presente in ogni individuo con la malattia, (2) un campione del microrganismo preso dall'ospite malato può essere cresciuto in coltura pura, (3) un campione di coltura pura causa la malattia stessa quando iniettato in un ospite sano, e (4) il microrganismo può essere recuperato dall'ospite infettato sperimentalmente.

13. Identificare gli adattamenti che hanno contribuito al successo dei patogeni.

- Alcuni batteri patogeni producono potenti veleni, chiamati esotossine ; altri producono endotossine , componenti velenosi delle loro pareti cellulari che vengono rilasciati nel momento in cui i batteri muoiono. Molti batteri sono diventati resistenti agli antibiotici. I plasmidi che contengono geni per la resistenza agli antibiotici sono detti fattori R . Vedi la TABELLA 20-5 per una descrizione di alcuni batteri patogeni.

AUTOVERIFICHE

1. Il peptidoglicano è un composto chimico presente nelle pareti cellulari: (a) della maggior parte dei virioidi; (b) della maggior parte degli archeobatteri; (c) di tutti i procarioti; (d) della maggior parte dei batteri; (e) della maggior parte degli eucarioti.

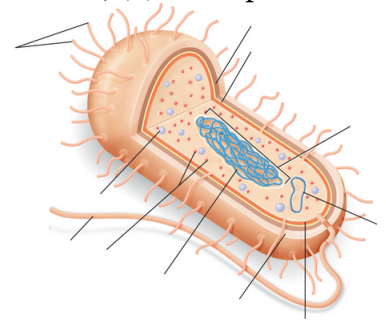
2. I flagelli batterici: (a) sono omologhi a quelli degli eucarioti; (b) esibiscono un movimento rotatorio; (c) sono costituiti da un corpo basale e da nove coppie di microtubuli; (d) sono importanti nella trasduzione; (e) sono caratteristici dei batteri gram-positivi.

3. Le endospore: (a) sono prodotte da alcuni virus; (b) sono cellule estremamente durature; (c) sono comparabili alle spore riproduttive dei funghi e delle piante; (d) causano febbre ed altri sintomi nell'ospite; (e) sono estremamente vulnerabili all'infezione da parte di fagi.

4. Nella coniugazione: (a) due cellule batteriche di polarità di accoppiamento diverse si avvicinano e il

materiale genetico viene trasferito da una all'altra; (b) una cellula batterica sviluppa una gemma che si accresce e infine si separa dalla cellula madre; (c) frammenti di DNA liberati da una cellula distrutta vengono incorporati da un'altra cellula batterica; (d) un fago trasporta i geni batterici da una cellula batterica all'altra; (e) le pareti si accrescono nella cellula, che infine si divide in diverse nuove cellule.

5. La maggior parte dei batteri eterotrofi è costituita da: (a) chemioeterotrofi dotati di vita indipendente; (b) fotoautotrofi; (c) chemioautotrofi; (d) anaerobi facoltativi; (e) anaerobi obbligati.
6. I batteri autotrofi: (a) non richiedono l'ossigeno atmosferico per la respirazione cellulare; (b) fabbricano le loro molecole organiche da materiali semplici; (c) devono ottenere composti organici da altri organismi; (d) si nutrono di organismi morti; (e) producono endospore in presenza di livelli di ossigeno troppo bassi per una crescita attiva.
7. I batteri che crescono vigorosamente nelle ferite aperte è verosimile che siano: (a) chemioeterotrofi; (b) fotoautotrofi; (c) chemioautotrofi; (d) endospore; (e) anaerobi obbligati.
8. Quali dei seguenti organismi non appartengono al dominio Archaea? (a) Batteri che producono metano da anidride carbonica e idrogeno; (b) termofili; (c) alofili; (d) batteriofagi; (e) batteri con parete priva di peptidoglicano.
9. I batteri rizobi: (a) sono utilizzati nella produzione di yogurt; (b) producono antibiotici; (c) causano ulcerazioni peptiche; (d) sono patogeni che causano la sifilide; (e) stabiliscono una relazione mutualistica con le radici dei legumi per fissare azoto.
10. Robert Koch: (a) ha proposto delle linee guida che definivano per ogni patogeno specifici sintomi; (b) ha scoperto l'*Helicobacter*; (c) ha scoperto i microrganismi alla fine del 1600; (d) ha scoperto la generazione spontanea; (e) ha dimostrato che nell'uomo è possibile stimolare le difese immunitarie alle malattie.
11. A quale gruppo appartiene il batterio gram-positivo anaerobico che causa il botulismo? (a) Clostridi; (b) attinomiceti; (c) enterobatteri; (d) spirochete; (e) streptococchi.
12. Etichettate il diagramma utilizzando la Figura 20-2 per controllare le risposte.



PENSIERO CRITICO

1. Immaginate di aver scoperto un nuovo microrganismo. In seguito ad accurati studi, stabilite che debba essere classificato nel dominio Archaea. Quali caratteristiche vi hanno indotto a classificarlo così?
2. Come potrebbe essere alterata la vita sulla Terra se i procarioteni venissero eliminati?
3. SCIENZA, TECNOLOGIA E SOCIETÀ. Il Centro per il Controllo delle Malattie (CDC) considera l'antibiotico-resistenza uno dei problemi sanitari di maggior rilievo. Quali fattori contribuiscono a questo problema?
4. COLLEGAMENTI EVOLUTIVI. In che modo l'uso di antibiotici impone una pressione selettiva sui batteri?



€ 30,00

ISBN 978-88-7959-741-8



9 788879 597418