

Barbora Drnková

Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie a hygiena

pro zdravotnické obory



*Moje poděkování patří MUDr. Emilu Pavlíkovi, CSc.,
jehož zásluhou jsem objevila kouzlo mikroorganismů.*

Barbora Drnková

Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie a hygiena

pro zdravotnické obory

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

MUDr. Ing. Barbora Drnková

**MIKROBIOLOGIE, IMUNOLOGIE,
EPIDEMIOLOGIE A HYGIENA
pro zdravotnické obory**

Recenzentka:

Doc. MUDr. Lidmila Hamplová, PhD.

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce
nakladatelství Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2019

Cover Photo © depositphotos.com 2019

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 7437. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Ivana Podmolíková

Sazba a zlom Karel Mikula

Obrázky 1, 5, 13, 17, 23, P3 Bc. Jan Drnek, DiS.,

2, P2 doc. Ing. Věra Neužil-Bunešová, PhD., 3 RNDr. Oldřich Benada, CSc.,

18, 19, 20, 21, 22, P5, P6, P7, P8 MUDr. Simona Arientová, PhD.

a 24 MUDr. Eva Bartáková

Počet stran 136 + 4 strany barevné přílohy

1. vydání, Praha 2019

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplývají žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-271-1083-4 (ePub)

ISBN 978-80-271-1082-7 (pdf)

ISBN 978-80-271-0693-6 (print)

Obsah

1	Mikrobiologie	9
1.1	Obor mikrobiologie	9
1.2	Obecné vlastnosti mikroorganismů	9
1.3	Bakterie	10
1.3.1	Fyziologická flóra člověka	13
1.4	Viry	14
1.5	Priony	16
1.6	Houby	17
1.6.1	Plísňe	17
1.6.2	Kvasinky	18
1.7	Parazité	18
1.7.1	Prvoci (Protozoa)	18
1.7.2	Červi (Helmintes)	20
1.7.3	Členovci (Arthropoda)	22
1.8	Mikrobiologická diagnostika	24
1.8.1	Odběr biologického materiálu	24
1.8.2	Mikroskopie	25
1.8.3	Kultivace	26
1.8.4	Sérologie	28
1.8.5	Další metody	29
1.9	Antibiotika	29
1.9.1	Rezistence	32
1.9.2	Vyšetření citlivosti	32
2	Imunologie	35
2.1	Imunitní systém a imunita	35
2.1.1	Druhy imunity	35
2.2	Nespecifická imunita	36
2.2.1	Fyziologické bariéry	36
2.2.2	Fagocyty	36
2.2.3	NK-buňky	38
2.2.4	Komplement	38
2.2.5	Interferony	39
2.2.6	C-reaktivní protein	39
2.3	Specifická imunita	39

2.3.1	Buněčná imunita	40
2.3.2	Protilátková imunita	40
2.4	Klinická imunologie	41
2.4.1	Zánět	41
2.4.2	Alergie	42
2.4.3	Imunodeficience	47
2.4.4	Autoimunitní onemocnění	49
2.4.5	Imunoterapie	52
3	Obecná epidemiologie	53
3.1	Základní pojmy	53
3.2	Proces šíření nákazy	54
3.2.1	Zdroj nákazy	54
3.2.2	Přenos nákazy	54
3.2.3	Vnímavý jedinec	55
3.3	Protiepidemická opatření	55
3.3.1	Eliminace zdroje nákazy	56
3.3.2	Přerušení cesty přenosu nákazy	56
3.3.3	Zvýšení odolnosti vnímavého jedince	57
4	Speciální epidemiologie	64
4.1	Nákazy přenášené vzduchem	64
4.1.1	Chřipka	64
4.1.2	Černý kašel (dávivý kašel, pertuse)	65
4.1.3	Záškrt	65
4.1.4	Spalničky (morbili)	66
4.1.5	Zarděnky (rubeola)	67
4.1.6	Příušnice (epidemická parotitida)	67
4.1.7	Tuberkulóza	68
4.1.8	Streptokokové infekce dýchacích cest	71
4.1.9	Meningokokové infekce	72
4.2	Alimentární nákazy	73
4.2.1	Tyfus a paratyfus	73
4.2.2	Salmonelóza	74
4.2.3	Kampylobakterióza	75
4.2.4	Cholera	76
4.2.5	Shigelóza (bacilární úplavice)	76
4.2.6	Améboza	77
4.2.7	Virová průjemová onemocnění	78
4.2.8	Botulismus	78

4.2.9	Stafylokoková enterotoxikóza	79
4.2.10	Hepatitida A	79
4.2.11	Přenosná dětská obrna (poliomyelitida)	80
4.3	Infekce kůže a sliznic	81
4.3.1	Plísňové infekce	81
4.3.2	Kvasinkové infekce	82
4.3.3	Svrab	83
4.3.4	Gangréna	83
4.3.5	Tetanus	84
4.3.6	Erysipel (růže)	85
4.3.7	Impetigo	85
4.3.8	Plané neštovice (varicela), pásový opar (herpes zoster)	86
4.3.9	Pravé neštovice (variola)	87
4.3.10	Syndrom ruka–noha–ústa	87
4.3.11	Lepra	88
4.4	Infekce přenášené hmyzem a členovci	89
4.4.1	Malárie	89
4.4.2	Spavá nemoc	90
4.4.3	Leishmanióza	91
4.4.4	Žlutá zimnice	92
4.4.5	Mor	93
4.4.6	Skvrnitý tyfus	93
4.4.7	Klíšťová meningoencefalitida	94
4.4.8	Lymeská borelióza	95
4.5	Zoonózy	95
4.5.1	Toxoplasmóza	96
4.5.2	Vzteklina (lyssa, rabies)	96
4.5.3	Q-horečka	98
4.5.4	Ornitóza	98
4.5.5	Tularemie	99
4.6	Infekce přenášené krví	99
4.6.1	Hepatitida B	99
4.6.2	Hepatitida C	100
4.6.3	AIDS	101
4.7	Sexuálně přenosné infekce	102
4.7.1	Kapavka (gonorea)	103
4.7.2	Syfilis (lues, příjice)	103

4.8	Nákazy spojené se zdravotní péčí (nozokomiální nákazy)	104
5	Hygiena	106
5.1	Základní pojmy	106
5.2	Hygiena všeobecná a komunální	108
5.2.1	Ovzduší	108
5.2.2	Voda	109
5.2.3	Odpad	110
5.3	Hygiena výživy	110
5.3.1	Základní živiny	110
5.3.2	Minerální látky	112
5.3.3	Vitaminy	113
5.3.4	Hodnocení stavu výživy	114
5.4	Hygiena práce	115
5.5	Hygiena dětí a mladistvých	117
5.6	Hygiena zdravotnických zařízení	118
	Seznam zkratek	121
	Literatura	122
	Rejstřík	125
	Souhrn	133
	Summary	134

1 Mikrobiologie

1.1 Obor mikrobiologie

Mikrobiologii můžeme členit na obecnou a speciální. **Obecná mikrobiologie** se zabývá obecnými zákonitostmi mikrobů, jejich morfologií, fyziologií, metabolismem, rozmnožováním a taxonomií. **Speciální mikrobiologie** studuje vlastnosti jednotlivých druhů a skupin mikroorganismů – např. způsob jejich identifikace či mechanismus, jakým vyvolávají onemocnění.

Podle zaměření rozlišujeme mikrobiologii lékařskou, veterinární, zemědělskou, technickou, průmyslovou, potravinářskou aj.

Mikrobiologie je oborem velmi rozsáhlým, proto ji dále členíme na podobory, a to **bakteriologii**, **virologii**, **mykologii** a **parazitologii**. Parazitologie zahrnuje protozoologii zabývající se prvoky, helmintologii studující červy a entomologii, která je zaměřena na členovce a hmyz.

1.2 Obecné vlastnosti mikroorganismů

Člověk potřebuje k životu kyslík, avšak u mikrobů tomu tak vždy není. Podle vztahu ke kyslíku rozlišujeme mikroby **aerobní**, jež kyslík potřebují, je pro ně životně důležitý. Dále jsou to mikroby **anaerobní**, které nejen že kyslík nepotřebují, ale v prostředí s kyslíkem nemohou žít; **fakultativně anaerobní**, jež mohou žít a množit se jak v prostředí s kyslíkem, tak bez něj; a nakonec **mikroaerofilní** mikroby, které pro svůj život potřebují malé množství kyslíku a větší množství oxidu uhličitého.

Neméně důležitá je pro mikroorganismy teplota okolního prostředí. Pro chladomilné neboli **psychrofilní** mikroby je ideální teplota okolo 15–20 °C, jejich opakem jsou teplomilné neboli **termofilní** mikroorganismy, jejichž teplotní optimum se pohybuje okolo 50–60 °C. Většina mikroorganismů v lékařské mikrobiologii však spadá do kategorie **mezofilních** mikrobů, jimž vyhovuje teplota 35–37 °C, tedy teplota lidského těla.

V případech nepříznivých podmínek okolního prostředí dokážou některé bakterie omezit svůj metabolismus na minimum, zredukovat cytoplazmu, místo buněčné stěny vytvořit odolnější obaly a v tomto

stavu setrvat roky, než budou okolní podmínky opět optimální. Tuto formu přežívání mikroorganismů v nepříznivých podmínkách nazýváme **spora**.

Podle vztahu k člověku rozlišujeme mikroorganismy **saprofytické**, které svému hostiteli ani neškodí, ani nepomáhají. Zdrojem živin jsou pro ně odpadní látky a neživá organická hmota. Dále jsou známy mikroby **symbiotické**, které žijí ve vzájemném prospěchu s makroorganismem, a **parazitické**, jež svého hostitele poškozují, neboť žijí z jeho živin.

Patogenita neboli choroboplodnost vyjadřuje schopnost mikroba vniknout do těla, množit se v něm a způsobit onemocnění. Jedná se o obecnou vlastnost mikroorganismů typickou pro určité druhy, avšak jeden druh mikroba může být různě patogenní vůči různým živočišným druhům. Podle stupně patogenity rozlišujeme mikroby **nepatogenní**, **podmíněně patogenní** a **patogenní**.

Virulenci rozumíme stupeň patogenity určitého kmene. Je to individuální vlastnost, v rámci jednoho druhu mohou být konkrétní kmeny různě virulentní. Dána je zejména invazivitou a toxigenitou.

Invazivita (pronikavost) je schopnost mikroba proniknout do tkání, kde se pak rozmnožuje a svými produkty poškozuje hostitele.

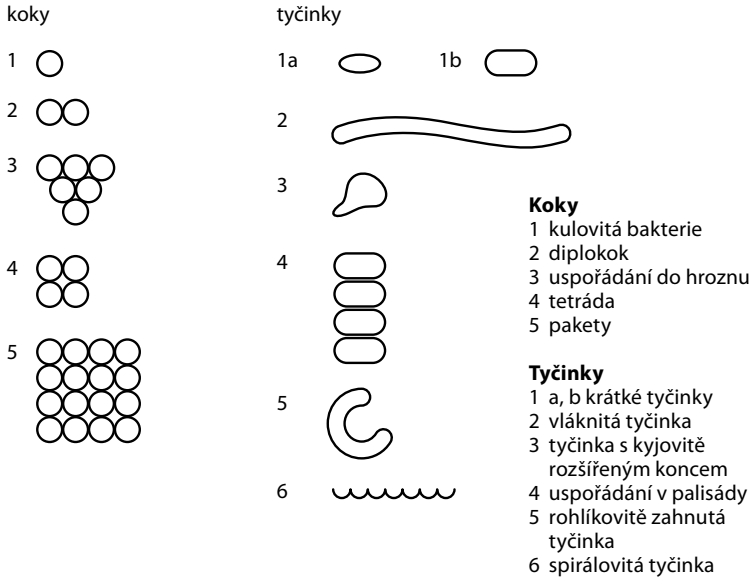
Toxigenita je schopnost mikroorganismu (bakterie) produkovat toxiny. **Exotoxiny** jsou látky vylučované z mikroorganismu do okolí (tedy do tkání hostitele), jsou jedovaté a tkáňově specifické. Např. tetanotoxin a botulotoxin mají afinitu k nervové tkáni, hemoliziny k červeným krvinkám a difterický toxin k nervovému systému a srdečnímu svalu. Jedná se o proteiny, které lze teplem nebo chemicky zbavit toxicity. Netoxické toxiny jsou nazývány toxoidy či anatoxiny a lze je využít např. pro tvorbu očkovacích látek. Oproti tomu **endotoxin**, který je součástí výhradně gramnegativních střevních bakterií, se uvolní až po rozpadu mikroba. Jedná se o lipopolysacharid a nelze jej zbavit toxicity.

Pod pojmem **infekční dávka** se rozumí množství mikrobů potřebné k vyvolání onemocnění. Čím vyšší má mikrob virulenci, tím nižší je pak infekční dávka, což platí i naopak.

1.3 Bakterie

Bakterie jsou mikroorganismy o velikosti 0,3–25 μm , bakterie v lékařské mikrobiologii mají nejčastěji velikost 1–2 μm , lze je pozorovat ve světelném mikroskopu. Podle tvaru je můžeme rozdělit na kulovité

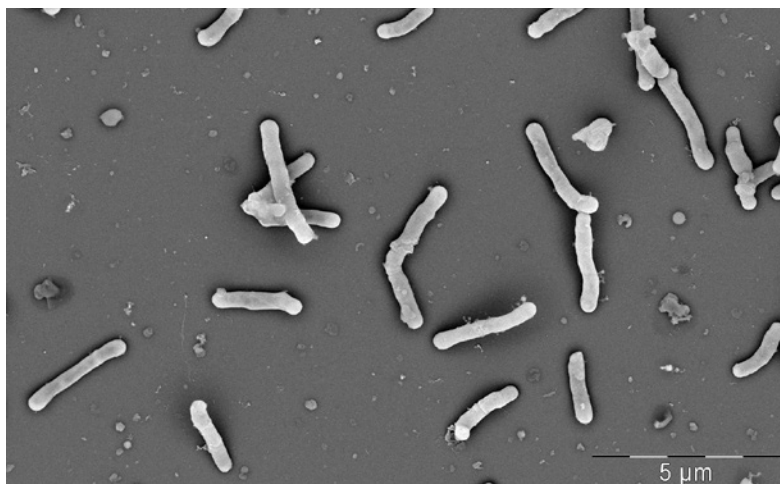
koky a **tyčinky** neboli bacily (obr. 1). Koky jsou buď jednotlivé, nebo v typických uspořádáních, a to v řetězcích, shlucích či hroznech, dvojicích (diplokoky), čtveřicích (tetrády) nebo větších útvarech (pakety, obr. 2). Tyčinky (obr. 3) mohou být krátké až vláknité, rohlíkovitě za-



Obr. 1 Tvary a uspořádání bakterií

Obr. 2 Uspořádání kulovitých bakterií v pakety (*Sarcina maxima*)

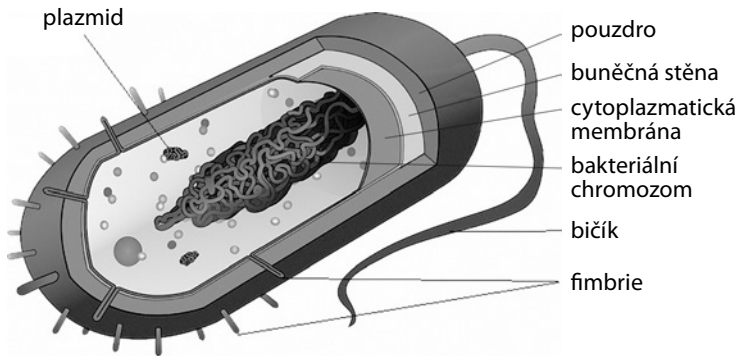




Obr. 3 Tyčinkovitá bakterie v elektronovém mikroskopu (*Bifidobacterium apri*)

hnuté, spirálovité nebo jejich konec může být kyjovitě rozšířen. Uspořádané mohou být např. do palisád. Bakterie tvarem na pomezí mezi koky a tyčinkami nazýváme kokobacily.

Genetická informace bakterií je obsažena v dlouhé, dvojřetězcové cirkulární molekule DNA. Tento bakteriální chromozom organizovaný v nukleoid není žádnou membránou oddělen od cytoplazmy, není vytvořen jaderný obal. Kromě hlavního chromozomu obsahují bakterie ještě malé kruhové molekuly DNA zvané plazmidy. Tyto struktury nejsou pro bakterii životně důležité, avšak v daném prostředí mohou bakterii zvýhodňovat. Nesou totiž např. informaci o produkci toxinů či rezistenci na antibiotika. Genetickou informaci obsaženou v plazmidech si mohou bakterie mezi sebou předávat. Ribozomy slouží buňce k syntéze proteinů a kromě nich již cytoplazma žádné jiné orgány neobsahuje. Cytoplazmu ohraničuje cytoplazmatická membrána, která je stejného složení jako u lidských buněk, tvoří ji dvojvrstva fosfolipidů. Na vnější straně této membrány se nachází buněčná stěna, což je unikátní struktura právě u bakterií. Dále některé bakterie mohou mít pouzdro (např. pneumokok), jeden či několik bičíků sloužících k pohybu (např. *Helicobacter pylori*) a fimbrie zvané pili, což je hustá síť krátkých vláken potřebná k přichycení (např. gonokok ke sliznici močové trubice) (obr. 4).



Obr. 4 Stavba bakterie

Podle barvení (obr. P1) rozlišujeme bakterie grampozitivní (G+) a gramnegativní (G–), malou skupinku pak tvoří bakterie, které barvením podle Grama znázornit nelze. Zda bude bakterie G+ nebo G–, určuje stavba její buněčné stěny. Grampozitivní bakterie mají buněčnou stěnu silnější z více vrstev peptidoglykanu (obr. P2). Stěna gramnegativních bakterií je o poznání slabší, tvořena je pouze jednou vrstvou peptidoglykanu, zato obsahuje lipopolysacharid, zvaný rovněž endotoxin. Ten může být z buňky uvolněn až po jejím rozpadu.

Diagnostika bakteriálních infekcí

Jako klinický materiál pro potvrzení bakteriální infekce mohou být použity výtěry a stěry, sputum, moč, stolice, mozkomíšní mok, krev, hnis, výplachy, zvratky, různé tkáňové tekutiny apod. Nejčastěji se jedná o kultivaci na tuhých médiích, popř. s pomnožením mikrobů v médiích tekutých. Dále je možné využít světelnou mikroskopii, kdy je preparát barvený podle Grama, popř. speciálními barvicími metodami. Pro potvrzení konkrétního agens jsou k dispozici molekulárně-diagnostické metody, popř. nepřímý sérologický průkaz.

Pro léčbu většiny bakteriálních infekcí lze použít antibiotika, důležitá je však citlivost daného mikroba k vybranému preparátu.

1.3.1 Fyziologická flóra člověka

Lidské tělo je osídleno odhadem 10^{14} bakteriálních buněk, a to na částech těla komunikujících se zevním prostředím. Fyziologickou flóru člověk

získá během porodu a po něm, složení mikroorganismů je závislé na věku, potravě i okolním prostředí. Pokožka, která je v neustálém těsném kontaktu se zevním prostředím, je osídlena *Staphylococcus epidermidis*, popř. *Staphylococcus aureus*, a to zejména ve vlhčích oblastech. Ve vlasových váčcích a mazových žlázách se vyskytují anaerobní bakterie, zejména *Propionibacterium acnes*, jejichž přemnožení může vést k akné. Dutina ústní a nosní hostí zejména stafylokoky a streptokoky, dále nepatogenní neisserie. Z potenciálních patogenů zde mohou být *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* či *Neisseria meningitidis*. Povrch zubů je kolonizován velkým počtem bakterií žijících v biofilmu a vytvářejících zubní plak. Na vzniku zubního kazu se pak při nedbalé péči o chrup podílí zejména *Streptococcus mutans*. Horní cesty dýchací jsou osídleny viridujícími streptokoky, stafylokoky, *Neisseria* spp., *Haemophilus influenzae*, dolní cesty dýchací jsou sterilní. V trávicím traktu je osídlení nejbohatší, odhadem je zde 30–40 druhů bakterií, hustota osídlení stoupá od žaludku k tlustému střevu. Nízké žaludeční pH představuje účinnou antimikrobní bariéru, mohou se zde však vyskytovat acidotolerantní laktobacily a streptokoky. *Helicobacter pylori*, který žaludeční kyselinu dokáže neutralizovat, žije u mnoha lidí bez příznaků, jeho výskyt je však spojován se vznikem žaludečních vředů i nádorů. Tenké střevo je osídleno chudě, zato v tlustém střevě je přítomno až 10^{11} mikrobů/1 g. Převažují anaerobní druhy (např. *Bacteroides*), dále *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., laktobacily, enterokoky aj. Ženská vagina hostí zejména *Lactobacillus* spp., který udržuje kyselé pH, a brání tak přemnožení jiných mikroorganismů. Vyskytuje se zde i *Candida*, avšak pokud se přemnoží, může vést k vulvovaginitidě.

1.4 Viry

Velikost virů se pohybuje v rozmezí 24–300 nm, rozlišujeme viry malé, střední a velké. Pozorovatelné jsou pouze v elektronovém mikroskopu. Viry jsou obligatorní nitrobuněční parazité, nejsou schopni rozmnožování mimo hostitelskou buňku. Nemají totiž metabolický systém pro replikaci a chybí jim potřebná enzymatická výbava. Pro tyto účely využívají buňku, kterou infikují, což nazýváme biotropismus. Viry tedy mohou infikovat pouze buněčné organismy.

Genetická informace viru je obsažena buď v DNA, nebo v RNA, které jsou jednořetězcové nebo dvouřetězcové. Nukleová kyselina viru