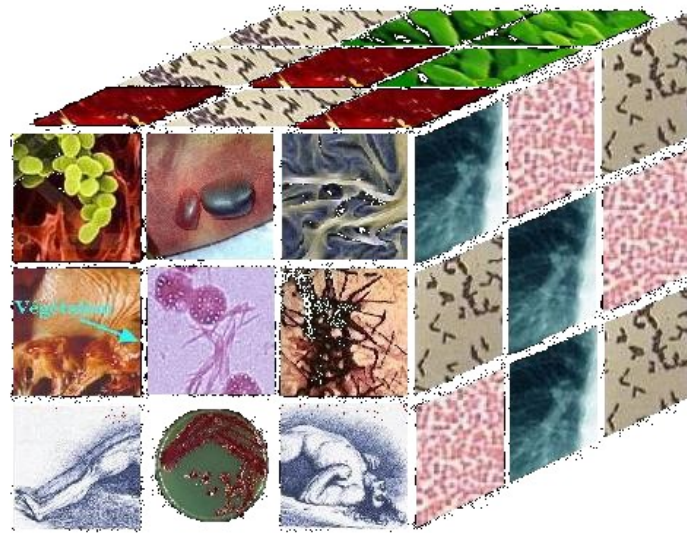


Přehled mikrobů. Patogenita a virulence



Mikrobiologie a imunologie
BSKM021p + c + BZMI021p + c

Týden 1

Ondřej Zahradníček

Pracoviště zodpovědné za výuku předmětu

- Mikrobiologický ústav LF MU a Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně, budova H FN USA, kde probíhá **klinický provoz, výzkum a výuka** – učíme bakalářské obory LF, mediky, zubaře i studenty z přírodovědecké fakulty MU
- **Zájemci se mohou přihlásit u dr. Zahradníčka a mohou se na ústav přijít podívat**
- Formálně je výuka organizována jako polovina přednášek a polovina cvičení, **reálně to bude přednáška či seminář** doplněný o různé tištěné materiály i (výhradně neinfekční) ukázky z provozu laboratoře

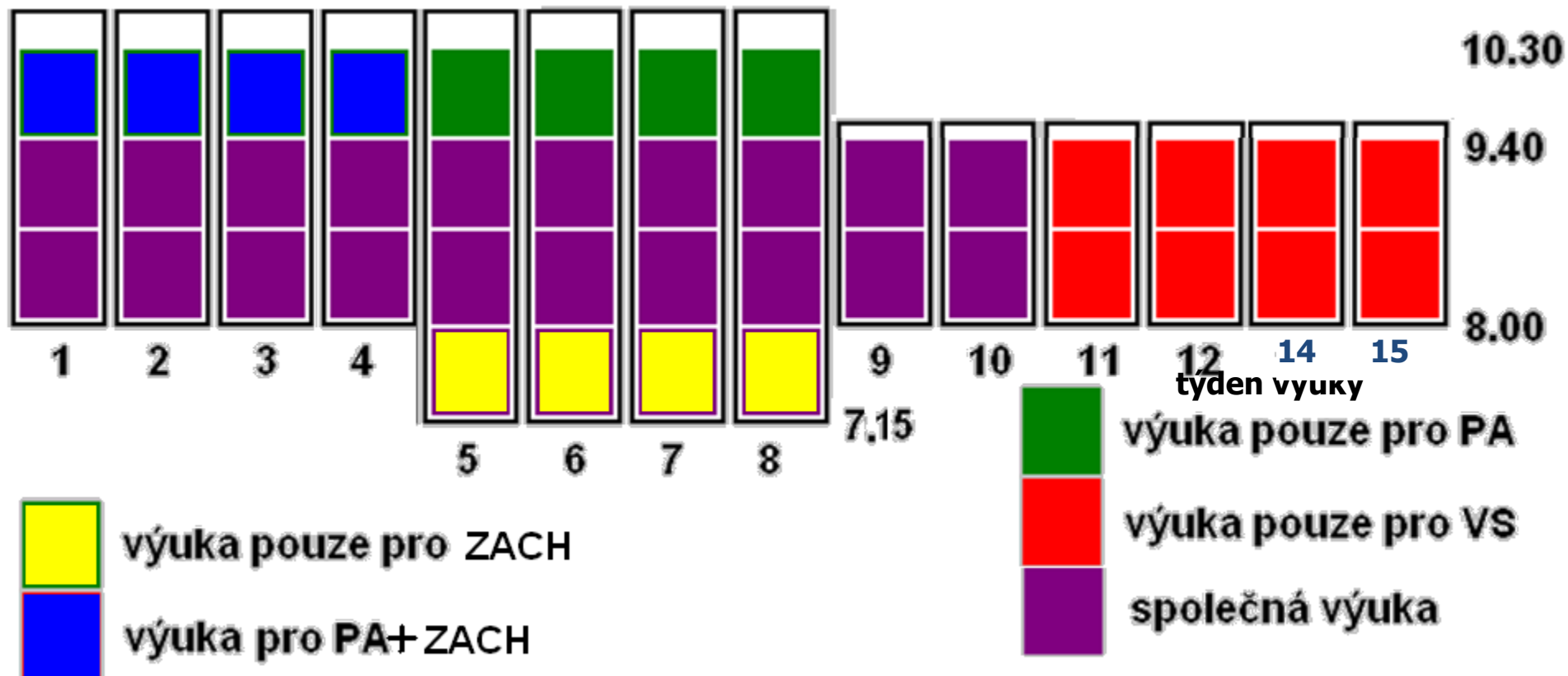
Vaši učitelé

- **MUDr. Ondřej Zahradníček** – se mnou se budete celý semestr setkávat
- **MUDr. Lenka Černožorská, PhD. a Mgr. Monika Dvořáková Heroldová, PhD.** – budou zkoušet u závěrečné zkoušky
- Všichni jsme **kliniční mikrobiologové**, zaměstnaní na Mikrobiologickém ústavu FN u sv. Anny a LF MU

Rozštěpení výuky VS, PA a ZACH

- Problematika VS, PA a ZACH je podobná, ale není úplně totožná. Vývojem jsme dospěli k tomuto schématu:
- **dvacet hodin** bude společných
(1. až 10. týden první dvě hodiny)
- **čtyři hodiny** budou mít společně pouze PA + ZACH
(1. až 4. týden třetí hodina – probere se ve zkrácené formě to, co VS probírají v 11., 12., 14. a 15. týdnu, tj. témata důležitá více pro VS a o něco méně i pro PA a ZACH)
- **další čtyři hodiny** budou mít
PA samotné (5. až 8. týden třetí hodina)
a ZACH samotní (5. až 8. týden hodina ráno před „hlavní“ dvouhodinovou)
- **osm hodin** budou mít zvlášť VS (čtyři dvouhodinovky 11., 12., 14. a 15. týden) – *čtvrtek ve 13. týdnu, tj. 14. května, je děkanské volno*

Jak to tedy bude:



V případě odpadnutí výuky budeme řešit situaci operativně

Učební materiály

Využívejte INTERAKTIVNÍ OSNOVU!

- **E-learningové verze prezentací** budou postupně vyvěšeny ve Studijních materiálech na IS MU u předmětů Mikrobiologie a imunologie s kódy BSKM021c (VS, PA) a BZMI021c (ZACH)
- Tamtéž visí i **kapitoly skript a celá skripta**. (Mohou v nich ještě nastat drobné opravy a úpravy.)
- **Odpovědníky** slouží k tomu, abyste si zkontrolovali, že tématu rozumíte. *Zároveň je jejich vyplnění na 100 % bodů jednou z podmínek zápočtu.*

Abyste se v tom vyznali

- E-learningové verze prezentací, kapitoly skript i odpovědníky mají stejné členění jako semináře.
- Proto také **má každý obor svoji interaktivní osnovu**: ZACH ji mají přímo pod předmětem BZMI021c, VS a PA ji mají pod jednotlivými seminárními skupinami.
- **VS materiály** (powerpointy, kapitoly skript i odpovědníky) mají kapitoly 1–14
- **PA materiály** (powerpointy, kapitoly skript i odpovědníky) mají kapitoly 1–10 a 1A–8A
- **ZACH materiály** (powerpointy, kapitoly skript i odpovědníky) mají kapitoly 1–10, 1A–4A a 5B–8B

Zápočet

- Podmínky **zápočtu** jsou tyto:
 - **Esej** na téma odběr klinického vzorku, *podrobnosti později*
 - **Docházka**
 - Povolená je **jedna absence bez oficiální omluvenky** („sick day“ garantovaný i Studijním řádem MU)
 - **Další absence musí být omluveny v ISu**
 - Pokud je celkový počet absencí **tři a více, je zároveň požadováno nahrazení formou další eseje** (podrobnosti dohodne student přímo s vyučujícím)
 - Splnění všech **odpovědníků** předepsaných pro daný obor (vypracování na 100 %). Po „splnění“ odpovědníku ho můžete nadále používat k procvičování, počítá se vždy nejlepší (a ne nejnovější) výsledek

Zkouška

- ke zkoušce jsou **připuštěni pouze studenti se zápočtem**
- **u PA a ZACH je zápočet i podmínkou pro přihlášení ke zkoušce, u VS, které mají výuku až do 14. týdne, je podmínkou pro přihlášení splnění podmínek ke dni začátku zapisování na termíny**
- Každý si vytáhne **dvojici otázek (z celkem asi 50 otázek).**
- Většina **otázkových okruhů je shodných pro PA, VS i ZACH, existují však některé odchylky**
- **Seznam okruhů se až na drobné výjimky rovná seznamu kapitol druhého řádu** (např. 1.3 nebo 7.2) ve skriptech. Výjimky jsou vyjmenovány ve skriptech.
- **Přesné znění otázek nezveřejňujeme, vždy ale vyplývají z daného okruhu**

Náš
ústav



Výuka

Výzkum

Provoz
(analýza
klinických
vzorků)

Foto: Archiv MU

V naší praktikárně



Klinická mikrobiologie

Molekulární
biologie a
genetika

Mikrobiologie
rostlin

Infekční
lékařství

Obecná
mikrobiologie

Humánní
klinická
mikrobiologie

Epidemiologie
infekčních
nemocí

Buněčná
biologie

Veterinární
klinická
mikrobiologie

Dermato-
venerologie

Klinická mikrobiologie a imunologie

- Klinická mikrobiologie se jako samostatný obor odštěpila začátkem 20. století z **patologie**. Do té doby se diagnostikou mikrobiálních původců ve vzorcích pacientů zabývali patologové
- O více než půlstoletí později se z mikrobiologie vyčlenila **imunologie**, tedy věda o obranyschopnosti organismu. Dnes už existují samostatné imunologické ústavy a laboratoře, medici mají samostatnou zkoušku z imunologie. Klinická imunologie je však zároveň i součástí interny, případně pediatrie.

Co nás čeká v tomto předmětu

- Povídání o **klinicky významných mikrobech** a jejich vlastnostech
- Povídání o **určování mikrobů** a vůbec o práci v laboratoři klinické mikrobiologie
- Krátké představení **lidské imunity a imunologie** jako takové
- A hlavně představení **infekcí jednotlivých orgánových soustav**, způsobů odběru vzorků, interpretace výsledků a podobně

Co je to mikrob

- **Musí to být živé.** Zrníčko prachu není mikrob, i když je mikroskopické
- **Musí to být mikroskopické.** Žirafa není mikrob, i když je živá

Druhá podmínka je trochu problematická – některé organismy jsou mikroskopické pouze jako některé stádium (třeba vajíčko tasemnice), kdežto dospělý mikrob je viditelný pouhým okem.

Mimo to existují i organismy, které určitě nejsou mikroby. Probírají se ale v mikrobiologii, už proto, že jsou to významní přenašeči infekcí.

Třídění živých organismů

- **Priony** – *neobsahují DNA, většinou se vůbec nepovažují za živé organismy*
- **Viry a bakteriofágy**
- **Buněčné organismy**
 - **Archea** (archeobakterie) – *o těch si zde povídat nebudeme, pro člověka nemají význam*
 - **Eubacteria** (eubakterie)
 - **Eucarya** (eukaryotní organismy)
 - jednobuněčné
 - mnohobuněčné

Klinicky významné mikroby

- Klinicky významné mikroby jsou takové, které jsou **významné pro lidské tělo** (ne tedy pro člověka jako biotechnologa, který by je chtěl zapřáhnout do výroby něčeho, ale pro každého jedince, který má mikroby v těle)
- „Významné pro tělo“ ani zdaleka není totéž jako „tělu škodlivé“. Naopak, **mnohé jsou neškodné, nebo dokonce pomáhají**
- **Každý organismus má své klinicky významné mikroby:** člověk, každý druh zvířete či rostliny. Dokonce i mikroby (třeba bakterie) mají své mikroby (bakteriofágy).

Hlavní klinicky významné mikroby

- **Viry** (nemají vůbec buňku)
- **Bakterie** (mají prokaryotickou buňku, třeba streptokok nebo *Escherichia*), zpravidla mají také buněčnou stěnu
- **Houby** Zadejte do svého zařízení adresu **sli.do, kód: W166**
Houby se od kvasinek liší hlavně tím, že
 - Houby mají prokaryotickou buňku jako bakterie, paraziti mají eukaryotickou
 - Paraziti mají prokaryotickou buňku jako bakterie, houby mají eukaryotickou
 - Houby mají buněčnou stěnu jako bakterie, paraziti ji nemají
 - Paraziti mají buněčnou stěnu jako bakterie, houby ji nemají
- **Paraziti** mnohdy
 - **Vnitřní paraziti**
 - **Plísně** (třeba plíseň žlutá)
 - **Motolice** (třeba motolice jaterní)
 - **Hlístice** (třeba roup nebo škrkavka)
 - **Tasemnice** (třeba tasemnice dlouhočlenná)
 - **Vnější paraziti** (vši, blechy, štěnice)

Priony se někdy řadí do virologie, ovšem viry to nejsou a kdoví, mají-li se vůbec považovat za organismy

Hlavní klinicky významné mikroby

- **Viry** (nemají vůbec buňku)
- **Bakterie** (mají prokaryotickou buňku, třeba streptokok nebo *Escherichia*)
- **Houby** (mají eukaryotickou buňku a buněčnou stěnu, patří sem kvasinky a plísně)
- **Paraziti** (eukaryotické bez buněčné stěny, jedno- nebo mnohobuněčné; přesahují pojem mikrob):
 - **Vnitřní paraziti**
 - **Prvoci** (třeba původce malárie)
 - **Motolice** (třeba motolice jaterní)
 - **Hlístice** (třeba roup nebo škrkavka)
 - **Tasemnice** (třeba tasemnice dlouhočlenná)
 - **Vnější paraziti** (vši, blechy, štěnice)

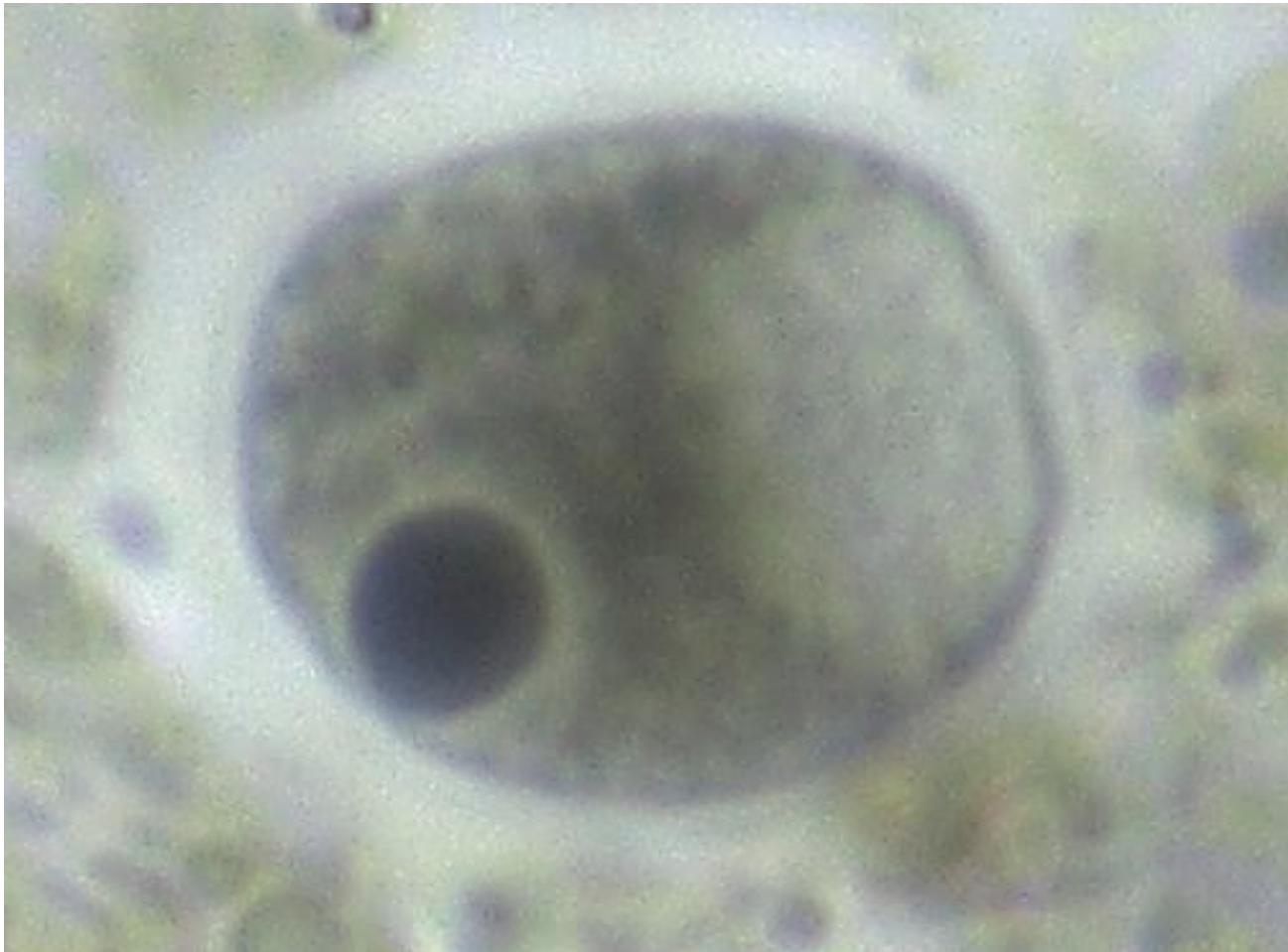
Priony se někdy řadí do virologie, ovšem viry to nejsou a kdoví, mají-li se vůbec považovat za organismy

Proč znát přehled mikrobů

- Pokud umíme mikroba zařadit (alespoň rámcově: je to bakterie, kok, grampozitivní) znamená to, že můžeme odhadnout jeho základní vlastnosti a vhodný způsob léčby
- **Přehled mikrobů v rozsahu, jaký byste měli znát, je uveden v obou verzích skript. Tady na přednášce není, protože na tom není co vysvětlovat. To se holt musí naučit.**

Jsou situace, kdy hýžd'ové svalstvo je důležitější než mozek 😊

Parazit *Iodaemoeba buetschlii*



Co nás zajímá o mikrobech

morfologie	jaký mají tvar a uspořádání
struktura	z čeho se skládají
fyziologie	jak se chovají
metabolismus	jak a čím se živí
odolnost	jak vzdorují výkyvům
klasifikace	jak jsou vzájemně příbuzné

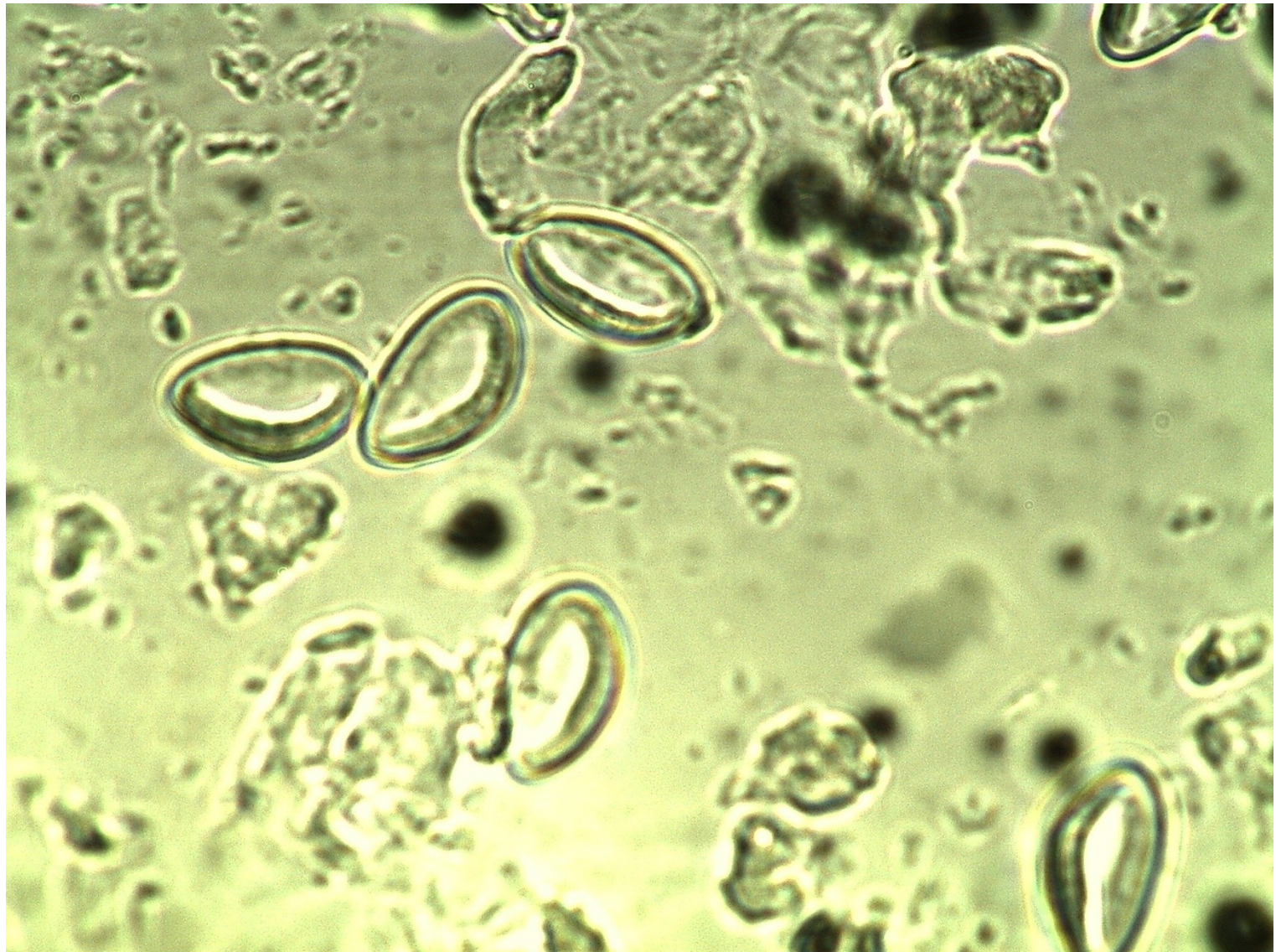
Co nás zajímá o klinicky významných mikrobech

patogenita	které orgány osidlují a jak
patogeneze	jakým způsobem případně škodí
přenos	jak se přenášejí
inkubační doba	jak dlouho trvá, než se projeví
diagnostika	jak je můžeme poznat
léčba a prevence	co proti nim můžeme dělat

Morfologie (= tvary) klinicky významných mikroorganismů

- **Viry** se skládají z **DNA** nebo **RNA** a **bílkovin**; některé viry mají navíc membránový obal, který „ukradly“ nějaké hostitelské buňce
- **Viry** mají **kubickou** nebo **šroubovicovou symetrii**. Některé mají třeba tvar dvanáctistěnu. Mohou tvořit „pseudokrystaly“
- **Kvasinky** mají tvar vajíčka, mohou pučet a tvořit tzv. pseudomycelia. Na povrchu mají **buněčnou stěnu** zcela odlišnou od buněčné stěny bakterií
- **Vláknité houby** a **paraziti** jsou tvarově velice rozmanití, navíc se liší **vývojová stádia**

Vajíčka roupa dětského



Rozdělení virů

- **DNA viry, například**

- herpesviry – HSV, VZV, EBV, CMV, HHV6
- adenoviry – například původci některých respiračních viróz
- papovaviry – například urogenitální papilomaviry
- parvoviry – například původce páté dětské nemoci
- virus žloutenky B

- **RNA viry, například**

- enteroviry – polio, coxsackie, ECHO
- rhinoviry – viry rýmy
- viry chřipky, parachřipky, spalniček, zarděnek, příušnic
- viry žloutenek A, C, D, E
- různé viry klíšťových encefalitid, tropických viróz, vztekliny, horeček Lassa a Ebola
- virus HIV

Rozdělení bakterií 1

- **podle tvaru a uspořádání**
 - koky – kulovité, tvoří dvojice, řetízky, shluky...
 - tyčinky – protáhlé, mohou být rovné, zahnuté...
 - kokotyčinky (kokobacily) – mezi koky a tyčinkami
 - spirochety – ve tvaru spirály
 - nestálého tvaru – mykoplasmata (nemají stěnu)
- **podle tzv. Gramova barvení** (dáno typem buněčné stěny*)
 - grampozitivní – *silná, jednoduchá; barví se fialově
 - gramnegativní – *složitá, tenká; barví se červeně
 - Gramem se nebarví – jiný typ stěny či bez stěny

Tvary bakterií (morfologie)

- **Koky** ve dvojicích (diplokoky), v řetězcích a ve shlucích (neříkejme raději „streptokoky“ a „stafylokoky“, bylo by to matoucí)
- **Tyčinky** rovné či zahnuté (vibria), případně několikrát zahnuté (spirily), krátké nebo dlouhé, tvořící až vlákna či rozvětvená vlákna; konce mohou být oblé či špičaté a i tyčinky mohou být různě uspořádané
- **Spirochety** – tenké spirálovité bakterie
- **Beztvaré bakterie**, například mykoplasmata (nemají buněčnou stěnu, takže nemají tvar)

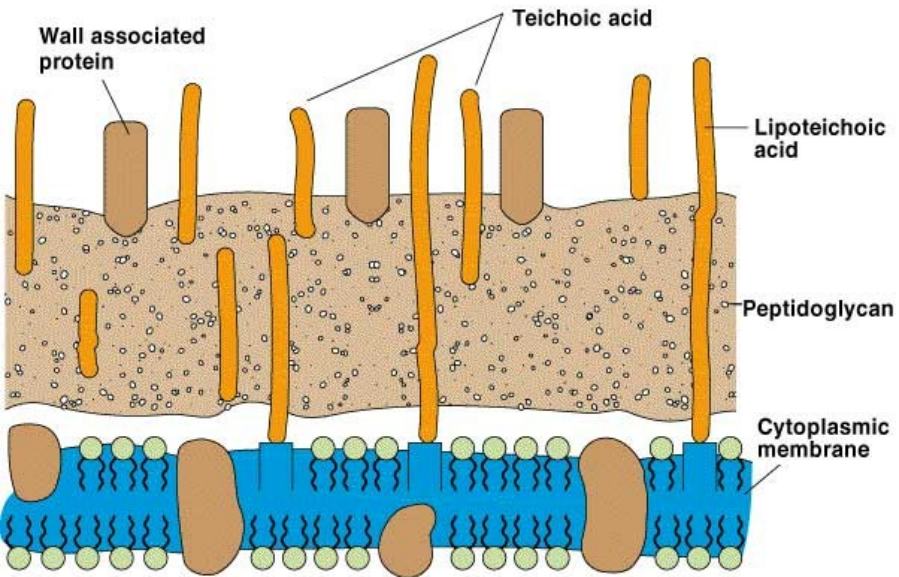
Koky v řetízcích patřící do rodu *Enterococcus*



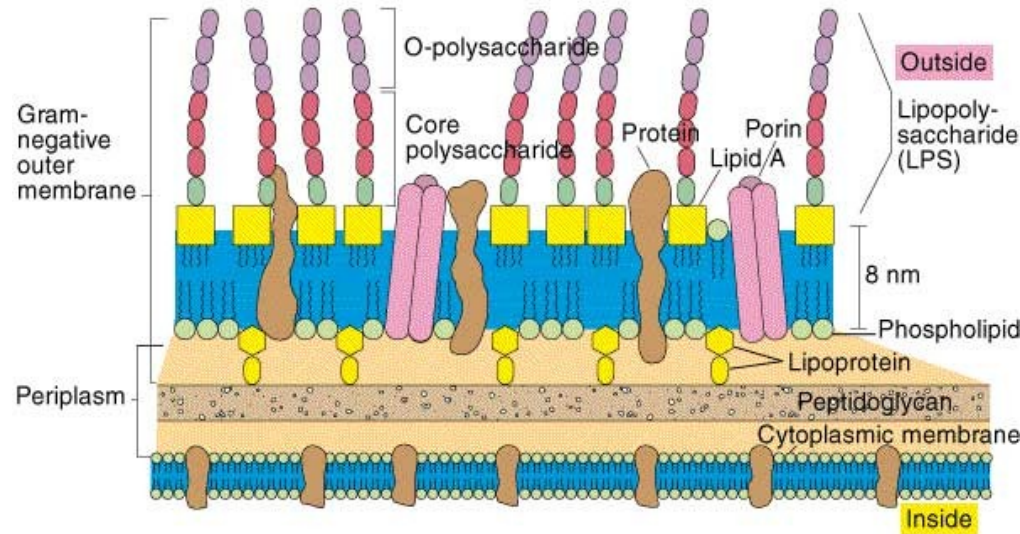
Typ buněčné stěny

- **Grampozitivní bakterie** mají tlustou a jednoduchou buněčnou stěnu. Jsou odolné hlavně mechanicky. Při barvení podle Grama jsou fialové. Například stafylokoky.
- **Gramnegativní bakterie** mají tenkou, ale o to složitější buněčnou stěnu. Jsou odolné hlavně chemicky. Při barvení podle Grama jsou červené. Například escherichie.
- **Gramem se nebarvící bakterie** buněčnou stěnu nemají (mykoplasmata) nebo ji mají hodně jinou (mykobakteria).

Grampozitivní



Gramnegativní



<http://www.arches.uga.edu/~emilyd/mibo3510/gm-%2520cell%2520wall.jpg>

G+



G-

Fimbrie a bičíky

- Mnohé bakterie jsou schopny **pohybu**
- K pohybu slouží hlavně **bičíky**
- **Fimbrie** mohou vedle pohybu sloužit např. i k přilnutí bakterie na povrch nebo při **výměně genetické informace**
- Bičíky bakterií jsou úplně jiné než bičíky eukaryotních organismů

Bakterie s bičíky (*Escherichia coli*)



http://www.biotox.cz/toxikon/bakterie/bakterie/obr/escherichia_coli_1.htm

Pouzdro a biofilm

- **Pouzdro ani biofilm nejsou pro bakterie „povinné“, mají je jen některé bakterie**
- **Pouzdro** obklopuje jednotlivou bakterii, popř. dvojici. Není to už integrální součást bakteriální buňky, spíš nánosy molekul (většinou polysacharidů), které buňku chrání
- **Biofilm** je souvislá vrstva, vzniklá z bakterií, jejich pouzder a dalšího materiálu. Biofilm je mnohem odolnější než jednotlivá bakterie, žijící v tzv. planktonické formě

Jak se tvoří biofilm bakterií

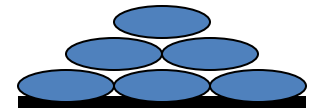
- **Přímý kontakt** plovoucích bakterií s povrchem



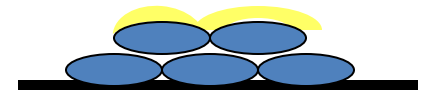
- **Přilnutí** na tento povrch



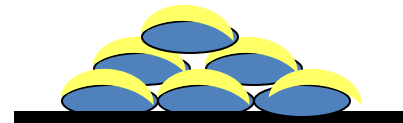
- **Růst a shlukování** těchto bakterií do mikrokolonií



- Produkce **polymerové matrix**



- Vytvoření **trojrozměrné struktury**, které se říká biofilm



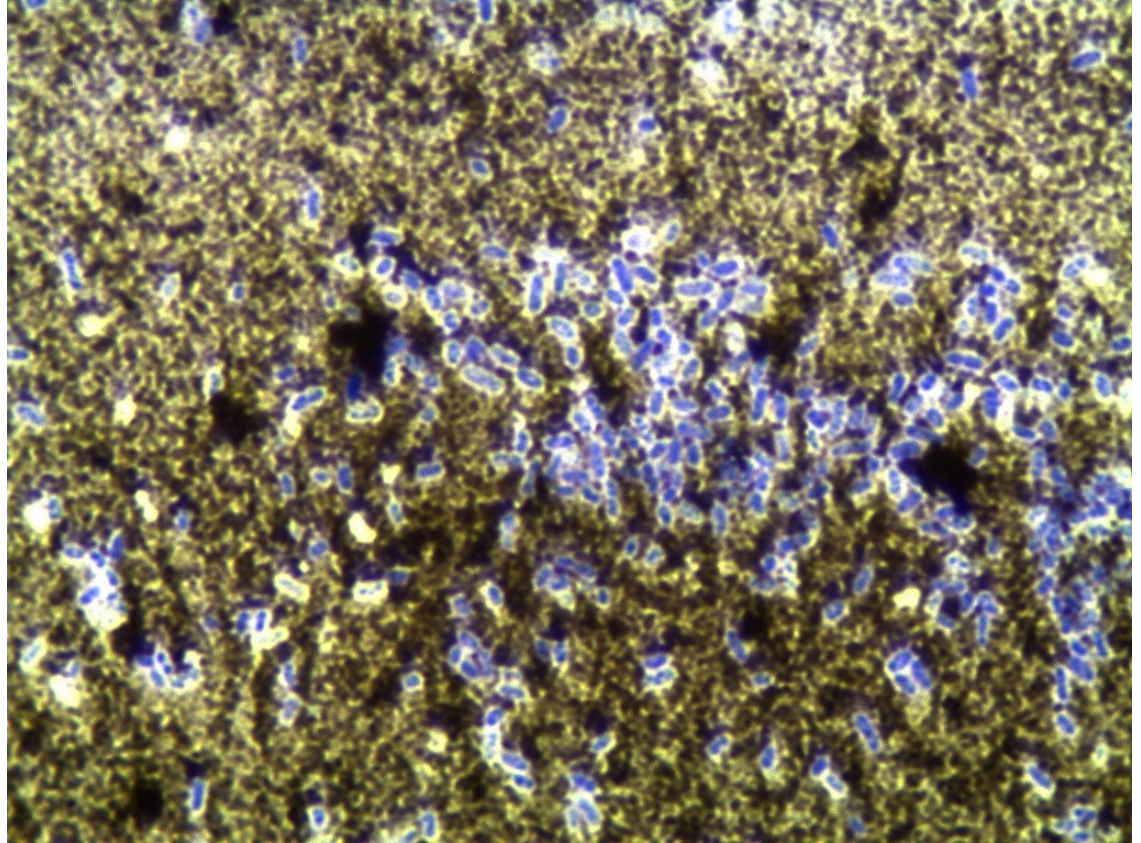
- Bakterie regulují svůj počet pomocí takzvaného **quorum sensingu**

(Podle kolegyně Černožorské z našeho ústavu)

Neobarvené pouzdro

Foto: archiv ústavu

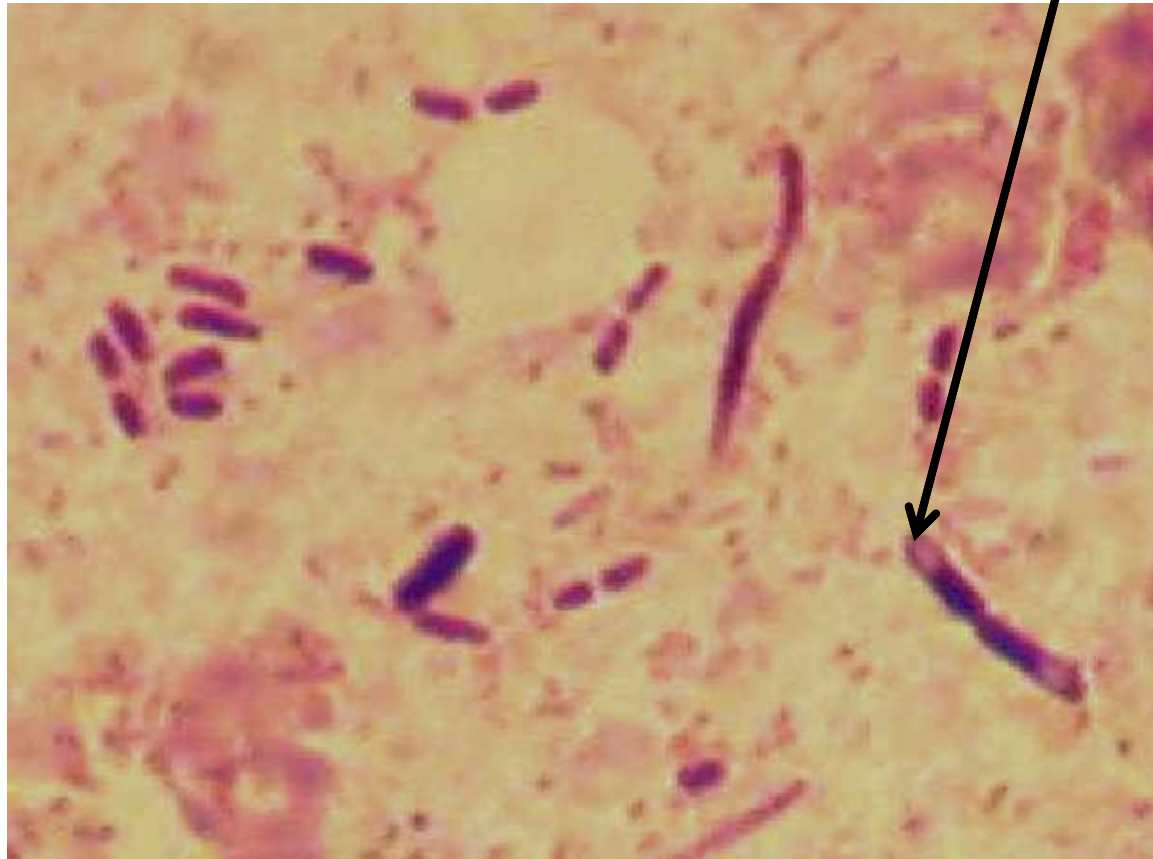
V barvení dle
Burriho byly
nabarveny
bakterie na modro
a pozadí
dobarveno tuší;
mikroskopista pak
tuší pouzdro tam,
kde se nic
neobarvilo



Sporulace

- Sporulace (tvorba endospor, zkráceně spor) je **něco jako zimní spánek**, ale mnohem dokonalejší než je zimní spánek zvířat. Opakem endospory je **vegetativní forma** života buňky
- Endospory přežijí velmi **vysoké teploty, vyschnutí, desinfekci** a podobně
- Endospora vzniká tak, že se **buňka rozdělí na dvě části**. Ty se však neoddělí úplně: jedna, ze které se stane endospora, je obklopena tou druhou, které zůstává vegetativní forma.
- V extrémních podmínkách **vegetativní buňka hyne a zůstane pouze endospora**
- Za příznivých podmínek **endospora vyklíčí**
- *Nepletme si endospory bakterií a spory hub!*

Endospory jsou biochemicky neaktivní, samy o sobě se nebarví při téměř žádném barvení a jeví se zpravidla jako světlé místo



Rozdělení bakterií 2

- **podle vztahu ke kyslíku**

- **striktně aerobní** (rostou pouze v přítomnosti kyslíku)
- **striktně anaerobní** (vyžadují atmosféru bez kyslíku)
- **fakultativně anaerobní** a **aerotolerantní** (v praxi nerozlišitelné, rostou v atmosféře s kyslíkem i bez)

- **mikroaerofilní** (potřebují kyslík, ale musí ho být málo; pokud ale není vůbec přítomen, nerostou)
- **kapnofilní** (potřebují kyslík, ale zároveň také zvýšený podíl CO₂ v atmosféře)

- **v praxi často jen aerobní** (všechny červeně orámované – rostou v prostředí obsahujícím kyslík) / **anaerobní**

Fyziologie a metabolismus bakterií

- Tak jako každý organismus, i bakterie mají svůj **katabolismus a anabolismus**
- Katabolismus může být trojí:
 - **Fermentace** – štěpení bez potřeby kyslíku. Málo energeticky výhodný, ale nepotřebuje kyslík. Využívají ji například střevní bakterie
 - **Aerobní respirace** – z mála živin se získá hodně energie, je ale nutný kyslík. Využívají ji bakterie, které nacházíme ve vnějším prostředí, na rostlinách aj.
 - **Anaerobní respirace** – jiný akceptor elektronů než kyslík, pro člověka málo významné

Množení bakterií

- Každá bakterie má svou **generační dobu**
- Za jednu generační dobu jsou z jedné dvě, za desetinásobek je z jedné bakterie 1024 bakterií (teoreticky) a podobně
- Ideální množení by existovalo pouze kdybychom neustále **přidávali živiny a popř. kyslík a odebírali odpadní produkty**
- Pozor, nepleťte si generační dobu (za jak dlouho se bakterie rozdělí na dvě) a kultivační dobu (za jak dlouho vidíme výsledek na kultivační půdě)



Foto: archiv MÚ

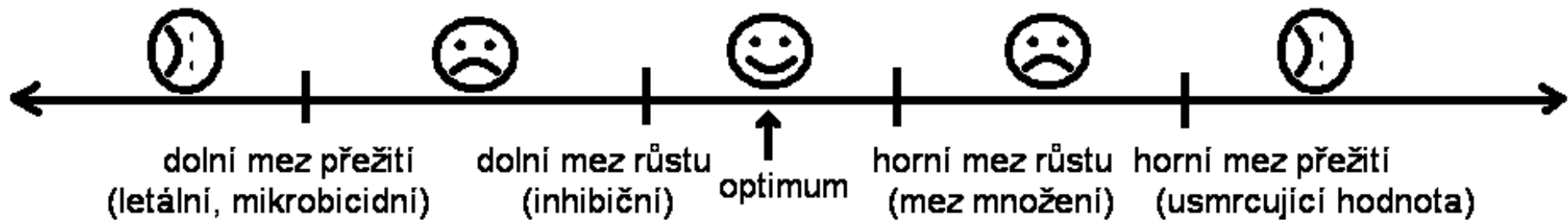
V jedné z našich laboratoří

Životní podmínky bakterií

- Pro život bakterií jsou nutné **určité podmínky**
- Tyto podmínky musíme splnit také v případě, že chceme bakterie **uměle pěstovat** (třeba proto, abychom je přitom mohli určovat)
- Nestačí takové, aby bakterie přeživala. **Musí být i schopna se množit**
- Na druhou stranu, **pokud s bakteriemi bojujeme** (při desinfekci, sterilizaci), musíme nastavit takové podmínky, které bakteriím nevyhovují. Přitom ale obvykle nestačí potlačit jejich množení, ale **musíme je úplně zahubit.**

Životní podmínky – pokračování

- Podmínky musí být splněny, co se týče **teploty**, **pH**, **koncentrace solí** a mnoha dalších věcí
- Nepůsobí přitom jednotlivě, **kombinují se**



Takto působí na bakterie např. různé pH (za předpokladu, že se nemění ostatní podmínky)

Vztahy mikrob – makroorganismus: obecně (2)

- Z hlediska klinické mikrobiologie je významný **vztah mikroorganismus – makroorganismus** (což může být člověk, ale také zvíře či rostlina)
- Může jít o **symbiózu, neutrální vztah** či **antibiózu**
- Často se používají i **termíny z potravních řetězců (komezalismus, saprofytismus, parazitismus)**. Virulentní mikroby jsou zpravidla – ale ne vždy – parazitické
- **Ne vždycky se dají mikroby jednoduše „zaškatulkovat“.** Často záleží na okolnostech, jestli bude mikrob „zlý“ nebo „hodný“

Vztahy mikrob – makroorganismus: mikroby napadající člověka

- Mikroorganismy, které napadají člověka, jsou vybaveny různými **faktory virulence** – jsou to faktory, které zajišťují **schopnost mikroba napadnout hostitele**. Nejčastěji to bývají různé enzymy, toxiny, bakteriální pouzdro aj.
- Makroorganismus se mikrobům brání řadou různých způsobů. Jde vždy o to, zda se více prosadí faktor virulence mikroba, nebo **mechanismus obranyschopnosti makroorganismu**

Patogenita a virulence

Příběh (sli.do W166)

Hanička už v porodnici dostala průjem. Vyšetření ukázalo, že má ve střevě jen běžné bakterie. Z aerobních bakterií (*anaerobní vyšetření stolice se zpravidla neprovádí – poznámka Zahradníčka*) byla nejpočetnější bakterií *Escherichia coli*.

Podrobnější rozbor ale ukázal, že jde o takzvanou EPEC – enteropatogenní *Escherichia coli*. V tomto případě jde o

- *nákazu obligátním patogenem*
- *nákazu virulentním kmenem podmíněného patogena*
- *nákazu avirulentním kmenem podmíněného patogena*
- *nákazu nepatogenním mikroorganismem*

Pojem „virulence“

Virulence

okamžitá vlastnost konkrétního kmene mikroba
(kmen = populace teoreticky pocházející z jedné buňky, všechny buňky jednoho kmene se teoreticky chovají stejně a nahrazují nám vlastně jedince)

Kmeny tedy mohou být

- **avirulentní** – tedy v daném okamžiku úplně neškodné, neschopné napadat makroorganismus
- **méně či více virulentní** – tedy disponující různou mírou schopnosti napadnout makroorganismus.

Pojem „patogenita“

Patogenita

stálá vlastnost určitého mikrobiálního druhu.

Druhy tedy mohou být

- **nepatogenní**: nejsou schopny vyvolat u daného živočišného druhu nemoc (žádný jejich kmen toho není schopen). Většinou jsou to ty, které vůbec nejsou schopny do organismu proniknout.
- **potenciálně (podmíněně) patogenní**: vyvolávají chorobu jen někdy. Často jsou to prospěšné bakterie, které jsou většinou „hodné“ a jen výjimečně začnou „zlobit“, když se třeba dostanou kam nemají, nebo když zmutují
- **obligátně (primárně) patogenní**: vyvolávají nemoc vždy, když se dostanou do těla v dostatečném počtu a vhodným způsobem

Oportunní patogeny

- Podskupinou mikrobů **podmíněně patogenních** jsou mikroby označované jako **oportunně patogenní**.
- Tyto mikroby se za normálních okolností chovají jako prakticky nepatogenní, zdravého člověka **nenapadnou**, často jde o rody a druhy primárně patogenní pro různé rostliny (příkladem je *Burkholderia cepacia*, která vyvolává hnilobu cibule)
- Napadají především **oslabené jedince**, například
 - osoby s rozsáhlými popáleninami (lokálně)
 - osoby s dekubity a bércovými vředy (lokálně)
 - osoby s umělou plicní ventilací (zápaly plic)
 - osoby se zhoršenou imunitou (i celkové sepse)
 - novorozence, zejména nedonošené

Předpoklady patogenity

- 1) **Přenosnost z hostitele** (zdroje) na další organismus (osobu)
- 2) **Nakažlivost** – schopnost narušit obranu hostitele
- 3) **Virulence** – schopnost mikroba nějak poškodit hostitele.

Faktory zodpovědné za virulenci, respektive patogenitu

Osídlení hostitele (přilnutí na sliznici) – fimbrie, bičíky, adheziny

Faktory invazivity – vnikání do tkáně (např. skrz sliznici)

Toxiny (jedy), hlavně u bakterií: neurotoxiny, enterotoxiny (působí ve střevě), místně působící toxiny a jiné

Faktory boje s obrannými mechanismy hostitele

Biofilm – složitý útvar, složený nejen z mikrobů

„Hodné“ mikroby: mikrobiom v těle

- Mnoho mikrobů nám pomáhá. Tím, že osidlují naše sliznice, zabrání tomu, aby je osídlily zlé patogenní mikroby. Některé pomáhají i jinak, například nám pomáhají tvorbou určitých vitamínů.
- Nejvíc, asi kilogram, je jich **v tlustém střevě**
- Hodně mikrobů je i **v dutině ústní a v hltanu**
- U žen je mikrobiální ekosystém **v pochvě**
- I přes relativní nedostatek vody má svoji mikroflóru také **kůže** (poněkud se liší na různých místech)
- Menší množství mikrobů se najde i na některých dalších místech těla. Jsou ale i místa, kde mikroby běžně za použití běžných metod nenacházíme (zejména krevní řečiště, kosti, svaly, nervový systém, ale i třeba močový měchýř)

Mikrobiom jako ekosystém

- Kdysi lidé mysleli, že všechny škůdce úrody jednoduše zahubí například DDT. Ukázalo se ale, že takový **brutální zásah často nadělá víc škody než užitku**, zvláště když se použije nevhodným způsobem
- Podobně **složitý ekosystém je i třeba střevní mikrobiom (mikroflóra)**. I proto dnes na střevní infekce většinou nedoporučujeme antibiotika, protože systém „rozhodí“ často ještě víc.
- Mikrobiom **ovlivňuje mnohem víc systémů, než jsme si mysleli**. Zdá se, že má vliv i na mnoho „neinfekčních“ nemocí. Na druhou stranu je třeba říci, že výzkum mikrobiomu teprve začíná. „Zaručené zprávy“ o tom, co přesně máme jíst a jak si vylepšit stravou mikrobiom je potřeba brát s velkou rezervou.

Co ovlivňuje infekci

- **Vstupní brána infekce** (kudy mikrob pronikl)
- **Forma infekce**
 - podle rozsahu – lokální / celková
 - podle vyjádření průběhu – bezpříznaková / příznaková
 - u infekce s příznaky dále průběh abortivní – typický – komplikovaný
- **Vylučování mikrobů z těla**

V podstatě je plynulý přechod mezi infekcí, bezpříznakovou kolonizací a běžnou flórou.

Co ovlivňuje formu infekce

- **na straně mikroba:** vybavenost faktory virulence (může být dána třeba i tím, že mikrob sám je napaden bakteriálním virem – bakteriofágem)
- **na straně makroorganismu:** stav imunity, stav anatomických bariér, hormonální rovnováha, případné základní onemocnění a spousta dalších věcí
- **forma vzájemného setkání** mikroba a makroorganismu

Naposledy dnes spustíme sli.do (W166)

Pro VS: Na shledanou za týden!
Pro PA a ZACH: Za pět minut pokračujeme!

