# Přehled bakterií s důrazem na oko

Mikrobiologie a imunologie
BOMI0111s + BTMI0111p

Týden 4

Ondřej Zahradníček

# Proč přehled mikrobů?

- V dalších částech bude řeč o **různých infekčních nemocech v dutině ústní** i jinde, a bude se tam mluvit o mikrobech, které se na nich podílejí.
- Bude tedy užitečné udělat si **stručný, ale systematický přehled těch nejdůležitějších mikrobů**, s důrazem na ty mikroby, které mají nějaký vztah k oku. V této části si probereme bakterie, v dalších pak viry, houby a parazity.

# Obsah této prezentace

Grampozitivní bakterie

Gramnegativní bakterie

Ostatní bakterie

# Grampozitivní bakterie

# 1. G+ bakterie: Stafylokoky

Stafylokoky: *název z řeckého staphylé = hrozen*

- *Obrázek: **Stafylokoky ve sputu.***

Foto Ondřej Zahradníček

# Základní charakteristika

- Stafylokoky patří **mezi klinicky nejvýznamnější G+ koky**. Jsou to koky cca 1 µm v průměru, tvoří shluky
- Kdysi se rozlišoval jen ***Staphylococcus aureus*** (zlatý, původce nemocí) a *S. albus* (bílý, normální nález na kůži).
- Dnes je už známo asi padesát druhů stafylokoků, stále má ale význam rozlišovat „zlatého stafylokoka“ a ostatní, z nichž většina patří mezi tzv. **koaguláza negativní stafylokoky**
- Už ale také víme, že ani nález zlatého stafylokoka nemusí vždycky znamenat nemoc, a nález koaguláza negativního stafylokoka nemusí být „nevinný“

# Klinická charakteristika

- Vyskytují se na **kůži člověka** i jiných živočichů
- Proto také snášejí **vyšší koncentrace soli** (musí umět snášet slaný pot)
- Všechny patří mezi **podmíněné patogeny**, ale patogenita zlatého stafylokoka je výrazně vyšší než patogenita ostatních
- **Zlatý stafylokok** způsobuje různé hnisavé záněty na kůži i hlouběji v těle
- **Ostatní stafylokoky** (většinou patřící mezi tzv. koaguláza negativní) se vyskytují jako běžná mikroflóra na kůži, v nose apod.; mohou ale způsobovat katetrové sepse či močové infekce

# Vztah k oku

- Zlatý stafylokok bývá původcem **akutních i chronických zánětů spojivky, zánětů očního víčka, ale i hlubších částí oka a očnice**
- Akutní infekce **očních mazových (Zeissových) žlázek**, způsobená zlatým stafylokokem, se označuje jako **ječné zrno (hordeolum)**.
- **Koagulázanegativní stafylokoky** se při nálezu ve výtěru ze spojivky zpravidla nepovažují za významné. U pacientů, připravovaných k oční operaci, kde se vyžaduje absolutní sterilita, se ale zpravidla i tady snažíme očními kapkami stafylokoka ze spojivky odstranit

# 2. Streptokoky

# Základní charakteristika

- Streptokoky jsou **grampozitivní koky,** tvořící dvojice či menší nebo delší řetízky (opět špatně viditelné při barvení kmene)
- Některé jsou **běžnou flórou** v dutině ústní
- Jiné jsou **patogenem** v dutině ústní a hltanu
- Další jsou **patogenem např. v močopohlavním systému**
- Některé jsou čisté lidské (například *S. pyogenes*), jiné napadají i zvířata (např. *S. agalactiae*)

# Důležité streptokoky

- Streptokoky s takzvanou **viridací**
  - **Pneumokok** (*Streptococcus pneumoniae*) – způsobuje záněty plic, záněty středního ucha, někdy i záněty mozkových blan
  - **Ústní streptokoky** – normální v ústech a v hltanu, ale mohou se dostat do krevního řečiště a poškodit srdeční nitroblánu
- Streptokoky s takzvanou **hemolýzou**
  - ***Streptococcus pyogenes*** – původce angíny, spály, růže i onemocnění ve tkání
  - ***Streptococcus agalactiae*** – vyskytuje se v pochvě žen, může napadat novorozence
  - **Takzvané non-A-non-B streptokoky**, občas původci hnisaných infekcí

# Vztah k oku

- ***Streptococcus pneumoniae* (pneumokok)** je dalším z původců zánětů spojivek, rohovky apod.
- Méně časným původcem očních infekcí je ***Streptococcus pyogenes***, vyvolává však **závažné stavy, například flegmony**, kdy se hnis šíří tkání. To se může stát například tehdy, když je oko zasaženo úrazem a vnikne do něj **kontaminované cizí těleso** (například špona při obrábění kovů).

# 3. Enterokoky

# Základní a klinická charakteristika

- Enterokoky byly zařazeny do zvláštního rodu poté, co se zjistilo, že se **hodně liší od ostatních streptokoků**.
- Jak název napovídá, vyskytují se **ve střevech obratlovců**. Mají i probiotický efekt (= zdraví prospěšný, „dobré“ bakterie, které tělu pomáhají se vyrovnat se „zlými“). Např. nepasterizovaná bryndza, obsahující enterokoky, je zdravá
- Na druhou stranu jsou často i **původci nemocí**, zejména **zánětu močového měchýře**, ale i v ranách a v krevním řečišti (jako původci sepsí)
- Co se týče infekcí oka, účast enterokoků by byla spíše výjimečná

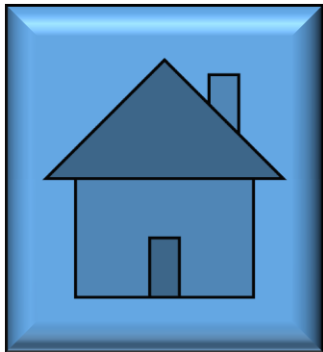
# 4. Grampozitivní tyčinky

# Základní charakteristika

- Grampozitivní tyčinky nejsou tak častými původci nemocí jako grampozitivní koky či gramnegativní tyčinky. Přesto jsou mezi nimi **některé výrazné patogeny**
- Jsou záludné tím, že **se na ně často nemyslí**, což komplikuje diagnostiku
- Významná je ***Listeria***, která se může vyskytovat u těhotných a postihovat novorozence. Dále jsou významná **korynebakteria**, ale pouze jedno z nich způsobuje záškrt, ostatní jsou spíše normální flórou na kůži. Zástupci rodu ***Bacillus*** tvoří endospory. Většinou kontaminují prostředí, ale *B. anthracis* způsobuje uhlák dobytka a hrozí zneužití bioteroristy
- **Laktobacily** jsou zdraví prospěšné bakterie ve střevě a v pochvě, naopak v ústní dutině se podezírají z účasti na zubním kazu

# Vztah k oku

- ***Listeria monocytogenes*** a ***Corynebacterium diphtheriae*** patří mezi ty vzácné bakterie, které jsou schopné proniknout skrz neporušenou rohovku, dochází k tomu ale spíše vzácně.
- Výjimečně, u oslabených osob, mohou infekce rohovky způsobit i zástupci rodu ***Bacillus***



# Gramnegativní bakterie

# 5. Neisserie a moraxely

# Základní charakteristika

- Jsou to **gramnegativní koky**, i když v některých případech může jít i o kokobacily nebo dokonce krátké tyčinky
- Často jsou nalézány ve dvojicích (diplokoky)
- Jsou **růstově poměrně náročné**. Nerostou na Endově agaru a jen některé rostou na krevním agaru. Některé rostou jen na agaru čokoládovém, což je bohatá půda vzniklá rozehřátím krevního agaru (růstové faktory z červených krvinek se uvolní do půdy)

# Klinická charakteristika

- ***Neisseria meningitidis* neboli meningokok** je původce velmi závažných zánětů mozkových plen s velmi rychlým průběhem. Mladí lidé někdy umírají během několik hodin
- ***Neisseria gonorrhoeae* čili gonokok** je původce pohlavní nemoci – kapavky, jde o hnisavý zánět močové trubice, děložního čípku, případně i hltanu. Pozor, při běžném vyšetření se na ni nemusí přijít (na běžně používaných kultivačních půdách neroste)
- **Ústní neisserie** jsou jednou z hlavních součástí normální flóra v ústní dutině a ještě více ve faryngu
- ***Moraxella* (podrod *Branhamella) catarrhalis*** je původcem zánětů paranasálních dutin apod.
- **Moraxely podrodu *Moraxella*** způsobují oční záněty

# Vztah k oku

- ***Neisseria meningitidis*** **a** ***Neisseria gonorrhoeae*** jsou jedny z mála bakterií, které dokážou proniknout **i do neporušené rohovky** a spojivek. Záněty nejsou běžné, pokud k nim však dojde, mají charakter akutního zánětu s velkým množstvím hnisu
- Kvůli přenosu kapavky se v porodnicích provádí tzv. **crédéizace** (kapání septonexu, dříve dusičnanu stříbrného, do oka)
- ***Moraxella lacunata*** **a příbuzné druhy** způsobují zejména záněty očního koutku. Tato bakterie se jmenuje podle švýcarského očního lékaře Victora Moraxe

# 6.G– bakterie: Enterobakterie

# Základní charakteristika

- ***Enterobacteriaceae*** je klinicky nejdůležitější čeleď gramnegativních tyčinek (ale důležitá je i pro ne-klinická odvětí mikrobiologie)
- Název – od řeckého „enteron“ = střevo – napovídá, že **mají vztah ke střevu**. Mají ho ale různý: některé (*Escherichia coli*) jsou přítomny ve střevě zdravých lidí a neškodí, jiné (salmonely) tam dělají průjmy
- A aby to bylo ještě složitější: **někdy mohou dělat průjmy a jiné nemoci i ty jinak neškodné**, jako je *E. coli* (například 2011 – epidemie v Německu). Také se můžou dostat mimo střevo a způsobovat například močové infekce (*E. coli* je vůbec nejčastějším původcem zánětů močového měchýře!)

# Přehled enterobaktérií

| | Patogenita | Příklady |
|---|---|---|
| | Systémová | *Yersinia pestis* (původce moru), tyfové salmonely |
| | Střevní | jiné salmonely, yersinie, shigely |
| | Podmíněná okolnostmi (faktory aj.) | *E. coli*, klebsiely, enterobaktery, protey a mnoho dalších |
| | Téměř nulová | Mnoho druhů, například *Pragia fontium* a *Budvicia aquatica* |

# Enterobakterie a oko

- Enterobakterie nemají specifický vztah k oku. Mohou ale občas způsobovat infekce částí oka. Například i rohovkový vřed může být způsoben kupodivu „hodnou“ bakterií *Escherichia coli*.

# 7. Vibrionaceae

# Základní a klinická charakteristika

- ***Vibrionaceae*** je čeleď gramnegativních tyčinek blízká enterobakteriím. Nejsou to ale rovné, ale zahnuté tyčinky, a jsou výrazně pohyblivé
- ***Vibrio cholerae*** způsobuje **choleru**. To je onemocnění s vodnatým průjmem, pacient může i umřít na odvodnění těla. Dnes už se vyskytuje spíše jen mimo Evropu. V rámci druhu existují různé kmeny, které se liší mírou virulence.
- **Halofilní vibria a příslušníci rodu *Aeromonas*** způsobují občasné infekce ran např. při kuchání ryb nebo při koupání s otevřenými ranami (u vibrií jde o koupání ve slané vodě, u aeromonád ve vodě sladké)

# 8. Gramnegativní nefermentující bakterie

# Základní a klinická charakteristika

- Je to skupina **kultivačně nenáročných, většinou striktně aerobních (kyslík vyžadujících) gramnegativních tyčinek**
- **Většina z nich jsou tyčinky**, ale rod *Acinetobacter* jsou kokotyčinky až koky!
- Na rozdíl od enterobakterií **nefermentují glukózu** (odtud název) a většinou ani jiné cukry. Štěpí je aerobní respirací. Potřebují tedy kyslík, ale ne moc živin
- Jsou to původně hlavně **patogeny rostlin**. Rostou pomalu a jejich teplotní optimum je nižší.
- Pro člověka jsou významné jako **původci nozokomiálních (nemocničních) nákaz**

# Vztah „nefermentujících“ k oku

- **Pseudomonády** mohou záněty rohovky. Častěji ovšem v nemocničním prostředí u oslabených osob. Pseudomonády totiž většinou nenapadají zdravého člověka, ale jen takového, který je oslabený nějakou základní chorobou, nebo je například popálený, má proleženiny a podobně.
- Výjimečně by podobným způsobem mohly způsobit infekci částí oka i **jiné bakterie** z této skupiny

# 9. Skupina *Vibrio* + *Aeromonas*

# Základní a klinická charakteristika

- Skupina ***Vibrio + Aeromonas*** zahrnuje gramnegativní tyčinky blízké enterobakteriím. Nejsou to ale rovné, ale zahnuté tyčinky, a jsou výrazně pohyblivé
- ***Vibrio cholerae*** způsobuje **choleru**. To je onemocnění s vodnatým průjmem, pacient může i umřít na odvodnění těla. Dnes už se vyskytuje spíše jen mimo Evropu. V rámci druhu existují různé kmeny, které se liší mírou virulence.
- **Halofilní vibria a příslušníci rodu *Aeromonas*** způsobují občasné infekce ran např. při kuchání ryb nebo při koupání s otevřenými ranami (u vibrií jde o koupání ve slané vodě, u aeromonád ve vodě sladké)

# 9. Kampylobakter a helikobakter

# Základní charakteristika

- ***Campylobacteriaceae*** jsou zahnuté nebo i vícekrát zprohýbané gramnegativní tyčinky
- Jsou **růstově náročné**, nerostou na běžných kultivačních půdách
- Jsou **zahnuté** (*Campylobacter*) nebo dokonce **několikrát zprohýbané** (*Helicobacter*).
- ***Campylobacter*** způsobuje průjmové onemocnění, podobně jako salmonela
- ***Helicobacter*** se podílí na zánětech žaludku (gastritidách) a žaludečních vředech; onemocnění je ale takzvaně multifaktoriální, nedá se říci, že by ho helikobakter přímo způsobil. Schopnost přežívat v žaludku mu dává tvorba ureázy

# 10. Čeleď *Pasteurellaceae*

# Základní charakteristika

- ***Pasteurellaceae*** je další čeleď kultivačně náročných gramnegativních tyčinek
- ***Pasteurella*** je původcem hnisavých zánětů v ranách po pokousání psem (vyskytuje se totiž v psích tlamách
- ***Haemophilus*** má vztah k dýchacím cestám. *Haemophilus influenzae* může způsobovat záněty příklopky hltanové i záněty mozkových blan, ale může také „sedět“ v hltanu úplně zdravého člověka. Ostatní hemofily jsou spíše náhodně nalézány v hltanu i jinde.

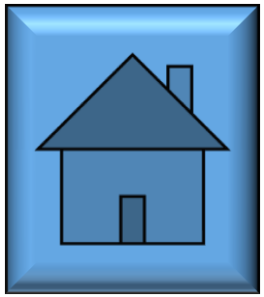
# Vztah k oku

- *Haemophilus influenzae*, stejně jako další bakterie se vztahem k dýchacím cestám, je poměrně častým původcem zánětů **spojivky, rohovky, ale může také kontaminovat kontaktní čočky**
- Přenos je především kontaminovanýma rukama, kterýma si nemocný mne oči

# 11. Legionelly, brucelly, bordetelly a franciselly

# Základní charakteristika

- Všechny tyto bakterie jsou **kultivačně náročné.** Nedají se snadno pěstovat.



- Způsobují různá ne moc častá, ale důležitá onemocnění:
  - **legionela** – legionářská nemoc (zápaly plic u starších a oslabených osob, zdrojem mikrobů bývá klimatizace a rozvody vody, zejména teplé)
  - **brucela** – škaredé vředy u lidí, pracujících se zvířaty (jeden druh je od krav, další od prasat a třetí od ovcí a koz)
  - **bordetela** je původcem černého kašle
  - **francisela** je původcem takzvaného „zaječího moru“, který může postihovat buď rány na kůži, nebo plíce

# Ostatní bakterie

# 12. Klostridia

# Základní charakteristika

- Klostridia jsou **G+ sporulující tyčinky**. Jsou také striktně anaerobní, některá dokonce ve vegetativní formě (= opak endospory) snášejí ještě méně kyslíku než nesporulující anaeroby. Tvoří ale endospory, a pak mohou přežívat nejen kyslík, ale i „mnohem horší věci“
- Mohou takto **přežít dlouhodobé vyschnutí, vysoké teploty či desinfekci**. Jsou ale o něco méně odolné než spory bacilů.
- Endospory mohou mít různou **polohu v rámci mateřské buňky,** což lze využít v diagnostice
- Klostridiové **oční infekce jsou výjimečné**

# Klostridia – přehled

| | |
|---|---|
| *C. tetani* | Původce tetanu |
| *C. botulinum* | Producent botulotoxinu |
| *Clostridium perfringens, C. septicum, C. welchii* a aj. | Klostridia plynatých snětí (+ enteropatogenita) |
| *C. difficile* | Enteropatogenní |

Je potřeba si uvědomit, že i **klostridia se úplně normálně podílejí na běžné střevní mikroflóře**. Problém nastává, pokud se přemnoží, dostanou tam, kam nemají, vyskytne se kmen produkující velké množství toxinu apod.

# 13. Nesporulující anaeroby

# Společné charakteristiky nesporulujících anaerobů

- Jsou to bakterie, které **nesnášejí kyslík** (proto anaeroby) a přitom **netvoří endospory** – na rozdíl od klostridií (proto nesporulující aneroby).
- Mohou existovat **všechny možné kombinace z hlediska buněčné stěny a tvaru** (anaerobní G+* koky, G– koky, G+ a G– tyčinky)
- I když jejich definice je, že nesnášejí kyslík, ve skutečnosti většina z nich nějaká malá množství kyslíku přece jen tolerují
- Většinou u nich není jeden patogen, ale spíš se projevují jako **směs různých druhů**

G+ = grampozitivní, G– = gramnegativní

# Klinické charakteristiky

- Vyskytují se jako **běžná flóra:**
  - **v tlustém střevě**, kde tvoří 99 až 99,9 % (dle různých údajů) celkového objemu mikrobů, je jich tam kolem jednoho kilogramu
  - **v ústech**, kde mohou žít díky biofilmu – jsou do něj zavzaty tak, aby neměly přímý přístup ke vzduchu, které by je ohrožoval
  - **v pochvě**, kde nejsou přítomny u všech žen, ale uvádí se, že asi 70 % žen nějaké anaeroby v pochvě má a považuje se to za normální stav; jen pokud se zde přemnoží, léčí se, ale i tady jde spíš jen o poruchu rovnováhy mezi mikroby než o vyložený zánět způsobený některým z nich

# 14. Acidorezistentní a vláknité tyčinky

# Základní charakteristika

- Acidorezistentní bakterie se vyznačují **zvláštním typem buněčné stěny**. Je odvozena od grampozitivní stěny, ale obsahuje velké množství mykolových kyselin (v podstatě vosků). Mají i jiné zvláštnosti – přežívání uvnitř hostitelských buněk, odolnost vůči kyselinám, louhům i desinfekci apod.
- Mezi acidorezistentní tyčinky patří zejména **mykobakteria**, tedy původci tuberkulózy (TBC) i jiných nemocí
- Částečně acidorezistentní je vláknitá tyčinka ***Nocardia***
- Vláknitá, i když ne acidorezistentní, je také tyčinka rodu ***Actinomyces***

# Klinická charakteristika

- Způsobují **specifická onemocnění**, odlišná od onemocnění působených jinými mikroby
- Zejména **tuberkulóza** má specifický průběh, také imunitní reakce je zvláštní (převažuje **buněčná imunita**)
- **Lepra** je rovněž velmi zvláštní onemocnění
- **Atypická mykobakteria** způsobují choroby s nálezem tzv. granulomů
- **Aktinomycety a nokardie** vyvolávají hnisavá onemocnění různých tkání
- Všechna zmíněná onemocnění trvají **dlouho**
- **V oku způsobují výjimečně onemocnění sítnice či slzního kanálku**

# Základní charakteristika

- Spirochety jsou **bakterie s gramnegativním typem buněčné stěny**, avšak nebarví se Gramovým barvením, protože jsou velmi tenké
- **Poměr délky a tloušťky** je u nich mnohem větší než například u helikobakterů
- Mohou mít **nepravidelné závity** (*Borrelia*), **pravidelné závity** (*Treponema*), případně může jít o **jemnou spirálu s konci zahnutými dovnitř** (*Leptospira*)
- Jsou mikroaerofilní, to ale pro praxi nemá význam, protože se nekultivují

# Klinická charakteristika

- Některé spirochety mohou být součástí běžné flóry. ***Treponema denticola*** je přítomna v ústech, zejména v oblasti dásně.
- Za klasické patogeny se ovšem považuje především ***Treponema pallidum*** (původce pohlavní nemoci – syfilis), **borrelie** (způsobují lymeskou borreliózu, ale některé také návratné horečky) a **leptospiry** (leptospiróza je nemoc získaná od myší, potkanů a jiných hlodavců)

# *Treponema pallidum*

- Je to původce **syfilis, klasické pohlavní nemoci**, která se stále ještě i u nás vyskytuje, a to nijak vzácně
- Nemoc v **prvním stádiu probíhá lokálně** (na pohlavních orgánech, méně často např. v ústech), ale **druhé a zejména třetí stadium znamená generalizaci**, tj. zasažení celého těla
- Oko může být také zasaženo, ale infekce jsou spíše vzácné. Mohou postihovat např. duhovku

# 16. Mykoplasmata

# Základní charakteristika

- zvláštní skupina bakterií – *Mollicutes* – "ty s měkkou kůží"
- **nemají buněčnou stěnu.**
- nelze stanovit jejich tvar, který může být kulatý, oválný či vláknitý.
- **u člověka jsou významné rody *Mycoplasma* a *Ureaplasma***
- **nejmenší organismy, které ke svému růstu nepotřebují cizí buňku**
- **několikrát menší než běžné bakterie**

# Klinická charakteristika

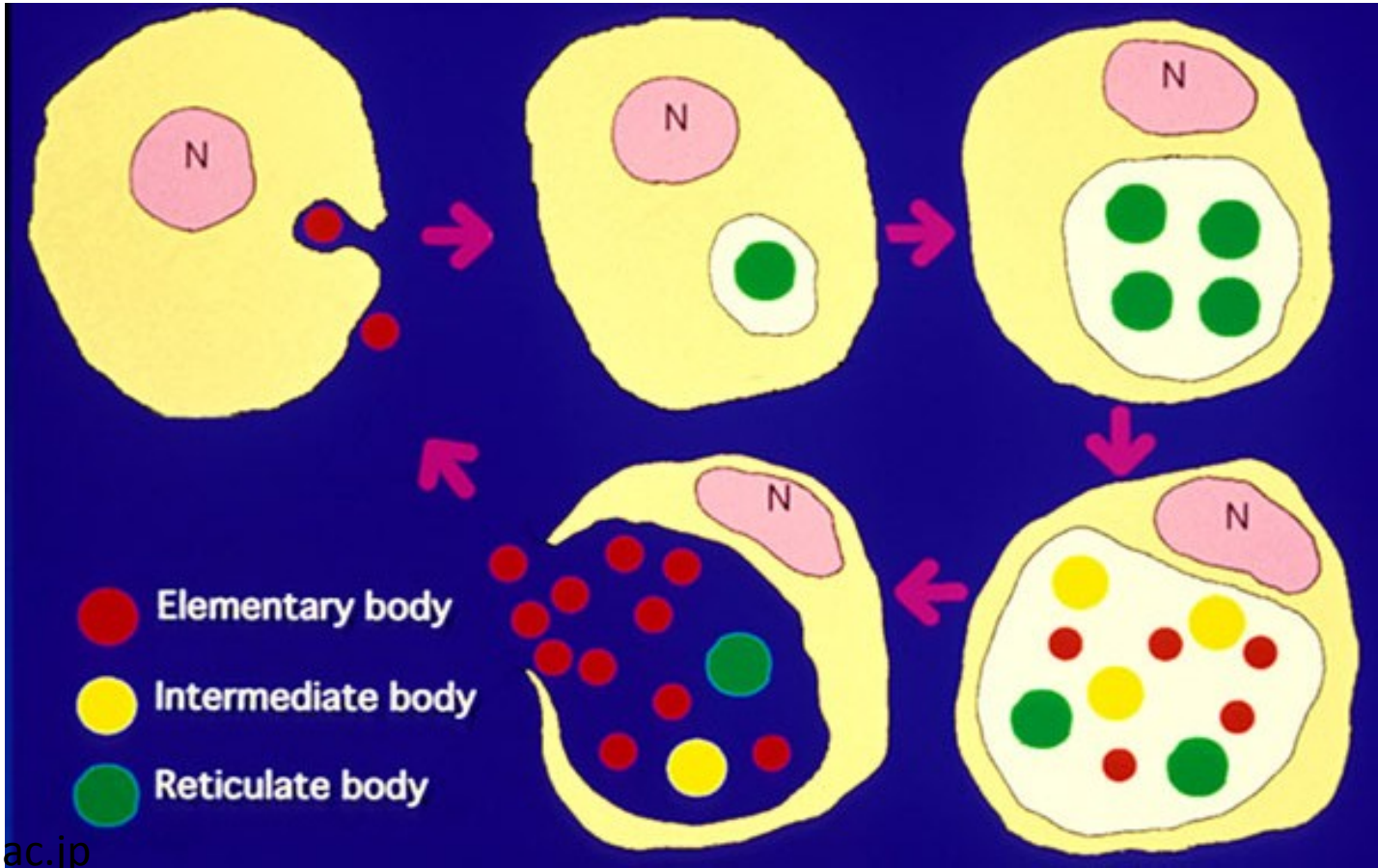
- ***Mycoplasma pneumoniae*** je jedním z možných původců atypických pneumonií, tj. zánětů plic s maximem plic nikoli ve sklípcích, ale ve tkáni mezi nimi
- ***Mycoplasma hominis*** a ***Ureaplasma urealyticum*** jsou původci urogenitálních nákaz
- Oční infekce jsou možné, ale nejsou časté

# Základní charakteristika

- povinně **nitrobuněční parazité**.
- jsou to přesto **bakterie**, v mnohém blízké gramnegativním
- od plnohodnotné bakterie, se liší především **neschopností vyrobit adenosintrifosfát**
- **mají ale buněčnou stěnu**.

# Chování chlamydií

- nechají se **pohltit hostitelskou buňkou**
- v ní se **namnoží**
- pak jsou z buňky **vypuzeny nebo ji rozloží**




/info.fujita-hu.ac.jp

# Klinická charakteristika

- Způsobují zejména **dýchací, oční a urogenitální infekce** v závislosti na druhu a případně antigenním typu bakterie (viz dále).
- Často se na chlamydie svádějí i různé potíže, které s nimi ve skutečnosti **nemusí mít nic společného** (a nález protilátek proti chlamydiím je důsledek kdysi prodělané infekce)
- Co se týče **přenosu infekce,** plicní chlamydie se přenášejí vzduchem, oční kontaktem, urogenitální hlavně pohlavně

# *Chlamydia trachomatis*

- onemocnění závisí na serotypu*:
- Serotypy L1, L2, La2 a L3
  - vyvolávají tropickou pohlavní nemoc - **lymphogranuloma venereum**.
- Serotypy D až K
  - způsobují **pohlavně přenosná onemocnění ve vyspělých zemích**
  - často bez příznaků
  - možné záněty různých částí pohlavního ústrojí
  - možná neplodnost
  - mohou též způsobit záněty spojivky – **paratrachom**

**Serotypy se v rámci jednoho duhu vzájemně liší hlavně antigeny.*

# *Chlamydia trachomatis*

- Serotypy A, B, Ba a C
  - způsobují **trachom** – nejčastější příčinu slepoty v rozvojových zemích
  - postižen téměř **každý desátý obyvatel zeměkoule** (tj. asi půl miliardy lidí!)
  - začíná jako **zánět spojivek**
  - **slepota** přichází během 25–30 let
  - **přenos** dotykem a nespecifickými přenašeči (mouchy).

# 18. Rickettsie a některé další organismy

# Základní charakteristika

- Podobně jako chlamydie odebírají z hostitelských buněk ATP a navíc i jiné živiny
- Jsou rovněž **povinně nitrobuněčnými parazity**
- Při výzkumu rickettsií přispěl badatel **Stanislaus Prowazek z Jindřichova Hradce**
- Některé druhy, dříve považované za příbuzné rickettsií, se dnes za příbuzné nepovažují, dokonce nejde o povinně nitrobuněčné parazity. Všechny jsou to ale **drobné, obtížně kultivovatelné bakterie**
- Způsobují různé choroby, často horečnaté a **často přenášené členovci**

# Děkuji za pozornost

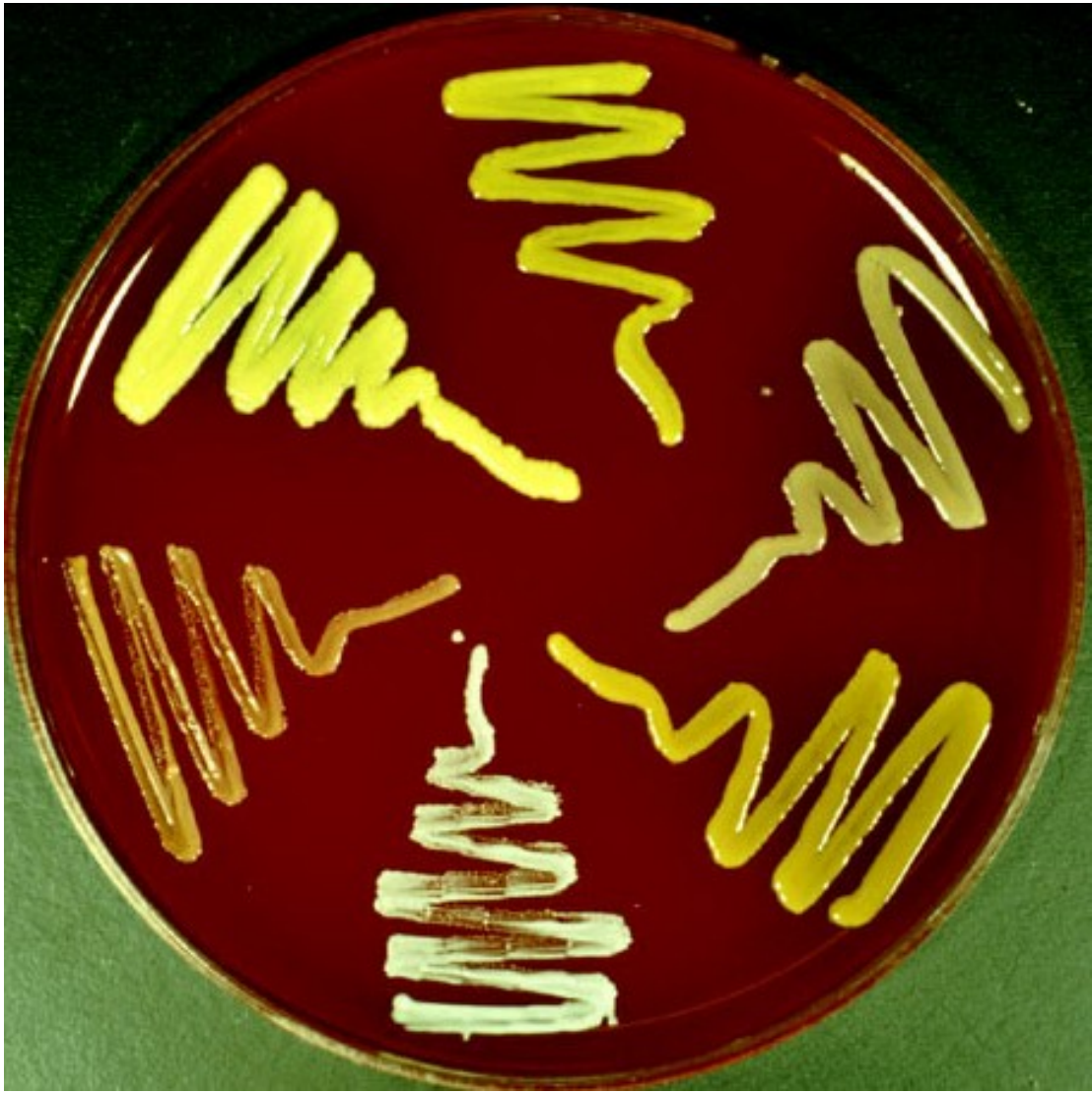


Foto: Mikrobiologický ústav

*Mikrokoky a kocurie*