

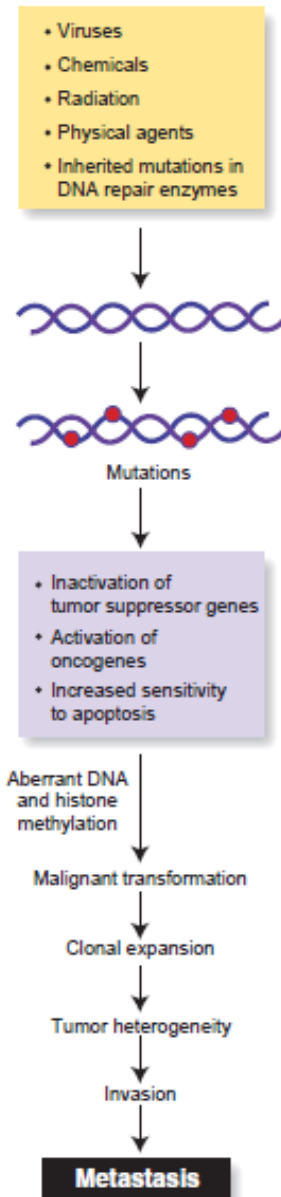
# **Vliv vnějších faktorů na organismus**

# Příčiny nemocí

- vnitřní
  - genetická výbava jedince
- zevní
  - biologické
  - fyzikální
    - mechanické, teplo/chlad, zvuk, radiace
  - chemické
    - kouření, toxiny, jedy
  - nutriční deficit nebo nadbytek

Kombinace obou typů faktorů

- U člověka: vlivy psychosociální a psychosomatické



# Zevní faktory vzniku nemocí

- Organismus vznikl, vyvíjel se a existuje ve stálé interakci se zevním prostředím
- Faktory prostředí zpravidla nepůsobí izolovaně, ale ve vzájemné interakci
- Většina podnětů z prostředí je pro organismus prospěšná (za určitých okolností mohou vyvolat poškození, nemoc)

# Faktory fyzikální povahy

## Přírodní:

- UV záření
- sluneční záření
- přirozená radioaktivita
- teplo
- chlad
- hluk
- mechanické síly apod.

## Umělé:

- silná magnetická pole
- střídavý elektrický proud
- laser
- silná radioaktivita
- stav beztláče
- přetížení

# 1) Mechanické faktory

## Mohou vyvolat:

- zhmoždění (kontuze), utlačení (komprese)
- roztržení tkáně (lacerace), zlomeniny (fraktury)
- vyvrtnutí (distorze), vykloubení (luxace), .....

## Důsledky:

v místě poškození  $\Rightarrow$  rozvoj **zánětlivé reakce**

- otok (edém)
- krvácení (hemoragie)
- přerušování nervů (obrna – paréza či plegie)
- **traumatický šok**

# Traumatický šok

Podněty:

- **Bolest**
  - **ztráta krve**
- } ↓ periferního odporu --- ↓ TK (hypotenze)

**Zátěžová reakce** – vyplavení katecholaminů a hormonů  
kůry nadledvin

**Cévní reakce** je charakterizována:

- ↓ perfúzí tkání ⇒ tkáňová hypoxie, ischemie, metabolická acidóza

\* anaerobní metabolismus (laktát)

Selhání některých orgánů: **šoková ledvina**

Možnost **embolie** (tuková, vzduchová)

# Crush syndrom

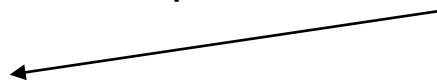
- zvláštní případ traumatického šoku
- vznik po traumatu se zhmožděním svalů (**rhabdomyolýza**)



uvolňuje se myoglobin



neváže se na haptoglobin → přechází do glomerul. filtrátu



myoglobinové válce



do moče



resorbován tubul. bb



Fe ukládána jako hemosiderin

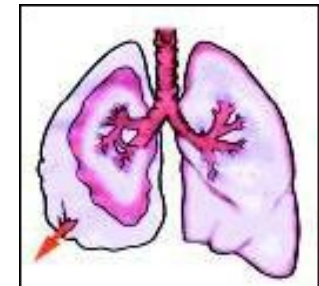
⇒ rozvoj ledvinného selhávání

# Barotrauma

- následkem náhlých změn atmosférického tlaku

Př.

- mechanické **poškození středoušní** dutiny
- **barotrauma plic**



u potápěčů při vynořování

→ náhlý pokles atmosférického tlaku vzduchu

u pacientů s řízeným dýcháním →

pneumotorax

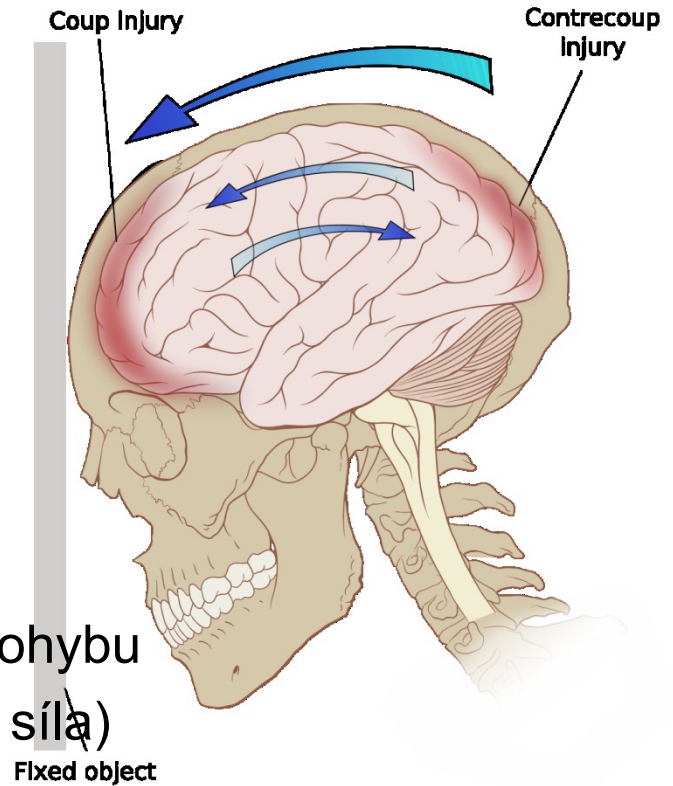
mediastinální emfyzém

vzduchová embolie



# Pohyb

- nezbytný pro život
- Patogenní mohou být - **změny rychlosti**
  - **změny dráhy** pohybu  
(odstředivá síla)



- vlivem **nepravidelných** pohybů



dráždění vestibulárního aparátu



příznaky **kinetózy** (nauzea, zvracení...)

# Nedostatek pohybu

Dlouhodobá imobilizace → patogenní (stresový) faktor

Příznaky:

- **Iokomoční systém:** kost - převaha osteoklastů  
svaly – atrofie svalstva
- **Kardiovaskulární :** potlačen ortostatický reflex  
flebotrombózy (zpomalené proudění krve)
- **Respirační:** ↓ plicní ventilace (hypoventilace dolních laloků  
→ vznik atelektáz)  
potlačen obranný reflex kašle  
bronchopneumonie (hypoventilace + retence sekretu)

**Gastrointestinální:** **zácpa** (tělesná aktivita a vzpřímená poloha stimulují střeva k normální činnosti)

**Močové ústrojí:** - stáza moči a dilatace močových cest a močového měchýře

↓  
nebezpečí **uroinfekce**  
- ↑ tvorba močových kamenů (**urolithiáza**)

**Látková přeměna:** převládá katabolismus

↘ **negativní dusíková bilance**

**Kůže:** **dekubitální vředy** (stálý tlak na kůži)

↑  
poruchy prokrvení

←  
poruchy inervace

## 2) Přetížení a beztíže

### Vliv přetížení

- organizmy na Zemi jsou vystaveny účinkům **zemské gravitace (1G)**
- velikost gravitace se mění – při letecké akrobacii, skocích do vody apod.  
(snáší v sedě v předklonu – 4G po dobu 60 minut)

**Náhlé přetížení:** ↓ TK v oblasti hlavy (poruchy vidění, ztráta vědomí) – asi po 10 sec – úprava prokrvení mozku

- působí-li nadměrná gravitace:
  - a) souběžně s osou těla → smrt **zástavou cirkulace**
  - b) kolmo na osu těla → smrt **selháním respirace**

# Vliv beztíže

- při kosmických letech:
  - **mizí váha organismu** – přestanou působit podněty pro podráždění tlakových tělísek, nervových zakončeních...
  - **chybí podněty** vyvolávané zemskou tíží (podněty vyvolané pohyby hlavy jsou však přítomny)
- po návratu na zem – **porušen ortostatický reflex**  
(pro ↓ žilní tonus)
- při delších pobytech **osteoporóza**  
atrofie svalů  
**malá výbavnost posturálních reflexů**

# 3) Elektromagnetické pole

- Funkční poruchy dráždivých a vodivých systémů

## Účinky elektrického proudu:

střídavý proud – nebezpečnější než stejnosměrný (frekvence a intenzita)

- ↓
- \* snáze vyvolá podráždění svalové a nervové tkáně
  - \* snáze prochází lidským tělem

Velikost protékajícího proudu:  $I=U/R$  (Ohmův zákon)

Výkon:  $P = U I$

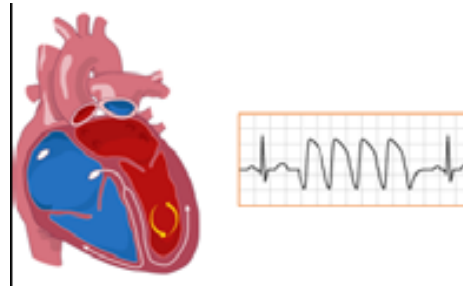
nepřímo úměrná odporu těla – kožní odpor  
- oděv

# Úraz elektrickým proudem

- hodnota frekvence střídavého proudu v rozvodné síti (50 nebo 60 Hz) je v rozmezí **nebezpečných frekvencí**

[30-150 Hz]

- **do 25 mA:** dráždí ke křečím (dých. svaly), ↑ TK
- **25-80 mA:** srdeční arytmie až fibrilace (déle než 30s)
- **50mA-3A:** srdeční fibrilace (0.3s)



- **nad 3A:** srdeční zástava, křeče kosterního a dýchacího svalstva

U vysokofrekvenčního střídavého proudu

⇒ nebezpečnost klesá



škodlivější **tepelné poškození**

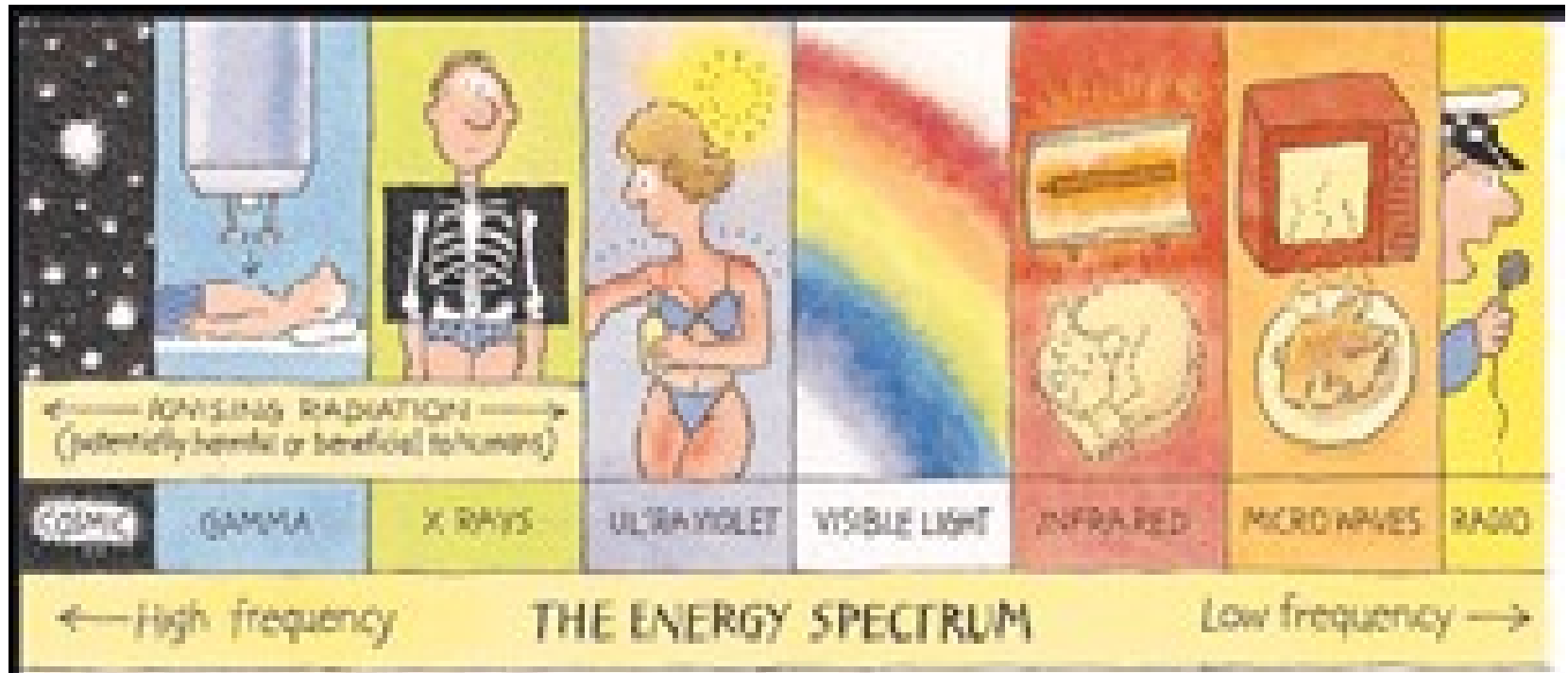
U vysokonapěťových rozvodů – úraz může vzniknout „přeskočením“ (výbojem) el. proudu na velkou vzdálenost

**Blesk** = vysokofrekvenční pulz, s proudem kolem 105A , o napětí 105-106V (ve 40% smrtelné)

**Stejnoseměrný proud** – hodnoty nebezpečnosti 4-násobné



# Elektromagnetické vlnění



# Elektromagnetické vlnění

- a) **Elektromagnetické vlnění s vlnovou délkou delší než světlo**
- **Mikrovlny** → termální účinek (denaturace bílkovin, nekrózy tkání, katarakta oční čočky)
  - **Rádiové vlny** → tzv. netermální účinky (změny nervové činnosti)
  - **Infračervené záření** → tepelné účinky

## b) Elektromagnetické vlnění s vlnovou délkou světla

Světlo (=viditelné záření): vlnová délka 400-760 nm

- periodičita, trvání a intenzita 
- vnější stimul pro **synchronizaci cirkadiánního oscilátoru**

Může způsobit poškození tkáně:

- fotosenzibilizace** – vznik excitací fotodynamicky aktivní látky světlem (porfyriny, chinin)
  - ⇒ erytém, edém, puchýře až nekrózy (transdermálně)
  - ⇒ zánětlivé reakce endotelu cév (intravenózně)
- fotoalergie** – alergen se aktivuje působením světla
  - ⇒ imunitní reakce ekzematózního typu

## c) Elektromagnetické vlnění s vlnovou délkou kratší než světlo

- ultrafialové záření (UV): A, B a C
- RTG záření
- $\gamma$  záření
- kosmické paprsky

Fyziologické a škodlivé účinky UV:

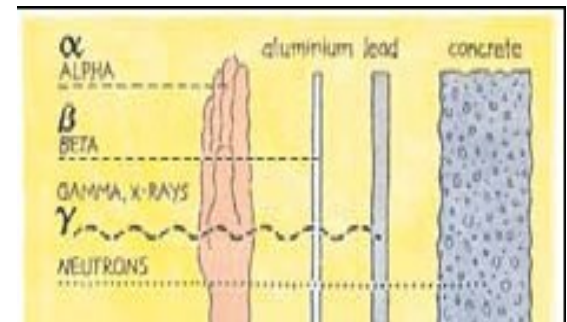
- tvorba provitaminu D v kůži
- opálení – vznik inhibiční blokátoru (tj. stimulací tyrosin-syntetázy) a následným ukládáním pigmentu melaninu v kůži
- Při nepřiměřené expozici – erytém, „spálení“, zánět spojivek

# 4) Ionizující záření

- $\alpha$  =  $\alpha$  částice (atomy Helia)
- $\beta$  = elektrony nebo pozitrony
- $\gamma$  = elektromagnetické (fotony)
- Neutrony

## Zdroje:

- **Přirozené:** - kosmické
  - solární
  - zemské (horniny)
  - radon (plyn)
- **Umělé:** - jaderné reakce
  - průmysl (zemědělství, kontrola polutantů...
  - medicína (vyšetř. metody, terapie)



# 5) Vliv tepla a chladu na organizmus

Člověk patří k **homoioternním** živočichům



udržuje svoji tělesnou teplotu v úzkém rozmezí kolem 37 °C

⇒ umožňuje normální průběh metabolismu

## Mechanismy výdeje tepla:

- a) **Radiace (sálání)** – hlavně při teplotách pod 37 °C
- b) **Kondukcce** – kontaktem s teplými či chlad. látkami
- c) **Konvekce** – závisí na proudění vzduchu event. vody
- d) **Evaporace** – odpařování vody z kůže a epitelů

# Hypertermie

- jde o **pasívní zvýšení tělesné teploty** nad normu (nestačí regulační mechanismy)



Součet tepla z okolí a z metabolismu je větší než se stačí odvést

## Příčiny:

- vysoká teplota okolí
- metabolické poruchy (hypertyreóza, feochromocytom)

x

- chybění potních žláz
- nadměrně izolující oděv

# Celkové účinky teploty na organizmus

- Dojde k **periferní vazodilataci**, kompenzačně k **viscerální vazokonstrikci**



zvýšení srdeční frekvence a MSV

- ztráty vody a solí → **dehydratace**
  - isotonická
  - hypertonická
  - hypotonická



# Poškození teplem

## a) Tepelná synkopa (prostá mdloba)

- nejmírnější, v důsledku perif. vazodilatace nastupuje hypotenze a snížení prokrvení mozku

## b) Sluneční úžeh

- déletrvající ozařování hlavy- zvýšení permeability hematoencefal. bariéry - termická meningitis, encefalitis...

## c) Úpal

- zabráněním výdeje tepla a isotonní dehydratací - zvýšení teploty tělesného jádra

## d) Hypertermické kóma - dekompenzovaný úpal

# Vliv chladu

- zvyšuje tonus sympatiku



vazokonstrikce kůže (↓ ochlazování jadra)

- pokud nestačí, musí se zvýšit produkce tepla



volní motorickou aktivitou a svalovým třesem

⇒ nezpůsobilost: **hypotermie**

# Hypotermie

- Zpomalení srdeční frekvence
- Porucha kontraktility myokardu ( v důsledku zvýšené extracelulární koncentrace kalia – změna funkce sodíkové pumpy)
- Klesá látková přeměna, snižuje se svalový třes, dochází k vazodilataci (při 34-27 C)
- Smrt přibližně při 24 C – selhání respirace
  - event. selhání cirkulace  
(arytmie, srdeční zástava)

# Místní působení chladu - omrzliny

- jsou důsledkem cévních změn:
  - a) **arteriolospasmus** – důsledek: zblednutí kůže (1. stupeň)
  - b) **vazodilatace** – zčervenání a tvorba puchýřů (2. stupeň)
  - c) **vazokonstrikce** – nekróza tkáně (3. stupeň)

## Řízená hypotermie:

Místní podchlazení – anestezuje, ↓ spotřebu O<sub>2</sub> tkáněmi  
(kardiochirurgie, neurochirurgie)

# 6) Působení vibrací a hluku

## Infrazvukové vibrace

- lokální poškození – např. rukou při práci s mechanickým kladivem
- poškození kloubních chrupavek
- **Vazoneurózy** – vazospastické projevy (poruchy prokrvení)

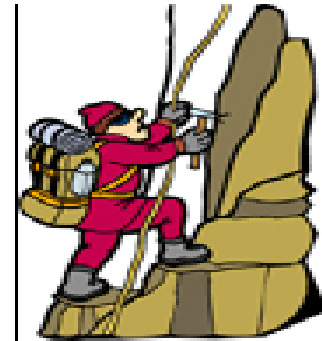
## Hluk

- zvuk traumatizující sluch (kolem 80-90dB)
- trvalý hluk (je pod prahem škodlivého působení) může škodlivě působit na psychiku

# 7) Vliv nízkého a vysokého tlaku vzduchu

## Nízký tlak:

- první příznaky **výškové (horské) nemoci** se objevují při rychlém výstupu do výšek přes 3000-4000 m.
- Příčiny: hypoxie ( $\downarrow pO_2$ )  
expanze plynů v GIT
- Kompenzace: hyperventilace  
dlouhodobá -  $\uparrow$  ery



## Vysoký tlak:

Př. **dekompresní (kesonová) nemoc**

- při rychlém výstupu – bubliny plynu, který byl rozpuštěn ve tkáních působí jako vzduchová embolie



# 8) VLIV CHEMICKÝCH LÁTEK

cizí chemické látky - xenobiotika

vztah dávky a účinku



předpoklad: účinek je závislý na podané dávce

např. při mortalitě : **LD<sub>50</sub>** (dávka, při níž zahyne 50%  
pokusných zvířat)



základní toxikologická veličina pro posuzování relativní  
toxicity chemikálií

# Vstup xenobiotik do organismu



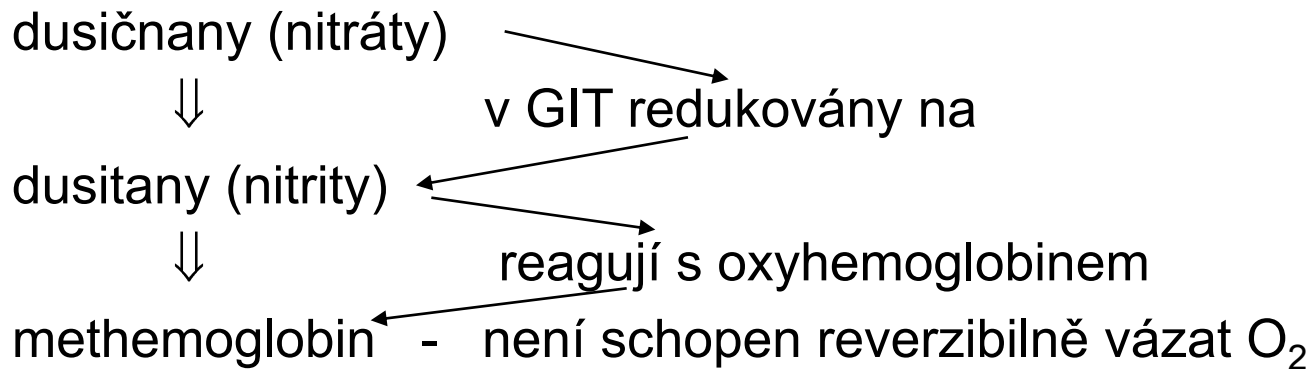


# Mechanismus účinku xenobiotik

- interakce látky s receptorem
  - agonisté – např. opioidy -  $\mu$  opioidní receptory v CNS
  - antagonisté – např. pesticid DDT – receptory pro testosteron
- interference s membránovými ději
  - kurare, paralytické plyny – paréza dých. svalů
- inhibice enzymů, vazba na molekuly
  - metanol/etanol – alkoholdehydrogenáza
  - kyanid – cytochrom c-oxidáza (mitochondrie)
  - oxid uhelnatý, nitrity - hemoglobin
- ovlivnění energetického metabolismu buňky
  - kyanid – cytochrom c-oxidáza → pokles ATP
- kombinované mechanismy
  - tabákový kouř (nikotin, prach, karcinogeny)

# Příklad: dusičnany a dusitany

- kontaminanty vod (hnojiva) - - - riziko methemoglobinémie  
u kojenců



→ zhoršené zásobování tkání O<sub>2</sub>

v Ery - enzym methemoglobinreduktáza - u kojenců

↓ aktivita

# 9) BIOLOGICKÉ PATOGENNÍ PODNĚTY

- viry
- bakterie
- plísně
- paraziti
  
- **priony**: infekční částice tvořené bílkovinami, ale neobsahující nukleové kyseliny

# Viry

- Obligátní intracelulární paraziti
- Předpokladem vstupu viru do buňky
  - přítomnost **povrchového receptoru** (hostitelské spektrum i orgánový tropismus)
    - ↳ **specifická enzymová výbava buňky**
- Primární virémie
- Sekundární virémie
  - eliminace z organismu vs. perzistence (HSV, varicela, zoster)

# Mechanismy, kterými viry ...

- Poškozuji hostitelskou buňku

- Inhibice syntézy DNA, RNA a proteinů
- Narušení integrity membrány
- Replikací viru způsobená lýza buňky
- Apoptóza infikovaných buněk
- Zničení buněk nesoucích virové antigeny imunitním systémem org.
- Zánik buněk závislých na buňkách infikovaných virem
- Nádorová transformace buněk

- Ohrožují hostitelský organizmus

- sekundární infekce a imunosuprese
- orgánová manifestace či komplikace
- autoimunita
- nádorová onemocnění

# Bakterie

## Vztah bakterií a makroorganismu:

- Fyziologické osídlení kůže a sliznic
  - za normálních okolností nepatogenní
  - mohou způsobit i závažné onemocnění za určitých situací (např. bakteriémie po extrakci zubu jako příčina endokarditidy u oslabeného organismu)
- Náhodná krátkodobá kolonizace
- Nosičství
  - epidemiologicky závažné (*S. aureus*, *S. typhi*...)
- Onemocnění
  - konflikt mezi mikroblem a hostitelem

# Reakce organismu na bakteriální infekci

- Branou vstupu → obvykle slizniční povrchy (porušení integrity)
- Osud hostitele závisí na:
  - **obranyschopnosti** (z velké části determinována geneticky)
  - **patogenitě bakterie** (invazivní schopnost, tvorba toxinů, schopnost odolávat obranným mechanismům hostitele)
- neinvazivní** – množí se v místě vstupu do organismu
  - ↘ ohrožují v případě produkce toxinů
  - (obranou jsou pouze neutralizační Pt)
- invazivní** – pronikají do organismu (extracelulární x intracelulární)
  - (obranou jsou Pt, komplement, fagocytóza vs. makrofágy)
- **velikosti infekční dávky**

# Únik bakterií před obrannými mechanismy hostitele

- Mohou tvořit **imunorepelentní látky** odpuzující fagocytózu
- Přítomnost **bakteriální stěny**
  - ztěžuje fagocytózu  
(S. aureus tvoří plazmakoagulázu – umožní obalení fibrinem, což působí antifagocytárně)
  - chrání před účinky komplementu
- **Přežívání v makrofázích**  
(odolná stěna, zábrana splynutí fagolysosomu, zábrana respiračního vzplanutí, přechod z fagosomu do cytoplazmy)
- **Antigenní variabilita** → snižuje účinnost specifické imunity
- **Poškození imunitního systému hostitele**  
(např. leukocidin S. aureus)