

Biologické zbraně, charakteristika, škodlivé účinky, způsoby jejich možného použití

Monika Hoskovcová

Biologické zbraně jsou mikroorganismy, další biologické látky a toxiny jakéhokoli původu, takového druhu a v takových množstvích, které není opodstatněné pro profylaktické, ochranné nebo jiné mírové účely a také zbraně, zařízení a nosné systémy určené na použití těchto látek a toxinů na nepřátelské účely nebo v ozbrojených konfliktech.

(Definice přejatá z Úmluvy o zákazu biologických zbraní a jejich zničení)

Biologické látky jsou patogenní mikroorganismy (bakterie, riketsie, chlamydie a mykoplasma, viry, viroidy, mikroskopické houby a protozoa) a jiné organismy, které jsou schopné vyvolat onemocnění lidí, zvířat nebo rostlin, přičemž jejich účinek je s jejich reprodukcí v napadeném organismu.

Toxiny jsou toxické chemické látky přírodního původu, které se v napadeném organismu nereprodukují.

Vojenské hledisko:

Z hlediska cíle rozlišujeme biologické zbraně určené proti lidem, proti hospodářským zvířatům a proti kulturním rostlinám.

Z hlediska převládajícího účinku je možné biologické zbraně rozdělit na letální (usmrcující) a neletální (zneschopňující).

Biologická zbraň se skládá z biologické látky nebo toxinu laborovaných do vhodné munice (např. letecké bomby, bojové hlavice raket, rozprašovací zařízení), která je integrovaná s adekvátními nosnými systémy (bombardovací letadla, balistické rakety, rakety s plochou dráhou letu, hladinová plavidla).

- ❑ Biologické zbraně jsou určeny na vyvolání hromadných zdravotnických ztrát a na dosažení vojenské výhody.
- ❑ Za biologické zbraně není z technického hlediska možné považovat biologické agensy v takových množstvích a v zařízeních, které se nehodí na vyvolání rozsáhlých zdravotnických ztrát a to i přes to, že mohou být použité k bioterorismu nebo biozločinu.
- ❑ Jejich použití je zakázáno Ženevským protokolem z roku 1925. Od roku 1975 je zakázán jejich vývoj, výroba, hromadění a přeprava podle mezinárodní úmluvy.

S ohledem na cíle biologického napadení a na způsob použití se biologické zbraně dělí na:

Taktické

Operační

Strategické

- ❑ **Taktické biologické zbraně** jsou určeny pro použití při útočných a obranných operacích na bojišti, zejména v situacích, které se vyznačují velkým soustředěním vojsk a malou dynamikou bojových akcí.
 - ❑ Toxiny.
 - ❑ Podobnost s použitím chemických zbraní.

- ❑ **Operační biologické zbraně** jsou určeny zejména pro použití proti komunikačním, dopravním a jiným týlovým strukturám nepřítele a proti prostorům soustředění vojsk nepřítele.
 - ❑ Biologické agens, které nevyvolávají nakažlivá onemocnění – antrax, tularémie.

- ❑ **Strategické biologické zbraně** jsou učené na údery proti průmyslovým, logistickým a administrativním střediskům v hlubokém týlu nepřítele, aglomeracím s vysokou hustotou obyvatelstva.
 - ❑ Cílem je rozvrátit ekonomický a průmyslový potenciál, rozvrátit systém veřejného zdravotnictví, narušit plány mobilizace ozbrojených sil a oslabit morální stav obyvatelstva nepřátelského státu.
 - ❑ Biologické agens, které vyvolávají nakažlivá onemocnění – mor, pravé neštovice.
 - ❑ Biologické zbraně určené proti hospodářským zvířatům a kulturním rostlinám.

Základní požadavky na patogen

- ❑ Schopnost přežít a šířit se v okolním prostředí
- ❑ Schopnost uchytit se na povrchu cílové buňky
- ❑ Schopnost porušit obranné bariéry lidského organismu proti infekci
- ❑ Schopnost poškodit cílové buňky (např. produkcí toxinů)

Infektivita a infekční dávka biologických látek

Infekční dávka

Infekční dávka je dávka biologických látek potřebná k vyvolání onemocnění napadeného organismu

- ❑ Závisí na druhu mikroorganismu, jeho virulenci, vstupní bráně, imunitní obraně jednotlivce.
- ❑ Často se vyjadřuje jako ID₅₀
- ❑ Čím je infekční dávka látky nižší, tím je vyšší **infektivita** biologické látky
 - ❑ Vysoká infektivita (infekční dávka $1 - 10^3$);
 - ❑ Střední infektivita (infekční dávka $10^4 - 10^6$);
 - ❑ Nízká infektivita ((infekční dávka $> 10^7$).
- ❑ Očkování snižuje infektivitu určitých biologických látek pro určitou bránu vstupu infekce.
- ❑ Pro biologické zbraně je žádoucí, aby měly biologické látky při dané bráně vstupu co nejvyšší infektivitu.
- ❑ Vojensky významné látky s vysokou infektivitou:
 - ❑ *Brucella melitensis*, *Francisella tularensis* a *Coxiella burnetii* při vstupu přes respirační trakt;
 - ❑ *Shigella dysenteriae*, *Salmonella typhi* a *Escherichia coli* O157:H7 při vstupu přes trávicí trakt.

Kvantitatívne parametre pro vyjádření účinnosti konkrétních preparátů biologických látek v biologické válce

- ❑ **Střední infekční účinek ECt_{50}** vyjadřuje koncentraci látky v $mg.m^{-3}$, která po aerosolové expozici v trvání 1 min vyvolá infekci u 50 % exponovaných vnímavých jedinců
 - ❑ Závisí na infekční dávce, koncentraci biologické látky v použitém preparátu, na diseminační účinnosti a rychlosti dýchání.
 - ❑ Biologická látka bude ve formě aerosolu tím účinnější, čím je hodnota ECt_{50} nižší.

- ❑ Účinnost biologických látek při určité formě diseminace vyjadřuje také **hodnota Q_{50}** , která představuje množství biologické látky v kg, které při diseminaci na ploše 1 km^2 infikuje 50 % vnímavých jedinců.

- ❑ Čím je hodnota Q_{50} nižší, tím je daná látka účinnější.
- ❑ Látky vyvolávající onemocnění antrax, tularémie, mor, vzáhlivku a VEE je uvedená hodnota Q_{50} 3 – 5 $kg.km^{-2}$.

Agens	ECt_{50} (LCt_{50}) ⁽¹⁾ $mg.min.m^{-3}$	Nástup účinku	Poznámka
<i>Francisella tularensis</i> Schu-4	0,001	2 – 5 dní	agens v pevné formě s konc. $4 \times 10^{11}/g$, diseminační účinnost 5 %
<i>Coxiella burnetii</i> AD	0,001	18 – 21 dní	agens připravený kultivacíou v kuracích embryách, konc. $2 \times 10^{10}/ml$, diseminační účinnost 10 %
Virus VEE	0,001	2 – 5 dní	agens v roztoku s konc. $2 \times 10^{10} /ml$ intracerebrální LD ₅₀ pre myši, diseminační účinnost 20 %
<i>Bacillus anthracis</i>	0,1	1 – 4 dní	agens v pevné formě s konc. $8 \times 10^{10}/g$, diseminační účinnost 50 %
Botulotoxín A	0,1	12 – 24 hodin	nepurifikovaný agens v pevné formě
Saxitoxín	5	0,25 – 1 hodina	nízkomolekulový toxín
Ricin	30	36 – 48 hodin	proteinový toxín
VX	36	4 – 10 minut	bojová chemická látka
Soman	70	1 – 15 minut	bojová chemická látka
Sarin	100	2 – 15 minut	bojová chemická látka
Stafylokokový enterotoxín B	200 (letální efekt) 0,5 (inkapacitační efekt)	oneskorený 2 – 4 hodiny	proteinový toxín
Tabun	400	10 – 15 minut	bojová chemická látka
S-ypérit	1500	4 – 24 hodin	bojová chemická látka

Poznámky: ⁽¹⁾ Údaje ECt_{50} a LCt_{50} pri rýchlosti dýchania 10 l/min.

Vstupní brána infekce

- ❑ Rozhoduje o způsobu diseminace biologické látky.
 - ❑ Aerosol, kontaminované střepiny tříštivé dělostřelecké munice, artropodní vektor, kontaminovaná voda, potraviny atd.

Inhalace - vdechnutí

- ❑ Hlavní cesta pro vniknutí biologického agens do organismu.
- ❑ Biologický agens ve formě biologického aerosolu.
- ❑ Vliv velikosti částic.

Ingesce – požití

- ❑ Konzumace kontaminované vody a potravin
- ❑ Potenciálně významná cesta šíření biologických agens
- ❑ Diverzní akce, vnikání do skladů potravin, úpraven vod apod.
- ❑ Ve vodě využití zejména infekčních onemocnění – střevní infekce (cholera) nebo toxinů (botulotoxin, shigatoxin)
- ❑ Potraviny mohou sloužit jako živná půda pro mikroorganismy – nerovnoměrná kontaminace

Inokulace – průnik přes kůži

- ❑ Neporušená pokožka je účinnou ochranou.
- ❑ Pouze některé biologické látky procházejí přes neporušenou pokožku.
- ❑ Biologické látky významné z vojenského hlediska přes neporušenou pokožku nepřecházejí.
- ❑ **Povrchová kontaminace**
 - ❑ Kontaminovaný oděv, pokrývky, lůžkoviny, předměty běžné potřeby apod.
 - ❑ Málo pravděpodobné

Morbidita = nemocnost

- ❑ Po vstupu do organismu dochází k infekci jejímž výsledkem může být klinicky zjevné onemocnění (typické nebo atypické) nebo infekce bez klinických příznaků (latentní nebo inaparentní).
- ❑ Biologické agensy, které nevyvolávají klinické příznaky nejsou pro vojenské využití vhodné
 - ❑ Západonilská horečka, St. Louská encefalitída, cholera.
- ❑ Výhodou pro vojenské využití je co nejvyšší morbidita
 - ❑ Antrax, mor, brucelóza.
- ❑ Výhodná jsou atypická onemocnění
 - ❑ Komplikovaná identifikace původce, léčba a realizace účinných ochranných opatření

Inkubační doba

- ❑ Je časový interval mezi vstupem biologického agens do organismu a objevením se prvních příznaků onemocnění.
- ❑ Je typická pro dané onemocnění
 - ❑ Hodnota kolísá v rozmezí mezi minimální a maximální inkubační dobou.
- ❑ Ovlivňuje délku trvání karantény nakažlivých onemocnění.
- ❑ Výrazně závisí na dávce biologického agens a vstupní bráně.
- ❑ Provedení biologické války je žádoucí, aby inkubační doba byla co nejkratší.
- ❑ Delší inkubační doba je žádoucí pro utajení aktivity
 - ❑ V případech biozločinu a bioterorismu.

Biologická stabilita (zachování viability a virulence)

- ❑ Je závislá na druhu mikroorganismu, formě diseminace, intenzitě slunečního záření (zejména UV), teplotě a vzdušné vlhkosti.
- ❑ UV záření má ničivý účinek s výjimkou sporolujících bakterií (*Bacillus anthracis* a *C.burnetii*) a mikromycet (*Coccidioides immitis*, *Puccinia graminis*).
 - ❑ Zvýšení pravděpodobnosti útoku v noci.
- ❑ Vliv teploty: optimum kolem 10 °C.
- ❑ Výrazný je vliv relativní vlhkosti vzduchu (RH).
 - ❑ Viry bez lipoproteinového obalu jsou nestabilní při RH pod 70 % (viry slintavky a kulhavky).
 - ❑ Viry s lipoproteiny jsou nejméně stabilní nad 70 % (vir variola, VEE, chřipky).
 - ❑ Bakterie v kapalných formách jsou nejstabilnější nad 70 % a pod 30 %.
 - ❑ Bakterie v pevné formě jsou stabilnější při nízkých hodnotách RH a s jejím nárůstem stabilita klesá.
- ❑ Vliv srážek a znečištění atmosféry na biologickou stabilitu je malý.
- ❑ Zvýšení biologické stability pomocnými látkami.
 - ❑ Sacharidy, antioxidanty.
 - ❑ Málo informací.
- ❑ Zlepšení antistatických vlastností pevných látek
 - ❑ Přidání lubrikantů

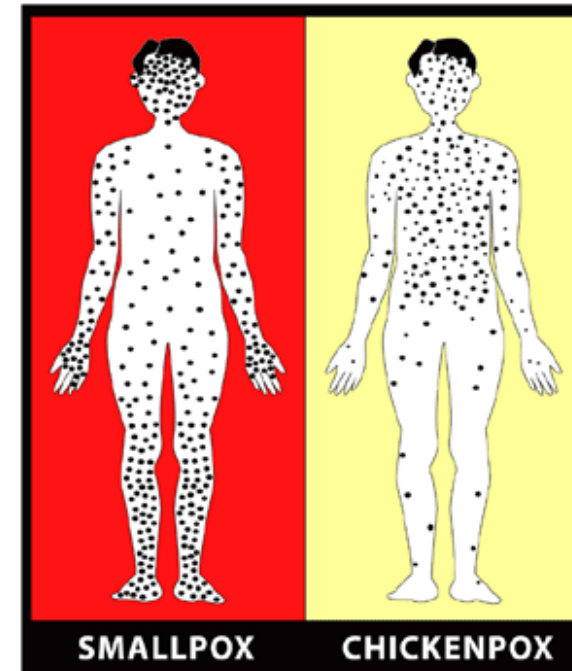
***Variola major* – pravé neštovice**

- Závažné infekční onemocnění s vysokou nakažlivostí a letalitou
- Nemá žádný zvířecí ani přírodní rezervoár – ***přírozeným původcem je jen člověk***
- Sekundárně nebo nepřímo se šíří kontaminovanými předměty (oblečení, prach apod.)
- Předpoklad vzniku: Indie nebo Egypt už před 3000 lety
- Ještě v 50tých letech min. století se každý rok vyskytlo 50 mil. případů
- Celosvětová eradikace tohoto onemocnění
 - WHO
 - Eradikace od roku 1958, ukončena 1980 a definovaná jako vyhlazení klinických forem pravých neštovic, ale ne jako úplná likvidace viru
 - Očkování ukončeno 1980
 - Poslední humánní výskyt 1977 v Somálsku, 1983 laboratorní infekce
- Od roku 1984 jsou kmeny viru uchovávány v Centers for Disease Control and Prevention v Atlantě a ve Výzkumném institutu virových preparátů v Moskvě - HROZBA
- Biologická zbraň
 - Ve formě infekčních aerosolů nebo přírozeným šířením
 - Mladá populace nemá protilátky – rychlé a dlouhodobé šíření
- Vysoká letalita
 - Neočkování až 50 %, očkování 6 %
 - Hemoragický typ varioly až 100 %



Zdroj:
http://www.emedicinehealth.com/smallpox/page10_em.htm

- Infekční dávka 10 – 100 virových částic v aerosolu
- Mimořádně odolné viry proti fyzikálním a chemickým vlivům – v prostředí přetrvávají velmi dlouhou dobu
- Inkubační doba 7 – 17 dní
- **Infekciozita**
 - Nejvyšší v období 7 – 10 dní po vzniku vyrážky – uvolňování viru respiračním traktem,
 - Snižování infekciozity odpadáváním puchýřků
- V současnosti je populace vůči tomuto onemocnění vnímavější



Predilekční místa výsevu u neštovic (vlevo) a planých neštovic (vpravo)

Zdroj:

<http://www.zbynekmlcoch.cz/informace/medicina/vid-eo-fotografie-obrazek/jak-vypadaji-nestovice-varicella-fotografie-obrazek>

➤ **Léčba**

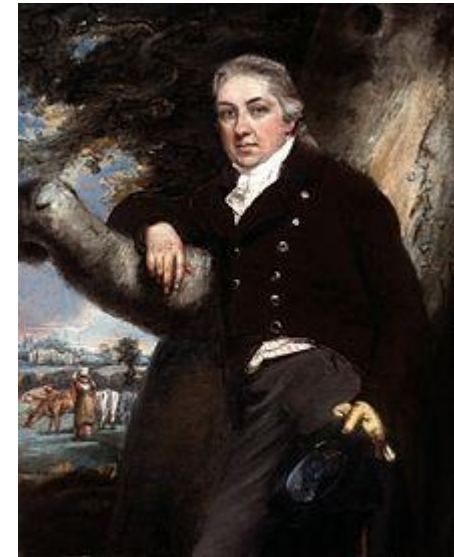
- Neexistuje efektivní léčba
- Podpurná – léčba symptomů, antibiotika, observace (delirické stavy), anestetika, analeptika, kardiotonika, antipyretika, analgetika

➤ **Profylaxe**

- Imunizace vakcínou (živé viry vakcinie) – aktivní imunizace
- Kontraindikace vakcinace – těhotné ženy, osoby s ekzémem, poruchami imunity, onemocněním srdce, HIV, používající imunosupresivní léky, při radioléčbě, horečnatých stavech, chronických onemocnění apod. – podání imunního globulínu (pasivní imunizace)

➤ **Dezinfekce a sterilizace**

- Odolný vůči vnějším podmínkám až několik let (chrasty)
- Stálý i v aerosolu – nepříznivý vliv tepla a vlhka
- Nutnost dezinfekce a sterilizace
- Persteril 36, Chloramin B



Virové hemoragické horečky

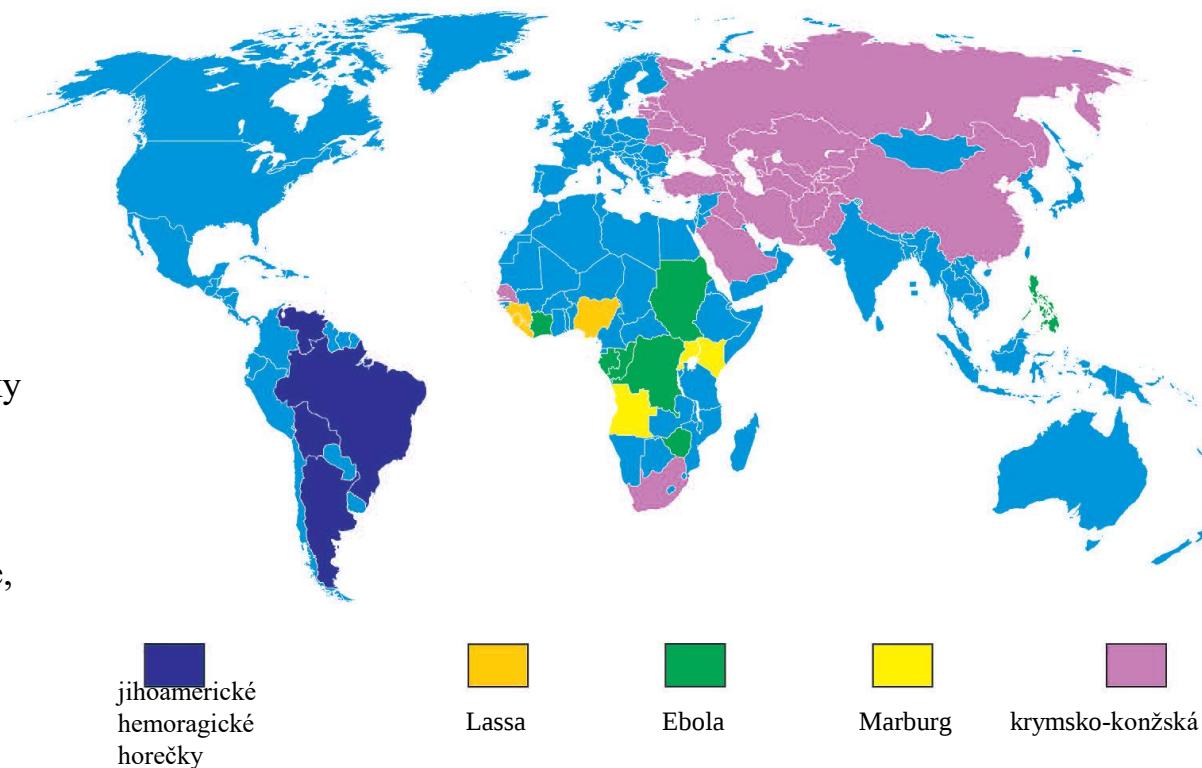
- VHH jsou akutní, virové, horečnaté onemocnění provázené hemoragickým syndromem s vysokou letalitou
- Cesty přenosu a klinický obraz onemocnění se liší v závislosti na infekční agens
- Výskyt v Evropě, Asii, Americe a Africe
- Výskyt nebyl popsán v Austrálii
- V našich podmínkách není riziko jejich výskytu vysoké

➤ 4 různé čeledi virů

- *Filoviridae*: Ebola, Marburg, Junin (Argentinská hemoragická horečka), Machupo (Bolivijská hemoragická horečka), Guanarito, Sabia (Brazilská hemoragická horečka)
- *Bunyviridae*: virus krymžko-konžské horečky, virus horečky Rift-Valley a viry hemoragických horeček s renálním syndromem
- *Flaviviridae*: vir žluté zimnice, vir Dengue
- *Arenaviridae*: Lassa

Virové krvácivé horečky

Zdroj: <http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/virove-krvacive-horecky.pdf>



- Obtížná diagnostika pro malou zkušenost lékařů
- Možnosti terapie, profylaxe a očkování jsou velmi omezené
- Obavy ze zneužití některých virů VHH

➤ Etiologie a patogeneze

- Patogeneze není doposud kompletně objasněna
- Rozvoj více či méně závažných hemoragických komplikací, které mohou vést k těžkému poškození řady orgánů (zejména jater a ledvin)
- Smrt následkem šokového stavu při multiorgánovém selhání s diseminovanou intravaskulární koagulopatií

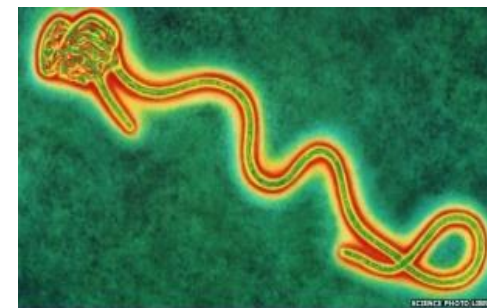
➤ Klinický obraz

- Příznaky se liší vzhledem ke spektru původců
- Virulence jednotlivých agens se liší
 - Filovirové infekce mají největší tendence ke vzniku hemoragií
 - Lassa a Rift Valley probíhají většinou asymptomaticky nebo s mírným průběhem
 - Dengue často bez hemoragií
- Inkubační doba kolísá od několika dní až po 3 týdny
- Následuje prodromální období
 - Horečka, nevolle, závratě, myalgie, pocit vyčerpání, možnost i kožní vyrážky
- Zhoršení klinického obrazu – v závislosti na agens
 - Ebola a Marburg – závažné hemoragie
 - Ebola, Marburg, Dengue – makulopapulární vyrážka
 - Lassa – těžká exudativní faryngitida a těžký kašel
 - Rift Valley – poškození CNS meningoencefalitidou
 - Ebola, Marburg, Lassa – poškození GIT
 - Žlutá zimnice, Rift Valley, Ebola a Marburg – Ikterus

Vir Ebola

Zdroj:

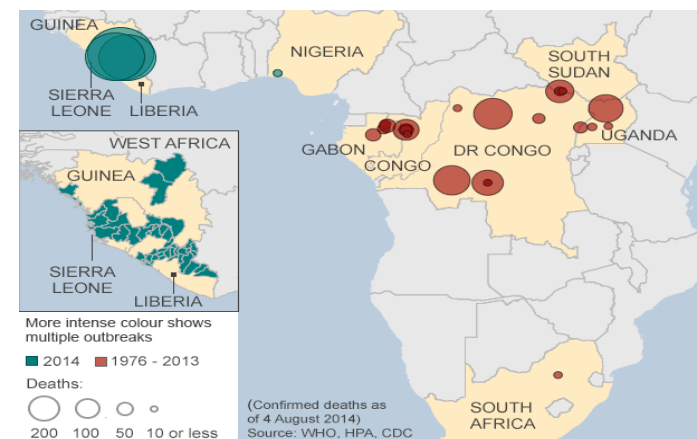
<http://www.bbc.com/news/world-africa-28754160>



Výskyt Eboly od roku 1976

Zdroj:

<http://www.bbc.com/news/world-africa-26835233>



➤ Prognóza

- Nejhorší u filovirových onemocnění (Ebola 90 %, Marburg 80 %)
- U ostatních VHH letalita 20 – 40 %
- Nejnižší u horečky Lassa 5 – 15 %
- Zvláště závažný je průběh u těhotných žen

➤ Terapie

- Kauzální terapie je omezená
- U *Arenavirů* a *Bunyavirů* lze použít ribavirin
- Pozitivní je podávání rekonvalescentního imunoglobulinu
- Podpůrná terapie
- Nutná hospitalizace a izolace
- Osoby v kontaktu s nakaženými musí být izolovány po maximální délku inkubační doby

➤ Prevence a profylaxe

- Účinné a spolehlivé očkování je pouze proti žluté zimnici
- Maximální opatrnost při pobytu v ohrožené oblasti
- Ribavirin jako profylaktikum – účinnost není zaručena

Hospitalizační jednotka v London's Royal
Free Hospital
Zdroj: <http://www.bbc.com/news/health-29045908>



Převoz duchovního nakaženého Ebolou 12.8.2014

Foto: Spanish Defense Ministry

Zdroj: <http://www.novinky.cz/zahranicni/evropa/344790-v-madridu-zemrel-na-ebolu-duchovni-ktereho-transportovali-z-afriky.html>

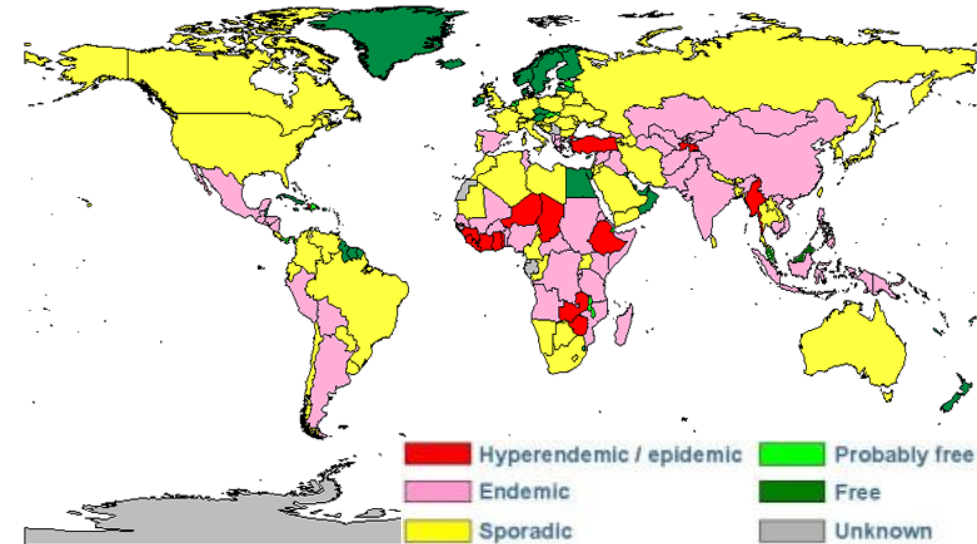


Přehled, výskyt a etiologie hemoragických horeček

Čeleď	Druh	Onemocnění	Rezervoár	Vektor	Výskyt
<i>Flaviviridae</i>	Virus Omské HH	Omská HH	Hlodavci	Klíště	Střední Asie
	Virus horečky Kyasanurského lesa	Horečka Kyasanurského lesa	Hlodavci, netopýři, primáti	Klíště	Indie
	Virus žluté zimnice	Žlutá zimnice	Primáti, člověk	Komár Aedes	Tropy Afriky a J. Ameriky
	Virus dengue	Hemoragická horečka dengue	Člověk, primáti	Komár Aedes	Tropy Afriky, asie, Ameriky, Pacifická oblast
<i>Filoviridae</i>	Virus Ebola	Horečka Ebola	Neznámý	Neznámý	Afrika, Západní Pacifik
	Virus Marburg	Marburská nemoc	Neznámý	Neznámý	Afrika
<i>Arenaviridae</i>	Virus Lassa	Horečka Lassa	Hlodavci		Afrika
	Virus Machupo	Bolívijská HH	Hlodavci		J. Amerika
	Virus Junin	Argentinská HH	Hlodavci		J. Amerika
	Virus Guanarito	Venezuelská HH	Hlodavci		J. Amerika
	Virus Sabia	Brazilská HH	Hlodavci		J. Amerika
<i>Bunyaviridae</i>	Virus Krymsko-konžské HH	Krymsko-konžská HH	Savci, ptáci	Klíště	Afrika, východní Evropa, střední Asie, Mediterán
	Virus horečky Rift Valley	Horečka Rift-Valley	Přežvýkavci, hlodavci	Komár	Afrika, Blízký Východ
	Virus Hantaan	HH s renálním syndromem	Hlodavci		Asie, Afrika, Balkán

Bacillus anthracis - antrax

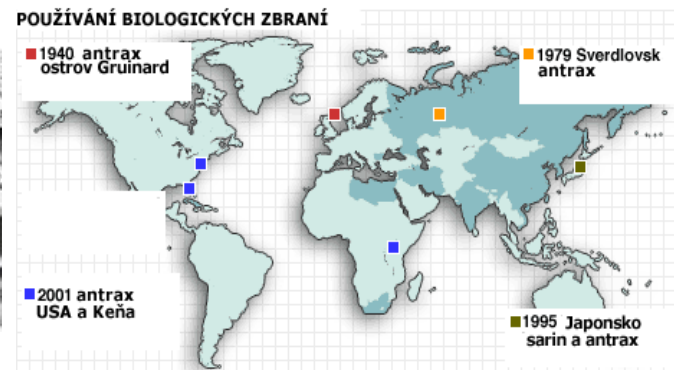
- Anaerobní sporulující tyčinka
- Odolnost spor i desítky let – Grignard
- Onemocnění – antrax, sněť slezinná, uhlák
- Využití jako biologické zbraně
 - ❖ Japonská armáda v Číně
 - ❖ Vývoj v SSSR (nehoda ve Sverdlovsku, 1979)
 - ❖ Irák – pokus o výrobu
 - ❖ USA – antraxové dopisy Amerithrax
- Vstupní brána: kůže, trávicí ústrojí, inhalace
- Formy onemocnění
 - ❖ Kožní
 - ❖ Plicní – těžká forma
 - ❖ Střevní
- Léčba a profylaxe
 - ❖ Očkovací vakcína - MBPI (licence v USA)
 - ❖ Profylaktikum - antibiotika (Ciprofloxacin, Doxycyclin, Amoxycillin, Penicilin, Streptomycin, atd.)



Zdroj:
<http://www.infectionlandscapes.org/2013/08/anthrax.html>



Antrax

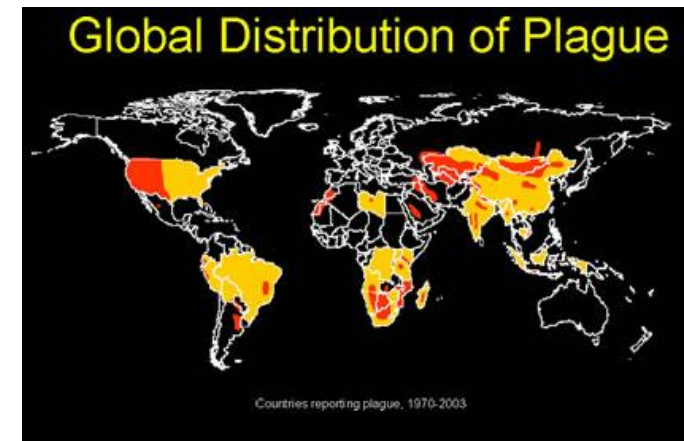


Zdroj:
http://www.bbc.co.uk/czech/specials/1628_anthrax/page7.shtml



Yersinia pestis - mor

- *Yersinia pestis* – gramnegativní nesporulující tyčinka
- Přírodní ohniska - zoonóza
 - ❖ Volně žijící hlodavci
 - ❖ Blechy
- Způsoby přenosu na člověka
 - ❖ Přímo – infikované tělesné tekutiny nebo tkáně
 - ❖ Nepřímo – blecha morová nebo blecha obecná
 - ❖ Z člověka na člověka – vzdušná cesta – kapénky
- Bubonická (dýmějová), plicní, septická, kožní a meningeální klinická forma
Inkubační doba plicní formy až 12 dní, bubonická forma 1 – 3 dny
- Morové epidemie středověku
- Teroristické použití – biologický aerosol, infikovaná zvířata
- **Léčba a profylaxe**
 - ❖ Vakcína není v ČR dostupná a registrovaná
 - ❖ Tetracyklinová a chinolonová antibiotika
 - ❖ Léčba streptomycinem nebo doxycyklinem a chloramfenikolem



Rozšíření moru v letech 1970 - 2003

Zdroj:
<http://emergency.cdc.gov/agent/plague/trainingmodule/1/11worldmap.htm>



Bubonická forma



Bubonická forma



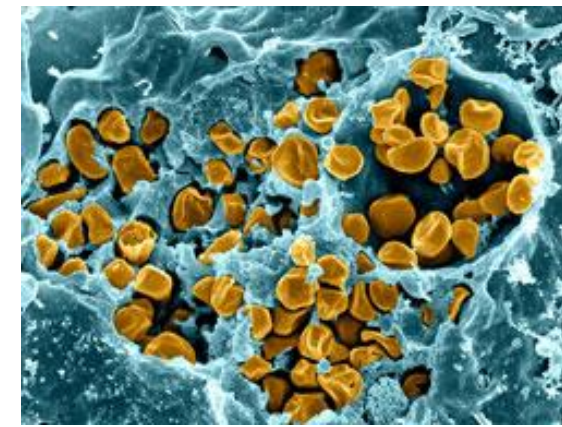
Kožní forma

Francisella tularensis - tularémie

- *Francisella tularensis*
 - Jedna z nejinfekčnějších patogenních bakterií
 - Na vyvolání onemocnění stačí 1 – 10 mikroorganismů
- Endemický výskyt tularémie na severní polokouli (zejména oblast Euroasie a Severní Ameriky)
- Nevyskytuje se ve Velké Británii, Austrálii, Africe a Jižní Americe
- Přírodním rezervoárem jsou malí savci (hraboši, myši, potkani, veverky, králíci a zajáci) infikovaní klíšťaty, bodavými mouchami, komáry a kontaktem s infikovaným prostředím
- Infikování člověka
 - Kousnutí nebo štípnutí infikovanými článkonožci, manipulací s infikovanými zvířaty, kontaminovanou vodou, potravou nebo vdechnutím infikovaných částic půdy
- Zneužití jako biologické zbraně různými způsoby – aerosol - těžký klinický průběh s vysokou letalitou

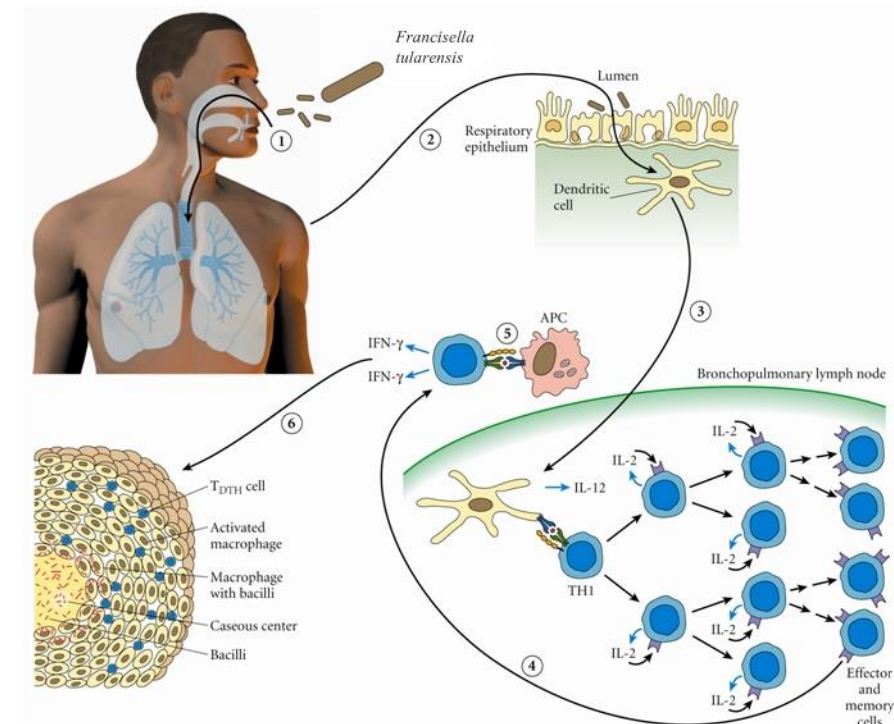
Francisella tularensis enters the respiratory tract and (2) the lamina propria of the respiratory bronchioles via M cells; (3) Digested antigen is taken up by dendritic cells; the dendritic cells travel to regional lymph nodes and present *F. tularensis* antigens to T-helper 1 cells; (4) T-helper 1 cells proliferate; they may return to site of initial infection; (5) restimulation by local antigen presenting cells results in interferon- γ production and macrophage activation; (6) Failure to clear the *F. tularensis* results in granuloma formation.

Zdroj: <http://www.ppdictionary.com/bacteria/gnbac/tularensis.htm>



Microscopic image of *F. Tularensis*.

Zdroj: national institute of allergy and infectious disease (NIAID) laboratory of intracellular parasites, tularemia pathogenesis section



➤ Epidemiologie

- Několik biotypů *F. tularensis* s různou virulencí, epidemiologickými vlastnostmi, malým rozdílem v biochemických vlastnostech
- Ve vodě při teplotě 4 °C může přežít až 5 měsíců
- Přenos infekce z člověka na člověka nebyl doposud zjištěný

Cervical
Lymphadenitis in a
Patient With
Pharyngeal
Tularemia
Zdroj: Tularemia as a
Biological Weapon



➤ Patogeneze

- Klinické příznaky závisí na bráně vstupu a virulence kmene
- Cílovým orgánem jsou většinou lymfatické uzliny, plíce, pohrudnice, slezina, játra a ledviny
- ❖ **Ulceroglandulární forma** – vředy se zvětšenými a bolestivými (až hnisavými) regionálními lymfatickými uzlinami, stačí 10 mikroorganismů
- ❖ **Glandulární forma** – ulcerace se netvoří nebo se rychle hojí, postižení lymfatických uzlin, zanesení bakterií do očních spojivek při mytí, protírání kontaminovanou rukou, po aerosolové expozici
- ❖ **Okuloglandulární forma** – postižení očních spojivek, bolestivá konjunktivitida
- ❖ **Tonzilární nebo pharyngeální forma** – krční adenopatie a exudativní faryngitida nebo tonzilida
- ❖ **Abdominální (tyfoidní) forma** – provázená krvácením a vředovými změnami v trávicím ústrojí, bolestmi břicha, zvracením, průjmy, septikémií a končí endotoxickým šokem (při neléčení 30 – 60 % letalita)
- ❖ **Plicní forma** – bronchopneumonie s pleurálním výpotkem, může mít klinicky těžký průběh, při neléčení s letalitou až 50 %, vdechování aerosolu
- Inkubační doba 3 – 4 dny (kolísá 2 – 10 podle infekční dávky)
- Nástup infekce je provázený vysokými teplotami, bolestmi hlavy, bolestmi zad, zánětem sliznice nosu a krku, kašlem, příznaky zápalu plic, objevují se nausea, zvracení a průjmy



➤ Léčba

- streptomycin, gentamycin

Kožní léze u člověka s tularemií

Zdroj: Source: CDC public health
image library (ID #2037) a Office of
medical history, office of the surgeon
general

***Brucella melitensis, suis, abortus, canis* - brucelóza**



Brucella melitensis je gram-negativní kokovitá bakterie z rodu Brucella. Jedná se o nepohyblivou, striktně aerobní bakterii, která se kultivuje na tryptonovém nebo Brucella agaru při atmosféře 10 % CO₂.
Zdroj:Wikipedie

➤ Antropozoonóza

- ❖ Primární postižení hospodářských zvířat, onemocnění je přenosné na člověka
- ❖ Zvířata jsou nejrizikovější v době porodu a potratu
- ❖ Přenos mléčnými výrobky
- ❖ Kontaminované maso

➤ Pro člověka jsou patogenní 4 druhy (z 6)

- ❖ *Brucella melitensis* nejvíc infekční

➤ Epidemiologie

- ❖ Jižní Evropa, severní Afrika, Arabský poloostrov a Irán, střední Amerika, Indie, Mongolsko, země Asie
- ❖ V endemických oblastech se vyskytuje zejména v jarních a letních měsících

➤ Brány vstupu

- ❖ GIT, poraněná pokožka, sliznice dýchacích cest, někdy oční spojivky

➤ Inkubační doba

- ❖ 1 týden – 6 měsíců
- ❖ Závislost na druhu, dávce, cestě přenosu, imunitě organismu

➤ Symptoms

- ❖ Podobné chřipce, vážnější průběh – zasažení CNS a srdečně-cévní systém
- ❖ Vysoké teploty
- ❖ Vyléčení za 1 – 3 měsíce

➤ Onemocnění může přejít do chronického stádia

➤ Úmrtnost neléčených onemocnění > 5 %

➤ Léčba

- ❖ Antibiotika
- ❖ Antigenní léčba nese velká rizika – vedlejší účinky

➤ Profylaxe

- ❖ Živé očkovací látky se používají pouze ve veterinární praxi – ne pro člověka – možnost vzniku onemocnění
- ❖ Dodržování zásad bezpečnosti práce

➤ Dezinference

- ❖ Při 4 °C přežívá několik týdnů,
- ❖ Citlivost na teplo a dezinfekční látky, kyselé prostředí
- ❖ Radiace a UV záření působí letálně

***Coxiella burnetii* – Q-horečka**

- *Query* = otázka
- Cox a Burnet jako první kultivovali a identifikovali agens
- Různé názvy - queenslandská horečka, bitunková, zabíjačková horečka, balkánská chřipka, 9-ti mílová horečka
- Zoonotické onemocnění
 - ❖ Savci, ptáci, článkonožci – klíšťata
 - ❖ Vylučováno výkaly, močí, mlékem, plodovou vodou, tkáněmi (placenta)
- ❖ Endemické onemocnění lidí na celém světě (mimo Nový Zéland)
- Není přenosné z člověka na člověka
- Letalita 1 – 2 %, u chronických onemocnění až 65 %
- Sporuluje
- Charakteristické prudkým začátkem, který může po měsících až letech přejít do chronického stádia
- **Klinické projevy**
 - ❖ Plicní forma, chřipková, gastrointestinální, meningoencefalitická
 - Nespecifické příznaky – přehlédnutí nebo opoždění diagnózy
- **Léčba**
 - Názory na léčbu nejednotné – antibiotika, spontánní vyléčení
- **Vojenský význam**
 - ❖ Možnost kultivace ve velkém množství (žloutky kuřecích embryí, buněčné kultury)
 - ❖ Vhodný pro tvorbu aerosolu nebo kontaminaci potravin a vody
 - ❖ Vysoká stabilita ve venkovním prostředí – několik let
 - ❖ Snadný transport a skladování
 - ❖ Vysoká infekčnost (1 bakterie je schopná vyvolat onemocnění)

Přehled některých vlastností nejvýznamnějších biologických agens použitelných v biologické válce

Biologický agens	Spôsob diseminácie	Infekčná dávka mikroorganizmov	Inkubačná doba	Mortalita pri neliečení	Kontagiozita	Trvanie choroby
<i>Bacillus anthracis</i>	aerosól	8 000 – 50 000	1 – 7 dní	plúcna forma 95 – 100 %	inhalačný antrax nie je kontagiózný	3 – 5 dní so zvyčajne letálnym koncom
<i>Brucella melitensis</i>	aerosól	1 – 10 (1300 pre <i>B. suis</i>)	5 – 60 dní	2 – 5 %	veľmi nízka	týždne – mesiace
<i>Coxiella burnetii</i>	aerosól	1 – 10	14 – 26 dní	1 – 4 %	veľmi nízka	1 – 3 týždne
<i>Francisella tularensis</i>	aerosól	10 – 50	1 – 14 dní, priemerne 2 – 5 dní	až 60 %	nekontagiózne ochorenie	viac ako 2 týždne
<i>Salmonella typhi</i>	kontaminovaná voda alebo potraviny	10 – 100	7 – 40 dní, najčastejšie 8 – 15 dní	9 – 17,4 %	vysoká (pri fekálnoorálnej ceste prenosu)	14 – 28 dní
<i>Yersinia pestis</i>	aerosól	3 000	2 – 8 dní	plúcna forma takmer 100 %	vysoká	1 – 6 dní, zvyčajne letálny koniec
Ebola vírus	aerosól	1 – 10	4 – 16 dní	53 – 88 %	stredne vysoká (pri kontakte s telesnými tekutinami chorých)	smrť medzi 7. – 16. dňom
Rift Valley vírus	aerosól	1 – 10	2 – 6 dní	1 %	nekontagiózne ochorenie	2 dni – týždeň
<i>Variola major</i> vírus	aerosól	10 – 100	7 – 17 dní priemer 12 dní	asi 30 %	vysoká	asi 4 týždne
VEE vírus	aerosól	25	1 – 6 dní	< 2 %	nekontagiózne ochorenie	asi 1 týždeň
Vírus žltej zimnice	aerosól, komáre rodu <i>Aedes</i> (vektor)	? (nízka)	3 – 10 dní	veľmi variabilná 4 – 100 %	bez prítomnosti vektora nekontagiózne ochorenie	6 – 7 dní

Toxiny pro vojenské účely

- Efektivní využití toxinů pro vojenské účely je formou aerosolizace
- Na velkých plochách je efektivní využití nejtoxičtějších toxinů
 - ❖ Botulotoxiny, šigatoxin, verotoxiny, tetanospazmin, stafylokokový enterotoxin B
- Podmínkou masového použití je:
 - ❖ Stabilita při diseminaci
 - ❖ Limitující možnosti v hromadné výrobě
- Vhodné je využití v malém měřítku
 - ❖ Diverzní a sabotážní účely
- Irák
 - Potvrzeno vlastnictví - Botulotoxin, Ricin, Aflatoxin, Trichothecenové mykotoxiny
 - Program zastaven a zásoby zničeny 1991 (?)

Vojensky významné toxiny

Šigatoxin
Trichotecenové mykotoxiny T-2, DON, HT-2
Botulotoxiny
SEB
Ricin
Endoteliny/sarafotoxiny
Abrin
Modeksin
Saxitoxin
Viskumin
Toxiny *C.perfringens*
Tetrodotoxin
Aflatoxiny
Anatoxin-A

(Zdroj_Biologické a chemické zbrane_Klement, Mezencev, Bajgar__str. 247-250)

- USA
 - Botulotoxin, Stafylokokový enterotoxin B

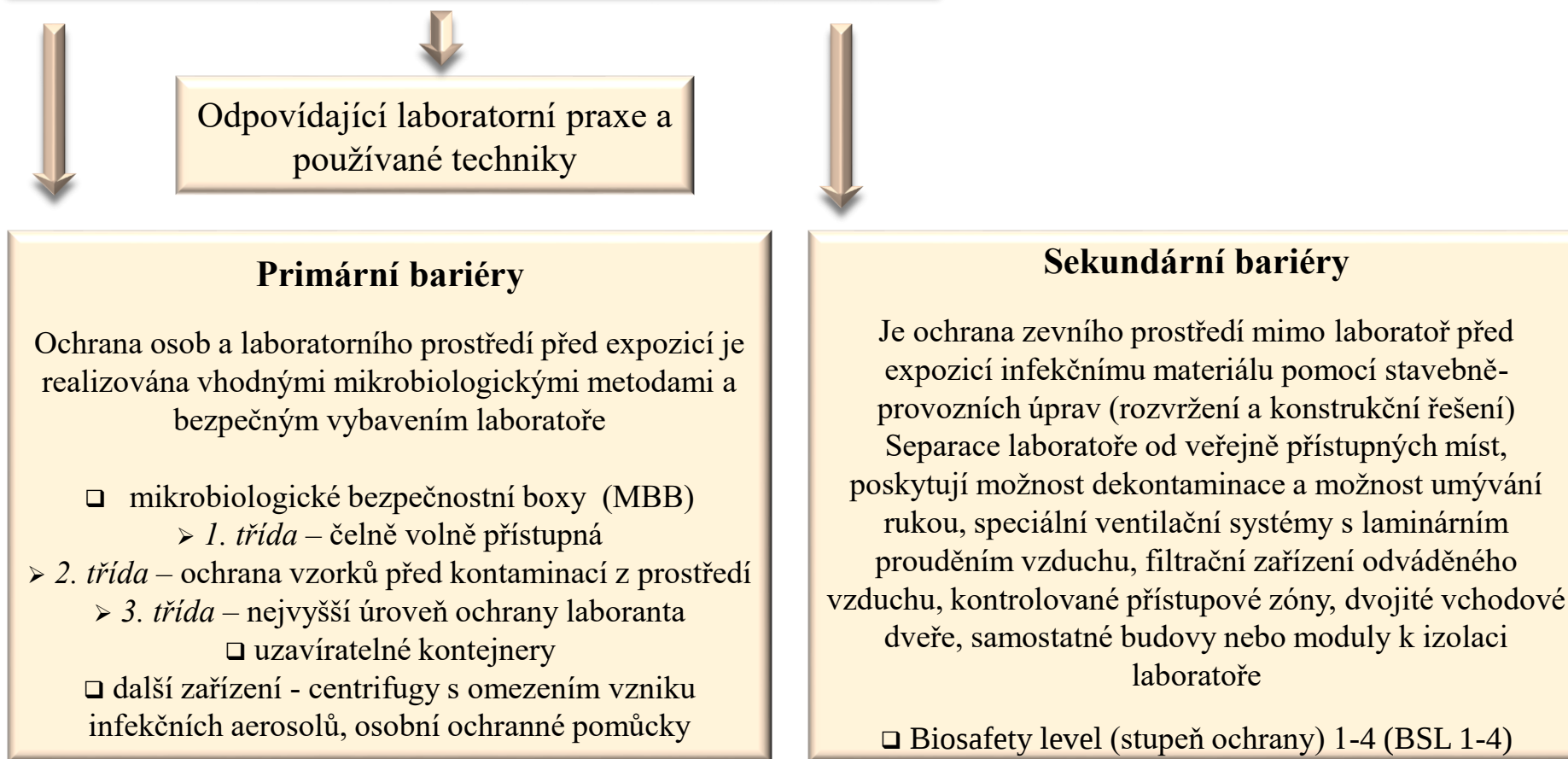
Principy biologické ochrany v laboratořích

Biologická ochrana - biosafety

Bezpečné metody pro manipulaci s infekčním materiálem, které mají zabezpečit eliminaci expozice laboratorních pracovníků, dalších osob a vnějšího prostředí původci nebezpečných nákaz

- ❑ Proces hodnocení rizik umožňuje určit
 - ❑ Nebezpečné vlastnosti známých infekčních a potenciálně infekčních agens nebo materiálů
 - ❑ Činnosti, které mohou vést k expozici osob (vznik infekčního aerosolu, inokulace injekční jehlou, pokousání nebo poškrábání pokusnými zvířaty apod.)
 - ❑ Pravděpodobnost, že k expozici osob dojde
 - ❑ Pravděpodobnost, že expozice způsobí laboratorní infekci
 - ❑ Následky laboratorní infekce
- ❑ Rozdělení biologických agens do skupin na základě nebezpečí, které představují
- ❑ EU a hodnocení rizik
 - ❑ Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/54/ES o ochraně zaměstnanců před riziky spojenými s expozicí biologickým činitelům při práci
 - ❑ Virulence agens a infekční dávka
 - ❑ Možné následky expozice
 - ❑ Přirozený způsob infekce
 - ❑ Další možné způsoby infekce, které souvisejí s manipulací agens v laboratoři
 - ❑ Stabilita agens v prostředí
 - ❑ Genetické manipulace, které mohly ovlivnit okruh hostitelů nebo citlivost agens ke známým a účinným způsobům léčby

Na základě hodnocení rizik jsou vybrány prvky biosafety



- ❑ Požadavky úrovně technického zabezpečení pro státy Evropské unie specifikuje technická norma EN 12128
- ❑ Praxe v biotechnologických laboratořích se řídí evropskou normou EN 12741
- ❑ Základní požadavky na účinnost MMB specifikuje evropská norma EN 12469

Úroveň biologické ochrany 1 – Biosafety level 1 (Úroveň technického zabezpečení)

- ❑ Výukové a výzkumné laboratoře
- ❑ Práce pouze s definovanými kmeny, které nejsou původci nemocí u zdravých dospělých lidí
- ❑ Bezpečnostní vybavení není stanoveno – práce na otevřených stolech

Úroveň biologické ochrany 2 – Biosafety level 2

- ❑ Zahrnuje metodiky, zařízení a konstrukční řešení použitelná pro klinické, diagnostické, výukové a jiné laboratoře, ve kterých se pracuje se širokým spektrem původních mikroorganismů způsobujících onemocnění lidí
- ❑ Práce na otevřených pracovních deskách s využitím vhodných mikrobiologických postupů
- ❑ Riziko expozice kůže, sliznic či ingesce
- ❑ Riziko vzniku aerosolu je malé
- ❑ Primární bariéry – mikrobiologické bezpečnostní boxy a centrifugy, PIO – ochranné štíty, obleky a rukavice, označení laboratoře symbolem biologického nebezpečí
- ❑ Sekundární bariéry – umývadla, dekontaminační rozprašovací zařízení
- ❑ Viry hepatitidy B, HIV, salmonely, shigelly, *Toxoplasma spp.*



Mikrobiologický bezpečnostní box

Zdroj: <http://www.nemocnice.opava.cz/index.php?id=36> a

<http://www.acr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/steadfast-jazz-2013:-soucasti-mozaiky-je-i-ceska-biologicka-laborator-91253/>

Úroveň biologické ochrany 3 – Biosafety level 3

- ❑ Zahrnuje metodiky, zařízení a konstrukční řešení použitelná pro klinické, diagnostické, výukové, výzkumné a výrobní laboratoře, ve kterých se pracuje s původními nebo exotickými původci s potenciální vzdušnou cestu přenosu, které mohou způsobit smrtelné onemocnění
- ❑ Primární riziko ingesce nebo inhalace aerosolu infekčního mikroorganismu
- ❑ Virus klíšťové meningoencefalitidy a *Coxiella burnetii*
- ❑ Velký důraz kladen na primární a sekundární bariéry - MBB třídy II nebo III, BSL-2 + speciální ochranný oděv, omezený přístup do laboratoře a řízené větrání
- ❑ Pravidelné prověřování a verifikace laboratoře

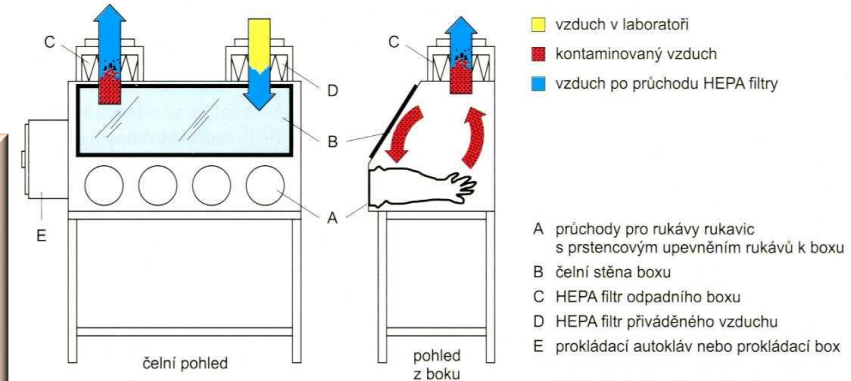
Požadavky na stavební a fyzikální vlastnosti laboratoře

- Lokace laboratoře mimo běžně využívané prostory s kontrolovaným vstupem;
- Udržování podtlaku proti okolí s kontrolou, samostatný ventilační systém výstupní vzduch nesmí být recirkulován;
- Bioboxy nesmí ovlivňovat funkci vzducho-ventilačního systému;
- Každá laboratoř musí být vybavena umyvadlem s baterií s pákovým nebo automatickým ovládáním;
- Vybavení prokládacím nebo klasickým autoklávem umístěným v pracovní části;
- Minimum laboratorního nábytku se speciální úpravou povrchů
- Utěsnění všech vstupů a výstupů v podlahách, stěnách a stropěch;
 - Přívod vody opatřen zpětnou klapkou;
 - Odpad veden samostatně s označením;
 - Podlahové odpady nejsou vhodné.



Mobilní buňka pro vysoce infekčního pacienta

Zdroj: <http://www.novinky.cz/domaci/344732-specialni-armadni-nemocnice-v-techonine-je-pripravena-i-na-ebolu.html>



Zjednodušené schéma MMB III

Zdroj: Biologické a chemické zbrane, připravenost a odpověď_
Mezencev, Klement, Bajgar

- Odpady z chovu malých laboratorních zvířat jsou likvidovány stejně jako ostatní odpad z laboratoře
 - Přenosné podtlakové systémy musí být opatřeny HEPA filtry, žádné vakuové potrubí nesmí vystupovat ze zabezpečené zóny
 - Okna musí být nerozbitná a utěsněná
- Zařízení musí být napojeny na záložní zdroje energie

Úroveň biologické ochrany 4 – Biosafety level 4

- ❑ Zahrnuje metodiky, zařízení a konstrukční řešení pro práci s nebezpečnými a exotickými původci, které mohou způsobit život ohrožující onemocnění, které může být přeneseno aerosolem a proti kterému není dostupná vakcinace nebo terapie
- ❑ Laboratorní postupy jsou stejné jako u BSL-3 + vstup do laboratoře přes vzduchovou clonu, sprchy pro zaměstnance na výstupu a speciální systém likvidace odpadu
- ❑ MBB třídy III nebo přetlakový ochranný oděv v kombinaci MBB II, prokládací autokláv, filtrace vzduchu

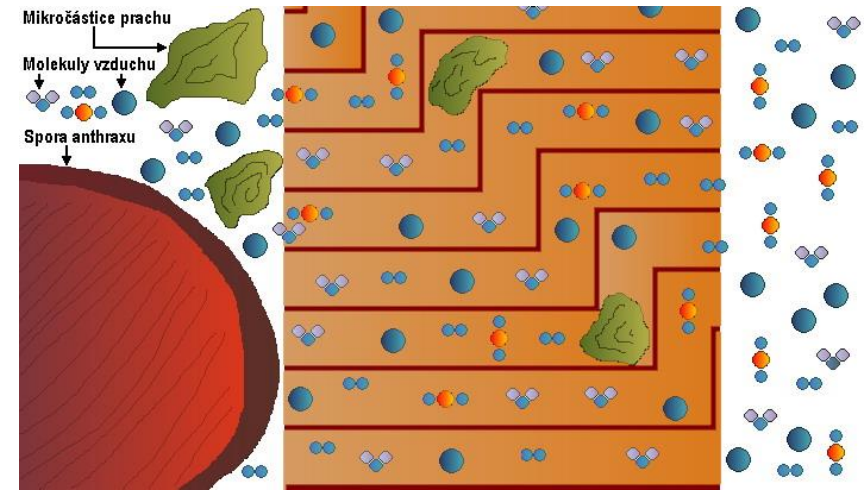


Schéma HEPA filtru

Zdroj: http://www.valka.cz/clanek_10626.html



Land Rover Defender se zařízením na převoz infekčního pacienta

Zdroj: <http://www.novinky.cz/domaci/344732-specialni-armadni-nemocnice-v-techonine-je-pripravena-i-na-ebolu.html>

Biosafety level 4

Zdroj: <http://www.blesk.cz/clanek/zpravy-udalosti/268015/centrum-biologicke-ochrany-techonin-na-ebolu-jsme-pripraveni.html>

Některé požadavky na laboratoře s BSL 2-4

Požadavky	Úroveň technického zabezpečení		
	2	3	4
Označení nebezpečných zón znakem „biologické nebezpečí“	Ano	Ano	Ano
Vstup přes vzduchovou clonu	Ne	Volitelné	Ano
Vybavení pro mytí rukou	Ano	Ano	Ano
Sprchy pro zaměstnance	Volitelné	Volitelné	Ano (v systému vzduchové clony)
Povrchy nepropustné pro vodu, snadno čistitelné a odolné k dezinfekčním prostředkům	Ano (stoly)	Ano (stoly, podlahy)	Ano (stoly, podlahy, stěny, strop)
Prostředky pro udržení podtlaku	Ne	Volitelné	Ano
Filtrace odsávaného vzduchu HEPA filtry	Ne	Ano	Ano, přes dva HEPA filtry
Filtrace přiváděného vzduchu HEPA filtry	Ne	Ne	Ano
Utěsnitelnost laboratoře pro plynování	Volitelné	Ano	Ano
Výstražný systém k detekci nepříjemných změn tlaku vzduchu	Ne	Ano	Ano
Mikrobiologický bezpečnostní box	Volitelné	Ano (třída II nebo III)	Ano (třída III)
Zajištění nouzového zdroje elektřiny	Ne	Volitelné	Ano
Vybavení autoklávem uvnitř laboratoře	Ne	Ano	Ano, prokládací
Ošetření tekutých odpadů	Volitelné	Ano	Ano
Zařízení pro sledování bezpečnosti osob (okno, uzavřený TV okruh apod.)	Ne	Volitelné	Ano

Biosecurity

Ochrana nebezpečných patogenů a toxinů v zařízeních, která mají oprávnění s nimi nakládat, před krádeží, ztrátou, zneužitím nebo záměrným uvolněním do okolního prostředí

- ❑ Proces hodnocení rizik umožňuje určit:
 - ❑ Jakým dílem se jednotlivé součásti biosecurity podílejí na bezpečnostních rizicích v rámci daného laboratorního zařízení
 - ❑ Hodnocení jednotlivých agens a toxinů – nebezpečí, které představují
 - ❑ Pravděpodobnost krádeže
- ❑ Základní součásti systému biosecurity
 - ❑ Fyzická bezpečnost – neautorizovaný přístup k BA a T
 - ❑ Personální bezpečnost– výběr pracovníků a vedení personálu
 - ❑ Evidence a kontrola biologických agens
 - ❑ Informační bezpečnost
 - ❑ Bezpečnost v průběhu transportu
- ❑ Biosafety a Biosecurity se vzájemně doplňují

❑ Vzorky:

- ❑ Individuum nebo směs BA nebo T ve vzorcích
- ❑ Různý stupeň komplexity vzorku (půda, voda, tělní tekutiny apod.)

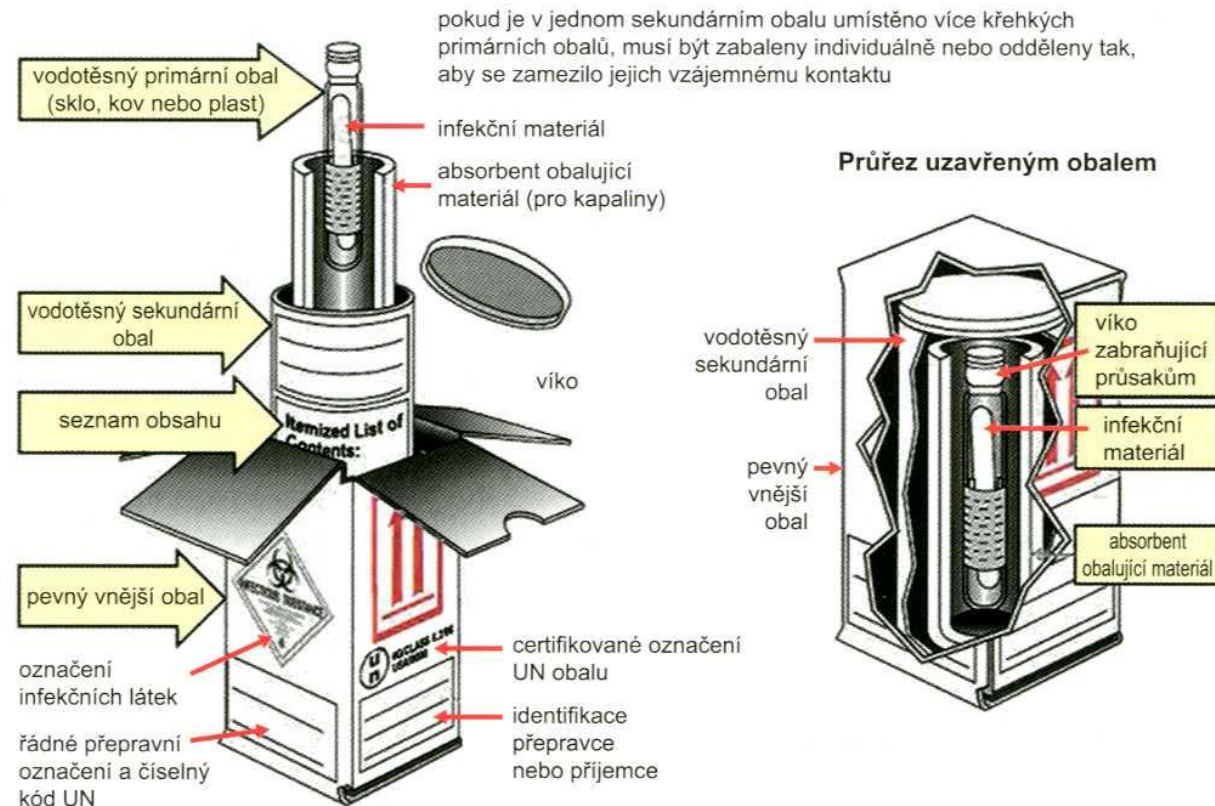
❑ Odběr vzorků – manuály

- ❑ Závislost na prostředí vzorků – klinické a patologické, vzorky z prostředí
- ❑ Fyzikální stav vzorku – plyn, kapalina, tuhé a polotuhé vzorky, materiál z různých povrchů
- ❑ Analytická metoda pro detekci a identifikaci

❑ Transport vzorků

- ❑ Trojitý obal – primární kontejner se vzorkem, vodotěsný sekundární kontejner a pevný terciární kontejner
- ❑ Seznam osob v kontaktu se vzorkem

Balení a značení látek kategorie A
Zdroj: Biologické a chemické zbrane, připravenost
a odpověď_ Mezencev, Klement, Bajgar



Protiepidemická opatření

Souhrn organizačních, protiepidemických, hygienických a léčebně odsunových opatření, směřujících k včasnému odhalení příprav nepřítele k použití biologických zbraní, k jejich zničení, ke snížení jejich účinku na živou sílu, k zabránění vzniku a šíření infekčních onemocnění a k likvidaci následků biologického napadení

☐ Zahrnují

- ☐ Zjišťování hygienicko-epidemické stavu prostorů činnosti a rozmístění útvarů a jednotek
- ☐ Organizaci observace a karantény
- ☐ Ochranné očkování osob a používání prostředků neodkladné profylaxe
- ☐ Dezinfekční opatření

☐ Aktivní a pasivní opatření

☐ Pasivní opatření

- ☐ Opatření taktického rázu (i biol. pz.)
- ☐ Protiepidemická a hygienická opatření
- ☐ Využívání PIO A PIKO
- ☐ Provedení dezinfekce, dezinsekce a deratizace zasažených osob, zvířat, výstroje, výzbroje, objektů a terénu
- ☐ Poskytnutí první pomoci a organizování léčebné péče o nemocné

Izolační a karanténní opatření

Přijetí veřejně-zdravotnických opatření v prostoru napadení

- ☐ Zvýšený zdravotní dohled
- ☐ Karanténa
 - ☐ Omezení svobody pohybu asymptomatických osob, aby došlo k zamezení kontaktu s neexponovanými osobami
- ☐ Domácí nebo ústavní izolace nemocných
 - ☐ Oddělení od ostatní populace a omezení jejich kontaktu jen na ošetřující osoby
- ☐ Uzavření prostoru napadení sanitárním kordónem
 - ☐ Geografická izolace oblasti epidemie přenosného onemocnění
 - ☐ Nutno počítat s nesouhlasem izolovaných
 - ☐ Pokles výkonnosti a motivace u ošetřujícího personálu
- ☐ Izolace a karanténa jsou opodstatněné pouze v případech onemocnění přenosných z člověka na člověka
- ☐ Izolace a karanténa po použití vektoru k přenášení nákazy jsou neefektivní bez endemického výskytu tohoto vektoru (žlutá zimnice bez výskytu komárů rodu *Aedes*)
- ☐ Nutnost zabezpečení ochrany ošetřujícího personálu jednorázovými PIO

Aktivní a pasivní imunizace

Aktivní imunizace – vakcinace

Aplikace očkovací látky, vakcíny, která obsahuje antigeny, které navozují specifickou protilátkovou a buněčnou imunitní odezvu a tím také ochranu proti patogenním mikroorganismům a toxinům

- ❑ Účinnost
 - ❑ Snížení relativního rizika nebo výskytu onemocnění, resp. snížení podílu šancí onemocnění u vakcinované a nevakcinované populace
- ❑ Různorodost vakcín
- ❑ Účinnost a bezpečnost očkování x riziko onemocnění
- ❑ Plánování protiepidemických opatření – možnost odmítnutí imunizace, kontraindikace

- ❑ Omezené spektrum očkovacích látek proti BA a T s vojenským významem
 - ❑ Nejsou očkovací látky proti většině virových hemoragických horeček a SEB
 - ❑ Omezeně dostupné jsou očkovací látky proti viru Rift Valley a horečce Q
 - ❑ Nedostatečně účinné jsou očkovací látky proti moru a tularémii
 - ❑ Komplikované imunizační schéma (AVA proti antraxu, očkovací látka proti botulotoxinu)
 - ❑ Nedořešená charakterizace, standardizace a prokázaná účinnost některých očkovacích látek
 - ❑ Jen některé lze použít až po kontaminaci osob – poexpoziční profylaxe – doba potřebná k vytvoření imunity

Pasivní imunizace

Podání faktorů specifické imunity (např. protilátek) při profylaxi a terapii infekčních a neinfekčních chorob

- ❑ Poskytuje okamžitou ochranu proti patogenům nebo toxinům
- ❑ Mají poměrně krátký účinek
- ❑ Nenavozují imunologickou paměť

- ❑ V případě infekčních chorob se využívá při poexpoziční profylaxi
 - ❑ Nedostatek času pro aktivní imunizaci
 - ❑ Profylaxe osob s poruchami imunitního systému
 - ❑ Terapie některých klinicky manifestačních chorob pokud nejsou dostupná antibiotika nebo jsou pomalá v účinku

- ❑ Výhody
 - ❑ Rychlý vývoj hyperimunních globulínů

- ❑ Vhodné k imunizaci proti botuloxinu, pravým neštovicím, antraxu

Dekontaminace

Snížení počtu mikroorganismů a zničení všech patogenních mikroorganismů v prostředí (dezinfekce) nebo úplnou eliminaci všech mikroorganismů (sterilizace)

Likvidace všech vektorů nákaz – článkonožců (dezinfekce) a hlodavců (deratizace)

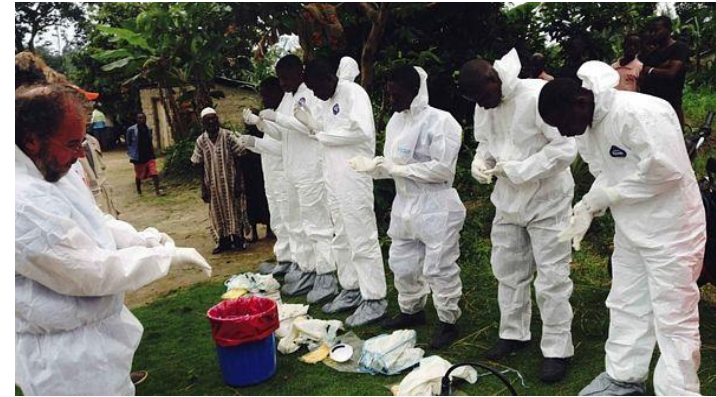
Dezinfekce

- ❑ Dezinfekce prostoru po kontaminaci terénu a objektů
- ❑ Nízká pravděpodobnost kontaminace těchto povrchů
- ❑ Biologické aerosoly se chovají jako plyny bez vytváření depozitů mikroorganismů na površích
- ❑ Nízká pravděpodobnost tvorby sekundárních aerosolů (BA i T)
- ❑ Neúčelná dekontaminace

- ❑ Využití dezinfekce
- ❑ Kontaminace terénu s vysokou plošnou hustotou (M5)
- ❑ V případě perzistentních BA v interiérech objektů (Amerithrax)

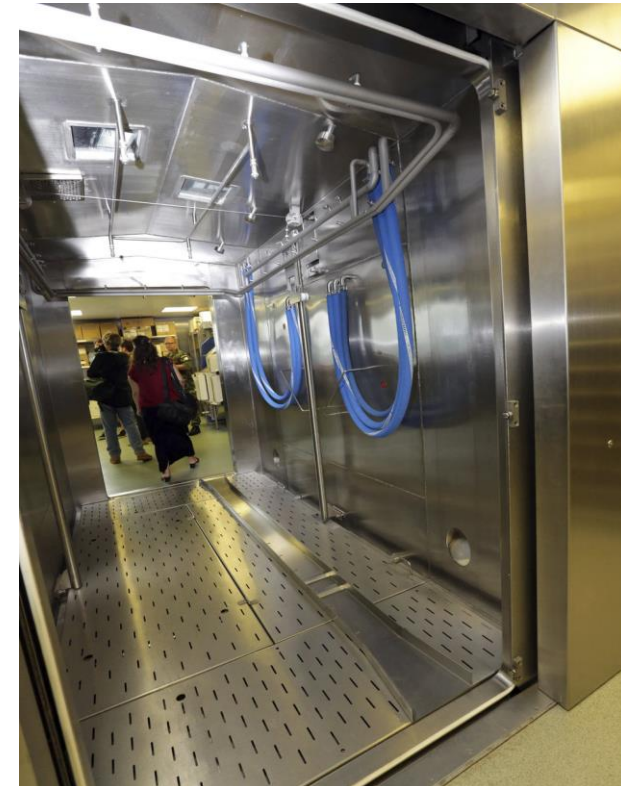
Dekontaminační komora

Zdroj: <http://www.blesk.cz/galerie/zpravy-udalosti/360996/centrum-biologicke-ochrany-techonin-na-ebolu-jsme-pripraveni?foto=3>



Dobrovolníci jsou připraveni pohřbívat oběti eboly v Pendebe v Sieře Leone

Zdroj: <http://www.novinky.cz/zahranicni/svet/344506-sireni-eboly-predstavuje-mezinarodni-hrozbu-byl-vyhlasen-krizovy-stav.html>



❑ Dekontaminace povrchů po diseminaci BA chemickými prostředky

- ❑ Plynný oxid chloričitý
- ❑ Pěna s obsahem hydrogenperoxidu a hydrogenperoxyuhličitanu – Sandia foam
- ❑ Roztok s obsahem oxidu chloričitého
- ❑ Plynný ethylenoxid
- ❑ Paraformaldehyd
- ❑ Chlornan sodný
- ❑ Benzalkonium chlorid
- ❑ Formalín
- ❑ Páry formaldehydu
- ❑ Ethanol
- ❑ Chloroform
- ❑ o-fenylfenol
- ❑ Isopropanol
- ❑ Jodové desinfekční prostředky

- ❑ Vliv vlhkosti na účinnost dekontaminačních prostředků

❑ Dekontaminace povrchů po diseminaci T

- ❑ 0,1 – 0,5 % chlornan sodný, 30 min (většina proteinových toxinů)
- ❑ Vyšší koncentrace chlornanu sodného (neproteinové toxiny) i v kombinaci s NaOH

- ❑ Anorganické kyseliny (dusičná, sírová, chlorovodíková); hydroxidy, peroxokyseliny (Persteril); oxidační prostředky (peroxid vodíku); sloučeniny halogenů (chlor, chlornany, chlorové vápno, chloraminy (chloramin B (T), dichloramin B (T)), chlorizokyanurové deriváty (Dikonit, Dikacit), jodová tinktura; aldehydy (formaldehyd, glutardialdehyd; aromatické sloučeniny)fenol, kresol, lyzol

Amerithrax

Zdroj:

[http://eemb40.blogspot.cz/2](http://eemb40.blogspot.cz/2013/02/amerithrax.html)

013/02/amerithrax.html



Nutnost dekontaminace
povrchů:

Coxiella burnettii – původce
Q horečky

Orthopoxviru – Pravé
neštovice, a vir opičích
neštovic

Nutnost dekontaminace
povrchů:

Trichotecénové mykotoxiny

Brevetoxin

Saxitoxin

Tetrodotoxin apod.

❑ Dezinfekce fyzikálními prostředky

❑ Dezinfekce teplem

- ❑ Nad 65 °C koagulují bílkoviny (ne spory mikrobů)
- ❑ Vlhké teplo – ne spory
- ❑ Rozhodující je doba působení

❑ Dezinfekce zářením

- ❑ Světelné záření – UV složka
- ❑ Germicidní zářivky – UV záření
- ❑ Mnoho BA ztrácí aktivitu a viabilitu vlivem slunečního záření
- ❑ Ionizující záření

❑ Dezinfekce ohněm

- ❑ Spalování odpadků a uhynulých zvířat
- ❑ Možnost využití na nehořlavé materiály

❑ Dezinfekce vodou

- ❑ Oplach a omývání, příprava roztoků dezinfekčních směsí, směsi s povrchově aktivními látkami (kationaktivní tensidy), vyvařování (soda)
- ❑ Zvýšení efektivity aplikací pod tlakem

Desinsekce

❑ Insekticidy

- ❑ Dotykové
- ❑ Požerové
- ❑ Vdechovací – fumigační

❑ Aplikační formy

- ❑ Popraše, roztoky, emulzní přípravky, smáčitelné pudry, fumigační přípravky, aerosoly, otrávené nástrahy

❑ Využití adulticidů – permetrin, 1,1-dibrom-2,2-dichlorethyldimethylfosfát (Dibrom), malathion, chlorpyrifos apod.

❑ Mechanické a fyzikální způsoby ochrany

- ❑ Sítě, mucholapky, žehlení prádla, vyvážení

Nutnost dekontaminace po vojenském použití vektorů:

Komáři *Aedes aegypti*
infikovaní virem žluté zimnice

Klíšťata *Dermacentor andersoni* infikovaní rickettsiemi horečky

Skalistých hor

Komáři *Culex pipiens*
přenašeči viru horečky Rift Valley

Děkuji za pozornost