

# Biologické zbraně – riziko bioterrorizmu

MUDr. František Beňa

# Pohled do historie

- V šestém století před naším letopočtem nechal athénský vůdce Solón otrávit nepřátelské studny při obléhání Krissy.
- V roce 1346, při obléhání města Kaffa byly přes hradby vrhány mrtvá těla infikovaná morem.
- Podobným způsobem útočili Rusové ve válce proti Švédům v osmnáctém století.
- Na americkém kontinentu užívali biologické zbraně Britové, kteří zásobovali nepřítele pokrývkami infikovanými neštovicemi.
- Vědecký výzkum biologických zbraní začal až v devatenáctém století po objevech, které učinili vědci jako Koch, Pasteur a Lister.

- **1925** podepsán Ženevský protokol zakazující použití biologické zbraně ve válce.
- V roce **1969** americký prezident Nixon oznámil jednostranný a bezpodmínečný ústup od biologických zbraní. V roce **1972** americké ministerstvo obrany vydalo prohlášení o ukončení likvidace veškerých zásob amerických biologických zbraní.
- **26. března 1972** Konvence o zákazu vývoje, výroby a skladování biologických zbraní.
- Vývoj biologických zbraní v Libyi, Sýrii, Číně, Iránu, Iráku, bývalém Sovětském svazu (autobiografická výpověď Dr. Kena Alibeka alias Kanatjana Alibekova, ředitele sovětského komplexu center výzkumu, výroby a skladování biologických zbraní "Biopreparát",
- **1979** nehoda s únikem antraxového aerosolu ve Sverdlovsku (68 úmrtí ze 79 zasažených.)

- V roce 1972 byla ve vodovodu v Chicago a v St. Louis voda kontaminována tyfem.
- V roce 1984 byl zaznamenán pokus použít botulotoxin v Paříži.
- V roce 1986 v Oregonu onemocnělo 715 osob salmonelózou z úmyslně kontaminovaného salátu.
- V roce 1995 byl zajištěn člověk, který si objednával z USA bakterii moru a dvě osoby byly usvědčeny z plánování vraždy pomocí ricinu.
- Aktivity nechvalně proslulé japonské sekty Aum Shinrikyo (= Nejvyšší pravda) (1995 útok sarinem v Tokijském metru, 1990-95 osm pokusů s rozptýlením spor antraxu a botulotoxinu v ulicích Tokia, 1993 snaha o získání viru eboly pod zástěrkou humanitární mise v Zairu).
- Rozesílání prášku s antraxovými spory v poštovních zásilkách (2001 USA).

# Biologická válka

- **Záměrné** (vědomé) **použití BZ** k hromadnému ničení nebo poškozování lidí, zvířat a rostlinných kultur.
- Podstata - uměle vyvolat epidemický nebo epizootický proces nebo hromadnou intoxikaci mikrobiálními toxiny.
- Odlišnosti oproti přirozenému procesu
  - Pomnožení mikroba ve vnitřním prostředí hostitele je nahrazeno kultivací na médiích.
  - Vylučování mikroba přirozenou cestou je nahrazeno dopravou BP na cíl a záměrným šířením v cílové populaci.
  - Způsob šíření, faktor přenosu nebo i vektor je volen cíleně a nemusí vždy odpovídat přirozenému mechanismu šíření.
  - K uměle navozeným hromadným intoxikacím biologickými toxiny může docházet abnormálními způsoby.
  - Infekční choroby ztrácejí řadu svých obvyklých mírových charakteristik. (mění se ID, ztrácí se sezónnost, profesionalita a endemičnost výskytu, mění se podíl různých klinických forem onemocnění atd.)

# Biologická zbraň

- Hmotný předmět, odpalující nebo rozšiřující biologickou látku, včetně členovců jako vektoru.
- Druh zbraně hromadného ničení (zbraň hromadného zabíjení), využívající škodlivých účinků biologických látek na lidský nebo jiný živý organizmus.
- Jde o zbraňový komplex, který zahrnuje biologické prostředky napadení, biologickou munici a prostředky jejich dopravy na cíl.

# Bojový biologický prostředek (BA)

- Živý organismus – jakékoliv povahy – nebo z nich odvozený infekční materiál, určen k vyvolání nemoci nebo usmrcení osob, zvířat nebo rostlin.
- Účinek závisí na schopnosti rozmnožit se v napadeném objektu (replikace) a dále se šířit v prostředí.

# Toxiny

- Jedovaté látky chemické povahy, nejsou dále replikovatelné (nemají schopnost tvořit vlastní kopie, rozmnožovat se).
- Původ, produkce:
  - Živý přírodní organismus – mikroorganismus, houby, rostliny či jiný živočich
  - Geneticky modifikovaný organismus
  - Chemická syntéza



# Charakteristické vlastnosti BA

- selektivní působení na živou sílu (*nedochází k žádné destrukci budov, zařízení, techniky podobně jako u CHZ*)
- vysoká bojová účinnost (*při správném výběru cíle, druhu bojového biologického prostředku, způsobu jeho šíření, místa a času napadení velký počet manifestních onemocnění*)
- možnost spontánní potenciace účinku (*schopnost mikroorganismu rozmnožovat se v hostiteli s možností přenosu na dalšího vnímavého jedince*)

- existence časového intervalu mezi okamžikem napadení a vznikem účinku (*podmíněno ID příslušného infekčního onemocnění, u toxinů - interval totožný s časem, který je nutný pro průnik toxinu do vnitřního prostředí makroorganismu, jeho vazbu na příslušné receptory a průběh určitých biochemických reakcí*)
- možnost skrytého napadení (*nevýrazné projevy, tlumené výbuchy, vznik podezřelých oblaků aerosolu, kontaminace vody a potravin*)
- velký psychologický účinek úspěšného napadení

# Vlastnosti, podmiňující vysokou bojovou účinnost

- patogenita (toxicita) pro napadený objekt
- infekciozita
- schopnost uchování viability, patogenity (toxicity) a infekciozity ve vnějším prostředí
- obtížnost identifikace a antimikrobního působení (detoxikace)
- relativní jednoduchost a rychlost produkce

# Nevýhody z hlediska použití

- nespolehlivost a nepředvídatelnost účinku (např. změnou směru větru, deštěm, UV záření apod.)
- spontánní inaktivace (pokles viability mikroorganismů)
- ohrožení útočníka (retroakce)

# Prostředky dopravy na cíl

- rakety a řízené střely opatřené bojovou hlavicí s biologickou náplní
- biologické pumy
- rozstřikovací zařízení
- aerosolové generátory
- biologická munice k rozšiřování živých přenašečů nákaz

# Způsoby použití a šíření BA

## **Infikování resp. intoxikace:**

- biologickým aerosolem (*kontaminace přízemních vrstev atmosféry*)
- transmisí (*pomocí infikovaných přenašečů*)
- diverzí (*skrytá kontaminace potravin, pitné vody, vzduchu v uzavřených prostorech nebo jiných objektů vnějšího prostředí*)

# Biologický aerosol

- **Disperzní soustava** složená z **rozptýlené** (*dispergované*) **látky** a **plynného disperzního prostředí**. Dispergovaná látka může být ve skupenství kapalném nebo tuhém.
- Vyskytuje se ve formě aerosolového oblaku (*soubor velkého počtu aerosolových částic rozptýlených ve velkém objemu plynu*).
- Dělení:
  - monodisperzní (homogenní) – částice stejného rozměru
  - polydisperzní (nehomogenní) - částice různých rozměrů.
- **Biologický aerosol je disperzní soustava, v níž je disperzní podíl tvořen živými organismy nebo jejich částmi o velikosti  $10^{-3}$  –  $10 \mu\text{m}$ . Disperzním prostředím je vzduch.**

# Chování BA v bioaerosolu I.

## 1. skupina:

- po rozprášení přežívají ve vzduchu několik minut, max. několik hodin. Patří sem arboviry (viry žluté zimnice, viry koňských encefalomyelitid, viry komplexu klíšťové encefalitidy) – vhodné k přímému napadení např. diverzí

## 2. skupina:

- přežívají obvykle několik hodin. Ztráta viability je stále příliš rychlá, než aby mohly být běžně používány k přímému napadení cíle. Patří sem např. rickettsie.



# Chování BA v bioaerosolu II.

## 3. skupina:

- schopny šířit se vzduchem i za obvyklých (mírových) podmínek a přežívají v aerosolu 24 hodin. Jde např. o *Y. pestis*, *F. tularensis*, *brucely* apod. Vhodné i k nepřímému napadení.

## 4. skupina:

- spory *B. anthracis*, které se vyznačují vysokou odolností vůči vlivům vnějšího prostředí. V aerosolu přežívají po mnoho dnů – možnost nepřímého napadení na větší vzdálenost.

# Požadavky na výběr BA

- stabilita ve vnějším prostředí
- snadné dosažení infekční dávky
- možnost dalšího interhumánního přenosu
- obtížná diagnostika, léčba a profylaxe

# Způsoby proniknutí BA

- Inhalace
- Ingesce
- Překonání povrchové bariéry sliznic nebo kůže:
  - aktivní překonání nebo ovlivnění povrchové bariéry
  - průnik porušenou povrchovou bariéru

# Epidemiologické charakteristiky

- Explozivní epidemie charakterizovaná vysokou nemocností a smrtností.
- Epidemiologické ukazatele nemocnosti netypické pro danou lokalitu v daném čase.
- Podle charakteru aplikace dominuje obraz onemocnění respiračního traktu.
- Protrahovaná epidemie s několika vrcholy.
- Pravděpodobná rezistence na ATB léčbu.
- Možná nezvyklá epizootie v dané lokalitě charakterizována vysokým úhynem zvířat.
- Při epidemiologickém šetření zjištěn pravděpodobně shodný zdroj

# Možné příznaky zasažení BZ

- příznaky ARI nebo ILI
- příznaky zánětu plic
- žloutenka
- příznaky záněty mozku
- kožní příznaky s vyrážkou
- nevysvětlitelná úmrtí nebo ochrnutí
- septický nebo toxický šok

# Ochrana vůči BA - detekce

- Obtížné zjištění, neexistují očividné známky kontaminace
- velký kontrast s chemickými zbraněmi, (okamžitý účinek) - u BZ jsou zpoždění několik hodin nebo dní
- detekce použitého BBP (např. detekční systémy k identifikaci patogenních mikrobů ve vzorcích odebrané vody a nasátého vzduchu)
- obtížné vymezení ohniska nákazy
- doprava vzorků do specializované laboratoře k identifikaci s využitím expresních metodik

# Ochrana vůči BA - třídění

- nejvyšší priorita - zabezpečení existujících prostředků léčby a profylaxe pro postiženou oblast
- dostatek izolačních místností oddělených od umístění jiných pacientů (improvizace)
- prostředky osobní ochrany personálu
- léky
- metody třídění pacientů a exponovaných osob se budou řídit místním právním řádem a směrnici hygienické služby vydanými podle předpokládaných nebo zjištěných původců infekce

# Možné problémy koncepce

- Malá koordinovanost mezi resorty
- Příprava personálu, využití v klidové době
- Lokalita x transportní kapacity
- Stacionární zařízení x mobilní týmy
- Stavební úpravy, hygienická smyčka
- Návaznost komplementu na odpadové hospodářství



# Ochrana před BZ – hlavní problémy

- Vysoká pravděpodobnost vzniku paniky.
- Neobyčejně velký rozsah nutných protiepidemických opatření.
- Nemožnost zabezpečení ochrany všech obyvatel.
- Vyšší stupeň ohrožení oblastí s teplejším a vlhčím klimatem, s nižším životním standardem.
- Vyšší nebezpečí pro obyvatele v hustě obydlených oblastech zvl. ve velkých městech.
- Vysoký stupeň ohrožení pro imunosuprimované, nemocné a osoby starších věkových skupin.

# Management v místě - rozvaha

- **Co?** – základní symptomy
- **Kde?** – lokalita výskytu a rozsah
- **Kdy a kolik?** – kumulativní incidence
- **Kdo a jak?** – algoritmus řešení a výkonný tým,
  - Spojení, hlášení
  - Logistické zabezpečení (síly a prostředky)
  - Implementace opatření

# Možný algoritmus postupu

- Vstup do ohniska epidemie – IPE
- Transport a umístění nemocných do izolačně-karanténní jednotky
- Epidemiologická anamnéza a diagnostika
- Odběr vzorků z prostředí a od nemocných
- Doručení vzorku k MLD
- Observace, karanténa (2x ID)
- Provedení dezinfekce a dekontaminace

# Přístup po napadení BZ

- povinné dodržování preventivních opatření u všech infekčních pacientů včetně likvidace kontaminovaných tělesných tekutin a uplatnění bariérového ošetřovacího přístupu
- protiepidemická opatření (zvýšený zdravotnický dozor nad kontakty)
- náležitá dekontaminace, důsledná sterilizace
- kroky k izolaci a identifikaci možného původce a zahájení léčby, kde je to možné
- neprodlené oznámení všech podezřelých skutečností příslušným zdravotním orgánům a případně policii
- snížení možnosti druhotného přenosu infekce u pneumonií, u hemoragických příznaků a příznaků neštovic, případně u dalších onemocnění vyvolaných BA

# Základní obranná opatření

- Epidemiologická surveillance
- Hygienicko-epidemiologický a biologický průzkum
- Detekce a identifikace původce
- Osobní ochrana
- Kolektivní ochrana
- Dekontaminace a asanace
- Kauzální léčba
- Obrana proti psychologickým útokům a panice

# Detekce a identifikace původce

- Detekce
  - Prvotní informace o agens
  - Skupinová diagnostika
- Identifikace
  - Přesné určení původce - to ovlivňuje
    - Kauzální a symptomatickou léčbu
    - Určení ohrožených a vnímavých osob
    - Protiepidemická opatření - zabránění rozšíření

# Mikroorganismy použitelné jako BA

- **Bakterie**
- **Rickettsie**
- **Viry**
- **Plísně (houby)**
- **Geneticky modifikované organismy**
- **Toxiny**

# Charakteristika mikroorganismů I

- **Bakterie** – nejmenší jednobuněčné organismy.
  - typická vlastnost - schopnost množit se a přežít nevhodné životní podmínky (horko, sucho, záření, chemické látky, apod.) ve formě odolnějších spor.
  - K vyvolání nemocí může dojít přímým napadením tkání nebo tvorbou toxinů, popř. kombinacemi obou variant.
  - Léčba většině případů možná pouze antibiotiky.
  - Do této skupiny patří bakterie způsobující např. antrax, tularémii, mor, cholera.



# Charakteristika mikroorganismů II

## • **Rickettsie**

- Zvláštní kmeny bakterií, které se rozmnožují díky parazitování na hostitelských buňkách.
- Většinou jsou přenášeny vektorem.
- Léčba je také možná pouze antibiotiky.
- Do této skupiny patří např. skvrnitý tyfus či Q-horečka.

# Charakteristika mikroorganismů III

## • Viry

- Mnohem menší než bakterie, chovají se stejně jako Rickettsie, tj. množí se pouze v buňkách hostitele.
- Léčba bojových variant mnoha virů je velmi komplikovaná (protilátky mají většinou pouze omezený účinek než-li se povede viru zmutovat).
- Do této skupiny patří např. původci varioly nebo eboly.

# Charakteristika mikroorganismů IV

- **Plísně (houby)**
  - Větší než bakterie a patří mezi první identifikované biologické bojové látky.
  - Biologické působení nepřímé – využívá se jejich schopnosti produkovat extrémně toxické látky (toxiny), které mohou i ve velmi malém množství zabíjet.
  - Léčba plísňových onemocnění (mykózy) se většinou provádí antimikrobiálními prostředky.

# Charakteristika mikroorganismů V

- **Geneticky modifikované organismy**  
díky rozvoji genetického inženýrství, je možné vytvořit biologické agens genetickou cestou, tj. modifikací DNA (tzv. rekombinantní DNA technologie).  
Nebezpečím tohoto postupu je možnost potlačení určitých vlastností či schopností.

# Charakteristika mikroorganismů VI

- **Toxiny**

- Výsledek produkce živých organismů (mikroorganismů, rostlin, živočichů).
- Většinou organické jedy s výrazným a rychlým projevem.
- Léčba je velmi složitá, většinou odkázána na léčbu vnějších příznaků.
- Příklad toxických látek - botulotoxin, enterotoxin B a trichoteceny.

# Botulotoxin

- 7 typů příbuzných toxinů (A-G), původce *Clostridium botulinum*.
- Mechanismus účinků:
  - Vazba na terminální zakončení presynaptických nervů  
→ brání uvolnění AChT → blokuje nervosvalový přenos.
- Alimentární i inhalační forma má stejný klinický obraz (*poruchy vidění, ptóza víček mydriáza, poruchy řeči a polykání, postupná obrna kosterních svalů od hlavy dolů, zástava dechu*).

# Botulotoxin II

- Diagnostika nesnadná hlavně u inhalační formy, laboratorní nálezy nespecifické.
- Terapie hlavně podpůrná + pasivní imunizace antitoxinem (A,B a E)
- Prevence:
  - Pasivní imunizace antitoxinem
  - Aktivní očkování toxoidem (A-E)
  - Dekontaminace roztokem 0,5% chlornanu sodného

# Enterotoxin B (SEB)

- Původce:
  - *Staphylococcus aureus*, termostabilní i v aerosolu, proto vhodný jako BA
- Vyvolává alimentární intoxikace (afebrilní G-E) při inhalační aplikaci febrilní stav, bolesti hlavy a svalů, respirační příznaky (dušnost, suchý, bolestivý neproduktivní kašel)
- Terapie podpůrná, není k dispozici vakcína
- Dekontaminace 0,5% roztokem chlornanu sodného



# Trichoteceny a aflatoxiny

- **Aflatoxin**

- Producent *Aspergillus*, hepatotoxický účinek se vznikem Ca jater, hlavně po konzumaci zaplísňených obilovin

- **Trichotecen T-2**

- Producent *Fusarium*, v podobě aerosolu účinky podobné Yperitu. (kontaminace kůže - erytém, puchýře až nekróza, postižení očí – slzení, zánět spojivek a mlhavé vidění, respirační expozice – štípaní v nose, krvácení, kašel, dušnost, bolesti na hrudi)
- Vývoj a použití jako „žlutý déšť“ (býv. SSSR)

# Riziko bioterorizmu

- Charakteristickým rysem současného terorizmu je narůstající počet obětí.
- Jaderné zbraně jsou dosud mimo technologických možností teroristických skupin.
- Ve srovnání ZHN BZ extrémně levné (náklady na civilní ztráty 1\$/km<sup>2</sup>, CHZ 600\$, JZ 800\$, konvenční zbraně 2000\$)
- Exponenciální růst vědeckého poznání biologie, genového inženýrství, přístup k informacím a technologiím.
- V obavě před BZ roste vývoj protiléků, vakcín, skladování ATB, vývoj detekčních souprav a ochranných opatření.

- **„Výhody“ použití BZ pro teroristy:**
  - Malé personální a technické nároky x útok na rozsáhlém území.
  - Zpoždění detekce posiluje možnost vyhnout se odhalení.
  - Útok nemusí být v případě neúspěchu odhalen.
  - Proces plánování a příprav anonymní.
  - Výrazný psychologický dopad v případě úspěchu.
- Boj proti terorismu předpokládá celosvětovou formu spolupráce zaměřenou na kontrolní mechanismy k zabránění proliferace ZHN, omezení rozsahu potenciálních teroristických skupin, spolupráci v oblasti vědeckého výzkumu.

# Prvky systému v ČR

- ÚKŠ, S pro biologickou ochranu
- SÚJCHBO
- SZÚ
- Orgány veřejného zdraví (transportní systém – 70 vaků, MASH)
- Hospitalizační a diagnostická jednotka AČR
- Mobilní diagnostické týmy a laboratoře
- Hospitalizační jednotka Bulovka
- Budovaná regionální hospitalizační centra (infekce)

# Závěr

- Důležitost včasné a validní informace
- Aktivace prvků integrovaného záchranného systému
- Implementace vyzkoušených algoritmů
- V případě epidemie neprodlená reakce
- Včasná realizace preventivních i represivních opatření
- Import VVN, teroristický útok i v ČR představuje reálné riziko vysoce virulentních nákaz

# Renault T33 Master - BIOMASTER



Vozidlo se speciální úpravou pro SMBT

- Civilní verze

- průzkum
- detekce a identifikace BBL
- přeprava biologicky nebezpečných vzorků
- limitovaná dekontaminace



Renault MASTER T33 2,2 dCi  
Skříňové vozidlo s vnitřní zástavbou  
Skříňový přívěs (AGADOS) s vnitřní zástavbou









# Land Rover 130 - BIOROVER



Vozidlo se speciální úpravou pro SMBT

- Polní verze

- průzkum
- detekce a identifikace BBL
- laboratorní činnost
- přeprava biologicky nebezpečných vzorků
- limitovaná dekontaminace

Land Rover DEFENDER 130 TD5  
Skříňové vozidlo se speciální zástavbou  
Přívěs (PM 18 MIP) s vnitřní zástavbou









# BIOBOX EBXT-06



Děkuji za pozornost.