

# 7B. Bioterrorismus a vysoce nebezpečné situace

## 7.3 Bioterrorismus a vysoce nebezpečné situace

### 7.3.1 Charakteristika nebezpečných situací

Za „nebezpečné situace“ se považují případy, kdy hrozí nákaza většího počtu osob vysoce virulentním kmenem nějakého mikroba. Zpravidla jde o zcela mimořádné situace, které běžně nenastávají, případně nenastávají vůbec, ale je třeba s nimi počítat. Může jít například o tyto možnosti:

- **import závažného onemocnění** – zavlečení původce infikovaným cestovatelem, zvířetem, potravinou či vodou
- **nehoda v laboratoři** (únik viru pravých neštovic)
- **bioterrorismus**: úmyslné zneužití biologického prostředku k vyvolání onemocnění lidí nebo zvířat či rostlin (jednotlivcem či skupinou v době míru)
- **biologické napadení (válka)**: záměrné použití mikroorganismů nebo toxinů v podobě biologických bojových prostředků (BBP) v rámci válečného konfliktu

### 7.3.2 Charakteristika mikrobů vyskytujících se u nebezpečných situací

Uvádí se, že **celkem asi 70 původců** (viry, bakterie, mikrobiální toxiny, houby) může být použito jako biologické bojové prostředky. Nejvýznamnější jsou původci antraxu, moru, pravých neštovic a botulotoxin.

Nebezpečnost je dána schopností vyvolat závažné onemocnění, případně usmrtit člověka, ale také potenciálem daného viru nebo bakterie být účinnou biologickou zbraní (musí existovat forma, ve které mikroby mohou být šířeny tak, aby nakazily co největší počet osob).

Odborníky uváděné pořadí infekčních chorob podle nebezpečnosti z hlediska zneužitelnosti je samozřejmě jen orientační, těžko předvídat, co by v určité situaci bylo nejspíše použito. Pokud v následujícím seznamu nevyplývá název původce přímo z názvu choroby, je uveden v závorce.

1. Antrax (grampozitivní aerobní sporulující tyčinka *Bacillus anthracis*)
2. Variola (pravé neštovice – DNA virus *Poxvirus variolae*)
3. Hemoragické horečky (Lassa, Ebola, původci jsou RNA viry)
4. Virus dengue (RNA virus)
5. Brucelóza (gramnegativní tyčinka *Brucella abortus*)
6. Mor (gramnegativní tyčinka *Yersinia pestis*)
7. Cholera (gramnegativní tyčinka *Vibrio cholerae*)
8. Hemoragická horečka se selháním ledvin (způsobená RNA viry hantaviry)
9. Tularémie (gramnegativní tyčinka *Francisella tularensis*)
10. Otrava botulotoxinem (toxin grampozitivní anaerobní sporulující tyčinky *Clostridium botulinum*)
11. Q horečka (gramnegativní tyčinka *Coxiella burnetii*)
12. Břišní tyfus (gramnegativní tyčinka *Salmonella typhi*)
13. Ruská jaroletní encefalitida (RNA virus příbuzný viru naší klíšťové encefalitidy, ale horší)
14. Otrava toxinem (toxin grampozitivní anaerobní sporulující tyčinky *Clostridium perfringens*)
15. Stafylokoková enterotoxikóza (toxin grampozitivního koka *Staphylococcus aureus*)
16. Bacilární úplavice neboli dyzentérie (gramnegativní tyčinka *Shigella* sp.)

Někteří odborníci se také pokoušejí klasifikovat mikroby použitelné k bioterrorismu do několika skupin podle vlastností a nebezpečnosti. Jednu takovou možnost nabízí následující tabulka (převzato z WikiSkript, heslo „Biologické zbraně“, upraveno):

Kategorie	Charakteristika onemocnění	Příklady mikrobů
A	nejnebezpečnější, snadno šířitelná nákaza, mezi lidmi přenosné agens, těžká a obtížně léčitelná onemocnění s vysokou úmrtností	virus varioly, <i>Bacillus anthracis</i> , <i>Yersinia pestis</i> , toxin <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Francisella tularensis</i> , virus Ebola a Marburg
B	méně nebezpečné patogeny, bez mezilidského přenosu, existuje možnost léčby	<i>Coxiella burnetii</i> , <i>Burkholderia mallei</i> , <i>Brucella</i> spp., <i>Salmonella enterica</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , enterotoxin <i>Staphylococcus aureus</i> , toxin <i>Clostridium perfringens</i>
C	méně běžná agens, jejich zneužití je málo pravděpodobné, ale mají vysokou morbiditu nebo mortalitu nebo se obtížně léčí	virus Nipah, hantaviry, viry klíšťových hemoragických horeček, multirezistentní <i>Mycobacterium tuberculosis</i>

### 7.3.3 Způsob použití bojových biologických látek (BBL)

- Rozprašování biologického aerosolu (obsahujícího mikroby)
- Přenos nakaženým přenašečem (členovci)
- Diverze (skrytá kontaminace potravin či pitné vody)

### 7.3.4 Zdravotnická opatření u nebezpečných infekcí

Prvotní je **detekce použitého biologického bojového prostředku**. Poté, co je prostředek zjištěn, je nutná **diagnostika** včetně bližšího určení organismu. Musí ji provádět laboratoře **kvalifikované pro práci se zvláště nebezpečnými patogeny**. Konkrétně jde zpravidla o třídu **nebezpečnosti BSL 3 nebo BSL 4**. Význam těchto pojmů je vyloženo v tabulce pod odstavcem; u nás má kvalifikaci pro BSL 4 pouze vojenské Centrum biologické ochrany v Těchoníně na severovýchodě Čech a do budoucna by ji měla mít také Nemocnice na Bulovce v Praze.

V některých případech nestačí rodové či druhové určení, je nutno vědět, že jde o určitý virulentní kmen. Je také nutné vyhodnocení epidemiologické situace, tj. rizika nákazy pro další osoby. U nakažených se sledují klinické projevy, výsledky laboratorních vyšetření, a provádějí se protiepidemická opatření izolace a léčba zasažených.

Klasifikace patogenů z hlediska nebezpečnosti		Příklady
Biosafety level (BSL) 1	Mikroby nezpůsobující infekce u zdravých dospělých, minimální riziko	Běžné, nepatogenní kmeny <i>Escherichia coli</i> , kvasinka <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
BSL 2	U zdravých dospělých vyvolávají mírné nemoci, riziko pro personál malé	<i>Clostridium difficile</i> , chlamydie, viry žlutenek, virus chřipky, salmonela, zlaté stafylokoky včetně MRSA aj.
BSL 3	Způsobují vážná až smrtelná onemocnění, u kterých ale existuje vysoká šance na úspěšnou léčbu	původce tularémie, leishmanie, <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Bacillus anthracis</i> , virus západonilské horečky, SARS, virus žluté zimnice
BSL 4	Vzduchem přenosné mikroby, způsobující smrtelná onemocnění bez možnosti účinné prevence a léčby	virus Ebola, virus Lassa, virus krymsko-konžské hemoragické horečky a několika dalších hemoragických horeček, virus pravých neštovic

### 7.3.5 Postup při nálezů podezřelých předmětů

Podezřelou zásilku převezme **ministerstvo vnitra** prostřednictvím Hasičské záchranné služby nebo Policie ČR – eviduje předávající osobu a všechny, kteří přišli do přímého styku se zásilkou, či obsahem. Neotevřenou zásilku MV předá Státnímu ústavu jaderné chemické a biologické ochrany. Otevřenou zásilku zajistí opět MV a neprodleně informuje okresního hygienika, který

dle Zákona 258 uloží zvýšený zdravotní dozor a poučí zúčastněné osoby o příznacích. V ohnisku nákazy rozhodne o antibiotické profylaxi po konzultaci s krajským hygienikem a lékařem infekčního oddělení.

## 7.3.6 Některé důležité mikroorganismy spojené s bioterrorismem a nebezpečnými situacemi

### 7.3.6.1 *Bacillus anthracis*

Anthrax (česky uhlák, sněť slezinná) je nemoc, kterou způsobuje **grampozitivní aerobní sporující tyčinka *Bacillus anthracis***. Příznaky onemocnění způsobuje komplex toxinů. Zdrojem infekce jsou za normálních okolností nemocná zvířata (jde tedy o takzvanou antropozoonózu – nemoc, kterou člověk může získat od zvířete). Nakazit se člověk může kontaktem s kůží, vlnou, výkaly, kostní moučkou a podobně. V dobách, kdy hygienická opatření v zemědělství nebyla tak rozvinutá jako dnes, byl uhlák poměrně častou nemocí. Už Louis Pasteur se zabýval tímto onemocněním a snažil se o jeho léčbu. Přenos je dále možný kontaminovanou vodou a potravinami, případně i vzduchem. Mezilidský přenos je nepravděpodobný.

#### 7.3.6.1.1 Klinické projevy

Anthrax se projeví po inkubační době, která může být 12 hodin až 5 dnů, ale výjimečně až 60 dní. Příznaky mohou být:

**kožní** – nebolestivý vřed na kůži s krvácením a odumřením tkáně, zánět okolních uzlin, nebezpečné v obličejí, může odeznít nebo přejít do celkového onemocnění (sepsy)

**střevní** – náhlá příhoda bříšní, průjmy s krvácením, horečky

**plicní** – začíná jako „chřipka“, pak zápal plic s vykašláváním krve, rychlý průběh, (do 24 hodin)

#### 7.3.6.1.2 Diagnostika

Provádí se mikroskopie – přímá imunofluorescence. Dále je možná kultivace či průkaz toxinů.

#### 7.3.6.1.3. Prevence

Existuje očkování (v ČR není). V rámci nespecifické prevence se uplatňuje desinfekce, přičemž vhodné jsou zejména chlorové a jodové preparáty (dvouprocentní Chloramin – 30 minut).

Spory jsou velmi rezistentní (pára 120 °C účinná za 30 minut) přežívají desetiletí (životaschopné i ve fixovaných preparátech)

#### 7.3.6.1.4 Použití v biologické válce a bioterorismu

K případnému použití v biologické válce připravoval tento virus např. Sovětský svaz, hovořilo se také o jeho možném použití islamisty z okolí organizace Al-Kájda. V Sovětském svazu byl virulentní kmen uchovávan v laboratořích nedaleko města Sverdlovsk. V roce 1979 zde došlo k **incidentu**, kde vinou nedbalosti a špatné komunikace mezi techniky došlo k tomu, že při odmontovaném HEPA filtru byl spuštěn provoz sušárny (příprava bacilárních spor). Došlo k úniku spor a k nakažení 96 osob, z nichž 66 zemřelo, přičemž bylo štěstím, že vítr vál směrem od města, protože v opačném případě mohlo být obětí podstatně více.

### 7.3.6.2 *Yersinia pestis*

Původcem moru je *Yersinia pestis*. Je to G– tyčinka, enterobakterie (příbuzná střevních bakterií), odolná v zevním prostředí. Dnes se vyskytuje v některých oblastech jižní Asie, jihovýchodní Afriky, ale také u divoče žijících zvířat na západě USA.

Nemoc vyvolává exotoxin s účinkem na mitochondrie, periferní cévy – takzvaná diseminovaná intravaskulární koagulopatie (závažná porucha srážlivosti krve), šokový stav

Přirozeným rezervoárem jsou hlodavci.

#### 7.3.6.2.1 Formy moru

- kožní forma a forma s postižením uzlin – přenos blecha morová (*Xenopsyla cheopis*)
- plicní forma moru vzniká pokud se člověk nadýchá aerosolu s morovými bakteriemi
- střevní forma moru vzácná (konzumace)

#### 7.3.6.2.2 Charakteristika moru

Inkubační doba trvá 2–5 dnů u plicní formy to ale může být jen několik hodin. Vždy je náhlý začátek, vysoká teplota, bolesti hlavy, blouznění, zvětšení sleziny. V případě kožní formy

zpravidla nastane bubonický čili dýmějový mor – bolestivé pakety (balíčky) uzlin, modročerná kůže. Takzvaný kožní mor znamená vřed s krvácením a odúmrťí tkáně. Je možná úzdrava i bez léčení nebo přechod do septické formy s DIC, šokovým stavem, morová meningitida. U plicního moru se vyskytuje kašel, špatné dýchání, vykašlávání krve, rozsáhlý RTG nález. Střevní mor je vzácný.

#### 7.3.6.2.3 Diagnostika a léčba

V léčbě se používá kultivace a pokus na zvířeti. Možný je i průkaz protilátek.

K léčbě i profylaxi se používají antibiotika (streptomycin, tetracyklin). Prevence je možná pomocí očkování, avšak (imunita po nemoci jen dočasná). Je nutná karanténa kontaktů, trvající 6 dnů. Nutná je izolace nemocných zvláště plicním morem. Prognóza vždy vážná u generalizovaných forem. Neléčený bubonický či kožní mor má smrtnost asi 60 %, při léčbě 2,5 %. Mnohem horší bilanci má plicní, střevní, septická či meningeální forma: neléčená 100% smrtnost, léčená 20%.

#### 7.3.6.3 Botulismus

Botulismus není infekce, ale **otrava bakteriálním jedem** (toxinem) bakterie *Clostridium botulinum*. Toxin blokuje uvolňování acetylcholinu na spojeních mezi nervovými buňkami, takže nemohou proběhnout impulsy vedoucí ke svalovému stahu. Lidé umírají na udušení, protože jim nefunguje dýchací svalstvo. Bakterie tvoří součást střevní flory domácích zvířat a může kontaminovat potravu, zejména podomácku připravené masové konzervy. Jed (botulotoxin) se používá i léčebně a také v kosmetice (pod názvem botox).

##### 7.3.6.3.1 Průběh onemocnění

U klasické formy se příznaky onemocnění se objeví po inkubační době, která může být 6–72 hodin. Existuje i střevní forma, kde se klostridia pomnoží a tvoří toxin ve střevě. Vyskytuje se zejména u kojenců. Další možností je ranný botulismus (u narkomanů).

V případě bioterorismu by mohla připadat v úvahu také inhalační forma při šíření klostridiových spor aerosolem.

##### 7.3.6.3.2 Léčba a prognóza

K **léčbě botulismu** se používají protilátky proti botulinu získané z koní.

Důležitá je též **podpurná terapie**. Pacient by měl být uložen do reverzní Trendelenburgovy polohy (hlava je výš než tělo, postel je v náklonu 20–25 %, pacient leží na zádech) pro lepší ventilaci.

Podpora dýchání dýchacím přístrojem je potřeba u cca 20 % dospělých a 60 % dětských pacientů. Sleduje se, popř. suplementuje, hladina tekutin a živin.

**Smrtnost (letalita)** bez léčby dosahuje asi 25 %, u léčených 6 %.

#### 7.3.6.3 Právě neštovice

Jde o vysoce nakažlivé onemocnění, s vyrážkou, v současnosti **eradikované** (celosvětově vymýcené). Po eradikaci byl virus uchováván v několika laboratořích k výzkumným účelům.

V birminghamské laboratoři ale došlo k úniku viru a k úmrtí vědecké fotografky

(dokumentátorky) Janet Parkerové. Po incidentu spáchal vedoucí centra sebevraždu. Dnes se virus uchovává pouze ve dvou laboratořích s úrovní ochrany BSL 4: CDC v USA a centru VEKTOR v ruském Kolcovu.

Zajímavostí je, že **očkování** nebylo prováděno přímo virem pravých neštovic, ale používal se blíže příbuzný virus vakcinie (vyvolávající nemoc krav – latinsky vacca, odtud název „vakcinie“ a také odtud pochází pojmy „vakcína, vakcinace“).

Občas se objeví zmatečné zprávy o výskytu onemocnění pravými neštovicemi, přičemž ve skutečnosti jde právě o onemocnění způsobené virem vakcinie.

##### 7.3.6.3.1 Charakteristika původce a onemocnění

**Původcem** je virus *Poxvirus variolae*, odolný vůči zevnímu prostředí. Zdrojem byl pouze nemocný člověk (ne zvíře – právě to umožnilo vymýcení neštovic). Přenos může probíhat vzdušnou cestou nebo přímým kontaktem. Inkubační doba je 12–14 dnů. **Nemoc** se projeví vysokými horečkami, bolestmi hlavy, schváceností. Vyrážka se přidá až třetí den. Jsou možné zvláštní formy, například prokrvácená forma nebo forma se splývajícími neštovicemi.

#### **7.3.6.3.1 Diagnostika a léčba**

V **diagnostice** je významný mikroskopický nález zvláštních tělísek v buňkách. Provedl by se průkaz viru elektronovou mikroskopií a možná by byla také izolace na tkáňových kulturách. **Léčba** může řešit jen příznaky, nebo lze použít protivirové léky (cidefovir).

### **7.3.7 Technické a personální požadavky na práci v riziku vysoce nebezpečných zázak**

V Česku existuje již zmíněné vojenské Centrum biologické obrany, které zahrnuje komplexní péči o nemocné podezřelé ze závažných infekcí. Civilní centrum buduje Infekční klinika FN Na Bulovce prim. Roháčová a doc. Machala, zatím není hotovo, respektive dosahuje pouze úrovně BSL-3.

#### **7.3.7.1 Teoretické požadavky na izolaci a léčbu VNN v civilním sektoru ČR**

Pro případ výskytu VNN by měly být k dispozici v trvalé pohotovosti, resp. s možností rychlé aktivace zejména následující parametry

izolační lůžkové zdravotnické zařízení

- vybavení do úrovně BSL-4
- vycvičený tým
- vybavení ochrannými pomůckami
- laboratorní zázemí

Současné centrum VNN FN Na Bulovce zahrnuje filtrační jednotky, ochranné pomůcky pro personál, biovak, biobox, skafandry s nuceným oběhem a vycvičený tým zdravotnických pracovníků. Aktuální možnosti izolace a léčby VNN v civilním sektoru ČR zahrnují dva izolační boxy s 8 lůžky + 2 lůžka jednotky intenzivní péče. Je zajištěno filtrování vzduchu v místnostech (motor vytváří podtlak). HEPA filtrační vložka (skleněná vlákna se separátory) zachycuje částice < 0,3 μm. Filtrovaný vzduch se částečně vrací očištěný, částečně odchází odsávací větví klimatizace.