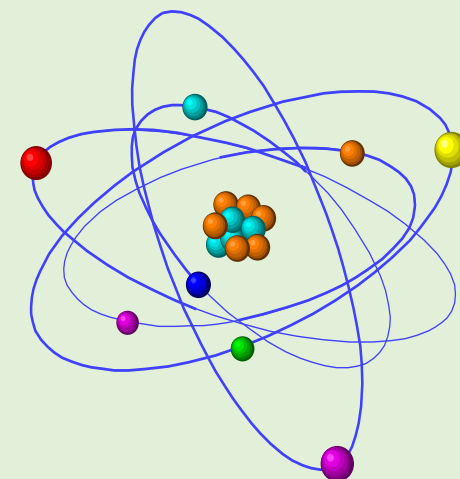
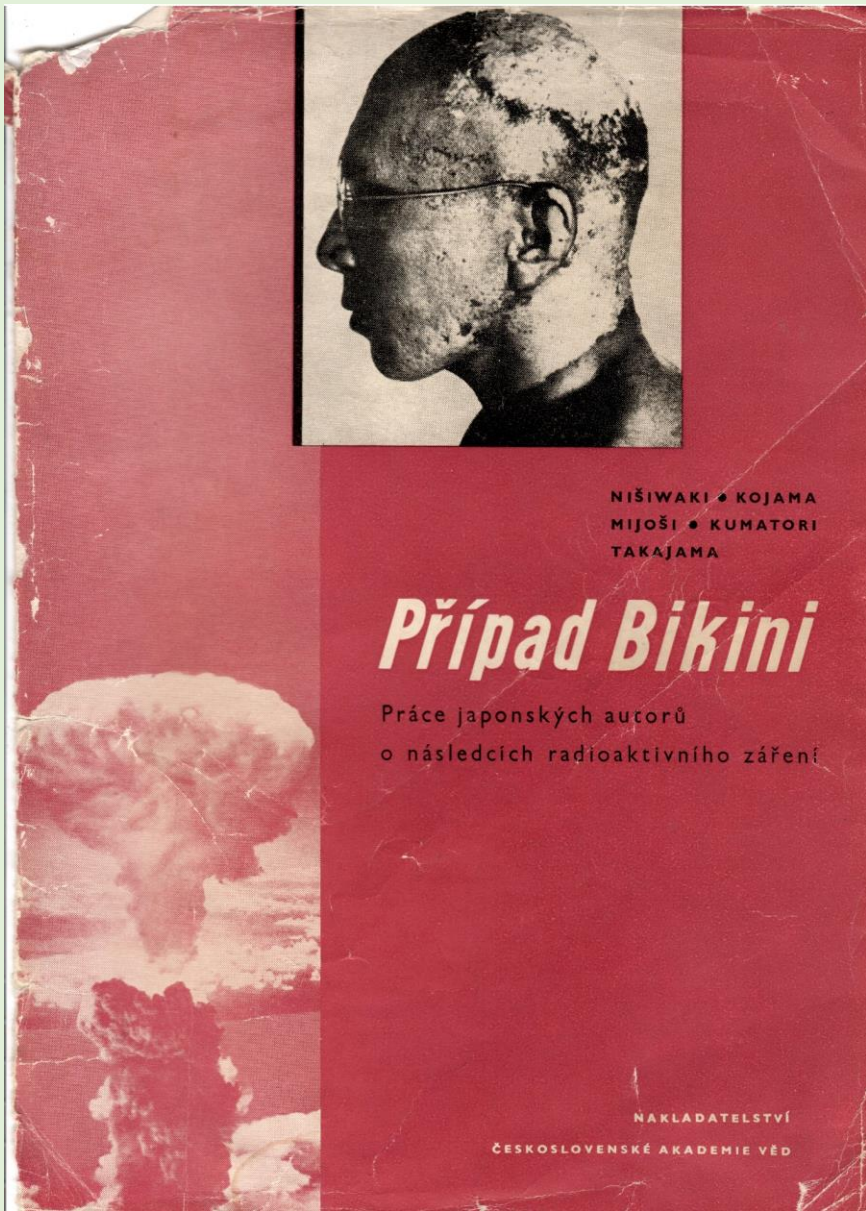


Radiačná mimoriadna situácia, lekárske poznatky

prof. RNDr. Ľubomír Mátel, CSc.

matel.lubomir@gmail.com



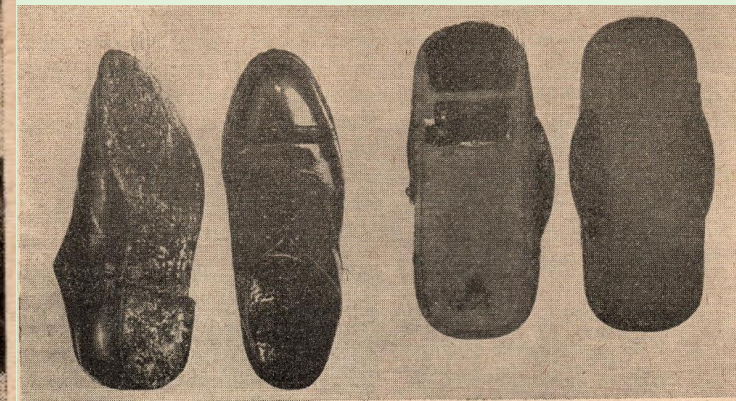




Obr. 14. Padání bikinského popela nad lodí Fukurjú-maru (rekonstrukce). Z archivu dr. S. Sevitta, delegáta I. mezinárodní vědecké konference o účincích záření.



Obr. 15. Vrstva popela na palubě lodi Fukurjú-maru. Z archivu dr. S. Sevitta, delegáta I. mezinárodní vědecké konference o účincích záření.



Obr. 21. Zářící radioaktivně zamořená obuv rybářů.

Prípád Bikiny- liečba rybára, ktorý nakoniec zomrel

Tragický prípad posádky rybárskej lode na lov tuniakov – Fukuryu Maru (Šťastný drak), ktorá bola vzdialená asi 390 km na východ od atolu Bikini, testovacieho miesta termonukleárnej zbrane (H-bomba; 15 M TNT), pri operácii Castle (Hrad). Dňa 1. marca 1954 okolo tretej hodiny ráno spozorovala posádka lode pri svojej každodennej práci záblesk oslnivého svetla na západnej strane a počula výbuch. Asi po troch hodinách začal na loď s 23 člennou posádkou padat' drobný dážď, ktorý bol zmiešaný s rádioaktívnym „popolom“/spadom.

Prípád Bikiny- liečba rybára, ktorý nakoniec zomrel

Liečba vonkajšieho poranenia sa obmedzila na aplikáciu utišujúcich látok a prostriedkov, hlavne na miestach s odlúpanou kožou a vypadnutých vlasoch. Ostatná všeobecná liečba: fyzický kľud a dodávanie živín, transfúzia krvi, infúzia krvnej plazmy, podávanie rôznych vitamínov a krvotvorných liečiv, podávanie antibiotík (penicilín, tetracyklín, streptomycín, chloramfenikol. Boli tiež podávané lieky na ochranu pečienky (glukóza, Ringerov roztok, polytamín, albumín, kortizon) a tiež kardiaka a kyslíková inhalácia.

Černobyl'

- **Havária jadrového zariadenia v Černobyli bola prvou najväčšou haváriou v histórii jadrovej energetiky, predovšetkým z hľadiska úniku rádioaktívnych látok do životného prostredia.**
- **Nastala dňa 26. apríla 1986 o 1 hodine 24 minúte miestneho času, počas plánovanej odstávky reaktora IV. elektrárenského bloku, počas testovania turbínového generátora.**
- **Úroveň radiácie vo vzdialenosti 5 – 10 km od miesta nehody dosiahla 27. apríla 1986 hodnotu ~ 10 mSv/h a 28. apríla hodnotu ~ 5 mSv/h. Aktivita štiepných produktov uvoľnených z reaktora, okrem inertných plynov, 26. apríla predstavovala hodnoty $(7,4 - 8) \cdot 10^2$ PBq a 6. mája $4,4 \cdot 10^2$ PBq. Príčinou havárie bola celá séria chybných činností personálu stanice, vrátane blokovania prvkov technickej havarijnej ochrany.**
- **V krátkom čase nastalo kritické zvýšenie výkonu reaktora, po ktorom nasledovali výbuchy, ktoré viedli až k posunu krytu reaktora, vzniku požiaru a rozsiahlemu úniku rádionuklidov.**

**Černobyl'
poškozený reaktor
a jeho okolie
(Foto: Ľ. Mátel)**



- **Len v prípade „okrúhlych rokov“ napr. 10., 20. a 30 výročie sa objavujú príspevky a diskusie v ktorých sa často vyskytuje otázka: koľko ľudí zomrelo počas havárie a na jej následky? Odpoveď je veľmi ťažká, môžeme vychádzať len z dostupných literárnych údajov.**
- **V dôsledku havárie sa do atmosféry uvoľnilo značné množstvo rádioaktívnych produktov, vrátane asi 50–60 % nahromadeného množstva ^{131}I , 23–43 % ^{134}Cs a ^{137}Cs . Práce na uhasení požiaru v náročných podmienkach, boli charakterizované vysokou úrovňou radiácie a silným dymom.**
- **Na základe výsledkov analýzy jednotlivých údajov o primárnej reakcii obetí černobyľskej havárie na žiarenie sa potvrdilo, že najinformatívnejším znakom pre posúdenie závažnosti radiačného poškodenia je **prítomnosť zvracania a čas jeho nástupu po ožiarení**. Informácie o čase nástupu zvracania po ožiarení môžu slúžiť ako určitý základ pre rozhodovanie počas počiatočného triedenia obetí rozsiahlej radiačnej havárie, keď nie sú k dispozícii žiadne iné informácie ako údaje o čase strávenom v oblasti so zvýšenou úrovňou žiarenia a čase nástupu reakcie vo forme zvracania.**

- Maximálne dávky žiarenia pre štítnu žľazu mohli dosiahnuť desiatky Gy, pľúca 2,5-3 Gy a celé telo 1-2 Gy. Príspevok z vnútornej expozície sa odhadol na 5 – 10 % z celkovej hodnoty. V prvých troch mesiacoch 28 ľudí zomrelo, vrátane 20 ľudí, ktorí dostali dávky nad 6 Gy. Najčastejšie príčiny smrti boli infekčné komplikácie, hemotopoetický syndróm (ochorenie spojené s porušením procesu hematopoézy, obehového systému, podkožné krvácanie, krvácanie slizníc) a intoxikácia . Pamätné dosky obetiam havárie

(foto: Ľ. Mátel)



- **Akútna choroba z ožiarenia bola už dostatočne študovaná u personálu jadrového priemyslu, ktorí bol vystavení vysokým dávkam žiarenia (ročné dávky 0,4-4,5 Gy, celkom 1-10 Gy) v prvých rokoch rozvoja jadrového priemyslu.**
- **Hlavným príznakom v tvorbe ochorenia bola kostná dreň. Prejavuje sa poklesom počtu leukocytov, lymfocyty, krvných doštičiek a menej často erytrocytov. Zmeny krvného obrazu sa široko menia v závislosti od príkonu dávky a celkovej dávky z nestabilnej zmeny (I stupeň) do aplastickéhó anémie- dreňový útlm (IV stupňa).**

Prejavujú sa tiež funkčné zmeny nervového systému s rozvojom astenického syndrómu (astenický syndróm alebo asténia je postupne sa rozvíjajúca psychopatologická porucha, ktorá sprevádza mnohé choroby v tele). Hematopoetického syndróm (kostnodreňový) akútnej choroby z ožiarenia, sa prejavuje u ľudí vystavených relatívne rovnomernému ožarovaniu v dávke 1-12 Gy. Bol diagnostikovaný u 134 osôb (21 osôb malo IV. stupeň-veľmi ťažkej formy, 22 osôb III. stupeň-ťažkej formy, 50. osôb II. stupeň-stredne ťažkej formy a 41 osôb I. stupeň-miernej formy). Z uvedeného počtu osôb u 54 (už pacientov), sa vyvinul ARS s klinicky významnými radiačnými léziami kože, ktoré sa niekedy označujú všeobecnejším termínom lokálne radiačné lézie. Dvaja pacienti mali kombinované radiačné poranenie. Boli spojené s kombináciou tepelného popálenia s akútnym radiačným poranením kombinovanými účinkami vonkajšieho γ - β ožarovania a vnútornej expozície zo začlenených rádionuklidov ^{137}Cs , ^{131}I a iných, ktoré sa dostali do tela cez kožné popáleniny.

Informácie z laboratórnych analýz koncentrácie neutrofilov v periférnej krvi u 128 obetí černobyľskej havárie (z ktorých 54 malo významné radiační popáleniny kože), bolo preukázané, že vývoj agranulocytózy (počet neutrofilov je nižší ako $0,5 \cdot 10^9/L$) sa vyskytuje pri dávkach vyšších než 1,2 Gy a pre jej výraznejšiu formu počet neutrofilov je nižší ako $0,1 \cdot 10^9/L$) viac než 2,0 Gy. Doba trvania agranulocytózy v dávkovom intervale od 2 do 6 Gy je mierne závislá na dávke a je v priemere 10-13 dní pre obeť s radiačnými popáleninami a 12-15 dní pre obeť bez radiačných popálenín kože a má miernu tendenciu k zvýšeniu v oboch skupinách so zvyšujúcou sa dávkou žiarenia.

Kombinované radiačné poranenie

Havária v
Černobyli

- termické popáleniny II –III stupňa II-III st. 30% povrchu tela
- β -poranenie kože 90% povrchu tela
- rozsiahle rovnomerné γ -ožiarenie tela v dávke 1,7 Gy
- vnútorná kontaminácia – ^{137}Cs – 2 Gy



+ 12 deň

smrt' na 23 deň

Orofárny syndróm

8-deň po havarijnom ožiarení γ -žiarením v dávke ~ 5 Gy



Eritém a otok na ruce – nerovnomerné γ - n° ožiarenie



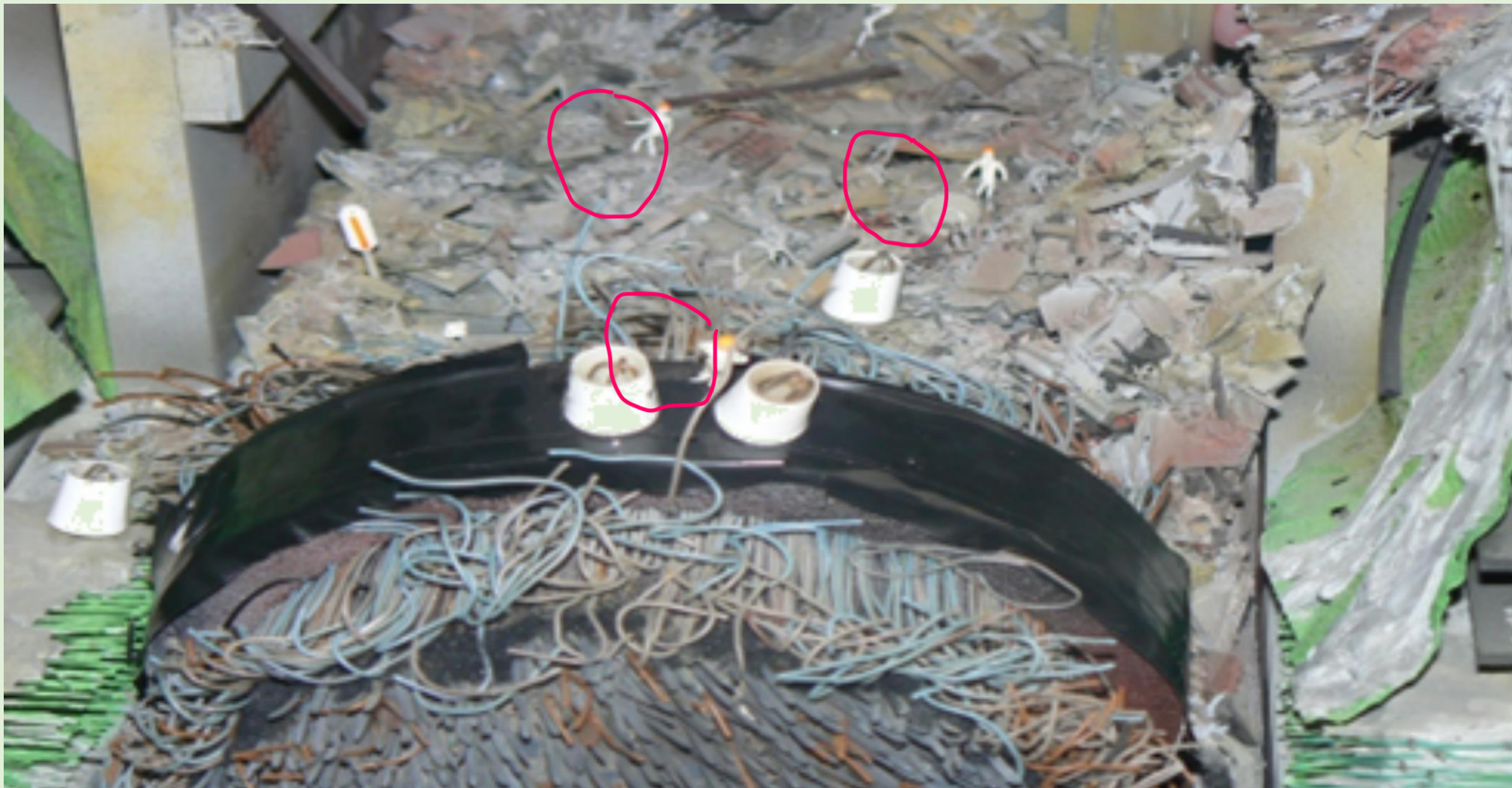
+ 2 deň



Pacienti, ktorí boli začlenení do veľkej skupiny účastníkov likvidácie havárie, boli vystavení nielen žiareniu, ale tiež iným škodlivým chemickým látkam z horenia a tavenia materiálov (grafitu, bitúmenu, polymérnych materiálov, rozptýlené častice deštrukcie stavebné konštrukcie). Lekársku pomoc pri rinitíde (zápal sliznice dutiny nosovej), tracheitíde, faryngitíde (zápal sliznice hltanu) si vyžiadalo 26 % účastníkov v júli, približne 45 % účastníkov v auguste a približne 21 % účastníkov v septembri. Aplikované osobné ochranné prostriedky jednotlivca "vojenský respirátor" sa ukázal neprimeraný na ochranu dýchacích ciest. Kombinovaný účinok žiarenia a škodlivých chemických látok sa prejavoval synergickým efektom.

K 1. marcu roku 2005 bolo na základe Ruského lekárskeho-dozimetrickeho registra registrovaných 614 887 osôb. Z toho 186 395 účastníkov likvidácie havárie, 9 944 evakuovaných, 367 850 preživších na najviac zasiahnutej oblasti uvoľnenými a následne deponovanými rádionuklidmi (viac ako 185 kBq/m²), 35 552 detí účastníkov likvidácie a 15 146 odst'ahovaných. Základná báza registra obsahuje viac ako 8 mil. diagnóz za roky 1986 – 2004.

**Černobyľ – posun krytu reaktora – vyobrazenie osôb prvého zásahu - postavičky.
(Foto: Ľ. Mátel)**



Účasť vojakov-likvidátorov na odstraňovaní následkov černobyľskej havárie, šarže mali tiež olovené tienenie, vojaci nie



Poranenie kože a mäkkých tkanív nerovnomerné γ -ožiarenie

+21 deň



Je nevyhnutné klasifikovať závažnosť stupňa syndrómu pre plánovanie nasledovných stratégií riadenia. Komplexný systém klasifikácie zahŕňajúci všetky syndrómy je zhrnutý v tabuľke pre ošetrojúce tímy.

Symptóm	1. stupeň	2. stupeň	3. stupeň	4. stupeň
Neurovaskulárny systém				
Nevolnosť	Mierna	Umiernená	Silná	Extrémne závažné
Zvracanie	1/deň, príležitostne	2–5/deň, prerušované	6–10/deň, trvalé	Viac ako 10/deň
Anorexia	Schopný jesť	Znížený príjem	Minimálny príjem	Vyžadujú parenterálnu výživu
Únava	Nulová	Zhoršená práca	Potrebuje pomoc pre ADL	Nulové ADL^a
Horúčka	Menej ako 38 °C	38–40 °C	Viac ako 40 °C a menej ako 24 h	Viac ako 40 °C a viac ako 24 h
Bolesť hlavy	Mierna	Umiernená	Intenzívna	Extrémne závažná
Hypotenzia	HR viac ako 100/BP viac ako 100/170 mm Hg	BP menej ako 100/70 mm Hg	BP menej ako 90/60 mm Hg a prechodné	BP menej ako 80/60 mm Hg a perzistentné
Neurologické deficity	Ťažko zistiteľné	Jednoduché zistenie	Neurologické poškodenie prominentné	Život ohrozujúci deficit
Kognitívne deficity	Mierna strata	Mierna strata	Ťažké poškodenie	Zníženie hodnoty úplné

Gastrointestinálny systém

Hnačka

Frekvencia	2–3 stolice/deň	4–6 stolice/deň	7–9 stolice/deň	Viac ako 10 stolíc denne
Konzistencia	Objemná	Voľná	Vytrvalá	Vodnatá
Krvácanie	Skryté	Prerušované	Voľné	Perzistentne s veľkým množstvom
Bolesť brucha	Mierna	Umiernená	Intenzívna	Silná

^aADL: činnosti každodenného života.

^bBSA: plocha povrchu tela.

Kožný systém				
Erytém	Mierny a prechodný	Mierny, menej ako 10% BSA^b	Označený; 10–40% BSA^b	Silný; viac ako 40% BSA^b
Pocit/svrbenie	Pruritus	Mierny s prerušovanou bolesťou	Mierny s nepretržitou bolesťou	Ťažký s nepretržitou bolesťou
Opuch/edém	Prítomný, ale asymptomatický	Príznačný	Mierna dysfunkcia	Totálna dysfunkcia
Pľuzgiere	Zriedkavý	Zriedkavý	Buly so sterilnou tekutinou	Buly s krvácaním
Deskvamácia	Nepřítomný	Suché a nerovnomerné	Vlhké fl'akaté	Vlhké a splývavé
Vred/nekróza	Sú len epidermálne	Dermálna	Podkožný	Postihnutie svalov a/alebo kostí
Vypadávanie	Jednotenie	Viditeľné a nerovnomerné	Úplné, ale reverzibilné	Úplné, ale nezvratné
Onycholýza (choroba nechtov)	Nula	Mierna	Mierna	Dokončená

Závažnosť hematotoxicity po ožiarení podľa krvného obrazu.

^aAbsolútny počet lymfocytov ALC, ^bAbsolútny počet neutrofilov ANC, ^cHb hemoglobín, ^dIV intravenózne

Krvný obraz/príznaky	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3	Stupeň 4
ALC ^a	viac ako $1,5 \times 10$ alebo rovné ⁹ /L	$1-1,5 \times 10^9$ /L	$0,5 - 1 \times 10^9$ /L	Menej ako $0,5 \times 10^9$ /L
ANC ^b	viac ako $2,0 \times 10$ alebo rovné ⁹ /L	$1-2,0 \times 10^9$ /L	$0,5 - 1 \times 10^9$ /L	Menej ako $0,5 \times 10^9$ /L
Počet krvných doštičiek	viac ako 100×10 alebo rovnajúce sa ⁹ /L	$50-100 \times 10^9$ /L	$20-50 \times 10^9$ /L	Menej ako 20×10^9 /L
Hb ^c	Normálne Hb	Menej ako 10% pokles Hb	10–20% pokles Hb	Viac ako 20% pokles Hb
Infekcia	Lokalizované a bez potreby antibiotík	Lokalizované a vyžadujúce iba lokálne antibiotiká	Systemové antibiotiká a požiadavka len na perorálne antibiotiká	Sepsa môže nastať a požiadavka IV ^d antibiotiká

Na základe vyššie uvedenej závažnosti hematotoxicity je možné vykonať klasifikáciu HS od H1 do H4 pre počiatočnú stratifikáciu rizika a prognózu, ako je uvedené v tabuľke

Triedenie	Stupeň poškodenia	Rozsah zapojenia	Prognóza
H1	1. stupeň	Mierne poškodenie	Autológne –vlastné zotavenie bez kritickej fázy
H2	2. stupeň	Mierne poškodenie	Austrológna obnova s kritickou fázou nízkeho rizika
H3	3. stupeň	Vážne poškodenie	Austrológna obnova s kritickou fázou s vysokým rizikom
H4	4. stupeň	Poškodenie fatálne	Autológne zotavenie je nepravdepodobné

Triedenie - LEKÁRSKA TRIÁŽ

Systematické triedenie je spôsob, ako nasmerovať zdravotnícky personál a zdroje tam, kde budú najúčinnnejšie. Zranení sú hodnotení a uprednostnení na ošetrovanie podľa závažnosti ich zranení.

Proces triedenia je štandardizovaný súbor postupov zameraných na určenie priorít lekárskeho ošetrovania v situáciách, keď spočiatku nie je možné poskytnúť pacientom lekárske ošetrovanie individuálne. To znamená, že v niektorých situáciách s veľkým počtom postihnutých jednotlivcov a tam, kde sú potrebné dekontaminačné opatrenia, sa postupy budú líšiť od bežnej lekárskej praxe. Prvým krokom je posúdenie situácie lekárskeho záchranným tímom vstupujúceho do postihnutej oblasti. Jeho úlohou je zmapovanie situácie, ktoré slúži ako základ pre ďalšie kroky. Zdravotný stav postihnutých osôb vykonáva nasledovne vyškolený personál zdravotných pracovníkov a lekárov, na základe subjektívneho posúdenia/rozhodnutia: Musia byť medzi prvými na mieste udalosti. Vzhľadom k tomu, že všetci pacienti so všeobecnými príznakmi primárnej reakcie, vo väčšine prípadov vyhľadajú lekársku pomoc, je prvoradá lekárska starostlivosť pacientov s príznakmi zvracania, nevoľnosti, traumy a iných klinických prejavov.

Triedenie - LEKÁRSKA TRIÁŽ

- Zranení/postihnutí/obete budú nasledovne roztriedení, pričom konečné triedenie sa uskutoční vo fázach lekárskej starostlivosti. Kategorizácia triedenia, ktoré zahŕňajú zranenia, poranenia a poranenia vplyvom ionizujúceho žiarenia, je farebne označovaná, a môže byť nasledovná.
- **Červené označenie - okamžitá lekárska starostlivosť (urgentná).** Zranenia osôb (popáleniny, radiačné/neradiačné poškodenie ...) ktoré sú životu nebezpečné, ale môžu byť zachránení, ak sa im poskytne primeraná lekárska starostlivosť.
- **Žlté označenie - odkladná lekárska starostlivosť.** Osoby majúce zranenia, ktorým pomoc byť odložená na obdobie po pomoci predchádzajúcej kategórie. Dostáva sa im lekárska starostlivosť na základe posúdenia.
- **Zelené označenie - oneskorená lekárska starostlivosť.** Zranení (postihnutí) vyžadujúci oneskorenú lekársku starostlivosť (chôdza). Minimálne zranenie/možná minimálna expozícia. Dôležité sú hodnoty dávky žiarenia, stanovené napr. na základe biodozimetrie.
- **Čierne označenie – zlá prognóza.** Osoby majúce zranenia nezlučiteľné so životom, agónia. Pacientom sa poskytuje len paliatívna starostlivosť.

Charakteristické klinické príznaky, symptómy a zdravotné ťažkosti, ako dôsledok expozície ionizujúceho žiarenia, sa môže prejavit' vo funkcii času. Interakcie a kombinované účinky poškodenia rôznych orgánových systémov spôsobeného ionizujúcim žiarením sú rôznorodé a ešte nie sú úplne pochopené. Preto ak je známa náhodná expozícia ionizujúcemu žiareniu alebo existuje podozrenie na náhodnú expozíciu, je potrebné usmernit' okamžité diagnostické postupy a špecializovanú starostlivosť na zvládnutie zložitosti akútneho radiačného syndrómu (ARS).

Do úvahy sa berú štyri hlavné orgánové systémy, majúce rozhodujúci význam pre rozvoj ARS, a preto by sa im mala venovať osobitná pozornosť pri lekárskom manažmente prípadov radiačných havárií: neurovaskulárny, hematopoetický, kožný a gastrointestinálny systém. Hoci zodpovední lekári môžu byť konfrontovaní so situáciou, s ktorou sa predtým nestretli, je dôležité rýchlo posúdiť, či došlo k vystaveniu ionizujúcemu žiareniu a do akej miery pacient trpí poškodením súvisiacim s ožiarением.

- **Európsky protokol METREPOL (Medical Treatment Protocols for Radiation Handedaries) pridel'uje hodnotenie založené na klinických a rutinných laboratórnych nálezoch, ako je uvedené v [tabuľke](#)**

Primárne bodovanie založené na METREPOL počas prvých 48 hodín

	Skóre 1	Skóre 2	Skóre 3
Priemerné oneskorenie pred objavením sa príznakov	Menej ako 12 h	Menej ako 5 h	Menej ako 30 min
Kožný erytém	Nula	+/-	+++ pred 3 hod.
Asténia	+	++	+++
Nevolnosť	+	+++	++++
Zvracanie za 24 hodín	Maximálne 1	1–10	nad 10; a nezvládnuteľné
Hnačka/počet stolíc za 24 h	Maximálne 2–3; objemný	2–9; mäkký	nad 10; vodnatý
Bolesť brucha	Minimálny	Intenzívny	Neznesiteľnú
Bolesť hlavy	Nula	++	Neznesiteľnú; príznaky zvýšeného intrakraniálneho tlaku
Teplota	Pri teplote do 38 °C	38–40 °C	Nad 40 °C
Krvný tlak	Normálny	Normálny; možné dočasné zníženie	Systolické pod 80
Dočasná strata vedomia	Nula	Nula	+ / kóma
Vyčerpanie krvných lymfocytov			
Po 24 h	Nad 1500/mcl	Menej ako 1500/mcl	Menej ako 500/mcl
Po 48 h	Nad 1500/mcl Ambulantné monitorovanie	Menej ako 1500/mcl Hospitalizácia kvôli liečebnej liečbe	Menej ako 100/mcl Hospitalizácia multiorgánová

Rýchla orientácia o možnom rozvoji akútnych prejavov poškodenia žiarením

Metódy	Prejavy/nálezy	Doba nástupu prejavov	Odhad minimálneho ožiarenia [Gy]
Celotelové poškodenie			
Klinické príznaky	nevoľnosť, zvracanie	do 24 hod	~ 1
Krvný obraz	absolútny počet lymfocytov <math><1.10^9/l</math>	v priebehu 24–72 hod	~ 0,5
Cytogenetika	decintriág, ringy, fragmenty	v priebehu hodín	~ 0,2
Lokálne poškodenie			
Klinický nález	erytém	v priebehu dní až 2 týždňov	~ 3
	epilácia	v priebehu 2-3 týždňov	~ 3

Vplyv hodnoty absorbovanej dávky žiarenia na osobu

Absorbovaná dávka, (Gy)	Vplyv na človeka
0 – 0,25	Žiadne zjavné poškodenie
0,2 – 0,5	Možná zmena krvného obrazu
0,5 – 1	Zmena krvného obrazu, únava, mierna nevoľnosť
1 – 2	Zmeny v krvného obrazu, zvracanie, zjavné patologické zmeny. Nižšia úroveň miernej choroby z ožiarenia
2 – 4	Postihnutie (krvácanie, dočasná sterilita) Úmrtnosť asi 50%, ťažká choroba z ožiarenia Poškodenie centrálného nervového systému, úmrtnosť asi 100%
> 8	Smrť je nevyhnutná

„Zdravotná evakuácia“

V prípade rozsiahlej mimoriadnej radiačnej udalosti (jadrová vojna, rozliahla havária na jadrovom zariadení typu Černobyľ), má svoje opodstatnenie „zdravotná evakuácia“. Za zdravotnú evakuáciu, môžeme považovať systém opatrení na evakuáciu postihnutých/obetí, ktorí potrebujú zdravotnú starostlivosť a liečbu počas/po mimoriadnej radiačnej udalosti. Zdravotná evakuácia začína po dôslednom monitorovaní situácie a následných rozhodnutiach zodpovedných orgánov, organizovaním a postupným rýchlym presunom postihnutých/obetí z oblastí, kde im je poskytnutá len prvá pomoc. Končí ich prijatím do zdravotných zariadení, ktoré poskytujú komplex lekárskej starostlivosti a zabezpečujú konečné liečenie.

Rýchly presun postihnutých do finálnych fáz lekárskej evakuácie je jedným z hlavných prostriedkov na dosiahnutie včasnosti pri poskytovaní zdravotnej starostlivosti a zlúčenie zdravotníckych a evakuačných opatrení, ktoré sú rozptýlené v priestore a čase, do jedného celku. Etapou zdravotnej evakuácie sa rozumejú sily a prostriedky zdravotnej záchrannej služby rozmiestnené po trasách evakuácie na príjem, triedenie ranených a chorých, poskytovanie zdravotnej starostlivosti, ošetrovanie a príprava podľa indikácií na ďalšiu prípadnú evakuáciu. **Prvým stupňom zdravotnej evakuácie**, určeným najmä na poskytovanie prvej pomoci, sú zdravotnícke útvary, ktoré prežili v núdzovej zóne, zberné miesta pre zranených, dislokované tímami rýchlej zdravotnej pomoci, lekáorskými a ošetrovatelkami tímami, ktoré prišli do núdzovej zóny z blízkych zdravotníckych zariadení.

Druhý stupeň zdravotnej evakuácie sa nachádza mimo **červenej a žltej zóny, predstavuje dodatočne dislokované zdravotnícke zariadenie, určené na poskytovanie komplexných druhov zdravotnej starostlivosti – kvalifikovanej a špecifikovanej a na doliečenie zranených do konečného štádia. Požiadavky, úlohy a ciele v druhom stupni, zahŕňajú odstránenie nedostatkov z prvej pomoci (korekciu obvazov, zlepšenie transportu imobilizácie, kontrola srdcovej činnosti a dýchania, infúzia náhrad plazmy, podanie sedatív, antiemetík, antibiotík atď'. Na druhom stupni zdravotnej evakuácie je zabezpečená kvalifikovaná a špecializovaná zdravotná starostlivosť v plnom rozsahu, liečba až do konečného výsledku vrátane rehabilitácie. Bez ohľadu na rolu v systéme, lekárska podpora vykonáva:**

- **príjem, registráciu, lekárske triedenie prichádzajúcich ranených a chorých;**
- **vedenie podľa indikácií, sanitáciu ranených a chorých, dezinfekciu, dekontamináciu;**
- **poskytovanie lekárskej pomoci raneným a chorým;**
- **príprava na evakuáciu ranených a chorých, ktorí majú byť ošetrení v nasledujúcich fázach;**
- **izolácia infekčných (mŕtvych) pacientov.**

Priamo v červenej a žltej zóne, alebo na jej hranici, sú prvoradé činnosti vykonávané na mieste zranenia **svojpomocne poškodeným**, ako aj účastníkom núdzových záchranných akcií. Sú zamerané najmä na zastavenie traumatického faktora, elimináciu ohrozujúcich stavov a zabezpečenie bezpečnej prepravy. Medzi požiadavky, úlohy a ciele prvej pomoci, môžeme zaradiť (ak je to nevyhnutne potrebné): včasnosť, správnosť implementácie techník, dodržiavanie postupnosti pomoci/svojpomoci, kontinuitu, snahu o obnovenie funkcií životne dôležitých orgánov a systémov, zmiernenie celkového stavu obetí, ochranu pred nepriaznivými podmienkami prostredia, záchrana životov postihnutých (prvoradá), zníženie rizika, vytváranie priaznivých prostriedkov pre dopravu, dekontamináciu, dezinfekciu...), podanie liekov proti bolesti, dočasné zastavenie krvácania, použitie aseptických obväzov na rany a popáleniny, použitie okluzívneho obväzu s otvoreným pneumotoraxom, zabezpečenie imobilizácie dopravy, prevenciu radiačného účinku (dávkami cystamínu, jódových tabletiiek), vykonávanie núdzovej nešpecifickej profylaxie (infekčné choroby, podávanie liekov).

- **Na zabezpečenie sebazáchovy (a ochrany obetí) by pohotovostný personál nemal vykonávať rozšírené lekárske zásahy v oblastiach s vysokými dávkami, pokiaľ je to možné.**
- **Iné lekárske zásahy sú rovnaké ako v scenároch prvej pomoci, ktoré nezahŕňajú ožiarenie, vrátane napríklad polohovania, podávania liekov, zavádzania intravenózných línií a aplikácie obvazov. Ich cieľom je predchádzať zdravotným komplikáciám a zhoršeniu stavu pacienta, zmierniť bolesť a pripraviť pacienta na prepravu.**
- **V porovnaní s konvenčnými nehodami si radiačné havárie vyžadujú, aby lekárske pohotovostné tímy dodržiavali niekoľko špeciálnych postupov, pokiaľ stav pacienta nevyžaduje okamžité zásahy na záchranu života.**
- **Použitie osobných ochranných prostriedkov, zabezpečenie materiálov pred kontamináciou ako tiež monitorovanie kontaminácie je nevyhnutné. Všetky výsledky, postupy a rozhodnutia sa dôsledne zaznamenávajú v papierovej, resp. elektronickej forme.**

Možný algoritmus liečby v nemocničnom štádiu

Cieľom liečby pacientov v nemocničnom štádiu je zachovanie a stabilizácia činností života dôležitých systémov. Najintenzívnejšia liečba je potrebná u pacientov s akútnou chorobou z ožiarenia III a IV stupňa. Po rozvoji neutropénie a trombocytopenie, je potrebné vyhnúť sa podávaniu liekov subkutánne a intramuskulárne kvôli riziku hematómov. Lieky sa používajú hlavne intravenózne.

Pri zvracaní sa podávajú antiemetiká, napr.:

Ondansetrón hydrochlorid ($C_{18}H_{20}ClN_3O$),

Monohydrochlorid tropisetronu (Navoban 5 mg (rozpustený v 40 ml) 1 krát denne),

Metoklopramid (Metoclopramide Noridem 5 mg/ml sol inj (amp.PP) 10x2 ml),

Granisetron (Granisetron Kabi 1 mg/ml sol inj 5x3 ml/3 mg (amp.skl.)),

Zastavenie zvracania v kombinácii s psychomotorickou agitáciou sa dosiahne podaním napr.:

chlórpromazínu. Chlórpromazín má antiemetické a sedatívne vlastnosti. Je to antipsychotický liek, ktorý pomáha odstrániť zvracanie. Črevnú koliku môžeme zastaviť zavedením atropínu do 0,002-0,004 g/deň subkutálne alebo intramuskulárne (Drotaverín 0,04-0,12 g/deň intramuskulárne).

Ak existujú príznaky syndrómu diseminovanej intravaskulárnej koagulácie (diseminovaná intravaskulárna koagulopatia, tiež známa ako DIC, je životu ohrozujúci stav, pre ktorý je charakteristické vznik mnohopočetných krvných zrazenín v cievach, s vážnymi následkami pre celý organizmus človeka), a pred rozvojom hemoragického syndrómu a / alebo trombocytopenie, môže sa podávať heparín s nízkou molekulovou hmotnosťou. Liekmi s obsahom enoxaparínu sodného (1 mg/kg telesnej hmotnosti každých 12 hodín), napr.:

**1 mg/kg; CLEXANE 10000 IU 100mg/1 ml ml sol inj (striek.inj.) s bezp. systémom (E)
10x0,6 ml**

CLEXANE 6000 IU (60 mg)/0,6 ml sol inj (striek.inj.) s bezp.systémom (E) 10x0,6 ml

Infúzna terapia sa vykonáva na korekciu BCC (BCC - bazocelulárny karcinóm, zhubný nádor kože z bazálnych buniek epidermis a terminálneho folikulu) a detoxikáciou roztokmi napr. 0,9 % NaCl,

Ringerov roztok (roztok niekoľkých anorganických solí rozpustených vo vode tak, aby vznikol izotonický roztok voči telesným tekutinám),

Hartmannov roztok (Hartmannov roztok Braun BP je určený k náhrade telesných tekutín a solí),

Darrow roztok (pri stratách telesných tekutín s negatívnou bilanciou prioritne draslíka pri atónii žalúdka a tenkého čreva (strata napätia žalúdočnej alebo črevnej svaloviny).

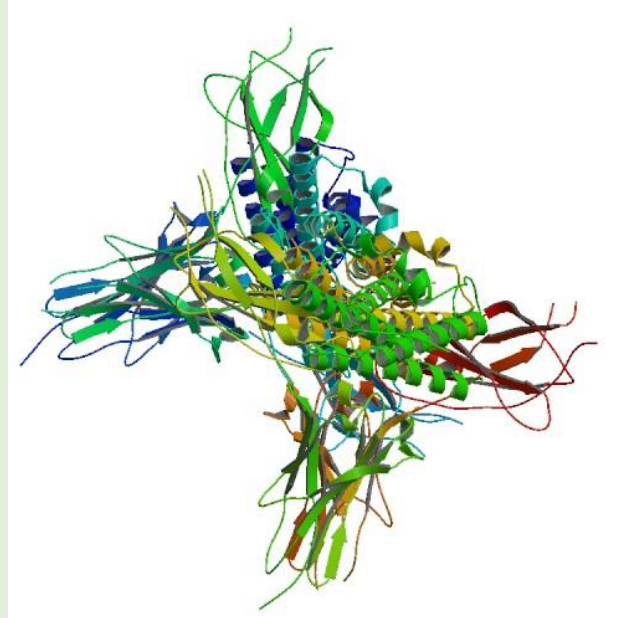
Pri podozrení na oligoanúriu (zlyhanie obličiek) môžu byť podané intravenózne odvodňovacie lieky skupiny sulfónamidové diuretika, obsahujúce liečivo furosemid, ((napr.: Furosemid-Slovakofarma tbl 40 mg (blis.) 2x10 ks (20 ks)). V prípade ohrozenia alebo vývoja mozgového edému intravenózna infúzia roztoku manitolu (v množstve 0,5-1,5 g na 1 kg telesnej hmotnosti) alebo 25% roztoku síranu horečnatého (10-20 ml pomaly). Vývoj akútnej kardiovaskulárnej insuficiencie (insuficiencia - nedostatočnosť, slabosť, zlyhanie činnosti orgánu) vyžaduje intravenózne podanie liečiva obsahujúce dopamín, ktoré stimuluje činnosť srdca a má účinok na cievy (napr. Tensaminsol inj (amp. skl.) 10x5 ml).

Jediné lieky, ktoré môžu znížiť stupeň a trvanie neutropénie (neutropénia je chorobný stav, ktorý sa vyznačuje abnormálne nízkym počtom neutrofilov. Neutrofil je najčastejším typom bielej krvnej bunky (bielej krvinky, leukocytu) **a je významnou zložkou imunitného systému sú liečivá, stimulujúce kolónie granulocytov a makrofágov, z ktorých najdostupnejší sú lieky s účinnou látkou filgrastimu** (*Nesmie sa zamieňať s faktorom stimulujúcim kolónie granulocytov a makrofágov alebo epoetínom alfa* (napr. Accofil 48 MU/0,5; Ratiograstim 30 MIU/0,5 ml; Filgrastim HEXAL 30 MU/0,5 ml.)

Filgrastim je proteín a patrí do skupiny proteínov nazývaných cytokíny a je veľmi podobný prirodzenému ľudskému proteínu. Filgrastim je rekombinantná forma prirodzene sa vyskytujúceho faktora stimulujúceho kolónie granulocytov (G-CSF).

Liek stimuluje kostnú dreň sa podáva subkutánne (do podkožného tkaniva). Denná dávka je 10 µg / kg, kým sa hladiny granulocytov neobnovia nad $1,0 \cdot 10^9 / L$, počas 2-3 dni sledovania. Trvanie užívania závisí od hodnoty absorbovanej dávky a môže trvať od niekoľkých dní až po mesiac.

Filgrastim je krátkodobo pôsobiaci rekombinantný, nepegylovaný analóg faktora stimulujúceho kolónie ľudských granulocytov (G-CSF) vyrobený technológiou rekombinantnej DNA. Má aminokyselinovú sekvenciu identickú s endogénnym G-CSF, ale na rozdiel od endogénneho G-CSF je neglykozylovaný a má N-terminálny metionín pridaný v sekvencii expresie v *E. Coli*. Ľudský G-CSF je glykoproteín, ktorý reguluje produkciu a uvoľňovanie neutrofilov z kostnej drene. Filgrastim napodobňuje biologické účinky G-CSF na zvýšenie hladín neutrofilov v krvi.



Ked'že kontrolované štúdie nie je možné vykonať u človeka po náhodnom ožiarení, odporúčania pre terapiu sú do značnej miery založené na znaleckom posudku. Existuje všeobecná zhoda, že faktor stimulujúci kolónie granulocytov (G-CSF) je prijateľnou voľbou pre liečbu jedincov, ktorí dostávajú celotelovú dávku 3 Gy/ alebo viac, alebo 2 Gy/ alebo viac v prítomnosti mechanickej traumy a/alebo popálenín (t.j. kombinovaného poranenia). G-CSF je k dispozícii v zásobách, ktoré boli vyvinuté v USA a Svetovou zdravotníckou organizáciou

Profylaktika

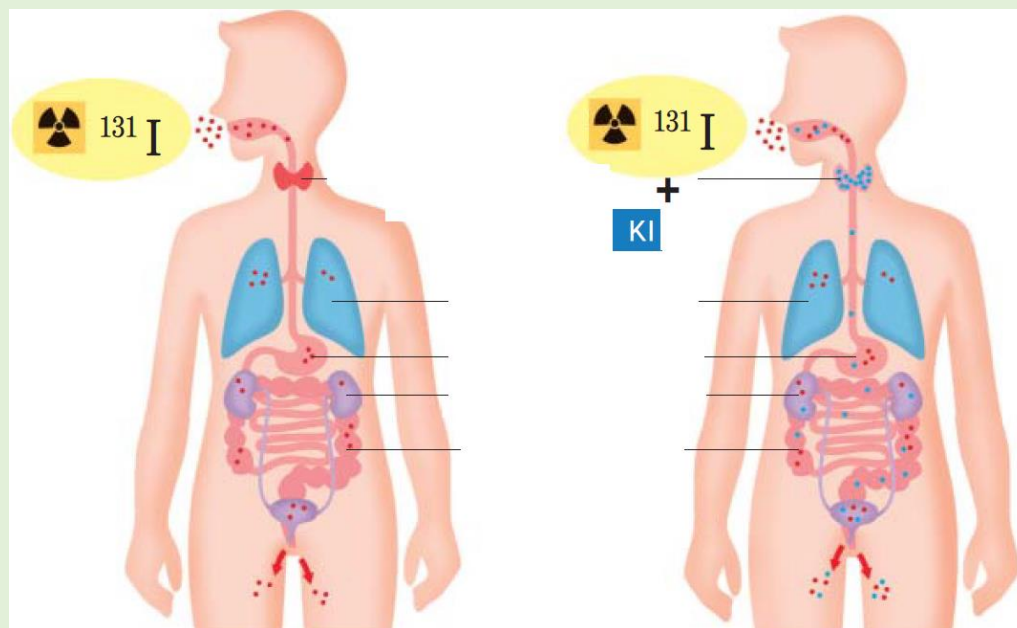
Podanie profylaktických látok

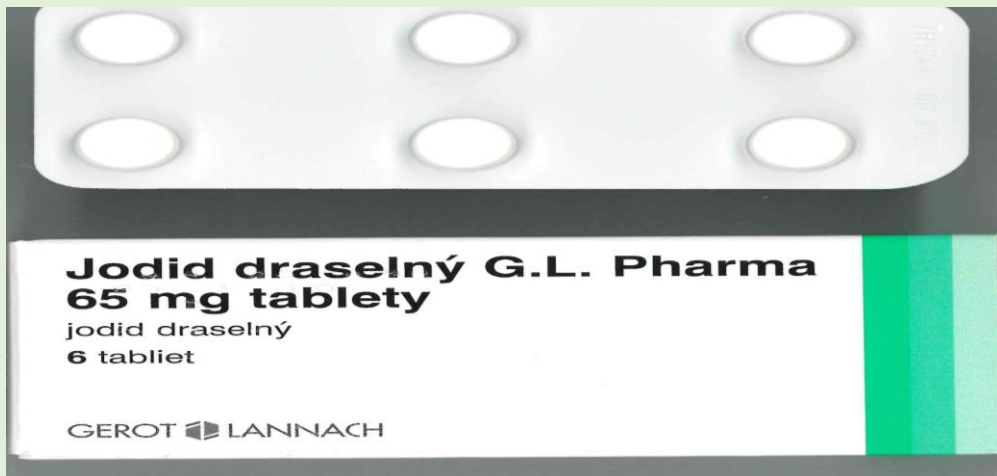
Rozhodnutie o podania profylaktík a ich dávkovanie je v kompetencii lekára so skúsenosťami v tejto oblasti. Pri rozhodovaní sa berie na zreteľ závažnosť vnútornej kontaminácie na jednej strane a miera vedľajších účinkov na strane druhej. Pritom má byť dodržaná zásada, aby očakávané pozitívne účinky podania prevažovali nežiaduce vedľajšie účinky.

KI - jodid draselný

Spomedzi 26 rádioaktívnych nuklidov jódu majú na ľudský organizmus najväčší vplyv jód-129, **jód-131**, jód-132, jód-133 a jód-135, ktorých polčasy sú $1,6 \times 10^7$ r, **8,02 d**, 2,30 h, 20,8 h a 6,6 h.

Užívanie stabilného jódu v priebehu niekoľkých hodín po vdýchnutí rádioaktívneho jódu môže znížiť množstvo rádioaktívneho jódu absorbovaného štítnou žľazou asi o polovicu. **Odporúčaná dávka pre dospelých je 100 mg jódu, 50 mg pre deti vo veku 3 až 12 rokov a 25 mg pre deti do 3 rokov .**





Vek	dávka
novorodenci - 1 rok	16 mg
1-3 roky	32 mg
3-18 rokov	65 mg
3-18 rokov	130 mg
dospelých	130 mg

Odporúčané dávkovanie:
Dospelí a deti nad 12 rokov:
 2 tablety

Deti vo veku 3–12 rokov:
 1 tableta

Deti vo veku mesiac – 3 roky:
 ½ tablety

Novorodenci a deti mladšie ako 1 mesiac:
 ¼ tablety

Tehotné ženy (každého veku):
 2 tablety – touto dávkou je vaše nenarodené dieťa tiež chránené

Dojčiace ženy (každého veku):
 2 tablety

Tehotné a dojčiace ženy užívajú maximálne 2 dávky (dvakrát 2 tablety). Novorodencom sa nesmie dať viac ako jedna dávka. Deťom, u ktorých sa objavia kožné reakcie po prvom podaní už nepodávajte ďalšiu dávku.

Neodporúča sa užívať Jodid draselný osobám starším ako 40 rokov, pretože v tomto veku už nie je riziko vzniku rakoviny štítnej žľazy spôsobenej vystavením sa rádioaktívnemu jódu.

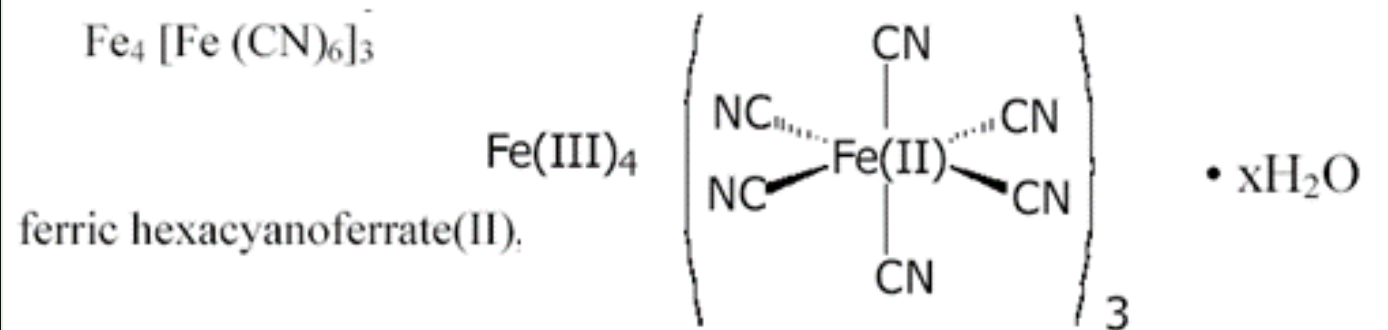
Jednorazové podanie vyššie uvedených dávok chráni pred možným vychytaním rádioaktívneho jódu, ktorý sa vdýchne z rádioaktívneho oblaku.

Ak uvoľňovanie rádioaktívneho jódu pokračuje, rovnako ako možnosť vdýchnutia, vyššie uvedené dávkovanie sa má užívať denne tak dlho, pokiaľ pokračuje uvoľňovanie rádioaktívneho jódu.

Tableta sa môže rozdeliť na rovnaké dávky.

GI40025SK, Jodid draselný G.L. Pharma 65 mg Tab.

Pruská modrá - Hexakynoželeznan železitý 500 mg v 1 kapsule



Pruská modrá – viaže rádioaktívne cézium (^{137}Cs a ^{134}Cs) v črevách, aby ich telo nevstrebalo.

Tieto rádionuklidy sa pohybujú cez črevá a vylučujú sa pri pohybe čriev. Znižuje biologický polčas cézia z približne 110 dní na približne 30 dní. Biologický polčas je čas, ktorý rádioaktívny materiál potrebuje na opustenie tela, čím sa znižuje jeho poškodenie.

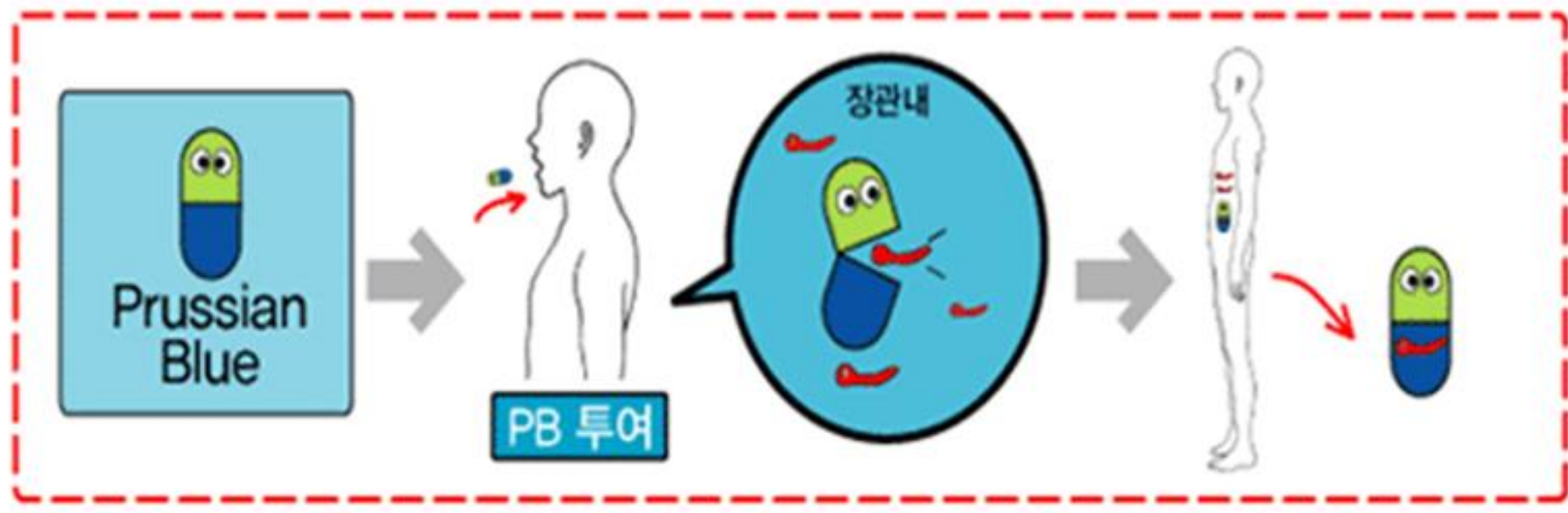
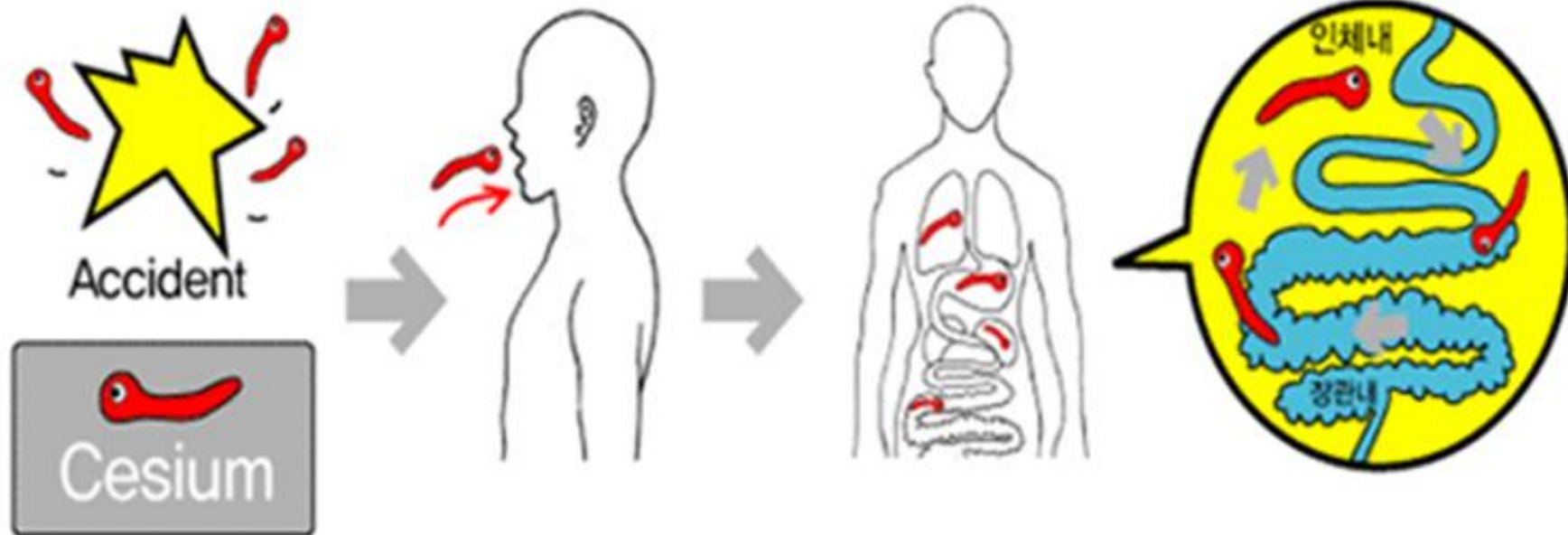
Liek je bezpečný pre väčšinu dospelých, vrátane tehotných žien a detí (2-12 rokov). Zatiaľ nie je stanovené dávkovanie pre dojčatá (vo veku novorodencov – 2 roky).

Pruská modrá sa dodáva v 500-miligramových kapsulách, ktoré môžu pacienti prehltnúť celé. Ak nemôžete prehltáť kapsuly, môžeme kapsulu rozlomiť a obsah zmiešať s jedlom alebo tekutinou. To môže spôsobiť, že ústa alebo zuby počas liečby zmodrajú.

Najčastejšími vedľajšími účinkami pruskej modrej sú žalúdočná nevoľnosť a zápcha. Tieto vedľajšie účinky môžete ľahko liečiť inými liekmi.



Prussian Blue



$\text{Na}_3\text{ZnC}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{O}_{10}$ sodium salt of zinc diethylenetriaminepentaacetate - Pentetate
zinc trisodium - trisodium zinc diethylenetriaminepentaacetate - Zn-DTPA

DTPA prichádza v dvoch formách: vápenatá (Ca-DTPA) a zinočnatá (Zn-DTPA). Obe formy fungujú tak, že sa pevne viažu na rádioaktívne **Pu (plutónium), Am (amerícium) a Cm (curium)**. Naviazané rádionuklidyna DTPA sú z tela vylučované.

Obsah: 1g/5ml



Pre lekárov, ktorí môžu pacientom podávať DTPA:

Dávkovanie DTPA by malo byť založené na veľkosti a hmotnosti dieťaťa.

Deťom mladším ako 12 rokov možno podávať Ca-DTPA alebo Zn-DTPA veľmi obmedzene .

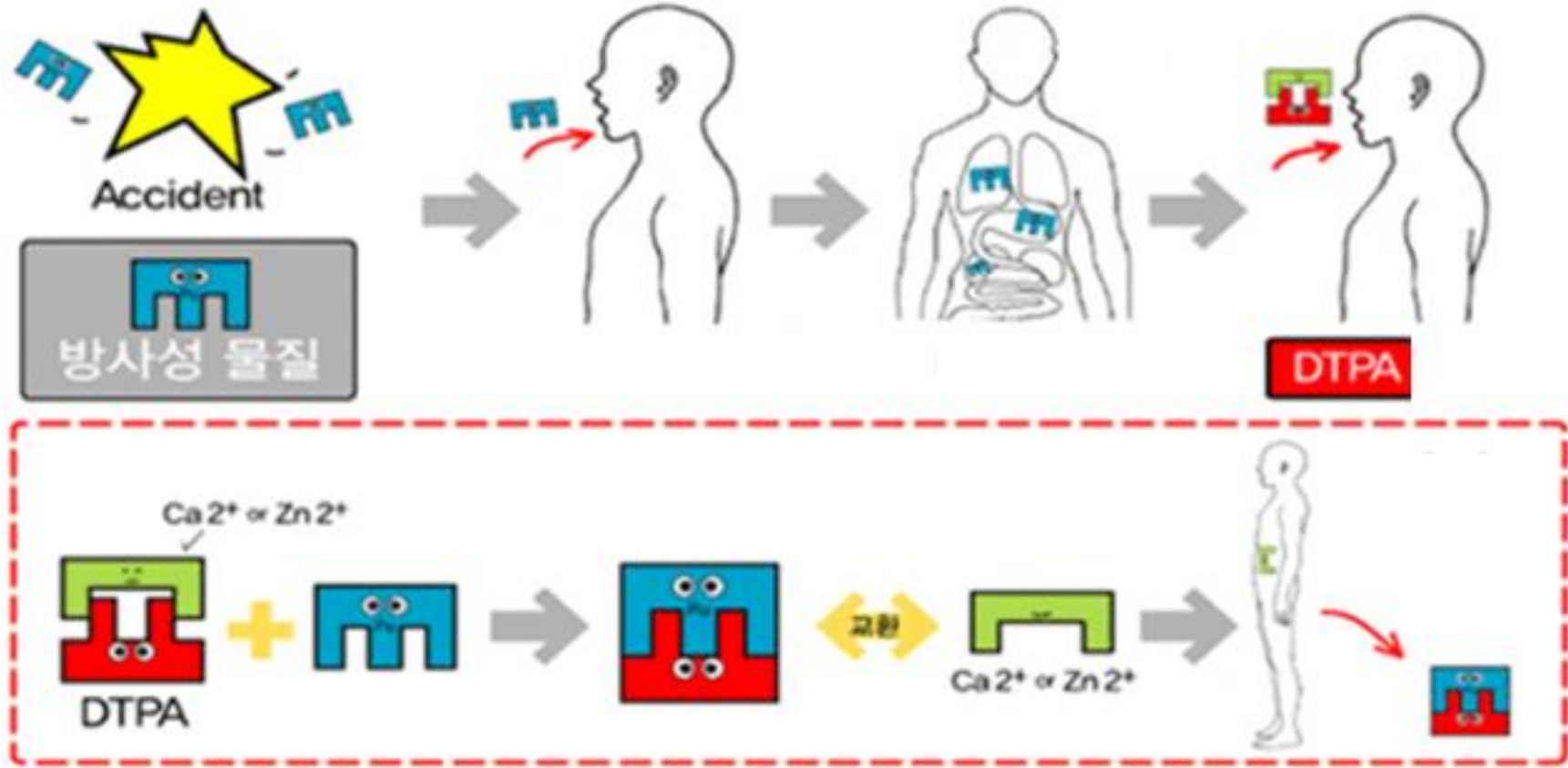
Nad 12 rokov a dospelé osoby, vnútorne kontaminovaní Pu, Am alebo Cm by mali dostať Ca-DTPA, počas prvých 24 hodín po kontaminácii. Po 24 hodinách, ak je potrebná ďalšia liečba, dospelí by mali dostať Zn-DTPA. Ak Zn-DTPA nie je k dispozícii, pacienti môžu dostávať Ca-DTPA spolu s vitamínovým a minerálnym doplnkom, ktorý obsahuje zinok.

Ca-DTPA sa má používať u tehotných žien len na liečbu veľmi vysokých úrovní vnútornej rádioaktívnej kontaminácie. V tomto prípade môžu lekári a orgány verejného zdravotníctva predpísať ako prvú liečbu jednorazovú dávku Ca-DTPA spolu s vitamínovým a minerálnym doplnkom, ktorý obsahuje zinok.

Po prvej dávke Ca-DTPA má liečba podľa potreby pokračovať o 24 hodín neskôr dennou dávkou Zn-DTPA.

DTPA sa môže podávať injekčne priamo do žily na paži alebo intravenózne.

Osoby, ktoré dostávajú opakované dávky Ca-DTPA v krátkom čase, môžu mať nevoľnosť, vracanie, hnačku, zimnicu, horúčku, svrbenie a svalové kŕče. Ďalšie vedľajšie účinky môžu zahŕňať bolesť hlavy, točenie hlavy, bolesť na hrudníku a kovovú chuť v ústach.



Ďalšie profylaktika



Penicillamine
Copper,
Bismuth, Gold,



Sodium alginate
Radium,
Strontium



Deferoxamine(DFOA)
Iron,
Manganese, Neptunium,
Plutonium



Sodium bicarbonate
Uranium

Chlorid amónny orálne 1–2 g denne po dobu až 6 po sebe idúcich dní **stroncium, vápnik, rádium, báryum**

Glukonát vápenatý, vápenatá soľ kyseliny glukónovej a chlorid vápenatý obmedzujú zapracovanie **stroncia** alebo rádioaktívneho **vápnika** do kostí. Dávka 1 g podaného chloridu vápenatého, resp. 3 g glukonátu vápenatého sa doporučuje podávať intravenózne.

Perorálne alebo intravenózne podávaný **hydrogenuhličitan sodný** spôsobuje zásaditú reakciu v produkcii moču a mení urán na **hydrogenuhličitan uránu**, ktorý je menej toxický. Podávame 8,9 % vodný roztok s objemom 100 až 200 ml.

d-Penicilamin orálne 250 mg denne v priebehu jedla a pred spaním. Dávka sa môže zvýšiť na 4 až 5 g denne v rozdelených dávkach **kobalt, indium, paládium**

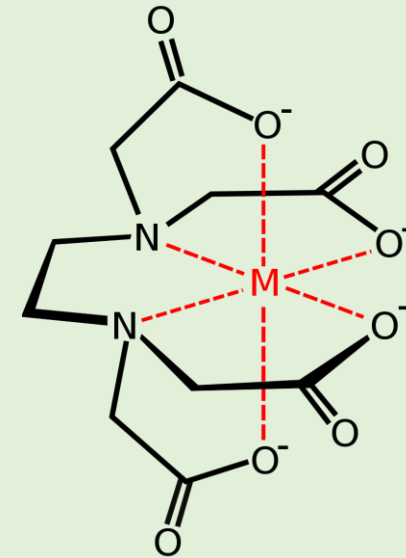
Fosforečnan draselný orálne 250–500 mg štyrikrát denne, dôkladné zapitie vodou
fosfor

Propylthiouracil, $C_7H_{10}N_2OS$ orálne 100 mg trikrát denne po dobu 8 dni **jód**

Alginát sodný, $(C_6H_7NaO_6)_n$, sodná soľ kyseliny algínovej, (chelatačné činidlo) orálne 10 g prášku zriedeného s vodou do objemu 30 ml **stroncium, rádium**

EDTA

Kyselina etyléndiamíntetraoctová je typ chelátotvorného činidla a niekedy sa označuje ako EDTA alebo kyselina edetová. Zvyčajne, pokiaľ nie je uvedené inak, EDTA je disodná soľ. EDTA je chelátotvorné činidlo. Tvorí chelátový komplex s monovalentnými, divalentnými, tetravalentnými iónmi kovov – používa sa hlavne v dekontaminačných roztokoch, pastách...



Modelované scenáre hromadných obetí pre jadrové detonácie 1 kT a 10 kT

Kategória pacienta	Dávka žiarenia (Gy)	Počet Pacientov	
		1-kT detonácia	10-kT detonácia
Kombinované zranenia (minimálna až intenzívna starostlivosť) ^b	Všetky dávky	1 000 – 3 000	15 000 – 24 000
Okamžité úmrtia	Všetky dávky	> 7 000	> 13 000
Radiačný spad (závažnosť vplyvu na zdravie)			
Nastávajúca starostlivosť	≥ 10	18 000	45 000
Intenzívna starostlivosť	5 – 10	19 500	79 400
Kritická starostlivosť	3 - 5	33 000	108 000
Normálna starostlivosť	1 – 3	66 000	70 000
Ambulantný monitoring	0,5 - 1	82 500	139 000
Epidemiologický monitoring	0,25 – 0,5	106 000	147 000
Monitorovanie duševného zdravia a psychológie pohody bez ďalšieho zranenia	< 0,25	> 150 000	> 270 000

**Ďakujem Vám za pozornosť.
(Kto zanechal kostičku na mesiaci ? Určite ju dostanem.)**

