



Školení v radiační ochraně – používání otevřených radionuklidových zářičů při in vitro diagnostice

Školicí program pro potřeby školicího střediska VF, a.s.
Květen 2008



TENTO PROJEKT BYL SPOLUFINANCOVÁN
EVROPSKÝM FONDEM PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
A MINISTERSTVEM PRUMYSLU A OBCHODU ČR



Úvod

Veškeré podmínky související se zdroji ionizujícího záření (IZ) upravuje atomový zákon (č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů) a příslušné prováděcí předpisy (vyhlášky)

- k používání otevřených radionuklidových zářičů (ORZ) při in-vitro aplikacích je potřeba **povolení SÚJB** (k nakládání se zdroji IZ)
- povinnosti držitele povolení (mimo jiné)
 - ✓ zajistit **soustavný dohled nad RO** prostřednictvím držitele oprávnění zvláštní odborné způsobilosti v odpovídajícím rozsahu: zpravidla postačuje **dohlížející osoba**, případně trvalá přítomnost na pracovišti **další osoby s přímou odpovědností za zajištění RO**



- ✓ zajistit vzdělávání **radiačních pracovníků**: před zahájením nakládání se zdroji IZ **proškolení** o charakteru a rozsahu možného ohrožení zdraví, o rizicích spojených s jejich prací, o postupech radiační ochrany a zásadách ochrany zdraví před IZ při vykonávaných činnostech



Nejčastěji používané in-vitro metody

- in-vitro vyšetření za účelem stanovení hormonů – RIA metodami (radioimunoanalýza), používají se RIA kity
- značení bází DNA nebo proteinů radionuklidy, elektroforéza - sekvenace vzorků (i fragmentů) DNA a následné autoradiografické zpracovávání
- měření syntézy DNA nebo proteinů – provádí se značení buněk, měří se množství syntetizované DNA
- testy cytotoxicity – měření uvolnění buněčného obsahu
- in-vitro metabolické studie – sledování metabolismu látek
- studium obsahu ra látek v tkáních a tělních tekutinách – po aplikaci in-vivo a usmrcení laboratorních zvířat se měří aktivita ve vzorcích in-vitro



Používané zdroje IZ

- ve formě otevřených radionuklidových zářičů (ORZ)
- nejčastěji používané radionuklidy ^3H , ^{14}C , ^{32}P , ^{33}P , ^{35}S , ^{125}I

klasifikace zdrojů IZ

- aktivity jednotlivých odebíraných dávek ORZ jsou zpravidla drobné nebo jednoduché zdroje

kategorizace pracovišť se zdroji IZ

- pracoviště s ORZ, na nichž se provádí in-vitro diagnostika, jsou zpravidla z hlediska jejich vybavení izolačními a ventilačními zařízeními a úrovní provedení kanalizace pracovišti I. kategorie
- tomuto zařazení odpovídají i maximální aktivity, které lze současně na jednotlivých pracovních místech zpracovávat
 - ✓ poslední 2 řádky v tabulce: maximální současně zpracovávaná aktivita v roztoku na laboratorním stole/v digestoři na pracovišti I. kategorie



Nuklid	3H	14C	32P	33P	35S	125I
poločas	12,3 roku	5730 roků	14,3 dní	25,4 dní	87,4 dní	60,14 dní
záření	beta	beta	beta	beta	beta	gama
max. energie	18,6 keV	156,5 keV	1,71 MeV		167,5 keV	15- 30 keV
drobný, větší než	1 GBq	10 MBq	100 kBq	100 MBq	100 MBq	1 MBq
jednoduchý ,min.	10 GBq	100 MBq	1 MBq	1 GBq	1 GBq	10 MBq
na stole	244 MBq	17,2 MBq	9,38 GBq	21,4 GBq	23,1 GBq	4,11 GBq
v digestoři	2,44 GBq	172 MBq	93,8 GBq	214 GBq	231 GBq	41,1 GBq



Režimová opatření

- na pracovištích I. kategorie s ORZ se zpravidla nevymezuje kontrolované pásmo
- na pracovištích I. kategorie s ORZ se zpravidla sledované pásmo vymezuje v rozsahu místností, ve kterých se ra látky používají případně skladují
- ve sledovaném pásmu se provádí monitorování pracoviště



Kategorizace radiačních pracovníků

- na pracovištích I. kategorie s ORZ pracují zpravidla pracovníci kategorie B
- pro pracovníky kategorie B je provozovatel SP povinen provést jejich proškolení o charakteru a rozsahu možného ohrožení zdraví, o rizicích spojených s jejich prací, o postupech radiační ochrany a zásadách ochrany zdraví před IZ při vykonávaných činnostech
- znalosti radiačních pracovníků a jejich způsobilost k bezpečnému nakládání se zdroji ionizujícího záření při jimi vykonávané práci se ověřují před zahájením práce a dále pravidelně, nejméně jednou za rok, zkouškou; o zkoušce se provede záznam



Základní rozdíl mezi pracovníky kategorie A a B z hlediska zajištění úrovně radiační ochrany



Legislativní podmínky

podmínky používání zdrojů IZ upravuje

- zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon), ve znění pozdějších předpisů (stěžejní novela č. 13/2002 Sb.)
- prováděcí předpisy, zejména vyhláška č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů (stěžejní novela č. 499/2005 Sb.)

používat ORZ klasifikované jako jednoduché nebo typově neschválené drobné zdroje IZ lze pouze na základě povolení SÚJB

- podmínky pro získání povolení:
 - ✓ mít dohlížející osobu
 - ✓ schválení zákonem předepsané dokumentace



Dokumentace - předkládá se se žádostí o povolení k nakládání se zdroji IZ a pracoviště se podle ní řídí

pro pracoviště I. kategorie lze předložit dokumentaci ve zkrácené podobě:

- program zabezpečování jakosti (PZJ)
- provozní předpisy obsahující popis monitorování pracoviště a zásahové instrukce pro postup v případě odchylek od běžného provozu
- důkaz optimalizace radiační ochrany
 - ✓ program zabezpečování jakosti se schvaluje při vydání povolení – nutno požádat o schválení i jeho změny nebo revize



Způsoby zajišťování RO na pracovišti I. kategorie s ORZ

- zajištění soustavného dohledu nad RO
 - ✓ prostřednictvím dohlížejí osoby (a případně další osoby s přímou odpovědností za zajištění RO): vybraní pracovníci, držitelé oprávnění zvláštní odborné způsobilosti v odpovídajícím rozsahu
 - ✓ náplň činnosti dohlížejí osoby
 - o obecně stanovuje vyhláška č. 307/2002 Sb.
 - ✓ povinnosti a pravomoci
 - o konkrétně pro dané pracoviště jsou v PZJ



- ✓ obvykle odpovídá za:
 - o vypracování PZJ a související dokumentace a zpracování revizí a změn
 - o provádění kontroly dodržování požadavků RO při provádění uvažovaných činností v rozsahu definovaném v PZJ a související dokumentaci
 - o provádění činností důležitých z hlediska RO v rozsahu definovaném v PZJ a související dokumentaci včetně pravidelného a prokazatelného poučování radiačních pracovníků a ověřování jejich způsobilosti, vedení evidence zdrojů IZ a příslušných průvodních dokladů, a jejich dokumentování, evidenci a archivaci



- o zajištění dokumentování činností důležitých z hlediska RO prostřednictvím pořizování příslušných záznamů podle jednotlivých prvků PZJ a jejich evidenci a archivaci
- o provádění prověrek systému jakosti v rozsahu PZJ
- ✓ obvykle má právo:
 - o vyžadovat od všech osob vstupujících na pracoviště dodržování pravidel RO
 - o nařizovat zaměstnancům držitele povolení opatření nezbytná pro zajištění RO



- způsobilost radiačních pracovníků
 - ✓ informování pracovníků a ověření jejich způsobilosti k bezpečnému nakládání se zdroji zkouškou jedenkrát za rok
 - ✓ ověření znalostí zásahových instrukcí zkouškou jedenkrát za rok
 - ✓ provádí dohlízející osoba
- havarijní připravenost
 - ✓ ztráta kontroly nad zdroji IZ
 - o mimořádná událost – pracoviště, které má zpracovaný vnitřní havarijní plán
 - o odchylka od běžného provozu – pracoviště, které nemá zpracovaný vnitřní havarijní plán



- ✓ v příslušné části provozních předpisů jsou vyjmenovány jednotlivé případy ztráty kontroly nad zdroji IZ jako druhy odchylky od běžného provozu pracoviště a postupy pro jejich řešení
- ✓ na pracovišti jsou dostupné zásahové instrukce pro jednotlivé odchylky od běžného provozu
- ✓ v rámci ověřování znalostí zásahových instrukcí se provádí nácvik činností podle zásahových instrukcí
- ✓ typické příklady ztráty kontroly nad zdrojem IZ
 - o rozlití ORZ
 - o rozsypání ORZ
 - o povrchová kontaminace pracovníka



zásady likvidace odchytky, dekontaminace

- ✓ dekontaminace pracoviště
 - o dekontaminaci provádět v gumových rukavicích
 - o buničitou vatou odsát maximální množství látky
 - o za použití úklidových prostředků pro aktivní úklid vhodným dekontaminačním prostředkem (např. roztok kyseliny citrónové) omýt zasaženou plochu
 - o dozimetricky zkontrolovat úspěšnost dekontaminace
 - o mytí a proměňování opakovat až do poklesu kontaminace na hodnotu, která se již dalším mytím nemění, nebo na hodnotu pozadí použitého monitorovacího přístroje



- o nelze-li prostor dokonale zbavit ra kontaminace, nutno plochu zřetelně označit a vhodným způsobem pokrýt
- o odpad vznikající při dekontaminaci (vata, rukavice) odložit do PE sáčku a po skončení práce sáček řádně označený (datum, nuklid) uložit do vymírací místnosti
- o předměty kontaminované při nehodě dekontaminovat, proměřit a v případě nutnosti v PE sáčku označeném datem a nuklidem uložit do vymírací místnosti



zásady likvidace odchytky, dekontaminace

- ✓ v případě kontaminace rukou, očí a oděvu
 - o na místě nehody ze zasažených míst odstranit ra látku - prášek smést do PE sáčku, navlhčenou buničitou vatou otřít zasažené místo - znečištěnou vatu pak uložit do PE sáčku
 - o nedotýkat se žádných předmětů, aby nedošlo k rozšíření kontaminace
 - o v umývárně svléci gumové rukavice, odložit kontaminovaný oděv - uzavřít do PE pytle a přenést do vymírací místnosti
 - o dozimetricky zkontrolovat kontaminaci na kůži
 - o provést dekontaminaci pokožky



- o jsou-li zasaženy oči, provádět jejich výplachy co nejčistší vodou (borová voda, oftal)
- o dojde-li ke kontaminaci kazety osobního dozimetru (používali se), odpovědný pracovník zajistí změření kontaminace kazety a její výměnu



zásady likvidace odchylky, dekontaminace

- ✓ dekontaminace pokožky
 - o z kontaminovaného místa pokožky buničitou vatou opatrně odsát ra látku
 - o pokožku omývat vlažnou vodou za použití mýdla
 - o nedaří-li se pokožku dostatečně dekontaminovat tímto způsobem, použít komplexotvorné látky, např. 1% roztok kyseliny citronové
 - o očistu provádět opatrně, aby nedošlo k porušení pokožky
 - o průběžně provádět dozimetrickou kontrolu
 - o celý proces opakovat až do poklesu měřené hodnoty na hodnotu pozadí použitého monitorovacího přístroje



- omezování ozáření osob
 - ✓ používat vhodné ochranné prostředky (pracovní oděv, gumové rukavice) a pracovní pomůcky (pinzety, peany, kleště, pipety, štíty, brýle)
 - ✓ minimalizovat možnost vzniku povrchové kontaminace pracovních ploch, prostor a povrchu těla pracovníků a následné vnitřní kontaminace
 - o se zdroji IZ manipulovat s nejvyšší opatrností, ORZ neponechávat na pracovním místě volně, „bez dozoru“
 - o vyhýbat se přenášení ORZ mezi pracovními místy; pokud nelze – ORZ přenášet v dvojím obalu zabraňujícím úniku látky u obalu



o se zdroji IZ manipulovat pouze po nezbytně krátkou dobu a na pracovních místech k tomu určených; musí být uloženy v bezpečném skladovacím prostoru (místnost, skříň, trezor apod.)

✓ vedení evidence záříčů: příjem, spotřeba, odpad



- monitorování pracoviště
 - ✓ rozsah monitorování, frekvence, referenční úrovně a postupy při jejich překročení jsou uvedeny v příslušné části provozních předpisů
 - ✓ zpravidla se provádí kontrola povrchového znečištění radionuklidy na pracovních místech denně po ukončení manipulace s ORZ a okamžitě v případě vzniku odchylky odběžného provozu
 - ✓ referenční úrovně jsou odvozeny od směrné hodnoty pro povrchové znečištění daným radionuklidem mimo kontrolované pásmo
 - o viz tabulka
 - ✓ provedená měření se zaznamenávají; záznamy se archivují 10 let



- ✓ směrné hodnoty pro povrchové znečištění mimo kontrolované pásmo

Nuklid	3H	14C	32P	33P	35S	125I
směrná hodnota povrchové aktivity	300 Bq/cm ²	30 Bq/cm ²	30 Bq/cm ²	300 Bq/cm ²	300 Bq/cm ²	3 Bq/cm ²



- nakládání s odpady
 - ✓ odpady kontaminované látkami se na pracovišti shromažďují ve zvlášť vyčleněných prostorách – tzv. vymíracích místnostech
 - ✓ lze je uvolnit z pracoviště až poté, co jejich aktivita poklesne pod stanovené uvolňovací úrovně
 - ✓ odpady kontaminované dlouhodobými nuklidy (^3H , ^{14}C) se zpravidla předávají oprávněné organizaci (držiteli povolení k nakládání s radioaktivními odpady) k likvidaci jako radioaktivní odpad – prokazatelně
 - ✓ vyprodukované odpady uložené do vymírací místnosti se evidují (množství, radionuklid, datum uložení); rovněž se vede evidence odpadů uvolněných z pracoviště (včetně data uvolnění); záznamy se archivují 10 let



uvolňovací úrovně pro tuhé odpady

Nuklid	3H	14C	32P	33P	35S	125I
uvolňovací úroveň plošné aktivity	300 Bq/cm ²	30 Bq/cm ²	30 Bq/cm ²	300 Bq/cm ²	300 Bq/cm ²	3 Bq/cm ²
uvolňovací úroveň hmotnostní aktivity	300 Bq/g	30 Bq/g	30 Bq/g	300 Bq/g	300 Bq/g	3 Bq/g

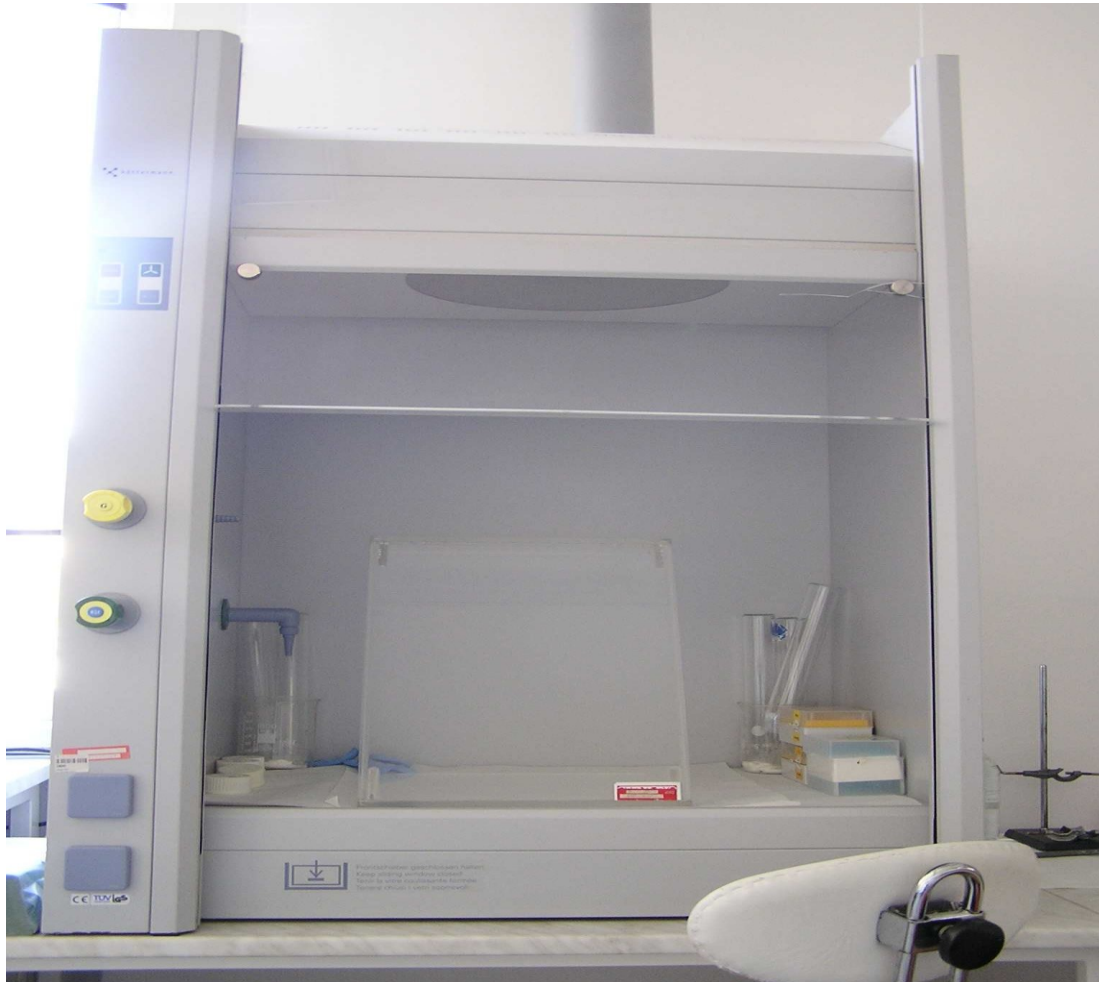


uvolňovací úrovně pro uvolňování kapalných odpadů do kanalizace pro veřejnou potřebu

Nuklid	3H	14C	32P	33P	35S	125I
uvolňovací úroveň objemové aktivity	238 kBq/l	17,2 kBq/l	4,17 kBq/l	41,7 kBq/l	13 kBq/l	667 Bq/l



Ukázky z pracoviště Centra molekulární biologie a genové terapie Dětské nemocnice FN v Brně, kde se pracuje s beta zářiči:













VF, a.s., Česká republika

<http://www.vf.cz>

VF, s.r.o., Slovenská republika

<http://www.vf.sk>