



Upravljanje radioaktivnim otpadom u institucijama zdravstvene zaštite

Dr Slavko Dimović

Dr Mihajlo Jović

Dr Marija Šljivić-Ivanović

Dr Vojislav Stanić

Dr Ivana Smičiklas

Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke “Vinča”

UVOD

- Institucije zdravstvene zaštite generišu između 0,5 i 2 kg potencijalno opasnog i infektivnog otpada po krevetu dnevno. Procenjeno je da je 85 % stvorenog otpada nije hazardno, da je oko 10% infektivno, a 5% neinfektivno ali hazardno.
- Institucije zdravstvene zaštite sve više koriste radioaktivne izotope, kao što su: Tc-99m, I-131, I-125, I-123, F-18, H-3 i C-14 u dijagnostičke i terapijske svrhe
- Većina radioaktivnog otpada je u tečnom stanju, sa manjim učešćem u čvrstom i minimalnim u gasnom.
- Čvrsti otpad sadrži tragove radioaktivnosti u šricevima, iglama, pamučnim tamponima, bočicama, kontaminiranim rukavicama i absorpcionim materijalima. Odeća i posuđe pacijenata koju karakterišu velike doze radioizotopa kao što je I-131 predstavljaju takođe čvrsti radioaktivni otpad.

CILJ

Osnovni cilj bezbednog odlaganja radioaktivnog otpada je da se obezbedi da izlaganje zračenju ljudi, profesionalnih lica i životne sredine ne pređe propisane granice.

Osnovni principi zaštite od zračenja

- **Opravdanost prakse**
- **Optimizacija prakse (ALARA)**
- **Ograničenost doza**
- Redovan lični monitoring zračenja zdravstvenih radnika, monitoring neposredne okoline, kao i kontrola kvaliteta radijacionih instrumenata obavezne su za dostizanje standarda radijacione sigurnosti
- Svaka institucija zdravstvene zaštite treba da imenuje Oficira za Radijacionu Sigurnost

Tabela 1. Granice doza

Primena	Granica godišnje doze	
	Profesionalna	Javna
Efektivna doza	20 mSv	1 mSv
Ekvivalentna doza za organe		
Očno sočivo	150 mSv	150 mSv
Koža	500 mSv	50 mSv
Ruke i stopala	500 mSv	/
Ekvivalentna doza		
Trudnice	2 mSv za abdomen	/

Kategorizacija radioaktivnog otpada u nuklearnoj medicini

- Čvrsto, tečno, gasovito
- Jednu kategoriju čini otpad koji će završiti u javno-komunalnom sistemu prerade otpada sa ili bez procesa insineracije, druga se direktno može ispustiti u kanalizacioni sistem, dok će treća biti reciklirana ili odložena na deponiju.

Tretiranje radioaktivnog otpada

Sakupljeni radioaktivni otpad se odlaže nakon sledećih procesa :

- Razređivanja i disperzije
- Stokiranje i radioaktivni raspad
- Koncentrisanja i zadržavanja (retko u upotrebi)
- Insineracije (retko u upotrebi)

Tretiranje radioaktivnog otpada

Razređivanje i disperzija

- Čvrst radioaktivni otpad, se može odložiti kao običan bolnički otpad ako pojedinačna aktivnost ne pređe granicu 50 KBq ili za ukupan paket 5MBq / m³.
- Stečni radioaktivni otpad se može ispustiti nakon ispiranja u kanalizaciju, ukoliko je ukupna aktivnost manja od 37 KBq.
- Granične vrednosti aktivnosti tečnog radioaktivnog otpada koji se ispušta u sanitarno/kanalizacioni sistem ne sme preći vrednosti date Tabelom 2.

Tabela 2. Granične vrednosti aktivnosti ispuštanja tečnog radioaktivnog otpada za sanitarno/kanalizacioni sistem

Radioizotop	Maksimalna granica ukupnog ispuštanja po danu (MBq)	Prosečna mesečna aktivnost ispuštanja (MBq/m ³)
H-3	92,5	3700
C-14	18,5	740
Na-24	3,7	222
P-35	3,7	18,5
S-35	18,5	7,4
Ca-45	3,7	10,1
Mo-99m+Tc-99m	3,7	185
I-125	3,7	22,2
I-131	3,7	22,2

Tretiranje radioaktivnog otpada

Stokiranje i radioaktivni raspad

- Radioaktivni otpad srednjeg nivoa aktivnosti i sa vremenom poluraspada manjim od mesec dana se može skladištiti.
- Prostorija za stokiranje mora posedovati propisni ventilacioni sistem i olovnu zaštitu odgovarajuće debljine.
- Radioaktivni otpad treba da je stokiran minimum 10 vremena poluraspada do 0,1% početne aktivnosti.

Koncentrisanje i zadržavanje

- Ova tehnika se primenjuje kod RAO visoke aktivnosti i vremena poluraspada većih od mesec dana, gde se zbog nedostatka adekvatnog prostora i dugog vremena stokiranja predhodna tehnika ne može primeniti. RAO se pakuje u propisano dizajnirane i obeležene kontejnere koje se odlažu na privremenom ili trajnom odlagalištu.

Posebni slučajevi upravljanja RAO

Odlaganje zatvorenih izvora

- Većina ovih izvora su relativno male aktivnosti u rasponu od nekoliko do nekoliko stotina MBq, sa izuzetkom teleterapije i iridijacije krvi, koji mogu imati veće aktivnosti. Jednom kada izvor postane slab za dalju upotrebu, mora biti bezbedno uklonjen i zamenjen od strane dobavljača uz nadzor RSO-a.

Odlaganje gasovitog otpada

- Isparljivi izvori kao I-131 i I-135 oslobađaju radioaktivna isparenja stvarajući tako u vazduhu radioaktivni otpad. Kontejneri ovih supstanci moraju biti otvoreni u kapeli, koja je preko cevovoda povezana sa izlazom na najvišoj tački krova. Pre nego što se isparenja razblaže i disperguju u atmosferu, moraju proći preko sistema čestično/vazдушnih filtera od aktivnog uglja. Bolnice koje koriste radioaktivne gasove moraju posedovati efikasne sisteme laminarnog protoka vazduha. Ostali gasoviti RAO čine aerosoli izotopa Xe-133, C-14, H-3, N-13, Tc-99m

Posebni slučajevi upravljanja RAO

Tretiranje leševa pacijenata koji sadrže radioaktivni materijal

- Postoje slučajevi preminulih pacijenata u institucijama zdravstvene zaštite (npr kancer tiroidne žlezde) koji u sebi sadrže visoke doze I-131. U takvim situacijama, informiše se lice odgovorno za radijacionu sigurnost koje u saradnji sa odeljenjem za nuklearnu medicinu preduzima dalje korake. Ako je visoka aktivnost koncentrisana u organu, kao što je štitasta žlezda, ista mora biti odstranjena autopsijom, kao i u slučaju metastaze. Kada se ustanovi da leš ima manju radioaktivnost propisane od strane regulatornog tela (Tabela 3) može se pritupiti sahrani ili kremaciji bez ikakve mere opreza, a ukoliko je aktivnost veća leš ostaje u bolničkoj mrtvačnici do smanjenja aktivnosti

Posebni slučajevi upravljanja RAO

Odlaganje izlučevina i urina pacijenata sa visokom dozom radioizotopa

- Većina ovih izvora su relativno male aktivnosti u rasponu od nekoliko do nekoliko stotina MBq, sa izuzetkom teleterapije i iridijacije krvi, koji mogu imati veće aktivnosti. Jednom kada izvor postane slab za dalju upotrebu, mora biti bezbedno uklonjen i zamenjen od strane dobavljača uz nadzor RSO-a.

Odlaganje gasovitog otpada

- Isparljivi izvori kao I-131 i I-135 oslobađaju radioaktivna isparenja stvarajući tako u vazduhu radioaktivni otpad. Kontejneri ovih supstanci moraju biti otvoreni u kapeli, koja je preko cevovoda povezana sa izlazom na najvišoj tački krova. Pre nego što se isparenja razblaže i disperguju u atmosferu, moraju proći preko sistema čestično/vazdušnih filtera od aktivnog uglja. Bolnice koje koriste radioaktivne gasove moraju posedovati efikasne sisteme laminarnog protoka vazduha. Ostali gasoviti RAO čine aerosoli izotopa Xe-133, C-14, H-3, N-13, Tc-99m

Tabela 3. Maksimalna radioaktivnost odstranjivanja leševa bez specijalnih mera predostrožnosti (MBq)

- (1) Na osnovu opasnosti od kontaminacije
- (2) Na osnovu granice doze ekstremiteta
- (3) Na osnovu granice doza za spoljašnost tela
- (4) Na osnovu doze zakočnog zračenja na 0,5 m
- (5) Na osnovu opasnosti od kontaminacije radioizotopima u pepelu

Radioizotop	Posmrtno/balzamovani	Sahrana	Kremacija
I-131	100 (1)	400 (3)	400 (3)
Y-90	200 (1)	2000 (4)	70 (5)
Au-198	400 (1)	400 (3)	100 (5)
P-32	100 (1)	2000 (4)	30 (5)
Sr-89	50 (1)	2000 (4)	20 (5)

ZAKLJUČAK

- Institucije zdravstvene zaštite sve više primenjuju radioizotope u dijagnostičke i terapijske svrhe, posebno u kardiologiji i onkologiji. Sve ovo dovodi do povećanja količine radiokativnog otpada.
- Ovaj otpad se mora odložiti u skladu sa smernicama Međunarodne agencije za atomsku energiju, a sprovođenje aktivnosti prema procedurama izdatih od strane Agencije za zaštitu od jonizujućeg zračenja i nuklearnu sigurnost Srbije.
- Sav institucionalni kordinisani napor u nacionalnom pravnom okviru će obezbediti da izlaganje zračenje ljudi i životne sredine ostane u dozvoljenim granicama, a bezbedno odlaganje radioaktivnog otpada čini osnovni deo tog napora.