



# Radyonüklid Tedavi Uygulanmış Hasta Öldüğü Taktirde Radyasyon Çalışanı Olmayan Personel İçin Radyasyon Güvenliği Süreci

## The Radiation Safety Process for Non-Radiation Workers in Case of Death of Radionuclide Therapy Patient

© Fatma Suna Kırac<sup>1</sup>, © Aslı Ayan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yakın Doğu Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Lefkoşa, KKTC

<sup>2</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

### Öz

Benign ve malign hastalıkların tedavisinde I-131, Sr-89, Y-90, Sm-153, Ra-223 gibi radyonüklidlerin kullanımının artması, hastanede veya hastane dışında bu tip tedaviler uygulanan olguların ölmesi halinde, radyoaktif cesetle temas olasılığının da artmasına neden olacaktır. Bu yazıda radyonüklid tedaviden hemen sonra ölen radyoaktif olguların defin öncesi ve defin sırasında radyasyon görevlisi olmayan sağlık çalışanları için radyasyon güvenliği süreci ve ilişkili radyasyondan korunma tedbirlerini özetlemeyi amaçladık.

**Anahtar Kelimeler:** Radyonüklid tedavi, radyoaktif ceset, defin, yakma, radyasyon güvenliği

### Abstract

The increased use of radionuclides such as I-131, Sr-89, Y-90, Sm-153, Ra-223 in the treatment of benign and malignant diseases may also increase the probability of radioactive corpse contact if the patient dies in the hospital or outside the hospital. This article aims to summarize the radiation safety process and the related radiation protection measures for employees not engaged in radiation before the burial procedures of radioactive patients who died just after a radionuclide treatment.

**Keywords:** Radionuclide therapy, radioactive corpse, burial, cremation, radiation safety

### Giriş

Benign ve malign hastalıkların tedavisinde radyoaktif maddelerin (I-131, Sr-89, Y-90, Sm-153 vb.) kullanımının artması radyoaktif cesetle karşılaşma riskini artırmaktadır. Radyoaktif cesetler tedavi ve ölüm arasındaki süreye göre radyasyon maruziyeti açısından potansiyel kaygı sebebi olmasının yanı sıra radyasyon çalışanı olmayanlar için izin verilen radyasyon dozunu aşabilecek bir tehdit oluşturabilir (1,2,3). Radyoaktif madde ile tedavi uygulanan hastanın tedaviden kısa bir süre sonra ölmesi halinde ceset için özel işlemler

gerekebilir. Radyonüklid tedavi uygulanmış hastanın ölümü durumunda, ceset radyoaktif kaynak sayılmalıdır. Radyoaktif tedavi uygulanan olguda tedaviden kısa süre sonra ölüm gerçekleşmesi halinde, uygulanan radyonüklidin efektif yarı ömrü, uygulama yöntemi ve hedef organlar ile biyodağılım dinamikleri ile de ilişkili olarak, hasta odasının kusma, inkontinans kaynaklı radyoaktif madde bulaşına karşı temizlenmesi (dekontaminasyonu), cenaze hazırlama, defin/ yakma ve otopsi işlemleri için radyasyondan korunma sorumlusunun (RKS) uyarıları dikkate alınmalıdır.

### Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Prof. Dr. Fatma Suna Kırac, Yakın Doğu Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Lefkoşa, KKTC

E-posta: fskirac@yahoo.com ORCID ID: orcid.org/0000-0002-0441-4599

©Telif Hakkı 2019 Türkiye Nükleer Tıp Derneği / Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

Ayrıca, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) tarafından tanımlanan radyasyon güvenliği kurallarına uyulmalıdır (2,3,4,5,6,7).

Tedavi dozunda radyonüklid uygulanan hasta, tedavi uygulandıktan sonra hastane dışında bir yerde ölebilir. Bu durumda, ceset ile temas edecek ve cenaze işlemlerini yapacak kişiler ciddi radyasyon maruziyeti riski altında olacaktır (5,6). Cesedin yok edilmesi işlemleri sırasında görevlilerin ve  vredekilerin radyasyondan korunması için, radyonüklid tedavi gören her hastaya uygulanan tedaviye ait bilgilendirme kartı verilmeli ve bu kartta tedaviden sorumlu kişi, RKS/tıbbi fizikçiye ait iletişim bilgileri yazılı olmalıdır [International Atomic Energy Agency (IAEA) no: 63 Section 5, Annexes IV ve V] (6,8). Hasta ameliyata alındığı veya hastanede öldüğü zaman görevli personelin mümkün olduğunca az radyasyona maruz kalması için gerekli önlemler alınmalı ve ceset yakınındakilere radyasyondan korunma önlemleri hakkında bilgi verilmelidir.  nlemler,  l m anından ceset yok edilene dek her aşamada sürdürülmelidir. Alınacak  nlemler, cenaze sahiplerinin ve cenaze ile ilgili personelin (morg personeli, dini personel vb.) ceset yakınında geçirecekleri maksimum süre ile ilişkili olarak değişebilir. Otopsi gerekli ise, personelin radyasyon maruziyeti otopsiyi geciktirerek azaltılabilir (8,9,10,11,12). Ulusal yetkili makamların radyoaktif ceset hakkında bilgilendirilmesi gerekebilir. Bazı ülkelerde radyoaktif cesetler için ulusal düzenlemeler vardır; ancak uluslararası öneriler halen yetersizdir. Yurdumuzda radyoaktif ceset ile ilgili olarak TAEK tarafından hazırlanmış bir kılavuz yoktur. Genel radyasyon güvenliği ve atıkların kontrolü yönetmeliğine ve uluslararası ilgili kurumların yayınladığı direktiflere uyulması önerilir (2,3,5,6,7,8).

Radyonüklid tedavilerin sık uygulandığı sağlık kurumlarında, özellikle uzun yarı ömürlü radyonüklid maddelerle tedavi uygulanması halinde radyoaktif ceset torbalarının bulundurulması desteklenmelidir. Eğer  l m radyonüklid tedavi uygulandıktan;

1) Yirmi dört-48 saat sonra gerçekleşmiş ise, cesedin otopsiye gönderilmesi oldukça nadirdir. Bu durumda, RKS'nin gerekli radyasyon güvenliği önlemlerinin alınması için otopsiyi gözlemlenmesi ve doku örneklerinin patoloji laboratuvarına gönderilmeden önce radyoaktivite düzeyini ölçmesi gerekir (9,10,11,12). İdrar ile atılan radyoaktif maddelerin uygulanmış olması halinde ceset mesanesinin kateterize edilerek boşaltılması sağlanmalıdır. Ölüm sonrası kıyafetlerin çıkartılması ve gerekli olgularda mesanenin boşaltılması sonrasında dekontaminasyon işleminden sonra cesette kalan

aktivite miktarı, fiziksel yarı ömür ile takip edilerek uygun g m lme zamanına karar verilebilir (13).

2)  l m, radyonüklid tedaviden sonra 48 saatten daha geç dönemde gerçekleşmiş ise, kan ve idrarda çok az aktivite olacaktır. Bu durumda radyoaktif madde, tedavi edilen organda veya metastatik hastalık alanlarındadır (11,13).

### **Radyoaktif Ceset ve Radyasyon Güvenliği  nlemleri**

Radyoaktif ceset varlığında alınacak önlemlerin çoğu eř zamanlıdır. Uyulması gereken temel kurallar, alınması gereken önlemler ve cesedin yok edilmesine ait öneriler aşağıda özetlenmiştir (2,5,6,7,8,11,13).

-Cesetle ilgili işlemlerin hazırlığı, radyasyon güvenliği ve radyasyondan korunma konusunda eğitim alan kişilerce yapılmalıdır.

-Ölen kişinin yakınları, radyasyondan korunma için alınacak önlemler hakkında bilgilendirilmelidir.

-Ölen hastaların yakınlarının ve defin öncesi işlemlerde görev alacak personelin ceset ile yakın teması önlenmelidir.

-Cenaze personelinin radyoaktif cesetle ilişkili risklere aşırı tepki göstermemesi ve cesede saygılı davranarak yeterli kontrollerin uygulanmasını sağlamak için iletişime dikkat edilmesi gereklidir.

-Odanın dekontaminasyon işlemi tamamlanana ve ortamdaki radyasyon düzeyi kabul edilir sınıra ulaşana dek ölümün gerçekleştiği odaya girişler kısıtlanmalıdır.

-Eksternal radyasyon maruziyet riskini en aza indirmek için cesedin radyasyon ölümleri yapılan tanımlanmış bir alanda tutulması gerekebilir.

-Taşımada görevli tüm personel RKS tarafından izlenmeli ve mümkünse her birinin radyasyon maruziyet düzeyleri  l mlmeli ve kayıt altına alınmalıdır.

-Hasta ve cesetle veya perimortem  ıkartılarla (idrar, gaita, kusmuk, kan) temas etmiş tüm malzemeler, radyoaktif bulaş açısından kontrol edilmelidir.

-Cesedin nakli sırasında, temin edilebilirse, özel ceset torbası kullanılması önerilir. Özel ceset torbaları içeriğindeki radyasyona karşı koruyucu, özel malzeme ile taşıma anında cesetten sızabilecek radyoaktif maddelere ve radyasyona karşı koruyuculuk sağlar.

-Ceset, aktivitesi defin için izin verilen sınıra inene kadar bekletilmelidir.

-Ceset morgda bekletilecekse çalışanları korumak için RKS'nin yönetiminde gerekli önlemler alınmalıdır.

Morg personeli mutlaka eldiven ile alıřmalđ, eğer cesetteki doz 2,5 cm uzakta >100 mREM/saat (1 mSv/saat) ise, ceset çalışma alanından en az 9 m uzaklıktaki soğutucuda saklanmalıdır (13).

#### Otopsi yapılması gereken durumlarda;

1) Cesetteki aktivite otopsi yapacak kişileri etkilemeyecek düzeye inene dek beklenmeli ve işlem minimum sürede bitirilmelidir. Cesetteki radyoaktivite miktarđ hesaplanarak otopsi ekibinin radyasyon maruziyetinin halk dozunda kalabilmesi için uygun temas süresi hesaplanmalıdır. Cesette kabul edilir radyasyon doz limitleri ülkeden ülkeye değişebilir. Farklı ülkelerde ceset için kabul edilir doz limitleri IAEA Safety Reports Series no: 63'de verilmiştir. Burada Tablo 1, Au-198 için Avustralya'da kabul edilen radyasyon düzeyi, Au-198 dđřındaki radyonüklidler için yalnız Institute of Physics and Engineering in Medicine değerlerini içermektedir.

2) Cesette radyasyon düzeyi yüksek iken otopsi yapılması zorunlu ise, otopsi yapacak kişiler radyasyon güvenlik kuralları hakkında bilgilendirilmeli, temas s resinin minimum olması sağlanmalı ve koruyucu önlemler (iki kat eldiven, kurşun yelek, g zl k gibi) alınmalıdır (IAEA Safety Reports Series no: 63 Annex IV). İlgili personele anlık ve kümülatif doz ölçerlerin (elektronik dozimetre) sağlanması ve kayıtlarının tutulması gereklidir (8,9,10,11,12,14). Otopside halk dozunun ařılmamasđ için gerekirse birden fazla ekip bulundurulmalıdır. İşlem sırasında en çok doz alma olasılığı yüksek organ ellerdir. Yüzük dozimetrenin kullanılması gereklidir.

3) Otopsi işlemi sırasında kontamine vücut sıvılarının yayılmasını önlemek için ceset suya dayanıklı materyal ile sarılabilir.

4) Açık radyoaktif maddeler, belirli bir vücut boşluğu veya organda bulunabilir veya sistemik uygulamadan sonra konsantre olabilirler ( rneğin; I-131'in tiroid hücrelerinde tutulması). Radyoaktif ekirdek yerleştirilen organların, kullanılan çekirdeğin yarı ömürlere göre, gerekirse yerleştirildikleri organ ile birlikte çıkartılması gerekir. Kavitedeki aktivitenin direnaji veya radyoaktif organın uzaklaştırılması otopsi ve diğer işlemler sırasında görevlilerin radyasyon maruziyetini azaltacaktır (5,6,8,13,14,15,16). Uterus kavitesine veya prostat içerisine, diğer kaviter alanlara yerleştirilen radyonüklid çekirdekler genel olarak uygulamadan sonra dokuya yapışır. Bu durumda histerektomi veya prostatektomi radyonüklid çekirdeklerin çıkartılmasından daha kolay olup cesetteki radyasyon doz hızını azaltır. Prostat içine

yerleştirilen I-125 çekirdekleriyle yapılan brakiterapilerde erken ölüm insidansı (tedaviyi takip eden 12 ay içinde) %0,28 olarak saptanmıştır. Brakiterapi sonrası erken ölümlerde prostatektomi ve çıkartılan materyallerin uygun şekilde saklanması önerilmektedir (5,6,16). Bazı olgularda brakiterapi çekirdeklerinin yer değiştirebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle çekirdeklerin yer tayini için bilgisayarlı tomografi ile postmortem görüntüleme yapılabilir. Brakiterapi sonrası erken ölüm durumunda brakiterapi yapılmış organın çıkartılması planlanmışsa:

-Otopsi ekibi, RKS desteği almalıdır.

-Otopsi ekibine yüzük dozimetre verilmelidir.

-Çıkartılan organ uygun şekilde zırhlanmış kaba yerleştirilmelidir.

-Çıkartılan organ biyolojik atık olarak değerlendirilir. Uygun yarılanma süresi kadar bekletilmelidir.

-Organın uzaklaştırılması mümkün değilse, RKS gözetiminde ve radyasyon ölçümleri tekrarlanarak otopsi işlemi yapılmalıdır. Otopsi sırasında uzun penslerin kullanılması radyasyon maruziyetini azaltabilir.

5) Otopsi sonrası histopatoloji ve adli işlemler için alınacak materyaller, radyoaktif materyal olarak işaretlenmeli ve radyoaktif madde taşıma kurallarına uyulmalıdır (3,4,9,11).

**Yıkama ve kefenleme:** Dini işlemler ve bunun öncesindeki işlemlere yalnız ceset üzerindeki doz hızı belirlendikten sonra, RKS talimat ve planlamaları ile izin verilebilir. İşlemin sınırlı bir sürede ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için mesafe, zaman ve gerekiyorsa zırhlama kalınlığı belirlenebilir.

**Mumyalama:** IAEA'nın 63 sayılı direktifinde otopsi için belirtilen seviyeyi aşmayan durumlarda, mumyalama için özel önlemlerin gerekmediği bildirilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1. Cesette kabul edilir radyasyon doz limitleri (IAEA no: 63'ten uyarlandı) (8)**

Radyonüklid	Aktivite sınırları (MBq)		
	Otopsi/ mumyalama	Defin	Yakma
P-32	100 (IPEM)	2000 (IPEM)	30 (IPEM)
Sr-89	50 (IPEM)	2000 (IPEM)	20 (IPEM)
Y-90	200 (IPEM)	2000 (IPEM)	70 (IPEM)
I-131	10 (IPEM)	400 (IPEM)	400 (IPEM)
Au-198**	150 kolloidal 450 sealed		1000

\*IPEM: Institute of Physics and Engineering in Medicine, \*\*Avustralya, IAEA: International Atomic Energy Agency

Eğer cesette radyasyon ölüm değeri daha yüksek ise, o zaman mumyalama yapılmamalıdır. Ancak, eğer mumyalama gerekliyse RKS'ye danışılmalıdır (8,13).

Yakılma işlemleri radyasyon için kabul edilen sınıra ulaşınca yapılmalıdır. Cesedin imha edilmesiyle ilgili kararlar alındığında, merhumun ve ailesinin isteklerine karşı duyarlı olmak gerekir. Radyasyondan korunma nedeni ile bazı organların ayrı tutulma olasılığı göz önüne alındığında bu durum özellikle önemli olabilir (13,17). Cesedin yakılma işlemi sırasında aşağıdaki konulara dikkat edilmesi gerekir.

-Yakılma işlemi sonrası küllerin radyoaktif olduğu, külleri toplayacak ve muhafaza edecek kişilerde radyasyon maruziyeti olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

-Sr-89, Sm-153, I-131 tedavileri ile brakiterapide kullanılan ve yarı ömürleri uzun çekirdeklerin Ir-192, I-125, Pd-103, Cs-131 külde büyük  l de değişmeksizin kalacağı unutulmamalıdır (5,6,7,8,12,17).

-İmplantasyondan sonra ilk birkaç ay içinde ölüm gerçekleşti ise, vücutta halen radyoaktivite olduğu ve yakılma sonrası küllerde aktivitenin bulunacağı ve havaya karışacağı unutulmamalıdır. Bu durum, kremasyon görevlisi ve halkın solunum yoluyla radyasyon maruziyeti riskinin artmasına neden olacaktır. Yayınlanan  alışmalarda I-125 için 12 ay, Pd-103 için 3 ay bekleme s resinin gerektiği bildirilmektedir. Bu s relerden önce ölüm gerçekleşirse, özel ölümler yapılmalıdır (5,6,7,13,16).

-Radyoaktif küllerin saçılması en önemli konu olup, kremasyonun tedaviden kısa bir süre sonra gerçekleşmesi durumunda konteynırla temas doz hızı göz önüne alınmalıdır (8,13,17).

**Transport:** Bazı durumlarda radyoaktif tedaviyi takiben ölen hastaların defin için şehirler arası ve/veya ülkeler arası taşınması istenebilir. Bu durumda ceset üzerindeki radyoaktif madde miktarının define izin verilir düzeye düşmüş olması ve transport anında tabutun üzerine ölüm tarihi ve saati ile doz hızını belirten etiket yapıştırılması gerekir.  lkeler arası ve havayoluyla yapılacak taşımalarda doz hızı cesedin gönderileceği ülkenin standartlarına uygun olmalıdır. Gerekli radyasyon güvenliği önlemleri için RKS'den görüş ve öneri alınmalıdır (4,8,13).

## Sonuç

Radyoaktif ceset ile temas durumu varsa ölen kimsenin yakınlarının ve defin öncesi işlemlerle ilgili personelin radyasyon maruziyeti önemli olup RKS tarafından bilgilendirme yapılmalı ve gerekli korunma önlemleri alınmalıdır. Otopsi RKS gözetiminde radyasyon güvenlik önlemleri atında yapılmalıdır. Cesedin yok

edilme işlemi için cesetteki aktivite düzeyi kabul edilir sınıra inene dek beklenmelidir.

## Kaynaklar

1. Kalite Kontrol, Enstrümantasyon ve Radyasyon Güvenliği Komitesi Yönergesi. Bölüm III: Radyasyon Güvenliği. Turk J Nucl Med 2004;13:151-169.
2. Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği (R.G.: 24.3.2000/23999).
3. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (R.G.: 22.07.2005/25883).
4. Radyoaktif Maddenin Güvenli Taşınması Yönetmeliği (R.G.: 08.07.2005/25869).
5. Satoh T, Dokiya T, Yamanaka H, et al. Postmortem radiation safety and issues pertaining to permanent prostate seed implantation in Japan. Brachytherapy 2015;14:136-141.
6. Radiation safety aspects of brachytherapy for prostate cancer using permanently implanted sources. A report of ICRP Publication 98. Ann ICRP. 2005;35:iii-vi, 3-50.
7. Que W. Radiation safety issues regarding the cremation of the body of an I-125 prostate implant patient. J Appl Clin Med Phys 2001;2:174-177.
8. International Atomic Energy Agency, Release of Patients After Radionuclide Therapy, Safety Reports Series No. 63, IAEA, Vienna, 2009.
9. Singleton M, Start RD, Tindale W, et al. The radioactive autopsy: safe working practices. Histopathology 2007;51:289-304.
10. Schraml FV, Parr LF, Ghurani S, Silverman ED. Autopsy of a cadaver containing strontium-89-chloride. J Nucl Med 1997;38:380-382.
11. Wallace AB, Bush V. Management and autopsy of a radioactive cadaver. Australas Phys Eng Sci Med 1991;14:119-124.
12. Parthasarathy KL, Komerek M, Quain B, et al. Necropsy of a cadaver containing 50 mCi of sodium-131 iodide. J Nucl Med 1982;23:777-780.
13. Woods CM, DePaolo F, Whitaker RD. Guidelines for Handling Decedents Contaminated with Radioactive Materials (HHS/CDC, April 2007). <https://emergency.cdc.gov/radiation/pdf/radiation-decedent-guidelines.pdf>. Erişim tarihi 21.01.2019.
14. Greaves C, Tindale W. Radioiodine therapy: care of the helpless patient and handling of the radioactive corpse. J Radiol Prot 2001;21:381-392.
15. Godden TJ. Therapeutic uses of unsealed radionuclides, in Radiation Protection in Nuclear Medicine and Pathology (GOLDSTONE, K.E., MYERS, M.J., SIMPSON, A.E., Eds), IPEN, York (1991).
16. Satoh T, Yamanaka H, Yamashita T, et al. Deaths within 12 months after (125)I implantation for brachytherapy of prostate cancer: an investigation of radiation safety issues in Japan (2003-2010). Brachytherapy 2012;11:192-196.
17. Aerts MG. Cremation of corpses containing bone-seeking radionuclides following medical treatment. Paper presented at 10th Mtg of the International Society of Radiation Protection, Hiroshima, 2000.