



# Radyoaktif Madde veya Radyonüklid Tedavi Uygulanmış Hastanın Tıbbi Durumunda Değişiklik Olması Halinde Radyasyon Güvenliği Süreci: Acil Tıbbi Müdahaleler

## Medical Radiation Safety Process in Case of Changing Medical Condition of Patients Who Received Radionuclide Therapy or Radioactive Substances: Emergency Medical Procedures

Aslı Ayan<sup>1</sup>, Semra Dönmez<sup>1</sup>, Feray Aras<sup>2</sup>, Bengül Günalp<sup>1</sup>, Suna Kırac<sup>3</sup>, İnci Aliç Özasan<sup>4</sup>, Meral Değer<sup>5</sup>, Mustafa Demir<sup>6</sup>, Mehmet İnce<sup>7</sup>, Bilal Kovan<sup>8</sup>, Kamil Köseoğlu<sup>9</sup>, Leyla Poyraz<sup>8</sup>, Türkey Toklu<sup>10</sup>, Bağnu Uysal<sup>11</sup>, Nami Yeyin<sup>6</sup>

<sup>1</sup>T.C. Sağlık Bakanlığı Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Manisa, Türkiye

<sup>3</sup>Yakın Doğu Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Lefkoşa, KKTC

<sup>4</sup>Üsküdar Devlet Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, İstanbul, Türkiye

<sup>5</sup>Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, İstanbul, Türkiye

<sup>6</sup>İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>7</sup>Epsilon Elektronik, İstanbul, Türkiye

<sup>8</sup>İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>9</sup>Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

<sup>10</sup>Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>11</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

\*Altıncı ve sonraki sırada yer alan yazarlar soy ismi sırasına göre yazılmıştır.

### Öz

Radyoaktif hastanın tıbbi durumunun bozulması durumunda acil tıbbi hayat kurtarıcı prosedürlerin yapılması, tıbbi personelin maruz kalacağı radyasyon maruziyetinden önce gelmelidir. Bu nedenle radyasyondan korunma görevlisinin tavsiyeleri hızlıca alınmalı ve radyasyon korunma önlemleri uygun olarak yerine getirilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Radyoaktif hasta, acil durum, radyasyon güvenliği

### Abstract

In the event of a deterioration of radioactive patient's medical condition, the implementation of emergency medical life-saving procedures is more important than radiation exposure to medical personnel. For this reason, the advices of the radiation protection officer should be taken quickly and the radiation protection measures must be carried out appropriately.

**Keywords:** Radioactive patients, emergency, radiation safety

### Yazışma Adresi/Address for Correspondence

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

Tel.: +357 0392 675 10 00 E-posta: fskirac@yahoo.com

©Telif Hakkı 2016 Türkiye Nükleer Tıp Derneği / Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

## Giriş

Radyasyon uygulamaları, iyonlaştırıcı radyasyonun bilinçli ve kontrollü olarak kullanıldığı, yasal düzenlemelere tabii faaliyetlerdir. Bu düzenlemeler; mesleki, tıbbi ve toplum ışınlanmalarına karşı radyasyondan korunmanın ve radyoaktif kaynakların güvenliğinin sağlanmasına ilişkin kural ve standartları kapsar, radyasyonun güvenli kullanımına yönelik bilimsel, teknik ve idari gereklilikleri belirler.

## Nükleer Tıp Uygulamaları

Nükleer tıp uygulamaları, radyofarmasötik kullanılarak *in vivo* ve *in vitro* yöntemlerle hastalıkların tanı ve tedavisinin yapıldığı testlerdir. *In vitro* uygulamalar, canlıdan alınan kan, idrar gibi biyolojik örneklerin radyoaktif maddelerle işaretlenerek incelenmesini; *in vivo* uygulamalar ise radyoaktif kaynakların ağız, solunum veya damar yoluyla hastaya verilmesini takiben çeşitli görüntüleme yöntemleri kullanılarak incelenmesini ifade eder. Nükleer tıpta kullanılan radyoaktif maddeler, hastaya genellikle enjeksiyon yolu ile verilir. Tanısal çalışmalarda en çok kullanılan radyoizotoplar Tc-99m ve F-18 olmak üzere I-131, I-123, Tl-201, Ga-67 ve In-111'dir. Tablo 1'de tanısal işlemlerde en sık kullanılan radyofarmasötiklere ilişkin dışsal radyasyon maruziyet dozları özetlenmiştir (1,2,3).

Hastanede hastanın nükleer tıp biriminden servise taşınmasında görevli personel ile hasta arasındaki mesafe 0,5 m gibi oldukça yakın olup transfer aynı görevli tarafından yapıldığı takdirde 0,1 mSv/ay radyasyona maruz kalacaktır. Bartlett ve ark. tüm sintigrafi tipleri için radyasyon maruziyetinin <300 mikroSv (mikroSv/saat absorbe edilen doz hızı birimi; mR/saat iyonizan radyasyon dozu birimidir. Gama ışınları için 100 mR=1 mSv olarak kabul edilir) olduğunu rapor ettiler. Hastane

inde, yoğun bakım ünitesinde çalışan hemşirenin en yüksek doza miyokard çalışmaları veya pozitron emisyon tomografi görüntülemesi yapılmış hastadan maruz kaldığını (80 mikroSv'a dek/8 saat) bildirdiler (3). Maruziyet dozu enjeksiyondan sonra hastanın servise ulaşması için geçen süre ile bağlantılıdır. Nükleer tıp departmanından servise ne kadar geç ulaşırsa maruziyet düzeyi o kadar azalacaktır. Tanısal amaçlı radyonüklid uygulanmış hastaya herhangi bir nedenle ultrason yapılması gerekebilir. Bu durumda ultrason yapan hekim hasta ile çok yakın mesafede ve oldukça uzun süre temas halinde olacağından radyasyona maruz kalacaktır. Maksimum radyasyon maruziyetinin ultrason yapan kişinin el ve gonadlarına olduğu gösterilmiştir (sırası ile 0,33 ve 0,06 mSv). Patoloji laboratuvar çalışanları da radyonüklid uygulanmış hastanın örneklerinin çalışılması sırasında radyasyona maruz kalma riski altındadır. Enjeksiyondan sonra incelemeye dek geçen zaman maruziyet azaltılmasında önemlidir (1,2,3).

Tedavide kullanılan radyonüklidler için hasta vücudunda bulunan aktiviteye göre doz hızları Tablo 2'de verilmiştir. Genel kural hastadan 1 m uzaklıkta maksimum doz hızı 30 mikroSv/saat olduğunda taburcu edilmesidir (4,5,6). Tanısal veya tedavi amaçlı radyoaktif madde uygulanmış hastalarda herhangi bir nedenle acil müdahale gerektiği takdirde alınması gereken önlemler aşağıda maddeler halinde tartışılmıştır.

## Radyoaktif Madde Uygulanmış Hastada Acil Girişimsel İşlem / Acil Müdahale Sırasında Radyasyon Güvenliği Süreci

Radyasyondan korunma düşüncesi hasta için gerekli olan hayat kurtarıcı müdahalelerin yapılmasını önlememeli veya geciktirmemelidir. Radyoaktif hastaya müdahale yapılması gerektiğinde aşağıdaki önlemler alınmalıdır:

Tablo 1. Tanısal işlemlerde en sık kullanılan radyofarmasötiklerden işlem sonunda dışsal radyasyon maruziyet dozları

Radyofarmasötik	Birim akvite için maksimum maruziyet dozu	
	@ 1 m (mikroSv/saat/ MBq)	@ 2 m (mikroSv/saat/ MBq)
Tc-99m	0,01-0,06	----
F-18	0,08	0,03-0,04
I-123 (DatScan)	0,03	----
In-111	0,02-0,06	0,01
Tl-201	0,02	----
Ga-67	0,04	----
N-13	0,03	0,02

1. Radyoaktif madde uygulanmış hastaya acil müdahale gerektiği veya acilen operasyona alınması gerektiği zaman öncelikle hastane radyasyondan korunma sorumlusu (RKS) aranmalıdır (7).

2. Girişim ekibinde yer alan personel radyasyon güvenliği konusunda bilgilendirilmelidir.

a. Eksternal ışınlanmanın ve bulaşın yayılmasının en aza indirilmesi için işlem/operasyon prosedürleri RKS gözlemi altında modifiye edilmelidir.

b. İşlemin/operasyonun etkinliğini ve hızını etkilemeyecek şekilde radyasyondan koruyucu malzemeler kullanılabilir.

c. Eğer girişimsel işlem uzun sürecek ise, ekipteki personelin dönüşümlü çalışması gerekebilir.

d. RKS tarafından gerekli görülür ise, işleme katılan ekibin tümünün elektronik dozimetre ile monitörize edilmesi önerilir.

e. Müdahale/operasyon alanındaki kişi sayısı minimumda tutulmalı ve ekip müdahale odasında işlemi en kısa zaman sürecinde gerçekleştirecek şekilde çalışmalıdır.

f. İşlem alanında radyasyondan korunma önlemlerinin uygulanması ile radyoaktif bulaşın yayılması minimumda tutulabilir. Eldiven kullanılması (çift eldiven giyilmesi uygun olabilir) radyoaktif maddeler ile bulaş olmasını önleyecektir. Vücudun herhangi bir yerinde kesi veya eldivende delinme olursa deri ve/veya keside radyoaktif bulaş ortaya çıkacaktır. Bu durumda RKS gözetiminde dekontamasyon işlemi yapılmalıdır.

g. Patolojik muayene için gönderilen tüm örnekler bulaş yönünden monitörize edilmelidir. İşlemden kullanılan tüm araç ve gereçler radyoaktif atık işlemine tabi tutulmalıdır. RKS denetiminde radyoaktivite doz hızları ölçüldükten sonra, gereken yarı ömür kadar saklanmalıdır. Vücut doku, organ, sıvı örnekleri uygun

doz hızları ( $\leq 1 \mu\text{Sv/saat}$ ) gerçekleştiğinde bu atıklar tıbbi atık olarak değerlendirilerek, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde bertaraf edilmelidir (8).

### **Radyonüklid Tedavi Uygulanmış Hastada Acil Girişimsel İşlem / Acil Müdahale Sırasında Radyasyon Güvenliği Süreci**

Radyonüklid tedavi verilmiş hastanın tıbbi durumunun bozulması (örneğin; septik şok, pulmoner ödem, inme veya miyokard infarktüsü) halinde hastanın yoğun bakım ünitesine transferi gerekebilir. Acil tıbbi müdahale her zaman önceliklidir ve geciktirilmemelidir. Bununla birlikte, mümkün olan en kısa sürede radyasyondan korunma danışmanı veya RKS'nun gerekli olan önlemleri alması sağlanmalıdır (7). Bu bilgiye hastane radyasyon güvenliği komitesi (RGK) sorumlusu veya Nükleer Tıp Bölümü RKS'ndan ulaşılabilir. Yoğun bakım ünitelerinde hastalar birbirine yakın olarak yatmakta olup bir zırlama yoktur. Bu durumda radyonüklid tedavi verilmiş hastanın diğer hastalara veya tıbbi personele radyasyon maruziyeti oluşturma potansiyeli vardır. Hastanın transferi sırasında veya transfer öncesinde en kısa zamanda nükleer tıp hekimine ve RKS'na haber verilmelidir. RKS diğer hastalar ve tıbbi personelin maruz kalacağı dozun azaltılması için taşınabilir (portabl) kurşun paravan kullanılmasının, özel personel radyasyon maruziyetinin izlenmesinin (monitörizasyonunun) ve Radyasyondan Korunma için Optimizasyon (ALARA) prensibine göre spesifik radyasyon güvenliği önlemlerinin alınmasının gerekli olup olmadığına karar verir (4,7,9).

### **Acil Tıbbi İşlemler**

Hayat kurtarıcı müdahaleler tıbbi personel tarafından alınacak radyasyon dozu düşüncesinden önde gelmelidir.

**Tablo 2. Tedavi amaçlı en sık kullanılan radyofarmasötiklerden kaynaklanan dışsal radyasyon maruziyet dozları (1,5,6)**

Radyofarmasötik	Hastadaki aktivite miktarı (MBq)	Maruziyet dozu @ 1 m (mikroSv/saat)
		600
I-131	7400	25
Lu-177	5140	10
Y-90	4000	25
Re-188	2400	200
In-111	3700	25
Sm-153 EDTMP	3,5	0,17
Ra-223	3500	210

EDTMP: Etilen diamin tetra metilen fosfonik asit

Bu, özellikle yüksek miktarda radyoaktivite içeren tedavi hastaları için önemlidir. Hastanın acil bakım ünitesine alınması durumunda (örneğin; inme, koma gelişmesi), radyoaktif bulaşı önlemeye ve eksternal (dışsal) ışınlanmayı en az düzeyde tutmaya yönelik olarak aşağıda maddeler halinde tanımlanmış önlemler alınmalıdır. Radyonüklid tedavi almış hastanın RKS tarafından ölçülen radyasyon dozu bir metrede 30 mikroSv/saat (3 mR/saat) ve üzerinde olduğu takdirde bu önlemlere başvurulmalıdır. Belirtilen doz, radyonüklid tedavi almış hasta için vücudunda bulunan radyoaktif maddeden kaynaklanan kabul edilen taburcu edilebilirlik dışsal radyasyon doz sınırı değeridir (4,5,7,9).

Tıbbi personel hastanın ağız ve vücut salgıları ile doğrudan temastan kaçınmalıdır. Tüm acil müdahale ekibi radyoaktif bulaştan korunma amacı ile eldiven giymelidir. Radyoaktif hastalar ile nasıl ilgilenileceği konusunda tıbbi personel hastane RGK veya ilgili birim RKS tarafından bilgilendirilmeli ve periyodik olarak hizmet içi eğitimler verilmelidir. Periyodik olarak prosedürlerin provasının yapılması önerilir (4,5).

### Acil Birimlerinde Görevli Sağlık Personelinin Radyasyondan Korunması için Uyulması Gereken Kurallar:

1. Radyonüklid tedavi uygulanmış bir hastaya acil müdahale gerektiği takdirde öncelikle RKS aranmalıdır.
2. RKS tarafından hastanın bulunduğu yerden Geiger-Müller cihazı ile ölçüm yapılarak doz hızları hesaplanmalı, koğuş şeklinde kalınan yoğun bakım ünitelerinde, hastanın kalacağı süreler göz önünde bulundurularak, radyasyon görevlisi olmayan kişilerin doz sınırını aşmaması için hasta-hasta mesafesi (en az 1 m), sağlık personelinin radyoaktif hasta yanında bulunma süreleri belirlenmelidir (2,3,5,7).
3. Anlık ve kümülatif dozların ölçümü için elektronik personel dozimetrelerinin RKS tarafından ilgili kişilere verilmesi ve kayıtlarının tutulması gerekir.
4. Radyoaktif hastanın bulunduğu yatak ve/veya oda çevresi denetimli radyasyon alanı olarak işaretlenmelidir.
5. İşlem bitiminde hasta için kullanılan kateter, enjektör, gazlı bez, infüzyon setleri varsa yiyecek-içecek atıkları, idrar sondaları, kullanılan çarşaf ve nevresimler radyoaktif atık kabul edilerek RKS'nun denetiminde radyoaktif atık deposuna gönderilmelidir.
  - a. Olası radyoaktif bulaşı mümkün olduğunca engellemek amacıyla hastaya idrar kateteri takılmalıdır. İdrar kateterinin takılması sırasında çevreye bulaş olmaması için mutlaka koruyucu örtü kullanılmalıdır.

b. Torbada biriken idrar, çevreye ışımayı ve bulaşı engellemek için kurşun korumalı veya muadili sızdırmayan malzemeden yapılmış atık modülünde bekletilmelidir.

c. Dolan idrar torbası yeni idrar torbası ile değiştirilmelidir. İdrar torbası seçiminde boşaltma vidası olmayan tek kullanımlık torbalar tercih edilmeli, eğer bulunamıyorsa boşaltma vidasının sıkı kapalı olduğundan emin olunmalıdır.

d. İdrar ve benzeri atıklar radyoaktif atık işlemine tabi tutulmalı; RKS denetiminde radyoaktivite doz hızları ölçüldükten sonra, radyoaktif maddenin yarı ömrüne göre uygun süre saklanmalıdır. Uygun doz hızları ( $\leq 1$   $\mu$ Sv/saat) gerçekleştiğinde bu atıklar tıbbi atık olarak değerlendirilerek, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde bertaraf edilmelidir (8).

6. Hasta kaynaklı kan, gaita, idrar vb. ile bulaş olması durumunda, Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği'ne göre, RKS denetiminde gerekli ölçümler yapılmalı ve bulaş temizleme işlemleri uygulanmalıdır (7).

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Makalemiz için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

### Kaynaklar

1. Mountford P.J, O'Doherty M.J. Exposure of critical groups to nuclear medicine patients. Appl Radiat Isot 1999;50:89-111.
2. Sudbrock F, Boldt F, Kobe C, Eschner W, Schicha H. Radiation exposure in the environment of patients after application of radiopharmaceuticals. Part 1: Diagnostic procedures. Nuklearmedizin 2008;47:267-274.
3. Bartlett M.L. Estimated dose from diagnostic nuclear medicine patients to people outside the Nuclear Medicine department. Radiat Prot Dosimetry 2013;157:44-52.
4. International Atomic Energy Agency, Release of Patients After Radionuclide Therapy, Safety Reports Series No. 63, IAEA, Vienna, 2009.
5. Radyonüklid Tedavisi Gören Hastaların Taburcu Edilmesine İlişkin Kılavuz. RSGD-KLV-009. TAEK, Ankara, 14 Kasım 2016.
6. McCann J.W, Larkin A.M, Martino L.J, Eschelman D.J, Gonsalves C.F, Brown D.B. Radiation emission from patients treated with selective hepatic radioembolization using yttrium-90 microspheres: are contact restrictions necessary? J Vasc Interv Radiol 2012;23:661-667.
7. Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği (R.G.: 24.3.2000/23999)
8. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (R.G.: 22.07.2005/25883)
9. Bailey D.L, Humm J.L, Todd-Pokropek A, van Aswegen A. Nuclear Medicine Physics: A Handbook for Teachers and Students. Dauer LT, Chapter 20. Management of therapy patients. © IAEA, 2014, STI/PUB/1617