

NÜKLEER SAVAŞ AJANLARI

Uzm. Dr. Mahir KUNT*, Uzm. Dr. Doğaç Niyazi ÖZÜÇELİK*,
Dr. Şebnem BOZKURT*, Dr. Evvah KARAKILIÇ*,

*Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Tıp Anabilim Dalı, Ankara.

ÖZET

Radyasyon yaralanmaları, barış durumunda oldukça seyrek görülen bir durumdur. Dolayısıyla tanıda öncelikle bu durumdan şüphelenmek gerekmektedir. Aralık 1998'de İstanbul, İkitelli'de 10 kişilik bir hurdacı ailesi radyasyon yaralanması ile karşı karşıya kalmışlardır. Bu aile üyelerinin şikayetlerinin radyasyondan dolayı olduğunu anlaşılması için yaklaşık 1 ay geçmiştir. Yakın çevremizdeki ülkelerde nükleer silahların olması ve 1986 yılında komşumuz Ukrayna'da yaşanan Çernobil felaketi Türkiye'nin de nükleer tehlike ile karşı karşıya olabileceğini göstermektedir. Öyleyse tüm doktorların ve de bu tip hastaların ilk başvuracağı yerlerin muhtemelen acil servisler olacağını düşünürsek, acil tıp hekimlerinin bu konuda yeteri kadar bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Bu yazıda günümüzde karşılaşılan ve nükleer savaş ajanları sınıfına giren etkenler ve oluşturdukları hastalıklarla ilgili acil yaklaşım bilgileri özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nükleer savaş ajanları, akut radyasyon sendromu.

SUMMARY

Radiation injuries may occur in wartime as well as peacetime. In 1998, 10 family members of a scrap metal dealer suffered from radiation illness which developed over the course of one month before the symptoms and signs were attributed correctly to a radioactive source. Radioactive materials in domestic industries as well as in the nearby nuclear power plants of nearby neighbors (Chernobyl in 1986) make knowledge of exposures essential for emergency physicians, who often are the first to see these patients. In this article, we summarize the effects of radiation and radioactive compounds and appropriate treatment strategies.

Key Words: Nuclear warfare agents, acute radiation syndrome

NÜKLEER SAVAŞ AJANLARI

Elektromanyetik radyasyon uzun dalga boyları, düşük frekanslar ve düşük enerjili "iyonize olmayan radyasyon"dan, kısa dalga boylu, yüksek frekanslı ve yüksek enerji içeren ve enerjisini etrafa verebilen "iyonize radyasyon"u kapsayan geniş bir spektrum içindedir. İyonize olmayan radyasyon kaynakları arasında morötesi ışınlar, görünen ışık, kızıl ötesi ışınlar, mikrodalgalar ve radyo dalgalarını, iyonize radyasyon kaynakları arasında gamma ve X ışınlarını sayabiliriz (1-5).

İyonize radyasyonun biyolojik etkisi genellikle hücre düzeyindedir. Hücre içindeki DNA ve diğer makro moleküller doğrudan radyasyon tarafından iyonize edilebilir veya hücre sıvısı iyonize edilip, içinde reaktif serbest radikaller oluşturularak dolaylı yoldan zarara yol açabilir (1,4,6). Düşük düzeyde radyasyon hücrenin mitotik kapasitesini bozarak çoğalmasını önleyebilir. Yüksek düzeyde radyasyon ise hücreyi hemen öldürebilir. Erken evrede radyasyon etkisi kan hücreleri gibi kısa ömürlü hücrelerde görülür. Uzun ömürlü, örneğin göz hücreleri gibi hücrelerde radyasyon etkisinin görülmesi yıllar alabilir (1,5-8).

İyonize Radyasyonu 4 tipe ayırabiliriz. Alfa, Beta, Gamma ve nötronlar. X ışınları da elektro manyetik radyasyonun başka bir şeklidir(3,4) (Tablo 1). Yukarıda sayılan radyasyon tiplerinin biyolojik etkisi kütle, yük ve sahip oldukları enerjiye bağlı olarak değişir. Linear Energy Transfer (LET) radyasyonun bir maddeyi geçerken yaydığı enerji miktarıdır. Genellikle partikül radyasyon yüksek, elektromanyetik radyasyon yüksek bir LET değerine sahiptir. Yüksek LET değerine sahip radyasyon madde içinde fazla ilerleyemez ve az tehlikelidir, ama internal kontaminasyon durumunda tehlike potansiyeli artar. Düşük LET değerli radyasyon organ ve dokular içinde ilerler ve ciddi patolojik zarar yapabilir, ve nötronlar yüksek LET değerine ve X ışınları ise yüksek LET değerine sahiptir (1,2,4).

Radyasyon Düzey Ölçümü ve Birimleri:

Radyasyon düzeyi; aktivitesine, maruz kalıma veya doza göre ölçülebilir (Tablo 2). Konvansiyonel sistem ölçüleri curie, roentgen, rad ve rem'dir. Uluslararası Sistem (SI) ölçüleri ise becquerel, gray ve sievert'tir. Bugün daha çok SI birimleri daha yaygın olarak kullanılmaktadır (1,2,4).

Body burden (vücut yüklemesi): Internal radyasyonun ölçüsüdür. Vücut içindeki depo edilen radyoaktif materyal hakkında bilgi verir.

MPBB (Max Permitted Body Burden): "Maksimum izin verilen vücut yüklenmesi" ise çalışma hayatı boyunca bir tehlike yaratmayacak radyasyon miktarını ifade eder.

Aktivite: Radyoaktif materyalin aktivite durumunu belirtir. Bu üniteler radyoaktif bozulum hızını veya her saniyede olan ayrılmayı belirtir.

Maruziyet: X veya gama radyasyonun havadaki iyonizasyonunu verir.

Absorbe Edilen Doz: Absorbe edilen dozu ölçer.

Doz ekivalanı: Çeşitli radyasyon tiplerinin ortak ölçüm birimidir. Bu ölçüm birimi çeşitli radyasyon biçimlerinin vücutta yaptığı biyolojik etkilere göre ölçümüdür.

İçeri Alınan Radyasyon: Vücut içerisinde depolanan radyoaktif maddelerin yaydığı radyasyon miktarını ifade eder.

Radyasyon izleme aygıtları (Tablo 3) dozimetreler ve surveymetreler olarak ikiye ayrılır (2,4). Dozimetreler kişilerin elbiselerinin üst kısmında taşıdığı ve toplam alınan dozu ölçen aletlerdir. Surveymetreler ise bir alanda belli bir sürede ölçülen radyasyon miktarını ölçen aletlerdir.

Radyasyon yaralanmaları:

1. Eksternal ışınlanma: tüm vücut veya vücudun bir kısmı
2. Radyoaktif maddelerle kontaminasyon
 - a. Eksternal (deri üzerine bulaşmış)
 - b. İnternal (solunmuş, yutulmuş, deriden emilmiş veya yaralar yoluyla geçmiştir)
3. İnkorporasyon: Radyoaktif maddelerin vücuda alınması
4. Kombine Radyasyon Yaralanmaları: Yukarıda sayılan yolların bir araya gelmesi ve travma etkisi

ile daha karmaşık hale gelmiştir (1,3-6).

Akut Radyasyon Sendromu:

Vücutunun tamamının 100 rad'dan radyasyonla ışınlanması sonrası gelişen bulgu ve semptomlar bütünüdür. Dört evresi vardır (1,3-6) :

1. Prodromal Evre: İlk 48-72 saat içinde oluşur ve bulantı, kusma ve iştahsızlıkla karakterizedir. 500 rad'ın altındaki dozlarda 2-4 gün sonra kaybolur.
2. Geç Evre: Prodromal evreyi takip eder ve 2-2,5 hafta sürer. Bu süreçte kemik iliği tutulumu sebebiyle beyaz küre ve trombosit sayısı düşer. Bu süre doz miktarı ile ters orantılı olarak değişir.
3. Hastalık Evresi: Hastalığın bütün belirtilerinin oluştuğu evredir.
4. İyileşme ya da Ölüm Evresi: Haftalar veya aylar sürebilir.

Klinik semptomlar:

Gastrointestinal Sistem: Radyasyon>600 Rad ve üzerinde ise çıkar. Bağırsak bazal membranında hasar, ilk 2-4 saatte bulantı ve kusma, ishal gelişebilir. Sepsis ve fırsatçı enfeksiyonlar olabilir. 10 gün içinde ölüme yol açabilecek kadar ağır kanlı ishale dönebilir (1,3,4,6,9).

Tablo 1: Radyasyon Tipleri

Tip	Kütle (AKB)	Yük	Penetrasyon	Kalkan	Zarar verme şekli	Kaynak
Alfa (α)	4	+2	Havada bir kaç cm	Kağıt, derinin keratin tabakası	Sadece internal kontaminasyon (plütonyum)	Transuranc elementler
Beta(β)	1/200	-1	Deri içine 8cm	Elbiseler	Deri ve internal kontaminasyon	Bir çok radyoizotop β partikül bırakmasının ardından γ ışınması yapar
Nötron (γ)	1	0	Değişken	Bol hidrojen içeren materyal	Tüm vücut ışınlanması	Nükleer silah patlaması veya nükleer santral kazaları
Gama (γ)	0	0	Doku içinde bir kaç cm	Kalın kurşun	Tüm vücut ışınlanması	Bir çok radyoizotop β partikül bırakmasının ardından γ ışınması yapar

AKB:Atomik kütle birimi

Tablo 2: Radyasyon Ölçü Birimleri

Tanım	Konvansiyonel Ölçü Birimleri	SI ölçü Birimleri	Çevirme
Aktivite (disintegration per second=dps) 1 Ci=3,7x10 ¹⁰ dps. 1Bq=1 dps	Curie(Ci)	Becquerel(Bq)	1 Bq=2,7x10 ⁻¹¹ Ci 1 Ci=3,7x10 ¹⁰ Bq
Maruziyet	Roentgen (R)	coul/kg	1 R=2,58x10 ⁻⁴ coul/kg
Absorbe Edilen Doz	Rad (r)	Gray (Gy)	1 rad=0,01 Gy
Absorbe edilen dozu ölçer	Rem	Sievert (Sv)	1 Gy=100 rad 1 Rem= 0,01 Sv
Doz ekivalanı			1 Sv= 100 Rem
İçeri Alınan Radyasyon	Body burden	Karşılığı yok	

Santral Sinir Sistemi: 1000 rad üzeri radyasyon dozları sonrası görülür. Mikrovasküler sızıntılar ve ödem dolayısıyla kafa içi basınç artar. Saatler içinde ölüm oluşur (1,3,4,6).

Hematopietik Sistem: 150-200 rad üzerinde görülür. Genelde birkaç saat içinde başlayan prodromal semptomlar 48 saat içinde biter. İlk bulgusu lenfosit sayısındaki ani düşmedir. İlk 48 saatteki lenfosit sayısı prognoz göstergesidir. $1200/cm^3$ den az olan lenfosit sayısı kötü prognoza işaret eder (1,3,4,6).

Tedavi, destek tedavisi şeklindedir. Eksik olan yerine konmalıdır. Bazı radyoaktif maddelerle internal kontaminasyon oluşmuşsa tedavi için antidotlar verilebilir (4) (Tablo 4).

Hastane Öncesi Hazırlık:

Her hastanenin radyoaktif felaketlere karşı bir hazırlık planı olmalıdır ve yazılı hale getirilmelidir. Hastane acil servislerinde radyasyon kazalarından etkilenmiş insanlar için özel ekip ve ekipmanlar bulundurulmalıdır (2,4). Kaza yeri güvenlik ve kirlilik miktarı açısından radyasyon ölçüm cihazları ile taranmalıdır.

Kaza yerine ulaşan kurtarma grubunun mutlaka toplaması gereken öncelikli bilgiler:

1. Kaza durumunun tanımlanması
2. Kurban sayısı
3. Kurbanların sağlık durumları ve yaraları
4. Maruz kalmanın şekli: ışınlanma, eksternal kontaminasyon, internal kontaminasyon

5. Radyoaktif materyalin tanımlanması
6. Maruz kalınan korozif veya kimyasal toksik maddelerin tanımlanması (4,10).

Kaza yerine ilk ulaşan sağlık personelinin dikkat etmesi gerekenler:

1. Bütün eşyaların ve personelin kontamine olduğunu varsayılmalıdır.
2. Radyoaktif maddeden rüzgarın ters yönünde en az 0,5 m uzakta durulmalıdır. (nükleer patlama olmuşsa > 60 m)
3. Radyolojik araştırma yapılmalıdır.
4. Yardıma gelen bütün personel dozimetre taşımaktadır.
5. Kişisel korunma sağlanmadan kurtarma çalışmalarına geçilmemelidir.
6. Kurbanları radyoaktif alandan uzaklaştırmak gereklidir.
7. Mümkün olan en hızlı şekilde hastalar immobilize edilmelidir.
8. Eşlik eden travmalar düşünülmelidir.
9. Radyasyonun yüksek olduğu bölgede sadece hayat kurtarıcı işlemlerin gerçekleştirilmesi gereklidir.
10. Radyoaktif alanda geçirilen zaman mümkün olduğu kadar kısa tutulmalıdır.
 - a. Gruplar oluşturup, grupların değişimi yoluyla
 - b. Hızlı erişim ve boşaltma yoluyla (4,10).

Tablo 3: Radyasyon Ölçüm Cihazları

Cihaz Türü	Cihaz	Ölçüm Yapılan Radyasyon	Kaydedilen Ölçüm Birimi
Dozimetre	TLD veya film rozet	Beta, X ve Gama toplam dozu	Rem veya sievert
Dozimetre	Cep dozimetresi	X ve Gama toplam dozu	mR
Surveymetre	GM tüp	Beta, X ve Gama düşük maruziyet miktarı	cpm
Surveymetre	İyon odası	X ve Gama yüksek maruziyet miktarı	mR/sa

TLD: Thermoluminesant dosimeter, mR: miliroentgen, GM: Geiger Müller, cpm: cycle per minute(dakikadaki siklus)

Tablo 4: Radyoaktif maddeler ve antidotları

Radyonuklid	Primer Giriş Yolu	Esas Etki Alanı	Tedavi Mekanizması	İlaç	Veriliş Şekli
I - 131	Solunum Oral, Deri	Tiroid	Tiroid uptake'ni bozar	KI	Oral: 390 mg/gün 7-14 gün
Pu - 239	Solunum Oral, Deri	Kemik Karaciğer Akciğerler	Şelazyon Atılımı artırma	DTPA	1 gr/gün 5 gün, IV: 1 g 250 cc SF veya % 5 DX içinde 30 dakikada Aerosol: 1 g nebül içinde 15-20 dakikada
H - 3	Solunum Oral, Deri	Bütün vücut dozu	İzotopik dilüsyon Atılımı Arttırma	Su	Oral: 3-4 L/gün 2 hafta
C - 137	Solunum Oral	Bütün vücut dozu	Mobilizasyon GI alımı azaltma	Ferric Ferro Cyanide (Prusya Mavisı)	Oral: 1 g 100-200 ml su içinde günde 3 kez

Hastane - Acil Servis Hazırlığı:

1. Acil servise ayrı ve kontrollü girişin çok hızlı bir şekilde hazırlanmalıdır.
2. Dekontaminasyon ve tedavi için diğer hastane trafiğinin uğramayacağı Acil Radyasyon Alanı (ARA) diye adlandırılan bir alanın hazırlanmalıdır.
3. Gebe olan veya ihtiyaç dışı hastane personelinin ve ihtiyaç dışı malzeme ARA'dan çıkartılmalıdır.
4. Önceden hazırlanmış malzeme ve acil kitleri ARA yakınında bir yere depolanmalıdır.
5. Hava yolu ile kirlenme varsa havalandırma sistemi kapatılmalıdır.
6. Kirli ve temiz alanlar arasındaki sınır kesin bir şekilde çizilmelidir.
 - a. Radyasyon uyarı işaretleri asılmalıdır.
 - b. ARA'nın ambulans girişine giden yol halatlarla ayrılmalıdır.
 - c. Yerler kaygan olamayan plastikle kaplanmalıdır.
 - d. ARA giriş ve çıkışı için bir kontrol noktası belirlenmelidir (4,9,11).

Hasta kabul etme ve değerlendirme :

1. Acil servis çalışanları kişisel koruyucu elbiselerini ve dozimetrelerini takmış olarak hazır olmalıdır.
 - a. Standart donanım suya dayanıklı uygun materyalden yapılmış koruyucu elbise, önlükler, ayakkabı kılıfları, cerrahi başlık ve maske, göz koruması, iki çift lateks eldiven
 - b. İçteki eldivenler bileğe yapıştırmalı, dıştaki eldiven kirlendikçe değiştirilmelidir.
 - c. Dozimetreler en dıştaki elbisenin gövde bölgesine yerleştirilmelidir.
2. Acil Ekibi ambulans girişinde hastaları karşılamalı, eğer hasta tıbbi açıdan stabil ise hasta temiz bir sedye ile hastane içine alınmalıdır.
3. Bütün kontamine elbise ve diğer malzemeler plastik çanta veya taşıyıcılar içine alınmalı ve etiketlenmelidir.
4. ARA'dan hiçbir materyal veya kişi sorumlu kişi temiz olduğuna karar vermeden ayrılmamalıdır.
5. Acil CT veya cerrahi gerekiyorsa dekontamine etmeden hasta ilgili yere alınmalıdır (3,4,6,9,10).

Dekontaminasyon :

1. Hastanın elbiseleri çıkartılmalıdır.
2. Hasta yıkanmalıdır.
3. Hastanın kontaminasyonu takip edilmeli ve yerleri kaydedilmelidir.
4. Yaraları ve vücuttaki delikleri öncelikli dekontamine edilmelidir.
5. Pamuklu çubukla vücuttaki deliklerden sürüntü yaparak örnek toplanmalıdır.
6. Deri kontaminasyonlarını bol suyla ama nazik irigasyonla temizlenmelidir. Ağır kontaminasyon

durumları hariç basınçlı suyla duş yaptırılmamalıdır.

7. Her dekontaminasyondan sonra hasta tekrar incelenmelidir. (1,3,4,6).

Önemli noktalar :

- Radyasyon alanında mümkün olduğu kadar az zaman harcanmalı.
- Koruyucu elbiseler giyerek ve kurbanları dekontamine ederek kurtarıcı çok az radyasyona maruz kalmalı.
- Radyasyon kaynağından maksimum uzaklıkta bulunulmalı.
- Radyasyonla kirlenmiş alanda bulunma süresi sınırlanmalı.
- Erken çıkan semptomlar maruz kalan radyasyonun fazla olduğunun göstergesidir (1,4,6).

Kaynaklar:

1. Hahn SM, Glatstein E: Radiation Injury. In: Braunwald E ed. Harrison's Principle of Internal Medicine on CD. 2001, 15th edition, Mc Graw Hill chap. 394.
2. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. Erişim: 30/6/2003.
3. Malkovichk M: Radiation Injuries. In: Rosen P, Barkin R, Danzl DF, eds. Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practise. 4th ed. St. Louis: Mosby; 1998; pp 1066-1074.
4. Piggot P: Radiation Injuries. In: Tintinalli JE, Kelen GD, Stapczynski JS, eds. Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide. 1999, 5th ed. North Carolina: McGraw-Hill; pp. 1306-1312.
5. Wolf SE, Herndon DN :Burns and Radiation Injuries In: Trauma Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE eds. 1999, 4th edition McGraw-Hill; pp. 1137-52
6. Mettler FA, Voelz GL. Major Radiation Exposure -What to Expect and How to Respond N Engl J Med 2001 346:1554-1561.
7. Baranov A., Gale R. P., Guskova A., Piatkin E., Selidovkin G., Muravyova L., Champlin R. E., Danilova N., Yevseeva L., Petrosyan L.: Bone marrow transplantation after the Chernobyl nuclear accident. N Engl J Med 1989; 321:205-212.
8. Gale RP: The role of bone marrow transplantation following nuclear accidents. Bone Marrow Transplant. 1987 Jun;2(1):1-6.
9. RajeevVasudeva, Intestinal Radiation Injury <http://www.emedicine.com/med/topic1184.htm> Erişim:3/7/2003.
10. <http://www.orau.gov/reacts/care.htm#emergcare> Erişim:10/3/2001.
11. Leonard RB, Ricks RC: Emergency department radiation accident protocol. Ann Emerg Med 1980 9:462-470.