



Nükleer-Radyolojik Acillerde Tıbbi Triyaj

Medical Triage in Nuclear-Radiological Emergency

Alper Özgür Karaçalıoğlu

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz

Radyolojik ve nükleer aciller, radyoaktif bir kaynağın bir şekilde kontrol dışı kalmasıyla kişi veya kişilerin belirli bir süre bu kaynağa maruz kalmalarından, radyoaktif maddeler ile kontamine olmuş konvansiyonel bomba (kirli bomba) patlamasına, nükleer santral kazalarına ya da nükleer bir patlama sonrası kitlesel kayıplardan sağ kurtulanlara kadar değişiklik gösterebilir. Bu kriz durumunda, ilk tıbbi yardım, ilk triyaj, dekontaminasyon ve ikinci triyaj genelde izlenen ilk yardım yaklaşım yöntemleridir. Triyaj, kelime anlamı olarak, tıbbi yardım önceliğine göre hasta veya yaralıların sınıflandırılması ve ileri tıbbi bakım sağlanacak birimlere nakledilmesidir. Acil ve önemli olan ise radyolojik-nükleer bir acil duruma maruz kalmış kazazedelerde radyasyon dışında eşlik eden biyolojik yaralanmaların olup olmadığıdır. Çünkü kazazedelerin erken dönemde hayatta kalma oranlarını öncelikle bu eşlik eden biyolojik yaralanmaların varlığı, niteliği ve ciddiyeti belirler. Bu nedenle kazazedelerin iç veya dış bulaşma varlığı dikkate alınmadan önce hayat kurtarıcı eylemlerin öncelikle solunum ve dolaşımın devamının sağlanması ve ekstremiteler koruyucu tedbirlerin alınması önemlidir. Radyasyon dedektörleri ile ortamın ve kazazedelerin üzerlerindeki radyasyon düzeyleri ölçülür ve aktivite saptanırsa bunu kazazedelerin dekontaminasyon süreci izler. Daha sonra kazazedeler ilk yardım merkezine nakledilirler. Bu tip olaylarda olaya müdahale eden ilk yardım görevlilerinin maruz kaldığı doz düzeyi önemlidir. Bunu en aza indirmek için, her ne kadar fiziksel aktiviteyi kısıtlasa da, bulaşma olmuş bölgeye giden ilk müdahale ekipleri solunum deri ve gözlerini korumak için koruyucu donanımı giymek zorundadır. Aslında böyle bir krizi başarılı yönetmenin tek yolu böyle potansiyel bir krizi önceden görüp hazırlık yapmak ve tedbir almaktır.

Anahtar Kelimeler: Nükleer acil, radyolojik acil, triyaj

Abstract

Radiological and nuclear emergency situations vary from person or people exposing to uncontrolled radioactive source for a while to victims from a mass loss after detonation of a conventional bomb contaminated with radioactive materials (dirty bomb), accident in nuclear reactor plant or detonation of a nuclear bomb. First aid approach methods, which should be followed, are first medical aid, first triage, decontamination and second triage of the victims in this kind of crisis. Triage is, literally, the classification of patients or injured persons according to the priority of medical aid and the transfer to advanced medical care units. What urgent and important is that whether there are accompanying biological injuries other than radiation in accidents that have been exposed to a radiological-nuclear emergency. Because the existence, nature and severity of these accompanying biological injuries primarily determine the early survival rates of casualties. For this reason, it is important to take into account life saving actions. Therefore ensuring continuation of the respiration and circulation, and extremity protective measures should be performed before taking into consideration the existence of internal or external contamination of a victim. The radiation levels in the environment and on the victims are measured by radiation detectors and when the activity is detected, decontamination process of the victims is followed. The victims are then transferred to the first aid center. The level of dose to which first aid workers are exposed in such events is important. Although the physical activity is restricted, the first aid teams who go to the contaminated area have to wear protective equipment to protect the respiratory skin and eyes to minimize the exposed dose. In fact, the only way to manage successfully a potential crisis like this is to foresee and to take precautions for preparation.

Keywords: Nuclear emergency, radiological emergency, triage

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Dr. Alper Özgür Karaçalıoğlu, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: aokaracali@yahoo.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0003-2683-804X

©Telif Hakkı 2017 Türkiye Nükleer Tıp Derneği / Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

Giriş

Radyolojik ve nükleer aciller, radyoaktif bir kaynağın bir şekilde kontrol dışı kalmasıyla kişi veya kişilerin belirli bir süre bu kaynağa maruz kalmalarından, radyoaktif maddeler ile kontamine olmuş konvansiyonel bomba (kirli bomba) patlamasına, nükleer santral kazalarına ya da nükleer bir patlama sonrası kitlesel kayıplardan sağ kurtulanlara kadar değişkenlik gösterebilir. Maruz kalınan radyoaktif kaynağın dozu bir milikürden milyonlarca miliküriye kadar değişebilir. Ayrıca bu radyoaktif kaynakların etki alanları, iridyum-192 gibi sınırlı bir bölgede etkili iken, bir nükleer santral kazası ya da nükleer bir patlama sonrası, nükleer serpinti ve atmosfer olayları nedeniyle çok geniş alanlara kadar yayılabilir. Canlıların radyasyondan zarar görme olasılıkları zamanın bir fonksiyonu olduğu için maruz kalınan süre de çok önemlidir ve anlık etkilenmeden saatlere kadar değişkenlik gösterebilir. Yine böyle bir radyoaktif kaynağa canlıların maruz kalma şekilleri ile iç ve dış bulaşmanın varlığı alınan dozlar açısından belirleyicidir. Dolayısı ile olaya müdahale edecek ilk yardım personelinin bu konularda bilgilendirilmesi, nasıl bir yaralı veya kazazede ile karşılaşacakları hakkında bilgi verirken böyle bir süreçte tahmini ne kadar bir doza maruz kalacakları ve almaları gereken önlemler açısından da hayati önem arz eder. Radyolojik ve nükleer aciller, bir kişiyi, grubu veya daha büyük kitleleri etkileyebildiğinden, etkilenen sayısı arttıkça tıbbi yardım açısından öncelik belirleme ve nakil, kısıtlı tıbbi olanakların uygun kullanımı açısından büyük önem arz eder. Bu nedenle bu tip olayların saptanması, niteliğinin belirlenmesi ve sonrasında izlem önemli aşamalarıdır. Aslında böyle bir krizi başarılı yönetmenin tek yolu böyle potansiyel bir krizi önceden görüp hazırlık yapmak ve tedbir almaktır (1,2). Dolayısı ile böylesi potansiyel bir krizde, ilk müdahale, komuta kontrol ve dekontaminasyonda görev alacak kadroların önceden belirlenmesi, eğitim ve tatbikatların yapılması, gerekli donanımların önceden temin edilmesi ve kolay ulaşılabilir bir yerde muhafazası, tahliye zincirinin planlanması, en az zararlı olayın üstesinden gelinmesi açısından çok önemlidir (3). Hatta halkı da içine alacak büyük tatbikatlar böyle bir krize karşı hazırlıklı olmak açısından da faydalı olabilir (4). Dolayısı ile hazırlanacak planlar, personel ve kaynak yönetimini, ilk müdahale timlerinin sağlık ve emniyetlerinin korunmasını ve iletişim konularını içermesi gerekmektedir.

Her ne kadar acil koşullarda geçerli olmayabilirse de yürürlükteki bir radyasyon güvenlik programının temel amacı radyasyonun deterministik ve stokastik etkilerini

sınırlamak ve bunun için hastaları, görevlileri ve halkı kaçınılabılır radyasyon maruziyetinden korumaktır (5). Bu amaçla, mesafe, zaman, zırhlama ve radyoaktif kaynağın kontrolünden oluşan ALARA (as low as reasonably achievable) prensibi göz önüne alınır. Eğer, radyolojik ve nükleer acil, radyoaktif bir kaynağın bir şekilde kontrol dışı kalmasıyla kişi veya kişilerin belirli bir süre bu kaynağa maruz kalmalarından kaynaklanmış ise yapılacak ilk iş kontrolsüz radyoaktif kaynağa ulaşım gerekli zırhlamasını sağlayarak oluşacak sonraki maruziyetleri engellemektir. Kaynak katı ise kontaminasyon riski yoktur ama sıvı ya da uçucu özellikleri varsa maruz kalanların radyasyonun doğrudan etkilerine ilaveten iç ve dış kontaminasyon riski bulunabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Sonrasında kaynakla temas eden kişilere ulaşılıp onların radyasyon kazaları konusunda deneyimli bir ilk yardım kuruluşuna yönlendirilmeleri gereklidir. Bu tip kazalarda eşlik eden yaralanma beklenmediğinden triyaj gerekli olmayabilir. Kazazede radyoaktif bir parça ile yaralanmışsa mümkünse olay yerinde çıkarılıp zırhla emniyet altına alınması sonraki etkilenmeleri azaltacağından önemlidir. Bu tip bir durumda, radyasyon acillerinde görevli personelin uygun hasta-yaralıya yaklaşımını, radyoaktif kaynağa maruziyeti en kısa sürede tutarak, kaynaktan mümkün olduğunca uzaklaştırarak ve mümkün olduğunca radyoaktif kaynakla araya bariyer koyma yöntemi ile zırhlayarak yapması gereklidir (6).

Radyolojik ve nükleer aciller, radyoaktif maddeler ile kontamine olmuş konvansiyonel bomba (kirli bomba) patlaması, nükleer santral kazası ya da nükleer bir patlama sonrası meydana gelmiş ise etkilenenlerin sayısı, radyolojik-nükleer acilin niteliğine göre bir kişiden binlerce kişiye kadar değişkenlik gösterebilir. Bu tip acillerde etkilenenlerde iki konu çok önemlidir. İlki, eşlik eden termal yanıklar ve travma ile yaralanmaların varlığı ikincisi ise radyoaktif kaynak ile etkileşimdir (7). Radyoaktif kaynağın tipi ve niteliği bu gibi durumlarda önem arz eder. Alfa yayanlar gibi zırhlaması kolay ve ciddi dış tehdit oluşturmamayanlardan beta gibi partiküller ya da gama gibi elektromanyetik radyasyon yayan ve ciddi zırhlama gerektiren radyasyon tiplerine kadar değişkenlik gösterebilir (8). Yine bu kaynakların fiziksel formu da önemlidir. Katı formda olup bir bölgede sınırlı iken sıvı formda olup çevreye sızıp dağılabilir ya da buharlaşıp havaya karışıp daha geniş alanlara yayılabilir. Dolayısı ile kazazedeler radyoaktif kaynağa doğrudan temas etmiş olabilirler, hem iç hem de dış radyoaktif kaynak ile bulaş meydana gelmiş olabilir ya da kazazedeler sadece radyasyondan etkilenmiş olup bulaşma meydana

gelmemiş olabilir. Bu temas şekli kazazedeye bundan sonraki yaklaşım şeklini belirleme açısından önemlidir.

Genelde akut radyasyon kazaları veya nükleer acillerde, ihtiyaç halinde ilk tıbbi yardım ilk triyaj, dekontaminasyon ve ikinci triyaj genelde izlenen ilk yardım yaklaşım yöntemleridir. Triyaj, kelime anlamı olarak, tıbbi yardım önceliğine göre hasta veya yaralıların sınıflandırılması ve ileri tıbbi bakım sağlanacak birimlere nakledilmesidir. Acil ve önemli olan ise radyolojik-nükleer bir acil duruma maruz kalmış kazazedelerde radyasyon dışında eşlik eden biyolojik yaralanmaların olup olmadığıdır. Çünkü kazazedelerin erken dönemde hayatta kalma oranlarını öncelikle bu eşlik eden biyolojik yaralanmaların varlığı, niteliği ve ciddiyeti belirler. Bu nedenle kazazedenin iç veya dış bulaşma varlığı dikkate alınmadan önce hayat kurtarıcı eylemlerin öncelikle solunum ve dolaşımın devamının sağlanması, kanama kontrolü ve ekstremitelere koruyucu tedbirlerin alınması önemlidir. Bu amaçla kazazede ile öncelikle sözel temas kurulması, yaralının kendinde olup olmadığını anlaşılması açısından önem arz eder. Bilinci ve dolayısı ile iletişimi açık genel durumu iyi yaralılar hızlıca dekontaminasyon ünitesine doğru yönlendirilirler. Genel durumu iyi olmayan bilinci açık yaralıların solunum ve dolaşım bütünlüğü kontrol edildikten sonra gerekiyorsa ekstremitelere stabilizasyonu sonrası nakle uygun hale getirilip dekontaminasyon ünitesine nakledilirler. Üzerlerinde aktivite var ise yaralının genel durumunun önceliğine göre temel dekontaminasyon sonrası donanımlı sağlık merkezine yönlendirilirler. Bilinci açık olmayan yaralılarda önce nabız ve solunum kontrolü yapılarak yaralının hayatta olup olmadığı anlaşılır. Hayatta olan ve bilinci kapalı yaralıların genel durumu kontrol edilip solunum ve dolaşım kontrolü yapılır. Kanama var ise kontrol altına alınır. Gerektiğinde ekstremitelere stabilizasyonu sağlanıp dekontaminasyon merkezine nakledilir. Özellikle çok sayıda kazazedenin bulunduğu durumlarda olay yerine ulaşan ilk ekibin karar vermesi gereken ilk husus budur. Bu durumda kazazedelerin öncelik sırasına göre renkli etiketlenmesi de faydalı olabilir. Örneğin; öncelikli tıbbi müdahale gerektirenlere kırmızı, daha sonra tıbbi müdahale gerektirenlere sarı, gerektirmeyenlere yeşil, ölümlere siyah gibi renkli etiket uygulaması olay yeri müdahale, kontaminasyon-dekontaminasyon ve yaralı naklini kolaylaştıracak pratik bir uygulamadır (9).

Unutulmaması gereken nokta, radyasyon acillerine müdahale ederken her şeyden önce ilk yardıma gidenlerin ve toplumun can güvenliği ön planda tutulmalıdır. Radyasyona maruz kalmış ve bulaşma olmamış hastalar ile minimal bulaşma olmuş olanlar bir tehlike unsuru

oluşturmaz. Ancak bu durumun radyasyon tespit cihazları ile de doğrulanması gereklidir. Olaya müdahale edecek ilk yardım ekipleri, bu tarz olaylara müdahale edebilecek gerekli bilgi, eğitim ve pratiğe sahip profesyonellerden oluşmalıdır. Radyolojik ve nükleer acillere müdahale edecek ekiplerin vazgeçilmez unsurlarından biri sağlık personeli olup doktor ve/veya acil tıp teknisyenlerinden oluşur. Bu ekiplere radyasyondan korunmanın temel ilkeleri öğretilir. Böyle acillere müdahale ederken, zırlama, mesafe ve zaman ilkelerine, ortam koşullarına, durumun ciddiyetine, olayın yaygınlığına göre mümkün olduğunca da uymaları istenir. Sağlık personelinin ilk görevi, radyolojik ve nükleer bir acil durumda kazazedelere ilk müdahalede bulunmak ve bu bölgede kazazedelerin radyasyon dışında maruz kaldıkları biyolojik yaralanmaların önemine göre ilk müdahaleyi yapıp yaralanmaların niteliğine ve önemine göre kazazedeleri sınıflandırıp, öncelikle gerekiyorsa ilk müdahalelerinin yapıp nakledilmeye uygun hale getirdikten sonra nakletmektir. Fiziksel bir travması olmayan olgularda ilk müdahale gerekmez. Bu kazazedelere dekontaminasyon işlemi uygulandıktan sonra, tam donanımlı bir hastaneye maruz kaldıkları doz düzeyine göre radyasyonun akut ve kronik etkilerini izlemek üzere gözetim altına alınırlar. Fiziksel travmaya maruz kalan olgularda ise kanama kontrolü, solunum ve dolaşım devamlılığının sağlanması ve gerekirse ekstremitelere stabilizasyonu yapıldıktan sonra dekontaminasyon, tıbbi ve cerrahi tedavi planlanması ve maruz kalınan radyasyon dozuna bağlı olarak akut ve kronik etkilerinin izlenmesi amacıyla donanımlı bir sağlık merkezine nakilleri sağlanır. Bu sürece, sahada yapılan öncelik belirleme ve nakil işlemi ya da ilk triyaj adı verilir. Bundan sonra kazazedeler dekontaminasyon işlemlerinin yapılacağı üniteye yönlendirilirler. Burada hastaların öncelikle kıyafetleri komple çıkarılır. Bu şekilde varsa dış bulaşmanın %95'i uzaklaştırılmış olur. Takip eden bir duş ile de dış kontaminasyonun büyük kısmı uzaklaştırılır. Bundan sonra kazazede güvenli bir şekilde bundan sonraki tıbbi yardımların yapılabileceği bir sağlık merkezine ulaştırılır.

İlk yardım merkezine ulaşan yaralılar için burada öncelik belirleme ve nakil işlemi ya da ikinci triyaj işlemi gerçekleştirilir. Öncelik yaralıda travmanın bulunup bulunmadığı ve varsa hastanın hareket edip edemediğidir. Hareket edebilen travmatik yaralıların ilk tıbbi müdahaleleri gözden geçirilir, öyküleri ve tam kanları alındıktan sonra daha ileri bakım gerektirenleri ilgili kliniklere ya da diğer hastanelere gönderilirler. Hareket edemeyen travmatik olguların cerrahi öncelik gerektirip gerektirmediği ikinci basamak olup, operasyon

gerektirenler tıbbi önceliklerine göre cerrahiye alınırlar. Operasyon aciliyeti olmayan ve hareket edemeyen travmatik hastalar gözetime alınır. Tam kan sayımları yapıp öyküleri tamamlanır. Gerekirse koloni uyaran ilaçlar başlanabilir. Gerektiğinde de opere ya da tekrar opere edilebilirler. Travması olmayan olgularda doğrudan radyasyon hastalığının varlığı araştırılır. Kazazedelerin hepsinden kromozom analizi için kan alınır (10). Ayrıca tam kan sayımı yapılır. Kazanın niteliği, olgunun klinik şikayetleri ve başlanma süresine bakılarak ve mutlak lenfosit sayımları incelenerek doz tayini yapılır. Doz tayini hastaların klinik yönlendirme, yatış ve takip sürelerini belirlemede önemli bir kriterdir (11). Doz ölümcül ise, hasta beklenen sona kadar destek bakımın yapılabileceği bir servise gönderilir. Değilse, koloni uyaran faktörler başlanır ve klinik tablosunun önceliğine göre ilgili serviste gözetim altına alınır. Eğer akut radyasyon hastalığı yoksa epidemiyolojik olarak aldığı doza bakılır ve yüksekse akut radyasyon hastalığı olanlar gibi işlem görür. Değilse kontrole gelmek üzere evine gönderilir (12).

İlk müdahale ekibi, olay yerine ulaştığında, olayın içeriğinin netliği ortaya çıkıncaya kadar çok dikkatli olmak zorundadırlar. Öncelikle olayın niteliği hakkında ne kadar çok bilgiye sahip olurlarsa hem kendilerini korumak hem de yardıma ihtiyacı olanlara uygun yardımı yapabilmek açısından o kadar hazırlıklı olabilirler. Bu tip olaylarda değişik iş kollarından yardım talep edileceğinden, genelde yönetim tek elden olur ve bu nedenle uyumlu ve birlikte çalışmak için emir komuta zincirini takip etmek çok önemlidir. Böylece olayın niteliği, olayın sınırları ve etkilenen birey sayısı hakkında en doğru bilgilere doğrudan ulaşma şansı ortaya çıkar. Ekip lideri eldeki olanakları en uygun şekilde kullanılmasını planlayabilir. Bu tip olaylarda kullanılan işaretlerin bilinmesi de önemlidir. Çünkü olay sadece radyasyon kazası olmayabilir ve eşlik eden kimyasal ya da biyolojik tehlikeler de bulunabilir.

Her ne kadar fiziksel aktiviteyi kısıtlasa da koruyucu donanımı, bulaşma olmuş bölgeye giden tüm ilk müdahale ekibi kendilerini, özellikle; solunum deri ve gözlerini korumak için giymek zorundadır (13). Bu tür olaylara ilk müdahale edecek personele, bu donanım içinde çalışma koşulları zor olacağından, önceden eğitim verilmeli ve düzenli tatbikatlar ile pratiklik kazandırılması sağlanmalıdır. Bu amaç için hazırlanmış donanımlar, müdahalenin niteliğine göre değişik kategorilerde koruyucu görevi görebilen değişik donanımlardan oluşabilmektedir (9). Bunlar; sert koruyucu kask, tüm yüzü kaplayan pozitif basınçlı filtreli yüz maskeleri, kimyasallara dirençli eldiven ve botlar, tüm vücudu

örtten kimyasallara ve buhara dirençli elbiselerdir (14). Bu donanıma kontaminasyon olasılığı ortadan kaldırılmış kişisel dozimetrelerin de ilave edilmesi gereklidir. Böylece bu görevde çalışan personelin maruz kaldığı doz oranları ölçülebilir. Ayrıca ortamın doz oranlarını gösterecek alan dozimetreleri de bu donanımın bir parçası olmalıdır.

Bu tip olaylarda, olaya müdahale eden ilk yardım görevlilerinin maruz kaldığı doz düzeyi önemlidir. Birçok radyasyon kazasında, acil yanıt ekibinin maruz kalacağı dozlar genelde mesleki doz sınırı olan 5 rem'den (50 mSv) azdır. Ancak yaralı sayısının fazla olması ya da yüksek radyasyon dozu bulunan ortamda müdahale ya da yaralı kurtarma işlemlerinin enkaz nedeniyle uzamasından kaynaklanan sorunlar nedeniyle yukarıdaki eşik değerden fazla doz alınması kaçınılmaz olabilir. Bu koşullarda ilk müdahale timi hayatta bir kez alınacak yüksek radyasyon dozunda ilk yardım koşullarını gerçekleştirip gerçekleştirilmeme konusunda kararı bu noktada vermek zorunda kalacaktır. Bu noktada alınan eğitimin ve yüksek doz radyasyonun kısa ve uzun vadede etkilerinin bilinmesi bu tip kararların alınmasında önemli rol oynamaktadır. Böylece ilk müdahalede bulunacak ekibin, özel bir görevin tamamlanması için alınan dozun risklerini göz önüne alıp bu işi yapmaya gönüllü olması için her ferдинin bilgilendirilmiş olarak karar vermesi gerekir. Acil koşullarda hayat kurtarma rehberleri, bu ortamda çalışan işçiler için 25 rem (250 mSv) radyasyonun doza bağlı sağlığa zararlı etkilerinin (özellikle akut etkilerinin) ortaya çıkmayacağını garanti etmektedir. Ancak kanser gibi stokastik kronik etkilerinin artacağı bir gerçektir. Akut radyasyon kazalarına müdahale eden timin, bu görev süresince alacağı doz 25 rem (250 mSv) ve yukarısı olduğundan, radyasyonun akut etkilerine maruz kalabileceği gerçeği göz önünde bulundurularak, kar-zarar hesabı yapıp sonrasında müdahale kararı verilmesi daha uygun bir davranış gibi görünmektedir. Burada amaç ya hayat kurtarma ya da geniş kitlelerin alacağı dozun engellenmesidir. Aslında bu tip müdahalelerde mesleki doz sınırı olan 5 rem (50 mSv) geçildiğinde bile bu personele tıbbi takip önerisinde bulunulmalıdır (15,16).

Sonuç

Yazının önceki bölümlerinde belirtildiği gibi, böyle bir krizi başarılı bir şekilde yönetmenin temel anahtarı, potansiyel tehlikelerin olabileceğini önceden görmek ve buna karşı tedbir almaktır. Değişik kriz senaryoları oluşturulup, bu senaryolarda görev alacak kadroların ve görev dağılımının önceden belirlenmesi, gerekli

donanım ve koruyucu ekipmanın kolay ulaşılabilecek bir yerde depolanması, personelin ve halkın eğitilmesi ve mümkünse geniş ölçekli tatbikatların yapılması, bu ve benzeri krizlerin en az zararla atlatılmasını sağlayacak temel tedbirlerdir. Yoksa o kaotik ortamda, kimse ne yapacağını bilemez. Organize olunamayacağı için kurtarılabilir kazazedeler kaybedilir. Radyoaktif kontaminasyon kontrol edilemez ve olaya müdahale edenler ve ilgisiz olanlar önlenemez dozların çok ötesinde dozlara maruz kalabilirler ve zarar tahminlerin çok ötesine ulaşabilir. Böyle bir olayın oluşmamasını temenni etmek bir iyi niyet göstergesi olsa da gerekli ön tedbirler önceden alınmadığında böyle bir olayın felaket boyutlarına ulaşacağı kaçınılmaz bir gerçektir.

Finansal Destek: Yazar tarafından finansal destek almadığı bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. National Council on Radiation Protection and Measurements. Management of terrorist events involving radioactive material. NCRP Report No. 138. Bethesda Md: National Council on Radiation Protection and Measurements, 2001.
2. American College of Radiology. Disaster preparedness for radiology professionals: response to radiological terrorism. A primer for radiologists, radiation oncologists, and medical physicists, 2006. (<http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/BusinessPracticeIssues/DisasterPreparedness/ACRsDisasterPreparednessPrimer/ACRDisasterPreparednessPrimer2006Doc1.aspx>)
3. International Atomic Energy Agency. Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency. IAEA Safety Standards series (No. GS-R-2). (http://wwwpub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1133_scr.pdf)
4. Schoch-Spana M, Franco C, Nuzzo JB, Usenza C; Working Group on Community Engagement in Health Emergency Planning. Community engagement: leadership tool for catastrophic health events. *Biosecure Bioterror* 2007;5:8-25.
5. No authors listed. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP* 2007;37:1-332.
6. Musolino SV, DeFranco J, Schlueck R. The ALARA principle in the context of a radiological or nuclear emergency. *Health Phys* 2008;94:109-111.
7. Ricks RC, Berger ME Jr, O'Hara FM, Ricks ME. The medical basis for radiation-accident preparedness: the clinical care of victims. Boca Raton, Fla: CRC; 2002.
8. Management of Persons Contaminated with Radionuclides: Handbook (NCRP Report No. 161, Vol. I), National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD, 2008.
9. Ramesh AC, Kumar S. Triage, monitoring, and treatment of mass casualty events involving chemical, biological, radiological, or nuclear agents. *J Pharm Bioallied Sci* 2010;2:239-247.
10. Coleman CN, Koerner JF. Biodosimetry: Medicine, Science, and Systems to Support the Medical Decision-Maker Following a Large Scale Nuclear or Radiation Incident. *Radiat Prot Dosimetry* 2016;172:38-46.
11. Musolino SV, Harper FT. Emergency Response Guidance for the First 48 Hours after the Outdoor Detonation of an Explosive Radiological Device. *Health Phys* 2006;90:377-385.
12. Hick JL, Weinstock DM, Coleman CN, et al. Health Care System Planning and Response for a Nuclear Detonation. *Disaster Med Public Health Prep* 2011;5(Suppl 1):73-88.
13. Varela J. Hazardous Materials Handbook for Emergency Responders. New York: Van Nostrand Reinhold; 1996.
14. Attention emergency responders: Guidance on Emergency Responder Personal Protective Equipment (PPE) for Response to CBRN Terrorism Incidents. (PDF - 281 KB) (NIOSH Publication No. 2008-132, June 2008. Page 5) (HHS/CDC/NIOSH, June 2008.)
15. National Council on Radiation Protection and Measurements. Key elements of preparing, protecting, and equipping emergency responders for nuclear and radiological terrorism. NCRP Commentary No. 19. Bethesda, Md: National Council on Radiation Protection and Measurements, 2005.
16. U.S. Department of Homeland Security. National response plan. (http://www.dhs.gov/xprepresp/committees/editorial_0566.shtm)