



# Eksternal Kontaminasyon ve Dekontaminasyon Teknikleri

## External Contamination and Decontamination Techniques

Semra İnce

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

### Öz

Eksternal kontaminasyon radyoaktif maddelerin insan vücuduna, eşyalara ve çevreye bulaşmasıdır. Radyoaktif kontaminasyonu kontrol altına almanın ilk kuralı materyalin yayılımını sınırlamaktır. Maruziyet sonrası ilk birkaç dakika içerisinde yapılan dekontaminasyon işlemi hastayı koruma adına en etkili yoldur. Radyasyon ölçümü ile kontaminasyon kontrolü yapılmalı ve bir "dekontaminasyon alanı" oluşturulmalıdır. Sağlık personelinin koruyucu ekipman kullanması önemlidir. Deri dekontaminasyonu için su ve sabun dışında sıvı, kuru ve kimyasal dekontaminantlar kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Eksternal kontaminasyon, radyasyon kazası, dekontaminasyon

### Abstract

External contamination is the transmission of radioactive materials to the human body, equipment, and the environment. The first rule of controlling radioactive contamination is to limit the spread of the material. Decontamination in the first few minutes after exposure is the most effective way in order to protect the patient. Contamination control should be done by radiation measurement and a "decontamination area" should be established. The use of protective equipment by healthcare personnel is important. For decontamination of the skin, water and soap as well as liquid, dry, and chemical decontaminants may be used.

**Keywords:** External contamination, radiation accident, decontamination

### Giriş

Kontaminasyon; tehlikeli maddelerin (kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer ajanlar) insan vücuduna, eşyalara ve çevreye bulaşmasıdır. Bu yazının konusu radyoaktif materyallerle olan kontaminasyondur. Kontaminasyona neden olan radyoaktif maddeler katı, sıvı, gaz ve aerosol formda olabilir ve farklı yollardan insan vücuduna girebilir (deri, gözler, akciğerler, sindirim sistemi, enjeksiyon yolu). Eksternal kontaminasyonun insan vücudunda en sık görülen şekli perkutanöz (deri) yoluyla olur.

"Dış ışınlanma (External Dose Exposure)" ise kişinin radyasyon kaynakları ile kontamine olmadan dışarıdan ışınlanmasıdır. Radyoaktif ışınlanmaya maruz

kalan hastanın kontaminasyondan farkı, herhangi bir radyoaktif bir materyal ile fiziksel teması veya bulaşı olmaması ve çevreye zararlı etkisi bulunmamasıdır. İnsan vücudunda, eşyalarda veya çevrede radyoaktif materyal ile fiziksel temas varlığında eksternal kontaminasyondan bahsedilir.

### Radyoaktif eksternal kontaminasyon kaynakları şöyle özetlenebilir (1):

- Tıbbi tedavi ünitelerindeki (radyoterapi, nükleer tıp) kazalar,
- Nükleer reaktörler,
- Endüstriyel radyasyon,
- Kaybolan/çalınan tıbbi/endüstriyel radyoaktif kaynaklar,

### Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Dr. Semra İnce, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

**E-posta:** drsemra@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0001-9633-052X

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

- Depolama, taşıma sırasında meydana gelen kazalar,
- Terörizm,
- Kirli bomba,
- Nükleer tesislere saldırı, sabotaj,
- Nükleer silahlar.

En sık radyoaktif kontaminantlar alfa ve beta yayıcılarıdır. Gama ışını yayanlar tüm vücut ışınlanmasına neden olurlar. Beta yayıcılar deride yanık ve skara neden olabilirler. Alfa yayıcılar ise epitele penetre olamaz.

Kontaminasyonu ve maruziyet miktarını belirlemek için radyasyon dedeksiyonu ve ölçümünde kullanılan cihazlar şunlardır:

- Geiger Müller (GM) sayacı: Yüzey kontaminasyon ölçüm cihazıdır. Bir yüzeydeki radyoaktif materyalin radyasyon ölçümünü verir, açık radyoaktif materyal ölçmek için uygun bir cihazdır. Zemin kontaminasyon ölçümü, vücut kontaminasyon taraması ve rutin çalışma alanı taramasında kullanılır. Farklı tür radyasyon ölçmek için farklı problemler kullanılır.

- İyon odası.
- Kişisel dozimetreler.
- Film dozimetre.
- Kalem dozimetre (analog & dijital).

Dekontaminasyon ise; kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer ajanların insan vücudundan, eşyalardan ve çevreden uzaklaştırılması veya etkisizleştirilmesi yoluyla insanların, eşyaların ve çevrenin güvenliğinin sağlanmasıdır.

Dekontaminasyonun iki temel amacı vardır:

1. Deriden zararlı maddeleri uzaklaştırarak hastanın maruz kalacağı dozu ve böylece radyoaktif ajanın etkilerinin şiddetini azaltmak,

2. Sekonder maruziyeti engelleyerek çevredeki sağlıklı kişileri (acil müdahale ekipleri, sağlık ekipleri vb.) korumak.

Maruziyet sonrası ilk birkaç dakika içerisinde yapılan dekontaminasyon işlemi hastayı koruma adına en etkili yoldur, daha geç yapılan dekontaminasyon işleminin de hastanın maruz kaldığı dozu azaltarak hastaya yarar sağlayabileceği ve sağlıklı kişileri sekonder maruziyetten koruyacağı göz ardı edilmemelidir.

Radyoaktif kontaminasyonu kontrol altına almanın ilk kuralı materyalin yayılımını sınırlamaktır. Bu da genellikle kontamine alana giriş çıkışların kontrol altına alınması, uygun koruyucu kıyafet kullanılması, havaya yayılan radyoaktif madde miktarının en aza indirilmesi ve personel monitörizasyonu ile olur (2).

Radyolojik materyalle kontamine hastaların sağlık personeline genel olarak potansiyel bir risk oluşturmadığı kabul edilir. Bu nedenle medikal veya cerrahi tedavi asla ertelenmemelidir. İlk olarak yapılacak şey kontaminasyondan bağımsız olarak hayat kurtarıcı tedbirlerin alınmasıdır.

Nükleer terörist saldırılar sonucunda çok sayıda kontamine hasta ile karşılaşılır. Bunların çoğu yaralı değil, sadece kontamine dirler. Yapılması gereken dekontaminasyon, oluşan paniğin tıbbi yönetimi ve kamuoyunun bilgilendirilmesidir. Bu insanların hastane acil servislerine aynı anda müracaat edip sistemi kilitlemelerine izin verilmemelidir. Acil servisin dışında bir triyaj alanı oluşturulmalıdır.

### **Çalışma Alanı Kontrolünde Radyasyon Ölçümü**

Radyofarmasi laboratuvarında günlük iş bitimi sonrası yapılması gerekenler şunlardır:

- Enjektör kılıfı, kurşun şişe koruyucu, forseps gibi malzemelerin kontaminasyon açısından GM sayıcı ile ölçümü yapılır. Kontaminasyon yoksa; bu malzemeler tekrar kullanılmak üzere dolaba kaldırılır. Kontaminasyon varsa; kurşun arkasında yarı ömrüne göre bekletilir ya da kontaminasyon bitinceye kadar temizleme ve ölçme işlemi yapılır.

- Tc-99m sağım şişesi laminar flow/çeker ocak gibi çalışma alanından alınarak kurşun arkasına bırakılır.

- GM kullanılarak laminar flow/çeker ocak duvarları ve alanın tamamının ölçümü yapılır.

### **Dekontaminasyon Basamakları (2,3)**

Dekontaminasyonun ilk basamağı; dekontaminasyona ihtiyaç olup olmadığına karar verilmesidir. Maruziyet şüphesi varsa yaralı olsun olmasın herkes dekontamine edilmelidir.

Etkin bir dekontaminasyon için ilk ana prensip dekontaminasyonun mümkün olan en kısa sürede yapılmasıdır. Erken dekontaminasyon kimyasal ajanlar özellikle de sıvı formda olanlar için çok önemlidir. Sıvı ajanların absorpsiyon miktarı temas süresi ile doğru orantılı olarak değiştiğinden, ajanın kısa sürede uzaklaştırılması penetrasyonunu ve absorpsiyonunu azaltır, etkilerini minimize eder.

- Öncelikle hayat kurtarıcı tedbirler alınıp hasta klinik olarak stabil hale getirildikten sonra, yapılacak ilk iş kişilerin kontamine bölgeden uzaklaştırılmasıdır. Radyasyon ölçümü ile kontaminasyon kontrolü yapılmalıdır. Kontamine hastalar için özel nakil tedbirleri

alınmalı ve bir “dekontaminasyon alanı” oluşturulmalıdır. Genel olarak açık havada, rüzgarın estiği yönün tersi yönünde kalan yerler tercih edilse de havada bulunan ajan miktarının arttığı durumlarda (saldırının devam etmesi vb.) kapalı alanlar da tercih edilebilir. Bu alanda radyasyon dedeksiyonu (girişte ve çıkışta) yapılmalıdır.

- Kişiler güvenli bir yere götürüldükten sonra kıyafetleri ve aksesuarları (takılar, saat, toka, vb.) tamamen çıkarılır (mümkünse kesilerek), saç ve deri dekontaminasyonu yapılır. Yaralılar için çoklu duş sistemi kurulabilir. Çıkarılan kıyafet ve aksesuarlar tıbbi atık poşetine konular, etiketlenir ve muhafaza edilir.

- Sadece kıyafetlerin çıkartılması veya saçın taranması bile genellikle hastanın taşıdığı ajanın miktarını büyük ölçüde azaltır, hatta bazı olgularda bu işlemler gerekli olan dekontaminasyonu sağlar.

- Hastanın kıyafetlerinde ve saçında bulunan sıvı veya gaz haldeki ajana sekonder maruziyet, çevredeki sağlıklı bireylerin de kontamine olmasına sebep olabilir. Bu nedenle kontamine kişi ile yakın teması bulunan kişilerin ve sağlık personelinin koruyucu ekipman (maske, kıyafet, çift eldiven vb.) kullanması önemlidir.

- Sağlık personeli için de bir dekontaminasyon alanı oluşturulmalıdır.

- Dekontaminasyon sonrası insanların istirahat edebilecekleri bir yer temin edilmelidir.

### **Dekontaminasyon Yöntemleri**

1. Fiziksel uzaklaştırma.
2. Detoksifikasyon.

İlk ve en etkili dekontaminasyon kimyasal ajanın fiziksel uzaklaştırılmasıdır. Detoksifikasyon ikinci hedeftir ancak her zaman mümkün değildir.

### **Dekontaminasyon Malzemeleri**

- Eldiven,
- Poşet,
- Dekontaminasyon ilaçları,
- Emici kağıt, kağıt havlu,
- Galoş.

### **Radyoaktif Alan Dekontaminasyonu**

- Radyasyondan korunma sorumlusuna haber verilir ve onun gözetiminde yapılır,

- Radyasyon monitörü ile ölçüm alınarak radyoaktif alan belirlenir,

- Kontaminasyon alanının üzerine hemen emici kağıt konularak yayılması önlenir, çevresi belirlenir ve üzerinden geçişler engellenir,

- Emici kağıt kaldırılır, kağıt havlu ile dıştan içe doğru silinir ve tekrar ölçüm alınır,

- Kuru alan dekontaminasyon ilaçlarıyla ıslatılmış havlu ile dıştan içe doğru silinir ve kurulanır,

- Alanın radyoaktivitesi geri plan sayımın 2-3 katından daha düşük oluncaya kadar temizlik işlemine devam edilir.

### **Yara Dekontaminasyonu**

Çoğu radyoaktif ajana maruziyet durumunda yaradan kıyafetlerin uzaklaştırılması büyük ölçüde dekontaminasyonu sağlar, başka bir yöntem uygulamaya gerek yoktur. Ancak ek önlemler gerekebilir. Dekontaminasyon sırasında kontaminasyon şüphesi olan tüm bandajlar açılır ve yaralar izotonik solüsyon veya su ile yıkanır. Dekontaminasyon sonrası kanama varsa yara yeniden bandajlanır. Dekontaminasyon sırasında deri ovuşturulmamalıdır, derinin ovuşturulması ajanın deriye penetrasyonunu hızlandırır (2,3).

### **Personel Dekontaminasyonu**

- Radyoaktif madde şişesinin kırılması, dökülmesi vb. durumlarda odadaki herkes kapıya ilerler ve yardım çağırır,

- Radyasyondan korunma sorumlusuna haber verilir ve dekontaminasyon onun gözetiminde yapılır,

- Radyasyon monitörü kullanılarak odada bulunan herkesin el ve ayaklarına özellikle dikkat edilerek, herkesin vücut ölçümü yapılır,

- Bulaşmış kıyafetler plastik torbalara konularak atık işlemi uygulanır,

- Radyasyon ölçümü tekrar yapılır, kontaminasyon devam ediyorsa, duş alınması sağlanır,

- Deri; yumuşak sabun ve bol su ile yıkanır, sert fırça ya da tahriş edici sabun kullanılmaz,

- Vücut; alanlar işaretlenir ve hızlıca duşa girilir,

- Göz; bol su ve serum fizyolojik ile durulanır, tahriş için önlem alınır,

- Saç; yumuşak deterjanla temizlenir, yıkarken göz, kulak ve ağız bölgesine özen gösterilir.

### **Hasta Yönetimi ve Dekontaminasyon (2,3)**

- Yaralının kıyafetlerini ve şahsi eşyalarını dikkatlice çıkartın, torbalayın, emniyetli bir şekilde depolayın (kontaminasyon %95 azaltılır).

- Yaralıdan mümkünse biyolojik örnekler alın (nazal smear).
- Yabancı cisimlere aksi söylenene kadar radyoaktif materyalmiş gibi yaklaşın.
- Dekontaminasyon önceliği:
  - a. Önce yaralar sonra sağlam deri.
  - b. En fazla kontamine olan bölgeden başlayın.
- Her yaralıdan sonra dış eldivenleri değiştirin.
- Kontaminasyonu en aza indirmek için bıyık ve sakalları elektrikli makine yardımı ile traş edin.
- Kontamine olmayan yaraları su geçirmez malzeme ile kapatın.
- Kontamine yaralar:
  - a. Steril malzeme ile irriye edin.
  - b. Uzman hekime danıştıktan sonra kontamine debridmanları uzaklaştırın ve güvenli bir yerde biriktirin.
- Agresif müdahaleden kaçının.
- Sık sık temizlik malzemesini değiştirin.
- Saçlı deri ve sağlam deriyi su ve sabun ile dekontamine edin.
- Temizlenmiş ve pansumanı yapılmış yaraları su geçirmez malzeme ile kapatın.
- Yaralının el ve ayaklarının terlemesi için ilave tedbirler alınabilir (cerrahi eldiven).
- Dekontaminasyon sonrası dedeksiyon ve ölçüm yapın.
- Kullanılan tıbbi malzemelerin ağız kapalı torbalarda, özel korumalı kaplarda biriktirin.
- Kirli bölgede kullanılan sedyeleri hep kirli bölgede kullanın.

### Dekontaminantlar

İdeal bir dekontaminant bilinen tüm ajanların, insan vücudundan, eşyalardan ve çevreden uzaklaştırılmasını veya nötralizasyonunu veya detoksifikasyonunu sağlayacak nitelikte olmalıdır. Dekontaminasyon esnasında sorumlu personel koruyucu kıyafet giymelidir.

### İdeal Dekontaminantın Özellikleri (4,5,6)

- Kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer ajanlarla toksik endüstriyel maddeler, toksik endüstriyel kimyasallar ve yeni tehditlere karşı etkili olması,
- Tüm kimyasal ve biyolojik ajanları nötralize etmesi,
- Deri, gözler ve yaralarda kullanımının güvenli olması,
- Deri altındaki ajanı temizleyebilmesi,

- Kolay uygulanabilir olması,
- Kullanıma hazır halde olması,
- Geniş bir sıcaklık aralığında hızlı etki gösterebilmesi,
- Toksik ürün oluşturmaması,
- Uzun süre muhafaza edilebilir olması,
- Ulaşılabilir olması,
- Ajanın perkütanöz absorpsiyonunu arttıracak nitelikte olmaması,
- İrritan olmaması,
- Hipoallerjenik olması,
- Kolay imha edilebilir olması gerekmektedir.

### Deri dekontaminasyonu için önerilen maddeler:

- Su ve sabun,
- Kuru dekontaminantlar,
- Sıvı dekontaminantlar,
- Kimyasal dekontaminantlar.

**Su ve sabun:** Sıvı dekontaminantlar büyük veya düzgün olmayan yüzeylerin dekontaminasyonu için en uygun seçenektir. Sağlık merkezlerinin ve ekipmanların dekontaminasyonu için en uygun dekontaminant sabunlu sudur. Yüksek miktar sabunlu su kullanılarak yapılan yıkama işlemi hidroliz yoluyla ajanı uzaklaştırır, ayrıca son derece ucuz bir yöntemdir. Ayrıca acil dekontaminasyon için de uygun ve pratik bir yöntemdir.

Bir litre su içerisine, beş mililitre sabun konularak; dekontaminasyon için uygun sıvı hazırlanır (Yaklaşık 1 kova suya 3 püskürtme). Dekontaminasyon için kullanılan su, miktarına bağlı olarak tanklarda toplanır, nötralize edilir ya da doğrudan kanalizasyona verilir.

**Kuru dekontaminantlar:** Sıvı ajanları absorbe ederek kurutacak ve daha sonra deriye zarar vermeden silme veya fırçalama gibi yöntemlerle uzaklaştırılabilecek nitelikte tüm maddeler sıvı ajanların dekontaminasyonu için kullanılabilir. Temiz kum, kil, kabartma tozu, Fuller toprağı, kuru veya ıslak mendiller, sıvı ajana uygulanır, ajanı absorbe ettikten sonra deriden uzaklaştırılır. Absorban madde maruziyetten sonraki ilk 4 dakika içinde uygulanırsa maksimum etkinlik elde edilir. Ancak kuru dekontaminantlar yara dekontaminasyonu için uygun değildir.

**Sıvı dekontaminantlar:** Radyoaktif kontaminasyonu hızla dekontamine etmeye yarayan sıvı dekontaminantlar mevcuttur. Direkt olarak deriye, kıyafetlere, tüm yüzeylere, plastik ve cam malzemelere, laboratuvar ekipmanlarına uygulanabilir. Radyoaktif partikülleri yıkar, sonuçta oluşan bileşim toksik değildir ve su ile yıkanarak kontamine alandan uzaklaştırılır. Yara ve göz dekontaminasyonu için kullanılmaz. Kontamine

alana uygulandıktan sonra kuru ve temiz kağıt havlu ile kurulanır.

**Kimyasal dekontaminantlar:** Deri dekontaminasyonu için %0,5'lik, ekipman dekontaminasyonu için %5'lik sodyum veya kalsiyum hipoklorit çözeltisi kullanılmaktadır. Solüsyon kullanım öncesi hazırlanmalı, önceden hazırlanmış ve bekletilmiş olmamalıdır. Solüsyonun pH'si alkalın pH'de (pH 10-11) olmalıdır. Hipoklorit solüsyonları (çamaşır suyu) göz ve yara dekontaminasyonu için uygun değildir, korneal hasara ve yapışıklıklara yol açabilir.

### Dekontaminasyon Sonrası İşlemler

- Tutanak formatında kayıt,
- Kontaminasyon sebeplerinin araştırılması,
- Tekrarlanmaması için gerekli önlemlerin alınması.

### Sonuç

Sağlık personelinin önce kendini koruması esastır. Koruyucu kıyafet şarttır. Dekontaminasyon işlemi basit bir işlem değildir. Yüksek sayıda personel, malzeme ve çaba gerektirir. Etkin dekontaminasyonun iki temel prensibi

vardır: Mümkün olan en kısa sürede ve en uygun yöntem ile yapılması. Saldırı şüphesi mevcutsa aksi ispatlanana kadar herkes kontamine kabul edilir ve yaralı olsun olmasın dekontamine edilir. Deri dekontaminasyonu sırasında deri ovuşturulmamalıdır, ovuşturma ajanın deriye penetrasyonunu hızlandırır.

**Finansal Destek:** Yazar tarafından finansal destek almadığı bildirilmiştir.

### Kaynaklar

1. Turai I, Veress K, Günalp B, Souchkevitch G. Medical response to radiation incidents and radionuclear threats. *BMJ* 2004;328;568-572.
2. Military Medical Operations. Armed Forces Radiobiology Research Institute. Decontamination Techniques. In: Medical Management of Radiological Casualties. 3rd Edition. Bethesda, Maryland; 2010. p. 44-46.
3. Sugarman SL, Goans RE, Garrett SA, Livingston GK. Decontamination. In: The Medical Aspects of Radiation Incidents, REAC/TS. Oak Ridge, US; 2009. p. 33-38.
4. [www.icrp.org](http://www.icrp.org)
5. <http://rpop.iaea.org>
6. [www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr)