



İnternal Kontaminasyon ve Dekorporasyon

Internal Contamination and Decorporation

Mustafa Özdeş Emer

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

Öz

Kontaminasyon istenmeyen bir materyalin hastanın içinde ya da üzerinde kalması olarak tanımlanabilir. Eksternal kontaminasyon vücudun dış yüzeyindedir ve kolayca temizlenebilir. İnternal kontaminasyonda ise radyoaktif madde vücut içindedir. Tedavi daha güçtür çünkü radyoaktif madde metabolik yollara girmiş olabilir. Radyoaktif maddenin kimyasal yapısı, fizyolojik özellikleri ve vücuttan atılım yollarının bilinmesi tedavi planlaması için önemlidir. Bu derlemede, internal kontaminasyon oluşma yolları, genel medikal tedavi ve kontaminanta spesifik tedavi seçeneklerinden bahsedilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnternal kontaminasyon, dekorporasyon, şelasyon

Abstract

Contamination can be defined as the presence of an undesirable material in or on the patient. External contamination is on the outer surface of the body and can easily be cleaned. In internal contamination, radioactive material is in the body. Treatment is more difficult because the radioactive material may have entered the metabolic pathways. The chemical structure of the radioactive material, its physiological properties, and the ways of excretion from the body are important for planning the treatment. In this review, the pathways of internal contamination, general medical treatment, and contaminant-specific treatment options are mentioned.

Keywords: Internal contamination, decorporation, chelation

Giriş

İnternal kontaminasyon, eksternal kontaminasyona göre daha ciddi bir sorundur. Etken madde deriyi geçerek, inspire edilerek veya oral yolla vücut içine girmiştir. Kontaminantın lokalizasyonu kimyasal kompozisyonuna ve biyolojik dağılımına bağlıdır. İnternal kontaminantın doz miktarını hesaplamak eksternal kontaminasyona göre daha karışıktır. Bu maddelerin ekskresyonunu hızlandıran girişimlerin bilinmesi internal dekontaminasyon için gereklidir.

Medikal Tedavi ve Dekorporasyon

Medikal yaklaşım spesifik ve internal kontaminasyona neden olan izotopa bağlı olarak yapılmalıdır. İzotopun

tanımlanması tedavide çok önemlidir. Non-radyoaktif analogun metabolizması ve eliminasyon kinetiği, radyonüklidin metabolik geçiş yolunu belirler.

İnternal kontaminasyonda uygulanacak medikal yaklaşımlar bazı kategorilere ayrılır:

- Çözünmeyen izotopun gastrointestinal sistemden emilimini azaltmak, bloke etmek veya atılımını hızlandırmak. Gastrik lavaj, laksatifler, aktif kömür, prusya mavisi (sezyum kontaminasyonunda), alüminyum içeren antiasitler (stronsiyum kontaminasyonunda) vb.

- İzotopun hedef organını bloke etmek. Örneğin; radyoaktif iyot kontaminasyonunda potasyum iyodür kullanarak tiroid glandının iyot tutulumunu azaltmak veya bloke etmek.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Dr. Mustafa Özdeş Emer, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: ozdesemer@yahoo.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0001-5729-0406

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

- İzotopu dilüe etmek. Örneğin; trityum kontaminasyonunda agresif hidrasyon yaparak izotopik dilüsyon sağlamak.

- Maddenin kimyasını değiştirmek. Örneğin; sodyum bikarbonat kullanarak uranil iyonlarının renal tübüllere bağlanmasını önlemek.

- Reseptörlerden izotopu yer değiştirmek. Örneğin; stabil iyot vererek, Tc-99m'nin reseptörlerden yerini değiştirmek.

- Geleneksel şelasyon teknikleri. Örneğin; plütonyum kontaminasyonunda, dietilen triamin pentaasetik asit vererek şelasyon sağlamak.

- Yaralardan emilimi en aza indirmek için radyoizotop kontaminasyonunu hızla temizlemek ve yaralı bölgeyi uygun solüsyon/sıvılar ile bolca yıkamak.

- İnhalasyon yoluyla radyoaktif partiküllere maruz kalan ciddi olgularda bronkoalveolar lavaj uygulamak. Ancak bu teknik plütonyum gibi alfa salınımı yapan izotoplara maruz kalan nadir hasta grubunda kullanılır.

Kontaminasyon Riski Yüksek Olan Radyoizotoplar

Günümüzde 8000'in üzerinde radyoizotop bulunmaktadır. Ancak sadece 10-15 tanesi askeri ve sivil sektörde önemli yer almaktadır. Aşağıda sık kullanılan bu izotopların buldukları gruplar belirtilmiştir.

Üniversite beşlisi: Karbon-14, fosfor-32, iyot-125, iyot-131 ve californium-252. Bu radyoizotoplar biyokimya laboratuvarlarında izotopik işaretlemeye ve tıp sektöründe yaygın olarak kullanılırlar.

Endüstriyel üçlü: İridyum-192, sezyum-137 ve Kobalt-60. İridyum-192 yaygın olarak petrol boruları, uçak kanatları gibi büyük nesnelerin radyolojik olarak görüntülenmesinde kullanılmaktadır.

Askeri beşli: Trityum, uranyum-235, uranyum-238, plütonyum-239 ve americium-24. Bu izotoplar hem askeri silah hem de enerji üretimi sektörlerinde kullanılmaktadır.

Dekorporasyon Yöntemleri

Aşağıda karşılaşma olasılığı yüksek olan bazı izotopların internal kontaminasyonu sonrası uygulanması gereken medikal tedavi yöntemleri kısaca açıklanmaktadır.

İyot: İyot hemen tümüyle tiroid bezinde akümüle olur. Tiroid bezi tarafından tutulmayan iyot başlıca idrar yoluyla atılır. İyot, tiroid bezi içinde organifiye olduğundan tedaviye erken başlamak önemlidir. Hastaya yüksek miktarda kararlı iyot vererek iyot havuzu doldurulur. Bu

amaçla süper satüre potasyum iyodür (SSKI) kullanılır. SSKI dozu hastanın yaşına bağlı olarak değişebilir. Anne sütü ile beslenmeyen bebeklerde 10-20 mg, 1-10 yaş arası çocuklarda 20-50 mg, 11-18 yaş arası 50-100 mg ve yetişkinlerde 100-300 mg'dir. Bu tedaviye iyot-131 ile kontamine olmuş gıdaların yenmesi riskine karşılık birkaç gün daha devam edilebilir (1,2,3). Yaştan bağımsız olarak 10 damla SSKI, su veya meyve suyu içerisinde üç gün boyunca verilirse bu miktar tiroid blokajı için yeterlidir.

Kontaminasyonun ilk 1 saati içerisinde SSKI tedavisine başlanırsa tiroid uptake'i %90 etkinlikle sağlanabilir. Olay üzerinden 4 saat geçerse etkinlik %50'ye düşer. Eğer 24 saat geçmişse SSKI kullanımı yarasızdır. Daha önce bahsedildiği gibi betadine sağlam deri veya yaralardan absorbe edilerek etkin bir tiroid blokajı sağlar. Ancak radyoaktif iyot kontaminasyonundan şüpheleniliyorsa SSKI kullanımı tercih edilmelidir.

Trityum: İyot gibi trityum da sağlam deriden absorbe olabilir. Trityum su gibi davranır ve vücutta sıvı kompartmanlarında dağılır. Tedavi agresiv sıvı replasmanı ve diürezdir. Bu tedavi sırasında elektrolit düzeyleri sıkı takip edilmelidir (4).

Stronsiyum: Stronsiyum vücutta kalsiyum gibi davranır. Kemiklerde lokalize olarak kemik matriksi içine girer. Stronsiyum ile yer değiştirmesi ve ekskresyonu hızlandırması için kalsiyum verilebilir.

Bunların dışında aşağıda Tablo 1'de spesifik radyonüklitlerin internal kontaminasyonunda uygulanan medikasyon, kullanım şekli ve etki mekanizması sunulmuştur.

Metaller ve Diğer Elementler

Yukarıda sayılanlar dışında vücuttan kolay atılamayan birçok madde vardır. Bu durumda bu maddeleri bağlamak ve ekskresyonu hızlandırmak için desferoksamin, etilen diamin tetra asetik asit, İngiliz anti levizit merhemi ve diğer şelasyon yapıcı ajanlar kullanılırlar. Bu tedavi kullanıldığında şelasyon yapan ajanların radyoaktif ve radyoaktif olmayanı ayırt etmeden bağladığı ve bu nedenle elektrolit dengesini ciddi şekilde bozabileceği unutulmamalıdır.

Bronşiyal Lavaj

Önemli miktarda radyoaktif maddenin inhale edilmesi ve akciğerlerde birikmesi mümkündür. Bu durumda bronşiyal lavaj endikasyonu olup olmadığı tartışmalıdır. Kontaminasyon alfa salıcılar ile gerçekleşmişse

Tablo 1. Radyonüklitlerin internal kontaminasyonunda uygulanan medikasyon, kullanım şekli ve etki mekanizmaları

Radyonüklit	Medikasyon	Kullanım şekli	Etki mekanizması
İyot	Potasyum iyodür	130 mg (tb), gerekirse 4x130 mg 7 gün boyunca oral yolla	Tirod blokajı sağlar
Nadir elementler, plütonyum, transplutonikler, yttrium	Zn-DTPA Ca-DTPA	1 gm Ca-DTPA (Zn-DTPA) 150-250 mL %5 deiyonize su içinde 60 dakika üzerinde intravenöz yolla	Şelasyon
Uranyum	Bikarbonat	2 ampul sodyum bikarbonat (1000 cc normal SF içerisinde 125 cc/hr; veya, idrar pH'si 8-9 olana dek her 4 saatte bir iki bikarbonat tablet oral yolla	İdrar alkalinizasyonu akut tübüler nekroz olasılığını azaltır.
Cesium, rubidium, thallium	Prusya mavisii [Ferrihexacyano- Ferrate (II)]	Birkaç gün boyunca 100-200 mL su ile 1 gr günde üç kez oral yolla	GI absorpsiyonu önleyerek yeniden dolaşıma dönüşü engeller.
Tritium	Su	Agresif hidrasyon	İzotopik dilüsyon
Actinium, americium	Zn-DTPA Ca-DTPA	1 gm Ca-DTPA (Zn-DTPA) 150-250 mL %5 deiyonize su içinde 60 dakika üzerinde intravenöz yolla	Şelasyon
Arsenic, altın	Dimerkaprol (BAL)	İlk 2 gün; 2,5 mg/kg, 4 saatte bir, sonra 1 gün 12 saatte bir, daha sonra 5-10 gün boyunca günde 1 kez intramusküler yolla	Şelasyon
Cobalt, curium, indium	Zn-DTPA Ca-DTPA	1 gm Ca-DTPA (Zn-DTPA) 150-250 mL %5 deiyonize su içinde 60 dakika üzerinde intravenöz yolla	Şelasyon
Galium	Penisilamin	Günde 250 mg oral yolla, öğün aralarında alınır. Günlük doz gerekirse bölünerek 4-5 gr'ye arttırılabilir	Şelasyon
İridium	Zn-DTPA Ca-DTPA	1 gm Ca-DTPA (Zn-DTPA) 150-250 mL %5 deiyonize su içinde 60 dakika üzerinde intravenöz yolla	Şelasyon
Demir	Desferoksamin	3 gün boyunca, 12 saat bir 500 mg ampul intramusküler veya intravenöz yolla yavaş olarak enjekte edilir	Şelasyon
Kurşun	Dimerkaprol (BAL)	İlk 2 gün; 2,5 mg/kg, 4 saatte bir, sonra 1 gün 12 saatte bir, daha sonra 5-10 gün boyunca günde 1 kez intramusküler yolla	Şelasyon

Zn-DTPA: Pentetat çinko trisodyum enjeksiyonu, Ca-DTPA: Pentetat kalsiyum trisodyum enjeksiyonu, BAL: British anti-Lewisite/İngiliz anti levizit merhemi

pulmoner fibrozis gelişebilir. Bu durumlarda bronşiyal lavaj önerilmektedir. Ancak bronşiyal lavajın kendisi de masum bir yöntem değildir. Kontaminant tümüyle temizlenemediği gibi bronş epitelinde de ciddi irritasyon oluşturabilir.

Kemik İliği Transplantasyonu

Ciddi lökopeni ve trombositopeniye yol açan yüksek radyasyon dozlarında kemik iliği transplantasyonu gerekebilir. Bu tedavi biçiminde de ciddi komplikasyonlar gelişebilir. Işınlanan bölgeye bağlı olarak otolog transplantasyon yapmak mümkün olmayabilir.

Sonuç

İnternal kontaminasyon, eksternal kontaminasyona göre daha ciddi bir sorundur. İnternal kontaminant vücuda; deriyi geçerek, inhale edilerek veya oral yolla girebilir. Özellikle internal kontaminasyona neden olan radyoaktif madde bilinmiyor ise tedavi de bir o kadar güçtür. Eğer kontaminant biliniyor ise tedavide onu vücuttan bir an önce uzaklaştıracak metabolik yollar hakkında da bilgi sahibi olunabilir. Dekorporasyon işlemleri akut ve internal radyoizotop taşıyan kişilerin tedavisinde absorbe ettikleri radyasyon dozunu azaltmak

ve dolayısı ile ileride ortaya çıkabilecek sağlık etkilerini azaltmak için tavsiye edilir. Bu amaçlara; absorpsiyonun azaltılması ve iç organlarda birikimin önlenmesi ile absorbe edilen radyoizotopların en kısa sürede vücuttan atılımının hızlandırılması ile ulaşılabilir.

Finansal Destek: Yazar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Ilyin LA. Radioiodine as a Radiation Safety Problem. Atomizdat, Moscow; 1972.
2. Turai I, Toivonen M. Radiohygiene of fission isotopes of iodine, STL-A42, Helsinki:1983.
3. World Health Organization, Guidelines for iodine Prophylaxis Following Nuclear Accidents, WHO Regional Office, Copenhagen: 1989.
4. International Atomic Energy Agency (IAEA), Assessment and treatment of external and internal radionuclide contamination, IAEA-TECDOC-869, Vienna:1996.