



Akut Lokal Radyasyon Hasarı ve Tedavisi

Acute Local Radiation Injury and Treatment Methods

Semra İnce

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

Öz

Lokal radyasyon yaralanması (LRY); vücudun lokal bir bölgesinin yüksek dozlarda iyonize radyasyona maruz kalınması sonucu oluşan klinik durumdur. Bir acil olayın erken döneminde LRY tanısı temel olarak klinik bulgulara dayanır (sorgulama ve gözlem). Fakat ne yazık ki, çoğunlukla deri lezyonları hekimler tarafından böcek ısırığı, mekanik travma, lokal enfeksiyonlar, alerjik reaksiyonlar ile karıştırılabilmektedir. LRY genelde yavaş ilerler. Tedavideki temel noktalar enfeksiyon kontrolü, yara bakımı ve ağrı yönetimidir. Bu yazı, LRY tanı ve tedavisi hakkında bilgi sağlamak amacıyla yazılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lokal radyasyon yaralanması, radyasyon kazası, sitokastik etki, deterministik etki

Abstract

Local radiation injury (LRI) is the clinical condition that results from exposure to high-dose ionizing radiation at a certain area of the body. In the early period of an emergency, the diagnosis of LRI is based primarily on clinical findings (questioning and observation). However, unfortunately, skin lesions are often confused by physicians with insect bites, mechanical trauma, local infections, and allergic reactions. LRI generally progresses slowly. The main points of treatment are infection control, wound care, and pain management. This article aims to provide information about LRI diagnosis and treatment.

Keywords: Local radiation injury, radiation accident, cytostatic effect, deterministic effect

Giriş

Vücudun lokal bir bölgesinin yüksek dozlarda iyonize radyasyona maruz kalınması sonucu oluşan klinik durum birçok tıbbi terim ile tanımlanabilir. Bunlar:

- Lokal ışınlama,
- Lokal radyasyon yaralanması,
- Radyasyon yanığı,
- Radyodermatit,
- Kutanöz radyasyon sendromu (KRS).

Bu yazıda bu klinik durum lokal radyasyon yaralanması (LRY) olarak ifade edilmiştir. Bu yazı, LRY tanı ve tedavisi hakkında bilgi sağlamak amacıyla yazılmıştır. Özellikle pratisyen ve acil hekimlerinin iyi bilmesi gereken bir konudur. Fakat ne yazık ki, çoğunlukla deri lezyonları hekimler tarafından

böcek ısırığı, mekanik travma, lokal enfeksiyonlar, alerjik reaksiyonlar ve hatta pemfigus ile karıştırılabilmektedir. Yanlış teşhis, uygun tedaviyi geciktirerek prognozu daha kötü hale getirmektedir.

Radyasyon kaynaklarının art niyetli kullanımlarında, kişiler radyasyona maruz kaldıklarını bilmeyebilirler. Tüm vücut dozu yeteri kadar yüksek değil ise, bulantı, kusma diyare gibi prodromal semptomlar olmayabilir veya varsa da bu semptomlar başka nedenlere bağlanabilir. LRY'nin varlığının ve yaygınlığının belirlenmesinde bu nedenle tıbbi hikaye çok önemlidir, çünkü kazanın belirti ve bulgularının ortaya çıkması genelde günler veya haftalar alır. Deri hastalığı, termal yanık, böcek ısırığı, alerji ya da deri travması öyküsü bulunmayan bir olguda konservatif yaklaşımla tedavi edilemeyen

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.

deri lezyonu varlığı, haftalar ya da aylar önce maruz kalınan lokal radyasyon hasarını akla getirmelidir. Eğer hasta "radyasyon tehlikesi" uyarısını gördüyse ve deri lezyonuna baş ağrısı, yorgunluk, iştahsızlık, diyare eşlik ediyorsa LRY'den şüphelenilmelidir (1).

LRY ya da KRS; radyasyona maruz kaldıktan sonra gözlenen, derinin özellikle sitokinler ile ilişkili enflamatuvar cevabını tanımlayan akademik bir kavramdır. Ancak, konvansiyonel aciller ile ilişkili olan metinlerin çoğuna sokulmamıştır ve pratisyenler tarafından iyi anlaşılammıştır. Yüksek dozlara maruz kalmayı takiben olaya katılan sadece deri değil, aynı zamanda subkutan doku ve hatta kas ve kemiklerdir (kutanözden daha fazladır). Bu da hastayı kompartman sendromu açısından risk altına sokar. Hastada klinik tabloya eşlik eden hematopoetik sendrom varsa kanama, enfeksiyon ve kötü yara iyileşmesi nedeniyle klinik olarak daha komplike hale gelebilir.

Deri insandaki en büyük organdır (1,5 ve 2 m² arasında, toplam vücut ağırlığının yaklaşık 1/6'sını oluşturur). Deri insan fizyolojisinde birden çok görev görür. İnsan vücut sıcaklığı ve metabolizmasının düzenlenmesine yardım eder ve vücudu su kaybı, sürtünme ve künt yaralanmalardan korur. Çevreye karşı bir bariyer olarak görev yapar ve bezlerinden bazılarının antienfektif fonksiyonları vardır. Özelleşmiş pigment hücreleri (melanositler) vasıtası ile güneşin UV ışınlarından korur. İnsan derisinde üç fonksiyonel tabaka vardır; epidermis, dermis ve hipodermis.

Epidermisteki hücrelerin büyük çoğunluğu keratinositlerdir. Epiderminin bazal tabakasına ayrıca stratum germinativum da denir çünkü, hücre proliferasyonu ile ilişkilidir. Bazal tabakada üç tür keratinosit tanımlanmıştır; kök hücreler, geçici büyüyen hücreler ve adanmış (committed) hücreler. Kök hücreler bazal hücre popülasyonunun yaklaşık %10'unu temsil ederler ve kendileri de kök hücre olan yavru hücreler veya geçici büyüyen hücreleri oluşturmak için mitoz ile çoğalırlar. Geçici büyüyen hücreler, bazal hücre popülasyonunun yaklaşık %40'ını oluştururlar ve kök hücrelerden çok daha sık çoğalırlar. Geçici büyüyen hücreler, nihai olarak farklılaşmaya adanmış yavru hücreleri oluştururlar. Bu adanmış hücreler, bazal membrandan ayrılırlar, farklılaşırlar ve ölü, kornifiye hücreler olarak döküldükleri deri yüzeyine yaklaştıkça, çoğalmaları nihai olarak azalır. Epiderminin bu klasik hiyerarşik organizasyonu, iyonlaştırıcı radyasyona maruz kaldıktan sonra, verilen tipik akut cevabı açıklar.

Öte yandan, dermis ve hipodermis, radyasyona maruz kaldıktan sonra temel olarak geç etkilerin geliştiği fleksibl dokulardır. Dermis su ve kollajenden oluşmuştur. Dermis içine gömülmüş, diğer organlara benzer yapılar vardır; lenfatik ve kan damarları, sinir lifleri ve kas hücreleri. Kıl follikülleri, sebace bezler ve ter bezleri dermise özgüdür. Hipodermis veya subkutan doku, deri altındaki yağ dokusudur. Süngerimsi bağ dokusu ve bunları aralayan adipositleri (yağ hücreleri) içerir. Vasküler endotel, radyasyona özel olarak duyarlıdır. Orta ile yüksek doz ışınlamalarından sonra, neovaskülarizasyon işleminin yanı sıra *endarteritis obliterans* görülebilir. Radyasyon fibrozisi, derinin yüksek doz radyasyona maruz kalmasından sonra sık görülen bir sekeldir ve bu dokular içindeki miyofibroblastların kronik aktivasyonu ile ilişkilidir.

Lokal Radyasyon Yaralanmalarının Klinik Özellikleri

1. Tek bir ışınlama ile oluşan akut deri etkileri aşağıdaki şekilde tanımlanabilir (2):

4-5 Gy: Basit ve geçici tüy kaybı (kaza sonrası 14.-21. günlerde).

5-12 Gy: Eritem ve takiben hiperpigmentasyon (kaza sonrası 14.-21. günlerde).

12-15 Gy: Eritem ve kuru deskuamasyon (kaza sonrası ortalama 20. günde).

15-25 Gy: Islak deskuamasyon, vezikül, bül oluşumu (kaza sonrası 2.-3. haftada).

25-30 Gy: Deri radyo-nekrozu, ülserasyon.

Radyasyon kazalarından elde edilen tecrübeler, LRY'nin, kazazedelerin tıbbi bakım istemelerinin ilk nedeni olduğunu göstermiştir. Klinik olarak önemli bir lezyon oluşumu için derinin bazal tabakasının 10 cm²'den büyük bir alanının radyasyona maruz kalması gerekir. Kaza sonrası ilk haftada (doza bağımlı olarak) hasta asemptomatiktir veya geçici eritem oluşabilir. Bu dönemden başlayarak yakın takip ve bazal tam kan sayımı önemlidir. İlk 6 saatte yaygın eritem varlığı 4 Gy'den fazla tüm vücut dozuna maruz kalındığının belirtisi olabilir. İkinci hafta civarında gerçek eritem oluşur ve epilasyon, deri kuruluşu eşlik eder. Üçüncü haftada kazaya maruz kalan deri bölgesinde nemli, ödemli, ağrılı, kaşıntılı deri oluşur. Kazazedelere lezyon alanına travmadan kaçınmalarını öğütlemek gerekir. Mukozalarda meydana gelen eritem radyasyon mukoziti gelişiminin habercisidir.

Deri dozu ve klinik özellikler arasındaki bu korelasyon, tek bir yüksek doz hızındaki ışınlamadan sonra (yani yüksek dozun çok kısa sürede verilmesi

sonucu) gözlenmiştir. LRY'de doz hızının etkisi net olarak belgelenmemiştir ve uzun süreli (yani daha uzun zaman periyodunda verilen doz) veya kronik dozlardan sonraki deri etkileri ile ilgili veriler kısıtlıdır (Resim 1).

Radyasyonun derideki geç etkileri şunlardır:

- Deri atrofisi,
- Kütanöz fibrozis,
- Hiper/hipopigmentasyon,
- Telenjektazi,
- Hiperkeratozis,
- Saç ve tırnaklarda değişiklik.

2. Deri üzerinde radyasyon tarafından indüklenen geç etkiler; fonksiyonel bozukluk, sekonder nekroz ve hatta kanseri içerebilir. LRY'nin bir özelliği de, yara iyileşmesinden birkaç yıl sonra bile sekonder nekrozun tekrar görülebilmesidir.



Resim 1. 50 Ci Ir-192 kaynağının yaklaşık 5 dakika süreyle sol elde tutulması sonucu 6. ayda sol elde meydana gelen değişiklikler izleniyor. Sol el 2. parmak amputasyonu yapılan hastada, sol el 1., 3. ve 4. parmaklarda onikodistrofi, kronik radyasyon dermatiti ve ülsere nekrotik lezyonlar izlenmektedir

3. LRY radyasyona maruz kaldıktan birkaç saat sonrasında başlayarak, yıllar sonrasına kadar uzayabilen, farklı klinik fazlarda (prodromal faz, hastalık fazı ve geç faz) gelişebilir. Bu fazlar, akut, subakut veya kronik şartlarda ortaya çıkabilir. LRY, ardışık enflamatuvar dalgalar ile (ağrı, ödem, eritem), hiçbir klinik semptomun olmadığı veya çok az olduğu değişen periyotlarda dinamiktir.

4. CDC (The Centers for Disease Control and Prevention) kategorizasyon sistemini kullanarak, klinik bulgu ve semptomlarla ilişkili olarak LRY'de dört ağırlık derecesi tanımlamak mümkündür (Tablo 1):

- Derece 1 (C1) (>2 Gy): Hafif hasar.
- Derece 2 (C2) (>15 Gy): Orta derecede hasar.
- Derece 3 (C3) (>40 Gy): Ağır hasar.
- Derece 4 (C4): Fatal hasar.

5. Deri pigmentasyonunda değişiklikler de olabilir ancak, bu semptom, depigmentasyon veya hiperpigmentasyon ile ilgili referans verinin olmaması nedeni ile CDC derecelendirme sistemine dahil edilmemiştir. Gene de sistematik olarak kaydedilmelidir.

6. CDC tablosunda, deri için klinik semptom olarak bahsedilmesine rağmen, ağrı oluşumu dikkate alınmalı ve farklı bir antite olarak kaydedilmelidir. Çünkü prognozun ve nekroz gelişiminin iyi bir indikatörüdür.

7. LRY'nin yüzey ve derinde yayılımı ve lezyonların yerleşimi de ayrıca kaydedilmelidir. Termal yanıklarda olduğu gibi, yaygınlık çok önemlidir ve prognoz yayılım yerine (örneğin; toraks kalçadan daha önemlidir) ve derinliğine göre değişir. Termal yanıklarda uygulanan

Tablo 1. Lokal radyasyon yaralanmasının ağırlık dereceleri (4)

Semptom	Derece 1	Derece 2	Derece 3	Derece 4
Eritem	Minimal ve geçici	Orta derecede; vücut yüzeyinin <10 cm ² izole alanlar	Belirgin, izole veya birbirleri ile birleşen alanlar; vücut yüzeyinin %10-40'ı	Ağır; izole veya birbirleri ile birleşen alanlar, vücut yüzeyinin >%40'ı, eritroderma
Hissetme/Kaşıntı	Kaşıntı	Hafif ve aralıklı ağrı	Orta derecede ve ısrarcı ağrı	Ağır ve ısrarcı ağrı
Şişme/Ödem	Var, asemptomatik	Semptomatik, gerilim	Sekonder disfonksiyon	Total disfonksiyon
Blister (su toplama) oluşumu	Nadir, steril sıvı ile	Nadir, kanama ile	Steril sıvı ile bül	Kanama ile bül
Desküamasyon	Yok	Kuru	Islak	Birbirine karışan ıslak
Ülser/Nekroz	Sadece epidermiste	Dermal	Subkutan	Kas/Kemik katılımı
Kıl kaybı	İncelme, bariz değil	Yamalı tarzda, görülebilir şekilde	Tam ve genellikle reversible	Tam ve genellikle irreversible
Onikolizis	Yok	Kısmi	Tanımlanmamış	Tam

benzer standart kriterler, örneğin; “dokuzlar kuralı” gibi, LRY’nin yayılımını tespit etmek için kullanılabilir:

- Baş = %9
- Göğüs ve batin = %18
- Sırtın üstü, ortası ve altı ve kalçalar = %18
- Her bir kol = %9
- Kasık = %1
- Her bir bacak = %18

8. LRY şüphesi varsa, etkilenen alanların ilk günde fotoğrafları alınmalıdır. Radyasyon yaralanması bulguları ilerlerse, günlük olarak ek fotoğraflar alınmalıdır; aksi halde, bu işlem haftada iki kez ve herhangi bir cerrahi işlemden önce/sonra tekrarlanmalıdır (klinik gelişme ve tedaviye cevabı izlemek ve yasal amaçlar için). Bu fotoğraflar etiketlenmeli (hasta ID’si, tarih ve zaman) ve hastanın tıbbi kayıtları içinde saklanmalıdır.

9. LRY sonucu oluşan deri lezyonları termal yanıklara oldukça benzer. Ancak termal yanıklar, “radyasyon yanıklarından” aşağıdaki açılardan farklıdır:

- Radyasyon yanıkları dinamikdir, zamansal ve mekansal gelişimleri ön görülebilir değildir ve başlangıçtaki klinik durumdan bağımsızdır,
- Hastada ilk şok görülmez,
- LRY’de etkilenen doku ödemli, gergin ve kaşıntılı olsa da ağrı hemen başlamaz (termal yanıkta başlar), fakat daha sonra görüldüğünde çok ağırdır ve ilaçlara karşı dirençlidir. Ağrı klinik nüksün habercisi olan prognostik bir semptomdur,
- Radyasyon yanıklarında (doza çok bağımlı olmakla birlikte), genellikle başlangıçta doku veya kıl kaybı olmadan (ancak ışınlanmadan 2-3 hafta sonra görülebilir) erken (primer) eritem gözlenirken, termal yanıklar yanığın derinliğine bağlı olarak erken kıl ve doku kaybı gösterirler (5).

10. Maalesef, hastanede LRY’yi belirlemek için hiçbir özgül klinik özellik yoktur ve LRY varlığının kabul edilmesi aşağıdaki verilerin kombinasyonu ile olur:

- Potansiyel olarak atfedilebilecek klinik özellikler (daha önce anlatılanlar gibi),
- Lezyon(lar)ın dinamikleri ve gelişmeleri,
- Açıklanamayan yanık, bilinmeyen sebep (daha önce kimyasal, mekanik veya termal yaralanma öyküsü olmaması),
- Lezyon(lar)ın şekli: Dairesel şekil iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmış olmayı düşündürür (ancak şarbon lezyonları da daireseldir),

- Benzer bulgu/semptomlara sahip başka insanlar (örneğin; aile üyeleri, komşular, iş arkadaşları) (Resim 2).

Lokal Radyasyon Yaralanmalarında Temel Tanısal Araçlar

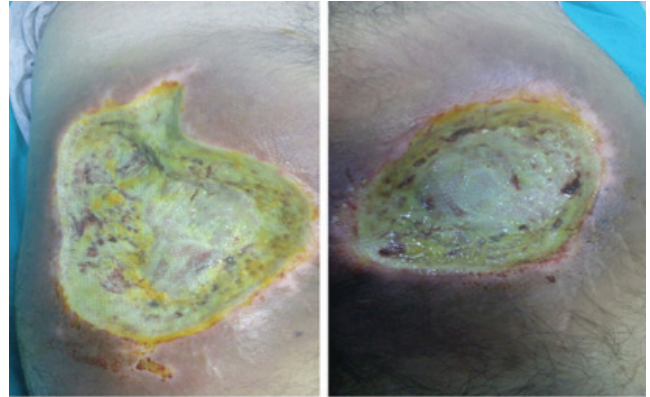
Bir acil olayın erken döneminde LRY tanısı temel olarak klinik bulgulara dayanır (sorgulama ve gözlem). Tamamlayıcı tanısal araçlar [ultrason, pozitron emisyon tomografisi, sitogenetik dozimetri, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) vs.] varsayımı desteklemek ve yaralanmanın yaygınlık ve derinliğini değerlendirmede faydalı olabilir. Sonuçlar bir araya getirilmeli ve klinik bulgular üzerine odaklanarak yorumlanmalıdır.

- Renkli fotoğraf zamanla oluşan değişikliklerin değerlendirilmesi için şarttır. Lezyon(lar)ın boyutlarının kaydedilmesi önemlidir.

- 7,5 MHz veya daha yüksek çözünürlükteki (7,5-20 MHz) ultrasonografi, derideki kalınlık ve yoğunluk değişikliklerini belirlemek için, akut fazda günlük olarak, hastalık fazında ise haftada bir yapılmalıdır. Ekipmanın çözünürlüğüne bağlı olarak, ultrasonografi ayrıca lezyonun derinliği hakkında da bilgi verebilir fakat cerrahi planlamak ve kılavuzluk için kullanılamaz.

- Eritemlerin klinik olarak belirlenmesine ilaveten, hipertermik (enfamatuvar) veya hipotermik (nekrotik) deri alanlarının gelişmesinin tespiti için (izotermal çizgilerin belirlenmesi), ilk saatlerde ve sonra da haftada bir kez termografi yapılabilir. Termografik bulgular, düzenli hasta takibi için referans olarak kullanılabilirler.

- Kan akımı, kapiller mikroskopi (dermal kapillerlerin değerlendirilmesi için) veya Doppler ultrasonografi



Resim 2. 50 Ci Ir-192 kaynağının yaklaşık 2 saat süreyle dönüşümlü olarak pantolonun her iki arka cebinde taşınması sonucu 4. ayda her iki kalçada meydana gelen değişiklikler izleniyor. Sağ ve sol gluteal bölgede ağrılı derin ülserasyonlar ve gelişen derin doku nekrozu izlenmektedir

ile (daha büyük damarlardaki hasarı belirlemek için) değerlendirilebilir.

- MRG; dermis, deri altı yağ dokusu, kas ve kemiğin, sıvı birikmesinin (enflamasyon, ödem, nekroz) bir sonucu olarak artan sinyal yoğunluğunu değerlendirmek için invaziv olmayan bir işlemdir. MRG, ışınlamadan sonraki ilk gün içinde lokal hasarı gösterebilir ve mümkün olan en kısa sürede lezyonun yaygınlığını anlamak için kullanılmalıdır. Cerrahi kararını vermek için önemlidir fakat nekroz ve enflamasyon arasındaki farkı ayırt etmek zor olabilir.

- LRY ihtimalini ekarte etmeden önce, ikinci dalga eritem olup olmadığını görmek için hasta 4 hafta takip edilmelidir. İlk 4 hafta içinde bu ikinci dalga eritem görülmezse, daha sonra deri lezyonlarının gelişmesi uzak ihtimaldir.

Lokal Radyasyon Yaralanmalarının Tıbbi Tedavisi

LRY genelde yavaş ilerler (haftalar veya aylar sürebilir). Konservatif metotlarla tedavi oldukça zordur. Tedavideki temel noktalar enfeksiyon kontrolü, yara bakımı ve ağrı yönetimidir. Erken dönemde plastik-rekonstrüktif cerrahi yardımı önem taşır.

1. Genel bir yaklaşım olarak, prodromal dönemde deri koruyucu kremler kullanılabilir; daha sonra akut/kronik enflamasyonu kontrol etmek için topikal veya sistemik steroidler, hidrokolloid pansuman, lokal enfeksiyon profilaksisi ve tedavisi dikkate alınmalıdır; daha sonra pentoksifilin ve alfa tokoferol uygulanabilir.

2. Hafif (C1) ve orta derecede (C2) LRY tedavisi nispeten basittir ve bir çok ülkede yapılabilir. Ağır ve fatal (C3 ve C4) derecede LRY, uzmanların olmasını ve sıklıkla uluslararası yardımı gerektirir.

3. C1, LRY için poliklinik tedavisi gereklidir. Buna antienflamatuvar losyonlar/tozlar, topikal antienflamatuvar ve antiproliferatif non-atrofik glukokortikoidler (sitokin ekspresyonunun süpresyonu için) yanında sistemik antihistaminikler dahil olabilir.

4. C2, LRY tedavisi poliklinik temelinde yapılabilir. Pansumana genellikle ihtiyaç olur. Enfeksiyondan korunma önemlidir.

5. C3, LRY hastaları için hastanın hastaneye yatırılması endikedir. Nekrotik dokuların debrütmanı, yapışmayan pansumanların kullanımı ile beraber bakteriyostatik ajanların, antienflamatuvar ajanların ve esansiyel yağ asitlerinin topikal olarak kullanımı yararlıdır. Sistemik tedavide, standart protokollere uygun olarak,

antienflamatuvar ve antiproliferatif glukokortikoidler ve etkin analjezi gereklidir.

6. C4, LRY'li hastalarda yoğun bakım ünitesi olan hastanelere yatış endikedir. Bu hastaların muhtemelen erken cerrahiye de ihtiyaçları olacaktır.

7. Ağır LRY (C3 ve C4) için klasik tedavi yaklaşımı:

- Yüzeysel lezyonlar için konservatif tedavi,
- Ağır derin ülserler ve nekroz için cerrahi:

- Ülseretomi,
- Nekrotomi,
- Rotasyon flep'i ile yaranın kapatılması,
- Ampütasyon.

c. Derin ve yaygın nekroz durumunda, lezyon eksize edilmeli ve yara yatağı, iyi kalitede, tam kalınlıkta deri grefti ile kaplanmalıdır.

d. Hiperbarik oksijen tedavisi de vasküler yatağın iyileşmesini kolaylaştırabilir.

8. Eksizyondan sonra lezyonların kaplanması için kullanılan farklı opsiyonların örnekleri:

- Rotasyon flep'i,
- Silikon yaprak (sheet) ile kaplanmış suni deri grefti (INTEGRA®): Suni derinin hastanın hücreleri tarafından kolonizasyonu gösterilmiştir. Yeni deri (neoderma), suni deriyi birkaç hafta içinde kaplar. Daha sonra silikon alınır ve klasik deri grefti neoderma üzerine yapılır.

- "Görünüşte sağlıklı dokuda" eksizyon, takiben domuzdan ksenograft ve daha sonra silikon yaprak ile kaplanmış suni deri. Neoderma gelişir ve bu silikon yaprağının alınabilmesine izin verir ve ağ halindeki otograft ile replase edilir.

- Tünelleme ile birlikte omentum flap. Bir ayda omentum büyür ve deri grefti daha sonra yapılabilir.

Bu değişik yaklaşımların genelde başarılı olmasına rağmen nekroz çok sıklıkla daha sonra tekrar görünür ve yeni otograft(lar) yapılması gerekir.

9. LRY tedavisi için insan mezenseşimal kök hücrelerinin (MKH) lokal olarak verilmesi, radyasyon kazalarındaki bazı kazazedelerde kullanılmıştır ve çok etkili olduğu gösterilmiştir. MKH, dokunun geniş rezeksiyonundan sonra ışınlanmış alan içine enjekte edilmelidir. Cerrahi mümkün olduğunca çabuk yapılmalı (ışınlamadan sonraki ilk ayda), lezyon deri grefti ile kaplanmalı ve otolog MKH lokal olarak enjekte edilmelidir (0,5 mL civarında bir hacme, enjeksiyon başına 70x100x106 MKH). Ancak, bu yeni, ümit vaat eden yaklaşım daha hala gelişme safhasındadır.

10. LRY tedavisindeki yeni bir yaklaşım dozimetre temelli cerrahidir. Anatomik bilgi sağlamak için MRG veya BT ve Monte Carlo metodu ile izodoz rekonstrüksiyonu için sayısal voxel fantomu kullanılabilir ve takiben dozimetre kılavuzlu cerrahi tasarım yapılır.

11. Uzmanın gelmesinden önce, C3 ve C4 LRY tedavisi için dikkate alınabilecek hususlar şunlardır:

- Steroidler gibi acil ilaçlara muhtemelen erken fazda ihtiyaç olacaktır,
- Lokal mukozit tedavisi faydalı olacaktır,
- Mikro dolaşımı daha iyi hale getirmek için pentoksifilin kullanılabilir,
- Enfeksiyon ve enflamasyon engellenmeli/tedavi edilmelidir,
- Hiperbarik oksijen,
- Ağrı tedavisi,
- Ağrı kontrolü için bölgesel hassas sinir blokajı (kan akımını düzeltmek için yapılan sempatik sinir blokajından farklıdır),
- Takrolimus, linoleik asit, prednisolon ve retinoik asit gibi başka farmakolojik yaklaşımlar.

Sonuç

LRY hastaları en az 10 sene takip edilmelidir. Bu hastalarda, geç deterministik etki riski sitokastik etki riskinden daha yüksektir. Işınlanmış alanda herhangi bir fiziksel travmadan dolayı lezyon oluşması sık görülür. Çizikler, termal yaralanma (aşırı yüksek veya düşük

sıcaklıklar), böcek ısırılmaları veya mekanik travma kolayca nekrozu indükleyebilir. Bu faktörler, hastalara net tavsiyeler ile engellenmelidir. Seksen yaş üstü insanlar, yaşlanma prosesi, hipoksik dokular da iyileşme sürecini yavaşlatacağından dikkate alınmalıdır.

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. Medical Management of Skin Injury. In: Medical Management of Radiological Casualties. 3rd Edition. Bethesda, Maryland; 2010. p. 23-27.
3. Sugarman SL, Goans RE, Garrett SA, Livingston GK. Medical Management of Local Injury. In: The Medical Aspects of Radiation Incidents, REAC/TS. Oak Ridge, US; 2009. p. 21-24.
4. Waselenko JK, MacVittle TJ, Blakely WF, et al. Medical Management of the Acute Radiation Syndrome: Recommendations of the Strategic National Stockpile Radiation Working Group. *Ann Intern Med* 2004;140:1037-1051.
5. Berger ME, Leonard RB, Ricks RC, Wiley AL, Lowry PC, Flynn DF. Hospital Triage in the First 24 Hours after a Nuclear or Radiological Disaster. *ORISE, U.S.* 2004.
6. Perez MR, Jaworska A. Local Radiation Injuries. In: Palma CR, Liland A, Jerstad AN, Etherington G, Perez MR, Rahola T, et al., editors. *TMT Handbook*, Norway: Lobo Media AS; 2009. p. 282-296.