

Girişimsel ağrı tedavisinde radyasyon güvenliği

Emin Alp Yentür*, Petek Bayındır**, Yüksel Pabuşcu**

SUMMARY

Radiation safety in invasive pain medicine

Invasive procedures have been an inseparable part of contemporary pain medicine. As a result, fluoroscope has been an indispensable equipment in our daily practice but this development brings some questions into mind like how much knowledge do we have about the operation of fluoroscope, ionizing radiation and radiation safety? We aimed to give basic information about radiation physics, ionizing radiation. Besides, important points about radiation safety will be specially emphasized.

Key words: Radiation, safety, pain medicine

ÖZET

İnvazif girişimler günümüzde artık ağrı tedavisinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bunun gereği olarak floroskopi günlük uygulamalarımızda çok sık kullanılır hale gelmiştir. Ancak bu gelişme şu soruyu akla getirmektedir: Floroskop kullanımı, iyonizan radyasyon ve radyasyondan korunma konusunda ne kadar bilgi sahibiyiz? Bu derlemede, önce radyasyon fiziği ve iyonizan radyasyon hakkında temel bilgiler verilecek, daha sonra da radyasyon güvenliği konusunda bilinmesi gereken noktalar vurgulanmaya çalışılacaktır.

Anahtar kelimeler: Radyasyon, güvenlik, algoloji

(*) Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

(**) Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

Başvuru adresi:

Dr. Emin Alp Yentür, Celal Bayar Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Manisa
e-posta: alp.yentur@bayar.edu.tr

(*) Celal Bayar University Faculty of Medicine, Department of Anesthesiology

(**) Celal Bayar University Faculty of Medicine, Department of Radiology

Correspondence to:

Emin Alp Yentür, MD, Celal Bayar University, Faculty of Medicine, Department of Anaesthesiology, Manisa, TURKEY
e-mail: alp.yentur@bayar.edu.tr

Giriş

Floroskopi eşliğinde girişimsel ağrı tedavisi ile uğraşan hekimler, hem kendi güvenlikleri hem de hastaların daha az radyasyona maruz kalmaları açısından radyolojinin temel kavramları hakkında bilgi sahibi olmalıdırlar. Bu makalede konunun iyi anlaşılabilmesi için önce radyasyon fiziği, floroskopi cihazının özellikleri ve çalışma prensiplerinden, daha sonra da radyasyondan korunmanın temel prensipleri ve alınması gereken önlemlerden bahsedilecektir.

Radyasyon Fiziğinde Temel Kavramlar

Pozitif yüklü atom çekirdeği etrafında belli yörüngelerde bulunan elektronlar, elektriksel olarak negatif yüklü parçacıklardır. Çekirdeğe en yakın yörüngede bulunan elektronları yörüngelerinden çıkartmak için çok fazla enerjiye ihtiyaç duyulurken dış yörüngelerdeki elektronlar için daha az enerjiye gereksinim vardır. Bir elektron yüksek enerjiye sahip bir yörüngeden daha düşük enerjili bir yörüngeye geçerse enerji açığa çıkar (Raj ve ark. 2003). X ışını maddeyi geçerken, enerjisini elektrona transfer eder ve atomun yörüngesinden elektrona söker. Böylece, elektron ve atomdan oluşan iyon çifti ortaya çıkarken iyonizasyon meydana gelir (Tarhan 2005).

Elektro-manyetik (EM) enerji; sinüs dalgası şeklinde ışık hızı ile yayılan ve dalga boyuna göre sınıflanan bir enerji biçimidir. EM dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerji yayımına radyasyon denmekte ve bu enerjinin frekansı arttıkça enerjisi artmaktadır (Jansen 2004). X ışını tipik bir EM radyasyondur. İyonizan radyasyon ise, elektronları yörüngelerinden çıkartarak atomu iyonize duruma getirecek enerjiye sahip radyasyondur. X ışını aynı zamanda bir iyonizan radyasyondur ancak bütün EM radyasyonlar iyonizan değildir. Görünen ışık, kırmızı-altı ışıklar ve radyo dalgaları da EM radyasyona birer örnektir.

Floroskopi Cihazının Özellikleri ve Ayarlar

Floroskopi cihazının temel bölümü X ışını tüpüdür. X ışını havası boşaltılmış bir tüp içinde ısıtılan katottan çıkan elektronların hızlanarak anoda çarpması sonucunda oluşur (Ovalı 2005). Doğru akım katottaki flamanı ısıtır ve flamanı oluşturan atomun elektronları termo-iyonik emisyon denilen bir süreç ile serbestleşir. Katottan fırlatılan elektronlar anoda çarptıklarında birden bire dururlar ve kinetik enerjileri başka bir enerji şekline

dönüşür. Bu enerjinin %99.8'i ısıya dönüşürken, %0.2'si frenleme ve karakteristik radyasyon şeklinde tanımlanan X ışınını oluşturur. X ışınının %70-85'i frenleme radyasyonu, %15-30'u karakteristik radyasyon şeklinde ortaya çıkar.

X Işınının Kalitesini Etkileyen Faktörler

X ışını, ışık hızında olup, iyonizandır, görünmez, manyetik alanda sapma göstermez ve yoğunluğu uzayda aldığı mesafenin karesi ile ters orantılı olarak azalır. X ışınının kalitesini, ışının maddeden geçebilmesi yani penetrasyon özelliği belirler. Buna etki eden faktörler; X ışınının enerjisi, filtrasyon ve kullanılan X ışını tüpünün anod yapısıdır (Oyar 2005). X ışınının enerjisi katottan salınan elektronların enerjisine bağlıdır. Elektronların enerjisi ise hızları ile doğru orantılıdır. X ışınının hızını, enerjisini, penetrasyon özelliğini dolayısıyla da kalitesini artırmak için gerilimi, voltajı (kV) artırmak gerekir (Oyar 2005).

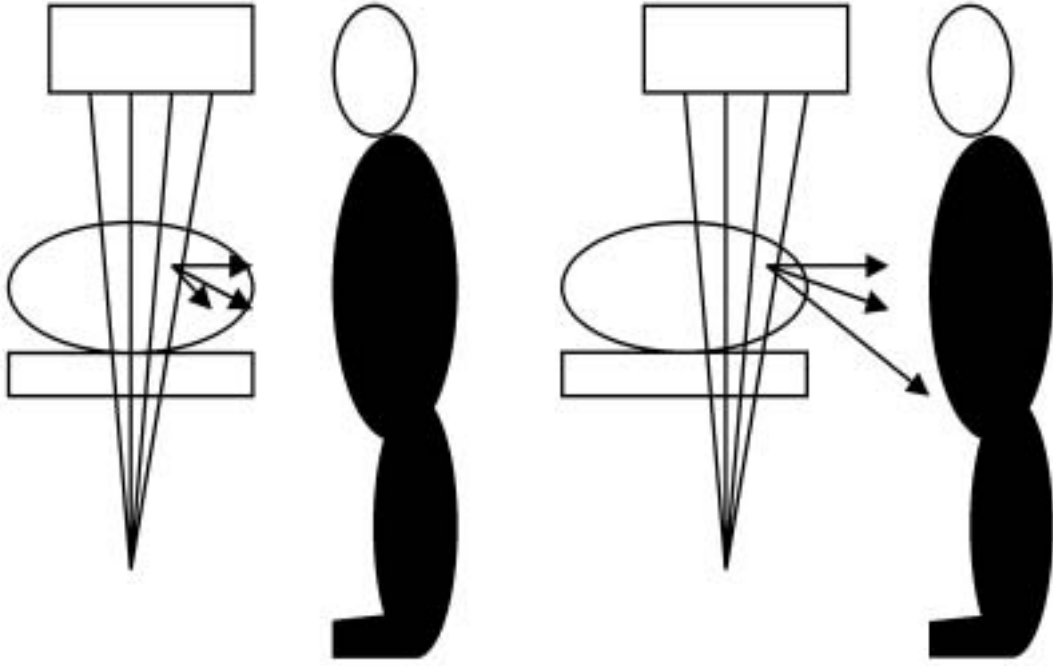
X Işınının Kantitesini Etkileyen Faktörler

X ışınının kantitesi, diğer bir deyişle ışın yoğunluğu veya maruz kalınan radyasyona etkili faktörler; tüp akım şiddeti (mA), tüp gerilimi (kV), mesafe ve filtrasyondur (Oyar 2005). mA ile elde edilen X ışını miktarı arasında doğru orantı vardır. mA ayarını tüpteki akımı düzenlerken, katottaki flamanın ısısını, dolayısıyla olaya katılmak için serbestleşen elektronların sayısını, yani X ışınının yoğunluğunu belirler. mA iki katına çıkartıldığında X ışını kantitesi de iki katına çıkmaktadır. Tüp gerilimindeki artış ise görüntü güçlendirici üzerine düşen X ışınının kantitesini artırmaktadır. X ışını tüpten çıkışta, hastaya yönlendirilmeden önce filtre edilmektedir. Bunun amacı ışın demeti içinde yer alan ancak tanıya katkısı bulunmayan düşük enerjili X ışınlarını elimine etmek ve X ışınlarının kalite ve kantitesini artırmaktır (Oyar 2005).

Kolimasyon ayarları (ışın demetinin daraltılması), ışınlama miktarını mümkün olan en düşük düzeyde tutmak için kullanılır. Floroskopi ayarlarında kontrol panelindeki diğer bir ayar ise zaman sayacıdır. Genellikle zaman alarmı 5 dakikaya ayarlanır çünkü maruz kalınan X ışınını belirlemede kullanılan en belirgin faktör süredir.

Radyasyonun Biyolojik Sistemler Üzerine Etkileri

Radyasyonun biyolojik sistemler üzerindeki etkisi stokastik ve deterministik olarak iki gruba ayrılır.



Şekil 1: Primer ışın ne kadar merkeze yakın geçerse saçılan ışına maruz kalma o kadar az olur.

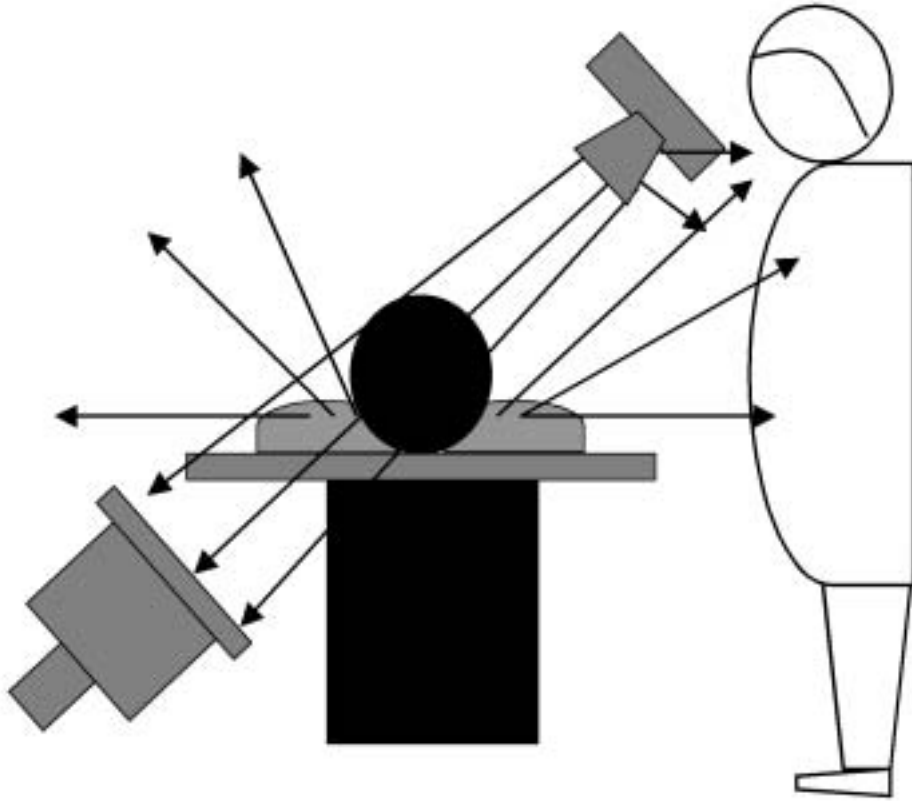
Deterministik (kesin-doğrudan) etkinin ortaya çıkması için belli bir radyasyon eşik dozuna ulaşılmalıdır. Deterministik etkiler radyasyonun hücre öldürücü etkileri sonucunda ortaya çıkar. Radyasyon dozu arttıkça ölen hücre oranı artar. Katarakt, infertilite, epilasyon, cilt bulguları radyasyonun deterministik etkileri sonucunda görülür (Parıldar 2005). Stokastik (kesin olmayan-dolaylı) etkinin ise eşik dozu yoktur. Etkinin şiddeti maruz kalan radyasyonun dozu ile korelasyon göstermez. Radyasyonun etkilerinin kimde hangi dozda gelişeceği tahmin edilemez. Radyasyonun stokastik etkileri; kanser, lösemi yapıcı ve mutajenik etkileridir (Parıldar 2005).

Radyasyonun neden olduğu neoplastisitede başlatıcı esas olay DNA hasarıdır (Hal 2001). Radyolojik incelemede vücuttan geçen fotonlar iyonizasyon yolu ile DNA'da tahribata neden olur (Jansen 2004). Karsinojenik etki ya doğrudan iyonizan radyasyonla etkileşimle, ya da iyonizasyon sonucunda meydana gelen serbest radikallerin veya diğer kimyasal ürünlerin etkisi ile olur. Hücre DNA'sındaki hasarın çoğu ya hemen onarılır ya da apoptozis yolu ile ortadan kalkar. Tamir mekanizması aksarsa veya tam olarak yapılamazsa, nadiren kromozomların bir kısmı mutasyona uğrar ve tümör indüksiyonu başlar (Hal 2001). X ışını ile karşılaşma ile tümör oluşumu arasındaki latent periyod uzun yılları bulabilir. Bütün korunma tedbirlerine rağmen kanser riski daima mevcuttur. İyonizan radyasyon için eşik değer diye bir kavram yoktur (Jansen 2004).

Saçılan Radyasyon

X ışınının bizi ilgilendiren üç tipi vardır. Primer X ışınları, X ışını tüpünden salınır; saçılan X ışınları, primer X ışınlarının maddenin elektronları ile çarpışması sonucunda meydana gelir; kalıntı radyasyon ise maddeden geçip görüntü güçlendiriciye çarpan X ışınlarıdır (Raj ve ark 2003). Tüpten çıkan radyasyonun bir kısmı absorbe olur, bir kısmı iletilir, bir kısmı da hastadan primer saçılma olarak etrafa yayılır. Sekonder radyasyon olarak da adlandırılan saçılan radyasyon, X ışınının maddeyi geçmesi sırasında ortaya çıkar. Primer saçılma hastadan her yöne doğru olur. Saçılan radyasyonun miktarında, kullanılan kV, kolimasyon alanı ve objenin kalınlığı etkili olmaktadır. Sekonder radyasyonu engellemek için hasta öncesinde X ışını demetinin çapının daraltılması gerekmektedir. Kolimatör kullanılması ve kV'un azaltılması da saçılan radyasyonu azaltacaktır. Ancak bu durum X ışınının penetrasyonunu ve kalitesini de azaltacağı için çok tercih edilen bir yöntem değildir. Ayrıca obje kalınlığının fazla olması da saçılmayı artıran diğer bir faktördür. Floroskopi ile girişim yapan personelin maruz kaldığı radyasyonun esas kaynağı hastadan saçılan radyasyondur (Brateman 1999).

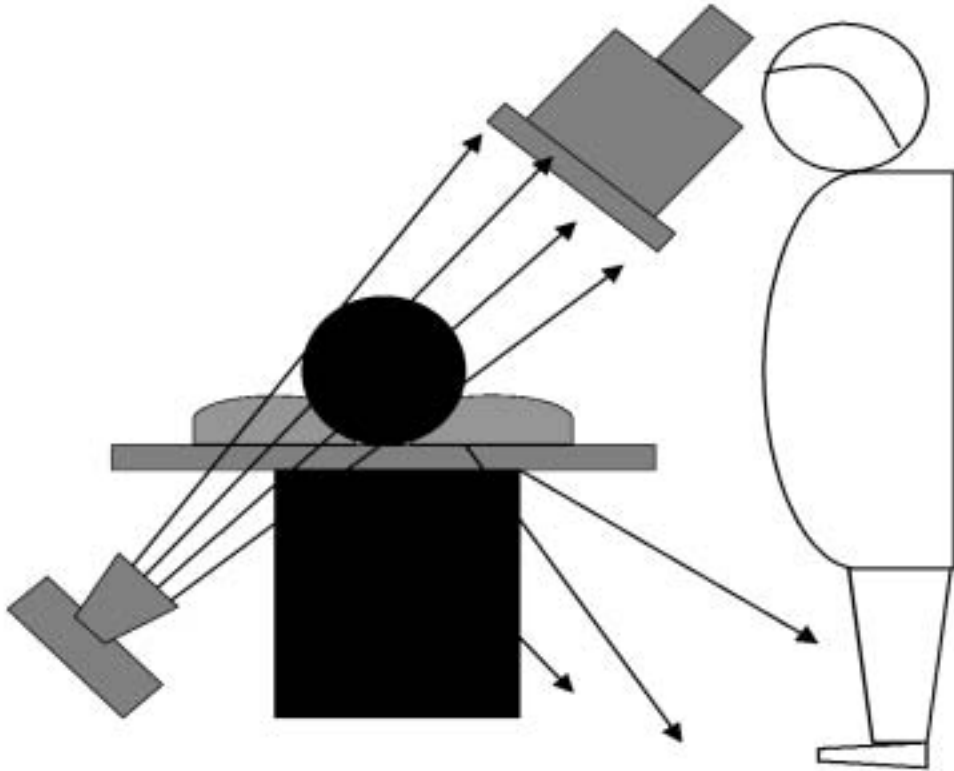
Floroskopi ile çalışan kişiye doğru olan saçılma miktarını etkileyen diğer bir faktör de ışının hastadan geçiş yeridir. Bu geçiş yeri hastanın vücudunun doktora yakın kısmında ise saçılan ışın hasta tarafından daha az miktarda tutulacaktır. Halbuki



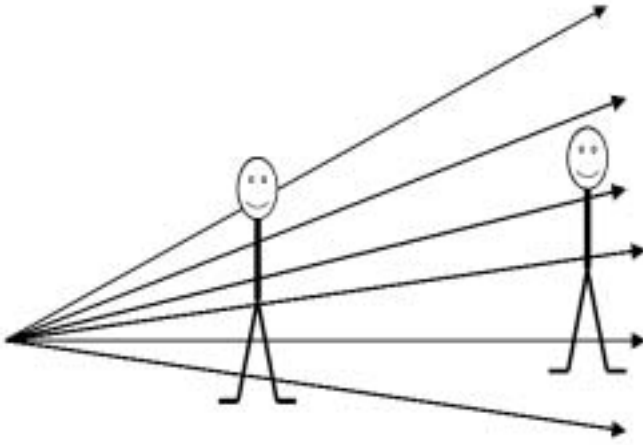
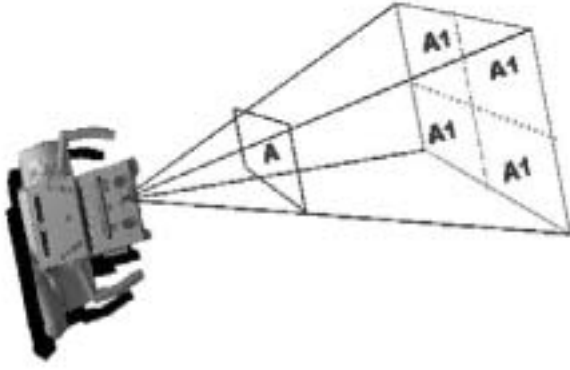
Şekil 2: X ışını tüpü yukarıda ise uygulayıcı daha fazla ışına maruz kalır.

geçen ışın hastanın orta hattına ne kadar yakınsa hastanın vücudu tarafından o oranda fazla tutulacak ve daha az saçılacaktır (Şekil 1).

Geri saçılan radyasyon: Işının girdiği yüzeyden geriye doğru saçılmasına “geri saçılan radyasyon” denir. C kolu floroskopun bazı pozisyonlarda



Şekil 3: Görüntü güçlendiricinin yukarıda ve girişim yapan doktor tarafında olması baş ve boyun için koruyucu işlev de görür.



Şekil 4a ve 4b: Maruz kalınan x ışını, mesafenin karesi ile ters orantılı olarak azalır.

kullanımında, geri saçılma kullanıcı için ciddi olarak risk oluşturabilir. X ışını tüpünün hastanın üst kısmında, görüntü güçlendiricinin hastanın altında olduğu durumlarda, girişim yapan kişinin yüzü tüpten sızan ışına ve saçılan ışına karşı korumasızdır. Görüntü güçlendirici hastanın üstünde olduğu durumlarda doktorun yüzünü koruyan bir bariyer görevi de görür. Ayrıca bu pozisyonda tüp aşağıda olacağından geri saçılma da aşağı doğru olacaktır (Şekil 2, 3).

Kolimasyon

Yeterli kolimasyon (ışın demetinin çapında sınırlama) yapılmazsa radyasyon alanı tahmin edilenden daha fazla olabilir. Mümkün olan en küçük alana yapılan kolimasyon, saçılan volümü azaltırken görüntü kalitesini artırır. Işın ayarını otomatik olarak yapan floroskopi cihazlarında tüp potansiyeli, hastanın kalınlığının artışı ile otomatik olarak artar ve tüp potansiyelinin artışı ile primer ışının şiddeti artarken saçılan radyasyon daha penetran bir özelliğe sahip olur. X ışını tüpünün yuvasın-

dan dışarı sızan radyasyon aynı kilovolta sahip, hastadan saçılan radyasyona göre daha penetrandır (Brateman 1999). X ışını tüpünün yukarıda olduğu ve açılı kullanıldığı durumlarda girişimi yapan kişi, saçılan radyasyonunun yanı sıra bu kaynaktan olabilecek olası ışınlanmaya (sızıntı radyasyonu) da dikkat etmelidir.

Radyasyon Güvenliği

Radyasyondan korunma prensibi olan üç temel kural zaman, mesafe ve iyonizan radyasyona karşı koruyucu malzemelerin kullanılmasıdır (zırhlama). Diğer prensipler ise primer ışının yolunun üzerinde durmamak ve mümkün olan en düşük dozun kullanılmasıdır (Nicholas 2004).

Alınan doz, radyasyona maruz kalınan süre ile doğru orantılıdır. Artık bir çok floroskopi cihazında, kV ve mA floroskopi cihazı tarafından otomatik olarak ayarlanmaktadır. Genelde operatör sadece X ışınının verildiği süreyi kontrol eder. X ışını demetindeki foton sayısı tüpe uygulanan kV, mA ve ışınlama süresi ile kontrol edilir. Düşük kV, düşük enerjili X ışınlarına, hastada ise daha yüksek cilt dozlarına neden olur (Preston-Martin ve ark 1990). Yüksek kV ise cilt dozunu düşürürken daha yüksek derinlik dozlarına (Lecomber ve ark 1997) ve daha fazla saçılan X ışınına neden olur. Bu durumun görüntü kontrastını azaltacağı da unutulmamalıdır. Dozun manuel olarak ayarlanabildiği incelemelerde istenen görüntüyü sağlayan en yüksek kV ve en küçük mA miktarı tercih edilmelidir (Adıbelli 2005).

Radyasyondan Korunmada Temel Prensipler

Tüpi Aşağıda Tutun: Radyasyon hastanın içinde saçıldığı zaman enerjisini hızla kaybeder. Saçılan radyasyonun miktarı primer ışının hastaya giriş yeri olan bölgede çıkış yerine oranla 985 kez daha fazladır (Raj ve ark 2003). Bu nedenle X ışını tüpünü hastanın veya masanın altında tutmak önemlidir. Ayrıca floroskopik görüntü almak için radyasyon güvenliği açısından en uygun pozisyon X ışını tüpünün hastadan uzak olduğu, görüntü güçlendiricinin ise yakın olduğu pozisyonudur. Bu şekildeki kullanımlarda hastaya giren ve saçılan X ışını şiddeti en azdır (Brateman 1999).

Işın Kaynağından Uzak Durun: Nokta kaynaktan yayılan elektromanyetik radyasyonların şiddeti uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalır yani radyasyon kaynağından olan uzaklık iki katına çıkınca radyasyon yoğunluğu da dörtte birer iner

(Şekil 4). Işın kaynağına olan mesafe arttıkça şiddetinin azalmaması ancak ışının dağılması nedeni ile daha az miktarda radyasyon hedefe ulaşmaktadır.

İyonizan radyasyondan korunma konusunda mesafe en çok kullanılan yöntemdir. “Ne kadar bir mesafede güvenle durulabilir?” sorusunun cevabı ışınlanmanın yoğunluğu ile ışın kaynağından olan uzaklık arasındaki ilişkiyi anlamada yatar. Masadan 3 metre veya daha uzakta durmak, alınacak ışını kabul edilebilir düzeye kadar azaltır. X ışını kullanılan bir ortamda durulacak en iyi yer, X ışınının personele ulaşmaya kadar iki kez saçılması gereken yerdir. Bu senaryoda radyasyonun şiddeti her saçılma olayı için yaklaşık olarak 1000 kez azalır. İki kez saçılma 100mR’lık ışınlanma değerini 0.0001mR’e düşürür veya başka bir deyişle orijinal şiddetin 1,000,000’da birine indirir (Nicholas 2004).

Saçılma Profilini Dikkate Alın: Floroskopi cihazının C koluna açı verilince saçılan ışın da açılan ve doktora ulaşan saçılan radyasyonun miktarı, oblik açı ile dört katına kadar artabilmektedir. Skopinin görüntü güçlendirici kısmı, işlemi yapan kişiden uzakta olduğu zaman bu durum daha belirgin hale gelir ve korunaksız baş ve boyun daha fazla ışın alırken, görüntü güçlendirici, işlemi yapan kişiye doğru yönlendirilirse bacak ve ayaklar daha fazla ışın alır.

X ışını bir maddenin içinden geçerken enerjisi absorpsiyon ve saçılma nedeni ile azalır. Azaltma katsayısı atom sayısına, maddenin yoğunluğuna, fotonların enerjisine ve içinden geçtiği maddenin kalınlığına bağlıdır. Düşük kV’larda geri saçılma daha fazla olurken, yüksek kV’larda ileri doğru saçılma fazladır (Nicholas 2004).

Işın Kullanım Süresini Kısa Tutun: Kişi ne kadar uzun süre radyasyon alanına maruz kalırsa o kadar fazla ışın alır. Floroskopi sırasında alınan iyonizan ışını azaltmanın yolu; skopiyi sadece aralıklı olarak kullanıp anlık görüntüler almak, son görüntüyü hafızaya alarak kullanmak, uzun süre devamlı görüntü almaktan kaçınmaktır. Her skopi kullanıcısı; 1) ışın zamanını takip etmelidir: C kollu skopi cihazlarında ışınlama zamanları için 5 dakikalık zaman alarmları vardır, 2) son görüntüyü saklamalıdır: pedala uzun süre basmak görüntü parlaklığını, kontrastı ve kaliteyi artıran faktör değildir. Bu nedenle kısa süreli anlık görüntüler de aynı amaç için kullanılabilir, 3) puls modu kullanılmalıdır: floroskopi cihazlarında devamlı ve puls modu olmak üzere iki farklı mod kullanılabilir. Floroskopi sırasında puls modu, görüntü al-

mak için radyasyonu sürekli vermek yerine aralıklı olarak verir.

Işın Boyutunu Sınırlandırın (Kolimasyon): Işının boyutu yayılan radyasyonun miktarı ile orantılıdır. Kurşun diyafraim kısılarak veya kolimatörler kullanılarak ışınlanan alan sınırlanmalıdır. Bu işlem, saçılan radyasyon miktarını azaltacağı gibi görüntü kalitesini de artırır.

Uygun Geometriyi Ayarlayın: Hastanın ışınlanan cilt alanının genişliği kadar, X ışını kaynağının cilde olan uzaklığı da doz sınırlamasında önemli rol oynar. X ışınının diverjans özelliğinden dolayı tüp-hasta mesafesinin artması, ışının hasta içindeki diverjansını azaltacak, böylece ışınlanan volüm azalacaktır.

C kolunun bir tarafta veya diğerinde çok fazla ilerletilmesi gereksiz yere fazla radyasyon alınmasına neden olur (Adıbelli 2005). X ışını tüpünün hastaya çok yaklaştırılması uzun süren girişimlerde hastada cilt yanığına neden olabilir. Diğer taraftan eğer X ışını tüpü hastadan çok uzaklaştırılırsa, bu defa da görüntü büyüyecek, skopi cihazı görüntü kalitesini ve parlaklığını koruyabilmek için çıkan radyasyon miktarını artırmaya çalışacaktır. Kural olarak fokus mesafesini iki kat artırmak, radyasyona maruz kalma oranını dört kat artırmaktadır.

Dışarıdan Gelen Işığı Elimine Edin: Dışarıdaki ışık floroskopi görüntüsü ile etkileşebilir ve gözün detayları görebilme yeteneğini engelleyebilir. Böyle bir durumda da skopiyi kullanan kişi görüntüyü büyütme ihtiyacı duyabilecek veya gereksiz yere saçılan ışık miktarını artıracak diğer önlemlere baş vuracaktır.

Cihazın Kontrollerini Yaptırın: Floroskopide kullanılan cihazların görüntü güçlendiricisi eskidikçe ve etkinliğini yitirdikçe, cihazın otomatik parlaklık kontrol modu, kamerada yeterli ışın düzeyini korumak için otomatik olarak primer ışını ve ışınlama süresini artırır. Bu potansiyel tahribatı saptamak için cihazın performansını zaman içinde monitorize etmek gereklidir.

“Otomatik Parlaklık Stabilizasyonu veya Kontrolü” denilen sistem floroskopi cihazında elektronik olarak kontrol edilen bir sistem olup, görüntü parlaklığının derecesini dokunun kalınlığı ve fotonların enerjisinin dokudan geçerken zayıflamasına göre otomatik olarak ayarlamaktadır. Burada parlaklığı ayarlayan iki temel kontrol mekanizması, değişken kV ve değişken tüp akımıdır.

Koruyucu Giysiler Kullanın: Zırhlama genel anlamda, iyonize radyasyon yayan kaynak ile bu

kaynağın etki yapacağı nesne arasına engel koyarak radyasyonun etkisinin azaltılma işlemidir. Önlük, yelek, gömlek, etek, tiroid koruyucu ve eldiven gibi elastiki koruyucu giysilerin yanı sıra, yan korunaklı koruyucu gözlükler de sabit veya hareketli zırhlama olmayan ortamlarda girişim yapan personel tarafından kullanılmaktadır. Kurşun önlük gibi, invaziv girişimler sırasında kullanılan radyasyon bariyerleri bunu giyen kişiye ulaşan radyasyon miktarını azaltmasına karşılık hiç bir zaman tamamen durduramaz ancak sadece kabul edilebilir düzeye indirir (Nicholas 2004). 0.5 mm kurşun gömlekten, 100 kV'ta ışının %3.2'si geçerken 70 kV'ta %0.36'sı geçer (Yaffe 1991). Kurşun önlük veya eldiven giyilmesine güvenerek primer radyasyonun yolu üzerinde durmak güvenli bir yaklaşım değildir. Bu tip kurşun malzemeler primer ışında kullanılmak için tasarlanmamıştır. Bu nedenle zaman, mesafe ve zırhlama radyasyondan korunmada dikkate alınması gereken üç esas prensiptir. Ancak bunların arasında en sık kullanılan, radyasyondan tam korunma yaptığı konusundaki yanlış inanış nedeni ile zırhlamadır.

Doğru olarak kullanılan kurşun önlük, kan yapımında aktif rol oynayan organlarda %80 koruma sağlar. İyi seçilmiş bir önlük manubrium sterniden başlayarak simfizis pubisi de içine alır ve dizin biraz üstüne kadar iner. Bunun yanında korunmanın etkin olabilmesi için girişim yapan kişi floroskopi sırasında ışına arkasını dönmemelidir. Kurşun önlükler katlanmamalı, buruşturulmamalı veya rasgele bir yere atılmamalı, yıllık kontrolleri yapılmalı ve yaşamsal bölgelerde çatlak, kırık olmadığından emin olunmalıdır.

Önlük ile korunan organlar dışında radyasyona en fazla maruz kalan organ tiroid olduğu için mutlaka tiroid koruyucu kullanılmalı ve mesafe mümkün olduğunca artırılarak maruz kalınan ışın en aza indirilmelidir.

Güncel invazif ağrı tedavisinde skopi kullanılması diye bir seçenek olmadığı göz önüne alınırsa, rutin uygulamalarda bunun ürünü olan radyasyon ile karşılaşmak kaçınılmazdır. Dolayısı ile, radyasyona "Seni uzaktan sevmek aşkların en güzeli" felsefesi ile yaklaşmak ve 3 önemli ilke olan; radyasyonla mümkün olan en uzak mesafeden, en az süre ile ve bir engel arkasından çalışma prensiplerini akıldan çıkarmamak gerekir.

Sonuç

Klinik uygulamalarda akılda bulundurulması gereken noktalar şunlardır:

- Artan hasta boyutu ile saçılan ışın miktarı artacağından çalışanların alacağı dozlar da artacaktır
- Tüp akımı (mA) mümkün olduğunca düşük değerlerde seçilmelidir.
- Optimum görüntü kalitesi ile en düşük hasta dozu kombinasyonunun sağlanacağı en yüksek kV değeri seçilmelidir.
- X ışın tüpü ile hasta ve hasta ile hekim arasındaki uzaklık mümkün olan maksimumda olmalıdır (uygulanmakta olan işleme engel olmayacak şekilde).
- Görüntü güçlendirici ile hasta arasındaki uzaklık minimum olmalıdır.
- Büyütme modu gerekli olmadıkça kullanılmamalıdır.
- Her zaman en dar kolimasyon uygulanmalıdır.
- Antero-posterior görüntüleme mümkünse x ışını tüpü daima hastanın alt tarafında tutulmalıdır.
- Lateral veya oblik görüntüleme mümkünse görüntü güçlendiricinin bulunduğu tarafta durulmalıdır.
- Tüm çalışanlar koruyucu gözlük, tiroid koruyucu ve önlük giymeli, dozimetre kullanmalı, kendilerini ve sistemi minimum doz alacak şekilde pozisyonlandırmayı bilmelidir.
- Işınlama süresi mümkün olan minimum sürede tutulmalıdır. Son görüntünün saklanması ve anlık görüntülerin alınması, floroskopi kullanılacaksa pulsed floroskopinin tercih edilmesi girişimler sırasında ışına maruz kalınan süreyi kısaltır. Radyasyon dozu zaman ile doğrudan ilişkilidir. Işınlama zamanı yarıya indirilince alınan ışın dozu da yarıya iner.
- Floroskopi cihazını kullanan kişi bu konuda eğitilmiş olmalıdır.
- Son olarak, alınacak radyasyon riski girişimden sağlanacak yarara göre değerlendirilmeli, planlanan girişime buna göre karar verilmelidir.

Kaynaklar

- Adıbelli ZH: Radyasyondan Korunmanın Temel Kuralları, Doz Azaltılmasına Yönelik. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005. Temel Radyoloji Fiziki, İnan Basım, İzmir, 2005. pp. 104-109.
- Brateman L: Radiation safety considerations for diagnostic radiology personnel. Imaging & Therapeutic Technology, Radiographics. 1999; 19: 1037-1055.

- Classic K: Seven common sense C-arm safety tips.
www.outpatientsurgery.net/2002/os04/f4.shtml. 2002.
- Hal P: Cancer risks after exposure to low doses of ionizing radiation -Contribution and lessons learnt from epidemiology. European Commission. Radiation Protection 125: Low dose ionizing radiation and cancer risk. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 2001. pp. 20-39.
(<http://europa.eu.int/comm/environment/radprot/publications>).
- Jansen A: Radiation dose and risk, Radiation Protection 136; European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2004. pp 11-17.
- Lecomber AR, Faulkner K: Reference doses and quality in medical imaging: What the referring practitioner and directing medical staff should know. Radiat Prot Dosimetry 1998; 80: 23-25.
- Nicholas JRT: Protection and safety from energies used. In: X-ray, CT, Nuclear Medicine and PET, and MRI Part III. Cardinal Principles of Radiation Protection, 2004.
<http://www.radiographicceu.com/article9.html>
- Ovalı GY: X-ışını tüpü, X-ışını oluşumu ve özellikleri. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005. Temel Radyoloji Fiziği. İnan Basım, İzmir. 2005. pp. 17-20.
- Oyar O: X-ışınlarının kalite ve kantitesi, etkili faktörler, saçılan radyasyon. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005. Temel Radyoloji Fiziği. İnan Basım, İzmir. 2005. pp. 25-32.
- Preston-Martin S, White SC: Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice. J Am Dent Assoc 1990; 120: 151-158.
- Pırıldar M: Radyasyona bağlı klinik tablolar, hastalıklar ve tedavi özellikleri. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005. Temel Radyoloji Fiziği. İnan Basım, İzmir. 2005. pp. 94-97.
- Raj PP, Lou L, Erdine S, Staats PS, Waldman SD, editors. Regional Imaging for Regional Anesthesia and Pain Management, Philadelphia, Churchill Livingstone. 2003. pp. 1-4.
- Tarhan S: Temel radyoloji fiziğine giriş. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005. Temel Radyoloji Fiziği. İnan Basım, İzmir. 2005. pp. 10-16.
- Yaffe MJ, Mawdsley GE: Composite materials for x-ray protection. Health Phys 1991; 60: 661-664.