

RADYASYONDAN KORUNMA

Radyasyonun biyolojik etkilerinden korunmak amacıyla, bazı önlemlerin alınması zorunludur. Bu önlemlerin başında doz sınırlamaları gelir: Bunun için:

1. *Uygulamaların gerekliliği*: (Justification: haklılık-gereklilik) Net bir yarar sağlamayacak radyasyon uygulamalarından kaçınılmalıdır.
2. *Optimizasyon* (Alternatiflerin en iyisi): Ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde bulundurularak, yapılan bütün işlemlerde, maruz kalınan radyasyonun mümkün olan en alt düzeyde tutulması sağlanmalıdır. Bu ilke, **ALARA** (As Low As Reasonably Achievable) prensibi olarak bilinir. Buna göre; doz ne kadar küçük olursa olsun stokastik etkilere yol açabileceği unutulmaksızın, standart kalitede radyografik görüntü elde etmek için mümkün olan en düşük doz kullanılmalıdır.
3. *Doz sınırlandırılması*: maksimum müsaade dozları (MPD: maximum permissible dose) aşılmamalıdır.
 - Ekspozür ve dozu azaltmaya yönelik ilkelerde, hasta seçimi ve film endikasyonu (film gerekliliği ve uygun tekniğin belirlenmesi) mutlaka klinik muayene sonrası konmalıdır. Her hasta için farklı koşullar ve gereksinimler olduğu unutulmamalı, gebelerde ve çocuklarda film endikasyonları kısıtlanmalı, önceden çekilmiş radyografların kullanılabilirliği değerlendirilmelidir.
 - Minimum hasta ve operatör dozu ile, maksimum hasta yararlılığı hedef olmalıdır.
 - Bütün bireylerde minimal olsa da risk varlığı göz önünde tutularak, olabildiğince düşük dozların kullanımına gayret edilmeli, gereksiz tüm ekspozürlere kaçınılmalıdır.

ICRP' ye göre; radyasyonla mesleki olarak uğrasan bir kişinin ya da bir vücut bölümünün, belirli bir zaman periyodunda almasına izin verilebilecek en yüksek radyasyon dozuna, maximum müsaade dozu (MPD) denir.

MPD, hem korpüsküler, hem de elektromanyetik radyasyonu kapsayacak şekilde, sievert birimi ile ifade edilir. MPD' eşdeğer doz ekspozürlerinin sonucu herhangi bir etki veya zarar gösterilmemiştir.

MPD, son 60 yıl boyunca 3 defa revize edilmiştir. Şu anda kabul edilen yıllık 20 mSv, 1931 yılında kabul edilenin yalnızca % 3' üdür. Bu azaltmalar, zaman içinde radyasyon zararlarının daha iyi anlaşılmasına ve radyasyonun daha etkili kullanımının giderek daha iyi öğrenilmesine bağlıdır.

ICRP'ye göre , radyasyonla mesleki olarak uğraşan bir birey için maksimum müsaade dozu, herhangi bir yılda **50 mSv'**ı aşmamak kaydıyla, ard arda gelen 5 yılda ortalama **20 mSv/yılı** geçmemelidir. Ayda 2 mSv ' ı geçmemelidir.

Yaşam boyu maksimum total doz (n=yaş):

$$(n-18) \times 50 \text{ mSv/yıl}$$

$$(n-18) \times 5 \text{ Rem/yıl}$$

MPD (mSv)

| | Mesleki | Genel popülasyon (Mesleki olmayan) |
|--------------|---------|---------------------------------------|
| Effektif Doz | 20 | 1 |
| Eşdeğer Doz: | | |
| Lens | 150 | 15 |
| Deri | 500 | 50 |
| El-ayaklar | 500 | - |

Hasta Ekspozürü ve Dozu:

Dental radyografide hasta dozu, genellikle, bir hedef organın aldığı radyasyon miktarı olarak bildirilir. En yaygın ölçümlerden biri *deri* veya yüzey ekspozürüdür. Direkt ölçümle en kolay yoldur. Diğer hedef organlar; kemik iliği, tiroid bezi ve gonadlardır.

Kemik iliği, radyasyona bağlı lösemiden sorumlu hedef organdır.

Ortalama aktif kemik iliği dozu;

21 filmlik full mouth seride, yuvarlak kolimasyonda 0,142 mSv.

1 ekspoz, dikdörtgen kolimasyonda 0,06 mSv.

Panoramik radyografda 0,01 mSv.

1 göğüs filminde 0,03 mSv.

Tiroid bezi, radyasyona bağlı kanser yatkınlığı gösteren organlardan biridir ve dental radyografide özellikle çocuklarda ışınlama alanına yakındır.

4 ayrı ekspozürlü bir servikal spinal incelemede ortalama 5,5 mGy
(bu incelemede tiroid, radyasyon alanının tam ortasında kalır).

Bir göğüs radyografında tiroid dozu (esas scatter) 0,01 mGy

21 filmlik full mouth incelemede 0,94 mGy (servikal spina incelemesinin 1/6' i)

Panoramik radyografide 74 μ Gy (servikal spina incelemesinin % 1 'i)

Gonadlar, radyasyonun genetik etkilerinden sorumludur. Karın bölgesi incelemelerinde en yüksek, diğer bölgelerde (baş, boyun, ekstremiteler ...) en düşüktür.

Böbrek, üreter, mesane incelemesinde gonad dozu,

erkeklerde 0,08 mGy,

kadında 1,07 mGy

Kafatası incelemesi her iki cinsiyette 0,005 mGy' den az,

Dental x-ray incelemelerinde 1,0 mGy (background dozun % 0,03' ü).

Ekspozür ve dozu azaltmaya yönelik önlemlerden biri de, teknik, materyal ve ekipmanın optimizasyonudur.

1974' den itibaren, üretilen tüm dental röntgen cihazları, belirli standartlara uyularak üretilmiştir. Ancak, bu standartların kullanıcıya değil, cihaza ait olduğu unutulmamalıdır.

Kullanılan röntgen cihazı, güvenli, iyi kalibre edilmiş, periyodik bakım ve kontrolleri yapılıyor olmalıdır.

- Tüp başı, radyasyon sızıntısı (kaçak) yapmamalı, pozisyonlama sonrası sabit kalmalı, oynamamalı, tüp taşıyan kolların uygunluğu, sağlamlığı, stabilitesi kontrol edilmelidir. kVp, mA, filtrasyon, kollimasyon, timer uygun seçilmelidir.

- Gücü 70 kVp' den büyük dental röntgen cihazlarında total filtrasyon 2,5 mm Al eşdeğeri olmalıdır.
- Işınlama faktörlerinin seçiminde, 70-100 kVp dişhekimliğinde çeşitli amaçlar için uygun bir aralıktır. KVp 70' den 90' a çıkarılınca efektif doz % 23 oranında azaltılabilir. Aynı şekilde mA' in artırılması ile ışınlama süresi uygun oranlarda azaltılabilir.
- Dikdörtgen kolimatör, yuvarlak olana oranla, film den biraz daha büyük bir alanı kapsayacağı için, ışınlanan doku hacmi, yarıdan daha fazla (%60-70) azaltılabilir. Bu nedenle dikdörtgen kolimatör tercih edilmelidir. Hasta ekspozürü önemli ölçüde azalır, görüntü kalitesi artar (scatter azalır).
- Timer' ların elektronik olanları, daha sensitif olmaları nedeni ile tercih edilmelidir. Mekanik timer' larda genellikle en küçük ışınlama süresi ¼ sn.'dir Elektronik timer' larda bu süre daha da küçültülebilir.
- Pozisyonlama apereyleri (kon) ile film tutucuların kullanımı, x-ışını ile film ilişkisini doğru belirleyip, cone-cut riskini azalttığı için önemlidir. Yuvarlak konlar, dikdörtgen olanlara oranla 2,25 kat daha fazla alanın ışınlanmasına neden olur. Sivri uçlu, konik konlar, scatter radyasyona neden oldukları için artık kullanılmamaktadır. Korunma açısından en uygunu dikdörtgen, uzun konlardır. Film tutucular ise, filmi ağıza doğru yerleştirmek ve hareketini önlemek, distorsiyonu en aza indirmek, hastanın elinin gereksiz yere ışın almasını önlemek suretiyle korunmaya yardımcı olurlar.
- İmaj reseptörleri : Işınlama süresini azaltmak için daha sensitif reseptörler (film, film-screen....) kullanılmalıdır.

E-speed filmler, D-speed olanlara oranla, radyasyon miktarını % 50 kadar azaltırlar.

Extraoral radyografide Ca tungstat kristallerinden yapılmış, x-ışını ile etkileşince mavi ışık yayan konvansiyonel güçlendirici screenler, uzun yıllar kullanılmıştır. Son yıllarda ise bunun yerini, rare earth elementlerden gadolinium ve lanthanum' un kullanıldığı screenler almıştır. Bu screenler, x-ışını ile etkileşimde yeşil ışık yayar.

Yeşile sensitif filmler kombine olunca, bu screenler maviye sensitif film-konvansiyonel güçlendirici screen kombinasyonuna oranla, 8 kat daha sensitiftirler.

Bu, daha büyük sensitivite ve hızları sayesinde, ışınlama süresinde önemli azalmaya neden olurlar (Panoramik ve sefalometrik radyografıda % 55' e varan azalma vardır).

- FS-Film mesafesi: yapılan bir araştırma, 40 cm.lik FFD' da tiroid dozunda, 20 cm.lik FFD' ye oranla 90 kVp' de % 38,

70 kVp' de % 45 azalma olduğunu göstermiştir.

Mesafe artışı ile, ışınlanan doku hacminde % 32 oranında bir azalma görülmektedir. Çünkü daha kısa mesafede, x-ışınları daha iraksak seyrederek.

➤ Kurşun önlük ve yakalıklar: Tiroid ve gonad bölgelerini korumak için, hasta yaşına veya alınacak film sayısına bakmaksızın tüm hastalara uygulanmalıdır. Önlük, 0.25 mm. kurşun eşdeğeridir, nispeten hafif ve esnektir, hastaya rahatsızlık vermez. Dental ekspozürlerde gonad dozu çok düşüktür. Tek bir periapikal filmde, ortalama günlük doğal background dozunun $1/27'$ i, bir uçak yolculuğunda alınan radyasyonun $1/50'$ i alınır. Yine de kurşun önlük kullanılarak, bu doz daha da azaltılmalıdır. Bu yolla gonadlara gelen scatter radyasyon % 98 oranında azaltılabilir. Tiroid bezi, dikdörtgen kolimasyon dışında ve daha da spesifik olarak açığortayı tekniğinde, primer ışına maruz kalabilir. Doz, küçük de olsa, tiroid koruyucu yakalık ile daha da azaltılmalıdır. Bu yolla tiroid dozu % 92" ye kadar azaltılabilir. Kurşun önlükler, kullanılmadıkları zaman katlanmamalı, asılmalıdır.

- Uygun tekniğin seçimi: Radyasyondan korunma açısından en uygun teknik, paralel tekniktir (uzun kon tekniği). Bu yolla daha paralel ışınlarla gerçek boyutlarına en yakın görüntü sağlanır, tiroid ve göz lensi daha düşük dozda radyasyona maruz kalır. Direkt dijital görüntüleme tekniği ile konvansiyonel görüntülemeye oranla % 80-90 oranında ışınlama süresi azaltılabilir.
- Tekrar filmler: Çekim veya banyo hatalarına bağlı film tekrarları, gereksiz doz alınmasına neden olur. Bu nedenle çekim teknikleri ve banyo işlemleri iyi bilinmeli, dikkatle uygulanmalıdır.
- Filmlerin değerlendirilmesi: Hazırlanan radyograflar, ışığı ayarlanabilir (farklı koyuluklardaki filmler için) bir negatoskopta değerlendirilmelidir. Değerlendirmenin yapıldığı ortam yarı karanlık olmalıdır. Filmlerin incelenmesi için pencere ışığı veya ünit ışığı uygun değildir. Film değerlendirilmesinde büyüteç kullanılırsa, küçük değişiklikler de gözden kaçırılmamış olur.

Radyasyondan korunma önlemleri; hastanın korunması, uygulayıcının korunması ve çevrenin korunması olarak 3 yönlü düşünülebilir. Aslında, tüm önlemler hepsi için geçerlidir.

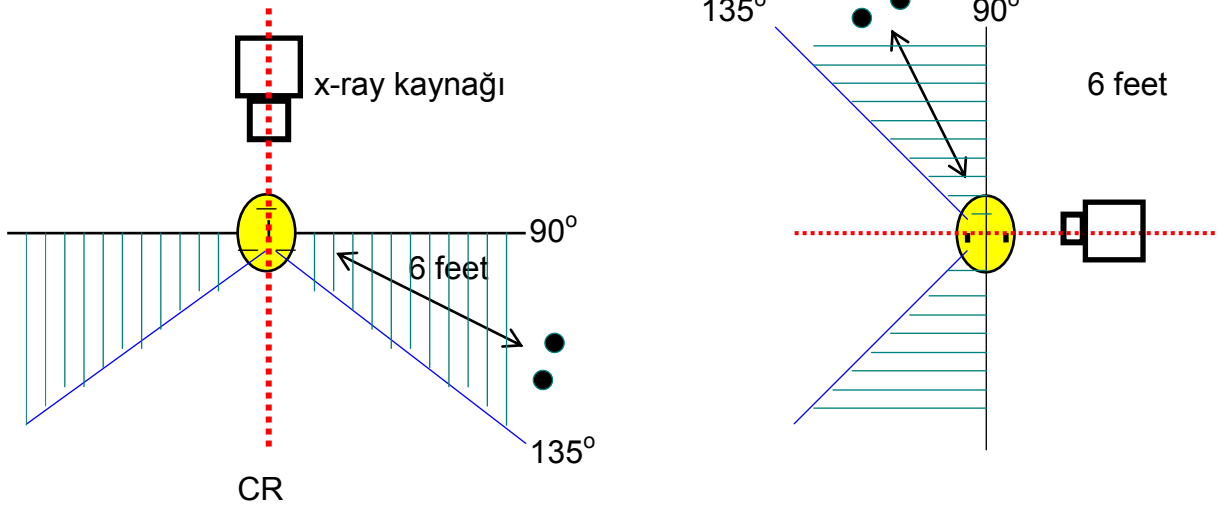
Hastanın Korunması

- 1- Hastaya uygun endikasyon ve tekniğin belirlenmesi, kâr-zarar hesabının yapılması, mutlaka anamnez ve klinik muayene sonucu radyografik inceleme kararının belirlenmesi gerekir. Bu konuda tek yetkili ve sorumlu hekimdir.
- 2- Hastaya daha önce film çektirip çekmediği sorulmalı, tanı için geçerliliğini yitirmemiş, daha önceki radyograflarından yararlanılmalıdır.
- 3- Olabilecek en düşük doz kullanılmalıdır.
- 4- Kurşun önlük, yakalık giydirilmelidir.
- 5- Kadın hastalarda hamilelik durumu olup olmadığı öğrenilmeli, hamilelerde, zorunlu durumlarda, kurşun önlük giydirilerek, film sayısı ve ışınlama süresi azaltılarak, teknikler, tekrar olmayacak şekilde dikkatle uygulanarak radyografik inceleme yapılabilir. Diş tedavisinin evrelerini izlemek için film kontrolü tercih edilmemelidir.
Ayrıca doğurganlık çağındaki her kadında, radyografik incelemeler, menstruasyon döneminin başlangıcından itibaren ilk on gün içinde (radyografik inceleme için en güvenli dönem) yapılmalıdır. Buna 10 gün kuralı denir.
- 6- Çocuk ve gençlerde film endikasyonu olabildiğince azaltılmalıdır.
- 7- Radyoloji kliniğinde, filmi çekilmeyecek olan kimseler, özellikle 18 yaşından küçükler ve hamileler bekletilmemelidir.
- 8- Doz azaltılmasına yönelik önlemler, hızlı film, screenler kullanılmalıdır.
- 9- Işınlama alanı olabildiğince küçük tutulmalıdır.
- 10-Röntgen cihazı ile ilgili kontrol ve bakımlar yerine getirilmeli. Ekipman, cihaz optimizasyonuna dikkat edilmelidir.

Uygulayıcının Korunması

1. Hastayı korumak için alınan önlemler, uygulayıcıyı korumaya da yöneliktir.
2. Radyasyona mesleki olarak maruz kalan tüm personel bilmelidir ki;
 - X-ışınları kaynaktan çıkışta, düz bir hatta ilerlerler.
 - Şiddetleri mesafenin karesi ile ters orantılıdır.
 - Yollarında ilerlerken, saptırılabilir veya saçılmaya uğrayabilirler.Buna göre korunma önlemlerine dikkatle uymalıdır.
3. Uygulayıcı, ışınlama sırasında, radyasyonun etkili bölgesi içinde durmamalıdır. Mutlaka uygun bir bariyerin veya duvarın arkasında durmalı veya odadan çıkmalıdır. Bu, mümkün değilse, **pozisyon ve mesafe kuralı** uygulanmalıdır. Bu

kural, merkezi ışına $90^{\circ} - 135^{\circ}$ lik açı alanı içinde ve en az 6 feet (180 cm) uzaklıkta durma gerekliliğini belirler. Bu pozisyon, hem ters kare kanununu, hem de bu pozisyonda en fazla scatter radyasyonu hasta başının absorbe edeceği gerçeğini içerir.



4. Uygulayıcı kesinlikle filmi hasta ağzında tutmamalıdır. İdeali film tutucu apereylerin kullanımudur. Yoksa, hasta ya da refakatçisine tutturulmalıdır.
5. Işınlama sırasında x-ışını cihazı, hasta ya da uygulayıcı tarafından elle tutulmamalıdır.
6. Işınlama düğmesi, spiral bir kablonun ucundadır ve kablo, her yöne 1,5 -2 m. kadar uzayabilir. Uygulayıcı bu mesafeyi kullanmalıdır.
7. Uygulayıcı, işi ile ilgili eğitim almış olmalı, film çekme ve banyo tekniklerini iyi bilmeli ve uygulamalıdır.
8. Maksimum müsaade dozlarını aşıp aşmadığı periodik olarak izlenmelidir.
9. Uygulayıcının aldığı doz miktarının belirlenebilmesi için **dozimetre** kullanımı ihmal edilmemelidir. Dozimetre röntgen personelinin, çalışma ortamında bulunduğu tüm sürede yakasında bulunmalıdır. İçinde, dental filme benzer hassas bir film vardır. 3-4 haftalık periyod sonunda ilgili kurumda banyo edilerek değerlendirilir, densitesi standartlarla kıyaslanır ve ekspozür miktarı saptanır. Sadece ilgili periyod değil, üç aylık, yıllık ve yaşam boyu ekspozür de değerlendirilebilir.

Mesleki ekspozürün sağlıklı değerlendirilebilmesi için işyerinde geçirilen tüm sürede taşınmalı, işyeri dışında taşınmamalıdır.

Çevrenin Korunması

Röntgen cihazı, kliniklerde ayrı bir bölüme yerleştirilmelidir. Muayene odasında ve ünitenin yanı başında durması uygun değildir. Ayrı bir odada ve odanın köşesinde bulunmalıdır. Odanın duvar, tavan ve taban kalınlıkları yeterli miktarda olmalıdır (örneğin;komşu dairede çalışan biri, haftada 10 mR' den fazla radyasyon almamalıdır) Bu kalınlıklar uygun boyutlarda olursa kurşun kaplama yapılmadan, çevre alanlar radyasyondan korunabilir.

Nispeten düşük iş yükü (mAs/hafta) ve düşük x-ray enerjilerinin kullanımı nedeniyle, dental muayenehanelerde tuğla veya briketli duvarlar, doğal korunmayı sağlar.

Uygun kalınlıktaki harçsız taş duvar inşası da dental koruma için yeterlidir.

İnşaat malzemesi kalınlıkları yeterli miktarda değilse, duvar ve kapıların 0.2 mm kurşunla kaplanması yeterlidir. Röntgen cihazlarını ayıran ya da cihazın önünde bulunan panolar ise 0.5 mm kurşun içermelidir. Panoramik ve sefalometrik röntgen cihazlarının olduğu oda duvarları için 1 mm kurşun ile kaplama gerekir.

Kurşunun yerini tutabilecek inşaat malzemeleri için gerekli kalınlıklar şunlardır:

1 mm. Pb → 4 mm kurşunlu cam
30 mm beton
100 mm tuğla
1000 mm tahta

Etkili Alan: Röntgen cihazının bulunduğu kısım merkez olmak üzere 1,5 m çapı olan dairedir.

İzleme Alanı: Etkili alanı çevreleyen ve merkezi, röntgen cihazı olan 3 m çapındaki dairedir.

Radyoloji kliniği veya röntgen cihazlarının bulunduğu odanın havalandırılması çok iyi olmalıdır. Özellikle kliniklerde, zemine yakın yerleştirilmiş aspiratörler bulunmalıdır.

X-ışınlarının keşfinden bu yana tıbbi tanısal radyografilerde kullanılan iyonlaştırıcı radyasyon dozları sürekli azalmıştır. Gerek x-ışını üreteçlerinde, gerekse röntgen filmlerinde gerçekleşen teknolojik gelişmeler ve ardından dijital radyografi sistemlerinin kullanıma girmesi sonucu 1992 yılından itibaren doz miktarları günümüzdeki minimum seviyelere inmiştir.

Günümüzde konvansiyonel periapikal bir radyograf, yaklaşık **1.5 µSv** doz kullanılarak alınmaktadır. Full mouth incelemede genellikle 10 film kullanılmaktadır. TAEK'in periapikal radyografiler için kabul ettiği güvenlik sınırı saatte 20 µSv'tir. Bu nedenle dental radyolojide güvenlik sınırının aşılması zordur.

ICRP'ye göre, radyasyonla çalışmayan kişiler için izin verilen en yüksek doz **1mSv**, radyasyonla çalışanlar için ise **20 mSv**' dir.

1 periapikal film 0.0015 mSv - 0.005mSv, (1.5 µSv)

21 periapikal film serisi ile ortalama 0.019 – 0.184 mSv (16 günlük çevresel doz),

1 panoramik radyografi ile 0.008 - 0.024 mSv (7 günlük çevresel doz),

4 bitewing radyografi ile ise 0.004-0.033 mSv (3 günlük çevresel doz) eşdeğer doza maruz kalınmaktadır.

Buna göre, bir insanın diş hekimliği uygulamalarında müsaade edilen dozu aşması için, en yüksek dozla çekildiğinde bile, 1 senede 200 periapikal film veya 40 panoramik film çektirmesi gerekmektedir. Oysa aynı eşik değerin çok fazlası genel tıp uygulamalarında bir kerede bile aşılabılır.

Diş hekimleri mezuniyet sonrasında radyasyon güvenliği ile ilgili yeni gelişmeleri izlemeli ve bilgilerini güncellemelidir.

Sonuç olarak, sadece diş hekimliğinde değil tıbbın bütün alanlarında net bir yarar sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmemeli , radyasyondan korunmanın temel prensibi olan ALARA kuralı ile, mümkün olan en düşük radyasyon dozu uygulanarak, meydana gelebilecek zararlı etkilerden, kişilerin, çocukların, tüm insan neslinin korunması sağlanmalıdır.