

Girişimsel İncelemelerde Güncel Yaklaşımlar ve Doz Azaltım Yöntemleri

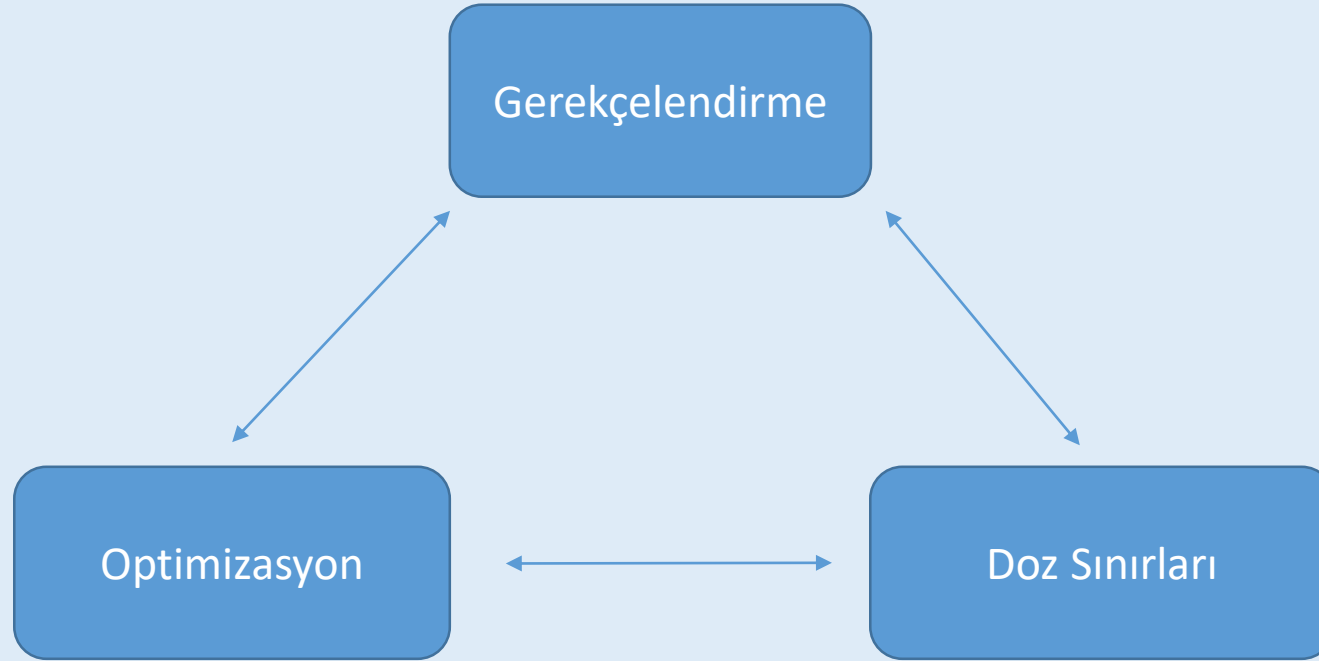
Prof. Dr. Turan OLGAR

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümü

İÇERİK

- Temel Kavramlar: Gerekçelendirme, Optimizasyon ve Doz Limitleri
- Radyasyondan Korunma: Zaman, Mesafe, Koruyucu Ekipman
- Pratik İpuçları ve Trikler
- Hasta ve Personel Doz Ölçüm Yöntemleri

RADYASYONDAN KORUNMADA TEMEL KAVRAMLAR



RADYASYONDAN KORUNMADA TEMEL KAVRAMLAR

Doğru nedenle doğru testin doğru hastada yapıldığından emin olun

Gerekçelendirme

Hasta potansiyel bir yararı olmadan doz almamalıdır



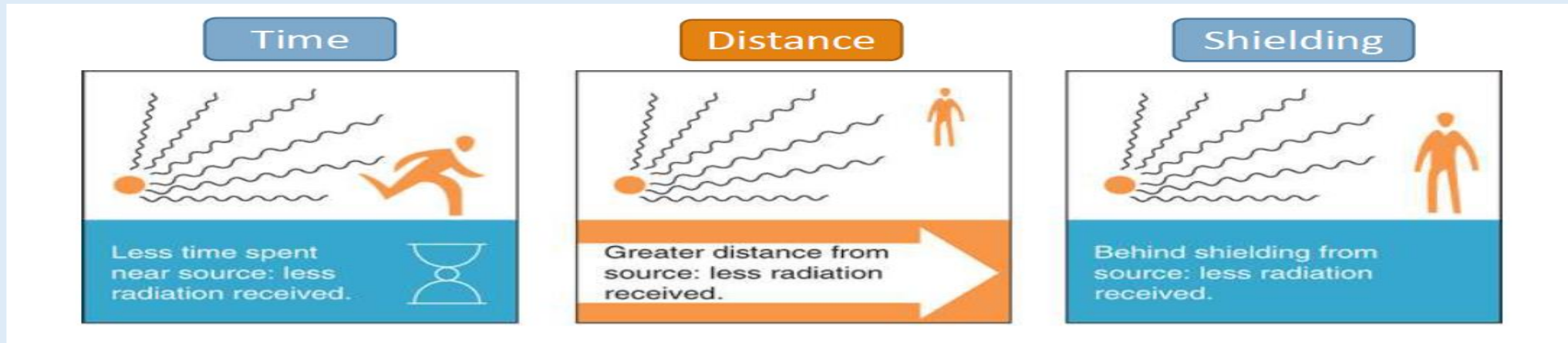
Hasta Görüntüleme Çıktısı

Hasta ve personel dozu

RADYASYONDAN KORUNMADA TEMEL KAVRAMLAR

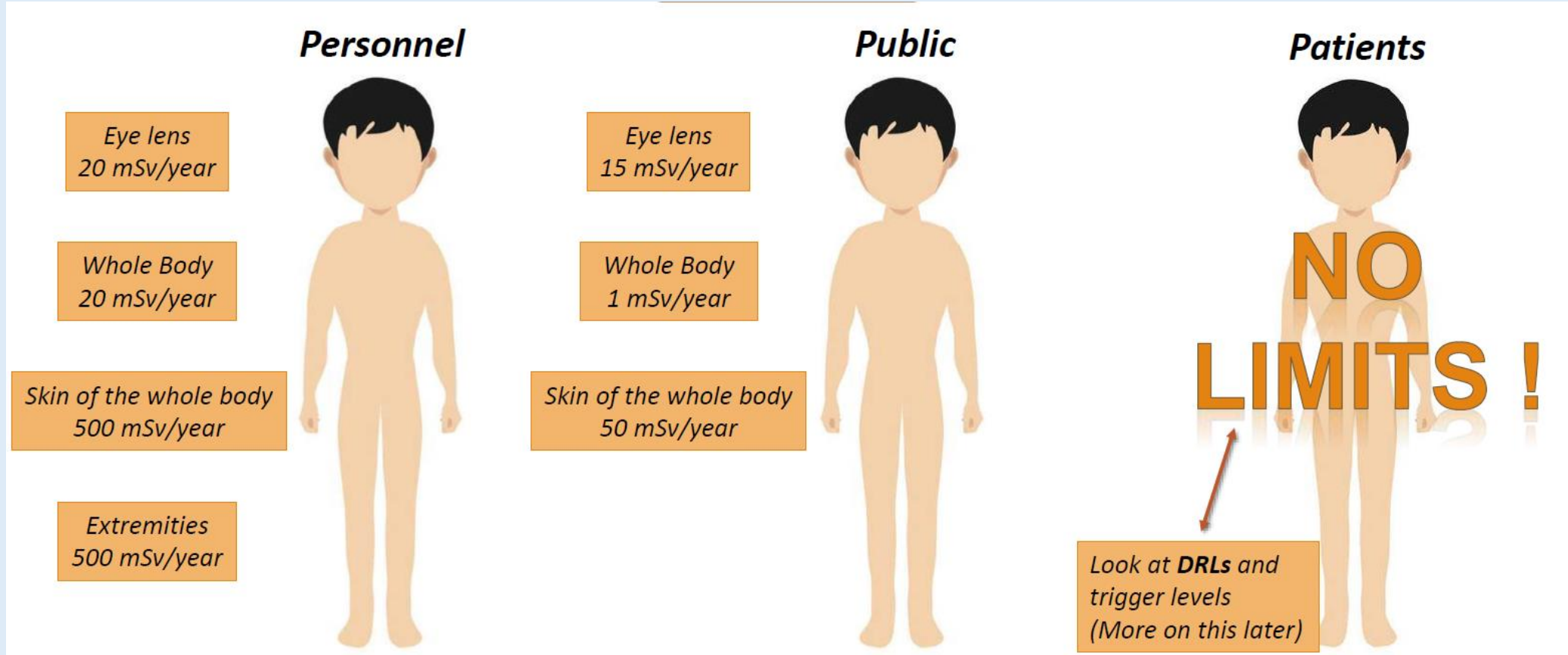
- Optimizasyon

Medikal personel, mümkün olduğunca düşük radyasyon dozunda radyolojik prosedürün teşhis ve tedavi için uygun kaliteli görüntüler sağlamasından sorumludur (As Low As Reasonably Achievable (ALARA))



RADYASYONDAN KORUNMADA TEMEL KAVRAMLAR

- Doz Sınırları



RADYASYONDAN KORUNMADA TEMEL KAVRAMLAR

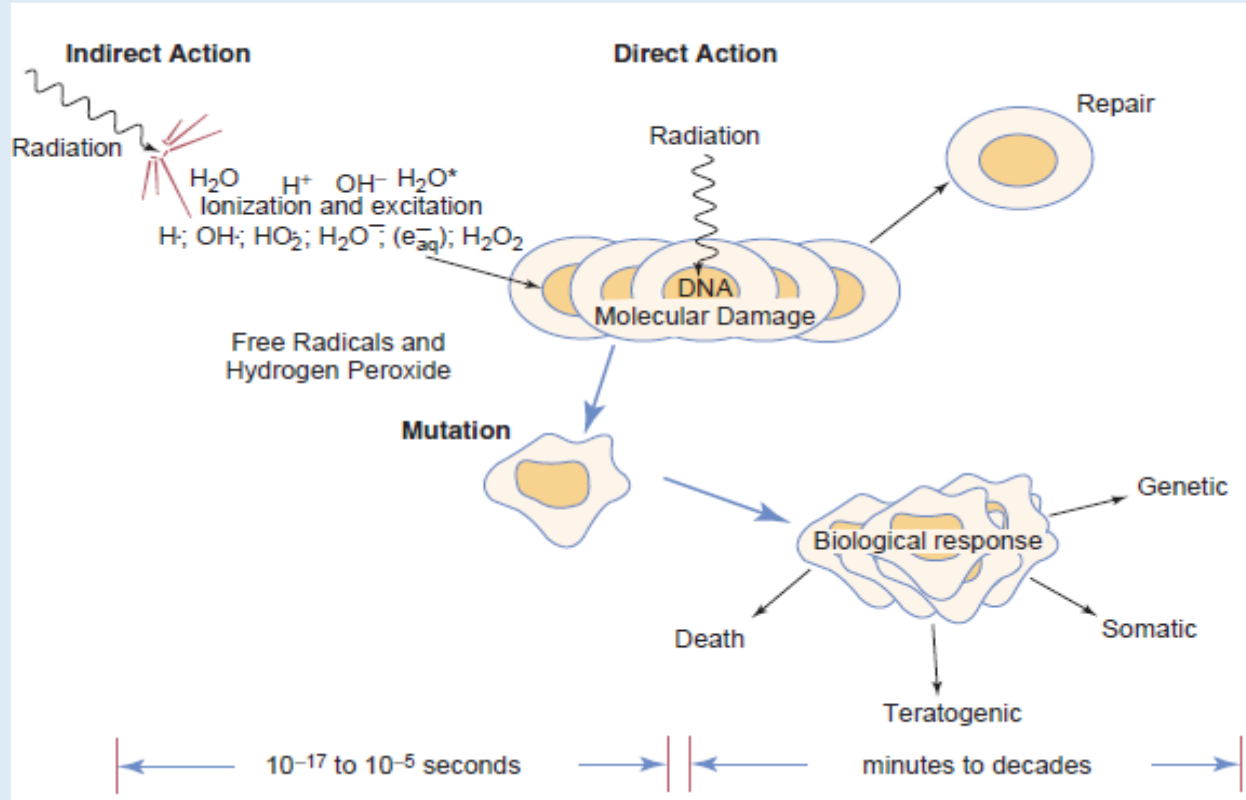
- Doz Sınırları

Yakın zamana kadar, katarakt oluşumu kronik (uzun süreli) ışınlama durumunda 5 - 6 Gy, akut ışınlama durumunda ise 0.5 - 2 Gy'lik radyasyon dozuna maruz kalınma durumunda meydana gelen tipik bir doku reaksiyonu olarak kabul edildi.

Uluslararası Radyasyondan Koruma Komitesi (ICRP) tarafından daha önce tespit edilebilir opasiteler veya semptomatik katarakt için belirlenen eşik doz sınırı (2 Gy), gizli dönemi ve kataraktın çok daha düşük dozlarda ortaya çıkabileceği gerçeğinden yola çıkılarak yine aynı komite tarafından 0.5 Gy'e düşürülmüştür.

İYONİZE RADYASYON

İyonlaştırıcı radyasyona maruz kalan canlı doku zarar görür ve bunun sonucu olarak potansiyel kanser ve ölümlle sonuçlanabilen hücre hasarı meydana gelebilir.



RADYASYON RİSKLERİ

▪ Stokastik Etki

Radyasyonun eşik değere bağlı olmayan biyolojik etkisidir. Etki toplumdaki bireylerde tesadüfen gelişebilir, olasılığı dozla orantılı iken şiddeti ise dozdan bağımsızdır. Örneğin: Kanser gelişimi, Genetik etkiler

▪ Deterministik Etki

Radyasyonun eşik değere bağlı direkt etkisidir. Örneğin: Cilt nekrozu

RADYASYON RİSKLERİ

▪ Deterministik Etki

Table 1 Radiation-induced lesions of the skin and eye lens with respect to dose and time of onset. Adapted from ICRP publication 85/2000 [8]

Effect	Approximate threshold dose (Gy)	Time of onset
Skin		
Early transient erythema	2	2–24 h
Main erythema reaction	6	~ 1.5 weeks
Temporary epilation	3	~ 3 weeks
Permanent epilation	7	~ 3 weeks
Dry desquamation	14	~ 4 weeks
Moist desquamation	18	~ 4 weeks
Secondary ulceration	24	>6 weeks
Late erythema	15	8–10 weeks
Ischemic dermal necrosis	18	>10 weeks
Dermal atrophy (1st phase)	10	>52 weeks
Telangiectasis	10	>52 weeks
Dermal necrosis (delayed)	>12	>52 weeks
Skin cancer	Unknown	>15 years

[Jaschke W](#), [Schmuth M](#), [Trianni A](#), [Bartal G](#). Radiation-Induced Skin Injuries to Patients: What the Interventional Radiologist Needs to Know. [Cardiovasc Intervent Radiol](#). 2017;40(8):1131-1140.

RADYASYON RİSKLERİ

▪ Deterministik Etki

Table 3 Cutaneous radiation injury: grading, threshold dose and timing

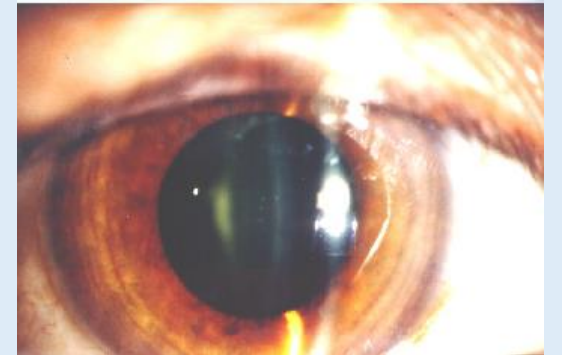
Grade	Skin dose ^a	Prodromal stage	Latent stage	Manifest illness stage	Third wave of erythema ^b	Recovery	Late effects
I	>2 Gy (200 rad) ^c	1–2 days post-exposure or not seen	No injury evident for 2–5 weeks post-exposure ^d	2–5 weeks post-exposure, lasting 20–30 days: redness of skin, slight edema, possible increased pigmentation 6–7 weeks post-exposure, dry desquamation	Not seen	Complete healing expected 28–40 days after dry desquamation (3–6 months post-exposure)	Possible slight skin atrophy Possible skin cancer exposure
II	>15 Gy (1500 rad)	6–24 h post-exposure with immediate sensation of heat lasting 1–2 days	No injury evident for 1–3 weeks post-exposure	1–3 weeks post-exposure; redness of skin, sense of heat, edema, skin may turn brown 5–6 weeks post-exposure, edema of subcutaneous tissues and blisters with moist desquamation possible epithelialization later	10–16 weeks post-exposure, injury of blood, vessels, edema and increasing pain Epilation may subside, but new ulcers and necrotic changes are possible	Healing depends on size of injury and the possibility of more cycles of erythema	Possible skin atrophy or ulcer recurrence Possible telangiectasia (up to 10 years post-exposure) Possible skin cancer decades after exposure

RADYASYON RİSKLERİ

▪ Hastalar için riskler

Cilt yanığı, kateterizasyon laboratuvarında gözlenen radyasyona bağlı bir etkidir. Gözlenmesi muhtemele diğer önemli deterministik etkiler;

- Lens opaklıkları ve katarakt
- Beyaz Kan Hücrelerinde Azalmış Sayım
- Doğurganlığın Etkilenmesi



The British Journal of Radiology, 71 (1998), 728–733 © 1998 The British Institute of Radiology

Lens injuries induced by occupational exposure in non-optimized interventional radiology laboratories

¹E VAÑÓ, PhD, ¹L GONZÁLEZ, PhD, ²F BENEYTEZ, MD and ³F MORENO, MD

RADYASYON RİSKLERİ

▪ Hastalar için riskler

- Artan kanser riski
- Risk etkin dozla orantılıdır

Table 1. Detriment-adjusted nominal risk coefficients for stochastic effects after exposure to radiation at low dose rate (10^{-2} Sv^{-1}).

Exposed population	Cancer		Heritable effects		Total detriment	
	2007	1990	2007	1990	2007	1990
Whole	5.5	6.0	0.2	1.3	5.7	7.3
Adult	4.1	4.8	0.1	0.8	4.2	5.6

Table 2. Recommended radiation weighting factors.

Radiation type	Radiation weighting factor, w_R
Photons	1
Electrons and muons	1
Protons and charged pions	2
Alpha particles, fission fragments, heavy ions	20
Neutrons	A continuous function of neutron energy

Table 3. Recommended tissue weighting factors.

Tissue	Tissue weighting factor, w_T	Sum of w_T values
Bone-marrow (red), colon, lung, stomach, breast, remainder tissues ^a	0.12	0.72
Gonads	0.08	0.08
Bladder, oesophagus, liver, thyroid	0.04	0.16
Bone surface, brain, salivary glands, skin	0.01	0.04
Total		1.00

^a Remainder tissues: Adrenals, extrathoracic (ET) region, gall bladder, heart, kidneys, lymphatic nodes, muscle, oral mucosa, pancreas, prostate (σ^2), small intestine, spleen, thymus, uterus/cervix (φ).

RADYASYON RİSKLERİ

▪ **Personel için riskler**

- Girişimsel kardiyoloji işlemlerini gerçekleştiren kardiyologlar, diğer radyologlara göre daha yüksek dozlara maruz kalırlar.
- Girişimsel prosedürlerin potansiyel karmaşıklığındaki artış, personelin radyasyon dozunu düşürme kaygısını da arttırmıştır.
- Kronik toplam tıkanıklıklar (CTO'lar), periferik arter hastalığı (PAD), sol atriyal apandis tıkanma (LAA) ve trans kateter aort kapak değişimi (TAVR) gibi prosedürler, yaygın olarak bilinene perkütan koroner girişimlerden (PCI'lerin) çok daha uzun ve karmaşıktırlar.

RADYASYON RİSKLERİ

▪ Personel için riskler

- Beynin nispeten korunmasız olduğu ve başın sol tarafının radyasyona sağdan daha fazla maruz kaldığı bilinmektedir, sol taraftaki tümörlerin orantısız raporlarının bu bulguları, mesleki radyasyona maruz kalma ile ilişkili olabileceğinin göstermektedir.

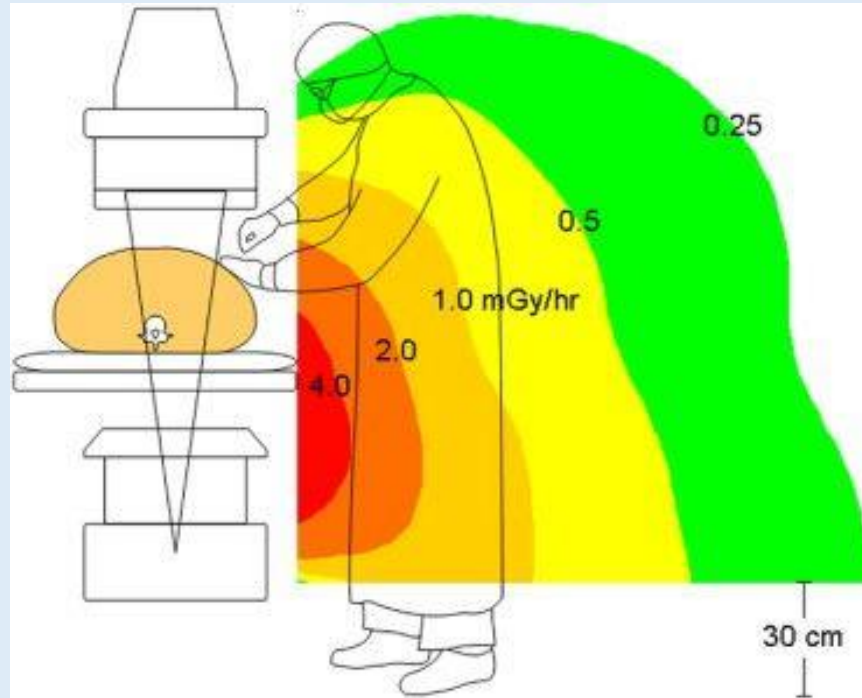
[Roguin A](#), [Goldstein J](#), [Bar O](#), [Goldstein JA](#). Brain and neck tumors among physicians performing interventional procedures. [Am J Cardiol](#). 2013;111(9):1368-72

- Çalışma popülasyonunda radyasyona maruz kalma sonucu ortaya çıkması muhtemel olan yüksek lens değişikliklerinin prevalansı, gelişmiş radyasyon güvenliği ve eğitime, kateterizasyon prosedürleri sırasında göz korumasının kullanılmasına ve mesleki dozimetrenin iyileştirilmesine acil ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

[Vano E](#), [Kleiman NJ](#), [Duran A](#), [Romano-Miller M](#), [Rehani MM](#). Radiation-associated lens opacities in catheterization personnel: results of a survey and direct assessments. [J Vasc Interv Radiol](#). 2013;24(2):197-204.

RADYASYON RİSKLERİ

- **Personel için riskler**
 - Tiroid hastalığı ve nöro dejeneratif hastalık?



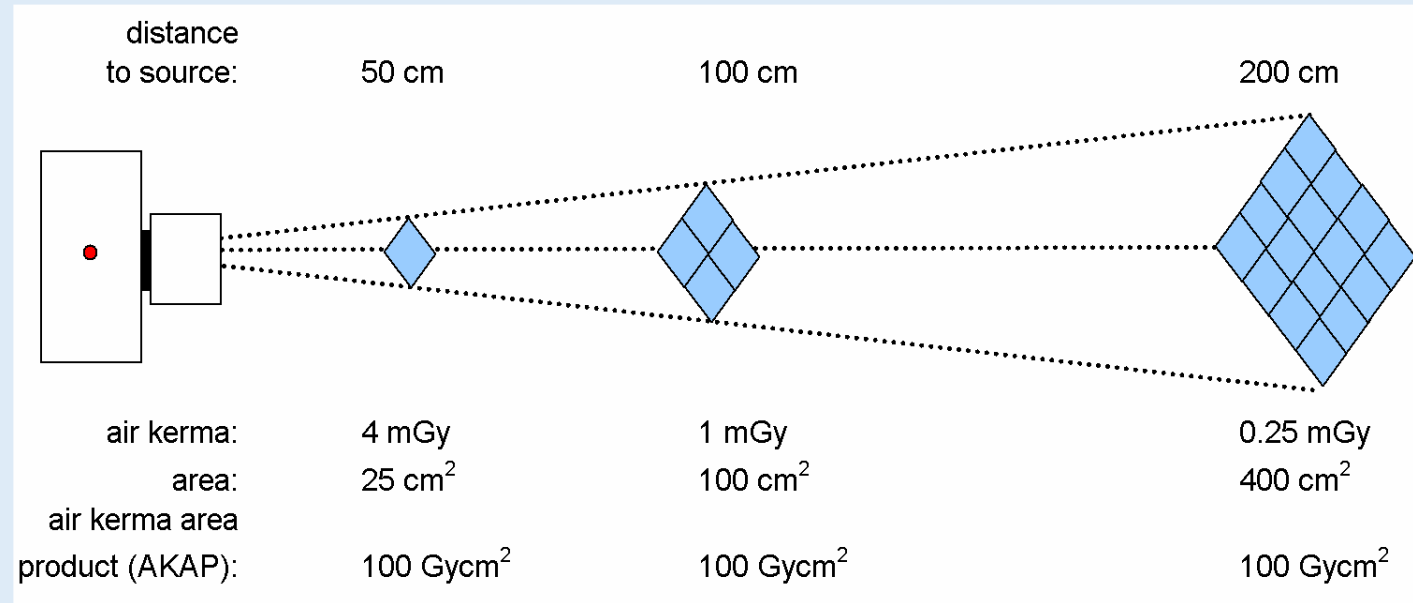
DOZ NİCELİKLERİ

▪ Floroskopi Süresi

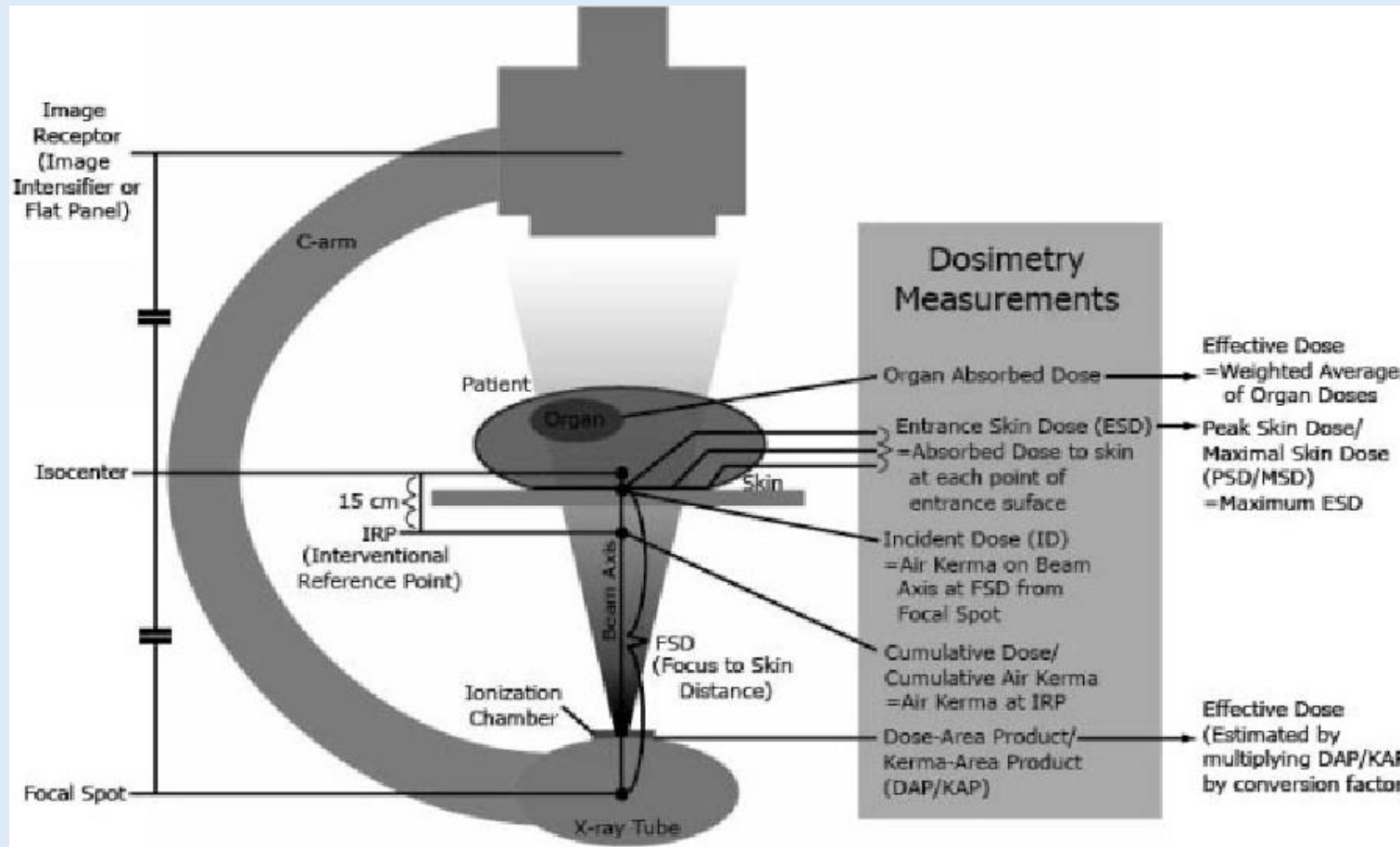
- Floroskopik Süresi(dak) = İnceleme sırasında floroskopinin kullanıldığı, ancak sine görüntülemeyi içermeyen süredir. Bu nedenle floroskopi süresi tek başına, toplam alınan radyasyon dozunu olduğundan az gösterir.
- Kümülatif Hava Kerma = Uluslararası referans noktasında (izomerkezin tüp trafına doğru 15 cm aşağıda) havaya aktarılan x-ışın enerjisinin ölçüsüdür. CAK (Cumulative Air Kerma), deterministik cilt etkileri ile direkt ilişkilidir ancak maksimum cilt giriş dozunu vermez.
- Doz Alanı Çarpımı (Gy.cm^2) = Hava kerma ile X ışını alanınınin kümülatif çarpımıdır. Bu hastanın doz yükünü izler ve stokastik etkilerin iyi bir göstergesidir.

DOZ NİCELİKLERİ

- DAP (Dose Area Product, Gycm^2)



DOZ NİCELİKLERİ

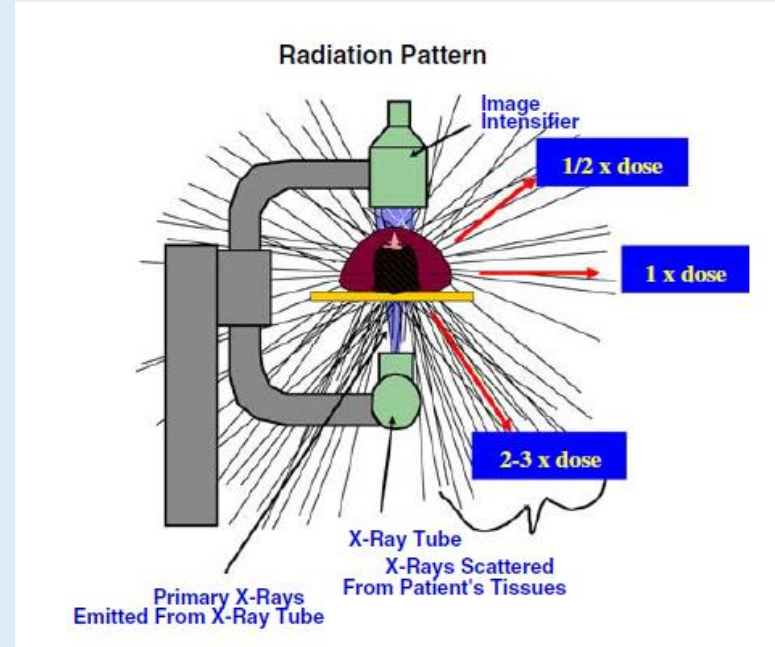
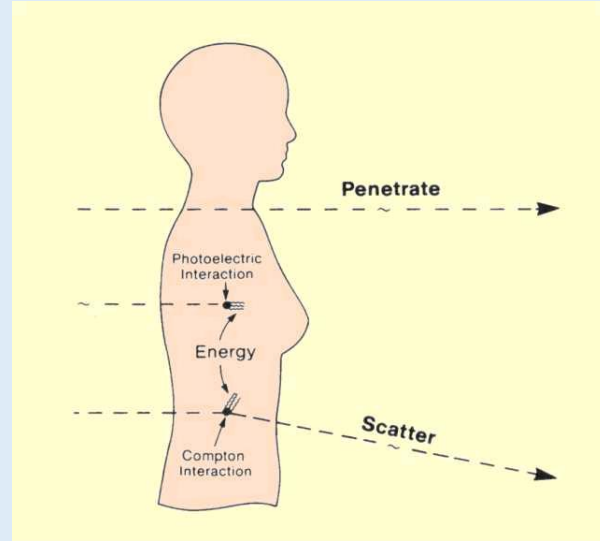


Copyright © 2000, International Commission on Radiological Protection.

[Einstein AJ](#), [Moser KW](#), [Thompson RC](#), [Cerqueira MD](#), [Henzlova MJ](#). Radiation dose to patients from cardiac diagnostic imaging. [Circulation](#). 2007;116(11):1290-305.

RADYASYON KAYNAKLARI

- Hastalar için radyasyon dozu, x-ışın tüpünden kaynaklanır.
- Medikal personel için radyasyon dozu, hastadan kaynaklanır
- Hasta dozunun düşürülmesi, aynı zamanda personel dozunun düşürülmesi anlamına gelir



Süre, Mesafe, Korunma Ekipmanları

- Süre

Floroskopi süresi genellikle hasta dozunun göstergesi olarak kullanılmaktadır ancak aralarındaki korelasyon düşüktür. Bu nedenle floroskopi zamanı, tek doz göstergesi olarak kullanılmamalıdır.

Girişimsel radyoloji incelemelerinde süreyi optimize etmek için

- Görüntü sayısı
- Görüntü başına puls sayısı
- Yeni çekim sayısı
- Sine seri sayısı ve süreleri (sine dozu, flora dozundan yüksektir)
- Görüntü hızı (saniyede gerekli minimum görüntü sayısı belirlenmeli)

Süre, Mesafe, Korunma Ekipmanları

- Süre

Girişimsel radyoloji incelemelerinde süreyi optimize etmek için ayrıca **puls başına toplam x-ışın enerjisi** de göz önünde bulundurulmalıdır

- Sistem doz ayarları (yüksek ve düşük doz seviyesi)
- X-ışın demet açısı (kat edilen doku kalınlığı)
- Bir sistemin yeni seçeneklerinin araştırılması
- Filtrasyonun, gridin, büyütme modlarının ve kolimasyonun doğru kullanımı
- Hasta boyutuna optimize edilmiş prosedürlerle çalışmak
- İşlem sonrası doz

Süre, Mesafe, Korunma Ekipmanları

- Süre

Girişimsel radyoloji incelemelerinde süreyi optimize etmek için ayrıca **insan verimliliği** de göz önünde bulundurulmalıdır.

- Bir sistemin doğru çalışması ve hata mesajları ile başa çıkma konusunda teknik ve pratik bilgiler
- Personelin eğitimi (örnek: işleme özel programların bulunması ve uygulanması)
- Floroskopi yalnızca hareket halindeki nesnelere veya yapıları gözlemlemek için
- Ek floroskopik ışınlama yerine, çalışma, danışma veya eğitim için ekranda tutulan son görüntünün değerlendirilmesi
- Doz azaltım tekniklerinin kullanımı
- Takım çalışması, takım ruhu

Süre, Mesafe, Korunma Ekipmanları

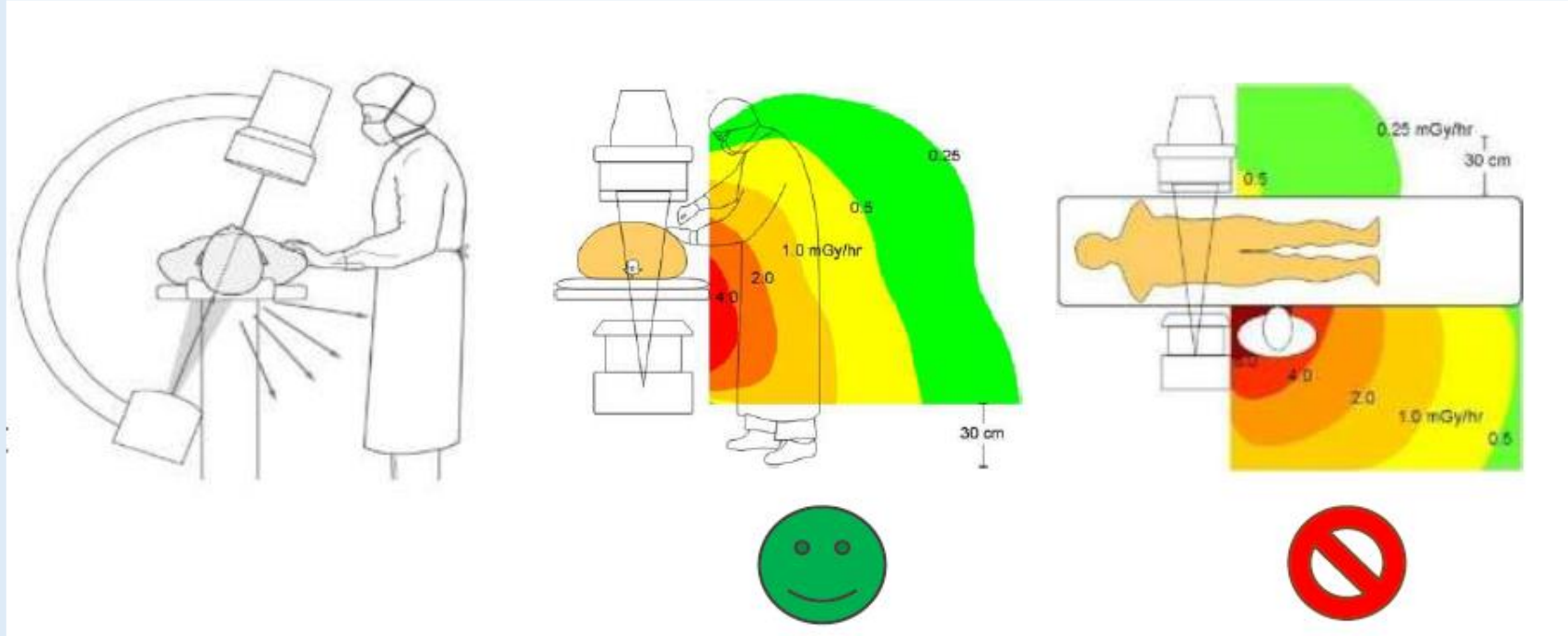
- Mesafe
- Işınlamanın aktif olduğu zamanın farkına varılmalıdır
- Tüpün nerede olduğu, demetin hastaya nereden girip hangi tarafa saçılacağı kontrol edilmelidir
- Hastanın kendisi radyasyon kaynağıdır. Hasta ile mesafe korunmalıdır
- Masa altı tüp kullanılmalıdır
- İncelemeyi gerçekleştiren radyolog tüp tarafında durmaktan kaçınmalıdır
- Hastanın arkasında, tercihen koruyucu ekranın arkasında durulmalıdır
- Hastanın üzerine eğilmemeli, dik durulmalıdır

Süre, Mesafe, Korunma Ekipmanları

- Mesafe
- Işınlamanın aktif olduğu zamanın farkına varılmalıdır
- Tüpün nerede olduğu, demetin hastaya nereden girip hangi tarafa saçılacağı kontrol edilmelidir
- Hastanın kendisi radyasyon kaynağıdır. Hasta ile mesafe korunmalıdır
- Masa altı tüp kullanılmalıdır
- İncelemeyi gerçekleştiren radyolog tüp tarafında durmaktan kaçınmalıdır
- Hastanın arkasında, tercihen koruyucu ekranın arkasında durulmalıdır
- Hastanın üzerine eğilmemeli, dik durulmalıdır

Süre, Mesafe, Korunma Ekipmanları

- Mesafe



Süre, Mesafe, Korunma Ekipmanları

- Mesafe
- Eller radyasyon alanının dışında tutulmalıdır
- Dedektör mümkün olduğunca hastaya yakın olmalıdır
- İnceleme odası, gerek olmaması durumunda terk edilmelidir
- Hastanın hemen yanı başında durulmamalıdır
- Kontrast madde enjeksiyonu için mümkün olduğunca güç enjektörü kullanılmalıdır
- Odadaki ergonomi
- Monitörler x-ışın kaynağından uzağa yerleştirilmelidir
- Tehlike analizi

Süre, Mesafe, Korunma Ekipmanları

- Koruyucu Ekipmanlar

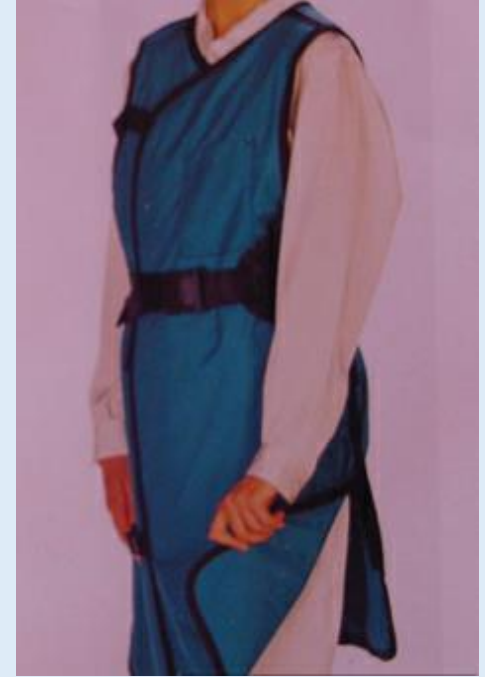
Medikal personelin korunması için kurşun koruma kritik öneme sahiptir.

- Kurşun önlük, tiroid kalkanı, gözlük (eldiven, gonad kalkanı)
- Tavana monte kurşun kalkan
- Masa yan kalkanları
- Koruyucu giysiler saçılan radyasyonunun yaklaşık % 95'ini durdurur
- Önlüklerinizi düzenli olarak çatlaklar için kontrol edin

En iyi kurşun bile, seni radyasyona dikkat etmekten kurtarmayacaktır. Radyasyon farkındalığı kültürü oluşturmak, tesis sahibinin veya medikal doktorun sorumluluğundadır.

Süre, Mesafe, Korunma Ekipmanları

- Koruyucu Ekipmanlar



Süre, Mesafe, Korunma Ekipmanları

- Koruyucu Ekipmanlar

Ağır kurşun önlük giymenin, girişimsel radyoloji personeli arasında ortopedik bel ağrısı sorunlarında artışa yol açtığı kanıtlanmıştır “girişimci disk hastalığı”.

Bu sorunun olası çözümü şudur: Sıfır Yerçekimi Radyasyondan Korunma Sistemi

Yürüyüşü desteklemek için tavana asılı bir portal sistemi kullanır, kurşun önlüklerin ağırlığını ortadan kaldıran kurşun astarlı elbise personelin vücuduna yerleştiriliyor. Portal X, Y, Z eksenini boyunca yumuşak hareket sağlar.