

Radyografik Kalite



Prof.Dr.Nail Bulakbaşı
Yakın Doğu Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı



Radyografik kalite

- İncelenen anatomik yapının kabul edilebilir dansite sınırlarında, istenilen keskinlikte görüntülenebilmesidir
- Kaliteyi etkileyen üç temel faktörler:
 - Film ve banyo faktörleri
 - Geometrik faktörler
 - Objeye ait faktörler

Radyografik kalite



Radyolojide çözünürlük

- Temporal (zamansal)
- Spatial (uzaysal)
- Kontrast

Temporal çözünürlük

- Ardışık alınan görüntülerin sıklığıdır
- İki bileşeni vardır
 - Her bir görüntü veya serinin alınış süresi
 - Ardışık görüntü veya seri arasındaki bekleme süresi
- Konvansiyonel radyolojide floroskopi üniteleri dışında temporal çözünürlük yoktur
- Daha çok BT ve MRG gibi kesitsel görüntüleme yapan modalitelerde seri veya dinamik çekimlerde ön plana çıkan bir özelliktir.
- İdeal olarak görüntülenmek istenilen fizyolojik olayın hızına eşit sürede olması gerekir.

Uzaysal çözünürlük

- Uzaysal çözünürlük yüksek obje kontrastına sahip küçük yapıları görüntüleyebilme özelliğidir.
 - Kemik-hava ayrımı gibi
- Bütün faktörler doğru olduğunda, konvansiyonel radyografi en yüksek uzaysal çözünürlüğe sahiptir.

Uzaysal çözünürlük

- İki ayrı noktayı birbirinden ayırt edebilme yeteneği
- Detayın görülebilirliği
- Lp/mm: milimetrede görülebilen çizgi çifti sayısı



Kontrast çözünürlüğü

- Benzer obje kontrastına sahip dokuları birbirinden ayırt edebilme özelliğidir
 - Karaciğer-dalak-böbreklerin ayrımı gibi
- BT ve MRG'nin kontrast çözünürlüğü yüksekken konvansiyonel radyografininki düşüktür.



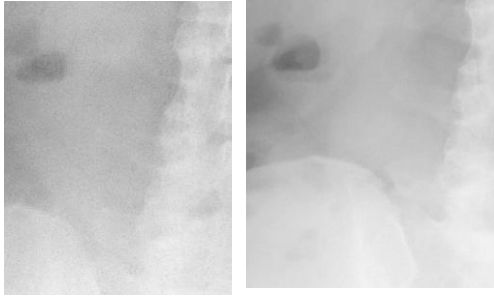
Noise - Gürültü

- Görüntünün optik dansitesinde izlenen istenmeyen oynamalardır. Üç majör tipi vardır:
 - Film greni: Kontrol edilemez
 - gümüş-halid kristallerinin dağılım ve boyutu (film)
 - Yapısal beneklenme (Structural mottle)
 - fosfor kristallerinin dağılım ve boyutu (ranforsatör)
 - Kuantum beneklenmesi: Belli oranda kontrol edilebilir
 - X-ışın fotonlarının screen ile rastgele olan etkileşimi,
 - Gürültünün majör kaynağı
 - Düşük mAs'ta belirgin, yüksek mAs düşük kVp ile azalır
 - Hızlı ranforsatörlerde gürültü artar
 - Daha az X ışını ile görüntü oluşur



Exposure = X
Düşük mAs

Exposure = 10X
Yüksek mAs



Radyografik kontrast

- İncelenen nesne (subject) kontrastı
- İmaj reseptör (film, dedektör) kontrastı
- Geometrik faktörler

Radyografik kontrast = Film kontrastı x Nesne kontrastı

Nesne kontrastı



Nesne kontrastı

- Atom numarasında farklılık
 - Fotoelektrik etki oranında farklılık
 - Düşük kVp'lerde belirgin (mamografideki gibi)
- Dansitede farklılık
 - Compton saçılmasının miktarı
 - Yüksek kVp'lerde belirgin
- Enerji (kVp, filtrasyon):
 - Enerji arttıkça daha az FE ve daha fazla saçılma
- Kalınlık
- Kontrast madde

Kaliteyi etkileyen film faktörleri

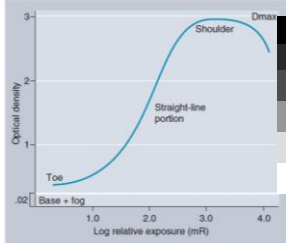
- Karakteristik eğri
 - Dansite
 - Kontrast
 - Latitude
- Banyo
 - Zaman
 - Isı

Sensitometre

- Sensitometri: Pozlanmış filmin intensitesi ile banyo sonrası filmdeki siyahlığın derecesi arasındaki ilişkiyi değerlendirme işlemidir.
- Radyasyon dozu ile filmdeki dansite (siyahlık) arasındaki ilişki
- Pozlanmamış filmler banyo edildiğinde baz rengine göre beyaz veya hafif mavi olur.
- Pozlanmış film ise banyodan sonra siyah olur.
- Optik dansiteyi iki faktör etkiler
 - Film dozu (filme düşen x ışın sayısı)
 - Ranforsatörden çıkan ışık miktarı

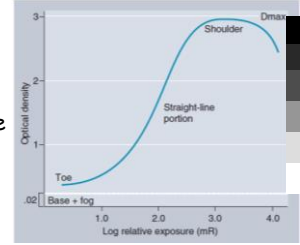
Karakteristik Eğri

- Radyasyon dozu ile filmdeki dansite (siyahlık) arasındaki ilişki tanımlayan eğridir
- H & D (Hurter & Driffield) eğrisi de denir
- Topuk, düz ve omuz bölümleri var



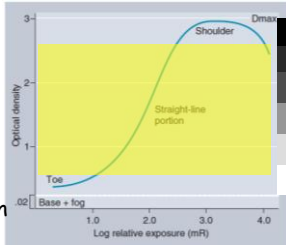
Karakteristik Eğri

- Omuz ve topuk bölümleri duyarlı olup ekspojurdaki büyük değişiklikler optik dansitede küçük değişikliklere neden olur



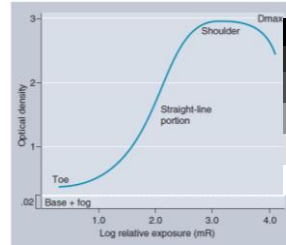
Karakteristik Eğri

- Düz bölüm ise çok duyarlı olup ekspojurdaki küçük değişiklikler optik dansitede büyük değişikliklere neden olur
- Radyografik kalite açısından önemli olan bölümdür (Tanısal aralık)

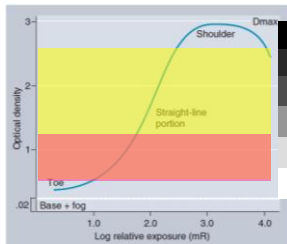


Log Rölatif Ekspojur (LRE)

- X-ray filmleri 1 mR ile 1000 mR arasındaki geniş bir ekspojur aralığına yanıt verir.
- Ekspojur filmde logaritmik şekilde temsil edilir.

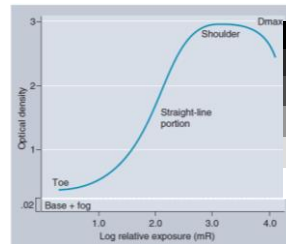


Optik Dansite Aralığı



- Filmin optik dansitesi 0.0 (beyaz) ile 4.0 (tam siyah) arasında değişir.
- Genel radiografide kullanılan aralık ise 0.5 ile 2.5 arasındadır.
- Görüntü aralığı ise 0.5-1.25 OD'dir.

Baz sisi / baz dansitesi



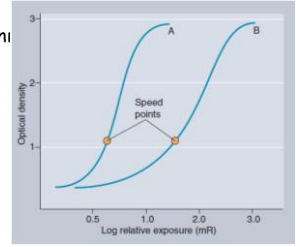
- Filmin destek maddesi olan baz tabakası, pozlama sırasında filmde istenmeyen bir sislenmeye neden olur.
- Bunun aralığı 0.1-0.3 arasındadır. (0,21)
- Hiçbir zaman 0.30 üzerine çıkmamalıdır.

Bazisine etki eden faktörler

- Filmin depolanması
- Filmin yanlış spektrumdaki ışığa maruz kalması
- Kimyasal kontaminasyon
- Yetersiz banyo
- Yüksek baz sis düzeyi film kontrastında azalmaya neden olur.

Speed-Hız

- En az miktardaki x ışınına filmin cevap verme yetisi, onun duyarlılığını yani hızını gösterir.
- Hız arttıkça filmin karakteristik eğrisi sola doğru kayar.
- Hız 2 kat artınca, gerekli ekspozür miktarı $\frac{1}{2}$ azalır.
- Film+anforstatör kombinasyonları 80-1600 arası hız gerekir.

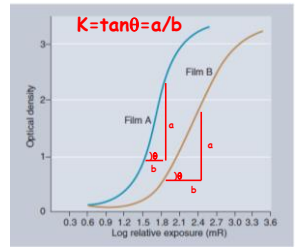


Speed-Hız

- Gürültü ve çözünürlük kullanılan görüntü alıcısının hızıyla yakından bağlantılıdır.
- Görüntü üzerine alıcının hızı direkt yansımaya da, hem gürültü hem de çözünürlüğe etki ederek görüntünün kalitesine etki eder.
- Hızlı görüntü alıcıları yüksek gürültü ve düşük uzaysal ve kontrast çözünürlüğe sahiptir.
- Yüksek uzaysal ve kontrast çözünürlük için düşük gürültülü ve yavaş görüntü alıcıları kullanılmalıdır.

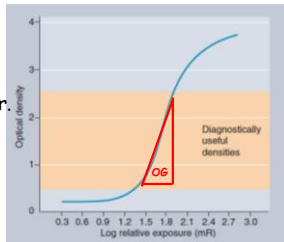
Film kontrastı

- Kontrast = optik dansite farklılığı
- Karakteristik eğrinin doğrusal parçasının eğimi
- Kontrast X Latitude



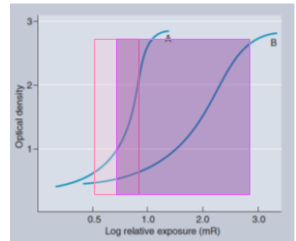
Film kontrastı

- Kontrast KE'nin düz parçasının eğimine (ortalama gradyente) bağlıdır.
- Eğim ne kadar dikse film kontrastı o kadar yüksektir.
- OG 0.25-2 dansiteleri düzeylerinde iki noktayı birleştiren çizginin eğimidir.
- Çoğu filmin ortalama gradyenti 2.5-3.5 arasında değişir.



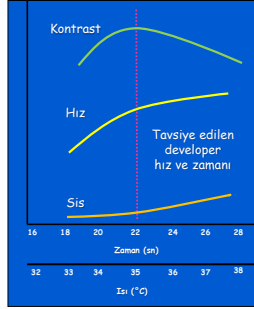
Film kontrastı

- Latitude = filmin tanısal sınırlardaki OD'lerini karşılayan ekspozür değer genişliği
- Dar latitude sahip olanlar ise kısa gri skalaya
- Geniş latitude sahip filmler uzun gri skalaya sahiptirler.



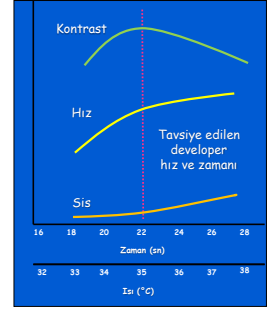
Banyo

- Banyo parametreleri de radyografik kaliteyi etkiler
- Developer uygun derişim ve doğru ısıda olmalıdır.
- Film developer içinde doğru zaman kalmalıdır.



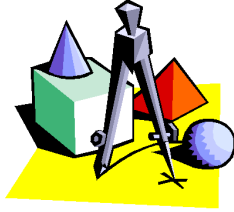
Banyo

- Isı arttıkça
- Hız ve baz sisi artar.
- Kontrast bir düzeye kadar artar sonra baz sisi arttıkça azalır.
- Üreticiler hız, kontrast ve baz sisini optimize edecek banyo parametreleri kullanırlar.



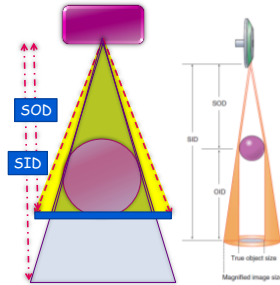
Geometrik faktörler

- Magnifikasyon
- Distorsiyon
- Fokal spot bulanıklığı (blur) [Penumbra]



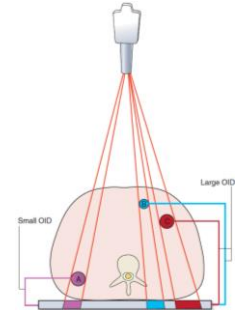
Magnifikasyon

- Görüntünün cismin kendinden büyük olması
- Magnifikasyon Faktörü
 - $MF = \text{Görüntü boyutu} / \text{Obje boyutu}$
 - $MF = SID / SOD$



Magnifikasyon

- Görüntünün cismin kendinden büyük olması
- Magnifikasyon Faktörü
 - $MF = \text{Görüntü boyutu} / \text{Obje boyutu}$
 - $MF = SID / SOD$
 - OID etkisi

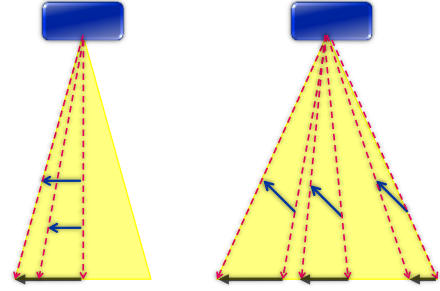


Distorsiyon

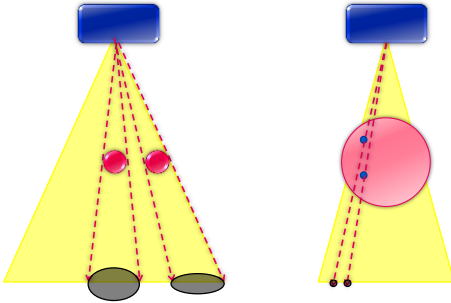
- Eşit olmayan magnifikasyonlar nedeniyle obje şeklinin uzaması-kısalması, olduğundan farklı görünmesi
- Obje kalınlığı
- Objenin pozisyonu
- Objenin şekli



Distorsiyon

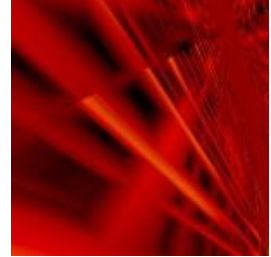


Distorsiyon

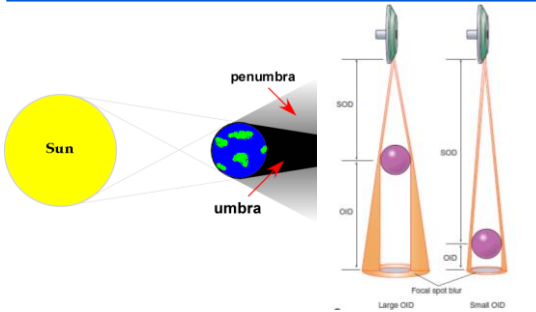


Geometrik bulanıklık

- X ışın kaynağı noktasal bir ışın kaynağı olmayıp genelde 0.3-2 cm arasında değişen kare şeklindedir
- Işık fiziğinde, gölge çevresinde oluşan yarıgölge gibi radyolojik görüntü çevresinde bulanıklık oluşur.

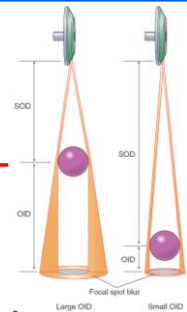


Penumbra

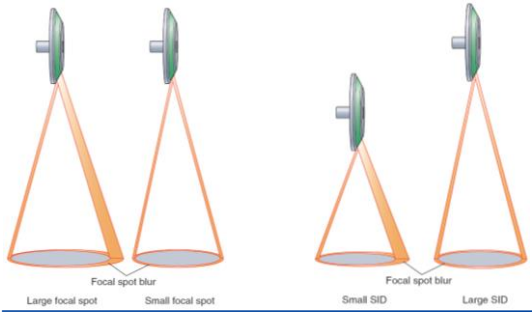


Fokal spot bulanıklığı

$$FSB = \text{Fokal spot genişliği} \times \frac{OID}{SOD}$$



Penumbra



Nasıl kurtuluruz ?

- Magnifikasyon azalırsa distorsiyon azalır
 - Obje-film mesafesini kısaltmak
 - Film fokus mesafesini (SID) arttırmak
- Penumbrayı azaltmak için
 - Küçük focal spot
 - Objeyi mümkün olduğunca filme yaklaştırmak
 - Film fokus mesafesini (SID) arttırmak

Radyografik kontrast = Film kontrastı x Nesne kontrastı

kVp arttınca

X-ışını miktar ve kalitesi ↑	Optik dansite ↓
Rölatif Compton saçılması ↑	Nesne kontrastı ↓
Diferansiyel absorpsiyon ↓	
Saçılma, sis ↑	Film kontrastı ↓

kVp ↑ X Kontrast ↓

Radyografik kontrast = Film kontrastı x Nesne kontrastı

mAs arttıkça

x-ışını miktarı ↑	Optik dansite ↑
Fotoelektrik etki ↑	Nesne kontrastı ↑
Diferansiyel absorpsiyon ↑	
Saçılma, sis ↓	Film kontrastı ↑
Karakteristik eğrinin omuz kesimi belirginleşir	

mAs ↑ → Kontrast ↑