

CsI ve GOS Sintilatörlü İnce Panel Dijital Radyografi Sistemlerinin Kontrast-Ayrıntı Başarımlarının İncelenmesi

Mehmet E. Aksoy^a, Mustafa E. Kamaşak^b, Erkan Akkur^c,
Ayhan Üçgül^d, Muzaffer Başak^d, Hüseyin Alaca^a

^a İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü,

^b İstanbul Teknik Üniversitesi

^c Hudut ve Sahiller Sağlık Genel Müdürlüğü,

^d Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi

3 Kasım 2012
TIPTEKNO 2012

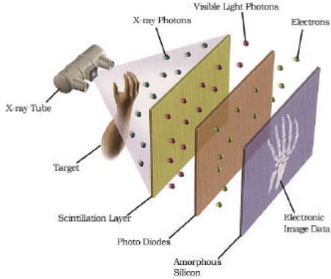
İhtiyaç

- ▶ Türkiyede çok sayıda analog grafi cihazı bulunmaktadır
- ▶ Cihazlar hızla dijital cihazlara çevrilmeye başlanmıştır
- ▶ Kamu büyük miktarda dijital grafi ihalelerine çıkmaktadır
- ▶ Geniş kabiliyetler ve geniş maliyet aralığına sahip sistemler bulunmaktadır
- ▶ Görüntü kalitesinin niceliksel olarak ölçülebilmesi için bir yöntem ve protokol
 - ▶ Seçeneklerin birbirleri ile karşılaştırılabilmesi
 - ▶ Temin edilmiş sistemlerde yüksek görüntü kalitesinin idamesi

Amaç

- ▶ Görüntü kalitesinin ölçülebilmesi için yöntem ve protokol geliştirilmesi
- ▶ Csl ve GOS sintilatörlü ince panel detektörlü sistemlerin görüntü kalitelerinin karşılaştırılması
- ▶ Dijital grafi sistemleri için görüntü kalitesi için tipik değerlerin verilmesi

İnce Panel Dijital Radyografi Sistemleri



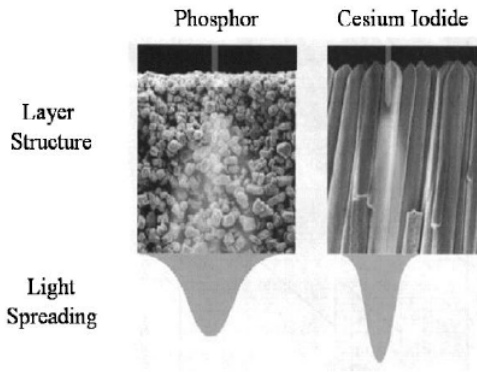
2 sınıfa ayrılırlar:

- ▶ Doğrudan dönüşümlü:
x-ışını → elektron
- ▶ Dolaylı dönüşümlü:
x-ışını → görünür ışık →
elektron

Sintilatör Türleri

- ▶ Sintilatörler x-ışınlarını görünür dalga boyundaki ışığa çevirirler
- ▶ Analog radyografi sistemlerinde ve diğer görüntüleme sistemlerinde de (PET, CT, SPECT) kullanılır
- ▶ Farklı sintilatörler bulunmasına rağmen ince panel radyografi sistemlerinde genellikle
 - ▶ terbium doped gadolinium oxysulfate ($Gd_2O_2S:Tb$ veya GOS:Tb)
 - ▶ thalium doped cesium iodide (CsI:TI) kullanılır
- ▶ K-kenarı
 - ▶ Cs: 35.98 keV
 - ▶ I: 33.17 keV
 - ▶ Gd: 50.24 keV
- ▶ Radyografide kullanılan x-ışınlarının ortalama enerjisi 50-70 keV
- ▶ x-ışın hassasiyeti açısından Gd radyografi için daha uygun görünmektedir

Sintilatör Türleri



- ▶ GOS sintilatör granüler yapıdadır
- ▶ Csl sintilatör ise 5-10 μm kalınlığındaki iğne yapısına sahiptir
- ▶ Csl sintilatörde görünür ışık iğne yapısı içerisinde fotodiyotlara aktarılır
- ▶ Işık miktarı GOS sintilatörde Csl sintilatöre göre daha fazladır
- ▶ Işık saçılımı GOS sintilatörde Csl sintilatöre göre daha fazladır

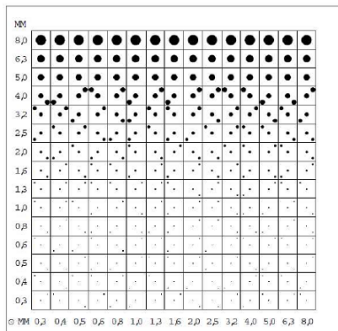
Görüntü Kalite Ölçütleri

- ▶ Görüntü kalitesine yönelik çok sayıda ölçüt bulunmaktadır
 - ▶ SNR – signal to noise ratio
 - ▶ MTF – modulation transfer function
 - ▶ NPS – Noise power spectrum
 - ▶ NEQ – Noise equivalent quanta
 - ▶ DQE – detector quantum efficiency
- ▶ Bu ölçütler çok ayrıntılıdır
- ▶ Klinik ortamda ölçülmeleri çok kolay ve pratik değil

Kontrast-Ayrıntı Fantomu: CDRAD 2.0

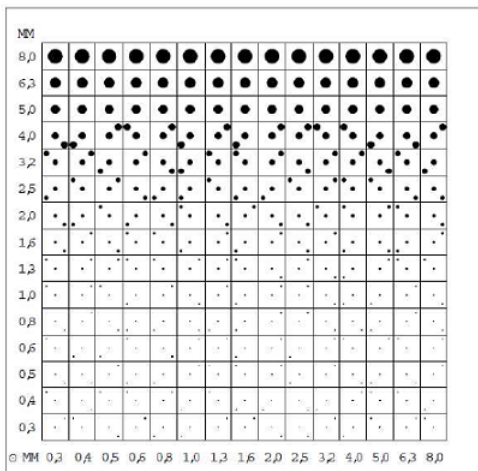
- ▶ Kontrast-ayrıntı fantomu sistemi görüntü kalitesini ölçmek için kullanılır
- ▶ Her kontrast seviyesinde görülebilen en ufak ayrıntıyı **veya** her ayrıntı seviyesinin görünebilmesi için gerekli kontrast seviyesini gösterir

Kontrast-Ayrıntı Fantomu: CDRAD 2.0



- ▶ Pleksiglas üzerindeki 15×15'lik hücreler içerisinde 225 delikten oluşur
- ▶ Delikler farklı çap (ayrıntı) ve derinliktedir (kontrast)
- ▶ Delik çapları ve derinlikleri 0.3 ile 0.8 mm. arasında 0.1 mm artışlarla değişmektedir

Kontrast-Ayrıntı Fantomu: CDRAD 2.0



- ▶ İlk üç satırdaki hücrelerde tek delik bulunmaktadır
- ▶ Sonraki satırlardaki hücrelerde bir ortada bir de 4 kenardan rastgele birisinde olmak üzere 2'şer delik bulunmaktadır

Kontrast-Ayrıntı Fantomu: CDRAD 2.0

- ▶ Fantom dijital radyografi ile görüntüledikten sonra
 - ▶ Radyolog (subjektif)
 - ▶ Yazılım (objectif)tarafından değerlendirilir
- ▶ Çok sayıda görüntü üzerinde yapılan çalışmalarda insan ve yazılım tarafından yapılan değerlendirmeler arasında yüksek ilinti tespit edilmiştir
- ▶ Sonraki satırlardaki hücrelerde bir ortada bir de 4 kenardan rastgele birisinde olmak üzere 2'şer delik bulunmaktadır
- ▶ Görüntü kalitesinin niceliksel ifadesi için 2 ölçüt hesaplanabilir

- ▶ Doğru gözlem oranı

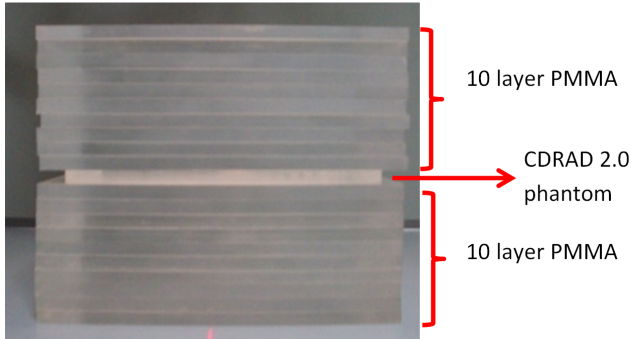
$$\text{Doğru gözlem oranı} = \frac{\text{Doğru gözlem sayısı}}{225} \times 100$$

- ▶ Inverse image quality figure $IQFinv$

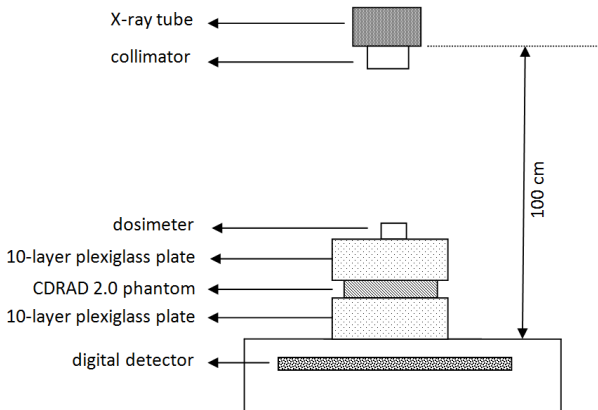
$$IQFinv = \frac{100}{\sum_{i=1}^{15} C_i \times D(i, th)}$$

Yöntem

- ▶ 6 farklı üreticiye ait 9 ince panel dijital radyografi sisteminden ölçüm alındı
- ▶ 9 sistemden 4 tanesinde CsI ve 5 tanesinde GOS sintilatörü bulunmaktadır
- ▶ Hasta kalınlığını benzetmek için CDRAD 2.0 fantomunun alt ve üstüne herbiri 1 cm. kalınlıkta 10 kat PMMA tabaka yerleştirildi



Görüntüleme Protokolu



- ▶ kVp: 80
- ▶ AEC: kapalı
- ▶ SSD: 100 cm
- ▶ Doz: 50,100, 150,200 (μGy)
- ▶ Her doz seviyesinde 3 adet görüntü alınmıştır.
- ▶ Her görüntü için *IQFinv* hesaplanmıştır

Sonuç

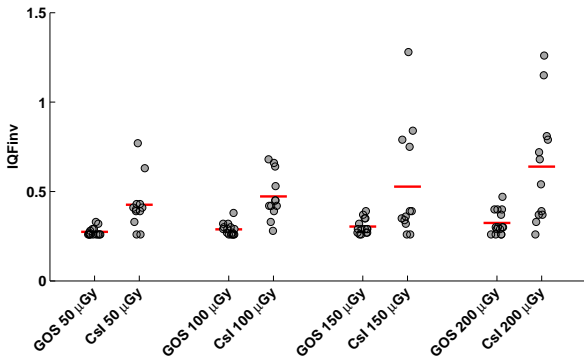
- ▶ Farklı Csl ve GOS sintilatörlü sistemler için hesaplanan $IQFinv$ değerlerinin ortalama ve standart sapmaları

	GOS systems	Csl systems
Dose [μ Gy]	$IQFinv$	$IQFinv$
50	0.275 ± 0.022	0.425 ± 0.055
100	0.288 ± 0.023	0.472 ± 0.049
150	0.304 ± 0.042	0.527 ± 0.227
200	0.324 ± 0.056	0.639 ± 0.316

- ▶ Hem Csl hem de GOS sintilatörlü sistemlerde doz seviyesi ile birlikte ortalama $IQFinv$ değerleri artmaktadır
- ▶ Her doz seviyesinde Csl sintilatörlü sistemlere ait ortalama $IQFinv$ değeri GOS sintilatörlülere göre daha yüksektir
- ▶ Ortalama $IQFinv$ değerlerinin yanısıra standart sapmalar da artmaktadır
- ▶ Bu artış yüksek doz seviyelerinde özellikle Csl sintilatörlü sistemlerde gözlemlenmektedir

Sonuç

- ▶ Değişik doz seviyelerinde elde edilen *IQFinv* değerlerinin hepsi



- ▶ GOS sintilatörlü sistemde *IQFinv* değerleri iyi kümelenmiş
- ▶ Artan doz değeri ile birlikte bu değerlerde bir miktar saçılma gözlemlenmektedir
- ▶ Csl sintilatörlü sistemlerde *IQFinv* değerleri düşük doz seviyelerinde dahi kümelenmemiştir
- ▶ Artan doz miktarı ile saçılım artmıştır.

Sonuç

- ▶ Aynı üretici-marka detektörü kullanan sistemlerden elde edilen *IQF_{inv}* değerleri arasında büyük farklar bulunmaktadır
- ▶ Detektörün dışında görüntü kalitesini etkileyen diğer unsurlar da bulunmaktadır
- ▶ Csl sintilatörlü bazı sistemler her doz seviyesinde GOS sintilatörlü sistemler ile yaklaşık aynı *IQF_{inv}* değerleri vermektedir
- ▶ Csl sintilatörlü ince panel DR sistemlerin GOS sintilatörlülere göre daha pahalı olduğu için, Csl sistem alımlarında daha fazla dikkat etmesi önerilmektedir

CsI ve GOS Sintilatörlü İnce Panel Dijital Radyografi Sistemlerinin Kontrast-Ayrıntı Başarımlarının İncelenmesi

Mehmet E. Aksoy^a, Mustafa E. Kamaşak^b, Erkan Akkur^c,
Ayhan Üçgül^d, Muzaffer Başak^d, Hüseyin Alaca^a

^a İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü,

^b İstanbul Teknik Üniversitesi

^c Hudut ve Sahiller Sağlık Genel Müdürlüğü,

^d Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi

3 Kasım 2012
TIPTEKNO 2012