

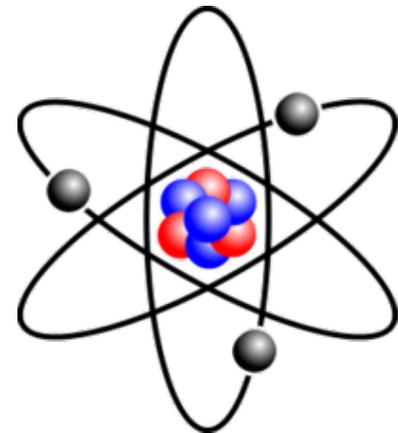
# Tecniche e impiego corretto dell' apparecchio radiologico

Tommaso Banzato



# Esposizione radiografica

- ◆ **mA**: determinano la quantità di raggi X prodotta
- ◆ **S**: determinano la quantità di raggi X prodotta
- ◆ **kVp**: determinano l'energia (potere di penetrazione) dei raggi X



# ... nella radiologia ortopedica

↑ mA ↓ kVp per avere un alto  
contrasto ma una ridotta scala dei  
grigi

S non importanti (sedazione)

# Valutazione qualitativa delle radiografie

- ◆ Densità
- ◆ Distorsione
- ◆ Dettaglio
- ◆ Dimensione del fuoco
- ◆ Contrasto
- ◆ Schermi di rinforzo – velocità delle pellicole
- ◆ Camera oscura – Acquisizione digitale



# Densità radiografica\*

\*Grado di annerimento della pellicola

💧 Distanza fuoco-film (FFD)

💧 kVp

💧 mAs



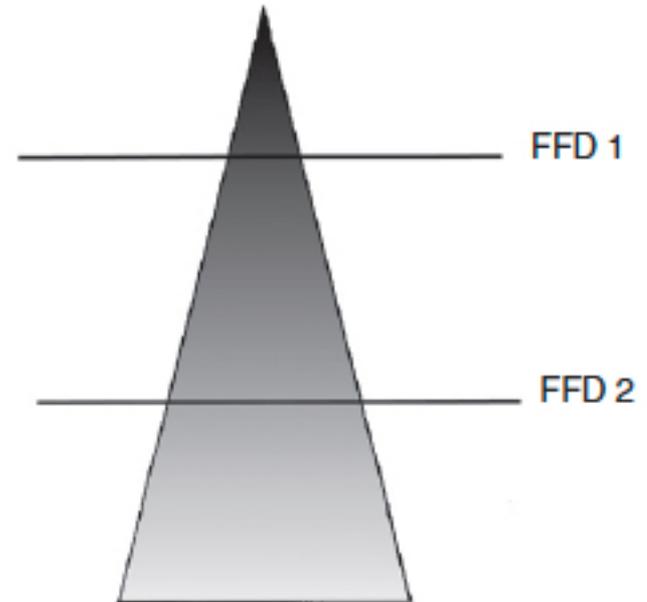
Esposizione corretta  
Ottimo contrasto e densità ottimale



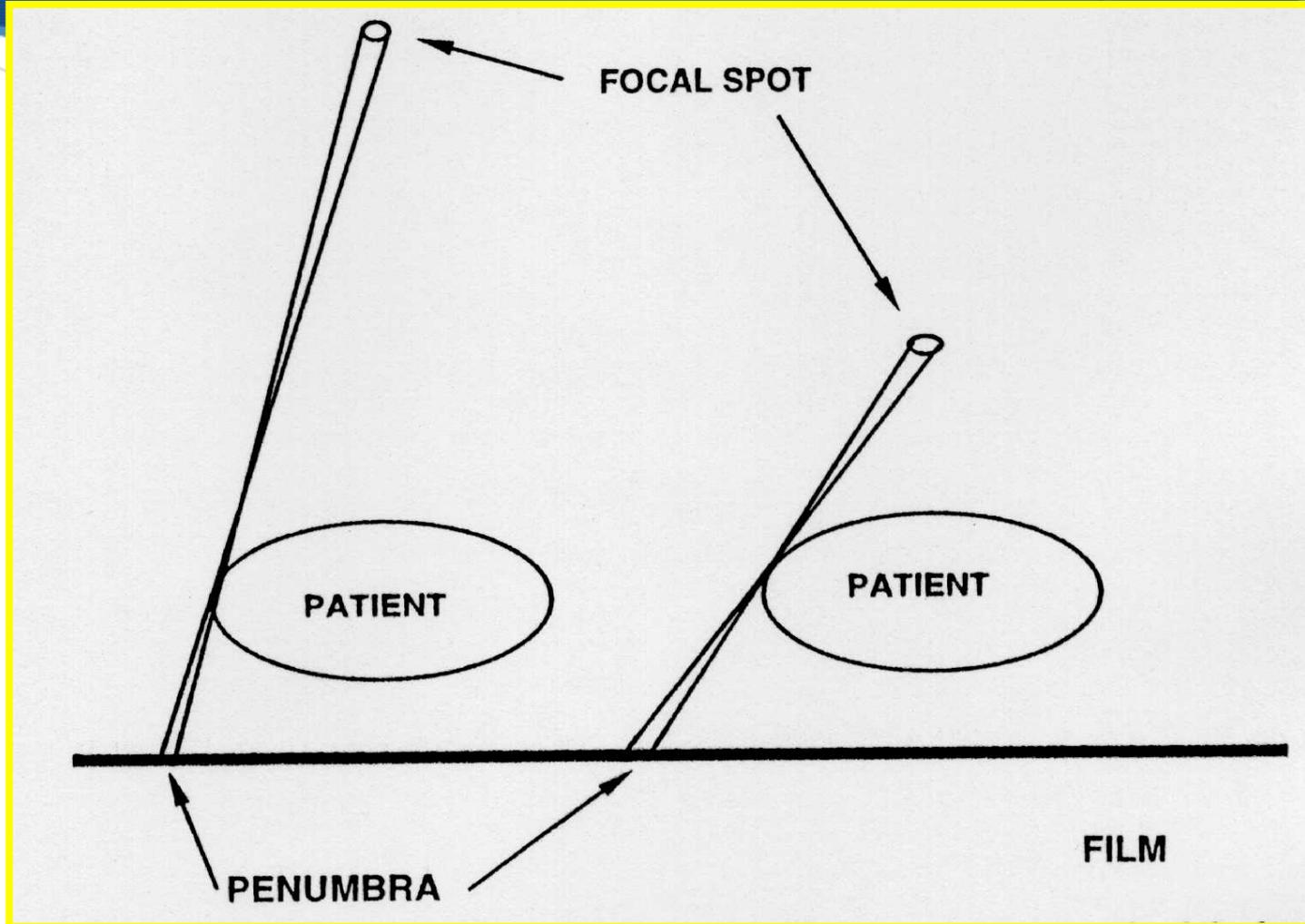
Esposizione non corretta  
Scarso contrasto e densità non ottimale

# Distanza Fuoco-Film (FFD)

- L'intensità del fascio diminuisce con il **quadrato della distanza**
- È fondamentale che la FFD sia adeguata altrimenti si ha il fenomeno della "penombra"
- FFD non deve essere inferiore a 1m

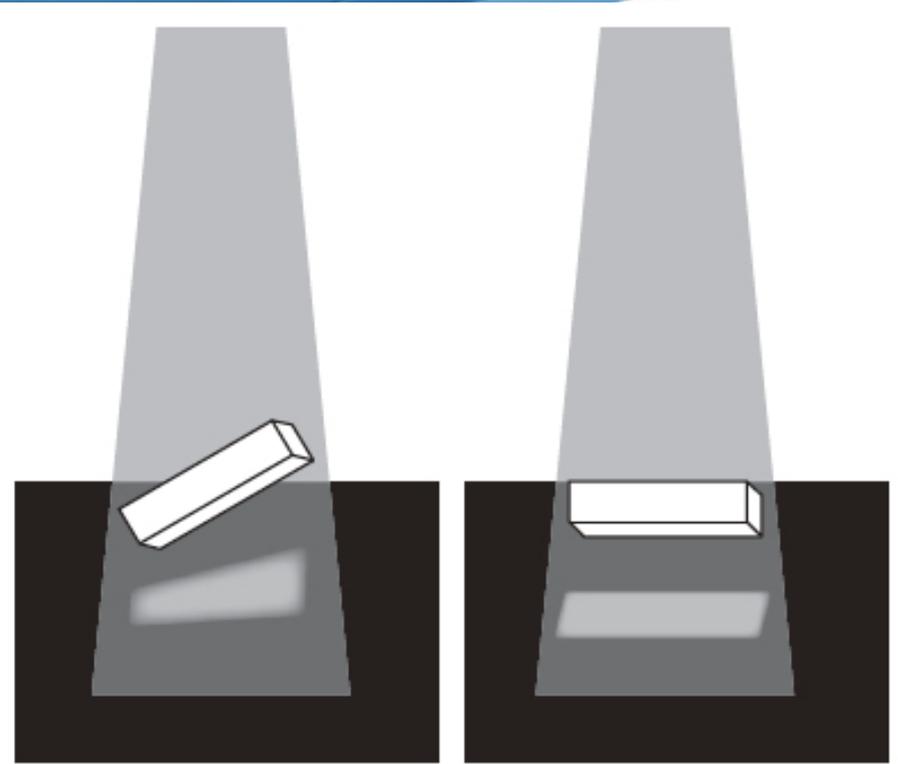


# Penumbra



# Distorsione

Si ha quando l'oggetto da radiografare non è "in piano" rispetto alla pellicola – detettore –  
**fenomeno molto importante in radiologia ortopedica!!!**



# Dettaglio

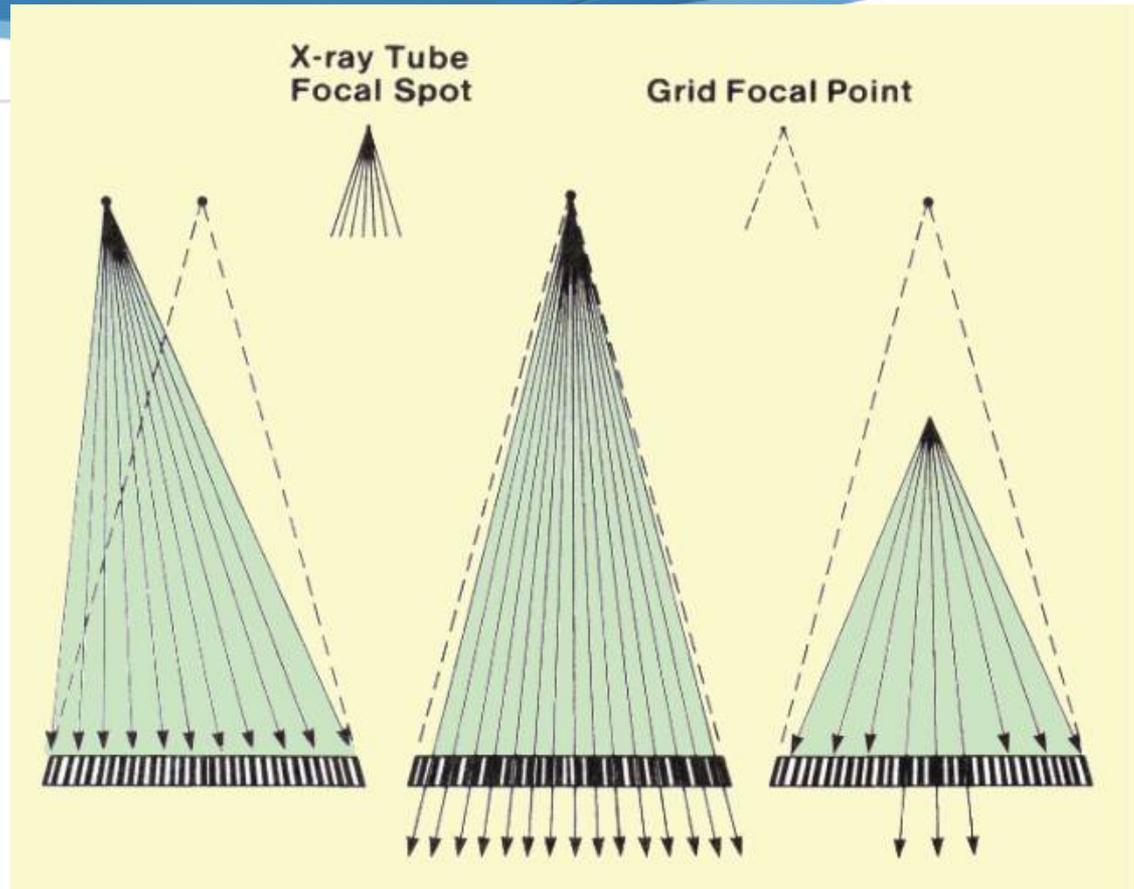
- ◆ Movimento
- ◆ Dimensioni dello spot focale
- ◆ Schermi di rinforzo
- ◆ Griglia

# Griglia

- ◆ Lamelle alternate di Pb e Al
- ◆ Serve a ridurre la radiazione diffusa (film fog) che arriva alla pellicola-detettore
- ◆ Assorbe anche parte del fascio “utile” quindi è necessario compensare l’esposizione alzando mAs/kVp (fattore griglia)
- ◆ Da usare quando la parte da radiografare è più spessa di 10 cm (anche)
- ◆ Nei sistemi digitali integrati non può essere rimossa
- ◆ Alcuni sistemi digitali utilizzano speciali filtri anti *scattering* invece delle griglie

# Griglie

- 🟢 Parellele
- 🟢 Focalizzate
- 🟢 Fisse
- 🟢 Mobili



# Radiologia tradizionale

- ◆ Pellicole
- ◆ Schermi di rinforzo
- ◆ Camera oscura – sviluppatrici automatiche

# Pellicole



- Film costituito da cristalli di alogenuro d'argento
- Velocità dipende dalla dimensione dei cristalli
- Dettaglio inversamente proporzionale alla velocità
- In radiologia ortopedica usare pellicole lente (molto dettaglio in parti immobili)

# Schermi di rinforzo



- ◆ Sono formati da due foglietti di materiale plastico con strati di cristalli fluorescenti ai raggi X
- ◆ Trasformano i raggi X in radiazione luminosa (le pellicole sono 100 volte più sensibili alla luce che ai raggi X)
- ◆ Sono caratterizzati da velocità e dettaglio (inversamente proporzionali)
- ◆ **In radiologia ortopedica usare schermi lenti o intermedi**

# Camera oscura - Sviluppo

- ◆ liquido a  $\text{pH}=11$  → azione di riduzione degli ioni  $\text{Ag}^+$
- ◆ Importante la T del liquido ( $30 - 35^\circ\text{C}$ )
- ◆ Se liquido freddo → effetto nebbia
- ◆ 1-3 minuti a seconda della temperatura

# Camera oscura - Fissaggio

- ◆ liquido a pH=4,5
- ◆ Rimuove i cristalli che non si sono ridotti
- ◆ T come precedente (30 -35 °C)
- ◆ Se fissaggio insufficiente → aree nebulose nella radiografia

# Camera oscura – Lavaggio ed essiccazione

- ◆ Rimuove il liquido di fissaggio
- ◆ Se lavaggio insufficiente → ingiallimento rapido della radiografia
- ◆ Aria calda o infrarossi per asciugatura

# Radiologia digitale

## Concetti di base

- ◆ Risoluzione spaziale
- ◆ Range dinamico
- ◆ Pre e Postprocessing delle immagini

# Risoluzione spaziale

- ◆ È la capacità di percepire i dettagli
- ◆ Maggiore è la risoluzione spaziale e più piccoli sono i dettagli che possono essere percepiti
- ◆ Dipende dall'hardware
- ◆  $2048 \times 1680$  pixel è una risoluzione sufficiente per l'imaging muscoloscheletrico<sup>1</sup>

1. Wegryn S A, Piraino D W, Richmond B J. *et al* Comparison of digital and conventional musculoskeletal radiography: an observer performance study. *Radiology* 1990, 175:225-228.

# Risoluzione spaziale

I radiologici digitali (sia CR che DR) hanno un potere di risoluzione che è circa la metà di quello dei radiologici tradizionali

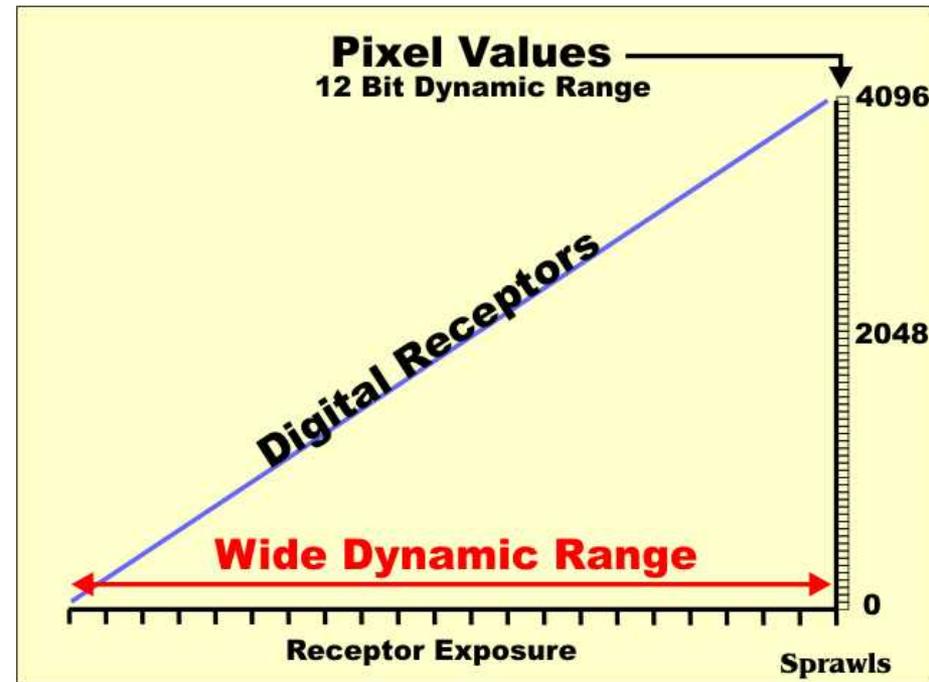
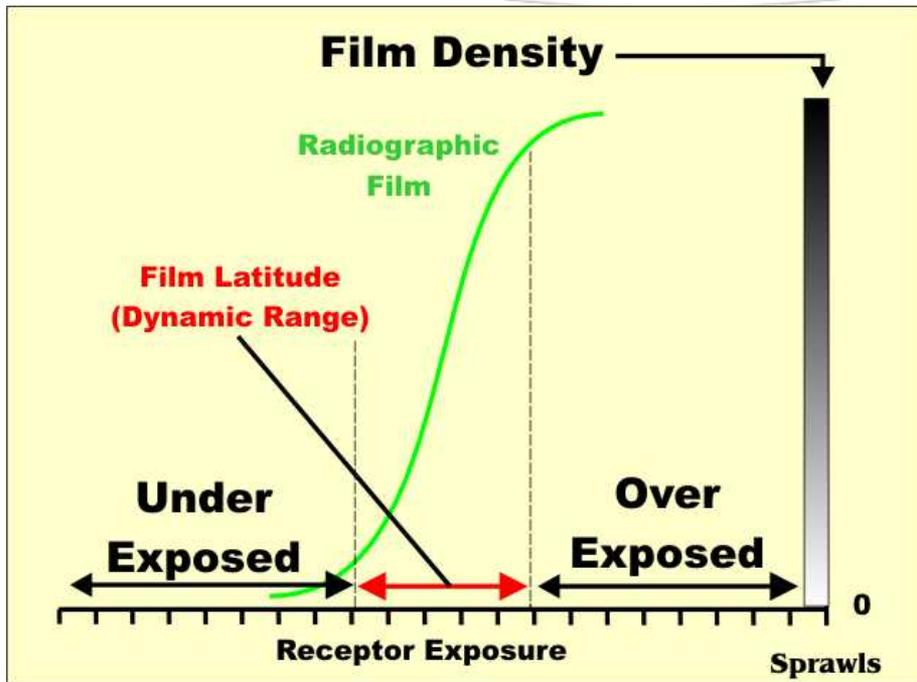
0,08 mm VS 0,17 mm

**NESSUNA RILEVANZA CLINICA!!!!**

# Range dinamico

- ◆ È la capacità di “catturare” i raggi X utili a formare l’immagine
- ◆ La risposta lineare che si ottiene dai detettori del radiologico digitale permette di ottenere un ampio range dinamico
- ◆ Maggiore “latitudine di esposizione” dei radiologici digitali rispetto alla radiologia tradizionale = maggior tolleranza all’errore nell’esposizione
- ◆ Maggiore capacità di compensare grandi variazioni di spessore

# Range dinamico a confronto



# preprocessing delle immagini

- ◆ Con preprocessing si intendono le modifiche che il sistema applica automaticamente alle immagini acquisite
- ◆ Servono ad eliminare gli artefatti più comuni
- ◆ Generalmente non è possibile per l'utente intervenire in questa fase
- ◆ Alcune delle calibrazioni che poi sono applicate automaticamente possono essere fatte con i tecnici che installano i sistemi a seconda delle esigenze

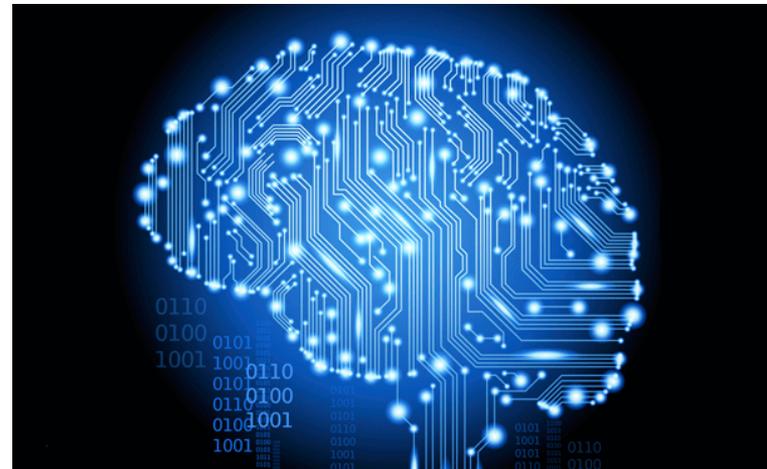
# postprocessing delle immagini

- ◆ È la fase di elaborazione dell'immagine
- ◆ Spesso i sistemi hanno già una serie di preset impostati dal venditore per i vari distretti corporei
- ◆ Le immagini originali (RAW data) non vengono in genere modificate quindi è sempre possibile recuperare l'immagine originale
- ◆ È possibile “aggiustare” manualmente le impostazioni dell'immagine (contrasto, luminosità, ecc..) per mettere in evidenza determinati particolari.

# Radiologia digitale

## Sistemi di acquisizione

- ◆ Sistemi CR (Computed Radiography)
- ◆ Sistemi DDR (Direct Digital Radiology) (3 tipi)



# Sistemi CR



- ◆ Sono composti da una cassetta radiografica e da uno scanner
- ◆ Al posto della pellicola usano una lastra con fosfori fotostimolabili (PSP)
- ◆ La lastra viene letta da uno scanner laser che registra lo stato attivato-non attivato dei fosfori
- ◆ La lastra è riutilizzabile un gran numero di volte (migliaia)

# Sistemi CR



## PRO

- ◆ Costi generalmente abbastanza contenuti
- ◆ Non necessita di interventi “strutturali” se installato su un apparecchio radiologico già esistente
- ◆ Può essere trasportato
- ◆ Il costo di una singola cassetta non è elevato (considerandone la vita)
- ◆ Possibilità di posizionare la cassetta

## Contro

- ◆ Sistema “delicato”
- ◆ Tempo per ogni scatto più lungo rispetto a sistemi DDR (circa 1-2 minuti)

# Sistemi DDR

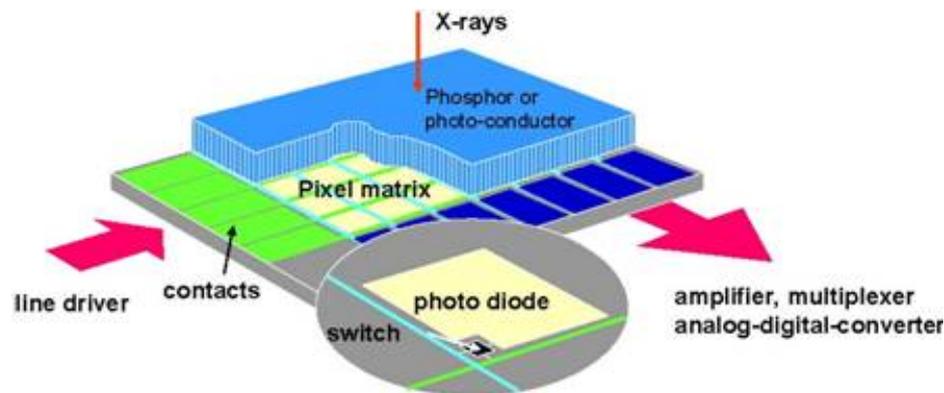


- ◆ Un pannello detettore integrato nel tavolo sostituisce le cassette
- ◆ L'immagine radiografica viene elaborata all'istante
- ◆ Tre tipi principali:
  - ◆ Pannelli indiretti
  - ◆ Pannelli diretti
  - ◆ CCD

# Sistemi DDR

## Pannelli indiretti

- usano la luce come mezzo indiretto per produrre le immagini
- I pannelli sono composti da uno schermo di rinforzo (come radiologia tradizionale) e uno strato di fotodiodi che “creano” l’immagine.



# Sistemi DDR

## Pannelli indiretti

### ◆ Pro:

- ◆ Alta risoluzione spaziale (0,2 mm x pixel)
- ◆ Possibilità di produrre immagini a 14 bit (16384 sfumature di grigio)

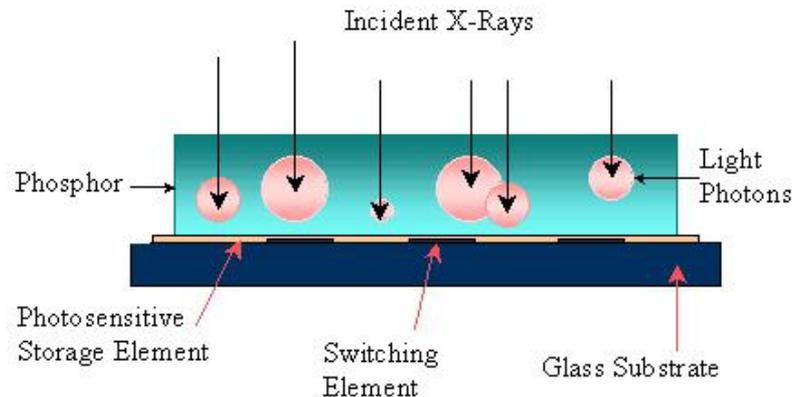
### ◆ Contro:

- ◆ Sistemi costosi
- ◆ Alto costo di installazione
- ◆ **Impossibilità di scattare fuori griglia**

# Sistemi DDR

## Pannelli diretti

- ◆ Non si usa più la luce come “intermediario”
- ◆ I detettori sono dei fotoconduttori di selenio amorfo (alta efficienza di assorbimento dei raggi X)



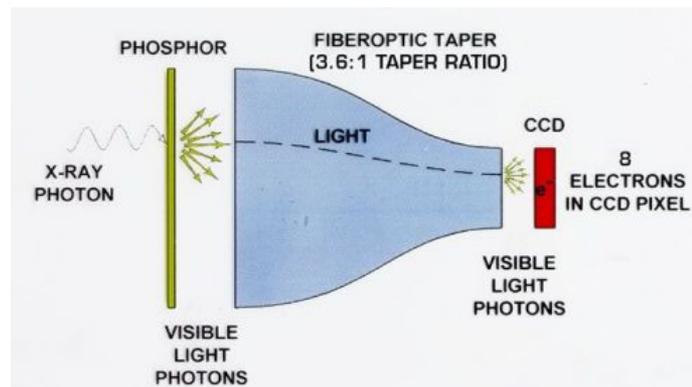
# Sistemi DDR

## Pannelli diretti

- ◆ Pro:
  - ◆ Alta qualità d'immagine
  - ◆ 14 bit
- ◆ Contro:
  - ◆ Come sistemi indiretti

# Sistemi CCD

- ◆ Tipo di sensore comunemente usato nelle macchine fotografiche digitali
- ◆ I sensori CCD sono sensibili solo alla luce non ai raggi X
- ◆ I CCD sono molto più piccoli dei pannelli → sistemi complessi per convogliare la luce



# Sistemi CCD

## ◆ Pro:

- ◆ È possibile aggiornare sistemi già esistenti
- ◆ Costi a volte competitivi

## ◆ Contro:

- ◆ Il particolare design del sistema lo rende suscettibile a forti distorsioni dell'immagine
- ◆ Sistema ottimale solo se si radiografano soggetti molto piccoli
- ◆ Qualità generalmente inferiore

# Artefatti in radiologia digitale

## *Sottoesposizione*

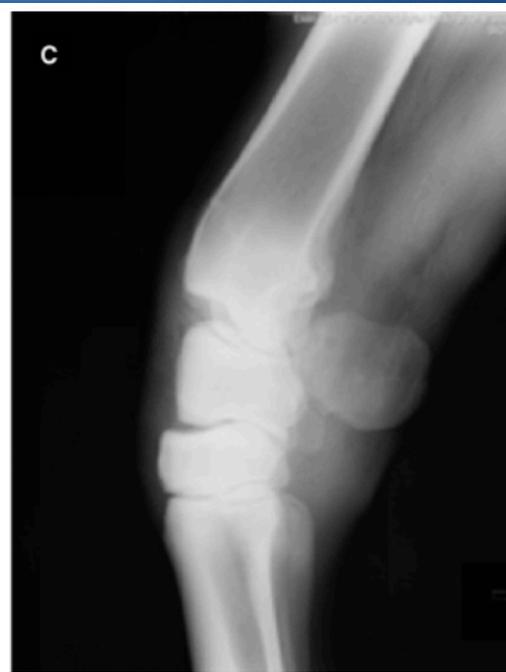
- ◆ Aspetto molto diverso da radiologia tradizionale dove l'immagine apparirebbe troppo "bianca"
- ◆ L'immagine può apparire correttamente esposta ma ingrandendo si nota che l'immagine è sgranata → arrivano pochi raggi quindi poche informazioni al detettore - pellicola
- ◆ **Importante in radiologia ortopedica perché bisogna valutare dettagli molto piccoli**



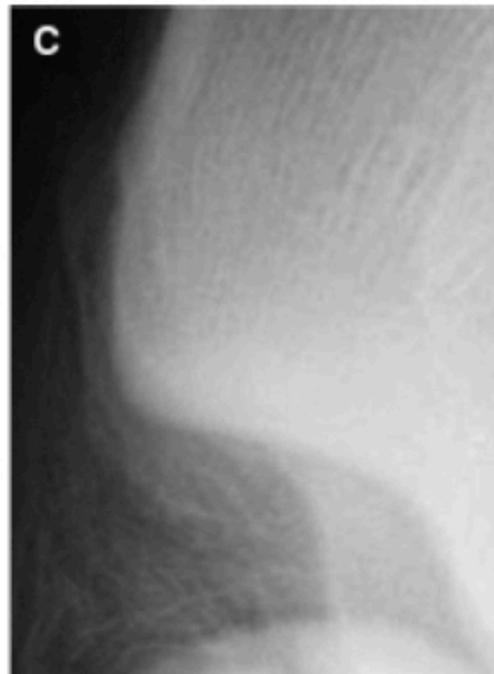
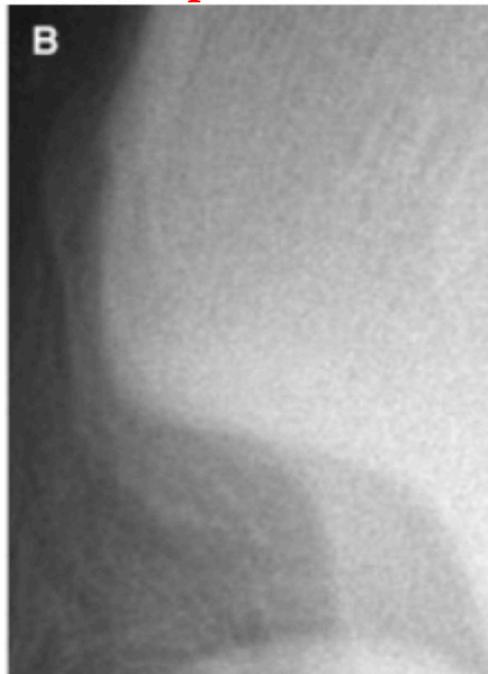
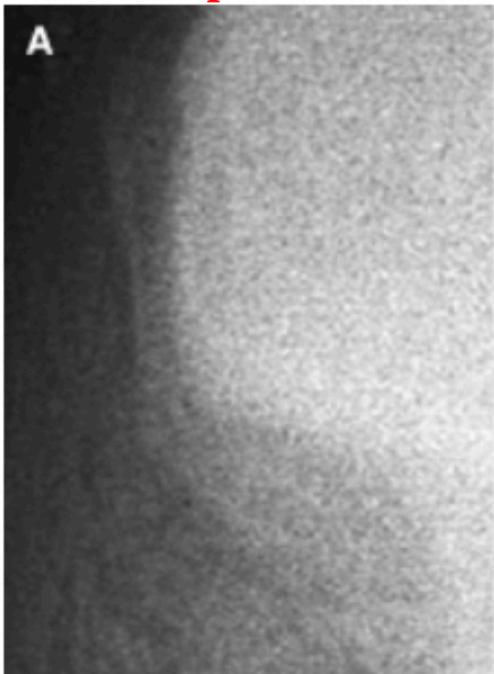
80 kVp – 0,3 mAs



80 kVp – 1,5 mAs



80 kVp – 10 mAs



# Artefatti in radiologia digitale

## *Sovraesposizione*

- ◆ Aspetto simile alla radiologia tradizionale ➡ radiografia troppo nera con perdita di dettaglio
- ◆ Tutti i detettori registrano un valore massimo di esposizione con perdita di dettaglio e impossibilità di distinguere i margini delle varie strutture



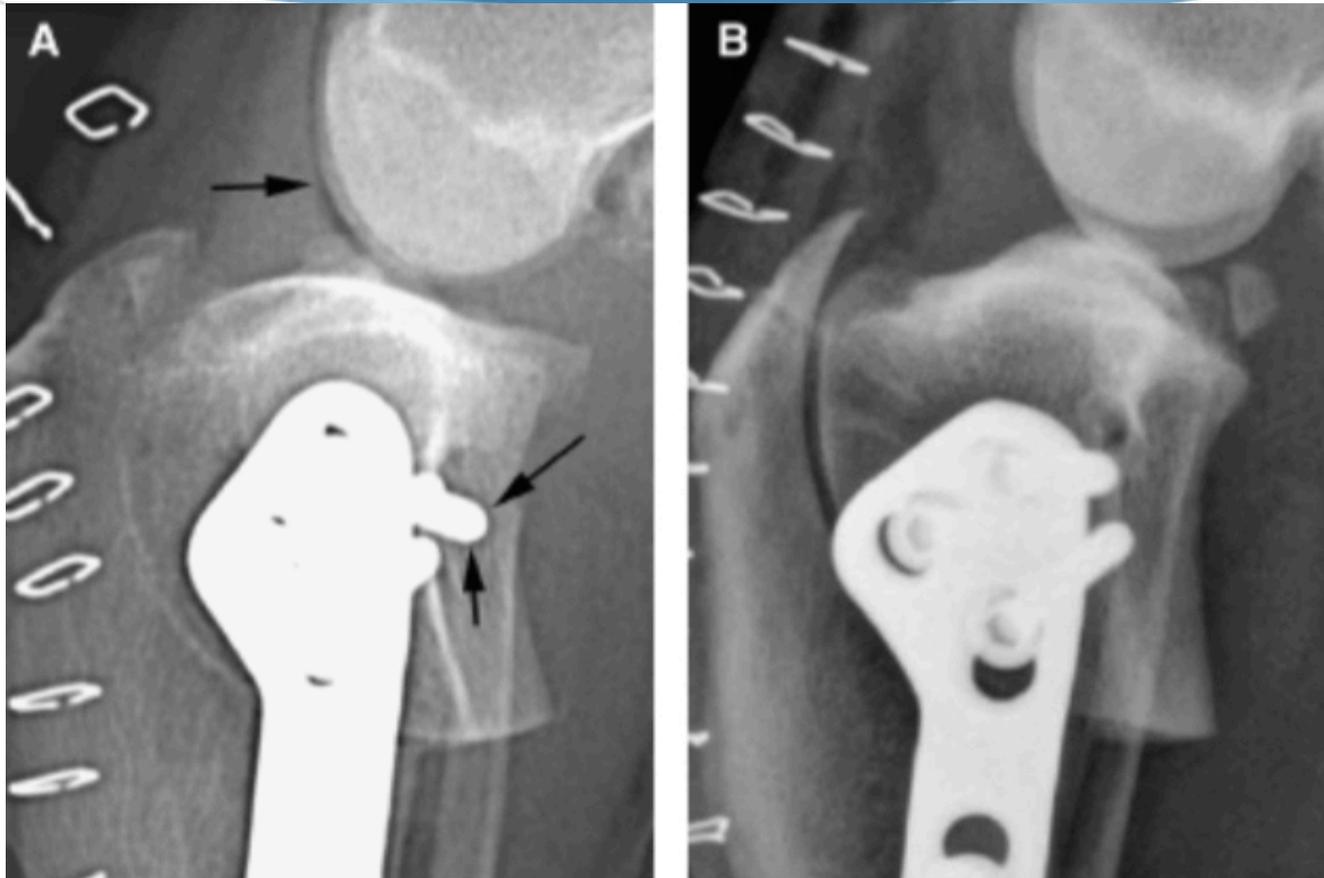
# Artefatti in radiologia digitale

## *Uberschwinger artifact*

- ◆ si produce fra due superfici con densità molto diverse (impianti ortopedici!!!) e può simulare una perdita di tessuto osseo
- ◆ si ha quando alle immagini radiografiche vengono applicati filtri che aumentano la definizione (tipicamente i filtri da ossa)
- ◆ Esistono dei filtri che eliminano il problema

# Artefatti in radiologia digitale

## *Uberschwinger artifact*



# Ultime considerazioni

- ◆ La qualità dello schermo sul quale si guardano le radiografie è importante quanto la qualità del sistema radiografico
- ◆ Risoluzione del monitor deve essere almeno pari a quella del radiologico (altrimenti perdiamo informazioni perché il monitor le taglia)
- ◆ Monitor radiografici dedicati molto costosi
- ◆ Scegliere comunque monitor di elevata qualità!!

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

