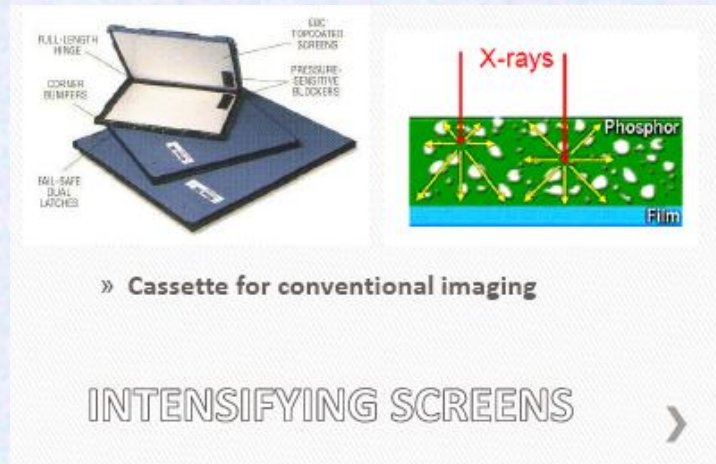


به نام خدا

جذب افتراقی اشعه ایکس در بدن و عوامل موثر در آن

منابع :

- ❑ کتاب راه فیزیک پزشکی : فصل 4 تالیف اساتید گروه فیز
- ❑ پاورپوینت و مطالب استاد مربوطه
- ❑ کتاب کمک آموزشی : کتاب فیزیک پزشکی عقابیان اب فیز



موضوع:

- ✓ اثر پرتوهای ایکس روی فیلم:
- ✓ جذب افتراقی
- ✓ کنتراست تشعشع
- ✓ عوامل موثر در کنتراست تشعشع صفحه

اهداف:

- اهمیت موضوع و کاربرد محتوای درس:
- اولویت تدریس:
- نحوه ارزیابی: کوییز- امتحان- حضور و غیاب

بخش چهارم: جذب افتراقی اشعه ایکس در بدن و عوامل موثر در آن

سه نوع پرتو مهم در تشکیل تصویر رادیولوژی صفحه 175

جذب افتراقی: تصویر پرتو ایکس از تفاوت ضرایب تضعیف بافتهایی مختلف بوجود میاید.

تاثیر فرایند های زیر در تشکیل تصویر:

1- اثر فتوالکتریک : توقف و جذب پرتوهایی به طریق فتوالکتریک

پرتو به فیلم نمیرسند (مثل استخوان؛ بافت رادیوپاک؛ ایجاد تصویر سفید)

2- پرتوهای عبوری : پرتوهایی که بدون برخورد در بافت به فیلم منتقل

(مثل شش؛ بافت رادیولوسنت؛ ایجاد تصویر مشکی)

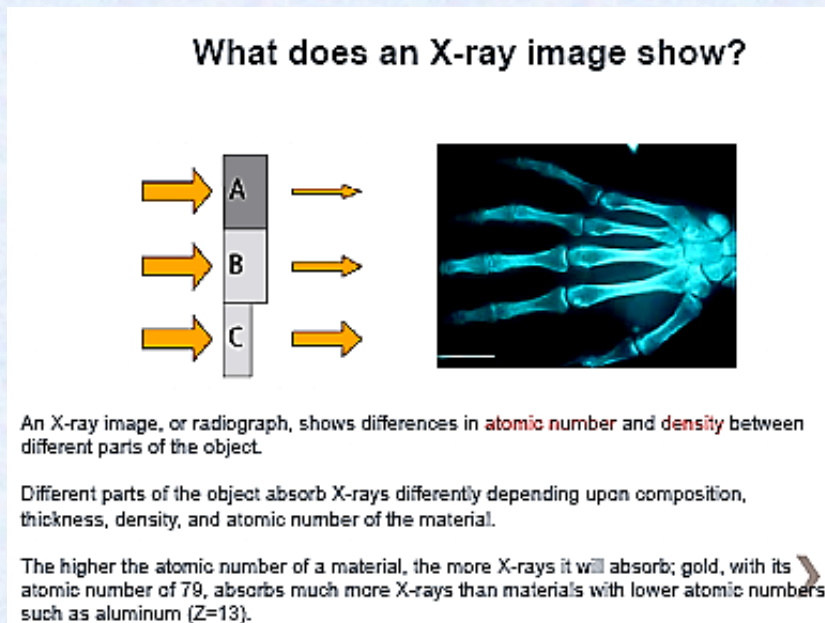
3- پراکندگی کمپتون: پرتوهایی که به طریق برخورد کمپتون پراکنده

می شوند. اثر مخرب روی فیلم (مه الودگی) دارند.

در صد پرتوهایی که به فیلم می رسند: کمتر از 5% پرتوهای برخورد

کرده به بیمار .

(تقریباً حاصل 1% پرتوهای ایکس ساطع شده از دستگاه)



What does an X-ray image show?

An X-ray image, or Radiograph, shows differences in atomic and density between different parts of the object.

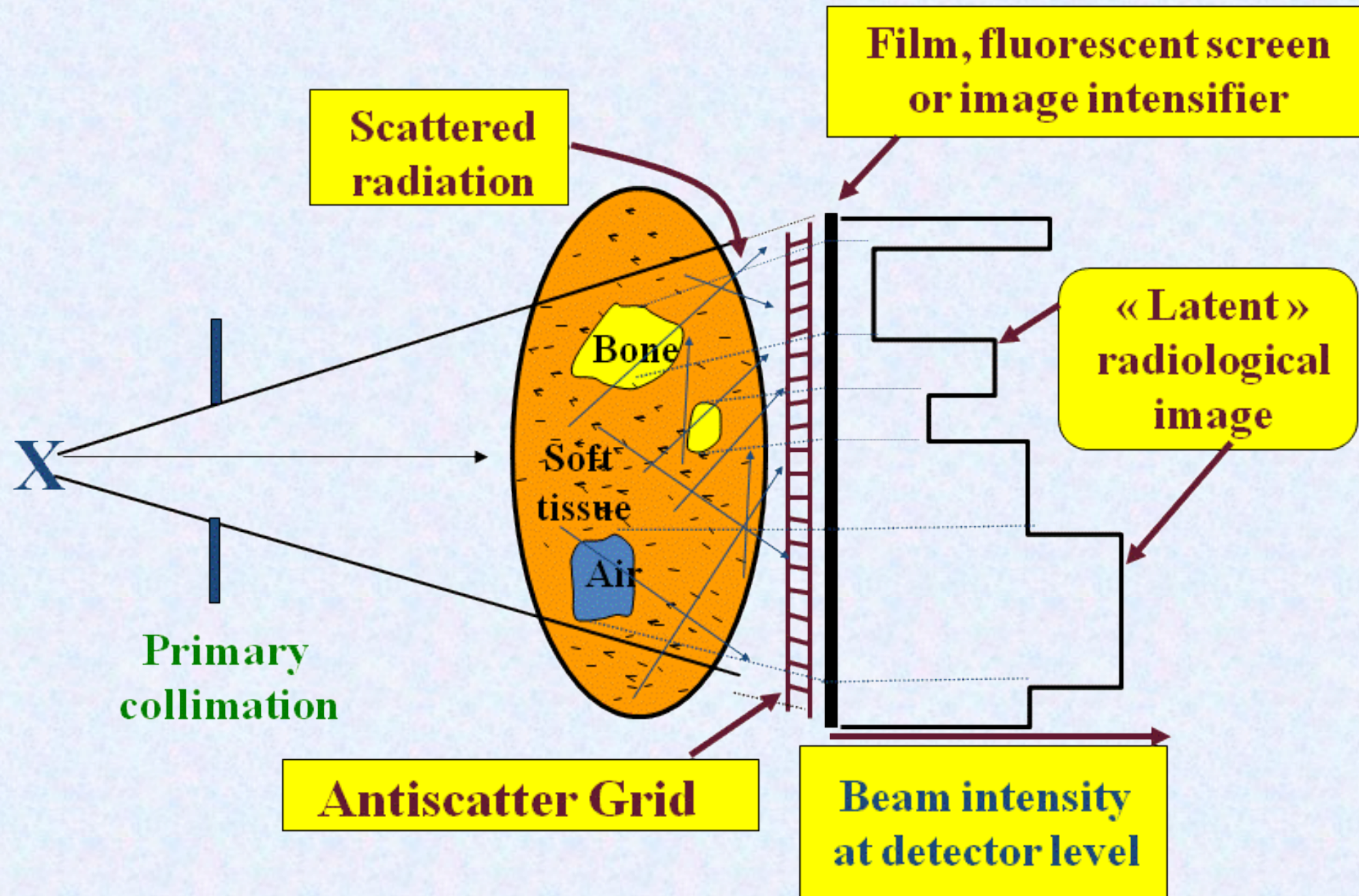
Different parts of the object absorb X-rays differently depending upon compositions, thickness, density and atomic number of the material.



In **higher the atomic number** of a material, the more X-rays it will absorb.

Example: Gold with its atomic number of 79 absorbs much more x-rays than aluminum (Z=13)

تصویر پنهان Latent Image



وابستگی جذب افتراقی به انرژی صفحه : 176

تهیه یک کلیشه خوب:

1- انتخاب **kVp مناسب**: انرژی مناسب اشعه؛ جذب افتراقی را به حداکثر می رساند.

توجه **kVp پایین تر** : افزایش جذب افتراقی در نتیجه پراکندگی کمتر است
اما باعث افزایش دوز بیمار

2- **عدد اتمی (Z)** : کاربرد مواد کنتراست را با عدد اتمی بالا،

تعداد زیاد تری از پرتوهای ایکس به طریق فتوالکتریک جذب می شوند

تناسب (Z^3): وابستگی جذب از طریق فتوالکتریک Z^3

به توان سوم عدد اتمی ماده جاذب و ایجاد کنتراست خوب.

مثال نسبت جذب در استخوان با عدد اتمی (13.8) با عدد اتمی موثر بافت (7.4)

$$(13.8/7.4)^3 = 6.49$$

وابستگی جذب افتراقی به دانسیته (چگالی) صفحه 177

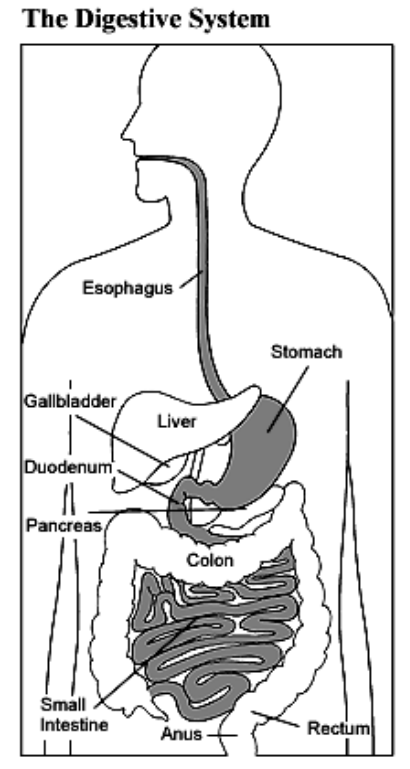
جذب نه تنها به Z بستگی دارد بلکه به دانسیته نیز وابسته است
(مثال دانسیته بیشتر در استخوان باعث تشدید جذب افتراقی می شود)

نتیجه : اگر دانسیته دو برابر شود (تعداد الکترونهاى مورد برخورد دو برابر)
احتمال برخورد و جذب اشعه دو برابر

دانسیته و شدت : رابطه مستقیمی بین mA ، دانسیته و شدت وجود دارد .

• با دو برابر شدن mA ، دانسیته و شدت نیز دو برابر میشوند

نام ماده	دانسیته g/cm ³	
بافت انسانی	عضله چربی استخوان شش	1 0.91 1.85 0.32
مواد حاجب	سیمان تنگستن سرب	3.5 4.93 0.0001293
سایر مواد	سیمان تنگستن سرب	2.35 19.3 11.35



استفاده از مواد حاجب: به عنوان کمک در تهیه تصویر از اندام های داخلی بدن
دلیل: بالا بودن عدد اتمی و زیاد بودن دانسیته مواد حاجب در مقایسه با بافت نرم
مثال: **باریم و مواد حاجب ید دار** در مقایسه با بافت نرم

عدد اتمی مواد حاجب:

عدد اتمی باریم: 56 و

عدد اتمی ید: 53 در

مقایسه با بافت نرم: عدد اتمی بافت نرم 7.4

افزایش احتمال برخورد فتوالکتریک: برای این دو در مقایسه با بافت نرم تقریباً 400 مرتبه میشود.



YPHO Patient Education Videos
Barium Swallow Video | Upper ...

طرق استفاده از مواد کنتراست را: این مواد پس از بلعیده شدن یا تزریق ،

در بافت تجمع می کنند،

باعث جذب پرتو می شوند، ایجاد تصویر به صورت روشن است (فیلم رادیوگرافی)

مثال:

✓ پر شدن ورید کاروتید داخلی با ماده حاجب ید دارد

✓ پر کردن کولن با باریم

Characteristic Radiation

Two kinds of Radiography methods

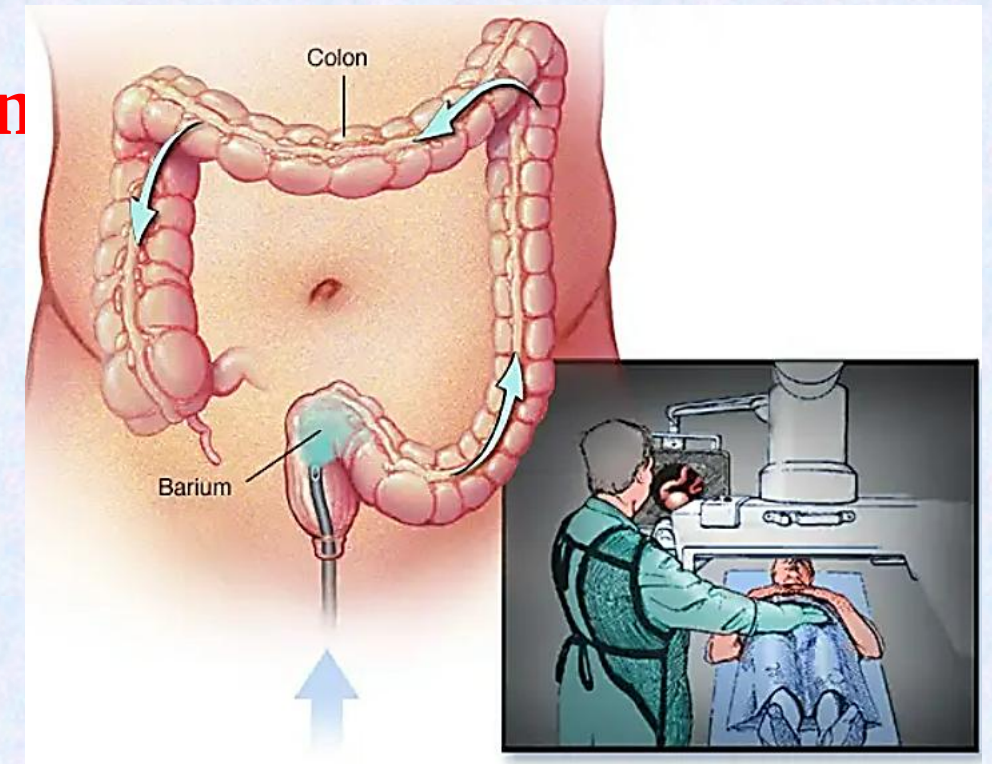
1 – Normal

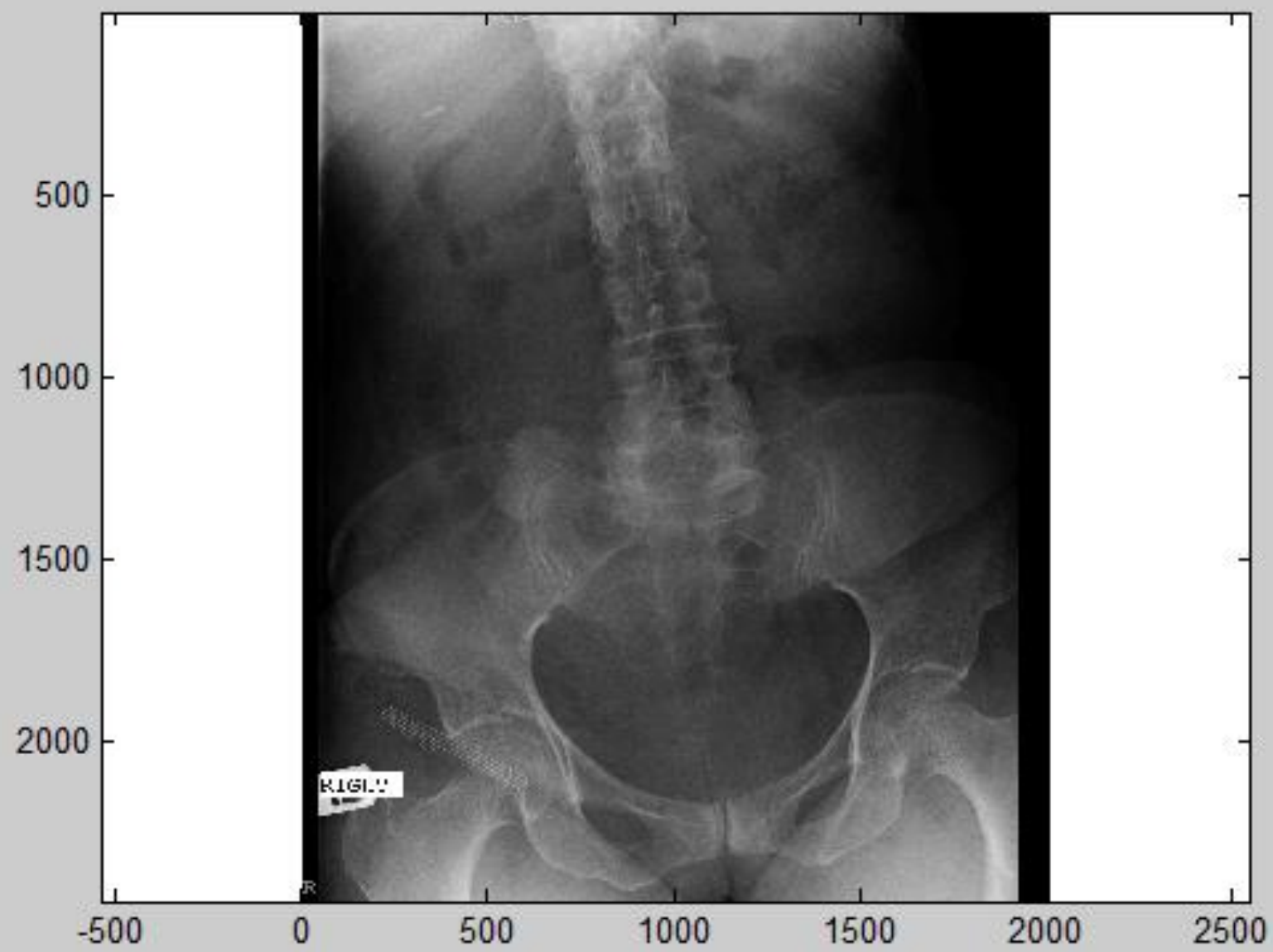
2- using Opaque material

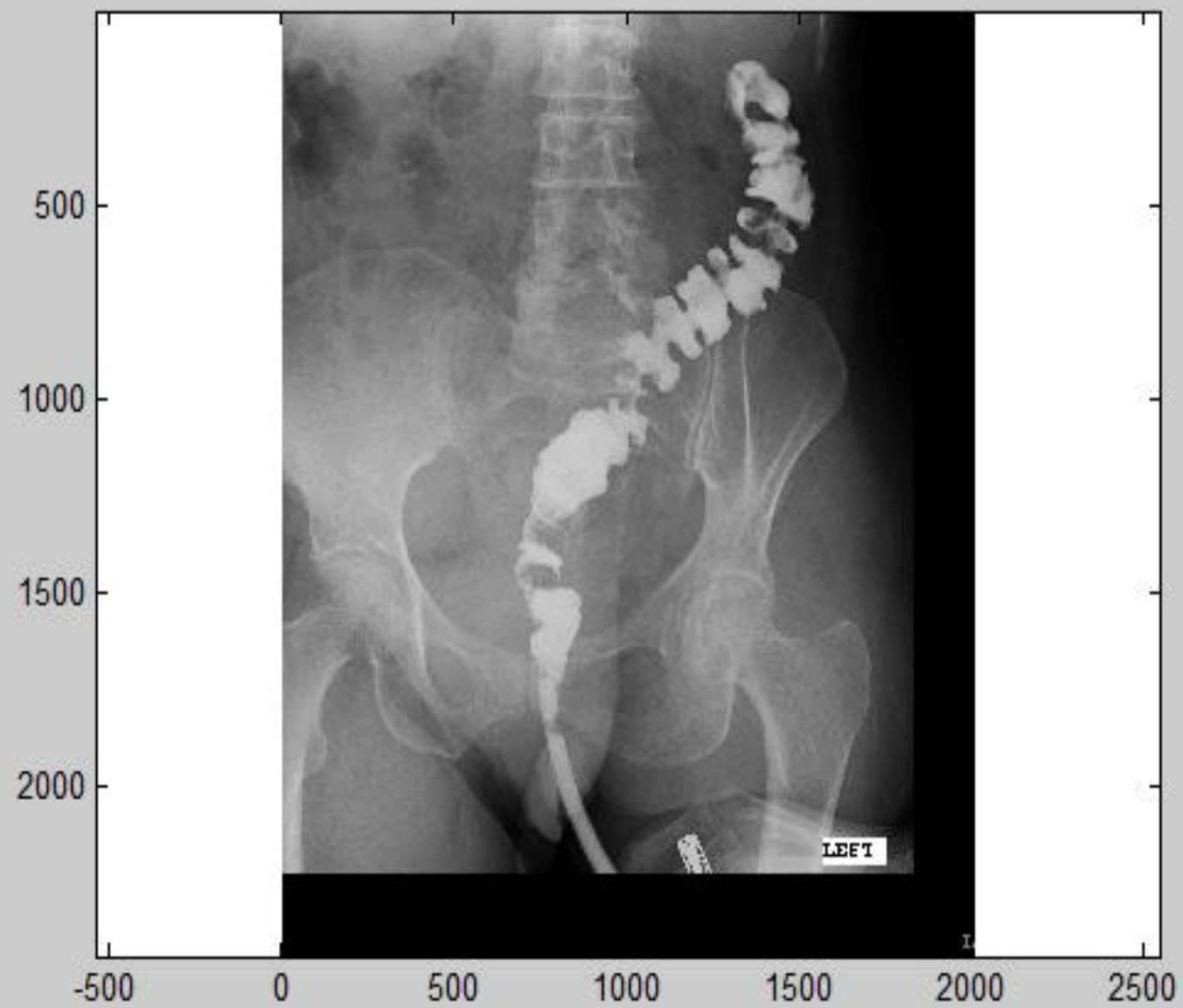
X Ray penetration in human tissues

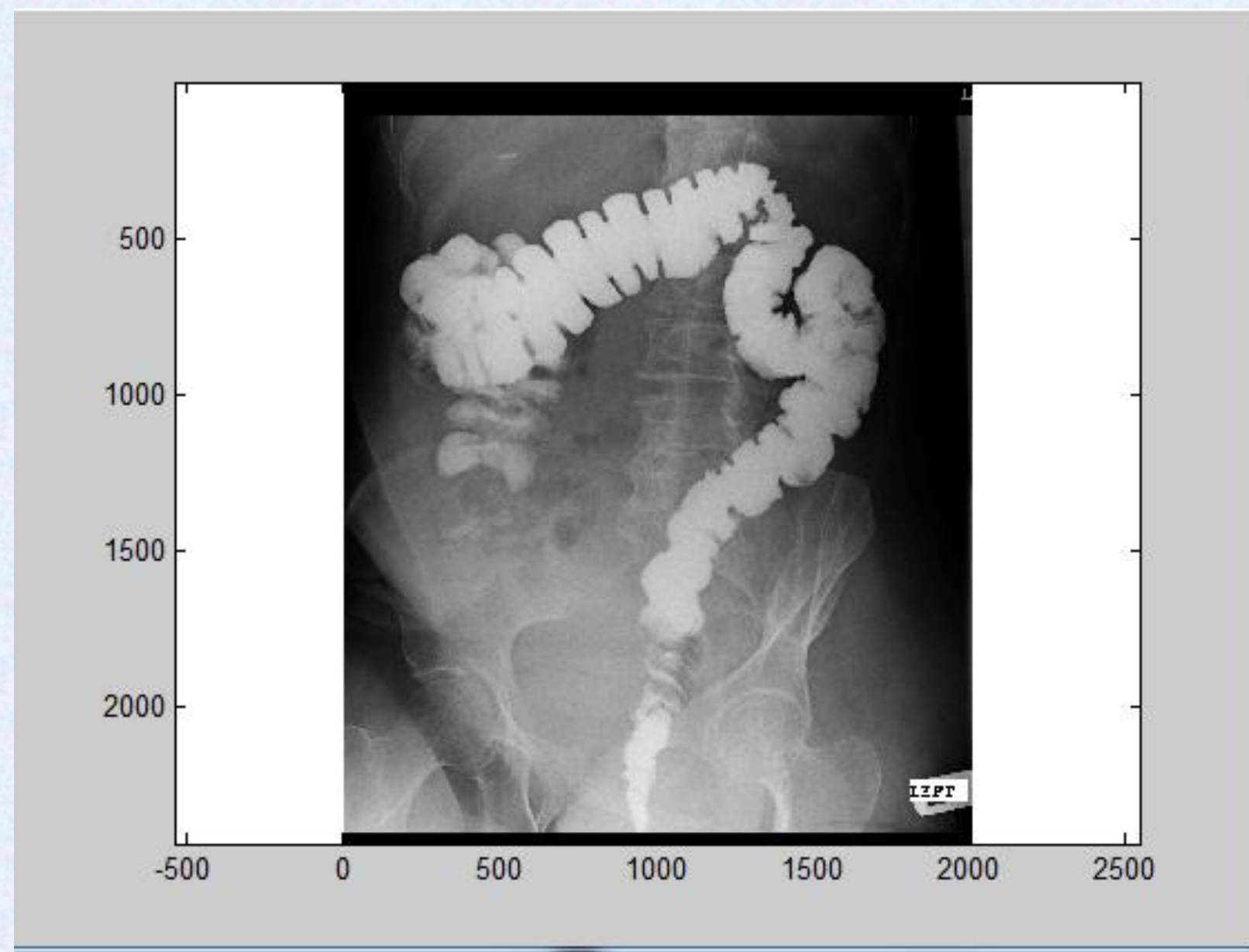
- **Note:** body cavities can be made visible by means of contrast media: **iodine, barium**

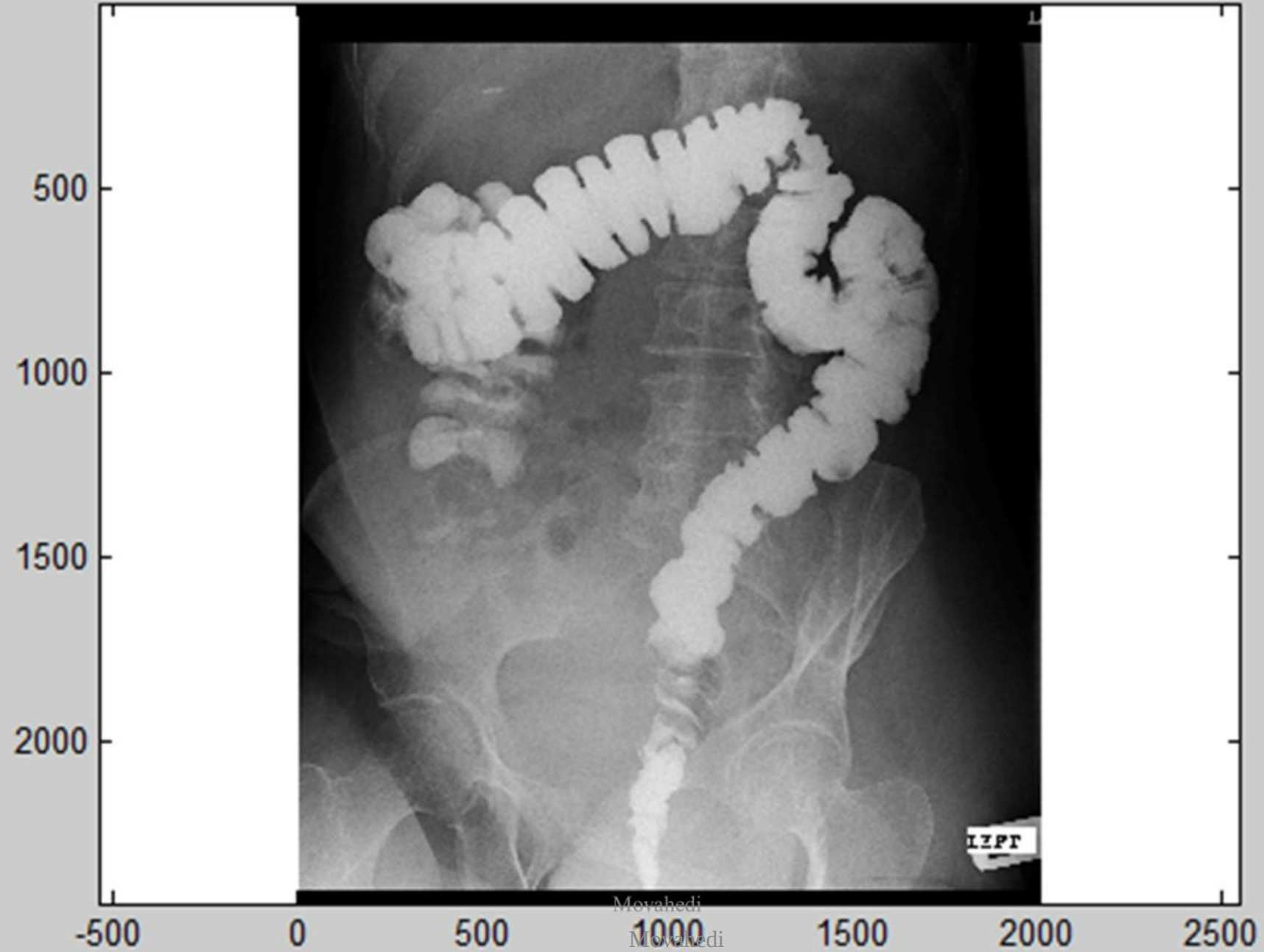
only **iodine & barium** in diagnostic radiology have characteristic radiation which can reach image receptor











Movahedi
Movahedi

12

کنتراست تشعشع Cr

کنتراست : تفاوت بین دو پرتو دهی و یا نور را نشان میدهد

و امکان تمایز و تشخیص دو بافت مجاور و حد فاصل آنها را ممکن می سازد.

نسبت شدت خروجی تشعشع I_1 به ورودی I_0 $C_r = \ln(I_1/I_0)$

محاسبه کنتراست تشعشع در صورت وجود تومور:

مشخصات بافت : به ضخامت X و ضریب جذب μ

مشخصات توموری روی بافت : به ضخامت ΔX و ضریب جذب μ (جنس تومور و بافت یکسان)

کنتراست حاصل از بافت $I_1 = I_0 e^{(-\mu x)}$

کنتراست حاصل از تومور $I_2 = I_0 e^{[-\mu (X+\Delta X)]}$

$$I_1 = I_0 e^{(-\mu x)}$$

$$I_2 = I_0 e^{[-\mu (X+\Delta X)]} = I_0 e^{[-\mu X - \mu \Delta X]}$$

$$Cr = \ln(I_2/I_1) = \ln \left(\frac{I_0 e^{[-\mu X - \mu \Delta X]}}{I_0 e^{(-\mu x)}} \right) = -\mu \Delta x$$

نتایج حاصل: کنتراست منفی است : یعنی اضافه شدن بافت تومور،

باعث کاهش تشعشع خروجی می شود. (روی فیلم بصورت نقطه سفید ظاهر میشود)

✓ بستگی کنتراست، به μ : ضریب جذب خطی مواد دارد.

✓ کنتراست در این شرایط فقط بستگی به ضخامت تومور دارد، نه ضخامت بیمار

محاسبه کنتراست تشعشع بعد از اضافه نمودن مواد کنتراست زا :



Case 2: ulcerative colitis



دو ضریب جذب متفاوت داریم : یکی بافت μ_1 و دیگری ماده کنتراست زا μ_2 : $\mu_1 \neq \mu_2$
(مثال بعد از اضافه نمودن مواد کنتراست زا و یا در حالتی که جنس تومور متفاوت باشد)

مشخصات بافت : ضخامت X و ضریب جذب μ_1 برابر است با $I_1 = I_0 e^{(-\mu_1 X_1)}$

مشخصات تومور یا مواد کنتراست زا با ضریب جذب μ_2 برابر است با $I_2 = I_0 e^{(-\mu_2 X_2)}$

جنس کاملاً متفاوت بافت و تومور : $\mu_1 \neq \mu_2$

(مثال بعد از اضافه نمودن مواد کنتراست زا و یا در حالتی که جنس تومور متفاوت باشد)

$$I_1 = I_0 e^{(-\mu_1 X_1)}$$

$$I_2 = I_0 e^{(-\mu_2 X_2)}$$

$$Cr = \ln(I_2/I_1) = \ln(I_0 e^{(-\mu_2 X_2)} / I_0 e^{(-\mu_1 X_1)})$$

$$\underline{Cr = -|\mu_2 - \mu_1| \cdot \Delta x}$$

✓ کنتراست حاصل

✓ کاربرد فرمول : جهت محاسبه کنتراست بعد از اضافه نمودن مواد کنتراست زا

عوامل موثر در کنتراست تشعشع صفحه 180

1- ضخامت X: هرچه اختلاف ضخامت دو بافت ایجاد کننده کنتراست بیشتر باشد، کنتراست بین آن دو بیشتر است.

2- ضریب جذب μ : ضریب جذب خطی استخوان بیشتر از بافت نرم است. این عامل باعث ایجاد کنتراست بین استخوان و بافت نرم می شود و کنتراست جزئیات داخل استخوان بزرگتر و بهتر از کنتراست جزئیات داخل بافت نرم است.

3- پراکندگی: پراکندگی به صورت تشعشع یکنواخت بر سرتاسر فیلم اثر می گذارد و کنتراست را کاهش می دهد.

4- انرژی فوتون: ضریب جذب خطی با افزایش انرژی، کاهش می یابد. لذا کنتراست هر دو استخوان و بافت نرم، با افزایش انرژی کاهش می یابد (کاهش اثر فتوالکتریک)

عوامل دیگر: عوامل دیگری نیز در عدم وضوح تصویر رادیوگرافی و در نتیجه کنتراست آن موثر هستند، مانند فاکتورهای هندسی، حرکت بیمار، حرکت تیوب، نوع فیلم و صفحه تشدید کننده

مقدار تشعشع رادیوگرافی و واحدهای آن

شدت تشعشع I: (mA تعداد فوتونهای اشعه ایکس)، بستگی به جریان بین کاتد و آند لامپ اشعه دارد. عامل کمی جهت بیان مقدار اشعه بکار برده شده است و

زمان تصویربرداری Sec: از آنجایی که جریان به زمان نیز بستگی دارد، با افزودن زمان تصویربرداری، شدت تشعشع نیز افزایش می یابد.

اختلاف پتاسیل (kVp) لامپ: بالا بردن اختلاف پتاسیل باعث افزایش جریان لامپ در زمان و لذا باعث افزایش شدت اشعه (I) می شود.

عوامل تعیین کننده شدت: (مثل mA، Sec و kVp) توسط پارامترهای تکنیکی تصویربرداری تعیین می شود.

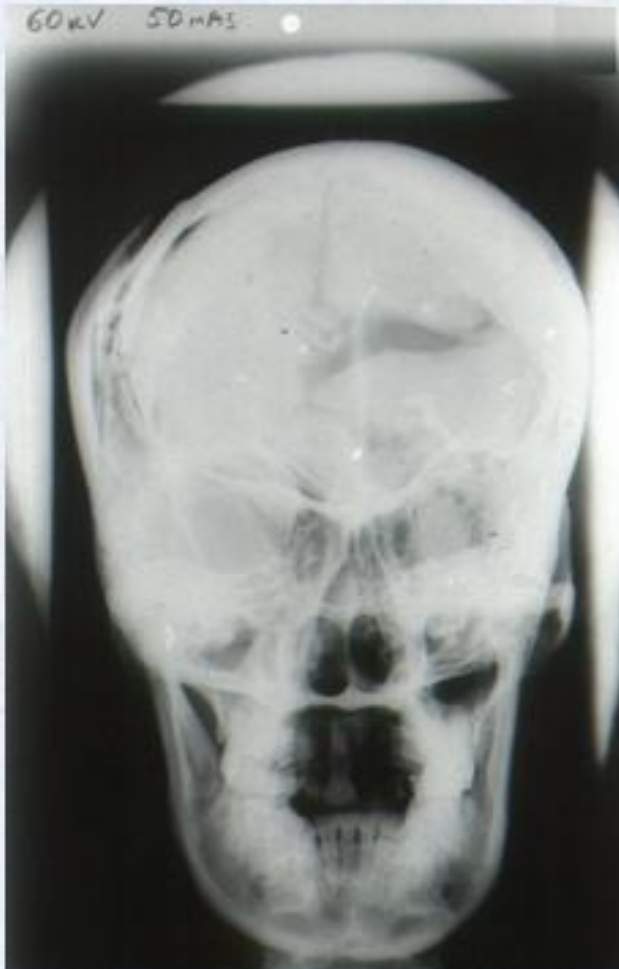
اکسپوز: جهت اندازه گیری مقدار تشعشع میزان اکسپوژر اشعه مد نظر قرار می گیرد.

واحد: مقدار بار حاصل از تشعشع یونیزاسیون در واحد هوا بر حسب کولن بر کیلوگرم (C/kg) بیان می شود.

واحدهای دیگر رونتگن: مقدار اشعه که میتواند 2.58×10^{-4} کولن بار در یک کیلو گرم هوا ایجاد کند.

X Ray penetration in human tissues

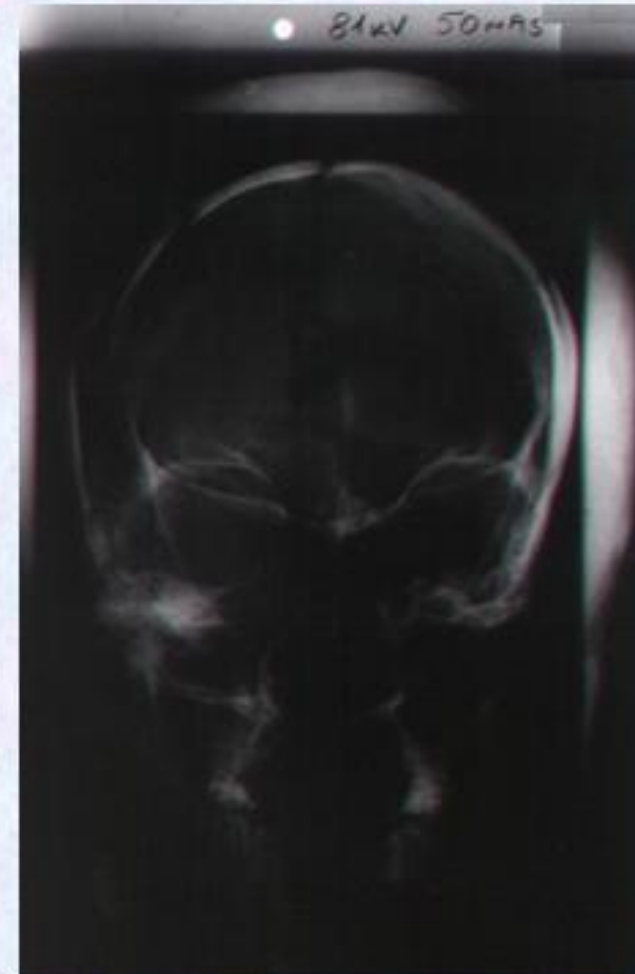
60 kV - 50 mAs



70 kV - 50 mAs



80 kV - 50 mAs

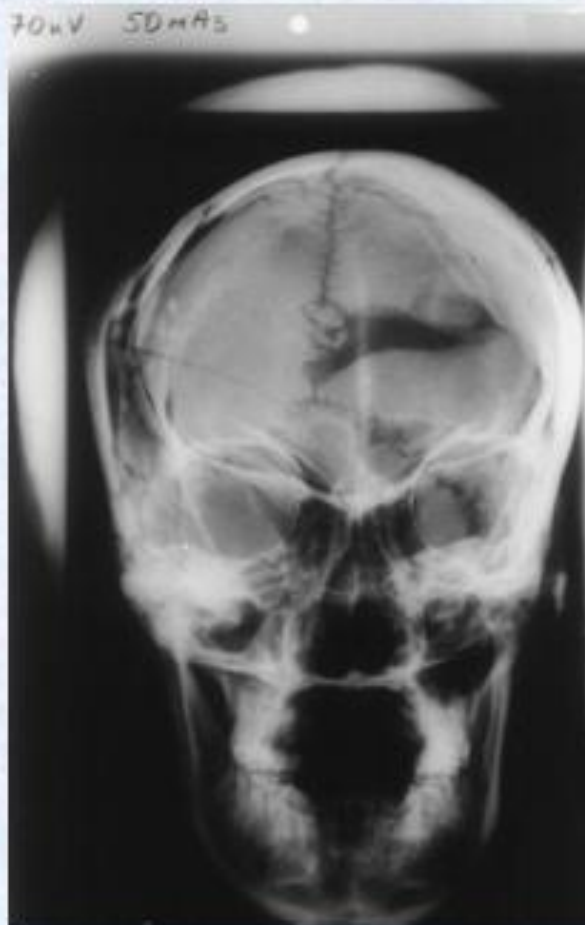


X Ray penetration in human tissues

70 kV - 25 mAs



70 kV - 50 mAs



70 kV - 80 mAs

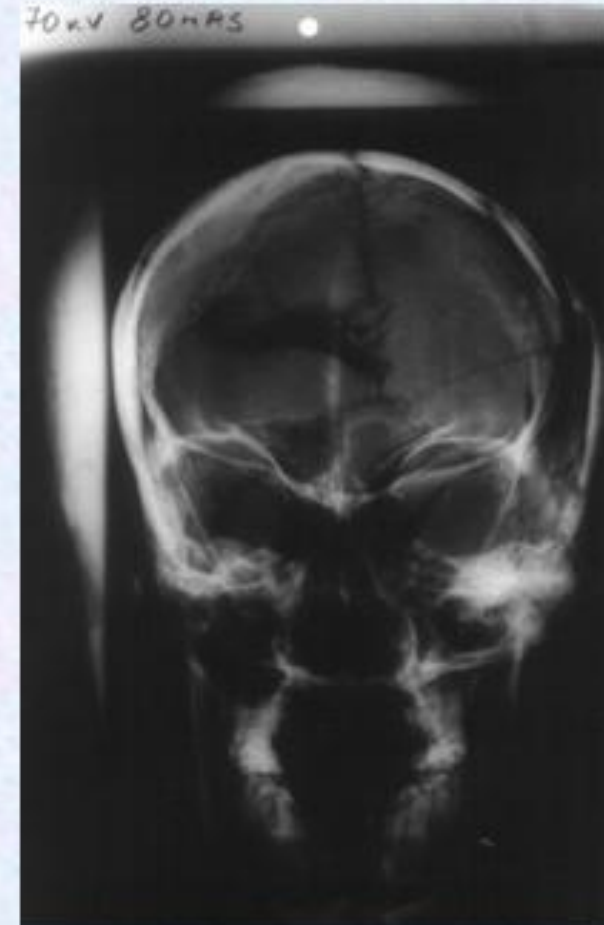




FIGURE 10-9 This vicious guard dog is posed to demonstrate differences in contrast. **A**, Low contrast. **B**, Moderate contrast. **C**, High contrast. (Courtesy Butterscotch.)

- جمع بندی

- دانشجویان عزیز مطالب تکمیلی همراه با چند نمونه مسئله
- در زیر آورده شده است لطفا مطالعه فرمایید.



کدام عامل بر کنتراست جسم تأثیر بیشتری دارد؟

الف) زمان اکسپوژر ب) نوع فیلم

ج) ولتاژ دوسر لامپ. د) مقدار اکسپوژر

2- چند درصد از پرتوهای گاما از یک صفحه آلومینیم با ضخامت 2mm و ضریب جذب خطی 3Cm-1 عبور می کند؟

3- اگر یک قطعه سربی به ضخامت 99% 8 cm از یک دسته پرتو گاما را کاهش دهد لایه نیمه جذب (HVL) و ضریب جذب خطی آن را حساب کنید.

2- چند درصد از پرتوهای گاما از یک صفحه آلومینیم با ضخامت 2mm و ضریب جذب خطی 3Cm-1 عبور می کند؟ **جواب:**

$$I/I_0 = I_0 e^{-\mu X} / I_0 \rightarrow I/I_0 e^{-\mu X} = e^{-3 \times 0.2} = 207e^{-0.6} = 54.8\%$$

3- اگر یک قطعه سربی به ضخامت 99% 8Cm از یک دسته پرتو گاما را کاهش دهد لایه نیمه جذب (HVL) و ضریب جذب خطی آن را حساب کنید.
جواب قسمت الف:

$$I/I_0 = e^{-\mu X} \rightarrow 0.01 = e^{-8\mu} \rightarrow \ln 0.01 = -8\mu \rightarrow -4.6 = -8\mu \rightarrow \mu = 0.58 \text{ Cm}^{-1}$$

جواب قسمت ب:

$$\text{HVL} = 0.693/\mu = 0.693/0.58 = 1.2 \text{ Cm}$$