

مقدمه ای بر مهندسی پزشکی

جلسه پنجم

بخش اول - مقدمه ای بر سیستمهای تصویربرداری پزشکی

مفاهیم اولیه

- تعریف تصویر: تصویر عبارتست از سیکنالی دوبعدی: $I(x, y)$
- تصویربرداری پزشکی: استفاده از ابزار و تکنیک هایی به ویژه به منظور مشاهده ی درون بدن موجود زنده (انسان)
- ویژگی: غیرتهاجمی (بدون دخل و تصرف و یا آسیب رساندن)
- توجه شود برخی روشهای تصویرگری پزشکی با اعمال اشعه یونیزه کننده X و یا ورود کتر برای تزریق ماده حاجب به بدن همراهند.
- کاربردها:
- تشخیص بیماری،
- کمک به طراحی فرآیند درمان و
- بررسی روند پیشرفت درمان یا بیماری.

جهتهای سه گانه تصویربرداری پزشکی



(a)



(b)



(c)

a) Axial (transversal)

b) Coronal

c) Saggital

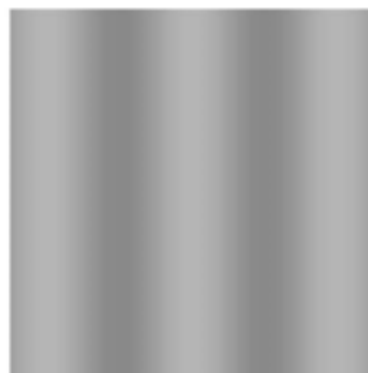
معیارهای فیزیکی در کیفیت تصاویر

۱. کنتراست (تضاد)

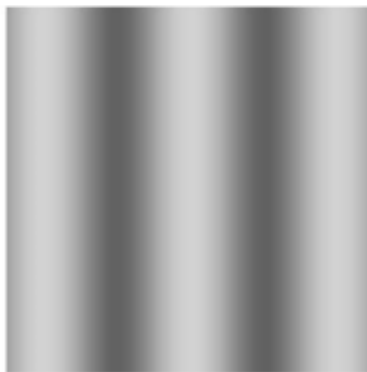
تفاوت بین ویژگی تصویری (مثلا شدت روشنایی) یک ناحیه با نواحی مجاور و یا پیش زمینه:



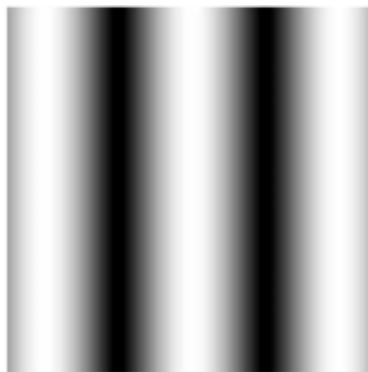
$m_f = 0$



$m_f = 0.2$



$m_f = 0.5$



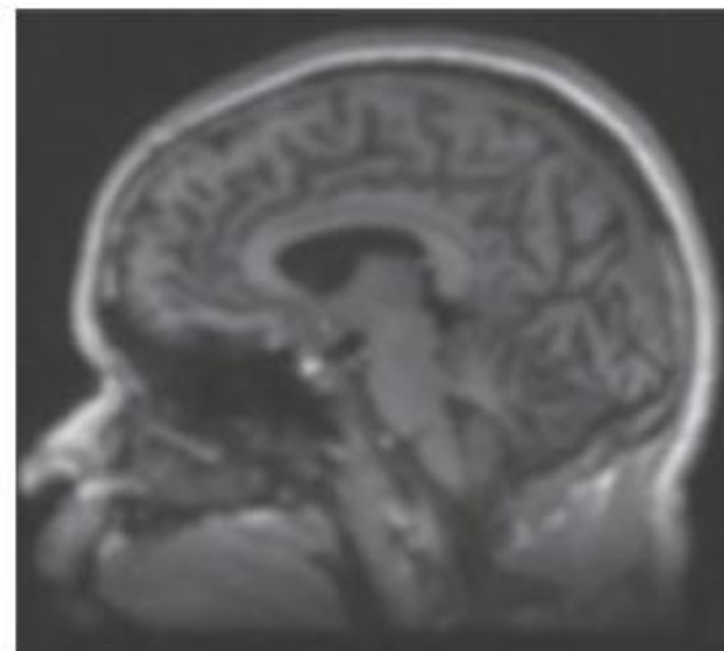
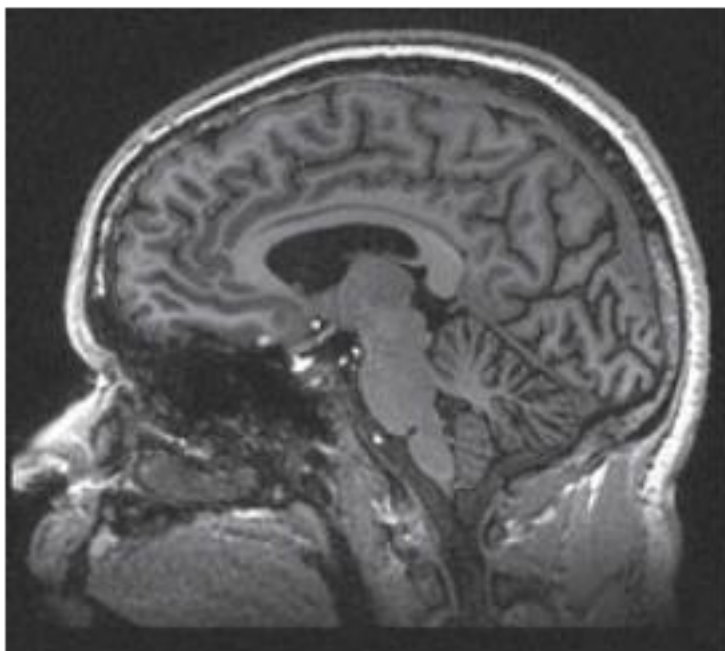
$m_f = 1$

$$M_f = (f_{\max} - f_{\min}) / (f_{\max} + f_{\min})$$

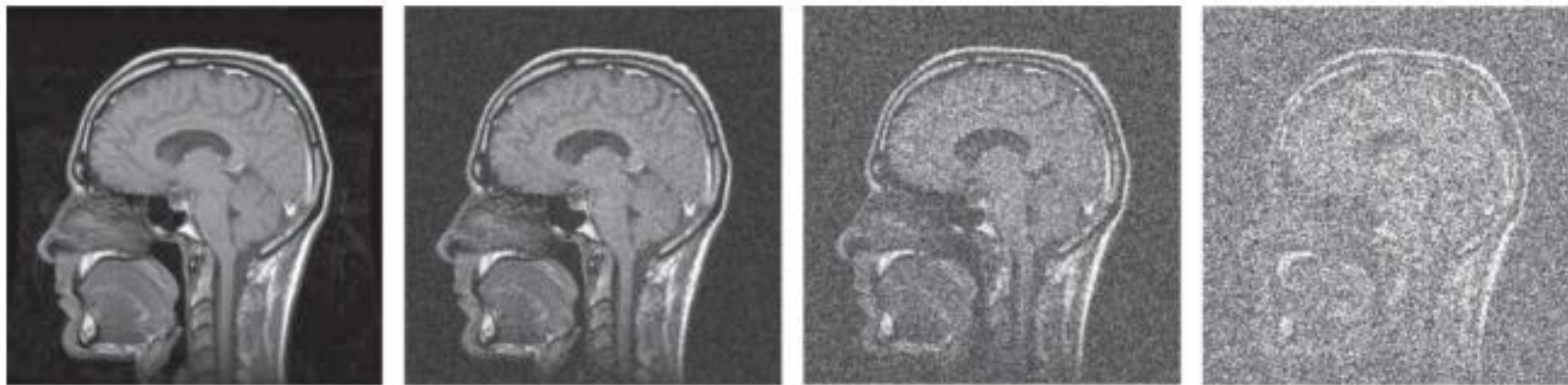
output signal



۲. رزولوشن (ریزبینی) مکانی: توانایی یک سیستم (تصویر) در ارائه ی جزئیات مکانی.



۳. نویز: تغییرات در دامنه ی تصویر که ناشی از سیگنال حقیقی نباشد،
عوامل: عوامل خارجی (دما)، ماهیت فیزیکی و یا بخشهای مختلف سیستم تصویرگری.

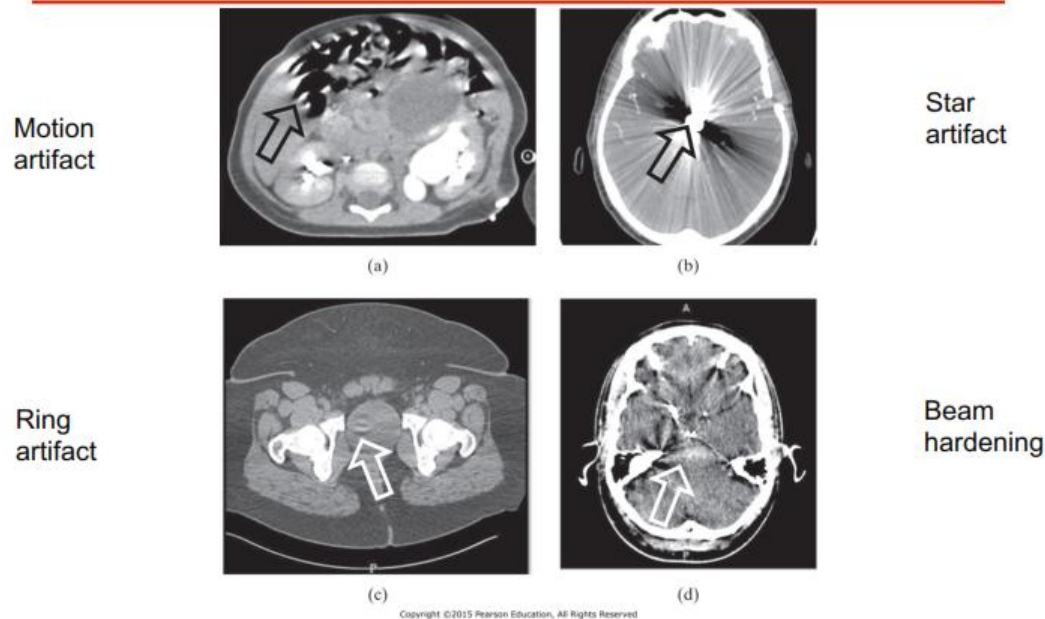


Increasing Noise



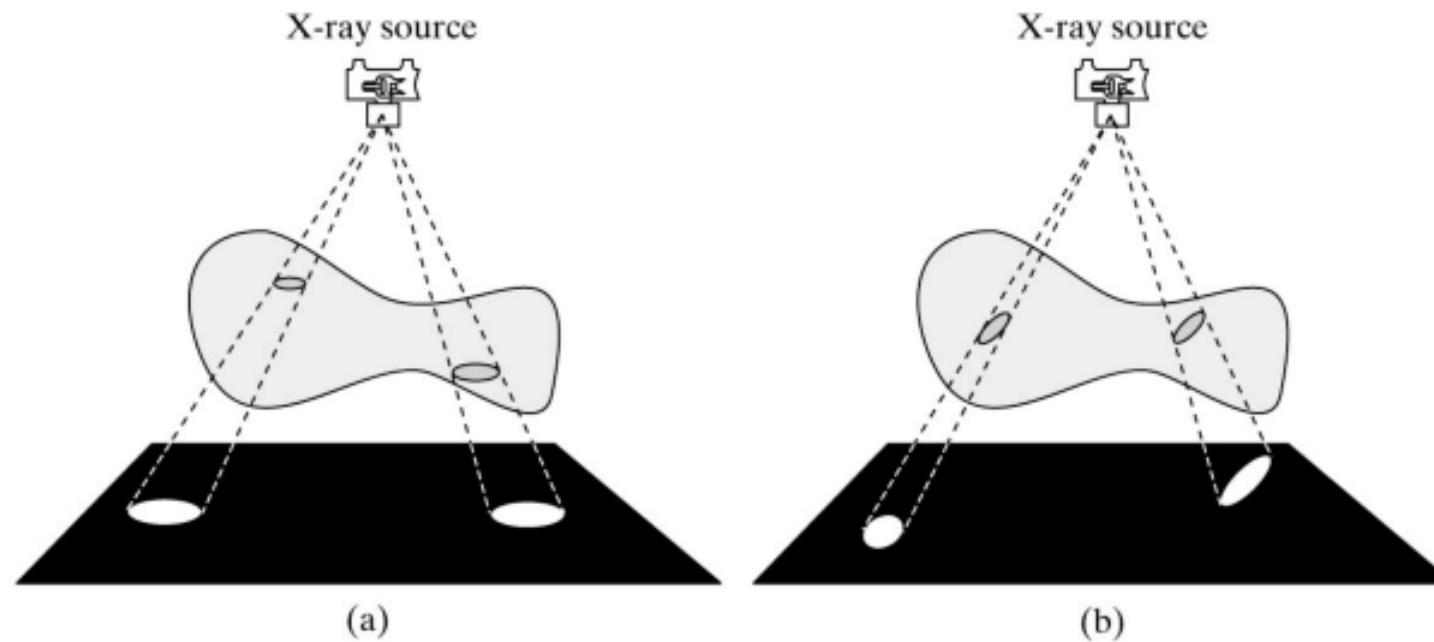
۴. آرتیفکت: وجود برخی ویژگیها در تصویر پزشکی که متناظر واقعی در بدن ندارند و یا شکلهای ساختارهای نادرست که ناشی از نویز نیستند.

• مثالهایی از آرتیفکت در CT Scan



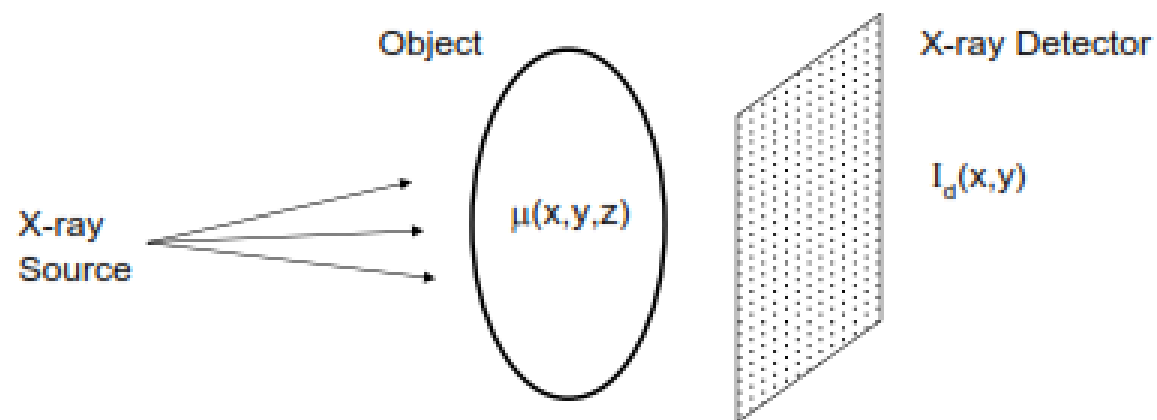
۵. اعوجاجات: تغییر شکل، موقعیت و یا دیگر ویژگیهای هندسی یک جسم در تصویر.

- نمونه ای از اعوجاج هندسی



دستگاه‌های متداول تصویربرداری پزشکی و نمونه‌ی تصویر هریک

۱. رادیوگرافی





(a)



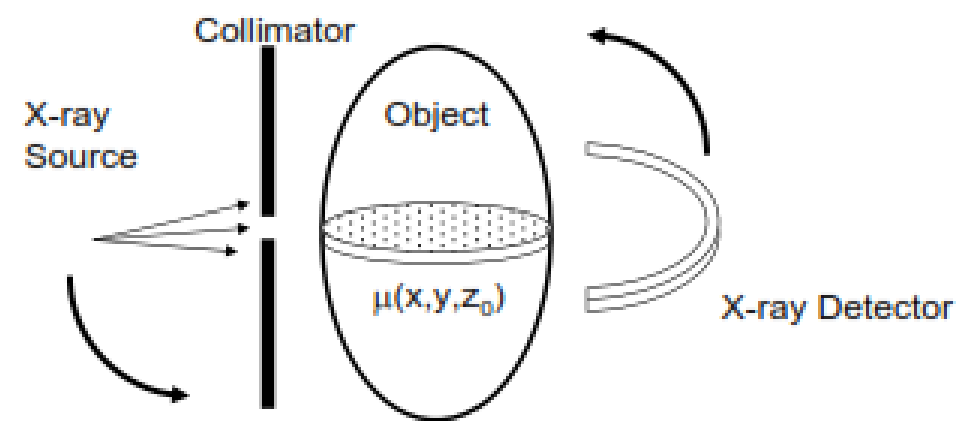
(b)



ویژگی ها

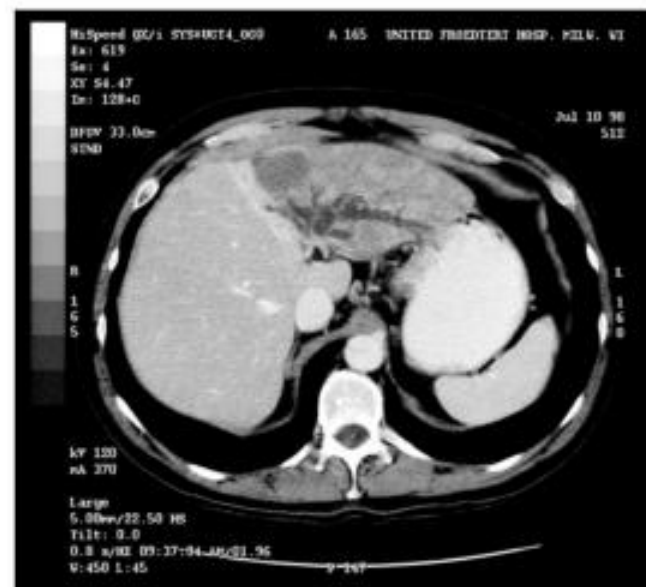
سال معرفی	۱۸۹۵ م.
اشعه ی مورد استفاده	پرتو X (یونیزه کننده) از امواج الکترومغناطیس
چگونگی تشکیل تصویر	پرتو X به بافتها نفوذ کرده و تصویر به دلیل ضرایب تضعیف و چگالی متفاوت بافتها شکل می گیرد.
انرژی / طول موج اشعه	0.1 – 100 KeV / 10 – 0.01 nm
حجم (منطقه ی مورد بررسی)	کل بدن
رزولوشن	بسیار بالا
کاربردها	ماموگرافی، بیماریهای ریوی، ارتوپدی، دندانپزشکی، مطالعات قلبی عروقی و دستگاه گوارش
معایب	استفاده از پرتو یونیزه کننده + عدم وجود عمق در تصویر

CT Scan .۲





(a)

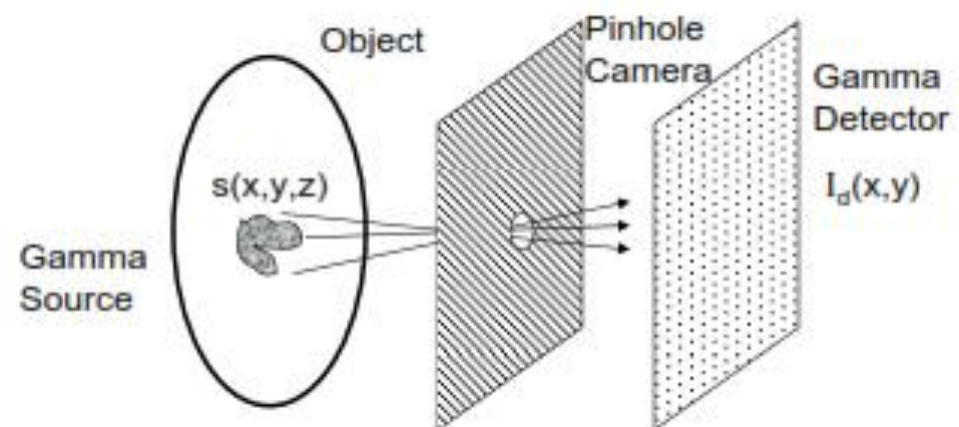


(b)

ویژگی ها

سال معرفی	۱۹۷۲ م.
اشعه ی مورد استفاده	پرتو X (یونیزه کننده) از امواج الکترومغناطیس
چگونگی تشکیل تصویر	پرتو X در جهات مختلف، تنها به لایه ای از بدن بیمار تابانده می شود و سپس براساس سیگنالهای به دست آمده و الگوریتمهای موجود، تصاویر بافتهای لایه های مختلف بازسازی می شود.
انرژی / طول موج اشعه	10 – 100 KeV / 0.1 – 0.01 nm
حجم (منطقه ی مورد بررسی)	کل بدن
رزولوشن	بالا
کاربردها	تصویربرداری از بافتهای نرم، مطالعات قلبی عروقی و دستگاه گوارش
معایب	استفاده از پرتو یونیزه کننده + کنتراست پایین بافتهای نرم

۳. پزشکی هسته ای



۳-۱. تصویربرداری هسته ای عادی

چگونگی تشکیل تصویر:

تزریق رادیو ایزوتوپ خاص به بدن، تجمع این دارو در بافت مورد نظر، گسیل اشعه ی گاما و آشکارسازی این پرتوها برای تشکیل تصویر.

معایب:

عدم نمایش اطلاعات عمق



۲-۳. مقطع نگاری تابش (Emission Computed Tomography)

SPECT: تابیدن یک پرتو گاما از رادیو دارو

PET: تابیدن دو پرتو گاما در پی فعل و انفعالات رادیو دارو

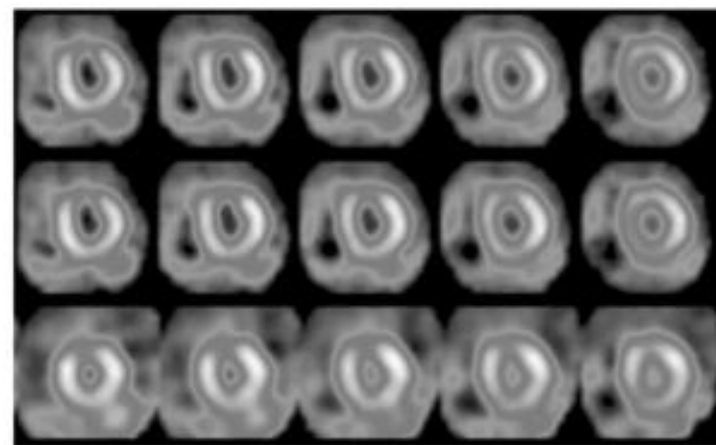
محاسن:

کنتراست مناسب برای بافت

SPECT •

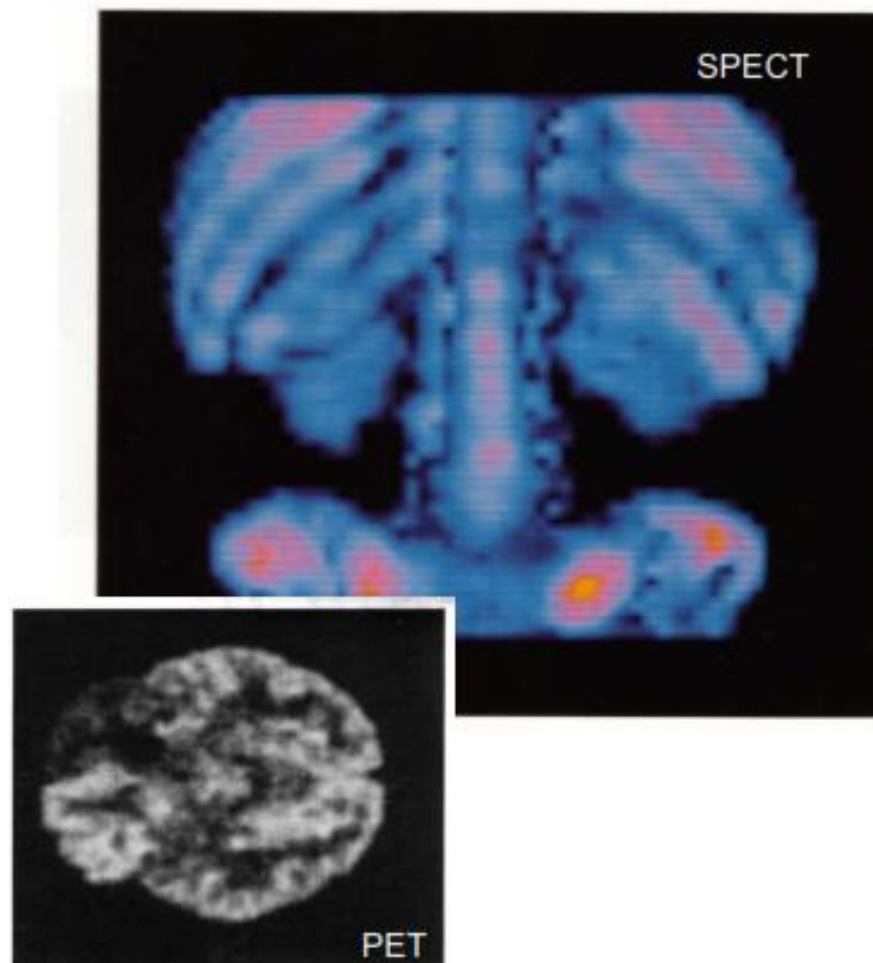


(a)



(b)

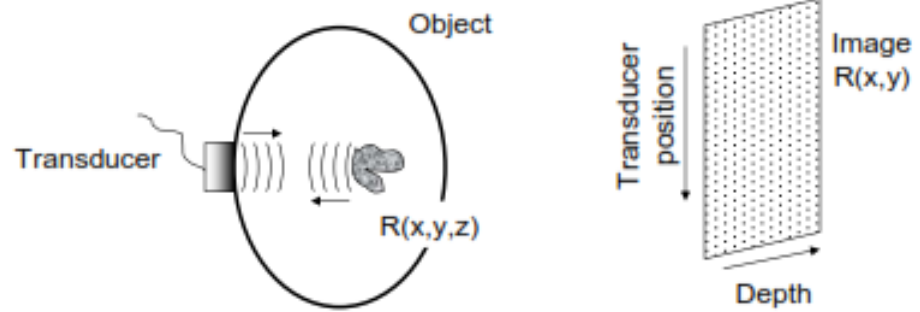
PET & SPECT •



ویژگی ها

سال معرفی	۱۹۵۳ (PET) و ۱۹۶۳ (SPECT) م.
اشعه ی مورد استفاده	پرتو گاما (یونیزه کننده)
چگونگی تشکیل تصویر	چرخاندن حلقوی آشکارساز حول بدن بیمار و تشکیل تصاویر براساس روابط بازسازی مربوطه
انرژی / طول موج اشعه	کمتر از 0.01 nm / بزرگتر از 100 KeV
حجم (منطقه ی مورد بررسی)	کل بدن
رزولوشن	متوسط تا ضعیف
کاربردها	تصویربرداری کارکردی، تشخیص سرطان، بررسی فرایندهای متابولیک، عملکرد عضله ی قلب، ...
معایب	استفاده از پرتو یونیزه کننده + کنتراست پایین بافتهای نرم

۴. اولتراسوند



(a)

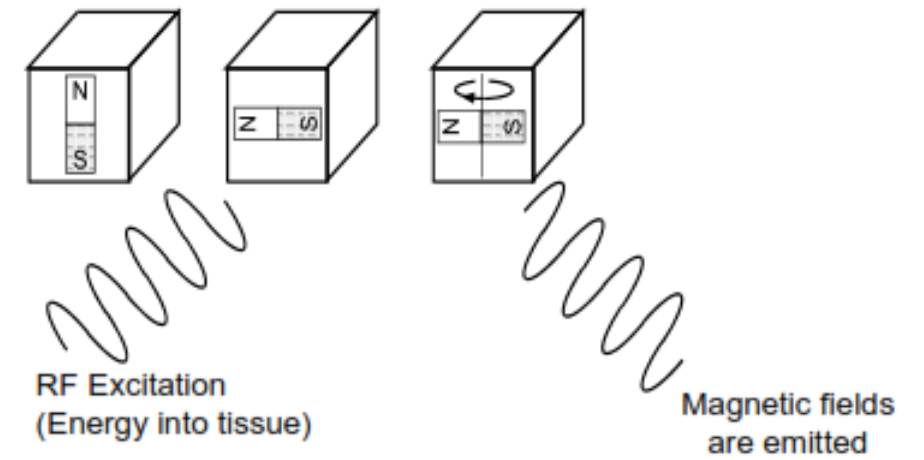
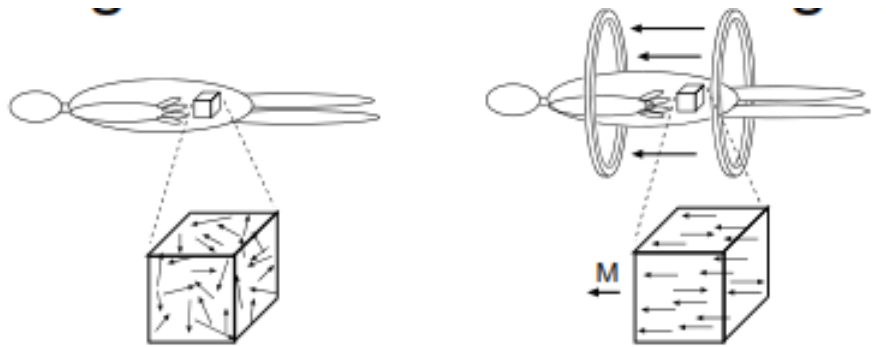


(b)

ویژگی ها

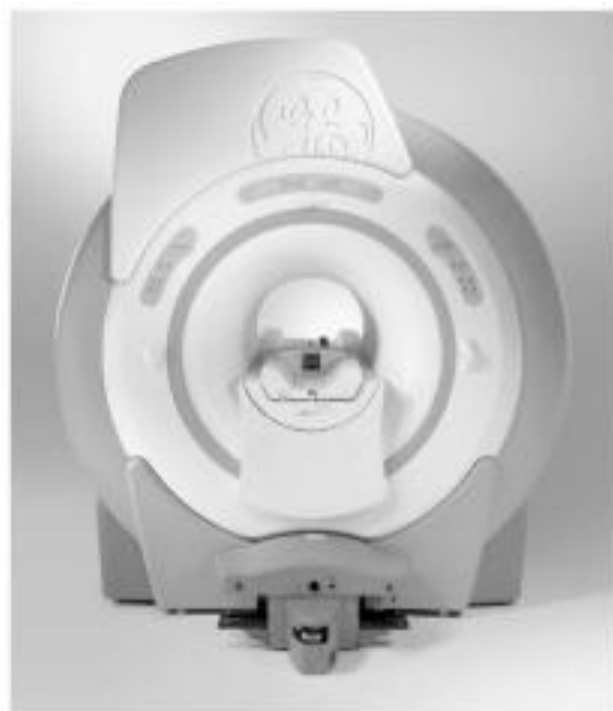
سال معرفی	۱۹۵۲ م.
اشعه ی مورد استفاده	امواج صوتی (غیر یونیزه کننده)
چگونگی تشکیل تصویر	گسیل امواج اولتراسوند به بدن و ثبت سیکنال بازگشتی از لایه های مختلف بافت، رسیدن به تصویر براساس تفاوت در ضریب انعکاس لایه های مختلف بافت در برابر موج ارسالی
فرکانس / طول موج اشعه	1 – 10 MHz / 1 – 0.1 mm
حجم (منطقه ی مورد بررسی)	کمتر از ۲۰ سانتیمتر
رزولوشن	بالا
کاربردها	تصویربرداری از بافتهای نرم، مطالعات قلبی عروقی، شارش خون، بررسی شرایط جنین
معایب	؟

۵. تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)



• چگونگی تشکیل تصویر

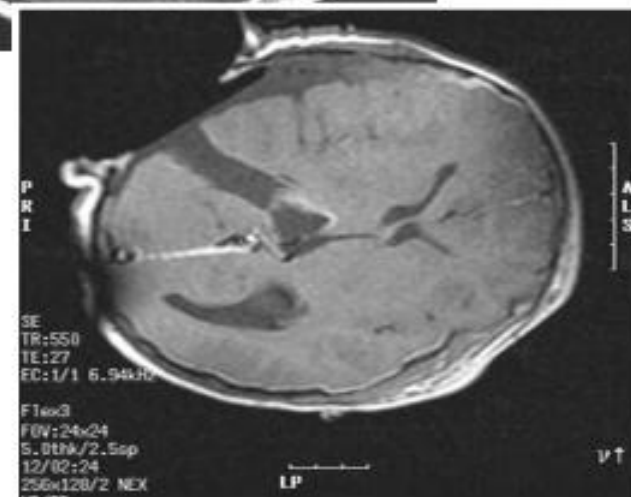
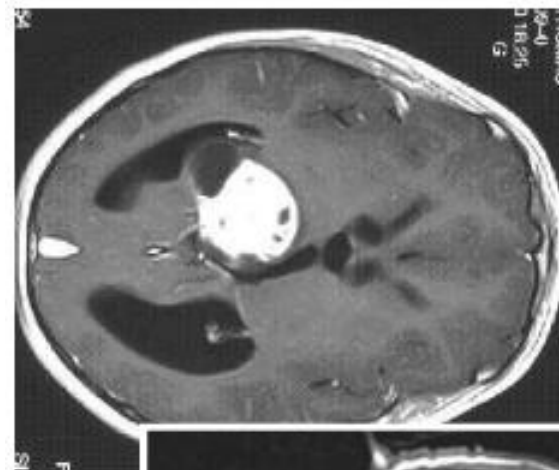
- همراه شدن همه ی ممانهای مغناطیسی هسته ی هیدروژن در میدان مغناطیسی قوی
- به هم زدن این حالت تعادل با اعمال موج RF
- دریافت سیگنال و تشکیل تصویر حین بازگشت سیستم به حالت تعادل اولیه بر اساس تفاوت زمان پاسخدهی بافتها با یکدیگر و همینطور چگالی متفاوت پروتون در بافتها.



(a)



(b)



ویژگی ها

سال معرفی	۱۹۴۵، ۱۹۷۱، ۱۹۷۳ و ۱۹۷۷ م.
اشعه ی مورد استفاده	امواج RF (غیر یونیزه کننده)
فرکانس / طول موج اشعه	10 – 100 MHz / 30 – 3 m
حجم (منطقه ی مورد بررسی)	همه ی بدن
رزولوشن	بالا
کاربردها	تصویربرداری از بافت های نرم، تصویربرداری کارکردی
معایب	؟

مفهوم تصویربرداری کارکردی (Functional Imaging)

- در تصویربرداری کارکردی ما نه تنها به دنبال نمایش ساختار آناتومیکی اندام و بافتهای مختلف هستیم، بلکه مهمتر از آن در پی مطالعه ی فیزیولوژی و به تعبیر دیگر تغییرات برخی شاخصها (همچون شارش خون، میزان مصرف اکسیژن، ...) در بافتهای مختلف (به ویژه مغز) هستیم تا شناخت بهتری از چگونگی عملکرد ارگانهای مختلف بدن به دست آوریم.
- باید توجه داشت تنها برخی از مدالیتها (سیستمهای تصویربرداری پزشکی) قابلیت تصویربرداری کارکردی را دارا هستند.

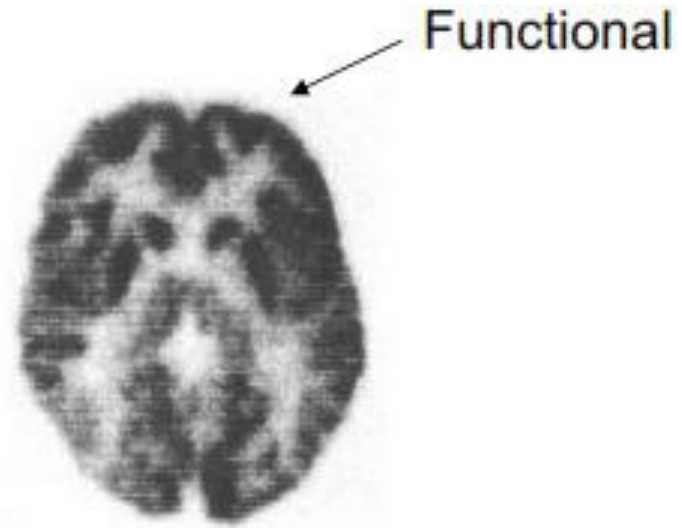
رزولوشن و تصویربرداری کارکردی



(a)
CT



(b)
MRI

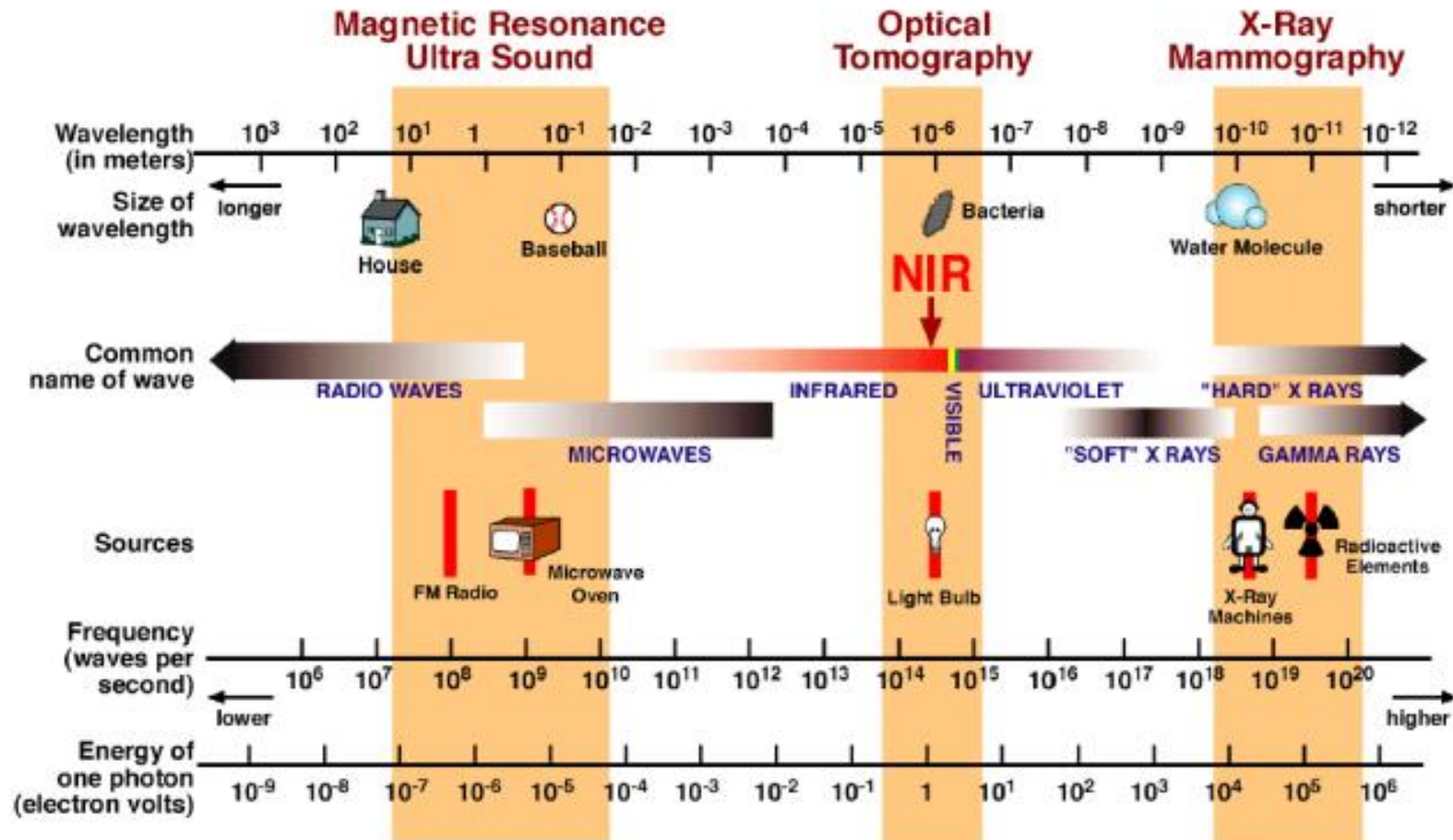


(c)
PET

دلیل نیاز به مدالیت‌ها‌ی مختلف؟

- کاربردهای خاص و متنوع
- انرژیهای مختلف و نمایش خواص مختلف بافت
- مکمل یکدیگر بودن از دید:
 - نوع بافت مورد مطالعه
 - رزولوشن
 - مضر و یا غیرمضر بودن

طول موج پرتوهای مورد استفاده در تصویرگری پزشکی



جمع بندی

- مفهوم تصویربرداری پزشکی از دید گسیل شکلی از انرژی به بدن، دریافت پاسخ بدن به این انرژی، آشکارسازی سیگنال ثبت شده و تشکیل تصویرپزشکی
- آشنایی مقدماتی با روشها (سیستمها) ی مختلف تصویربرداری پزشکی، مبانی فیزیکی، نقاط قوت و ضعف و کاربردهای هریک
- آشنایی با مفهوم تصویربرداری کارکردی (Functional Imaging)
- بررسی دلایل وجود مدالیتها های مختلف تصویربرداری پزشکی