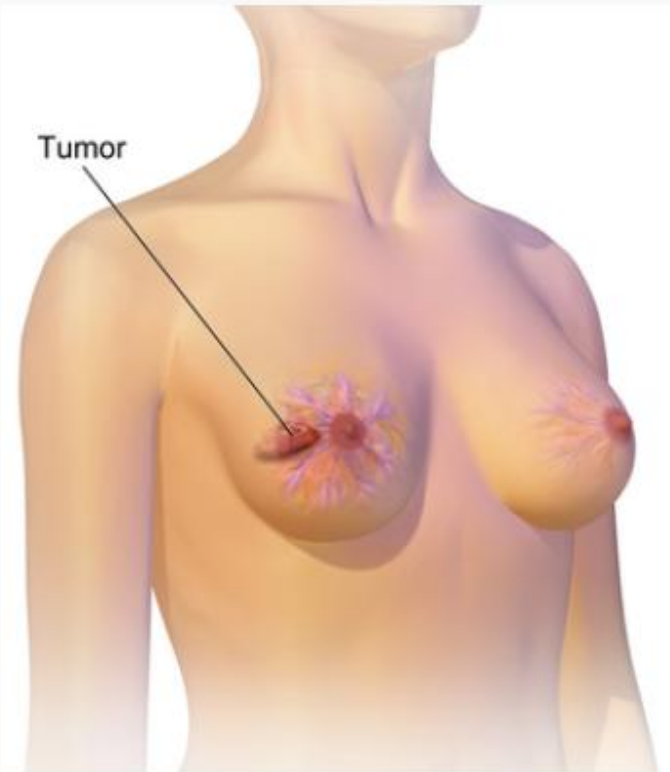


به نام خدا

رادیوگرافی بافت نرم

(دستگاه مموگرافی)

Breast cancer



An illustration of breast cancer

منابع :

□ کتاب راه فیزیک پزشکی : فصل 4
□ پاورپوینت و مطالب استاد مربوطه

فهرست مطالب

- تکنیک های رادیوگرافی بافت نرم
- سیستم تصویربرداری ماموگرافی
- اجزاء اصلی دستگاه مموگرافی
- فاکتور های تابش در مموگرافی
- مواد تشکیل دهنده دیسک آند در مموگرافی
- فیلتراسیون در مموگرافی

اهداف : اهمیت موضوع و کاربرد محتوای درس:

منابع بیشتر جهت پژوهش و امتحان:

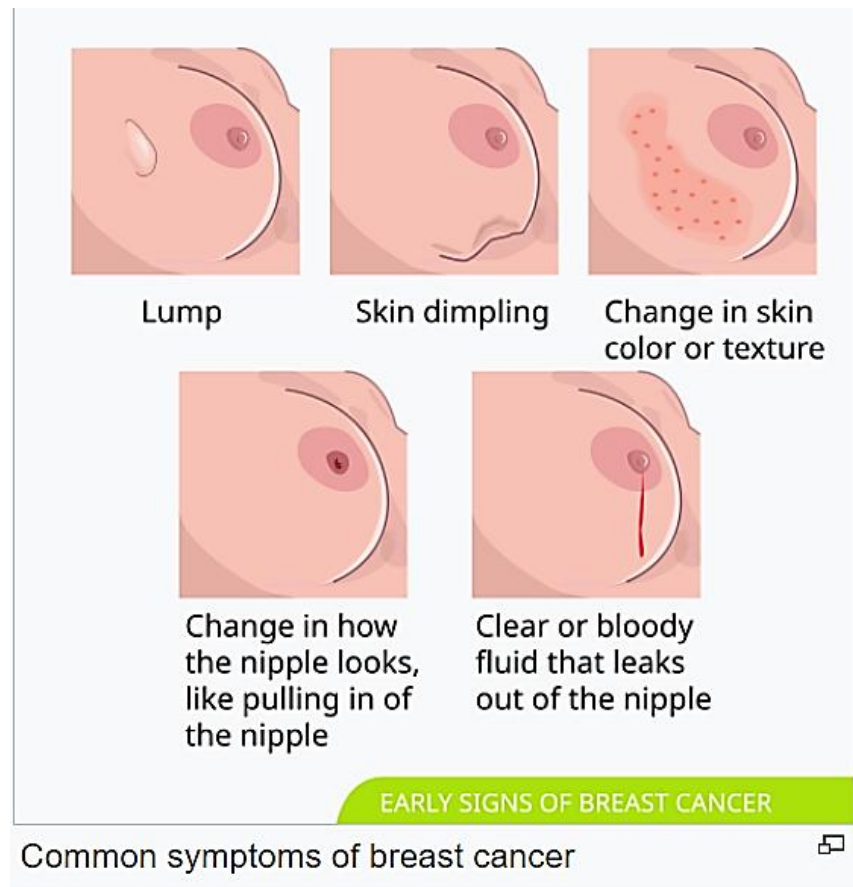
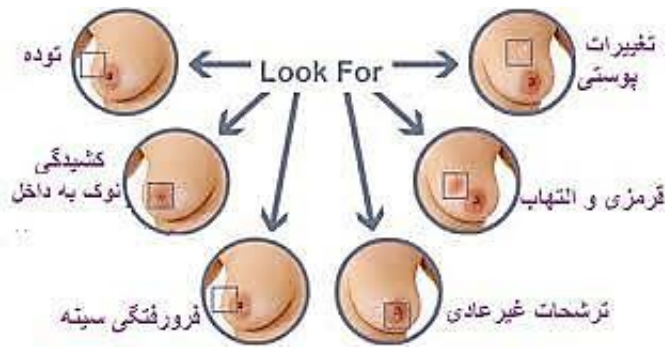
نحوه ارزیابی:

مموگرافی

ساختار پستان: پستان مجموعه ای از بافت نرم، داری عضله و چربی، این بافت ها عدد اتمی موثر مشابه دارند.

سرطان پستان: از هر 8 زن یک نفر مبتلا به سرطان پستان خواهد بود

مموگرافی: یکی از مهمترین و موثرترین راه های تشخیص سرطان سینه. به خصوص در مراحل اولیه بیماری،



رادیوگرافی بافت نرم

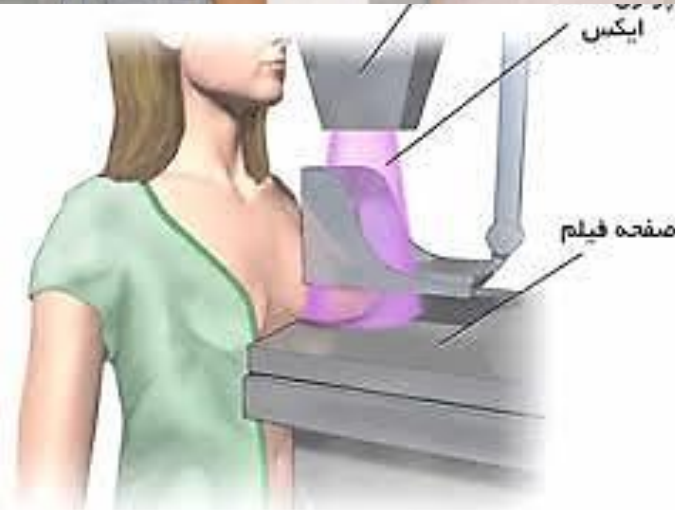
آزمون رادیوگرافی بافت نرم : نیازمند تکنیک های انتخابی است که با تکنیک های رادیوگرافی معمولی متفاوت میباشند.

تفاوت های تکنیکی مربوط به تفاوت های اساسی در آناتومی تحت تصویربرداری

رادیوگرافی معمولی : کنتراست عضو به علت اختلاف زیاد چگالی و عدد اتمی بین استخوان ، عضله ، چربی و بافت ریه زیاد است.

رادیوگرافی بافت نرم مثل پستان، تنها عضله و چربی تصویربرداری میشوند این بافت ها عدد اتمی موثر مشابه دارند.

تکنیک های رادیوگرافی بافت نرم : برجسته نمودن جذب افتراقی بافت ها ی مشابه



Mammography Technique

Some important notes:

Conventional Radiographic Technique: is useless.

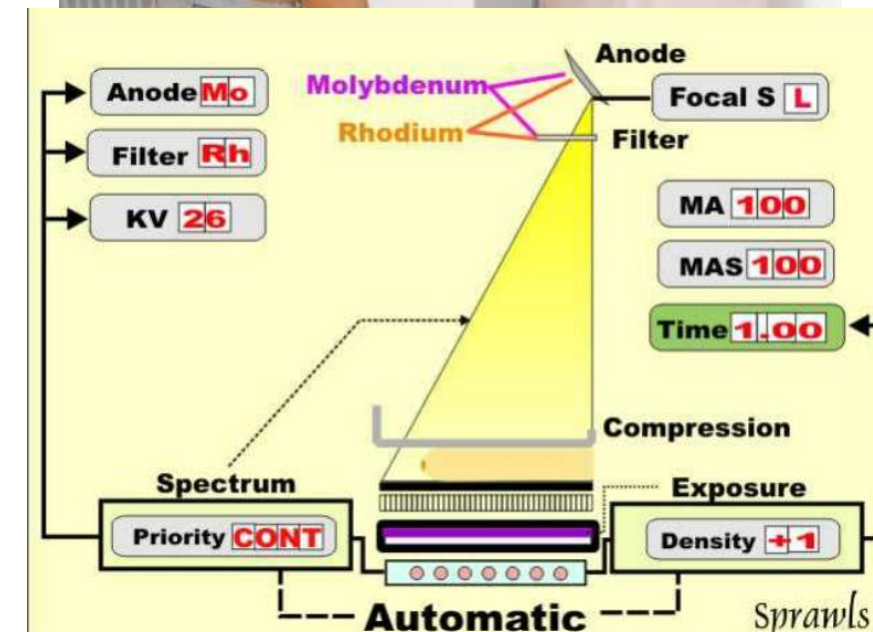
Because the **mass density and atomic number of soft tissue components of the breast are so similar,**

High kVp technique : is useless.

In the 70- to 100-kVp range Compton scattering predominates with soft tissue;

Mammography Technique :

- ☐ Requires a low-kVp technique.
- ☐ approximately 23 to 28 kVp are used
- ☐ to maximize the photoelectric effect
- ☐ to improve contrast resolution.



اجزاء اصلی دستگاه مموگرافی

به طور کلی هر دستگاه مموگرافی از پنج جز اصلی تشکیل شده است .

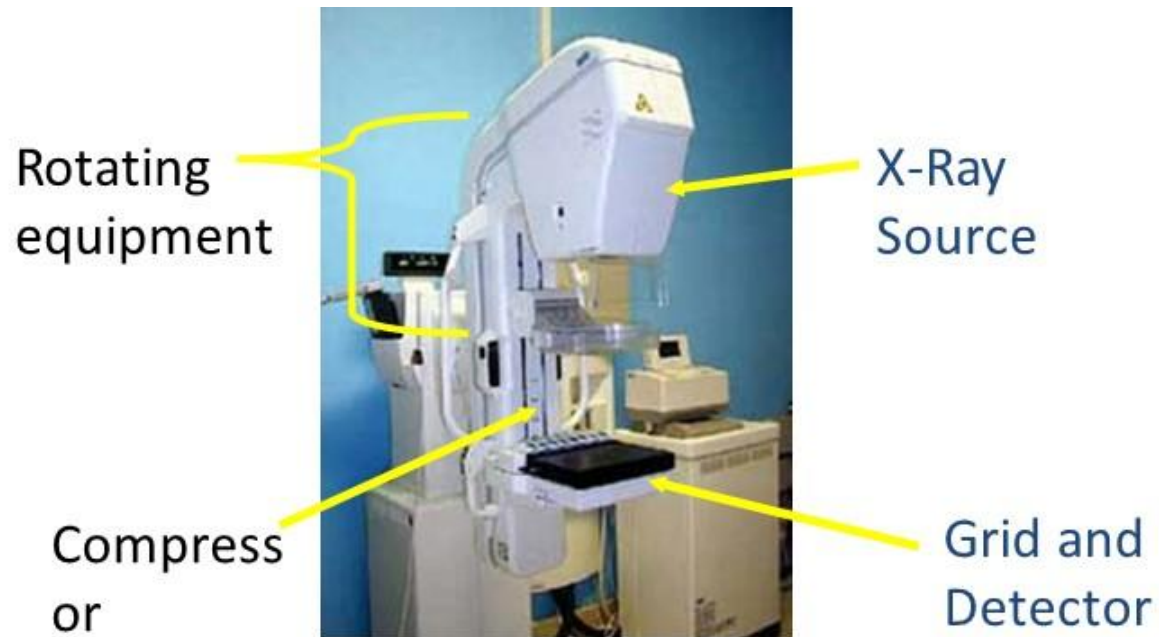
1. تیوب اشعه ایکس : عملکرد مثل دیگر دستگاه های رادیولوژی

2. ژنراتور فشار قوی: از ژنراتورهای فرکانس بالا که دارای نوسانات ولتاژ کم

3. کمپرسور

4. سیستم گیرنده تصویر

5. صفحه کنترل عوامل تابش



فاکتور های تابش در ماموگرافی



(1) **کیلو ولتاژ پیک** : در ماموگرافی گستره کیلوولتاژ کمی متغیر است .

kVp پایین بکار برده میشود: تقریبا **28 – 32 kVp**

پیک انرژی مورد نیاز: در محدوده **17.5 - 19.5 kev**

(2) **میلی آمپر : mAs** : جریان بالا در محدوده **20 تا 100 میلی آمپر**

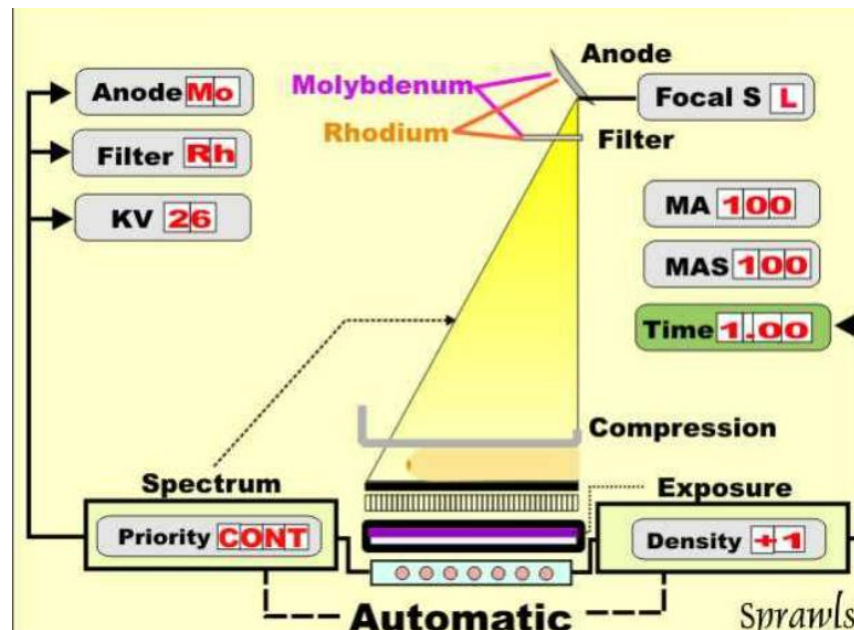
همین جریان بالا باعث میشود بتوانیم از زمان های پایین استفاده کنیم.

(3) **مدت زمان تابش** : مدت زمان تابش بسته به نوع گیرنده تصویر، قابلیت های هندسی

دستگاه ماموگرافی و کیلوولتاژ تنظیمی، تغییر می کند .

در ماموگرافی با تابش مستقیم فیلم، مدت **زمان تابش بین 0.1 s تا 3 s**

سیستم تصویربرداری : معولا از سیستم دیجیتالی و یا سیستم فیلم – اسکرین



بررسی مواد تشکیل دهنده دیسک آند در مموگرافی

انتخاب جنس و عدد اتمی اند: تعیین کننده مقدار انرژی فوتونهای اشعه X است

خصوصیات اشعه تولیدی : با توجه به نوع عناصر آند متفاوت است.

نوع عنصر بکار رفته در آند رادیوگرافی معمولی : عدم کارایی در مموگرافی از پستان

عدم کاربرد تنگستن : فوتون های تولید با انرژی 70-100 kVp

دارای پراکندگی کمپتون غالب در بافت نرم میباشند.

فاکتور های تکنیکی برای پستان :

kVp پایین تقریبا 28 – 32 kVp به کار گرفته میشود.

پیک انرژی مورد نیاز در مموگرافی: در محدوده 17.5 - 19.5 keV است چرا؟

دلیل عدم بکارگیری kVp بالا : در انرژی های بالا

کاهش جذب فوتوالکتریک در انرژی های بالاتر از 30 keV

افزایش پدیده کمپتون : در نتیجه کاهش کنتراست تصویر

بررسی جنس انواع آند در مموگرافی

1- بررسی تنگستن به عنوان هدف: از این عنصر به عنوان ماده هدف بسیار کم استفاده میشود
انرژی مورد نیاز در مموگرافی حدود **30 Kvp**
(وقتی که اختلاف ولتاژ بین دو سر تیوپ 30 kVp)

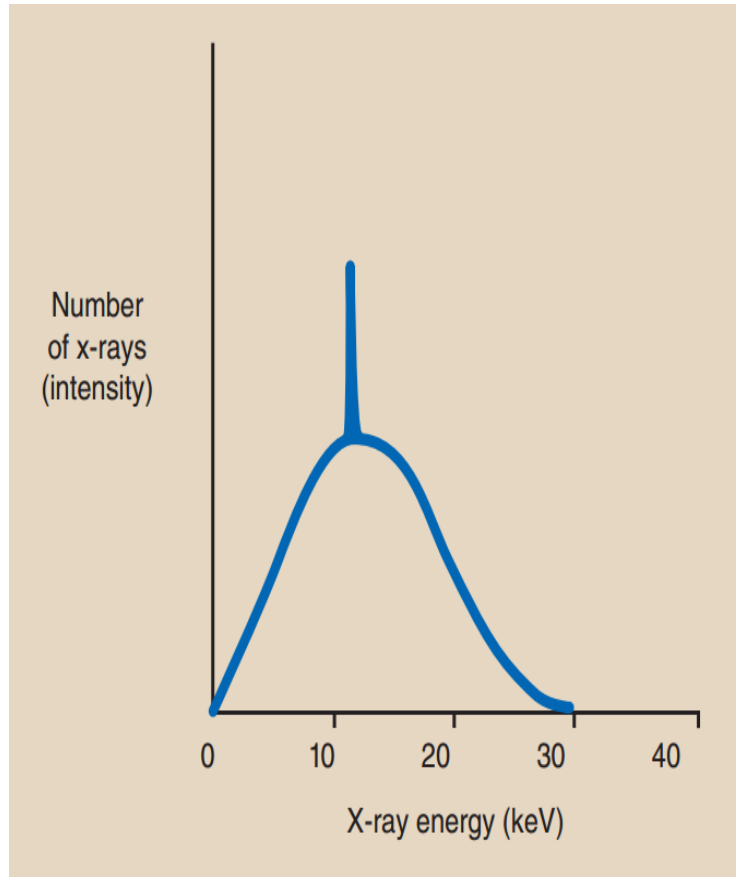
پیک انرژی تنگستن در 30 kVp :

پیک منحنی انرژی آن در حدود 12 keV

که این پیک مربوط به اشعه اختصاصی لایه **L** است.

پس با این انرژی پایین نمیتوان از پرتوهای ایکس لایه L استفاده کرد.

توجه : جهت استفاده از اشعه ایکس ترمزی و اختصاصی دیگر لایه ها
باید از کیلوولتاژ زیاد استفاده کرد که در اینصورت قدرت نفوذ آنها افزایش
شدید می یابد و کنتراست کاهش مییابد و پدیده کمیتون غالب میگردد.



2- بررسی مولیبدنیوم (Mo):

مشخصات عنصر مولیبدن:

- در ماموگرافی اغلب از مولیبدن به عنوان ماده هدف استفاده می شود
- آند مولیبدن فوتونهایی با انرژی کم (نرمتر) تولید می نماید.
- ◀ در نتیجه کنتراست بالاتر
- **عدد اتمی آن 42** . در نتیجه در محدوده 30 kVp مورد استفاده در ماموگرافی (که پایین است) اشعه اختصاصی آن از انرژی کافی (بالایی) برخوردار است

پیک انرژی مولیبدنیوم : پیک انرژی ایکس اختصاصی در محدوده 17.5 - 19.5 keV است که در محدوده انرژی مورد نیاز جهت ماموگرافی است.

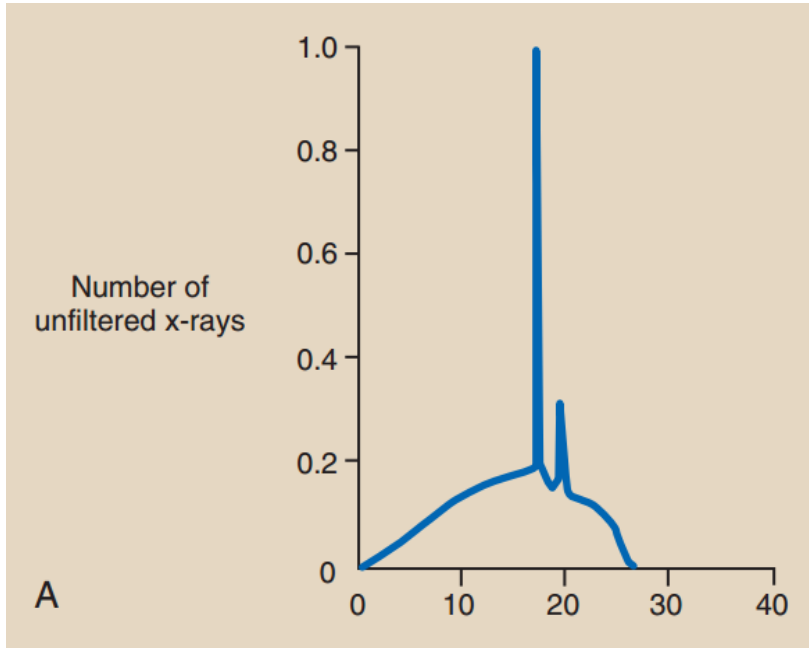
17.5 – 19.5 keV **Bremsstrahlung**

پیک انرژی مولیبدنیوم Characteristic 15 - 20 keV

kVp انتخابی: تقریباً 28 – 32 kVp پایین بکار برده میشود

که در اغلب برخوردها از طریق پدیده **فوتوالکتریک** صورت می گیرد و کمپتون غالب نیست.

مفیدترین پرتوهای **اختصاصی** در عنصر مولیبدنیوم : برای افزایش جذب افتراقی اشعه اختصاصی ساطع شده از لایه K میباشد.



3- Molybdenum Target

Note Note

Molybdenum: is the best material as target

Molybdenum atomic number is 42

compared with tungsten, its atomic number 74

difference is responsible for the differences in emission spectra

Molybdenum : The most prominent x-rays are characteristic, with energy of 17 and 19 keV resulting from K-shell interactions.

Figure 23-5 shows the 26-kVp emission spectrum from a molybdenum

Therefore :

x-ray emission spectrum 26kVp a slightly higher K-edge
 $z=42$

characteristic x-rays 23-keV

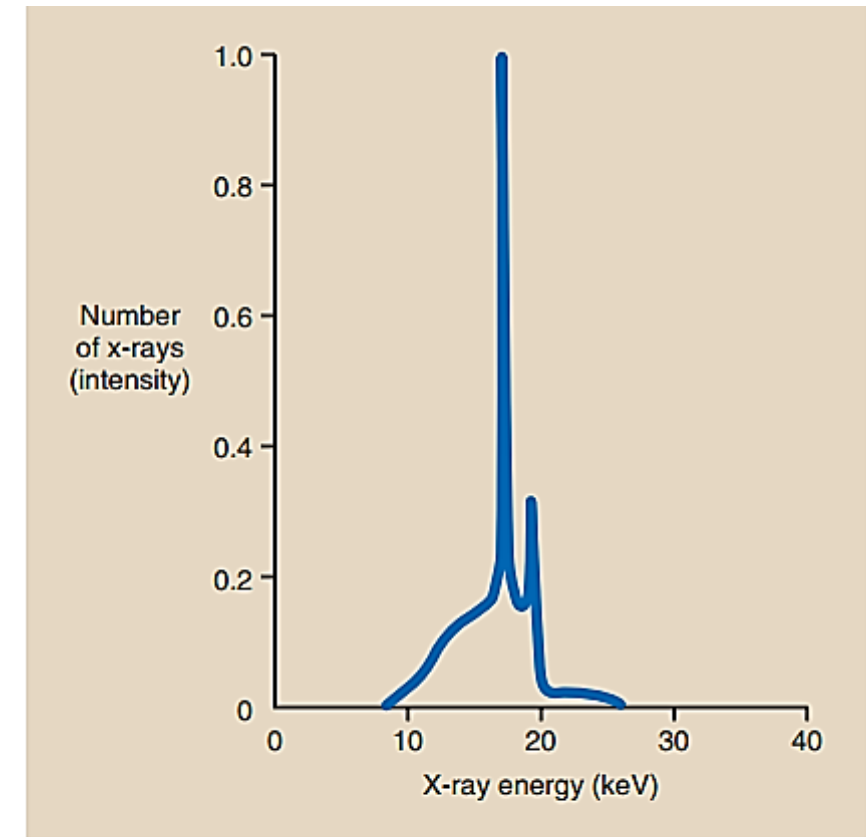


FIGURE 23-5 X-ray emission spectrum for a molybdenum target x-ray tube with a 30- μ m Mo filter operated at 26 kVp.

فیلتراسیون در مموگرافی

جنس مطلوب فیلتر در مموگرافی

در مموگرافی صافی ها کاملا متفاوتند.

جنس فیلتر : از مولیبدن و رودیوم ساخته میشوند

این فلزات از عدد اتمی بالایی برخوردارند،

علاوه بر فوتون های کم انرژی، فوتون های پر انرژی را نیز جذب میکنند

با توجه به عنصر مولیبدیوم به عنوان هدف

کاربردی ترین فیلتر : از جنس مولیبدیوم

منظور از کاربرد فیلتر مولیبدیوم : کاهش اشعه ایکس ترمزی با انرژی بالاتر است

در این حالت باید بتوانیم اشعه ایکس ترمزی تولید شده در دو طرف طیف

ایکس اختصاصی را حذف کنیم و فقط از طیف اختصاصی استفاده نماییم

مهم مهم : پس

اشعه ایکس مورد استفاده در ماموگرافی اشعه اختصاصی لایه k میباشد

هیچ فیلتری نمیتواند : اشعه ایکس اختصاصی هدف آند خود را جذب کند

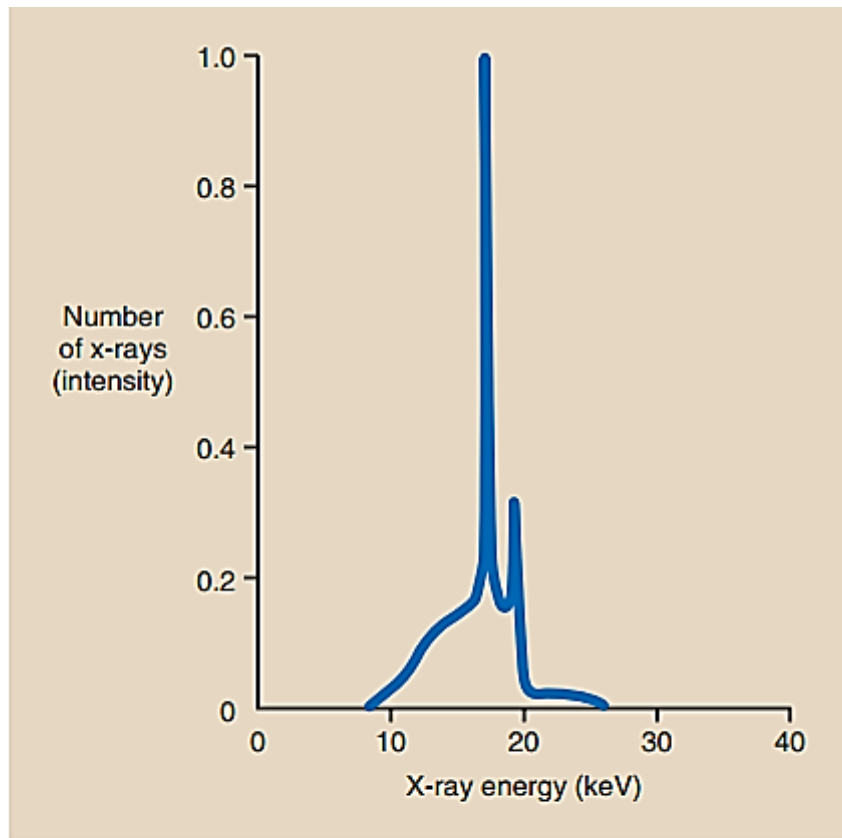
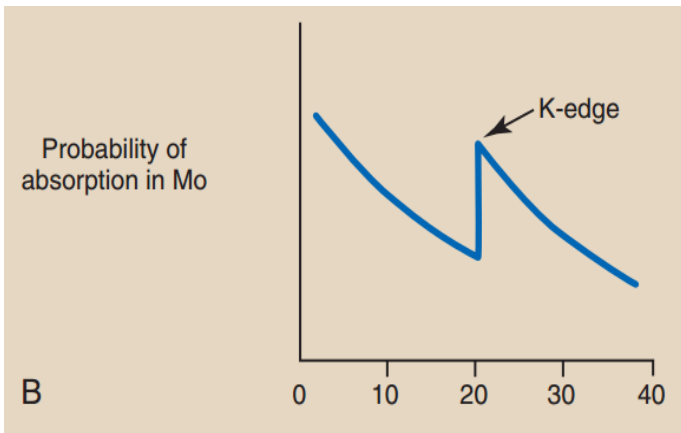


FIGURE 23-5 X-ray emission spectrum for a molybdenum target x-ray tube with a 30- μ m Mo filter operated at 26 kVp.



filtration

The purpose of Filtration: reduce the higher-energy bremsstrahlung

Inherent mammography Filtration :
Beyond the window, beam filtration must be installed.

The Window is Beryllium ($Z = 4$) and
approximately **0.1 mm Al**

For Mo. target : Mo. filtration of $30\ \mu\text{m}$ and

Rh. filtration of $50\ \mu\text{m}$ is recommended.

The emission spectrum from a tungsten target
filtered by molybdenum or rhodium .Fig 23-9 shows

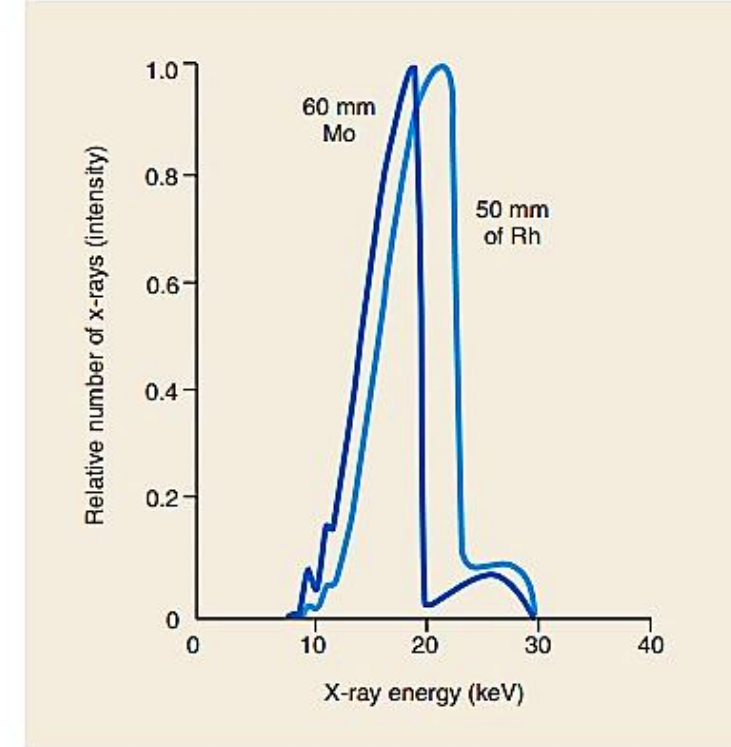
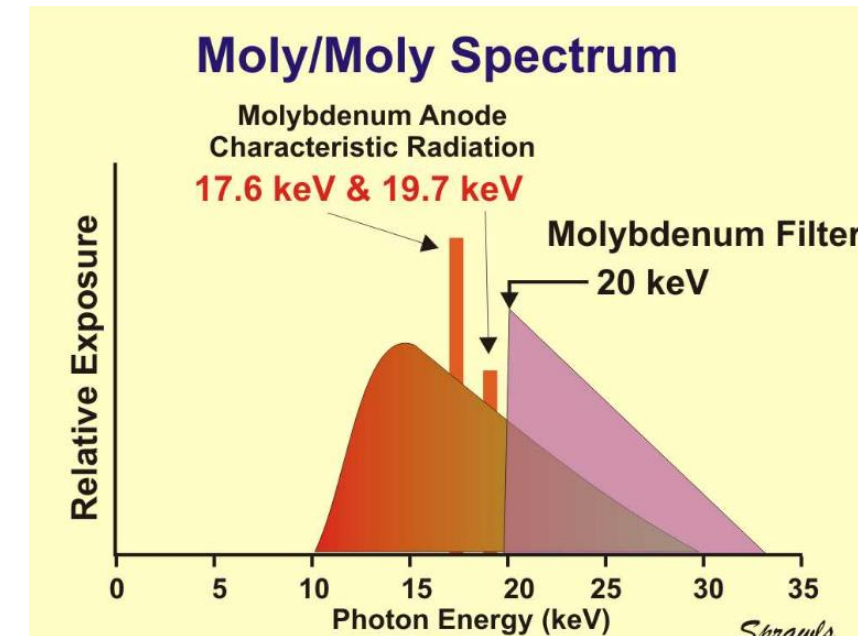


FIGURE 23-9 Emission spectrum from a tungsten target x-ray tube filtered by molybdenum and rhodium.



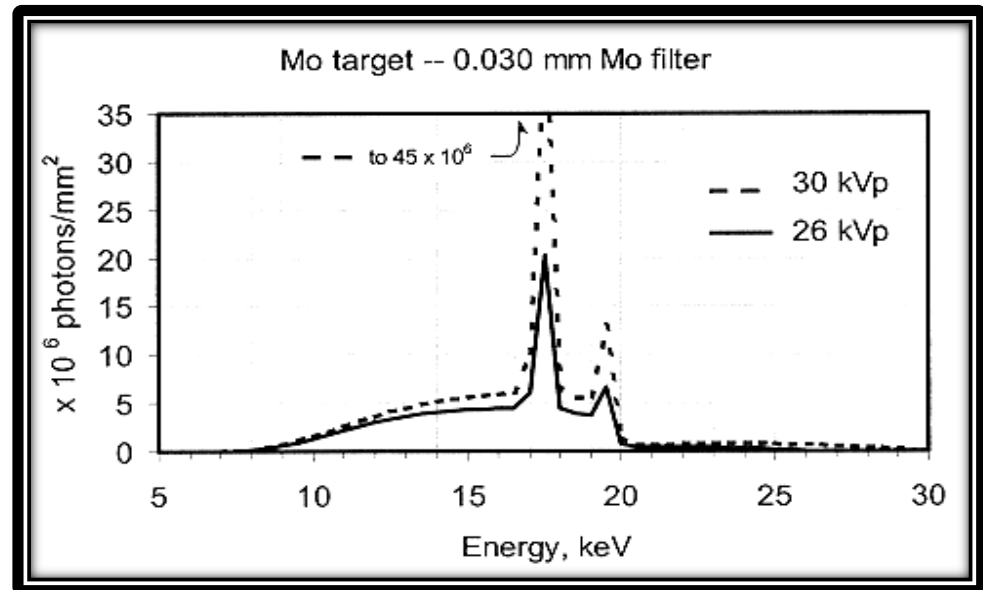
بررسی فیلترهایی از جنس رودیوم Rh :

از این عناصر نیز استفاده می شود،

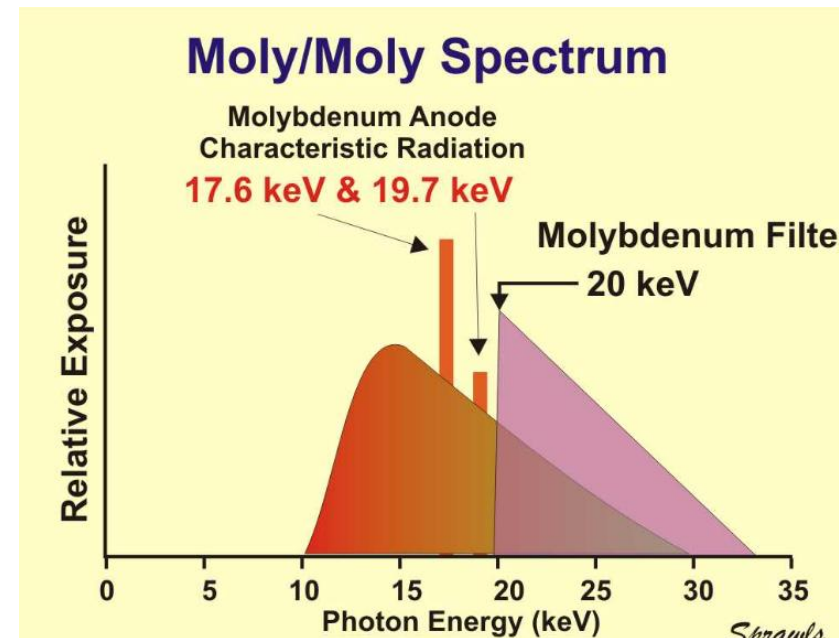
زیرا لبه جذبی لایه k آنها در محدوده انرژیهای مموگرافی است و موجب حذف فوتونهای خارج از محدوده مورد نیاز میگردد.

استفاده Mo در ساختمان فیلتر و دیسک بیشتر است

طیف مولیبدیوم بدون فیلتر



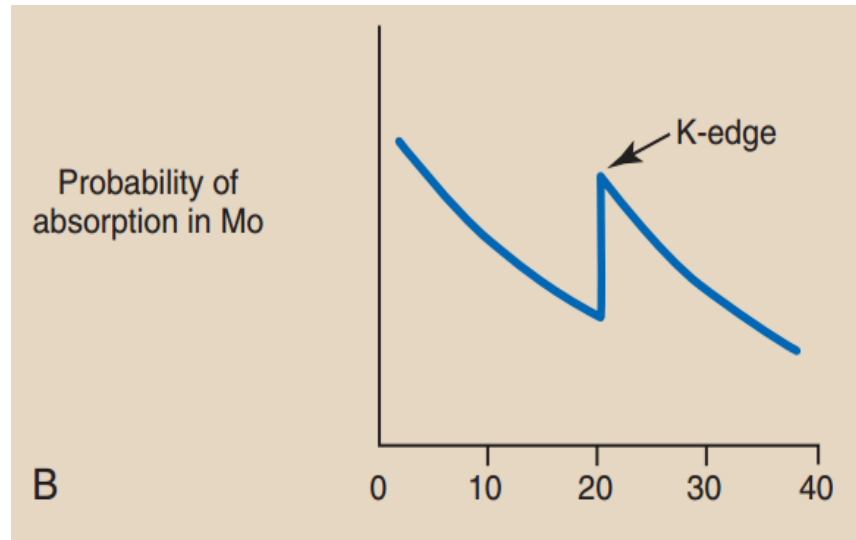
طیف مولیبدیوم با فیلتر



درصد کاربرد هریک از ترکیبات فیلتر/هدف

فیلتر/هدف	درصد کاربرد
Mo/Mo	80-85%
Mo/Rh	15-20%
Rh/Rh	خیلی کم

ضخامت فیلتر : در ماموگرافی اغلب از فیلترهای مولیبدیوم با ضخامت کم 0.03 mm استفاده.



انرژی لبه جذبی K مولیبدین بین **17.5 - 19.5 keV**
در ماموگرافی بیشترین ترکیب استفاده به عنوان هدف - فیلتر:
مولیبدیوم - مولیبدیوم

جنس مطلوب پنجره در ماموگرافی : برلیوم

به دلیل پایین بودن انرژی اشعه تابشی،
پنجره تیوب نباید جذب اشعه بالایی داشته باشد.
که از برلیوم با عدد اتمی 4 و چگالی 1.8 استفاده (جذب خیلی کم)

ضخامت پنجره: ضخامت پنجره باید کم باشد در حد **1 mm**
فیلتراسیون کل در ماموگرافی : نباید کمتر از **0.5 mm** آلومینیوم باشد
چون اشعه جذب بافت پستان می شود.

فشرده سازی پستان در مموگرافی

مزایای فشرده سازی پستان در دستگاه مموگرافی

◀ ضخامت بافت کاهش می یابد

◀ کاهش دز جذبی

◀ بهبود قدرت تفکیک کنتراست

◀ کاهش زمان تابش و

◀ کاهش پرتوهای پراکنده

◀ تولید تصویری با دانسیته یکنواخت.

بهبود توانایی تشخیص ضایعات کوچک با کنتراست پایین

کمپرسور: وسیله ای که بافت نرم پستان را فشرده کرده و

به صورت بافت یکنواخت درمی آورد

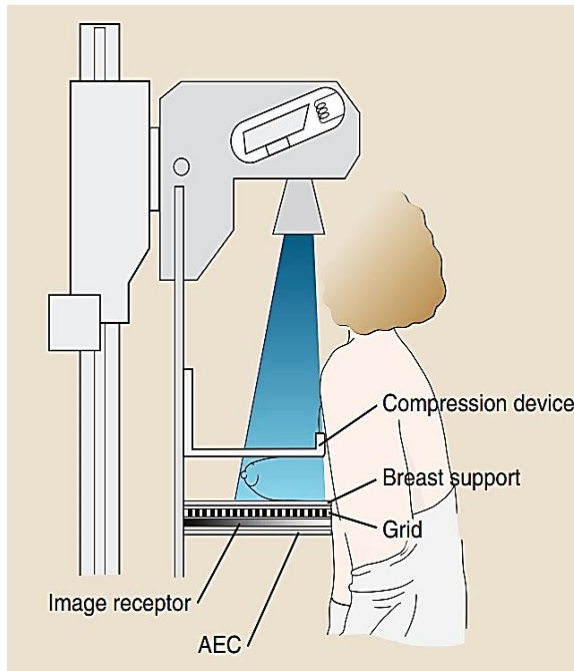
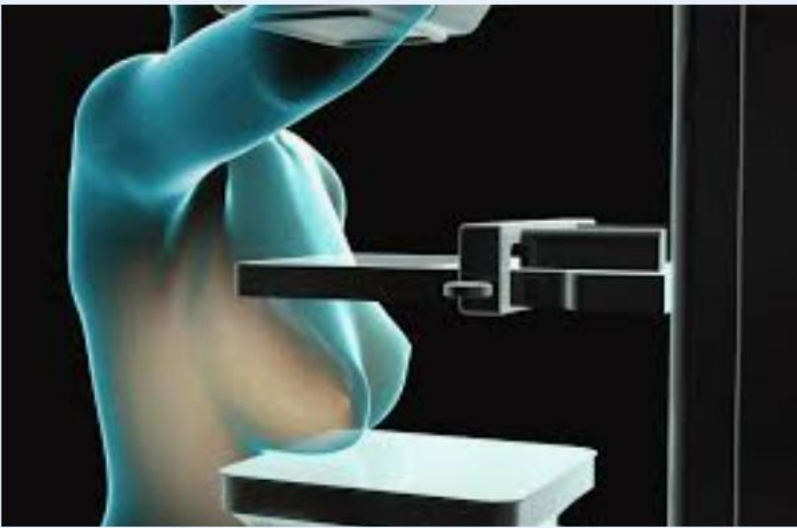
جنس: از پلاستیک (Lexan)

بر روی برخی کمپرسورها یک وزنه چهار گوشه با لبه های مدرج قرار دارد.

سطح کمپرسور: باید صاف و موازی سطح سینی نگه دارنده

کاست بوده و از لحاظ دانسیته اتمی و ضخامت باید همسان و یکنواخت باشد.

عدم مزیت: نارضایتی بیمار



Breast Compression

Compression is important in mammography

A compressed breast : is of more uniform thickness.

Result of compression :

all tissue is brought closer to the image receptor, and focal-spot blur is reduced

- **Improved spatial resolution**
- **Reduced patient radiation dose**
- **Reduced scatter radiation Shorter**
- **Reduced motion blur**
- **Uniform x-ray exposure of the image receptor**
- **Improved contrast resolution**

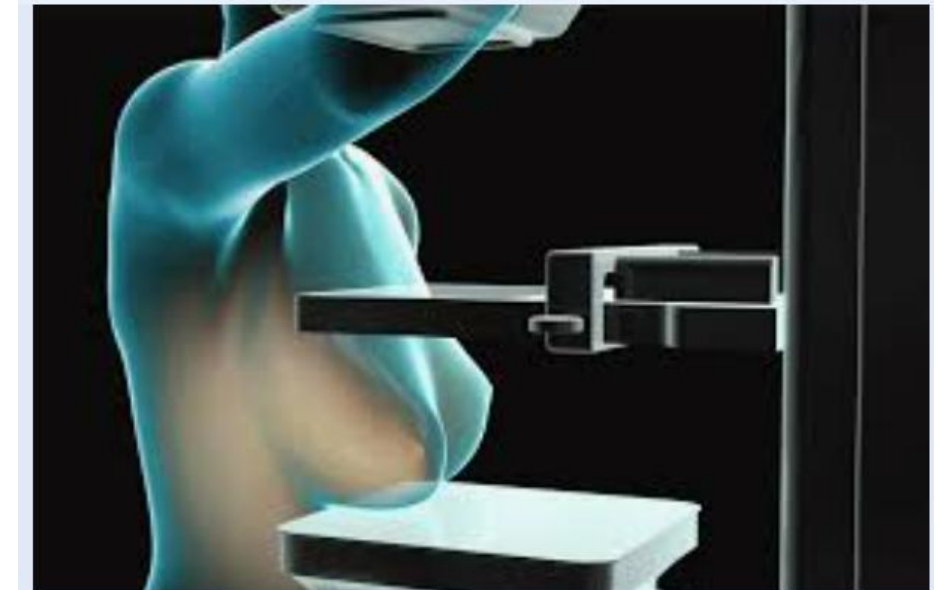


TABLE 23-4

Advantages of Vigorous
Compression

Effect	Result
Immobilization of breast	Reduced motion blur
Uniform thickness	Uniform x-ray exposure of the image receptor
Reduced scatter radiation	Improved contrast resolution
Shorter OID	Improved spatial resolution
Thinner tissue	Reduced patient radiation dose

اثر پاشنه

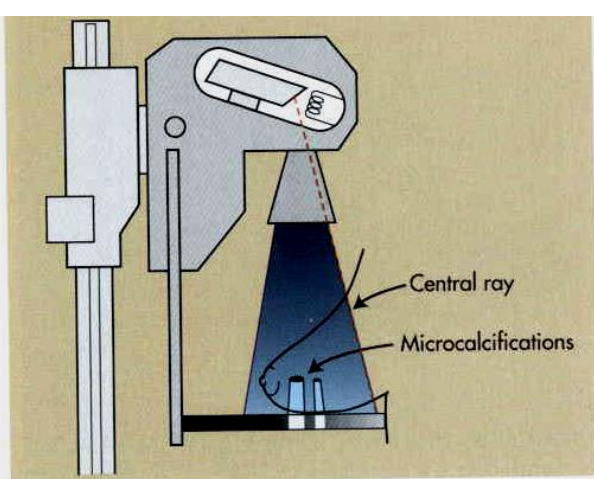
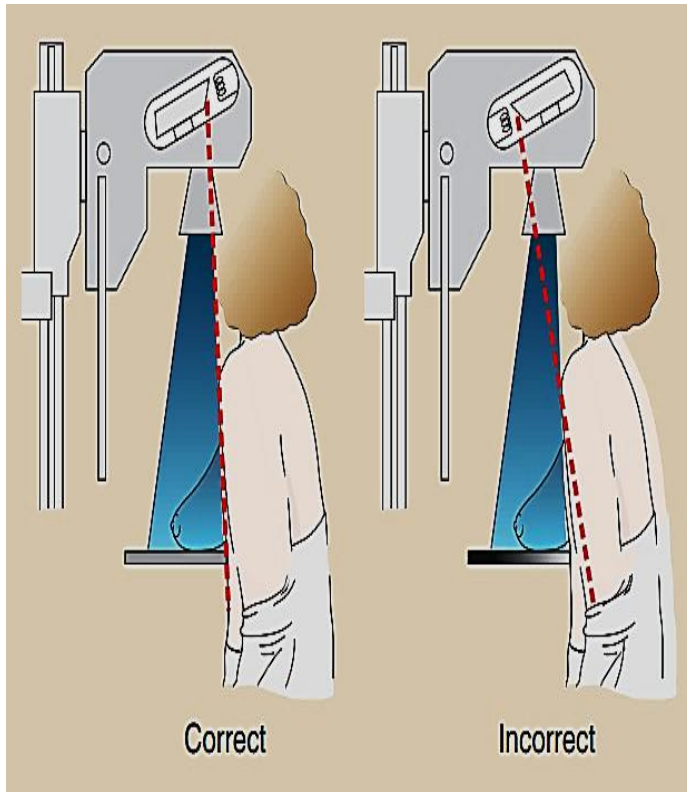


FIGURE 23-8 When the x-ray tube is tilted in its housing, the effective focal spot is small, the x-ray intensity is more uniform, and tissue against the chest is imaged.

اثر پاشنه : شدت پرتوهای ایکس خروجی از لامپ مولد اشعه پرتو در تمام قسمت های دسته پرتو ایکس تولید شده یکسان نیست، افزایش شدت پرتوها در سمت کاتد نسبت به سمت آنود

قراردادن قاعده پستان در سمت کاتد (سمت قفسه سینه) :
ایجاد حداکثر یکنواختی تصویر



تأثیر شکل مخروطی پستان ها : با توجه به، جهت تابش یکنواخت لازم است که شدت پرتو در قسمت ضخیم تر بافت (سمت قفسه سینه) بیشتر از قسمت نازکتر (قسمت نوک سینه) باشد .

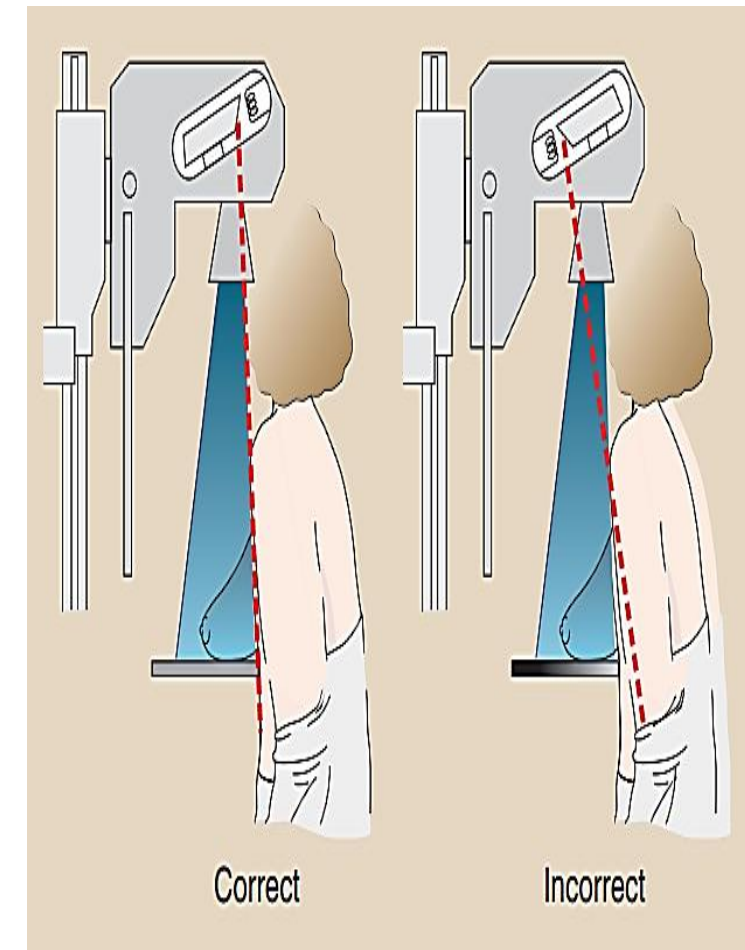
Heel Effect

The heel effect : is important to mammography.

The conic shape of the breast: requires that the **Radiation intensity near the chest wall** must be **higher than that to the nipple**

This is accomplished by positioning the cathode to the chest wall (Figure 23-11).

Cathode Position: When the cathode is positioned **to the chest wall**, the **spatial resolution of tissue near the chest wall is reduced**



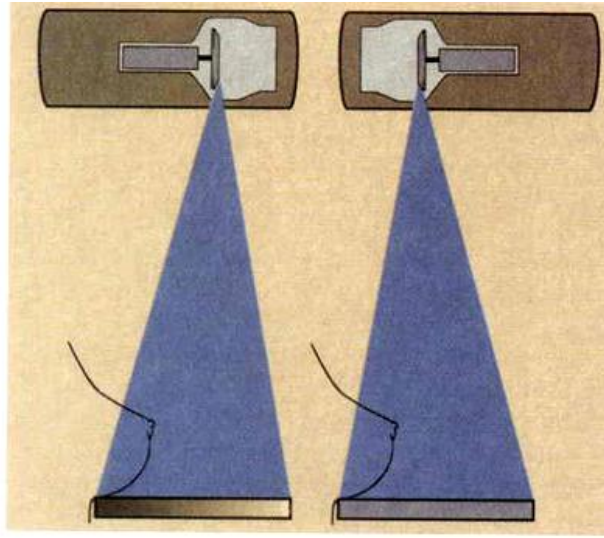


FIGURE 23-12 The heel effect can be used to advantage in mammography by positioning the cathode toward the chest wall to produce a more uniform optical density.

زاویه تیوپ نسبت به خط افق:

چون بافت پستان به قفسه سینه چسبیده و اشعه به صورت مخروطی تولید می شود، جهت جلوگیری از برخورد اشعه به قفسه سینه و جهت کاهش دُز جذبی بیمار، باید به تیوپ زاویه داد.

زاویه تیوپ اشعه: 4° - 6° نسبت به خط افق، لبه مخروطی اشعه از

قاعده پستان عبور کرده و نه در دیواره قفسه سینه

زاویه آند: 16°

زاویه کل: زاویه تیوپ به اضافه زاویه آند

در نتیجه زاویه کل $16^{\circ} + 6^{\circ} = 22^{\circ}$

لکه کانونی: معمولاً دو لکه کانونی (فوکوس کوچک) با ابعاد 0.1mm

و (فوکوس بزرگ) 0.3mm

ظرفیت حرارتی در حدود 300.000 Hu

کولیماتور : محدود کننده ها: در برخی از دستگاه ها از دیافراگم D شکل استفاده می شود.

گرید:

در مموگرافی با مشکل اشعه پراکنده روبرو هستیم.
به لحاظ انرژی کم از گریدهای با نسبت 1:4 یا 1:5 استفاده می شود.
گرید حداقل فاصل پستان و فیلم قرار می گیرد.

جنس تیغه های گرید: از مس ساخته می شود.

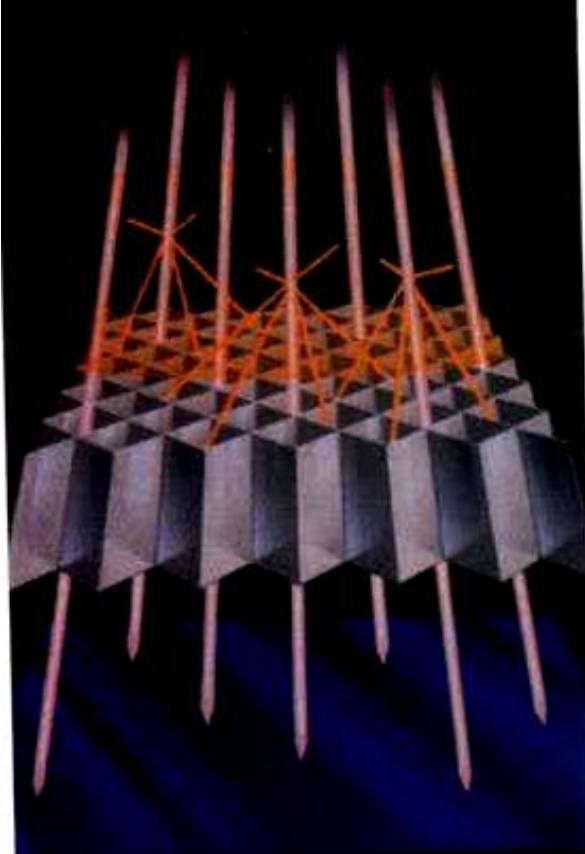


FIGURE 23-14 An HTC grid designed specifically for mammography. (Courtesy Hologic Imaging.)

گیرنده های تصویر

در ماموگرافی سه نوع گیرنده تصویر وجود دارد

- ❖ فیلم با تابش مستقیم اشعه ایکس (کابرد کمتر)
- ❖ کاغذ های زیرو رادیوگرافی (کابرد کمتر)
- ❖ فیلم های همراه با صفحات تشدید کننده (بیشترین کاربرد)

کنترل اتوماتیک اکسیوژن (AEC) :

انتخاب درست فاکتور های تابش در مموگرافی جهت
ایجاد تصاویر با کیفیت بالا بسیار مهم است .

اگر چه این فاکتور ها توسط اپراتور تنظیم میشود

اما تنظیم و اجازه تابش نهایی اشعه توسط مدار (AEC) اعمال می‌گردد.

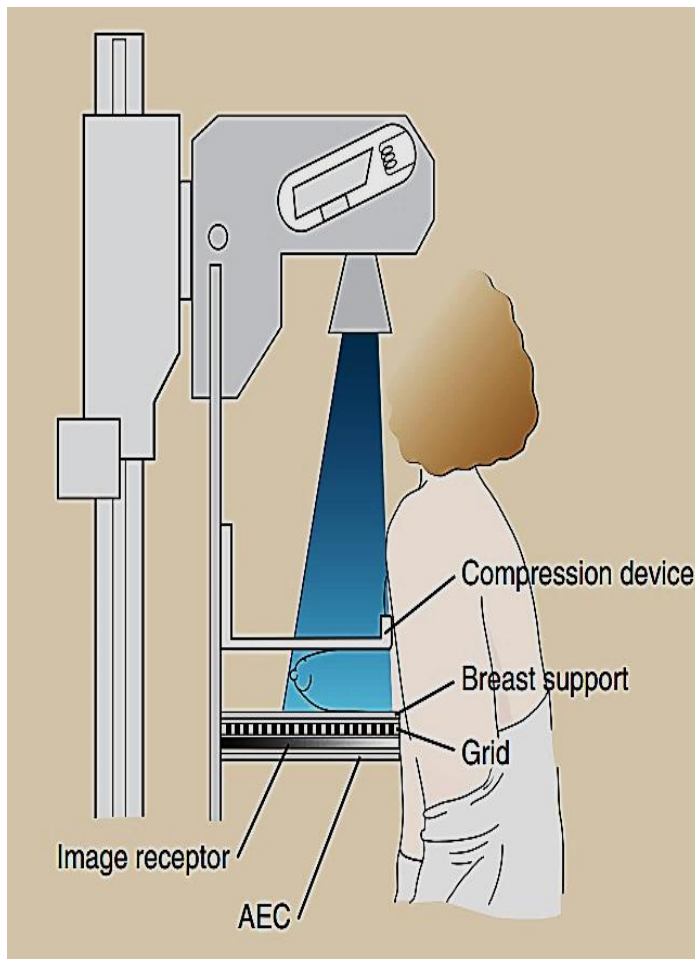
به لحاظ حساسیت آزمون و جهت ایجاد تصویر با کیفیت بالا از

تایمرهای اتوماتیک (AEC) نوع یونی استفاده می شود.

تایمر دارای چند اتاقک یونیزاسیون است که اشعه خارجی را کنترل می کند.

کار این سیستم: علاوه بر اندازه گیری شدت اشعه در سطح فیلم،

کیفیت اشعه را کنترل می کند.



Automatic Exposure Control (AEC) photo timers

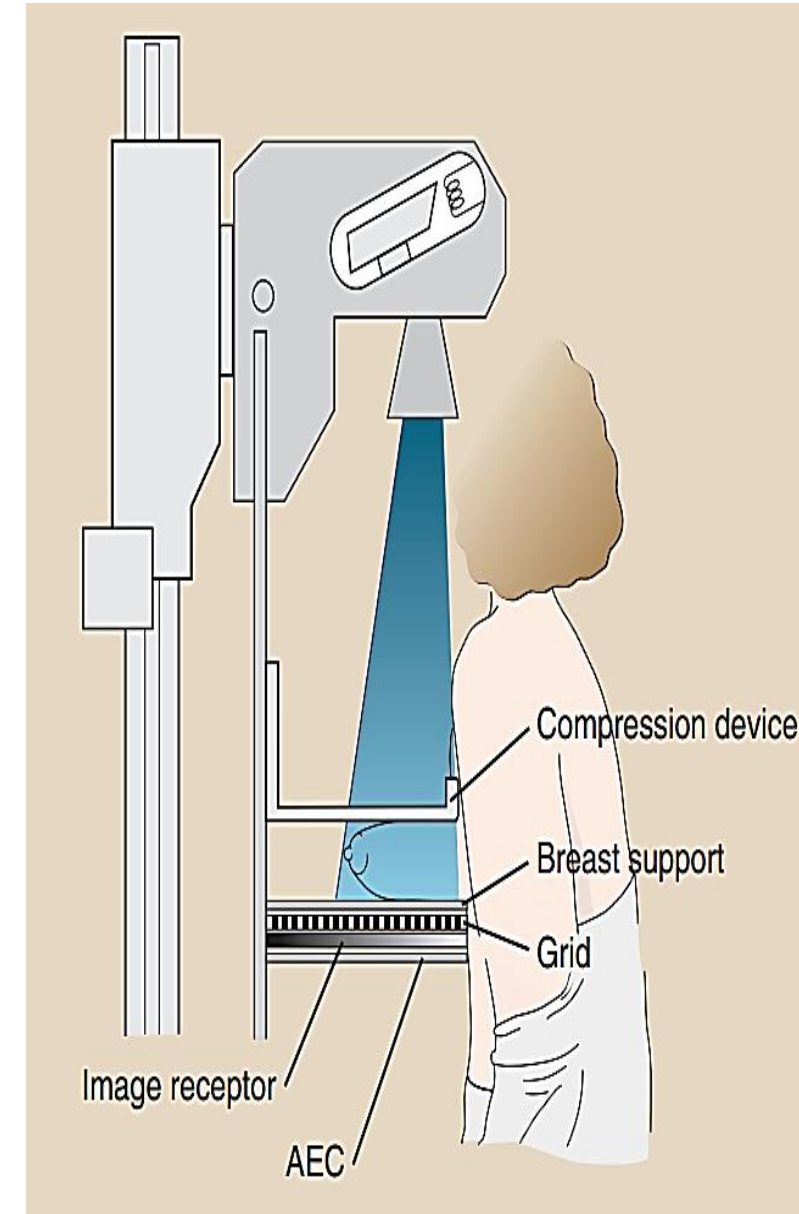
The aim of Automatic Exposure Control:
to **Measure not only x-ray intensity** at
the image receptor but also **x-ray quality**.

These photo timers are called AEC devices,
position of AEC : they are positioned after **the image receptor** to
minimize the object-to-image receptor distance (OID)
and **improve spatial resolution** (Figure 23-14).

Two types of AEC devices :

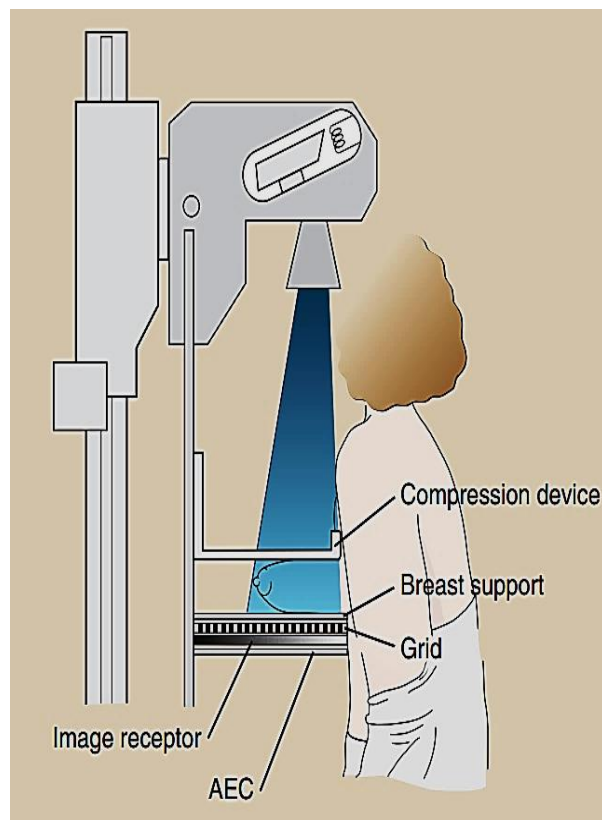
- 1- Ionization chamber**
- 2- Solid-state diode.**

Each type can have a single detector or multiple detectors,
which are positioned along the chest wall–nipple axis.



ماموگرافی دیجیتال:

اشعه X با صفحات تشدید کننده برهم کنش می کند و تبدیل به نور پس از برخورد اشعه X به صفحه تصویر تبدیل به نور میشود و دسته های همگرای فیبر نوری به یک تراشه حساس به نور به نام CCD منتقل میشوند تبدیل به الکترون : و پس از آن تبدیل به پیکسل شده و پردازش تصویر توسط نرم افزار مخصوص امکان رویت تصویر بر روی کامپیوتر وجود دارد.



Thank you for your attention

