





حفاظت پرتویی در بخش آنژیوگرافی



دانشگاه علوم پزشکی دزفول

معاونت آموزشی
مرکز مطالعات و توسعه آموزش پزشکی (EDC)



دکتر مریم خرمی زاده

دکتری تخصصی فیزیک پزشکی

استادیار دانشگاه علوم پزشکی دزفول
مسئول فیزیک بهداشت کل دانشگاه علوم پزشکی دزفول

فهرست مطالب



1. مقدمه ای بر انواع پرتوها
2. مروری بر خطرات قرارگیری در معرض پرتو
3. تاثیر پرتو بر پرسنل پراوکار
4. شناسایی نقش های پرخطر در آنژیو
5. استانداردهای فعلی تجهیزات حفاظت فردی
6. تکنیک های اپراتور برای به حداقل رساندن قرارگرفتن در معرض پرتو
7. استفاده از دزیمترهای شخصی
8. شیلدهای حفاظت در برابر پرتو کاربردی برای بیمار
9. بهترین روش های حفاظت در برابر پرتو

انواع و خصوصیات پرتوها

انواع پرتوها

پرتوهای یونساز

پرتوهای ذره ای

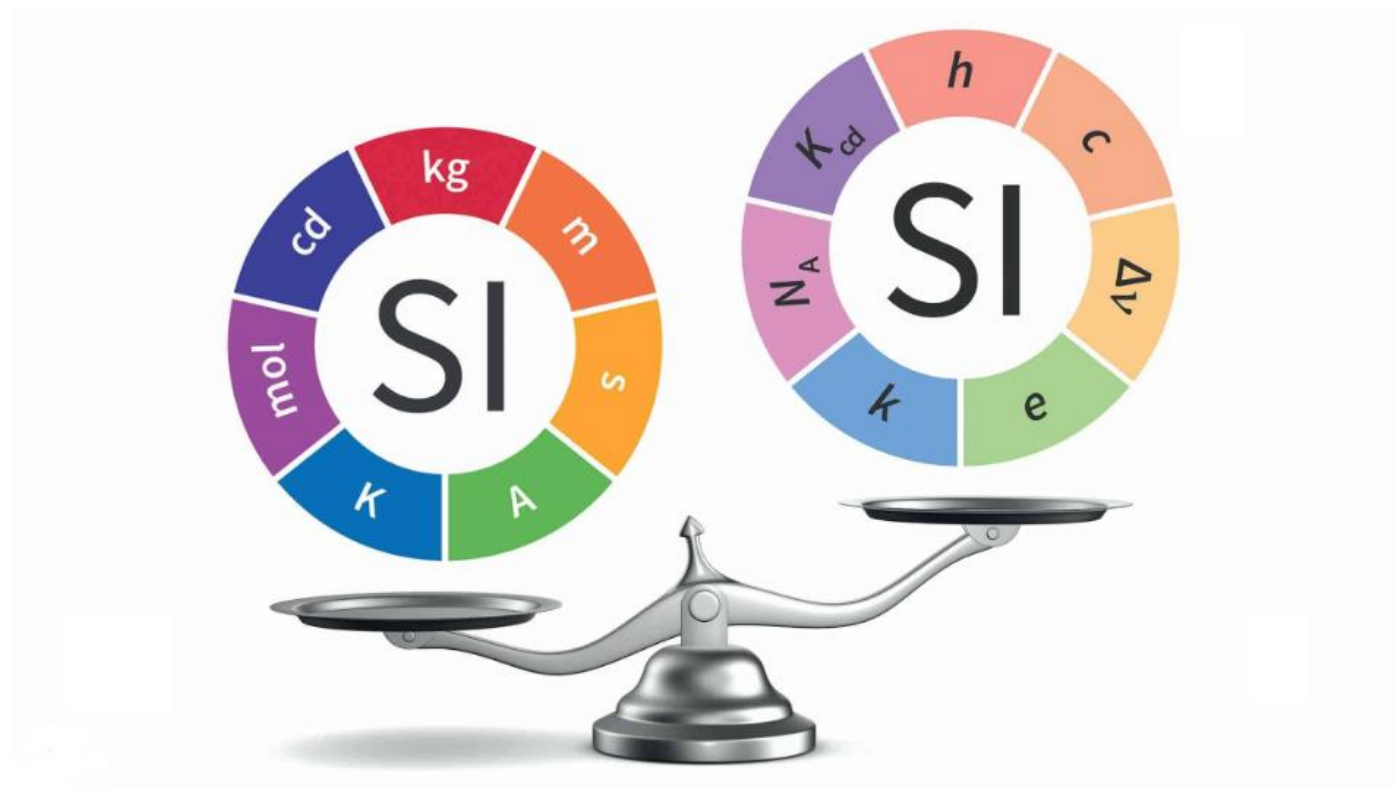
پرتوهای الکترو مغناطیس

- الکترون
- پروتون

- ایکس
- گاما

پرتوهای غیر یونساز

- ماکروویو
- امواج فرابنفش
- میدان های مغناطیسی



کمیت ها و یکاهای حفاظت در برابر اشعه

انواع کمیت ها

کمیت های پرتو سنجی
• توصیف میدان پرتو

پرتو دهی

کمیت های دز سنجی
• اندازه گیری میزان
مشخصی از پرتو

دز جذبی

دز معادل

دز موثر

دز موثر جمعی

دز موثر
معادل

انرژی

- انرژی عبارت است از توانایی انجام کار و کار عبارت است از
➤ جابجایی نقطه اثر نیرو و یکای هر دو در دستگاه بین المللی یکاها
➤ ژول (J) می باشد.

➤ ۱ ژول = ۱ [J] نیوتن متر [N.m]

- در حفاظت در برابر اشعه برای معرفی انرژی ذره ها از یکای
➤ الکترون ولت (eV) استفاده می شود.

➤ ۱ الکترون ولت = 1.6×10^{-19} [eV] ژول [J]





پرتودهی

- پرتودهی که با علامت (X) نشان داده می شود کمیتی است برای سنجش میزان فوتون های ایکس و گاما و سه نکته در تعریف آن حائز اهمیت است:
- 1. فقط برای فوتون ها تعریف می گردد.
- 2. در هوا بکار برده می شود.
- 3. کل بارهای هم علامت تولید شده را اندازه گیری می نماید .
- یکای جدید پرتودهی **کولن بر کیلوگرم (C/Kg)** و یکای قدیم آن **روننگن (R)** می باشد.



دز جذبی

➤ دز جذبی که با (D) نشان داده می شود کمیتی است که انرژی جذب شده از **کلیه پرتوها** در واحد **جرم هر ماده** را اندازه گیری می کند.

➤ یکای جدید دز جذبی **ژول بر کیلوگرم** ماده می باشد که نام ویژه آن **گری (Gy)** می باشد.

➤ یکای قدیم دز جذبی **راد (rad)** می باشد .

➤ **یک گری** عبارت است از انرژی معادل یک ژول ناشی از **انواع پرتوها** که به یک کیلوگرم از ماده منتقل میشود.

$$1\text{Gy}=100\text{ rad}$$

➤ **یک راد** عبارت است از انرژی معادل 10^{-2} ژول ناشی از **انواع پرتوها** که به یک کیلوگرم ماده منتقل می شود.



دز معادل

➤ دز معادل که با $(H_{T,R})$ نشان داده می شود کمیتی است که دز جذب شده در **بافت** را با توجه به **اثرات بیولوژیکی** آن را اندازه گیری می کند و برابر است با حاصل ضرب متوسط دز جذب شده از پرتو نوع R در بافت T $(D_{T,R})$ در ضریبی به نام **ضریب توزین پرتو** (W_R) .

$$H_{T,R} = D_{T,R} * W_R$$

➤ یکای جدید دز معادل مانند دز جذبی **ژول بر کیلوگرم** ماده می باشد که نام ویژه آن **سیورت (Sv)** می باشد.

$$1Sv = 100 \text{ rem}$$

➤ یکای قدیم دز معادل **رم (rem)** می باشد.



دز مؤثر

➤ دز مؤثر که با (E) نشان داده می شود کمیتی است که در محاسبه دز جذب شده در بافت ، علاوه بر نقش اثرات بیولوژیکی پرتوهای مختلف ، **نقش بافت های مختلف بدن** را (در ارتباط با وقوع آثار آماری ، نظیر سرطان ها) در نظر می گیرد و برابر است با مجموع حاصل ضرب دزهای معادل (H_T) در ضریبی به نام **ضریب توزین بافت (W_T)**.

$$E = \sum_T H_T * W_T$$

➤ یکاهای دز مؤثر همانند دز معادل **سیورت و رم** می باشد.

دوز پرسنل

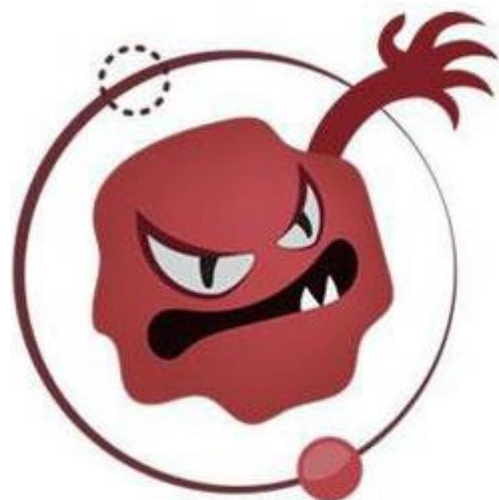
□ **حدود دوز:** پرتوگیری شغلی کارکنان باید از حد های زیر تجاوز نکند.

- میانگین دوز موثر سالیانه ۲۰ میلی سیورت در سال برای ۵ سال متوالی به شرط اینکه در یک سال دوز موثر ۵۰ میلی سیورت نداشته باشد .
- دوز معادل برای عدسی های چشم ۲۰ میلی سیورت در یک سال متوالی به شرط اینکه در یک سال دوز معادل عدسی چشم ۵۰ میلی سیورت نداشته باشد ..
- دوز معادل برای دست و پا و برای پوست معادل ۵۰۰ میلی سیورت در یک سال.

Dose limits are primarily from [ICRP Publication 103](#) Table 6. The occupational limit for the lens of the eye is from Paragraph 3 of the ICRP Statement on Tissue Reactions in [ICRP Publication 118](#).

اثرات پرتوهای یونساز

➤ اثر غیر مستقیم یا شیمیایی پرتو

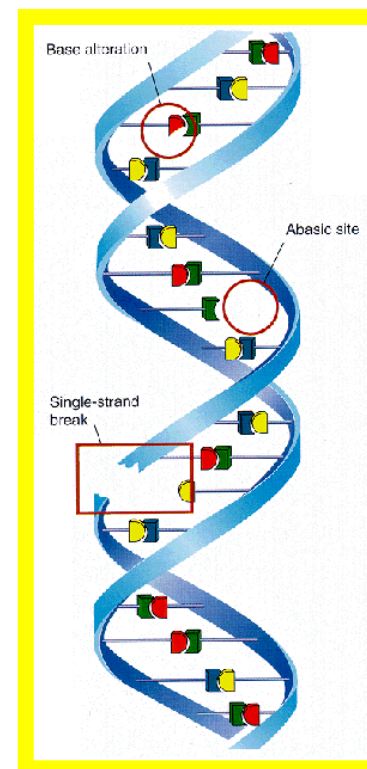


رادیکال آزاد



سلول سالم

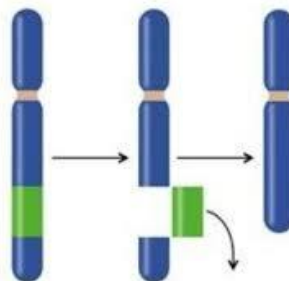
➤ اثر مستقیم یا فیزیکی پرتوها:



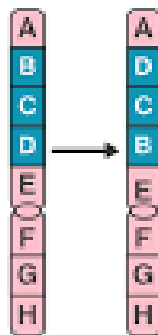


اثرات بیولوژیک پرتو

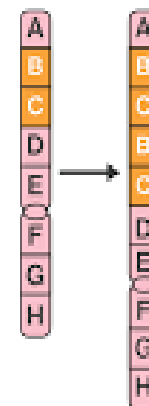
DELETION



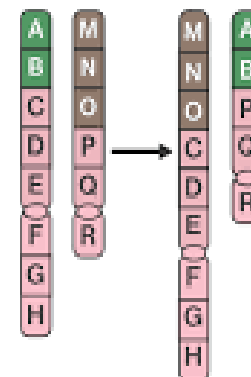
Inversion



Duplication



Reciprocal Translocation



اثر بر روی
کروموزوم



اثرات بیولوژیک پرتو

2. مرگ لحظه ای

- دریافت ۱۰۰۰ گری در چند ثانیه
- آسیب به DNA و پروتیین ها
- تغییر شکل سلول و ساختار آن

۳. مرگ تکثیری

- در دز ۱ تا ۱۰ گری
- از دست دادن توانایی تکثیر نامحدود

4. مرگ میتوزی

- در دزهای کم
- مرگ سلول بعد از چندبار تقسیم

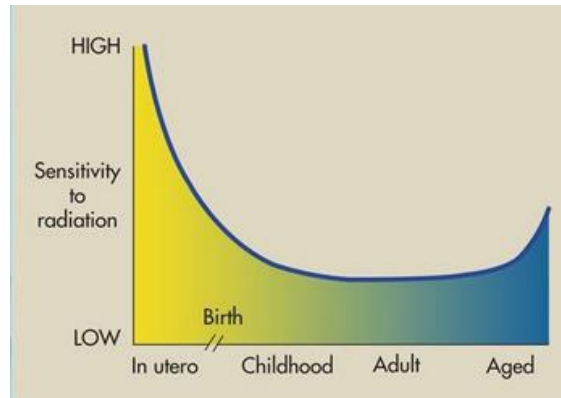
۵. تاخیر میتوزی

- دزی کوچک 0.01 گری
- اختلال در شروع تقسیم

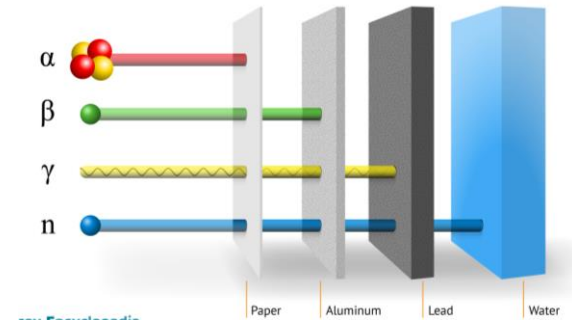
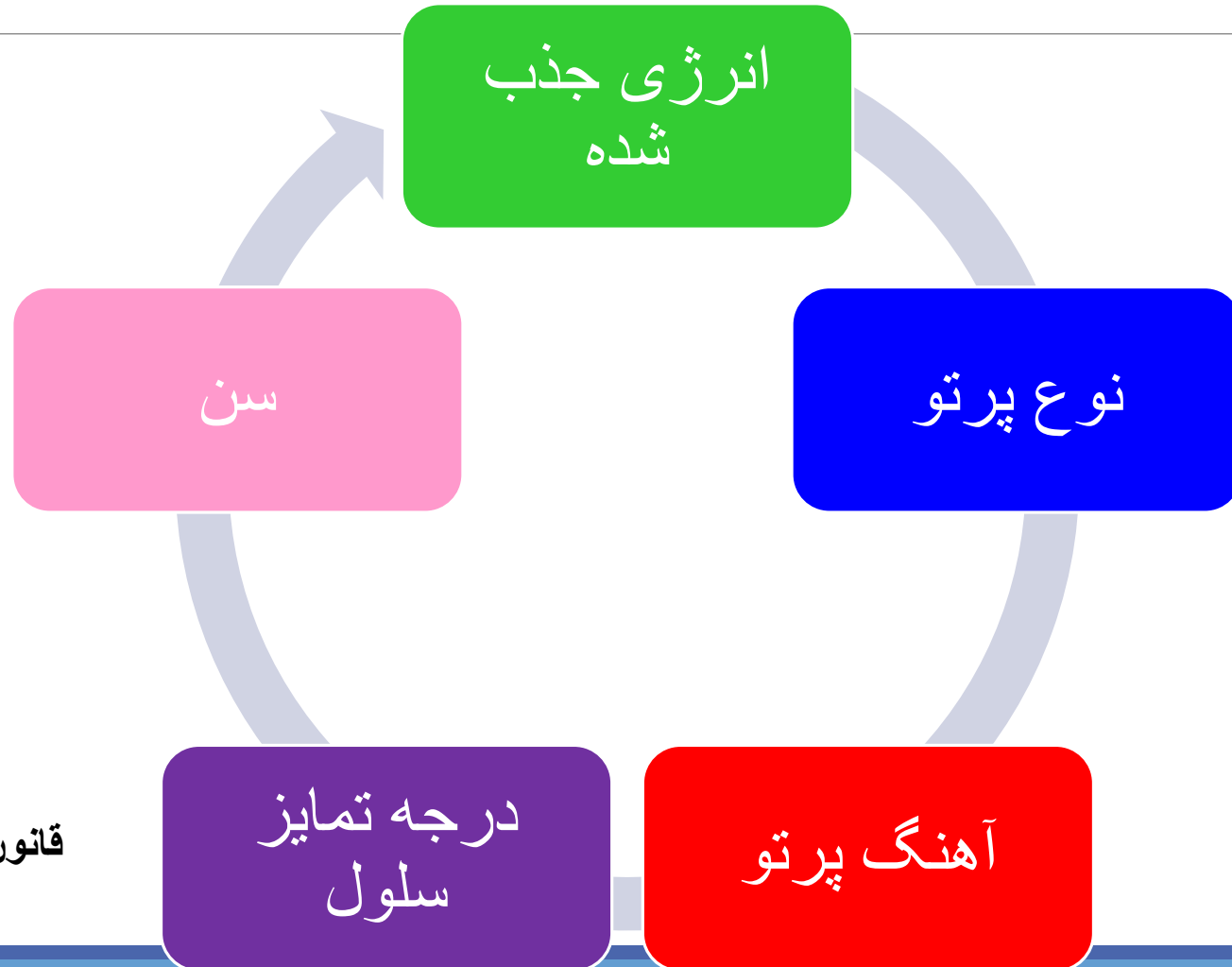


دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

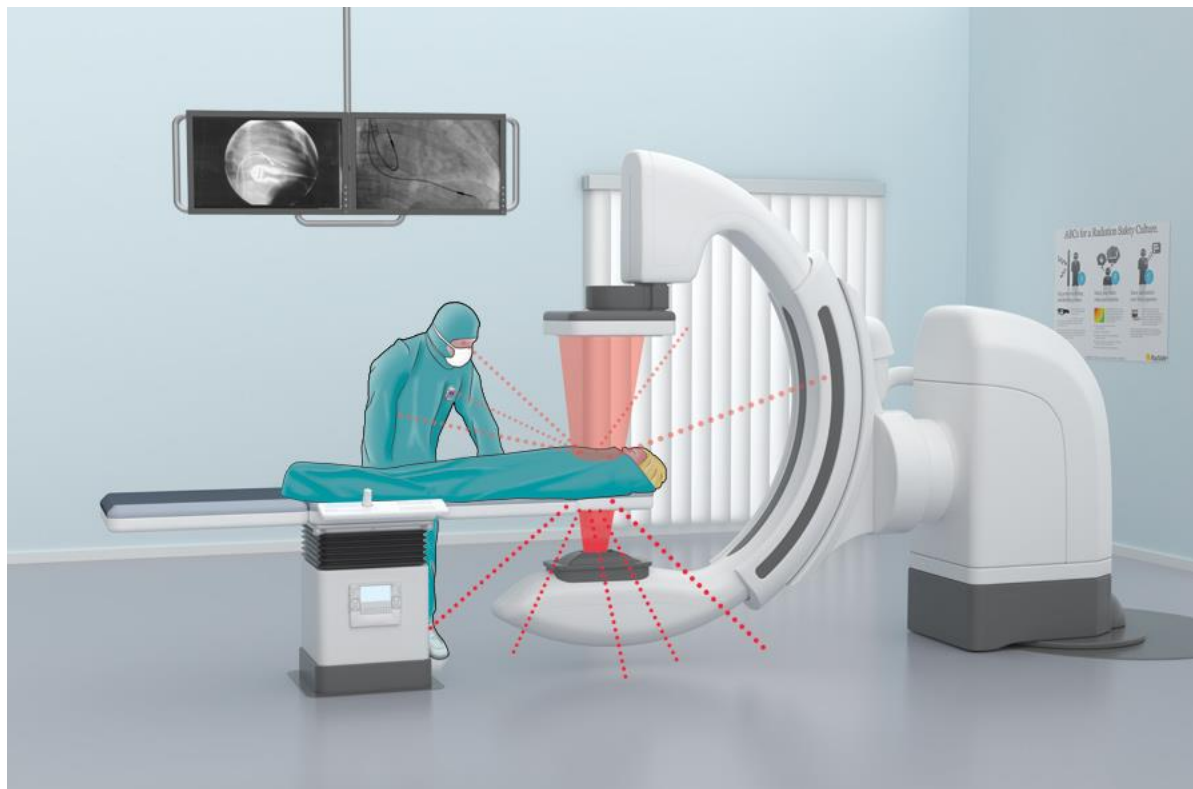
عوامل تشدید کننده اثر پرتو



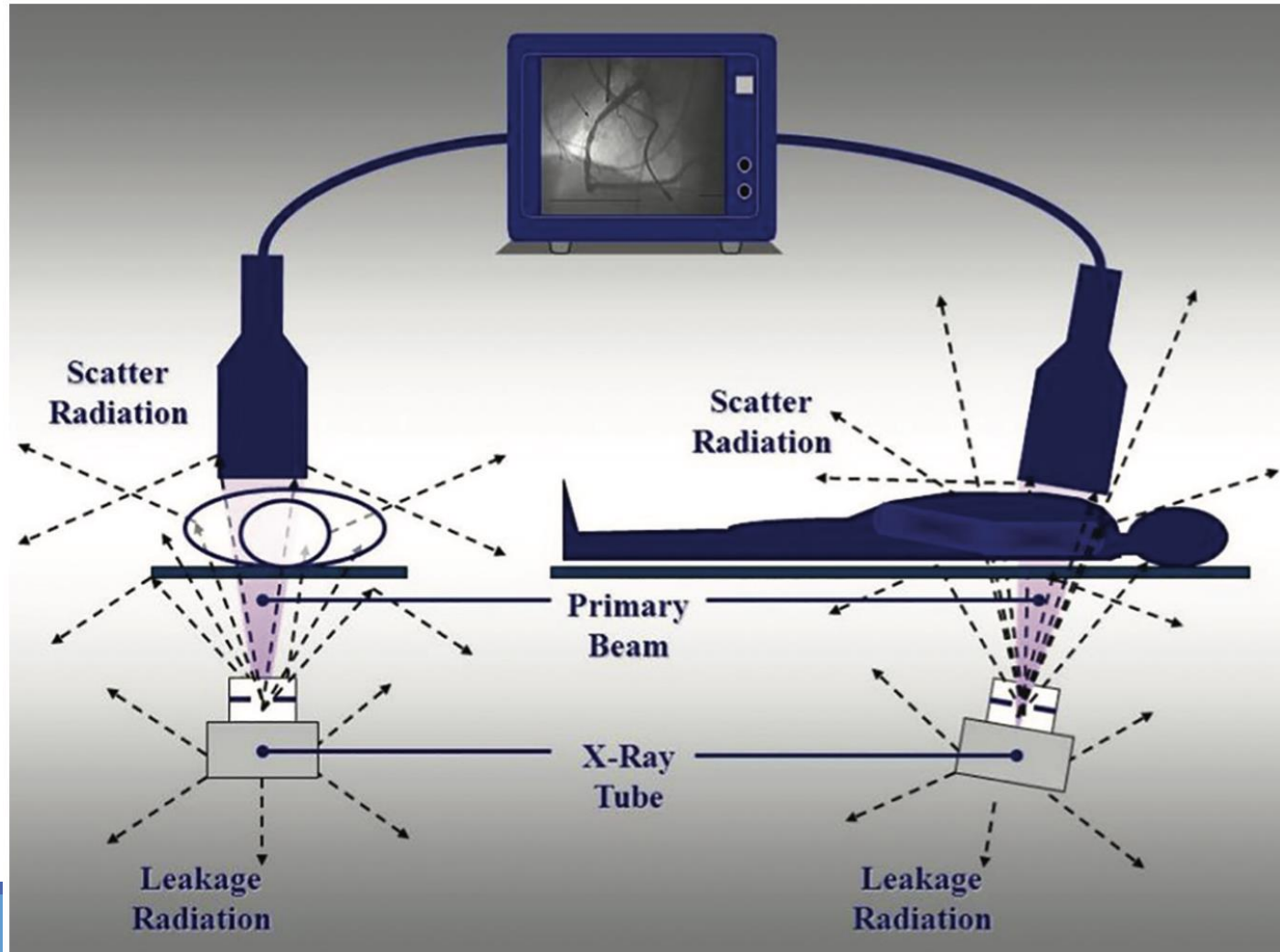
قانون برگونیه و تریباندو



عوامل تشدید کننده خطر پرتو گیری در آنژیو گرافی



انواع پرتوها در CathLab



❖ پرتوهای اولیه یا عبوری

❖ پراکنده : برخورد پرتو ایکس اولیه با تخت و بافت‌های بدن بیمار .

❖ نشتی

عوامل موثر بر شدت پرتو پراکنده

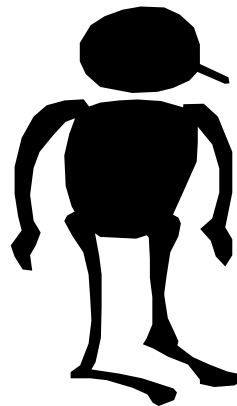
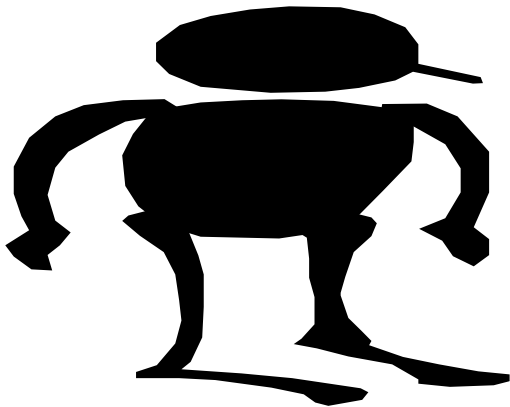
➤ شدت اشعه پراکنده به عواملی زیر وابسته است:

- اندازه بیمار
- انرژی پرتو
- زاویه تابش
- تاثیر مدهای عملیاتی دستگاه

تاثیر اندازه بیمار بر دز حاصل از پرتوهای پراکنده

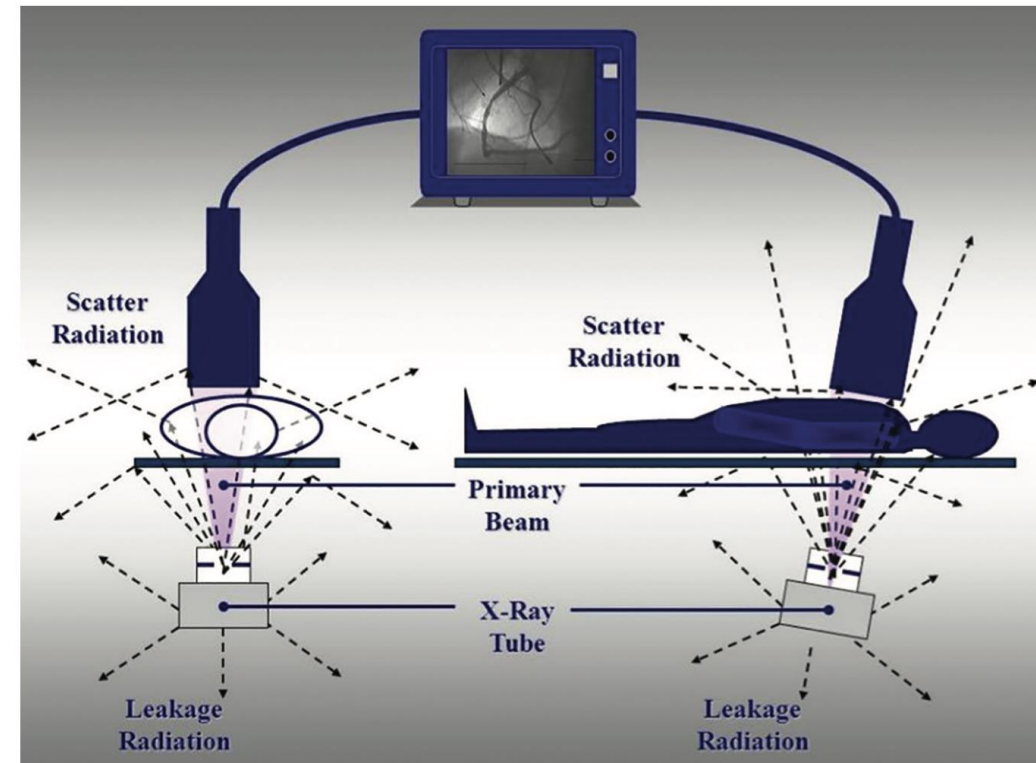
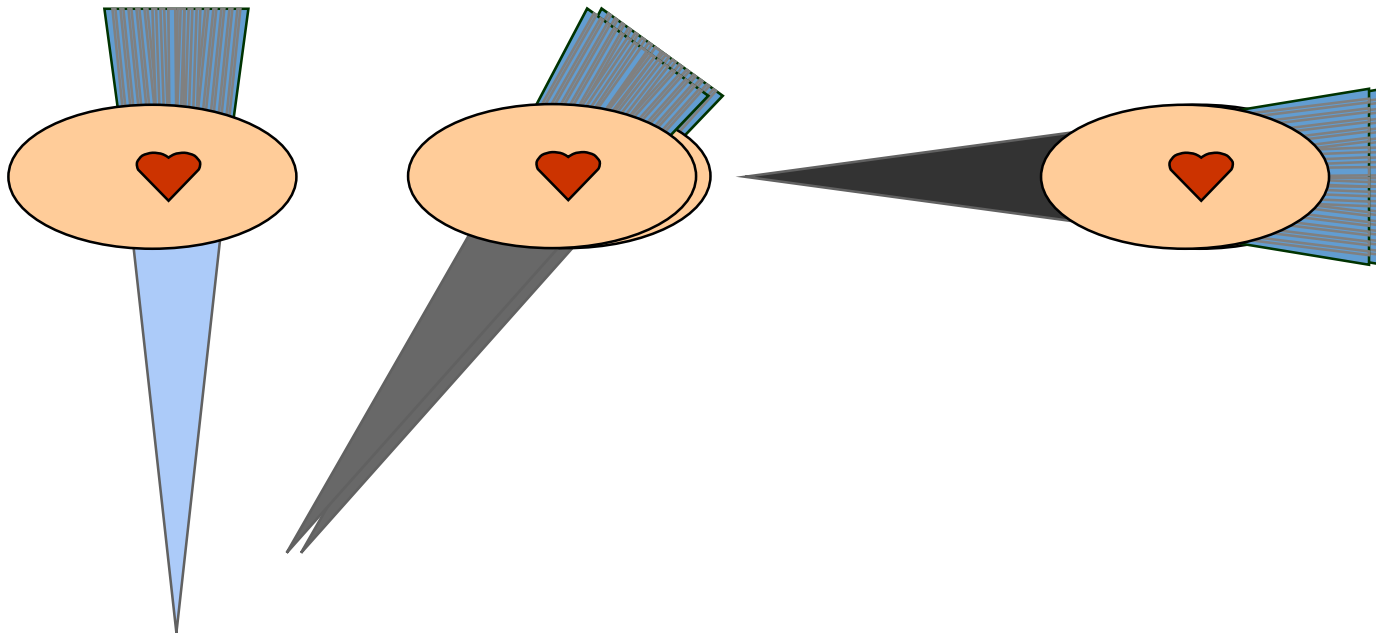
➤ ضخامت بیشتر بدن بیمار، به ویژه در ناحیه مورد بررسی، می تواند باعث افزایش قابل توجهی در میزان اشعه پراکنده شود.

➤ این افزایش از ۱۶ تا ۲۴ سانتیمتر می تواند تا پنج برابر باشد و از ۱۰ میلی سیورت بر ساعت به ۵۰ میلی سیورت بر ساعت در طول تصویربرداری سینه نگاری برسد.



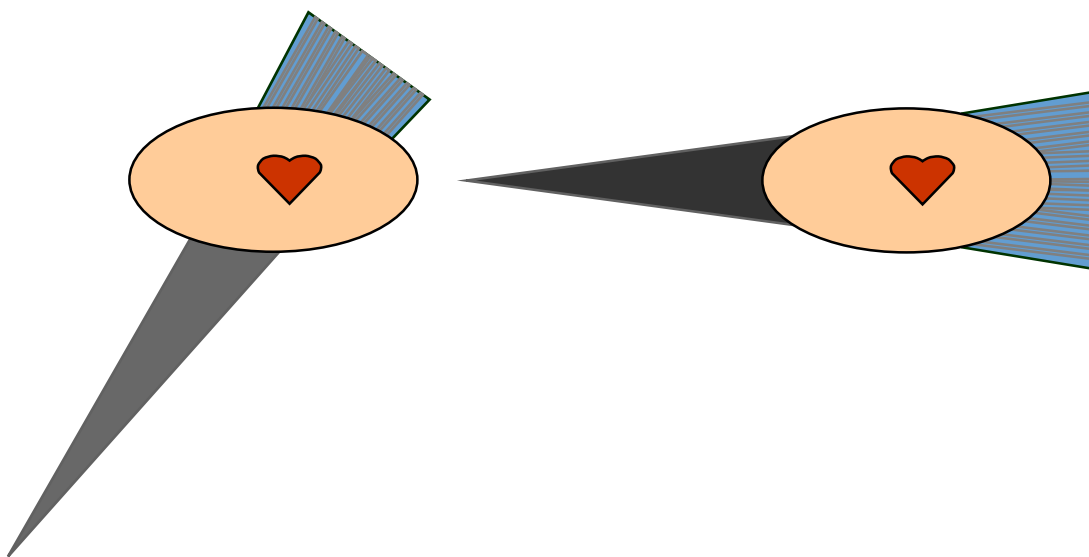
تاثیر زاویه تابش بر دز حاصل از پرتوهای پراکنده

زاویه‌های مختلف بازوی C می‌توانند نرخ دوز پراکنده را تا پنج برابر تغییر دهند.



حداکثر کردن فاصله

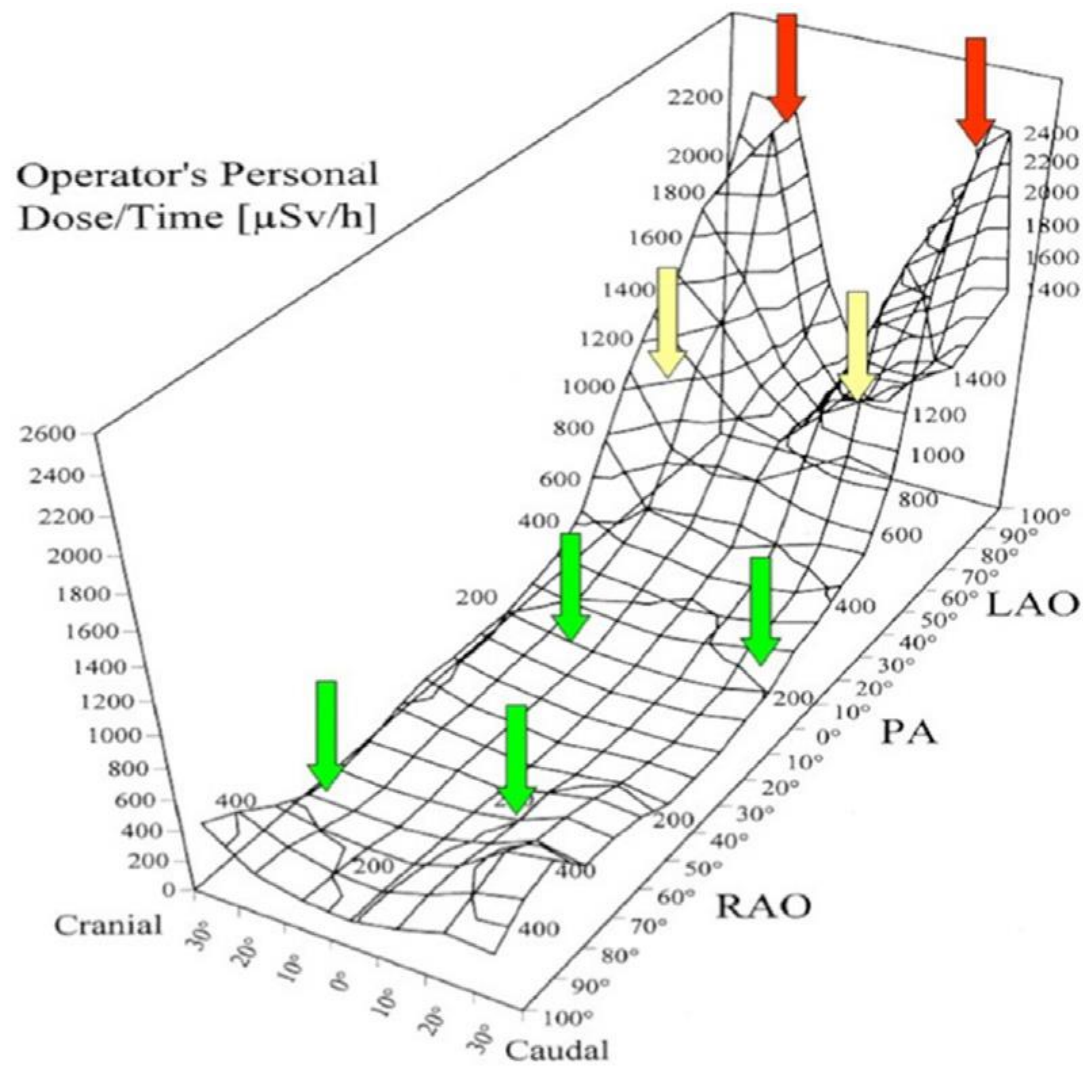
➤ حداقل کردن استفاده از زاویه‌های تند پرتو ایکس می‌تواند کاهش قابل توجهی در پراکندگی تابش داشته باشد.





دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

حداکثر کردن فاصله



➤ زاویه چپ قدامی مایل (LAO)
جمجمه‌ای بیشترین میزان پراکندگی
تابش را به سمت اپراتور در سمت
راست بیمار دارد.

تاثیر انرژی بر دز حاصل از پرتوهای پراکنده

➤ دستیابی به کنتراست بهینه در تصویربرداری با اشعه ایکس

➤ تنظیم انرژی پرتو ایکس برای آناتومی و هدف بالینی خاص جهت نفوذ و در نتیجه کنتراست یک شیء یا ساختار خاص در بدن

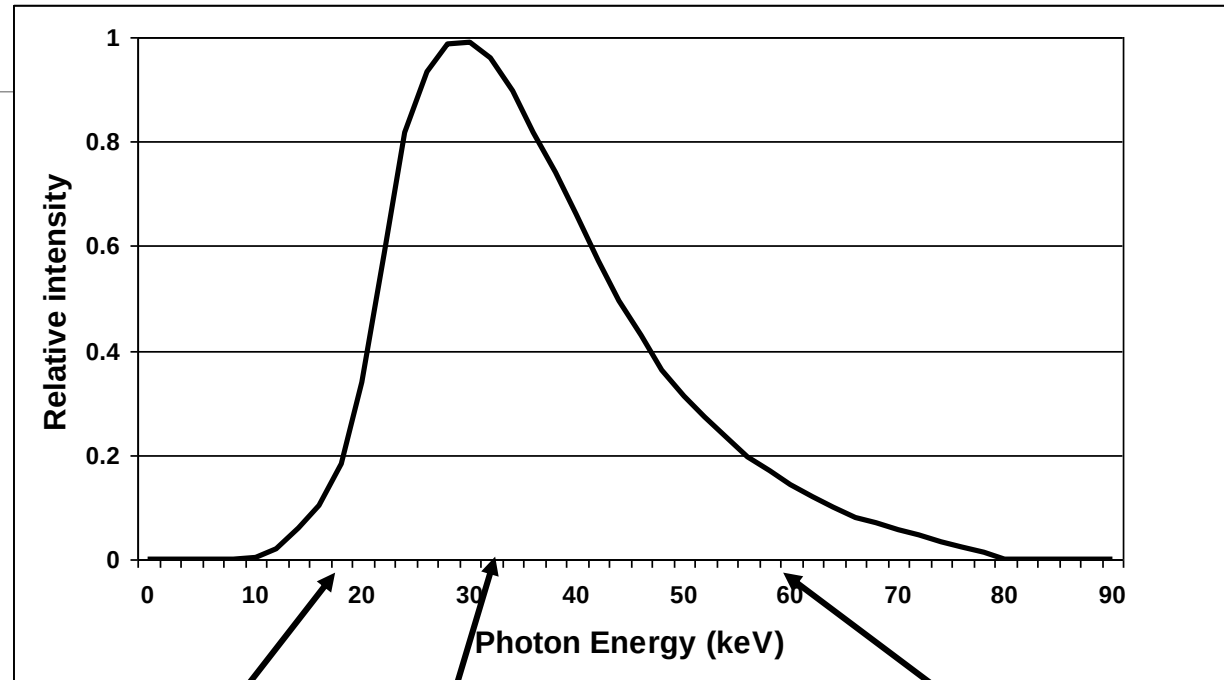
➤ تنظیم انرژی با توجه به انرژی لبه K مواد کنتراست جهت حصول بیشترین کنتراست



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

Beam energy:

In general, every x-ray system produces a range of energies.
Higher energy X ray photons → higher tissue penetration.



Low energy X rays: high image contrast but high skin dose

Middle energy X rays: high contrast for iodine and moderate skin dose

High energy X rays: poor contrast and low skin dose



تاثیر حالت های عملیاتی دستگاههای تصویربرداری

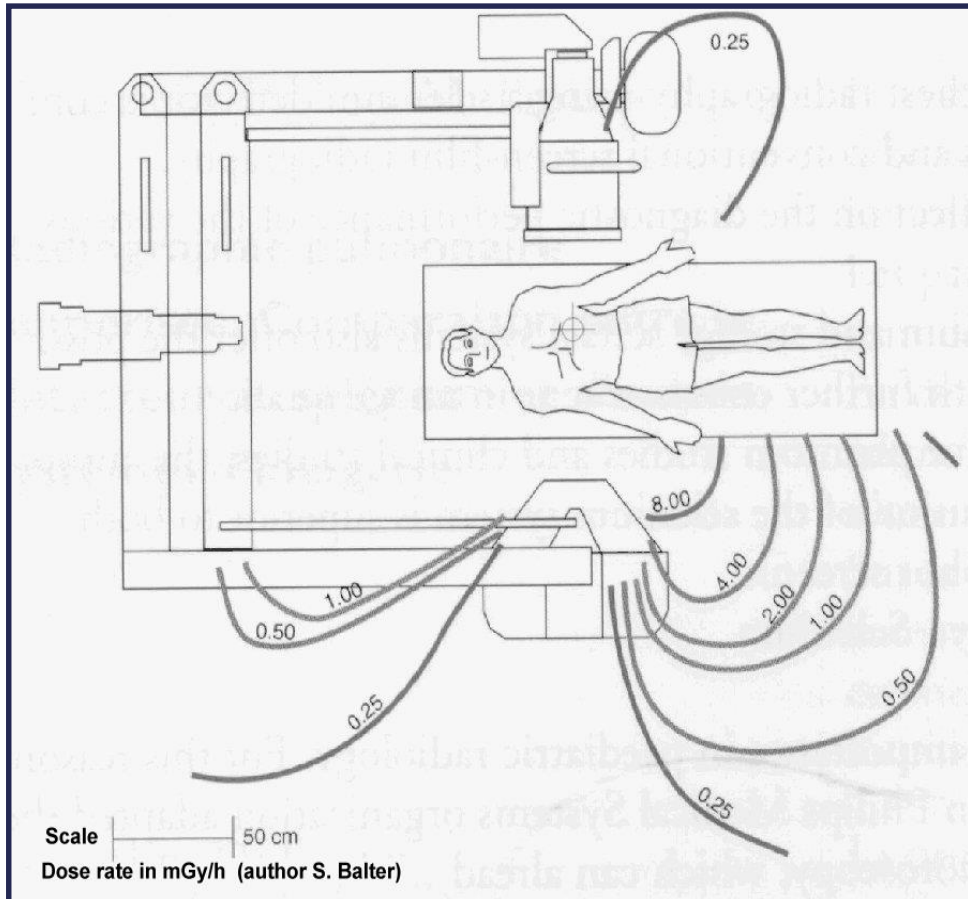
➤ تغییر حالت های عملیاتی دستگاه تصویربرداری، به ویژه از حالت فلوروسکوپی با شدت کم به حالت سینه نگاری با شدت بالا، می تواند منجر به افزایش قابل توجهی در میزان اشعه پراکنده شود.

➤ این افزایش می تواند تا ده برابر باشد و از ۲ میلی سیورت بر ساعت به ۲۰ میلی سیورت بر ساعت برای بیماران با اندازه متوسط برسد.

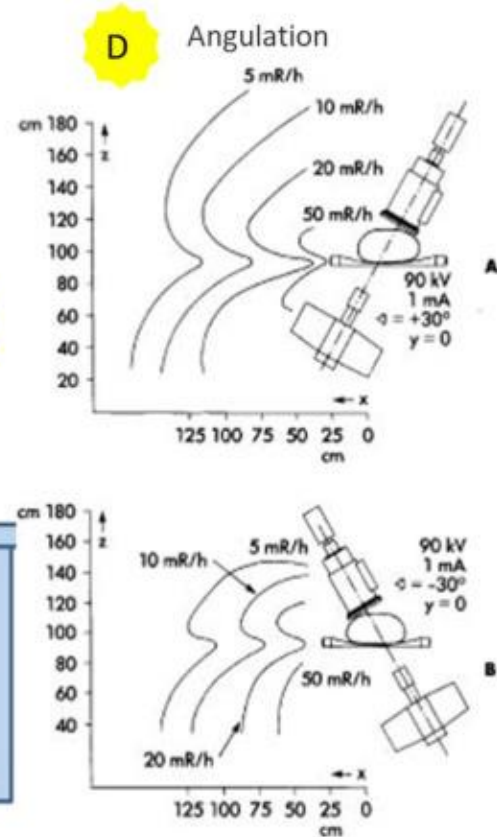
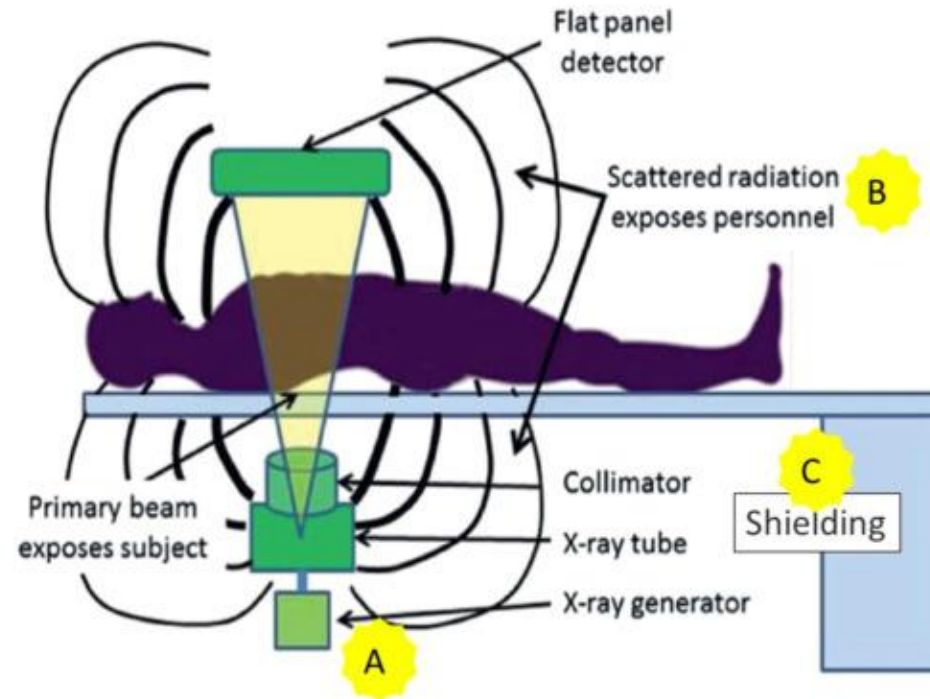


دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

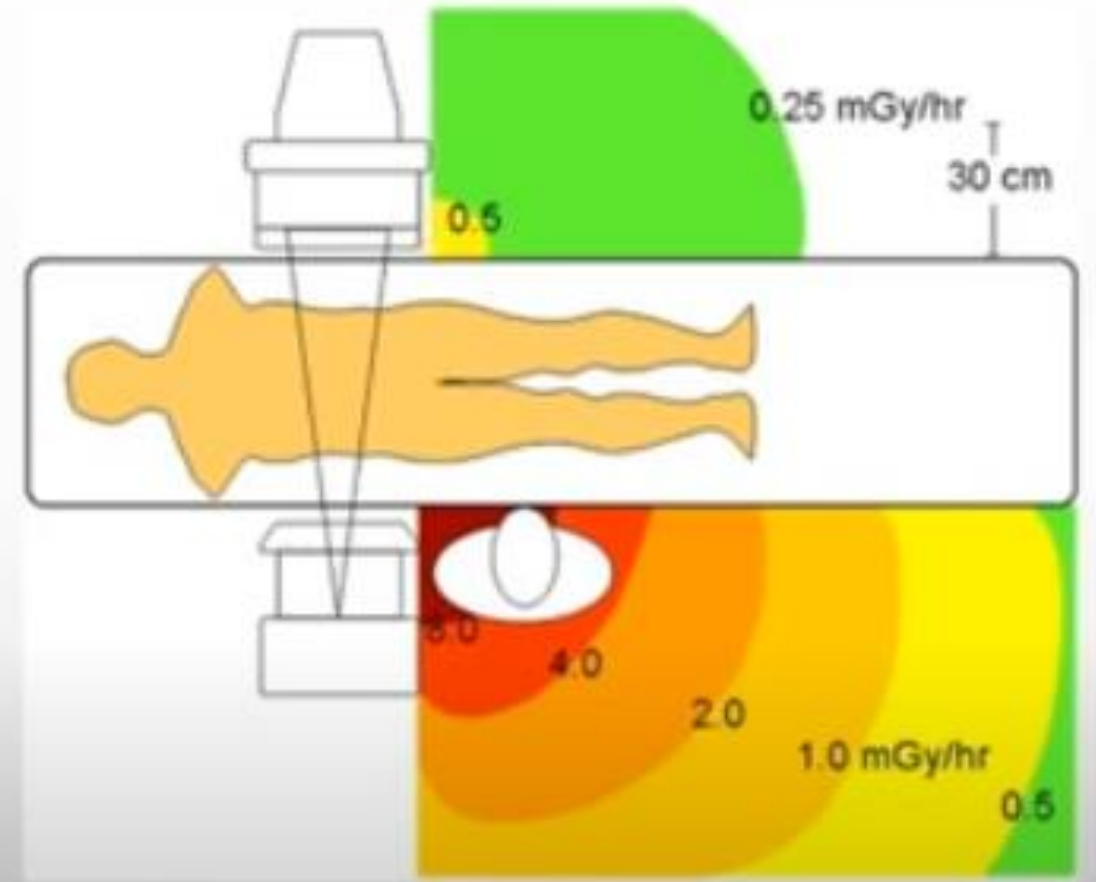
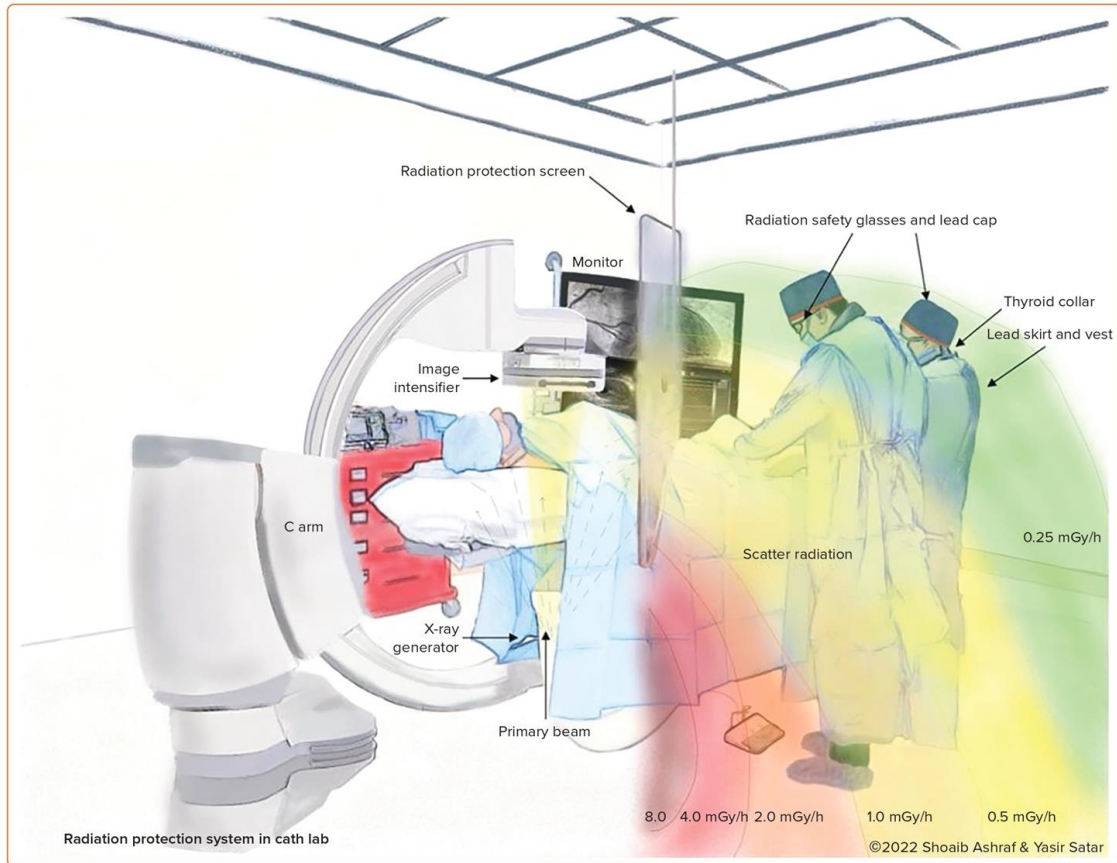
مکان هایی که بیشترین دز را دارند



Determinants of Radiation Exposure



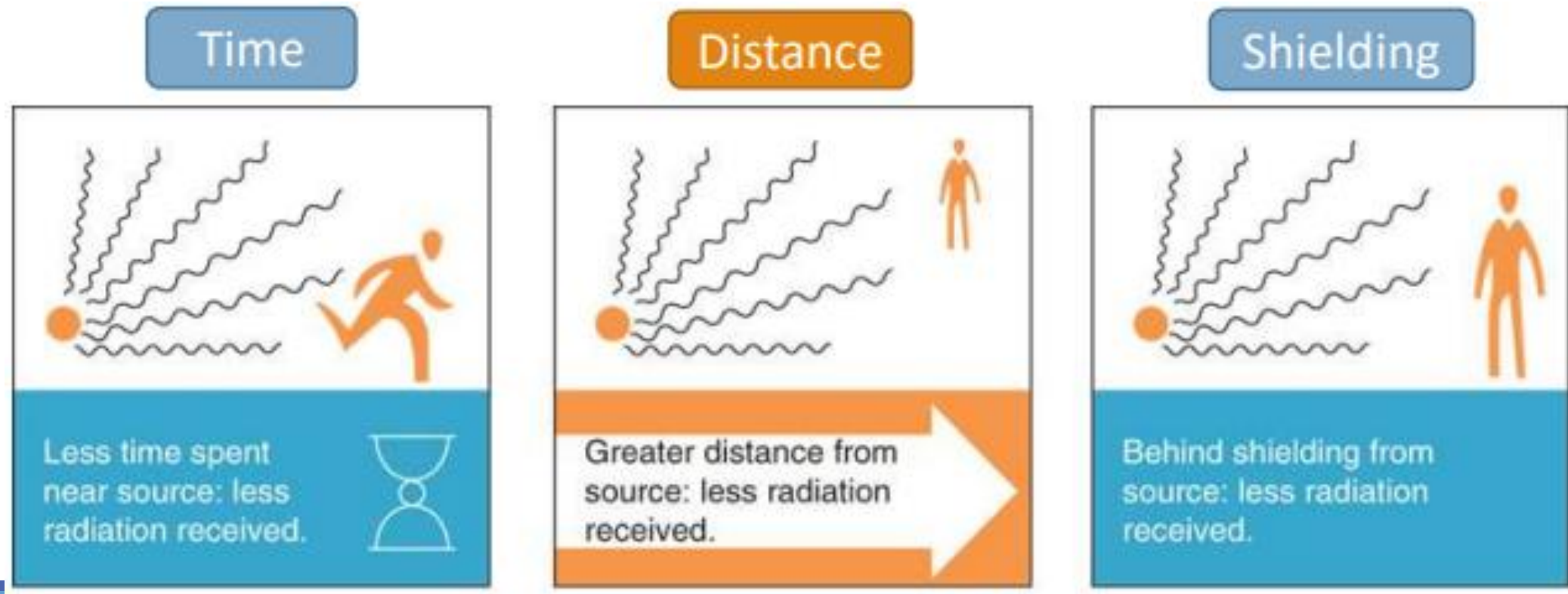
مکان هایی که بیشترین دز را دارند



اصول کلی حفاظت در برابر پرتو

اصول کلی حفاظت در برابر پرتو

سه اصل اساسی برای محافظت از خود و دیگران در برابر تشعشعات عبارتند از:



بهترین شیوه های عملی جهت حفاظت در آنژیوگرافی

کاهش زمان تابش

➤ کاهش زمان فلوئورو

➤ کاهش زمان سینما از طریق کاهش تعداد فریم

Fluoro-save ➤

➤ استفاده از فلورو پالسی



بهینه‌سازی کولیماسیون

➤ کنترل خودکار نرخ دوز (ADRC) Automatic dose rate control

➤ ControlRad

بهینه‌سازی بزرگنمایی

Avoid magnification – use Live Zoom ➤

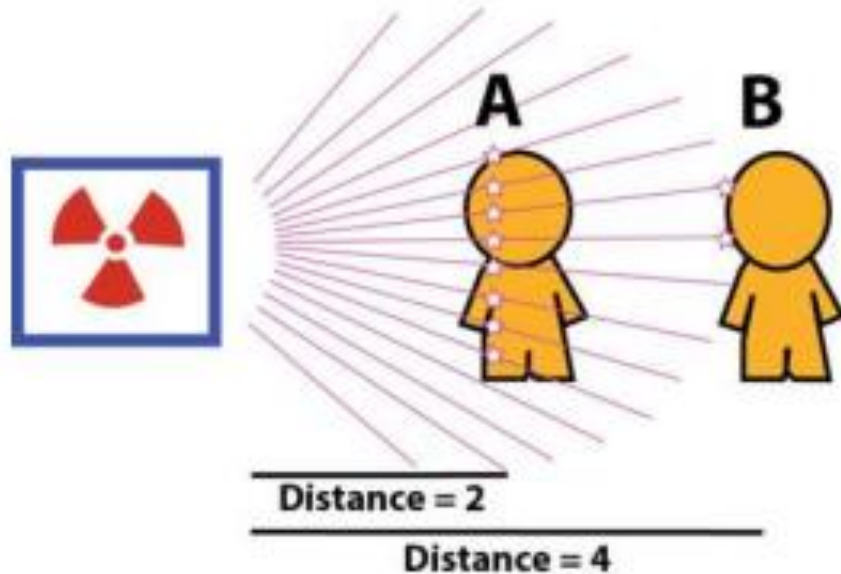
بزرگنمایی زنده

افزایش بزرگنمایی منجر به افزایش تابش می‌شود و باید به حداقل برسد. برخی از سیستم‌های مدرن امکان بزرگنمایی بدون تابش اضافی (یعنی ویژگی "بزرگنمایی زنده") را فراهم می‌کنند. این تصویر را در میدان دید بدون تابش اضافی بزرگ می‌کند.

حداکثر کردن فاصله - قانون مربع معکوس

➤ دوز تابش برعکس مجذور فاصله متفاوت است.

Distance B is twice distance A
Radiation dose at distance B (X_B) is 1/4 of distance A (X_A)



➤ اگر فاصله خود را از منبع اشعه ایکس دو برابر کنید، دوز شما به میزان ۴ برابر کاهش می یابد، یعنی ۲۵ درصد از مقداری که می شد!

➤ بیمار منبع تابش پراکنده است!! در طول فلوروسکوپی در کنار بیمار نایستید در طول سینما عقب بروید

حداکثر کردن فاصله

OPTIMAL

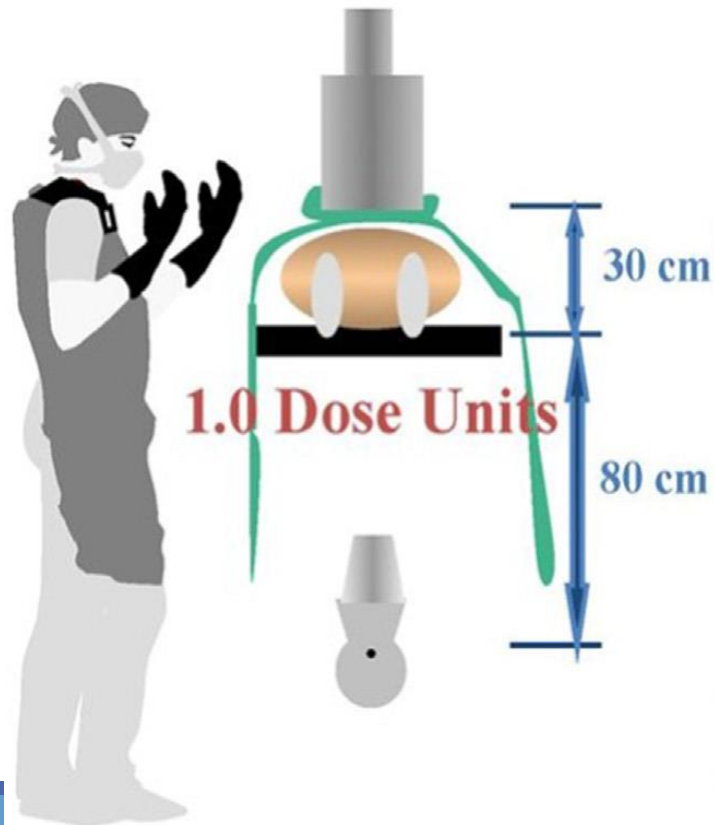
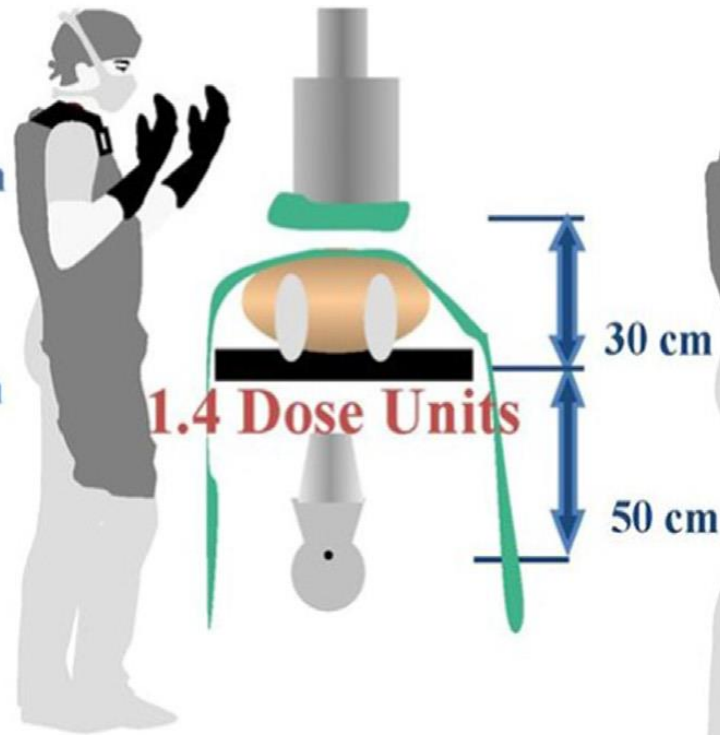
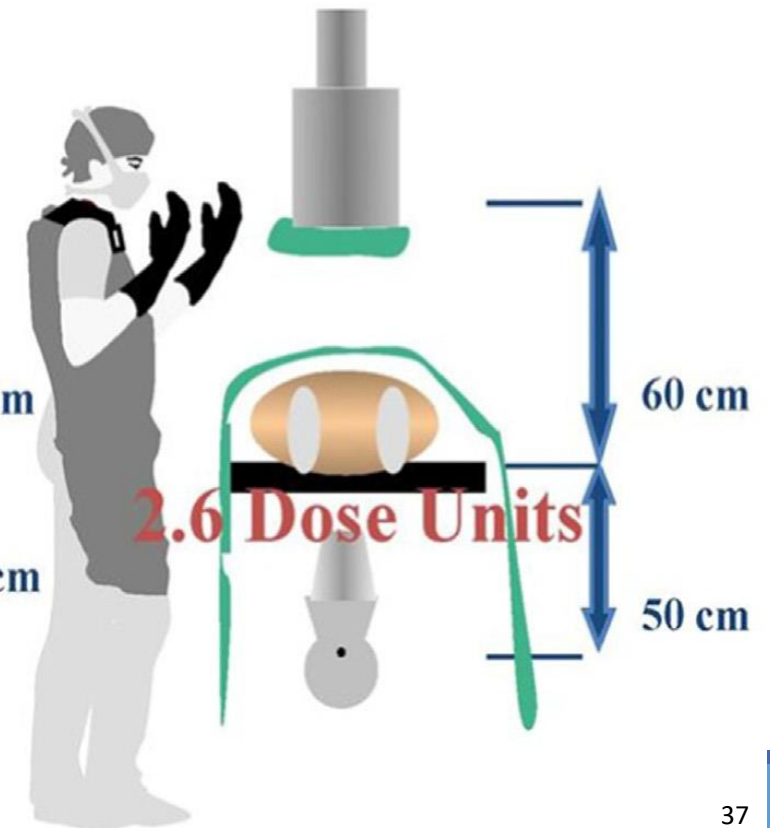


TABLE TOO LOW



**TABLE TOO LOW
Detector Too High**



تجهیزات حفاظت فردی



➤ دزیمترهای فردی

❖ دزیمترهای بچ مانند TLD/ فیلم بچ

❖ دزیمترهای Real time مانند سیستم RaySafe i3

➤ معایب دزیمترهای سنتی

➤ فقط فردی که دوزیمتر را به همراه دارد (پرستار، تکنسین یا اپراتور اتاق عمل آنژیوگرافی) را پس از وقوع، از سطوح بالای تابش مطلع می کنند.

➤ محدودیت عدم بهروزرسانی بلادرنگ در مورد مواجهه تجمعی با درجه بالا محدود می شوند و به طور کلی، کارکنان ممکن است هفته ها یا ماه ها تا زمان بررسی دزیمتر خود، اطلاع داده نشوند



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

تجهیزات حفاظت فردی

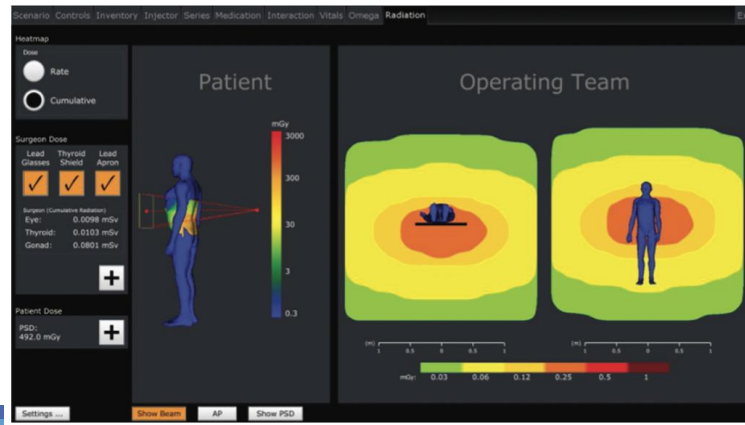
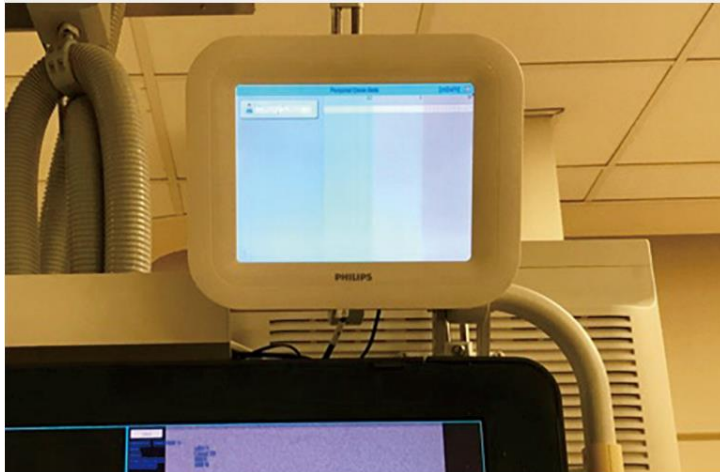
➤ دزیمترهای فردی

- ❖ دزیمترهای بچ مانند TLD/ فیلم بچ
- ❖ دزیمترهای مستقیم آنالوگ مانند دزیمتر قلمی
- ❖ دزیمترهای Real time الکترونیکی مانند سیستم RaySafe i3

➤ توسعه نمایشگر سطح تابش بلادرنگ به کارکنان اجازه می‌دهد تا فعالانه واکنش نشان دهند و از استراتژی‌های کاهش تابش برای محدود کردن مواجهه استفاده کنند.

➤ جایی که نشانگرهای دز داده‌های دوز زنده را به یک مانیتور نمایشگر در آزمایشگاه منتقل می‌کنند.

➤ به تیم‌ها این امکان را می‌دهد تا میزان تابش دریافتی شخصی خود را روی یک صفحه نمایش روی دیوار مشاهده کنند و موقعیت خود را تغییر دهند یا تغییرات دیگری (مانند آوردن یک سپر اضافی) برای کاهش قرار گرفتن در معرض تابش ایجاد کنند. همچنین دوز تجمعی هر کاربر نیز ثبت و نمایش داده می‌شود.



تجهیزات حفاظت فردی

➤ شیلد تیروئید

❖ ارتباط بین قرار گرفتن در معرض تابش و خطر ابتلا به سرطان تیروئید به خوبی ثابت شده است.

❖ نشان داده شده است که این خطر متناسب با دوز تجمعی تابش و سن در معرض قرار گرفتن است

❖ ضخامت اسمی استاندارد ۰.۲۵ تا ۰.۵ میلی متر سرب،

❖ مساحت مؤثر سپر و ترکیب مواد مهم‌ترین عوامل در کاهش میزان تابش هستند؛ مساحت مؤثر سپر حداقل حدود ۳۰۰ سانتی‌متر مربع توصیه می‌شود. ضخامت اسمی اهمیت کمتری دارد.

❖ تناسب محکم یقه تیروئید به دور گردن

تجهیزات حفاظت فردی

Bismuth masking reagent ➤

- ❖ معرف بیسموت ماسکینگ نوعی ماده‌ی محافظتی است که برای محافظت غده‌ی تیروئید از اشعه‌ی ایکس در طول روش‌های پزشکی مانند آنژیوگرافی استفاده می‌شود.
- ❖ این ماده معمولاً در یقه‌های تیروئید، که دور گردن پوشیده می‌شوند، تعبیه شده است تا میزان تابش اشعه‌ی ایکس به این عضو حساس را به حداقل برساند.
- ❖ بیسموت عنصری با چگالی بالاست که در جذب اشعه‌ی ایکس بسیار مؤثر است.
- ❖ با افزودن بیسموت به یقه‌ی تیروئید، ماده‌ی محافظتی اضافی فراهم می‌شود که میزان اشعه‌ی ایکس رسیده به غده‌ی تیروئید را کاهش می‌دهد.

تجهیزات حفاظت فردی

➤ عینک های سرب دار:

❖ ضخامت بهینه ۰.۳۵ تا ۰.۵ میلی متر سرب

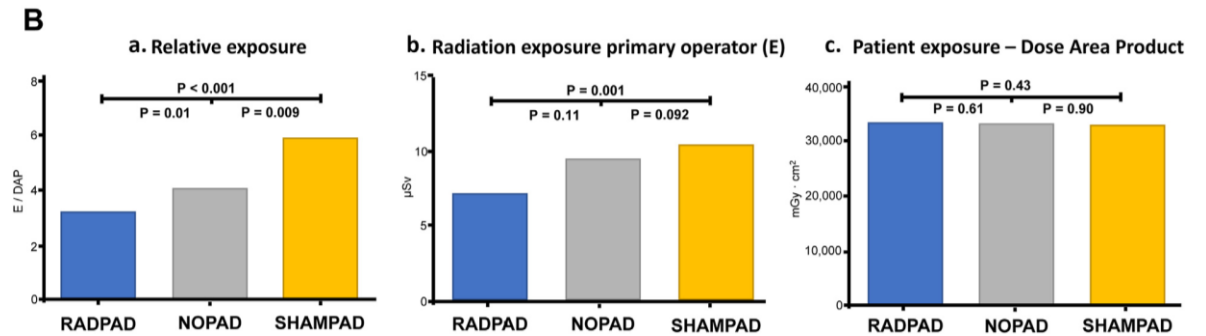
❖ حداکثر محافظت روبرو، جانبی و زاویه ای را فراهم کنید.

❖ فاصله بین لنز و قاب عینک محافظ در برابر اشعه و طول شیشه محافظ جلویی به طور قابل توجهی به محافظت زاویه ای کمک می کنند.

❖ پوشش های ضد انعکاس و ضد مه نیز در برخی طرح ها وجود دارد.

❖ تناسب مناسب با کنتور صورت Proper fit and facial contour

شیلدهای تابشی بیمار-محور



نوآوری در شیلد برای ایجاد محیطی بدون سرب

➤ محصولات نوآورانه‌ای که هم میزان تابش و هم آسیب‌های ارتوپدی را کاهش می‌دهند، شامل

- ❖ واحدهای سپر بدن معلق از سقف یا کف
- ❖ کابین‌های محافظ تابشی یا سیستم‌های بهبودیافته برای کاهش پراکندگی

➤ در نهایت، آرایش‌های خاصی از شیلد که بیمار و لوله را احاطه کرده‌اند، اکنون به اپراتورها اجازه می‌دهند بدون تجهیزات حفاظت شخصی کار کنند.

نوآوری در شیلد برای ایجاد محیطی بدون سرب

Zero-Gravity BIOTRONIK



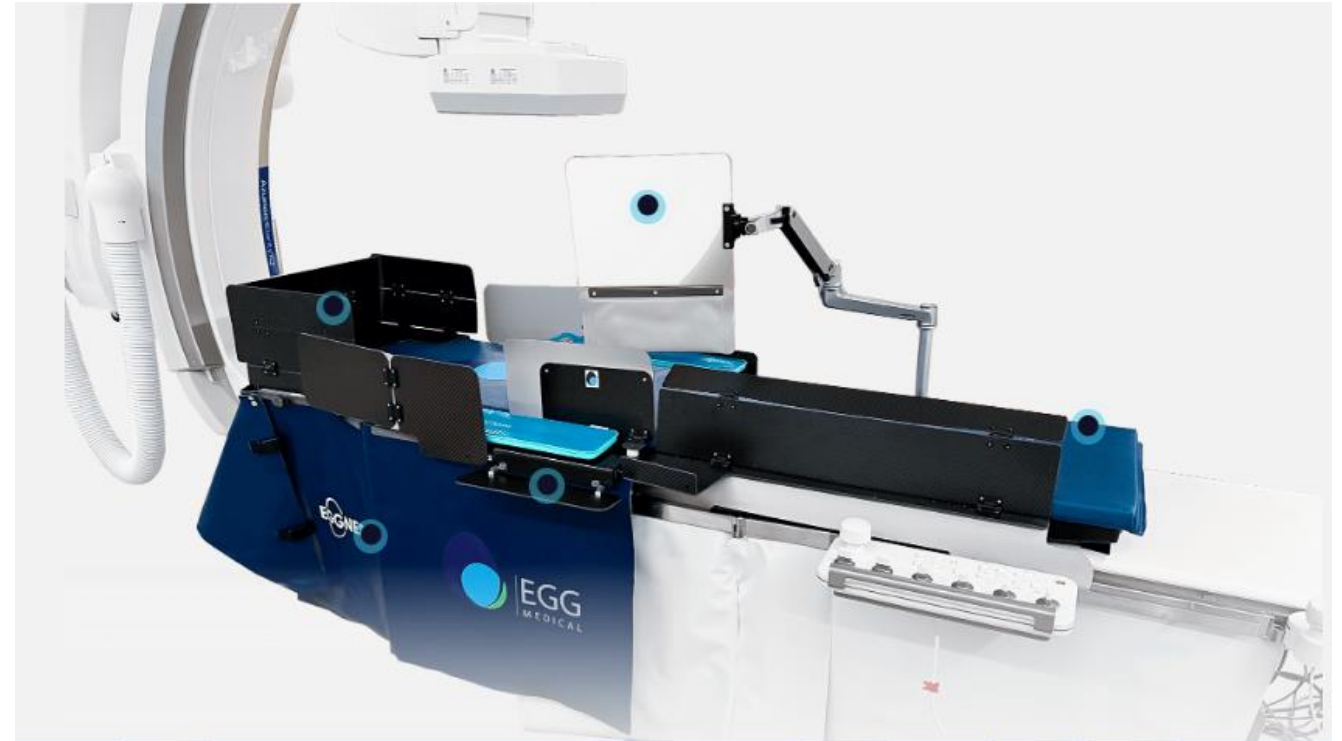
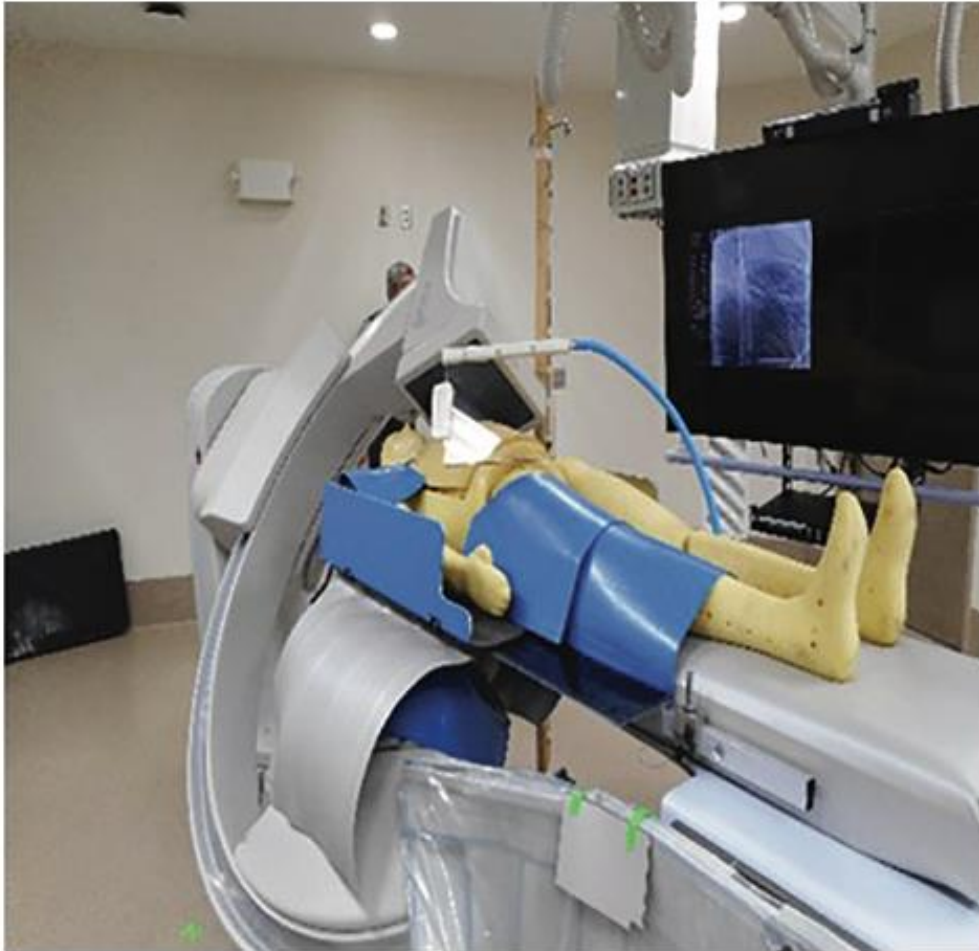
نوآوری در شیلد برای ایجاد محیطی بدون سرب

Radiation protection cabins



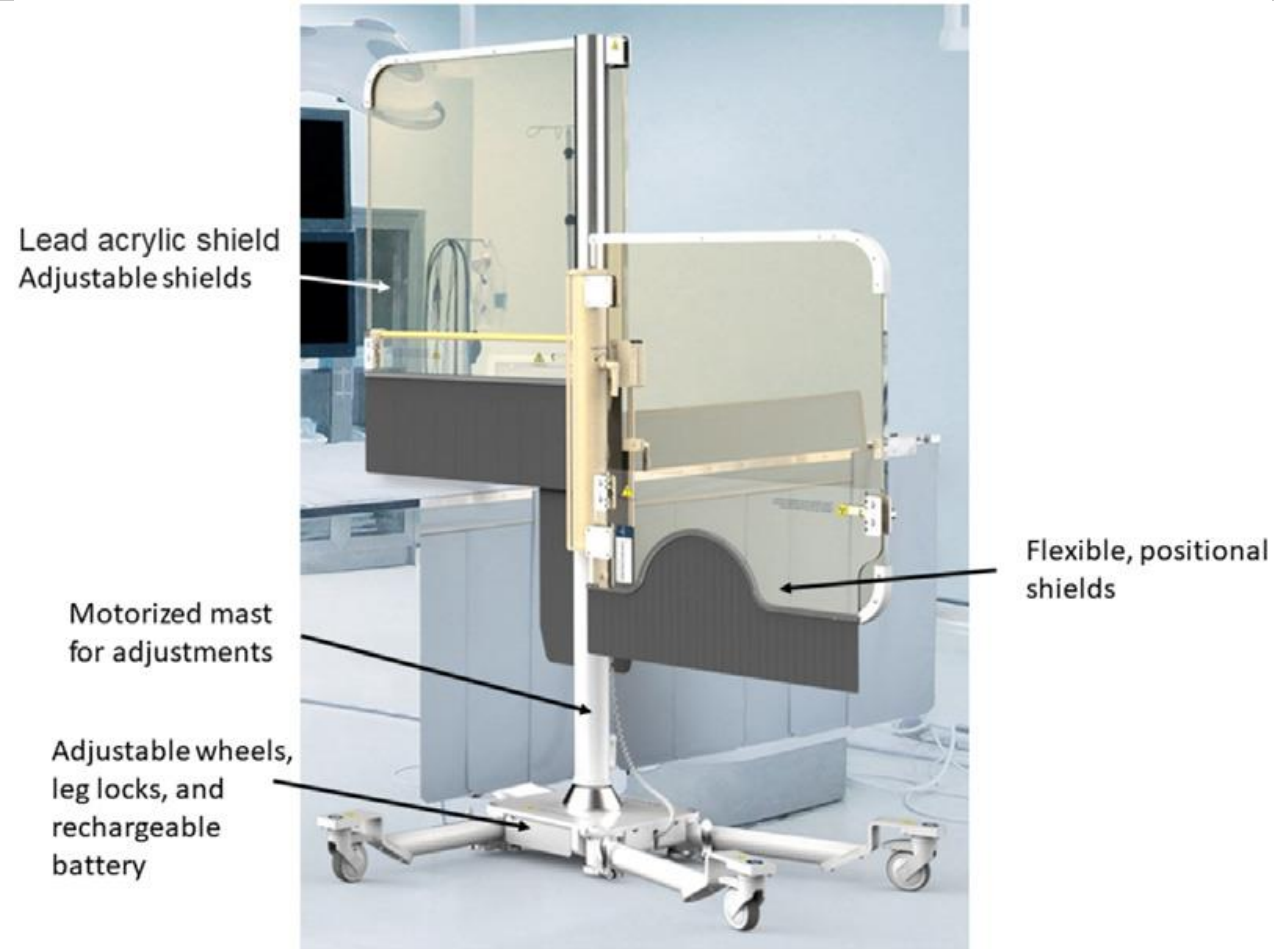
نوآوری در شیلد برای ایجاد محیطی بدون سرب

EggNest-XR (Egg Medical)



نوآوری در شیلد برای ایجاد محیطی بدون سرب

M1128 (Rampart ic, LLC)



تابش گیری در آنژیوگرافی رادیال یا فمورال

مطالعه در فرانسه: دسترسی شعاعی در واقع با تابش کمتری نسبت به دسترسی فمورال در مراکز با حجم بالا همراه است

یک متآنالیز از کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی و کنترل‌شده نتایج اولیه زمان فلوروسکوپی و محصول دوز-مساحت را بین روش‌های ترانس‌رادیال و ترانس‌فمورال بین سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۲۱ گزارش کرده‌اند، نشان داد که اگرچه روش شعاعی با افزایش تابش همراه است، اما این شکاف از سال به سال کاهش یافته است و در حدود سال ۲۰۱۹ به هم نزدیک شده است.

