



کاربرد پرتوها در پزشکی

همایش آموزشی بهداشت محیط بیمارستانها
دانشگاههای علوم پزشکی خراسان بزرگ

۸۹/۴/۲۳

www.hospitalhealth.blogfa.com

کاربرد پرتوها

حسنی یزدی

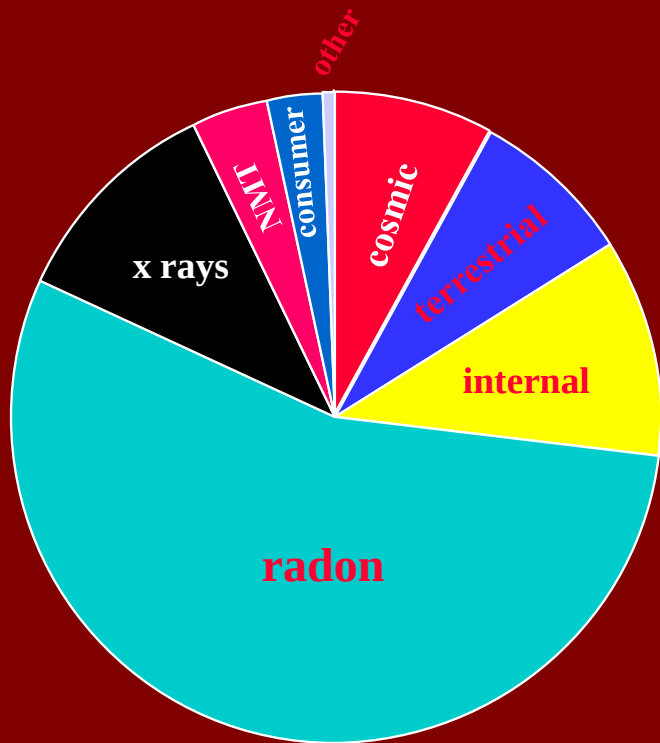
www.hospitalhealth.blogfa.com

www.hospitalhealth.blogfa.com

پرتوها

- ما در میان دنیای از امواج زندگی میکنیم
- بعضی قابل تشخیص به کمک حواس انسان و برخی خیر
- بعضی از امواج منشاء طبیعی دارند و بخشی مصنوعی که حاصل فعالیت‌های انسانی میباشد

SOURCES OF IONIZING RADIATION



~82% natural sources: •

- cosmic (from space) –
- terrestrial (from earth) –
- internal (in the body) –
- radon (radioactive gas) –

manmade sources: ~18% •

- diagnostic x-ray procedures –
- nuclear medicine procedures –
- consumer products –
- other –

منابع طبیعی پرتوزایی

- منابع طبیعی پرتوزایی شامل اشعه کیهانی (10 درصد کل تشعشعات) اشعه گاما از صخره‌ها و خاک (14 درصد که با وضعیت زمین شناسی منطقه بسیار متغیر است)، گاز رادون و تورن داخل ساختمانها (52 درصد که بسته به منابع موجود در منطقه متغیر است) و اشعه تجمع یافته در بافتها از طریق غذا و شرب (12 درصد) می‌شود.
- علیرغم تماس دائم ما با تشعشعات ناشی از منابع طبیعی حد آستانه‌ای برای خسارت وارده وجود ندارد و مقداری که باعث آسیب می‌شود تقریباً متناسب با کل مقدار اشعه جذب شده است، به طوری که ضروری است اشعه‌های خروجی منابع ساخت بشر که به محیط وارد می‌شود، محدود گردند.

تقسیم بندی پرتوها از نظر انرژی

الف) پرتوهای یونساز

ب) پرتوهای غیر یونساز

پرتوهای یونساز

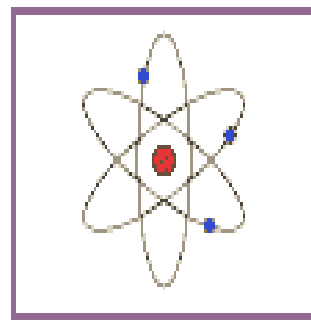
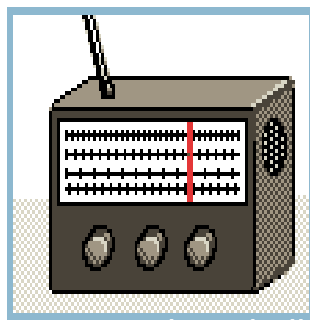
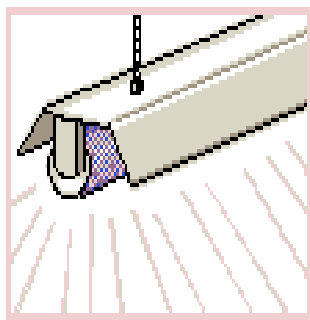
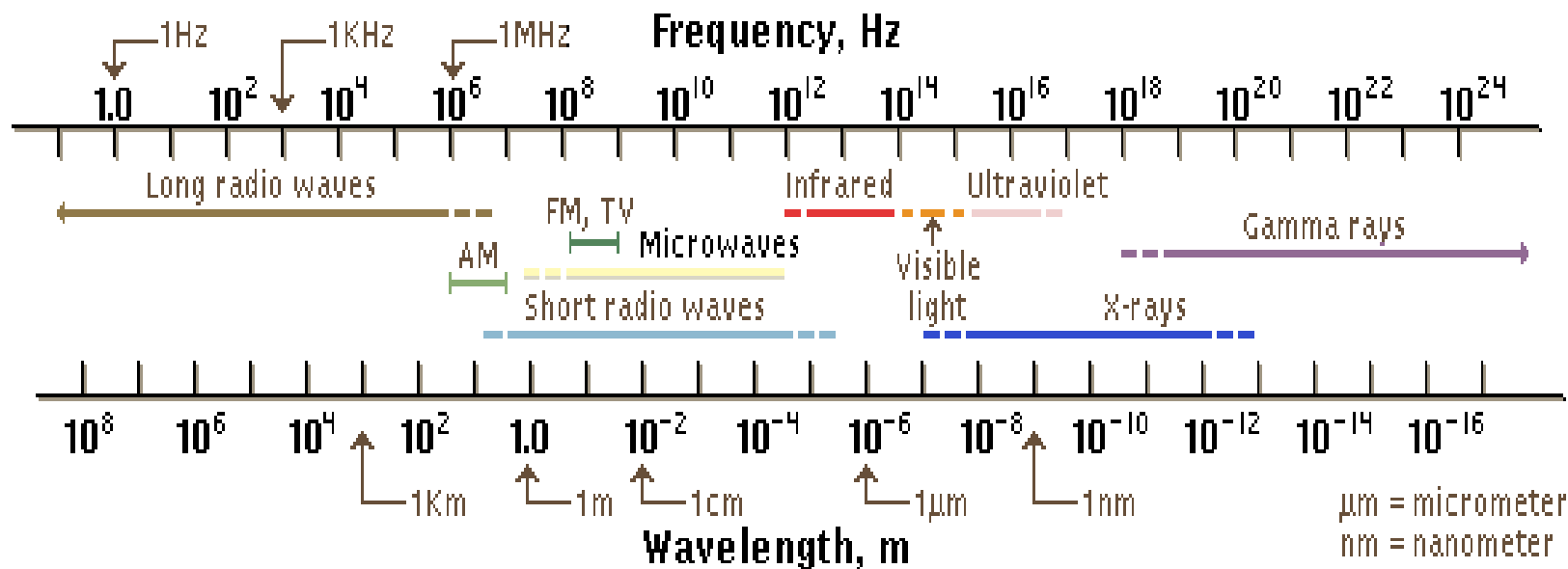
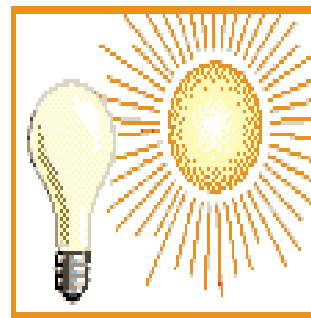
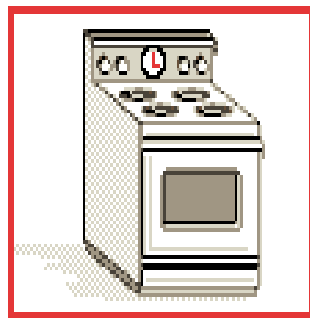
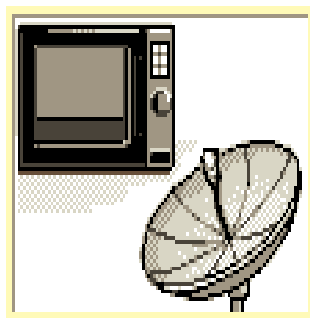
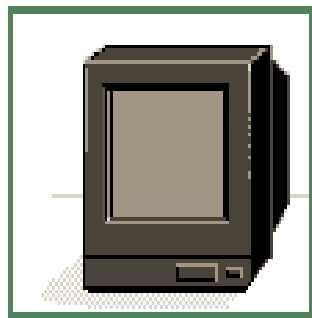
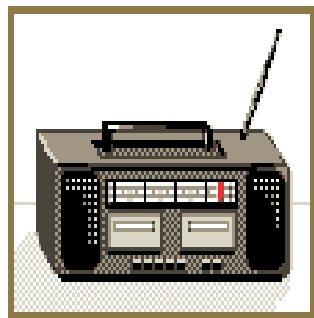
- * امواج یونیزان در طول موج های بسیار کوتاه امواج الکترومغناطیس تولید می شوند و به همین دلیل انرژی این پرتوها بسیار بالاست، به طوری که به راحتی قادرند پیوندهای شیمیایی را در بافتهای بیولوژیکی شکسته و یا به راحتی به عوامل ژنتیکی آسیب وارد سازند
- مثل :
- اشعه X، گاما، رادیولوژیها، فلوروسکوپی ها، سی تی اسکن ها، رادیوتراپی ها و...
-

پرتوهای غیر یونیزان

امواجی هستند که انرژی آنها به اندازه ای نیست که قادر باشد پیوندهای شیمیایی را در بافتهای بیولوژی بشکنند.

- این امواج شامل: تلفنها اعم از ثابت بی سیم، موبایل و دستگاههای مخابراتی، هیترهای ماکروویو، لامپ های لیزری (کلاس 3 و 4 با قدرت 5 تا 500mv نیاز به ایمنی دارد)،

- لیزرهای نشانگر (پونیتور)، لامپهای بخارات جیوه، فرهای ماکروویو، برج های مخابراتی، MRI (تصویربرداری مغناطیسی)، رادارها، ایستگاههای ثابت رادارها، ایستگاههای گیرنده و فرستنده رادیو تلویزیون، آنتنهای زمینی ماهواره ها، سیستم های برق فشار قوی، تشعشعات ماوراء بنفش می باشند.



کاربرد پرتوها

■ صنعت

■ کشاورزی

■ پزشکی

• الف (تشخیص

• ب (درمان

کاربرد پرتوها در پزشکی

- یکی از مهمترین بخش‌های بیمارستانی ، بخش پرتونگاری می باشد که در جهت شناخت بیماری‌ها به پزشکان معالج کمک می‌کند.
- اساس کار پرتونگاری عبارت از ایجاد يك تصویر مناسب از نظر تشخیصی و حفاظت بیمار در برابر پرتو می‌باشد.

Diagnostic Imaging



(DDR ،Direct Digital Radiography

- **DR** مزایای پزشکی زیادی دارد. برای مثال درصد بالای شباهت با فیلم و قدرت تشخیص بالای سیستم DR می تواند بهترین تصاویر را در حین کاهش پرتوگیری بیمار تهیه کند.

- تصاویر DR بصورت دیجیتالی روشنتر می شوند و با دستکاری نرم افزاری می توان اطلاعات بیشتری را از تصویر گرفت که به تشخیص و درمان خیلی کمک می کند.

سي تي اسکن (CT-SCAN)

- اين شيوه تصوير برداري در حقيقت به معني تصوير گيري مقطعي و عرضي از اعضاي بدن مي باشد.
- computerized tomography scan مي باشد که کلمه scan اسکن به معني تقطيع کردن و واژه توموگرافي از Tomo به معني برش يا قطعه و graphy به معني شکل و ترسيم است، گرفته شده است.
- در اصل به معني تصويرگيري از برشهاي قطع شده از يك عضو به صورت کامپيو تري مي باشد.



ساختمان یک دستگاه سی تی اسکن

از یک میز برای قرار گرفتن بدن بیمار ،
یک گانتری که سر بیمار در آن قرار می گیرد،
یک منبع تولید اشعه ایکس ،
سیستمی برای آشکار کردن تشعشع خارج شده از
بدن،
یک کامپیوتر برای بازسازی تصویر و کنسول
عملیاتی که تکنولوژیست رادیولوژی بر آن قرار
می گیرد، تشکیل شده است.

مامو گرافي



- ماموگرافی یکی از شاخه‌های رادیولوژی و تصویربرداری از طریق اشعه X است
- و از آزمونهای تشخیصی برای بررسی بافت پستان میباشد که اشعه‌هایی با کیلوولتاژ پایین ، با دامنه حدود 28-32 کیلوولت را تولید می‌کند،
- دلیل تولید پرتوهای انرژی پایین استفاده از خاصیت کنتراست بالای این نوع پرتوها در انرژی‌های پایین می‌باشد. در عوض برای کاهش دز افزایش یافته، از تکنیک فشرده سازی سینه (compression) در سطح افقی استفاده می‌شود.
- دز تشعشعی موثر از يك ماموگرافي در حدود 7/0 mSv است که مشابه میانگین تشعشع دریافتي حاصل از امواج پس زمینه در طول سه ماه براي يك شخص عادي مي باشد

رادیوگرافی دندان



پری اپیکال

- در رادیوگرافی داخل دهانی جهت تصویربرداری فیلم داخل دهان بیمار قرار می گیرد و تصاویر رادیوگرافی تاج و یک سوم فوقانی ریشه دندانهای فوقانی و تحتانی را نشان می دهد
- در یونیت های داخل دهانی تیوب مواد اشعه X دارای کولایزاتور استوانه ای و یا مخروطی جهت محدود کردن و شکل دادن به پرتو X و کاهش تشعشع پراکنده است .
- در بعضی نمونه ها ، مخروط بلند دیگری جهت محدودسازی پرتو، برای افزایش SID و کاهش بیشتر دوز اشعه دریافتی بیمار وجود دارد .

(OPG)Ortho Pantomo Gram

- ریشه Ortho به عنوان ارتودنטיک به دندان باز می گردد.
- ریشه Pan به سیستم نمایش پانورامیک باز می گردد که با اجرای تکنیک ایجاد می شود.
- توموگرام یک تصویر اشعه x است که توسط فوکوس روی یک صفحه منفرد از بدن بیمار ایجاد می شود.
- دستگاه OPG به صورت خاصی طراحی شده است که تصویر x-ray توموگرافیک- پانورامیک از دندان ها و فک و مفصل TMJ در اختیار قرار می دهد. اساس فیزیکی کار
- تصاویر حاصله یک نمای کلی از موقعیت دندانها و اطلاعاتی از استخوانهای فک در اختیار قرار می دهد علاوه بر این دستگاه OPG قادر است یک سفالوگرام لترال تهیه کند که نمای نیمرخ استاندارد جمجمه است.



- سیستم های دیجیتال تصویربرداری از دندان

- سیستم های دیجیتال که امکان مشاهده فوری تصاویر را بدون به کار بردن فیلم فراهم می کنند از یک سنسور داخل دهانی یا صفحه تصویربرداری ، یک سیستم اشعه X ، سخت افزار و نرم افزار کامپیوتری جهت پردازش تصویر و یک چاپگر تهیه کننده نسخه چاپی ، تشکیل شده است . در سیستم هایی که از یک سنسور داخل دهانی استفاده می کنند ، (CCD) ، در هنگام تصویربرداری سنسور در داخل دهان بیمار قرار می گیرد و به صورت الکترونیک به سیستم کامپیوتر متصل می گردد . این سنسور اشعه های X را شناسایی کرده آنها را مستقیماً به سیگنالهای الکتریکی تبدیل می کند . سپس داده های تصویری دیجیتال جهت پردازش به سیستم کامپیوتری فرستاده می شوند

معادل دوز موثر

- معادل دوز موثر در هر اکسپوز متناسب با نوع یونیت رادیوگرافیک و تکنیک تصویربرداری به کار رفته متفاوت است .
- معادل دوز معمول از $5/3 \mu\text{sv}$ برای رادیوگرافی داخل دهانی و 7 تا $20 \mu\text{sv}$ برای رادیوگرافی پانورامیک متفاوت است .
- سیستم های دیجیتال تصویربرداری دندان می توانند دوز دریافتی را تا حد زیادی کاهش دهند زیرا شناسنده ،نسبت به فیلم به تشعشع کمتری نیاز دارد . اگر چه تشعشع پراکنده در اطراف یونیت های رادیوگرافی دندان حداقل است ، دندان پزشک و تکنیکهای دندانپزشکی با رعایت توصیه های تولید کننده جهت محافظت از اشعه در هنگام کار با یونیت رادیوگرافی دندان می بایستی از تماس غیر ضروری با اشعه X پرهیز کنند .

Bone densitometry



Dual Energy X-ray Absorptiometry

- امروزه از روش DXA به عنوان روش انتخابی، جهت اندازه‌گیری BMD یا همان سنجش تراکم استخوان استفاده می‌شود.
- اساس کار استفاده از دو نوع اشعه حداکثر انرژی متفاوت است که جذب متفاوتی در بافت‌های نرم و استخوان دارند و با استفاده از فرمول ریاضی، می‌توان تراکم‌سنج مورد نظر را با کامپیوتر به آسانی محاسبه کرد.

میزان تراکم استخوان بیمار (معمولاً گردن استخوان ران یا مهره‌های کمری) را برحسب گرم در سانتی‌متر مربع محاسبه کرده و آن را با تراکم همان استخوان در فرد جوان طبیعی مقایسه کرده و به صورت درصد یا انحراف معیار بیان می‌کنند.

- مقدار دز به کار رفته در آن بسیار کم می‌باشد- دز این روش به میزان یک دهم یک عکس ساده از قفسه سینه (ریه) و حتی کمتر از اکسپوژر طبیعی است که روزانه دریافت می‌کنید.

آنژیو گرافی



آنژیوگرافی

- آنژیوگرافی یکی از روش های تصویربرداری تشخیصی با استفاده از اشعه ایکس می باشد.
- در این روش با شکاف دادن ناحیه ای که سرخرگ در زیر آن واقع شده است آنژیوکت وارد سرخرگ شده و کاتتر به منطقه مورد نظر هدایت می شود و سپس کاتتر به آنژکتور اتوماتیک متصل شده و ماده حاجب به داخل رگ تزریق و تصویربرداری انجام می گیرد .
- آنژیوگرافی برای بررسی عروق کلیه ، اندامها ، مغز ، قلب ، ریه و دستگاه گوارش به کار می رود.
- این روش تصویربرداری برای بیماری های زیر کاربرد دارد :
- تصلب شرائین ، آنوریسم ، صدمات عروقی ، برای بررسی عروق کرونر ، برای بررسی عروقی که خون رسانی به تومور را به عهده دارند و احیاناً "مسدود کردن این عروق به منظور از بین بردن تومور و بالاخره برای بررسی خونریزی های داخلی

پزشکی هسته‌ای (Nuclear Medicine)

- پزشکی هسته‌ای شاخه‌ای از علم پزشکی است که در آن از مواد رادیو اکتیو جهت تشخیص و درمان بیماریها استفاده می‌شود. روشهای تشخیصی در مورد اعضا مختلف بدن مانند استخوانها، مغز، کلیه، ریه، قلب، دستگاه گوارش و دستگاه ادراری کاربرد دارند.

- روش کار به این صورت است که ابتدا رادیو دارو مخصوص هر عضو با ماده رادیو اکتیو نشاندار می‌شود و به بیمار تزریق می‌شود و در عضو مورد نظر تجمع می‌یابد سپس با استفاده از دستگاه گاما کمرای تصویر برداری از عضو مورد نظر صورت می‌گیرد.

- بر خلاف روشهای رادیولوژی که عموماً اطلاعاتی در مورد ساختمان اعضا بدن ارائه می‌کنند، روشهای پزشکی هسته‌ای عموماً اطلاعاتی در مورد عملکرد اعضای مختلف بدن را بدست می‌آورند

رادیوایزوتوپ ها و پزشکی هسته ای

- رادیو ایزوتوپ ها را می توان به روش های گوناگونی تولید کرد. البته غالباً بوسیلهٔ گیر اندازی نوترون در راکتور اکتیو می شوند.

- برخی نیز توسط سیکلوترون تولید می شوند که در این روش پروتون به هسته القا شده و هسته دارای پروتون اضافی می شود. هسته های رادیو ایزوتوپ معمولاً با انتشار ذرات آلفا یا (و) بتا به حالت پایدار می رسند. که می تواند با انتشار اشعه گاما همراه باشد. این فرایند واپاشی رادیو اکتیو نام دارد.

رادیو ایزوتوپ هایی که در پرتو پزشکی به کار می روند ،

"رادیو دارو" نام دارند. www.hospitalhealth.blogfa.com

Commonly Transported Radioisotopes

Americium-241= Diagnose thyroid disorders, smoke detectors.

Cesium-137= Cancer treatment.

Iodine-125,131= Diagnosis & treatment liver, kidney, heart, lung and brain.

Technetium-99m=Bone and brain imaging; thyroid and liver studies; localization of brain tumors.

Nuclear Medicine



اسکن قلب

- اسکن قلب یکی از شایعترین روشهای تشخیصی در پزشکی هسته ای است
- جهت بررسی میزان جریان خون عضله قلب و همچنین بررسی وجود انسداد در عروق و کسب اطلاعاتی در مورد شدت گرفتگی عروق مورد استفاده قرار می گیرد
- اسکن قلب جهت بررسی خونرسانی عضله قلب معمولاً در 2 مرحله و در یکروز یا دو روز متفاوت انجام می گیرد.

- در فاز استراحت ماده رادیو اکتیو در حالت استراحت به بیمار تزریق می شود و پس از گذشت مدت زمانی، تصویر برداری صورت می گیرد.
- در فاز فعالیت ابتدا قلب در وضعیت فعالیت قرار می گیرد. وضعیت فعالیت می تواند توسط تست ورزش و یا استفاده از داروی محرك قلب صورت گیرد و در حداکثر فعالیت رادیو دارو تزریق می شود و سپس تصویر برداری مجدد از قلب صورت می گیرد و پس از باز سازی تصاویر توسط سیستم کامپیوتری، جریان خون عضله قلب در حالت فعالیت و استراحت مقایسه می شود و اطلاعات فوق الذکر بدست می آید.
- در برخی موارد نظیر بررسی نسج زنده در عضله قلب، اسکن فقط در حالت استراحت صورت می گیرد

Nuclear Medicine

Diagnostic Procedures

- Radioactive injection
- Short half-life radionuclide
- Pictures taken with special gamma camera
- Many different studies:
 - Thyroid
 - Lung
 - Cardiac
 - White Blood Cell



پرتو درمانی (Radiotherapy)

- استفاده از پرتوهای یونساز برای از بین بردن یا کوچک کردن بافت‌های سرطانی است .
- در این روش در اثر آسیب DNA ، سلول‌های ناحیه درمان (بافت هدف) تخریب و ادامه رشد و تقسیم غیر ممکن میشود . اگرچه پرتو علاوه بر سلول‌های سرطانی به سلول‌های سالم نیز آسیب میرساند ولی اکثر سلول‌های سالم بهبودی خود را دوباره بدست می آورند
- روش‌های مختلفی برای پرتودهی و انتقال اشعه با قدرت نفوذ متفاوت وجود دارد

رادیوتراپی خارجی

- پرتودرمانی یا رادیوتراپی خارجی معمولاً در بیماران سرپایی مورد استفاده قرار میگیرد. در بیشتر این بیماران نیاز به بستری شدن در بیمارستان نیست رادیوتراپی خارجی برای درمان انواع سرطان شامل سرطان مثانه، مغز، پستان، رکتوم، پانکراس، معده، گردن رحم، حنجره، ریه، پروستات و رحم استفاده میشود علاوه بر این رادیوتراپی خارجی ممکن است برای کاهش دردهای متاستاتیک و یا مشکلات دیگر ناشی از گسترش تومورها مورد استفاده قرار گیرد.

Radiation Therapy



رادیوتراپی داخلی : (Brachy Therapy)

- در این روش منبع تشعشع که در يك پوشش نگهدارنده كوچك پیچیده شده در داخل تومور و یا بسیار نزدیک به آن قرار میگیرد و Implant یا ماده کاشتنی نامیده میشود . مواد کاشتنی ممکن است در شکلهای مختلف مانند سیمهای كوچك ، تیوبهای پلاستیکی (کاتترها) ribbons (رشته ای) کیپسول و یا به شکل دانه ای وجود داشته باشد . مواد کاشتنی مستقیماً در داخل بدن گذاشته میشوند

منابع انرژی در رادیوتراپی خارجی

- منابع پرتودهی مورد استفاده در رادیوتراپی خارجی ممکن است شامل انواع زیر باشد :
- اشعه گاما یا X : این پرتوها از نوع تشعشع الکترومغناطیس محسوب میشوند ، ولی طریقه تولید آنها متفاوت است . پرتوهای X بوسیله دستگاهی به نام شتابدهنده خطی تولید میشوند . پرتوهای با انرژی پایین در تخریب سلولهای سرطانی سطحی و پرتوهای با انرژی بالاتر در درمان تومورهای عمقی تر بکار میرود .
- پرتوهای X میتوانند يك ناحیه بزرگ را مورد تشعشع قرار دهند . پرتوهای گاما از رادیو ایزوتوپیهای مثل ایدیديوم Ir و ^{60}Co منتشر میشوند

شتاب دهنده خطی

- دستگاهی است که در آن ذرات باردار (مانند: ذرات بنیادی، هسته اتم‌ها، مولکولها یا قسمت‌های مولکول) به وسیله میدان‌های الکتریکی یا مغناطیسی تا سرعت‌های بسیار زیادی شتاب داده می‌شوند.
- به طوری که سرعت بسیاری از آنها، حتی تا نزدیکی‌های سرعت نور می‌رسد و در برخورد با هدف یا تنگستن تولید الکترون و اشعه ایکس می‌کند.

- از اشعه الکترون در عمق کم و از اشعه ایکس برای اعماق بیشتر استفاده می شود.
- دو نوع اشعه ایکس وجود دارد 6 و 15 میلیون الکترون ولت که 6 میلیون الکترون ولت در ناحیه سروگردن و 15 میلیون الکترون ولت در قسمت مثانه و لگن استفاده می شود.
- در مورد کبالت حداکثر یونیزاسیون در عمق نیم سانتیمتری است.
- پس عوارض پوستی ایجاد می شود از کبالت برای قسمت‌های ضخیم نمی توان استفاده کرد.



- کبالت انرژی کمتری از شتاب دهنده خطی دارد و ضخامت دیوار در آن کمتر است ضخامت دیوار 80 سانتیمتر در کبالت کافی است
- در شتاب دهنده ضخامت دیوارها حدود 3 متر بتون آرمه است.
- هرچه قدرت انرژی بیشتر تولید شود ضخامت دیوار هم بیشتر می شود 3 متر بتون آرمه برای شتاب دهنده خطی (برای اتاقی با مساحت 18 متر) درب آن حدود 2 تن است (با ورقه های آهنی).
- هرچه انرژی اشعه ایکس بالا می رود در اثر برخورد با هسته اتم نوترون تولید می کند برای نگه داشتن نوترون آب و پارافین و کاتیون استفاده می شود. درب قسمت شتاب دهنده حدود 35 سانتیمتر پارافین دارد تا هم مانع از عبور اشعه ایکس شود و هم جلوی نوترون را بگیرد.

رادیو تراپی داخلی (Brachytherapy)

نوعی روش درمانی است که در آن منابع رادیواکتیو پوشش دار (sealed) در فاصله کوتاه به صورت داخل بافتی، داخل حفره ای و یا بر روی سطح مورد نظر مورد استفاده قرار می گیرند. با این روش درمانی می توان یک دوز تابشی بالا به صورت متمرکز به تومور رساند.

در گذشته براکی تراپی اغلب با منابع رادیوم یا رادون انجام می گرفت. امروزه استفاده از عناصر رادیواکتیو مصنوعی مانند ^{137}Cs ، ایرودیوم 192 ، طلا 198 و ید 125 به سرعت در حال گسترش است

Brachytherapy



Your Annual Exposure

Activity	Typical Dose
Smoking	280 millirem/year
Radioactive materials use in a UM lab	<10 millirem/year
Dental x-ray	10 millirem per x-ray
Chest x-ray	8 millirem per x-ray
Drinking water	5 millirem/year
Cross country round trip by air	5 millirem per trip
Coal Burning power plant	0.165 millirem/year

اثرات پرتوهای یونساز

- Somatic non stochastic effect (اثرات قطعی)
- Somatic stochastic effect (اثرات آماری)
- Genetic effect (اثرات ژنتیک)

اثرات قطعي

- سرخ شدن پوست (آفتاب سوختگی) در دوز حدود 400 راد
- سوختگی درجه دودر دوز حدود 500 راد
- سوختگی درجه سه (نکروز بافتها) در دوز حدود 3000 راد
- کاهش گلبولهاي سفید در دوز حدود 25 راد
- کاهش پلاکتها در دوز حدود 50-75 را

انواع پرتوگيري

■ پرتوگيري شغلي

حدود 20 ميلي سيورت در سال براي 2000 ساعت
کاري 10 ميكرو سيورت در ساعت

■ پرتوگيري پزشكي

■ پرتوگيري عام

با در نظر گرفتن عدم بروز اثرات قطعي و همچنين اثرات احتمالي کمتر از
0/1 درصد يك ميلي سيورت در سال مي باشد

به دلیل ضرورت و نیاز استفاده از پرتوها حفاظت
از موارد ذیل مطرح می شود

- حفاظت کارکنان
- حفاظت عموم
- حفاظت محیط زیست
- حفاظت نسل های آینده

اصول مهم حفاظت در برابر پرتوهای یونساز

- الف - اصل توجیه پذیری (Justification) : بر پایه این اصل هیچ فعالیت یا کاری با اشعه و پرتوهای یونساز نباید انجام شود مگر اینکه توجیه کافی داشته باشد و نفعی که از آن عاید فرد می گردد بیش از احتمال زیان آن باشد . تشخیص توجیه پذیری معمولاً بوسیله پزشکان انجام می گیرد و هرگز نباید بدون تجویز پزشک اقدام به رادیوگرافی و ... نمود . همانطور که نباید در برابر تجویز پزشک احساس ترس و یا مقاومت نمائیم .
- ب - اصل بهینه سازی شرایط پرتودهی (Optimization) : این اصل به ما می گوید که تا آنجا ممکن است و اختلالی در کار ما ایجاد نمی کند شرایط پرتودهی را کاهش دهیم .
- ج - اصل رعایت حدود دز : (Dose Limit) : بر اساس این اصل کارکنانی که در مراکز پرتو پزشکی بعنوان پرتو کار مشغولند تا يك حد معین در طول سال می توانند پرتو دریافت کنند که به این میزان حد دز می گویند و اگر پرتوکاری بیش از حد دز پرتو دریافت کند شامل مقررات و قوانین خاصی از قبیل مرخصی اجباری و ... می شود . این حد دز برای مردم عادی نیز وجود دارد اما برای بیماران با تشخیص پزشک و با رعایت اصل توجیه پذیری حدود دز تعریف نشده است .

عوامل مؤثر در کاهش پرتو گيري

■ پرتو زايي چشمه

■ زمان

■ فاصله

■ حفاظت

سایر موارد:

■ صلاحيت علمي و فني افرادي

■ كنترل كيفي سيستمها و وسايل

■ كنترل كيفي در روشهاي اجرايي

■ كنترل كيفي در برنامۀ هاي كمكي

■ كنترل كيفي و بررسي شرايط ساختمان

■ وسايل حفاظت فردي

کنترل کیفی و بررسی شرایط ساختمان

-اتاق اشعه

-فاصله از دیوار

-اتاق کنترل مجزا از اتاق اشعه

-شیشه سربی

-ضخامت دیوار

-رختکن

-سرویس بهداشتی

-درب اتاق اشعه

-دریچه پاس کاست

-اتاق کارکنان و پزشک

-تهویه

وسایل حفاظت فردي

- پیش بند سربي
- دستکش سربي
- عینک سربي
- وسایل مکانیکی نگهدارنده بیمار
- شیلد گناد و تیروئید
- استفاده از فیلم بچ و دزیمترهای قلمي و
- آزمایش دوره اي