بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی
و درمانی استان اردبیل

موضوع کارگاه :

پرتوهای یونیزان و سلامت کارکنان پرتوکار

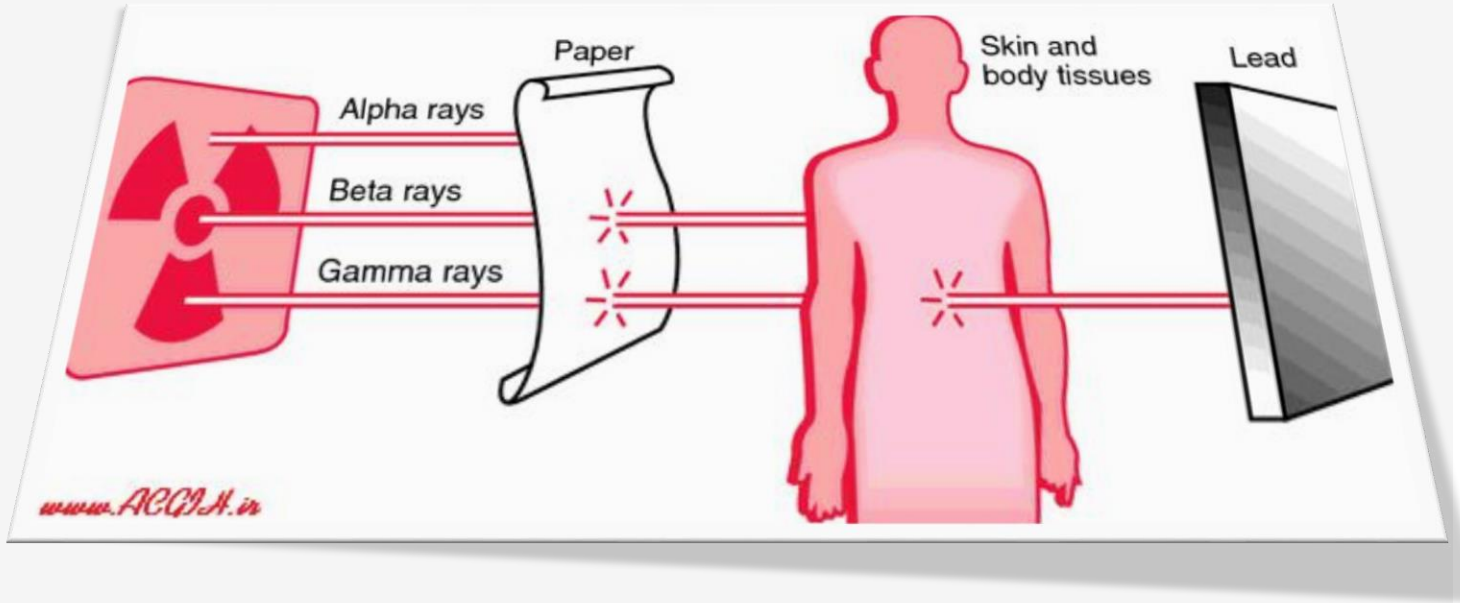
تهیه و تدوین:

محسن عبدی کارشناس رادیولوژی بیمارستان بوعلی اردبیل

عبدالحکیم رحیمی کارشناس بهداشت پرتو معاونت بهداشتی دانشگاه

تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

مقدمه تشعشعات جزء عوامل زیان آور محیط کار قرار می گیرد و پایش فردی و محیطی این عامل به طور کامل از سوی قوانین در کشورمان حمایت می شود و در مواد 85، 92، 95 قانون کار و مواد 88 و 90 قانون تامین اجتماعی به صورت مستقیم و غیر مستقیم این حمایت ها وجود دارند.



تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

پرتوهای یونیزان با عبور از محیط، تولید ذرات باردار منفی و مثبت می کنند. منابع مولد پرتوهای یونیزان می تواند مانند پرتو X، حاصل از انرژی هسته ای و زباله های ساخت بشر باشد، یا می تواند مانند پرتوهای کیهانی حاصل از خورشید یا مواد رادیواکتیو پوسته زمین که بصورت ذره (تشعشع ذره ای) یا انرژی خالص بدون جرم و بار الکتریکی (پرتوهای الکترومغناطیسی) تابش می شوند زمینه طبیعی داشته باشند.

تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

1.ذرات آلفا: این ذرات که با حرف یونانی αنشان داده می شود به راحتی دیگر پرتوها از ماده عبور نمی کند. ذره آلفا دارای جرم اتمی 4 و دو بار الکتریکی مثبت است که در واقع یک اتم هلیوم دو بار یونیزه شده است. ذرات آلفا بوسیله عناصر رادیواکتیو سنگین منتشر می شود. ذرات آلفا قدرت یونسازی زیادی داشته ولی قدرت نفوذ آن در بافت ها بسیار کم است و به آسانی بوسیله ضخامتی از چند صفحه کاغذ، یک لایه رطوبت و یا لایه شاخی پوست متوقف می شوند. این ذرات تنها وقتی خطرناک هستند که درون بدن قرار گیرند. بطور معمول دستگاههای پایش فردی نسبت به پرتوهای آلفا حساس نیستند

تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

1.ذرات بتا: ذرات بتا با حرف یونانی β نشان داده می شوند و قدرت نفوذ بیشتری نسبت به ذرات α دارند و برای متوقف کردن آنها به چند میلی متر آلومینیوم نیاز است. ذرات بتا الکترونهایی با بار مثبت و منفی می باشند که نگاترون (الکترون منفی) و پوزیترون (الکترون مثبت) نامیده می شوند.

تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

1.نوترون: نوترون ذره ای با جرم حدود U: U1) جرم اتمی متحد که برابر یک دوازدهم جرم اتم کربن 12 است) و فاقد بار الکتریکی است. یکی از منابع این ذرات، راکتورهای هسته ای هستند که در آنها اورانیم شکافته شده و نوترون و انرژی حرارتی آزاد می کند. از این رو نوترونها را تنها می توان در مجاورت منابع تولید این ذرات در زمانی کمتر از یک ثانیه آشکار ساخت.

تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

1.پرتو Xو گاما: پرتوهای Xو γمانند نور مرئی امواج رادیویی و میکروویو، امواج الکترومغناطیس می باشند و بخشی از طیف الکترومغناطیسی را تشکیل می دهند. با این وجود در میان موارد ذکر شده فقط پرتوهای Xو γهم پرتو یونیزان و هم امواج الکترومغناطیس محسوب می شوند. پرتوهای Xو γاز بیشترین فرکانس در بین همه امواج الکترومغناطیس برخوردارند و بنابراین دارای کوتاهترین طول موج هستند از این رو بیشترین مقدار انرژی را حمل می کنند. پرتوهای X، با شتاب الکترونها در ولتاژ بالا و برخورد به یک هدف فلزی، ترجیحا با عدد اتمی بالا تولید می شوند. پرتوهای گاما از فعل و انفعالات درون هسته اتم و پرتوهای Xاز فعل و انفعالات خارج هسته اتم منشا می گیرند.

تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

آسیب های ناشی از پرتوهای یونساز: اثرات جسمی پرتوهای یونیزان از اختلالات جزئی و موقتی در بعضی از اعمال فیزیولوژیک گرفته تا خطرات جدی مانند کاهش عمر، کاهش مقاومت در مقابل بیماریها، کاهش قدرت تولید مثل، ایجاد کاتاراکت (آب مروارید)، سرطان خون و یا انواع دیگر سرطان، آسیب به جنین در حال رشد، متفاوت می باشد

تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

. اثرات مستقیم و غیر مستقیم پرتوها : زمانی اثر مستقیم ناشی از پرتوها اتفاق می افتد که یک مولکول مستقیما مورد تابش پرتو قرار گیرد. احتمالا مهمترین مولکولهای سلول زنده، مولکولهای DNAمی باشند. نتیجه نابودی مستقیم یک مولکول DNAاین است که سلول قادر به تقسیم نبوده و فقط می تواند مدتی به زندگی ادامه دهد. اثر غیر مستقیم زمانی اتفاق می افتد که مولکولی مانند مولکول آب که اهمیت کمتری دارد، به یونها یا رادیکالهای فعال تجزیه شود. اگر این اجزای تجزیه شده با مولکولهای مهمی مانند DNAترکیب شوند، باعث اختلال در عمل اصلی DNAشده و آسیب هایی مانند عوارض مستقیم ایجاد می شود.

تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

اثرات زودرس و دیررس پرتوها: آسیب های زیست شناختی پرتوها، به اثرات زورس و دیررس تقسیم بندی شده اند. از جمله اثرات زودرس، که پس از تابش مقدار حاد پرتو بروز می کند، می توان اثر روی سلول و دستگاههای گوناگون مانند دستگاه خونساز، دستگاه گوارش و ... نام برد. اثرات دیررس، ماهها و یا سالها پس از تابش مقدار زیاد و یا کم به وجود می آیند. از جمله این اثرات می توان از سرطانزایی، ایجاد آب مروارید، اختلالات جنینی و کوتاه شدن عمر را نام برد. روشهای کنترل پرتوهای یونساز: شورای حفاظت در برابر پرتوها International Commission of Radiation Protectio (ICRP) محدود کردن پرتوگیری را بر سه اصل استوار نموده است:

تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

1. هر آزمایش و عمل استفاده از پرتوهای یونساز در صورتی انجام پذیرد که نفع حاصل از آن مسلم و آشکار باشد.
2. مقدار مجاز در هر مورد براساس حداقل پرتوگیری ممکن که منطقاً قابل قبول و مانع اجرای طرح نگردد، تعیین شود.
3. مقدار معادل برای هر فرد از حداکثر مقدار مجاز تجاوز نکند. تعیین مقدار مجاز مواجهه: برای تعیین مقدار مجاز، افراد جامعه به دو گروه تقسیم می شوند:

الف) افرادی که به تناسب شغل خود به دو طور مرتب یا نامرتب در معرض تابش قرار دارند.

ب) کل افراد جامعه حداکثر مقدار مجاز برای تمام بدن افراد شاغل را می توان از رابطه زیر بدست آورد که در این رابطه : $D = 5 (N - 1) D$

مقدار پرتو دریافتی (رم) :Nسن فرد (سال) حداکثر مقدار مجاز برای تمام افراد جامعه از جدول بدست می آید. حداکثر مقدار مجاز برای زنان، که در سنین باروری هستند برابر 1.3 رم در هر فصل سال است و برای تیروئید افراد زیر 16 سال 1.5 رم در سال می باشد. حفاظت در برابر پرتوهای یونساز: منظور از حفاظت در برابر پرتوهای یونساز این است که اطمینان حاصل شده که مقدار جذب شده بوسیله هر فرد (غیر از بیماران) بیش از حداکثر مقدار مجاز نبوده و یا حداقل پرتوگیری ممکن و موجه باشد. در مسئله حفاظت سه عامل زیر بسیار مهم می باشد:

1- زمان 2- فاصله 3- حفاظ

تشعشعات از دیدگاه بهداشتی

1- زمان: می توان با اجرای روشهای مناسب مدت زمان پرتوگیری فرد را کاهش داد.

2- فاصله: کاهش مقدار پرتو از منبع در یک نقطه معین با عکس مجذور فاصله از آن نقطه از منبع متناسب است.

3- حفاظ: در بسیاری از موارد که استفاده از دو روش پیشین میسر نباشد بایستی از صفحات جاذب پرتو استفاده کرد و میزان تابش پرتو را به مقدار مجاز یعنی 0.1 رم در هفته یا 5 رم در سال رسانید. معمولا ما از جنس موادی مانند سرب، بتون و ... می باشند.

اثرات بیولوژیکی پرتوهای یونساز

پرتوهای یونیزان با قابلیت یونیزه کنندگی اتم ها موجب بروز آثار بیولوژیکی نظیر اثرات ژنتیکی، سوختگی پوست و آب مروارید شده و احتمال بروز آنها با افزایش دوز بیشتر می شود. مطالعات، بروز آثاری نظیر سردرد، سرگیجه، بی حالی، طپش قلب و کم شدن تعداد گلبول های سفیدخون را به ویژه با افزایش سن در پرتوکاران تایید می نمایند.

اثرات بیولوژیکی پرتوهای یونساز

در این گروه میانگین هموگلوبین و پلاکت ها تفاوت قابل توجهی را نشان داده و نقص کروموزومی، کاهش انواع مختلف لنفوسیت های نوع T، التهاب پوست، آلرژی تنفسی، هپاتیت مزمن نوع B، وجود نودول در تیروئید، شکست کروموزومی و آسیب ساختاری آنها نیز از سایر نشانه ها می باشند. عفونت و لوسمی نیز در اثر نقص سیستم ایمنی ارتباط مستقیم با اکسپوژر دارد.

اثرات بیولوژیکی پرتوهای یونساز

در مطالعات روانپزشکی، افسردگی، عملکرد ضعیف حافظه و اضطراب نیز در این افراد مشاهده شده است. اخیرا مصرف ترکیبات جدیدی از آنتی اکسیدان ها برای پیشگیری از عوارض ذکر شده در کلیه ها، ریه ها، پوست، مجرای گوارشی و مغز پیشنهاد می شود. از طرفی فرضیه هورمسیس با در نظر گرفتن احتمال وجود جنبه های مثبت پرتوهای یونیزان در سطوح دز کم و واکنش حفاظتی آنها در مقابل بیماری ها مطرح بوده و آنرا ناشی از عملکرد سیستم هشدار به سلول های محیطی سلول های آسیب دیده، فعال شدن آنزیم ترمیم DNA، فعال شدن برخی ژنها، تخریب سلول های آسیب دیده و تومورها توسط سیستم ایمنی بدن می داند. توجه به مقررات حفاظت پرتویی درکاهش بروز عوارض ذکر شده موثر می باشد.

الف) مستقیم -------- الفا و بتا و پروتون

ب) غیرمستقیم -------- نوترون و گاما و ایکس

۲-پرتوهای یونساز

الف) ذره ای ---------- آلفا و بتا و نوترون والکترون و پروتون

ب) الکترو مغناطیس ---------- ایکس و گاما

تقسیم بندی پرتوهای یونساز

پس بنابراین پرتو X که یک پرتو تشخیصی می باشد یک پرتو یونساز غیر مستقیم الکترومغناطیس است .

که دربرخورد با ماده ایجاد یونیزاسیون می کند یعنی یک الکترون از ماده جدا می کند.

کمیت ها و واحد های معمول درراديولوژی:

1. پرتودهی Exposure: بارالکتریکی تولید شده درواحد جرم از هوا توسط یک پرتو یونساز را گویند .کمیتی است که فقط میزان یونیزاسیون ایجاد شده درهوا توسط یک پرتو الکترومغناطیس رابیان می کند.

تقسیم بندی پرتوهای یونساز

از آنجائیکه دانشمندان مشاهده کردند که دزهای جزبی یکسان ازپرتوهای متفاوت آثار بیولوژیکی متفاوتی دارند برای رفع این شکل واحد دیگری رامعرفی کردند بنام دزمعادل

۲- دز جزبی Absorbed Dose ← راد Rad ← در واحد CGS

از آنجائیکه دانشمندان مشاهده کردند که دزهای جزبی یکسان ازپرتوهای متفاوت آثار بیولوژیکی متفاوتی دارند برای رفع این شکل واحد دیگری رامعرفی کردند بنام دزمعادل

۳- دز معادل Equivalent Dose

دزپرتو یونساز با احتساب اثربیولوژیک به یک بافت ، عضو و... است . که حاصلضرب دزجزبی در یکسری فاکتورها است و $D_E = D \times Q_F$

واحد آن سیورت **SV** و واحد قدیمي آن **REM** است. ... ∝

تقسیم بندی پرتوهای یونساز

مکانی که درآن پرتو یونساز وجود دارد به ۲ دسته تقسیم می شود:

الف) ناحیه تحت کنترل

ب) ناحیه بدون کنترل

ناحیه ای که توسط پرتوکاران اشغال می شود ناحیه تحت کنترل می باشد اتاق استراحت ، اتاق رادیولوژی اتاق کنترل و ...

ناحیه ای که بطورطبیعی توسط غیرپرتوکاران اشغال می شود اتاق انتظاربیماران .

تقسیم بندی پرتوهای یونساز

Maximum Permissible Dose:MPD

حداکثر دزی که با دانش فعلی بشرازآن انتظارمیرود آسیب بدنی مشهودی درطول زندگی ایجاد نکند قبلا این مقدار ۵ Rem درسال بود.

اما امروزه آن را ۲ Rem درسال درنظر گرفته اند.

برای هرکدام ازاعضا وقسمتهای مختلف بدن حد دز مجاز متفاوتی داریم .حساسیت قسمتهای مختلف بدن انسان متفاوت است . هربافتی که حساسیت بیشتری دارد حداکثر دز مجاز کمتری دارد.

تقسیم بندی پرتوهای یونساز

البته قابل ذکر است که برای آثار ژنتیکی دزمجازی وجود ندارد حتی کمترین دز هم می تواند آثار ژنتیکی فراوانی داشته باشد . مثلا یک رادیوگرانی Chest می تواند آثارژنتیکی داشته یا نداشته باشد. مقدار دز مجازیا حد دز معادل برای پرتوکاران ۱۰ برابر افراد عادی جامعه است برای افراد عادی جامعه Rem 5/0درسال می باشد.

تقسیم بندی پرتوهای یونساز

بطور کلی حساسیت سلولها به پرتوهای یونساز درسلولهای نابالغ بیشتر از سلولهای بالغ است.

نوع سلول حساسیت به اشعه

لنفوسیت ها بالغ بالا

اسپرماتوگونی نابالغ

اریتروبلاست نابالغ

سلولهای پرزروده بالغ

تقسیم بندی پرتوهای یونساز

فیبروبلاستها

اسپرماتید متوسط

سلولهای اندوتلیال

استئوبلاست ها

سلول عضلانی

سلول عصبی کم

کندرویست ها

تقسیم بندی پرتوهای یونساز

درسال ۱۹۰۶ برگونی وتری باندو قانونی را بنام خود بیان کردند:

این قانون بیانگر حساسیت پرتوی یک سلول یابافت زنده است :

درسلولهای اولیه بیشتر ازسلولهای بالغ است.

دربافتها وارگانهای جوانتر بیشتر است.

درسلولهای که فعالیت متابوبیکی بیشتری دارند بالاتر است .

درسلولهایی که رشد و تکثیر سریعتروبیشتری دارند بالاتر است.

سلولهای انسان درمرحله جنینی به پرتوهای یونساز حساس ترند.

تأثیر نسبی بیولوژیکی R.B.E
RELATIVE BIOLOYICAL EFFECTIVNESS

RBE (استاندارد پرتو توسط اثر یک ایجاد برای لازم دز)/ (نظر مورد پرتو توسط اثر همان ایجاد برای لازم دز)

پرتو استاندارد: اشعه X ای است که انرژی آن ۲۰۰ تا ۲۵۰ KVP باشد.

مثال: دز لازم برای ایجاد کاتاراکت درعدسی چشم یک موش توسط پرتو استاندارد Gry2 می باشد.

مشاهده شده است ۰.۵ Gry پرتو ∝ قادر است چشم موش را به کاتاراکت مبتلا کند.

عوامل بیولوژیکی :

اکسیژن سلولها وبافتها درحضور اکسیژن حساسیت بیشتری نسبت به پرتوهای یونساز دارند. درشرایط نرمال همه بافتها بخوبی اکسیژن گیری دارند بنابراین درحداکثر حساسیت نسبت به پرتو قرار دارند. سلولهای عمقی نسبت به پرتوها مقاوم ترند.

بهبودی: هرچه قدرت ترمیم سلول بیشتر باشد اثر دز بیشتر است.

هرچه سن بالاترباشداثراشعه کمتراست.

جنس جنس ماده مقاومت بیشتری نسبت به جنس نردارد.

مواد شیمیایی :

الف)یک سری مواد شیمیایی باعث افزایش آثار پرتو می شوند.همانند ویتامین - Kمترونیرازول- متوتروکسات

ب)یک سری مواد شیمیایی هم باعث کاهش اثرپرتومی شوند.که درساختمان خود یک گروه SHیا سولفیدریل دارند. مثل : ویتامین -Cاسیدامینه سیستئین-رانیتیدین- سایمیتیدین .

جهت اثربخشی این مواد درزمان پرتودهی باید دربدن بیمار وجود داشته باشند.

*معمولا ازاین مواد محافظت کننده (گروه ب) درمورد فضا نوردان استفاده می کنند.

آثار پرتوهای یونساز مستقیم و غیرمستقیم

مستقیم به آثاری می گویند که ناشی ازیونیزاسیون یک ملکول حساس وحیاتی باشد مثل DNA

غیرمستقیم درنتیجه برخورد پرتوبایک ملکول غیرحیاتی مثل آب می باشد که درنتیجه آن رادیکالهای آزاد تولید می شوند ومتعاقب این برخورد یونیزاسیون ثانویه ایجاد می شود وباعث آسیب به ماکروملکولها میشود..

*به هراتم،ملکول ، یون یا ذره ای که یک الکترون منفرد یا جفت نشده داشته باشد رادیکال آزاد می گویند رادیکالهای آزاد بسیار فعالند وتمایل دارند که الکترون منفرد خود راجایی به اشتراک بگذارند همین دلیل برای سلول بسیار خطرناکند.

بطور مثال ممکن است برخورد پرتو به ملکول آب ایجاد رادیکال آزادی کند که بعد این رادیکال به ملکول DNAبرخورد کند.

آثار بدنی Somatic

آثار پرتوهای یونساز

آثار ژنیتکی Genetic

آثار پرتوهای یونساز مستقیم و غیرمستقیم

آثار بدنی: درخود فرد بروزمی کند مثل آب مروارید- سرطان پوست

آثار ژنتیکی : درنسل بعد خود رانشان می دهد مثل آسیب به سلول جنسی

اماری یا احتمالی Statistic

قطعی Non-Statistic

آثار پرتوهای یونساز مستقیم و غیرمستقیم

آثار آماری آثاری هستند که وقوع شان احتمالی است وممکن است اتفاق بیفتد یانیفتد وبا افزایش دز احتمال وقوع شان افزایش می یاید .انواع سرطانها جزء اثار احتمالی هستند وازقانون همه یا هیچ تبعیت می کنند.

درآثار قطعی وقوع حتمی است وبا افزایش دزشدت اثر افزایش می یابد منتهی آثار احتمالی فاقد دز استانه هستند ولی آثار قطعی دارای دز آستانه هستند.

اثار زودرس Early

آثاردیررس Late

آثار زودرس : می توانند درعرض چند دقیقه تا چند روز بعد از پرتوگیری ظاهر شوند.

آثار دیررس : بین پرتوگیری ومشاهده اثرآن فاصله زمانی طولانی وجود دارد. این فاصله می تواند تا سالها بطول انجامد.

سندرم تشعشعی حا د

آثار زودرس آسیب موضعی به بافتها

اختلالات خونی

سندرم تشعشعی حاد انفجار بمب اتمی درهیرشیما باعث ثبت پدیده سندرم تشعشعی حاد شد که پرتوگیری زیادی درزمان کوتاهی به جمعیت برخورد کرد . تمامی اتفاقاتی که بعدازیک پرتوگیری بالا منجر به مرگ درعرض چند روز یا چند هفته می شود را سندرم تشعشعی حاد گویند.

۲-آسیب موضعی بربافتها:

برخلاف سندرم تشعشعی حاد که دز به تمام بدن می تابد اگردز زیادی به بافتهای محدودی بتابد ایجاد آتروفی دربافت می کند وباعث اختلال عملکرد یک ارگان می شود (برای ایجاد آسیب به یک بافت مشخص ومحدود دز بیشتری نسبت به دوز تمام بدن لازم است).

پوست

آسیب موضعی بربافتها: گنادها

مغزاستخوان

آثار پرتوهای یونساز مستقیم و غیرمستقیم

یکی ازاولین آثار بیولوژیک پرتوهای یونساز اریتم یا سرخی پوست است .اثر دیگر پرتوگیری حاد برپوست ریزش مو می باشد.

گنادها تحت تأثیر پرتوها آسیب می بیند ودر مرد اسپرماتوگونی ودرزن اووسیت حساس ترین سلولها به پرتو یونساز هستند.

اگر دز تابشی به بیضه ها وتخمدانها ۰/۱ Gryباشد ایجاد تأخیر درقاعدگی برای زن و کاهش تعداد اسپرم درمرد می شود.

اگر دز تابشی به ۲ Gryبرسد باعث عقیمی موقت درهردوجنس می شود.

اگر دزتابشی به 5 Gryبرسد عقیمی دائم ایجاد می کند.

اگر دز تخمدانها وبیضه ها به Gry1/0برسد باید تاچند ماه از حاملگی ممانعت بعمل آید.

مغزاستخوان : تابش دهی به مغز استخوان باعث کاهش درتعدادتمامی انواع سلولهای خونی می شود

اولین سلولهایی که از پرتو گیری دچار کاهش تعداد می شوند(درعرض چنددقیقه تاچند ساعت) لنفوسیت ها هستند.

*دربین سلولهای بدن انسان لنفوسیتها و اسپرماتوگونیها حساس ترین هستند.

درمورد لنفوسیت ها بهبود تعدادشان بسیار آهسته خواهد بود.هرچقدر دزبیشتر باشد کاهش تعداد آنها شدیدتر و بهبود دیرتر خواهد بود.

بعد از لنفوسیت ها گرانولوسیتها بعد پلاکتها و بعد اریتروسیت ها هستند.

آسیب موضعی به بافتها پوست

کوتاه شدن عمر چشم- آب مروارید

آثار دیررس ابتلا به انواع بیمارهای بدخیم

آثار ژنتیکی انحرافات کروموزومی

پوست: آثار دیررس پرتوگیری برپوست درراديولوژیست هایی مشاهده می شود.که فلوروسکوپی بدون دستکش سربی انجام می دادند واثرات آن بدخیم بود.

شکننده بودن سطح پوست – خشکی پوست- ترک خوردن پوست درصورت رعایت مسایل ایمنی این آثار مشاهده نمی شود.

چشم: حساسیت پرتویی عدسی چشم وابسته به سن است وبا افزایش سن افزایش می یابد.حدآستانه آن Gry10 است یعنی حتما باید میزان پرتوگیری Gry10 یابیش ازآن باشد.اما اگر پرتوگیری ح Gry2 است.(همانند انفجار هیروشیما که میزان زیادی تشعشع درزمان کمی به بدن رسید).

.Gry10درمورد تقطیع دز است. کارکنان پزشکی هسته ای حتما باید ازعینک سربی استفاده نمانید.

*معمولا درپرسنل رادیولوژی دراثررعایت مسایل ایمنی دز عدسی چشم هیچ گاه به این مقدارنمی رسد.

سرطان خون

ابتلا به انواع بیماریهای بدخیم سرطان تیروئید

سرطان استخوان

سرطان پوست

سرطان ریه

سرطان پستان

سرطان کبد

بطورکلی تمام سرطانهای قید شده امروزه تقریبا درتکنسین ها مشاهده نمی گردند. ومعمولا درموارد رادیوتراپی یا بازماندگان بمب اتمی هیروشیماویا کارگران معادن رادیم و افرادی که ساعتهای شب نما را با سولفات رادیم رنگ می کردندسرطان استخوان مشاهده شده است.

حاملگی بیمار قبل ازحاملگی

پرتوهای یونساز وحاملگی: حین حاملگی

حاملگی پرتوکار پس از زایمان

بیمار قبل ازحاملگی : Daysrule- 10 احتمال حاملگی در۱۰ روزابتدایی ماهیانه تقریبا صفر است

حین حاملگی : تابش پرتو یونساز به یک فرد حامله دارای آثار بیولوژیک است . نوع و شدت اثار وابسته به دز پرتو یونساز ومرحله جنین (سن جنین)است.

سن جنین: در۲هفته اول آثار بیولوژیکی روی جنین ازقانون همه یا هیچ تبعیت می کند.عارضه این اثرسقط جنین است . از هفته(۱۰-۳) دوره اندام سازی است ناهنجاریهایی که ممکن است ایجادشود Abnormalبودن (غیرطبیعی بودن) ارگانی ،اسکلتی،وسیستم اعصاب مرکزی است . با رشد جنین درهفته های بعدی اثار بیولوژیک ایجاد شده خفیف تراست و بستگی به زمان تابش پرتو ها دارد که چه ارگانی درحال شکل گیری باشد وآسیب درهمان ناحیه با احتمال بیشتری مشاهده می شود.

بطورکلی حساس ترین مرحله سه ماهه اول است .اما درسه ماهه دوم و سوم احتمال ابتلاء جنین پس از تولد به انواع بیماریهای بدخیم وجود دارد .

پس از زایمان : اما پس اززایمان جنین متولد شده ومادر هردو می توانند بعنوان یک انسان تلقی شوند.

اگر بیماری حامله بود و اشعه دریافت کرد چکار کنیم:

تخمین دزجنین

ارزیابی دقیق دزیمتریک (البته اگر اشعه بیش از Rad1باشد).

تعیین مرحله بارداری وتصمیم گیری راجع به جنین

پرتو کار باردار

دز مجاز جنین برای تکنولوژیست ها دردوران حاملگی ۵۰۰ Mrem است اغلب تکنولوژیست های رادیولوژی درصورت رعایت اصول ایمنی هیچ وقت به چنین دزی نمی رسند.

اما افراد با حساسیت زیاد می توانند از روپوش سربی ۰/۵ Mm Pb استفاده کنند.

نتایج تجربی درمورد ایجاد موتاسیونهای ژنتیکی:

جهش های (موتاسیون های) ناشی ازتشعشع معمولا مضرند.

هردزی از تشعشع هرچقدر هم کوچک باشد خطرات ژنتیکی دارد.

فراوانی جهش های ناشی ازتشعشع مستقیما متناسب با میزان دز است. وارتباط خطی دارد.

ایجاد اثار ژنتیکی وابسته به تندی دزوتقطیع دز است.

زنان قبل از سنین باروری کمتر از مردان به آثار ژنتیکی ناشی از تشعشع حساس هستند.

اغلب موتاسیونهای ناشی ازتشعشع با وقفه ظاهرمی شوند. ممکن است چندین نسل بعد مشاهده شوند .

فراوانی موتاسیونهای ژنتیکی ناشی از تشعشع بسیار کم می باشد(تقریبا[۱۰]^(-۷))

قانون حفاظت در برابر اشعه ایران

- این قانون در سال 1368 توسط مجلس شورای اسلامی به تصویب رسیده است.
- بر اساس این قانون، واحد قانونی موظف به اجرای مقررات، آیین نامه ها و استانداردهای مربوطه می باشد. این مسئولیت ها از طرف سازمان انرژی اتمی ایران به مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور به عنوان واحد قانونی (Competent Authority/ Regulatory Body) تفویض شده است.

استانداردهای حفاظت در برابر اشعه

- استانداردهای بین المللی:
  - ICRP 60
  - IAEA, Safety Series 115, Basic Safety Standard (BSS)
- استانداردهای ملّی:
  - حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و ایمنی منابع پرتو- استاندارد پایه، کد ملّی: 7751
  - Basic Radiation Safety Standard, (BRSS)

اصول اساسی حفاظت در برابر اشعه

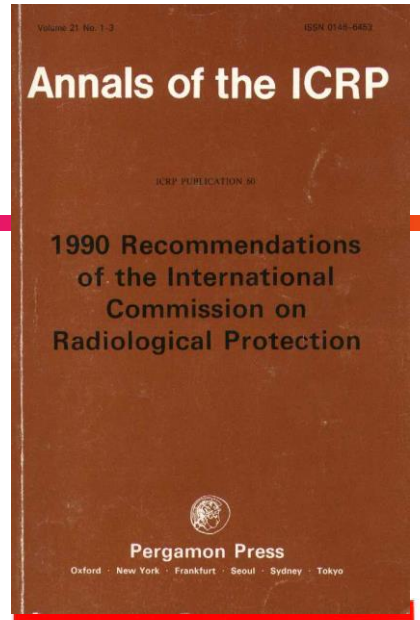
- توجیه پذیری فعالیت (Justification)

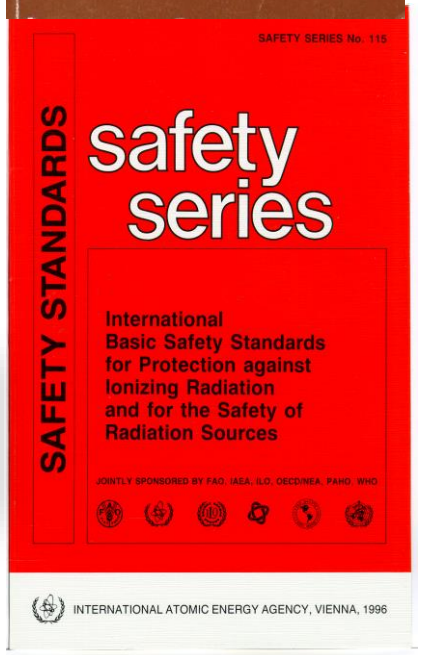
- بهینه سازی حفاظت (Optimization)

ALARA= As Low As Reasonably Achievable

- حدود دُز فردی (Dose Limits)

مقدمه
مقررات حفاظت در برابر اشعه در ایران





- قانون حفاظت در برابر اشعه با توجه به توصیه هایICRP شماره 26 تهیه و در فروردین ماه 1368 در مجلس شورای اسلامی تصویب شد.
- آئین نامه اجرائی قانون حفاظت در برابر اشعه در اردیبهشت ماه سال 1369 در هیئت وزیران تصویب شد.
- استانداردهای پایه حفاظت دربرابر اشعه باتوجه به توصیه های ICRP شماره 60 و براساس استاندارد های پایه ایمنی (Basic Safety Standards) مندرج در IAEA Basic Safety Series 115, 1996تهیه و در تیرماه 1380 در واحد قانونی (سازمان انرژی اتمی ایران) تصویب شد.

حد دز
پرتوگیری شغلی

- میانگین دز موثر در 5 سال متوالي 20 mSv/y
- دز موثر سالیانه 50 mSv/y
- دز معادل در عدسي چشم 150 mSv/y
- دز معادل در دست، پا و پوست 500 mSv/y

حد دز
پرتوگیری مردم

- دز موثر سالیانه 1 mSv/y
  – دز موثر تا 5 mSv در يكسال مي تواند قابل قبول باشد مشروط بر اينكه ميانگين پرتوگيري ساليانه از 1mSv/y تجاوز نكند.
- دز معادل در عدسي چشم 15 mSv/y
- دز معادل در دست، پا و پوست 50 mSv/y

حد دز
برای محصلین یا کارآموزان در سنین ۱۶–۱۸ سال

- دز موثر سالیانه 6 mSv/y
- دز معادل در عدسي چشم 50 mSv/y
- دز معادل در دست، پا و پوست 150 mSv/y

قانون حفاظت در برابر اشعه

مصوب 20 فروردین 1368

فصل اول: ماده ۱– اهداف

با توجه به گسترش روز افزون کاربرد پرتوها در امور مختلف و ضرورت حفاظت کارکنان، مردم، نسلهای آینده و محیط در برابر اثرات زیان آور پرتوها، قانون حفاظت در برابر اشعه در فروردین 1368 در مجلس شورای اسلامی بتصویب رسید.

فصل اول: ماده ۲– تعاریف

1. **اشعه یا پرتو** : شامل اشعه یونساز و غیر یونساز می باشد.
2. **منابع مولد اشعه** : به مواد پرتوزا اعم از طبیعی، مصنوعی، یا مواد و اشیائ حاوی آن و یا دستگاهها و تاسیسات مولد اشعه اطلاق می گردد.
3. **کار با اشعه**: هرگونه کار یا فعالیتی است که در ارتباط با منابع مولد اشعه انجام شود.
4. **واحد قانونی**: در مفهوم "سازمان انرژی اتمی ایران" است.
5. **شخص مسئول**: شخص حقیقی است که برابر آئین نامه های مربوطه واجد صلاحیت علمی و فنی و شرایط لازم برای تصدی و نظارت بر کلیه امور مربوط به کار با اشعه در محدوده پروانه مربوطه باشد.
6. **مسئول فیزیک بهداشت**: شخص حقیقی است که برابر آئین نامه های مربوطه واجد صلاحیت علمی و فنی و شرایط لازم برای تصدی مسئولیت حفاظت در برابر اشعه در محدوده پروانه مربوطه باشد.

فصل دوم: پروانه و مسئولیت ها

ماده 9-کلیه افرادی که بکار با اشعه گمارده می شوند باید تحت معاینات و آزمایشهای پزشکی لازم قبل و بعد از استخدام بصورت دوره ای طبق آئین نامه های مربوطه قرار گرفته و مدارک لازم را در اختیار واحد قانونی قرار دهند.

فصل دوم: پروانه و مسئولیت ها

ماده 10- گماردن افراد زیر بکار با اشعه ممنوع است:

1. افراد کمتر از 18 سال سن غیر از موارد مستثنی بموجب آئین نامه های مربوطه.
2. افرادی که در نتیجه آزمایشهای پزشکی مورد تائید واحد قانونی کار با اشعه برای سلامتی آنان زیان آور تشخیص داده شده باشد.

فصل سوم: نظارت و بازرسی

ماده 13- واحد قانونی در جهت حسن اجرای مقررات این قانون، نظارت بر کلیه امور مندرج در ماده 3 این قانون و بازرسی در زمینه های مزبور را بعهده دارد.

ماده 14- دارنده پروانه کسب، شخص مسئول و مسئول فیزیک بهداشت مکلفند توصیه ها و دستورالعملهای ابلاغ شده توسط واحد قانونی و بازرسین مربوطه را به اجرا در آورند.

ماده 15- در مواردی که اجرای امور مربوط به مفاد ماده 14 و یا حفاظت افراد و اموال در برابر اشعه مستلزم ارائه خدمات از طرف واحد قانونی باشد، اشخاص ذینفع مکلفند بهاء خدمات ارائه شده را طبق تعرفه مقرر در آئین نامه مربوطه بحساب خزانه داری کل واریز نمایند.

فصل پنجم: مقررات ویژه

قانون فوق مشتمل بر بیست و سه ماده و شش تبصره، در جلسه علنی روز یکشنبه مورخ بیستم فروردین ماه یکهزارو سیصد و شصت و هشت مجلس شورای اسلامی تصویب و در تاریخ 30/1/1368 به تائید شورای نگهبان رسیده است.

حفاظت در برابر پرتوگیری خارجی

انواع پرتوگیری

داخلی

خارجی

عوامل مؤثر بر خطر پرتوگیری خارجی

۱) زمان

۲) فاصله

۳)حفاظ

پارامترزمان

محاسبه دز کل دریافتی:

آهنگ دز × زمان پرتوگیری = دز کل

مثال ۱

اگر پرتو کاری روزانه دو ساعت در یک میدان پرتو گاما با آهنگ دز
0.02 mSv/h فعالیت کند:
پرتوگیری وی برابر است با:

روزانه $0.02\ \text{mSv/h} \times 2\ \text{h} = 0.04\ \text{mSv}$

هفتگی (۵ روز کار) $0.04\ \text{mSv/day} \times 5 = 0.2\ \text{mSv}$

سالانه(۵۰ هفته) $0.2\ \text{mSv/week} \times 50 = 10\ \text{mSv}$

مثال ۲

محاسبه حداکثر ساعت کار مجاز روزانه پرتوکاری که در یک میدان پرتو گامای 0.01 mSv/h کار می‌کند.

(حد دز سالانه برابر است با 20 mSv)

حد دز هفتگی (هر سال ۵۰ هفته): 20mSv ÷ 50 = 0.4 mSv

حد دز روزانه (هر هفته ۵ روز): 0.4 mSv ÷ 5 = 0.08 mSv

ساعت کار مجاز روزانه: 0.08 mSv ÷ 0.01 = 8 h

مثال ۳

پرتوکاری ۵ روز در هفته در یک میدان پرتو گاما با آهنگ دز 1 mSv/h.
کار می‌کند. اگر حد دز سالانه 20 mSv باشد، حداکثر مدت زمان کار روزانه
او باید چند ساعت باشد؟

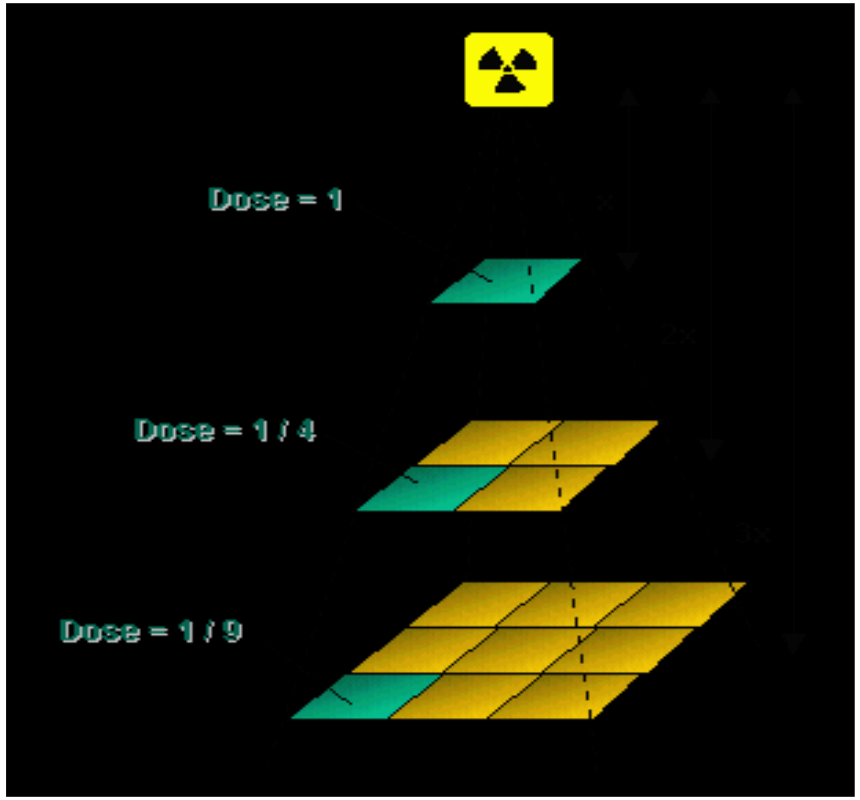
حد دز روزانه: 20 mSv/(50× 5)=0.08 mSv

حداکثر ساعت کار در روز: 0.08 mSv ÷ 0.1 mSv/h =0.8 h

پارامتر فاصله

- **قانون عکس مجذور فاصله**

برای چشمه های نقطه ای،
پرتوگیری با عکس مجذور فاصله
متناسب است



مثال ۵

اگر آهنگ دز معادل در فاصله ۱ متری برابر با 100 mSv/h اندازه‌گیری شده باشد:

آهنگ دز معادل در فاصله ۲ متری: $100 \div 2^2 = 25$ mSv/h

آهنگ دز معادل در فاصله ۵ متری: $100 \div 5^2 = 4$ mSv/h

حفاظ گذاری

انواع حفاظ گذاری:

1) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **آلفا**

2) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **بتا**

3) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **ایکس و گاما**

4) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **نوترون**

حفاظ گذاری در برابر پرتوهای آلفا

پرتوهای α در اثر برخورد با مولکول های هوا به سرعت انرژی از دست می دهند. بنابراین نیازی به حفاظ برای مهار آنها نیست.

حفاظ گذاری در برابر پرتوهای بتا (ادامه...)

مناسب ترین حفاظ برای مهار پرتوهای β از دولایه تشکیل می شود:

لایه اول: ماده ای با عدد اتمی کوچک مانند پلاکسی گلاس یا پلاستیک با ضخامت زیاد، برای متوقف کردن پرتوهای بتا (الکترونها).

لایه دوم: ماده ای با عدد اتمی بزرگ مانند سرب برای تضعیف پرتوهای X تولیدی.

حفاظ گذاری در برابر پرتوهای نوترونی (ادامه...)

حفاظ چشمه های نوترونی از دو لایه تشکیل می شود:

1) **لایه ای از مواد هیدروژن دار**

2) **لایه ای از مواد سنگین مانند سرب**

پایان

سپاس از توجه شما

منابع :

- سایت انجمن رادیولوژی ایران
- سایت مهندسی بهداشت محیط ایران