

مسئولیت‌های متخصصین فیزیک بهداشت نسبت

به حرفه پزشکی

دکتر علی‌اکبر خدادوست — دکتر حسن عسگری شیرازی

عموم را بخود جلب نموده و ایمنی در مقابل پرتوها مورد بحث همگان است. ممکن است بنظر عده‌ای چنین آید که کاربرد پزشکی اشعه یونساز در حوزه حفاظت در مقابل پرتوها منطقه‌ای فراموش شده است. البته باید اذعان کرد که چنین نیست ولی با وجود این استعمال اشعه یونساز در پزشکی شامل مسائل متعددی است که نیاز مداومی را جهت اعمال حفاظت ایجاب مینماید. مقاله حاضر بازبینی بسیار مختصری از وضع موجود از نقطه نظر متخصصین فیزیک بهداشت می‌باشد.

۲- کجا، چه موقع و چگونه اشعه یونساز بمنظورهای پزشکی بکار می‌رود؟

فراوان‌ترین کاربرد اشعه بمنظورهای تشخیصی است. در بسیاری از کشورها یک فرد متوسط شهری صرفنظر از عکس برداری از دندان یا امتحان رادیوگرافی همگانی سینه به منظور تشخیص بیماری سل هر دو سال یک امتحان با اشعه ایکس دارد. (۹ و ۸ و ۳) امتحان با اشعه ایکس بیش از هر منبع دیگر اشعه یونساز ساخته دست انسان به پرتوگیری زنیترک جامعه کمک میکند.

بنابراین بهتر است که بازبینی را ابتدا از اشعه مزبور

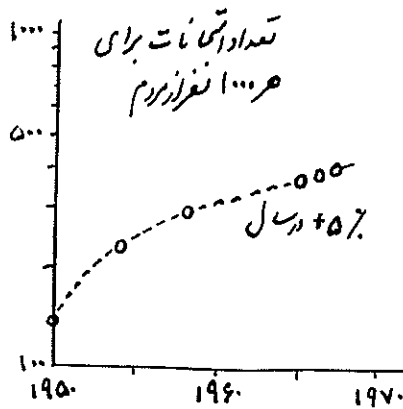
خلاصه: از نقطه نظر ژنتیک استعمال اشعه یونساز در پزشکی علاوه بر پرتوگیری طبیعی بزرگترین سهم را در دوز حاصله بعهدده دارد. بنابراین طبیعی است که شاغلین فیزیک بهداشت بایستی نسبت به پرتوگیری پزشکی توجه مخصوص مبذول دارند. و بطور کلی حرفه فیزیک بهداشت نسبت به انتشار و اشاعه اطلاعات لازمه در باره حدود دوز پرتوها و آگاه نمودن مردم نسبت به خطرات اشعه یونساز و اقدامات حفاظتی دارای مسئولیت است.

در این مقاله منابع مختلفه پرتوگیری در پزشکی بررسی شده و اهمیت نسبی آنها در مورد سهمی که در دوز حاصله به بیماران و اعضاء شاغل حرفه پزشکی بعهدده دارند مورد بحث قرار گرفته است. همچنین به توصیه‌های جدید بین‌المللی نیز اشاره شده و اظهار امیدواری شده است که متخصصین فیزیک بهداشت و فیزیکدانهای بیمارستانی توصیه‌های مزبور را بکار بسته اشاعه داده و مورد پشتیبانی خود قرار دهند.

۱- مقدمه: استعمال روزافزون اشعه یونساز و مواد رادیو-اکتیو در پزشکی باعث بالاترین پرتوگیری اشعه تحت نظارت انسان را هم به کارکنان و هم به اعضاء جامعه می‌گردد. در این ایام که دوزهای بسیار پائین رادیواکتیویته محیط توجه

شروع نمائیم .

الف: تشخیص با اشعه ایکس - رنتگن دانشمند معروف آلمانی اشعه ایکس را در سال ۱۸۹۵ کشف نمود و سه گزارش معروف خود را در خلال سالهای ۱۸۹۷ - ۱۸۹۵ بچاپ رساند . کاربرد سریع این کشفیه بسیار حیرت آور است . در سال ۱۸۹۷ چرچیل جوان ضمن شرح جنگ مالاکاند (Malla Kand) در هند در ابتدای سال مزبور بیان میکند که چگونه ماشین مولد اشعه ایکس برای تشخیص جای گلوله در ساق پای یک افسر ارتش بمیدان جنگ آورده شد (۱۲) . گرچه دستگاه عجیب مزبور که متأسفانه کار نکرد اولین دستگاهی نبود که مورد استفاده قرار میگرفت ولی اولین قدم حیاتی را در کاربرد اشعه ایکس که بسیار قابل ملاحظه بود نشان میدهد . بعداً در اثنای سال ۱۸۹۶ لوله‌های مولد اشعه ایکس غوطه‌ور در روغن توسعه یافت . فتوفلوئوروسکپی مورد آزمایش قرار گرفت . روشهای استروئوسکپی را مورد تفحص قرار دادند . محیطهای کنتراست بکار برده شد و اندازه‌گیری پونیزاسیون را انجام دادند (۷) . تجربه و پیشرفت در مدت هفتاد و چند سالی که از آن تاریخ میگذرد بسیار چشمگیر بوده و حتی امروزه در ماشینهای اشعه ایکس (در مورد هر هزار نفر از افراد جامعه) در ممالکی از قبیل فرانسه ، سوئد و انگلستان سالانه در حدود ۵٪ افزایش پیدا میکند (۳ و ۱۱) در شکل (۱) این توسعه مجسم شده است . عده آزمایشهای با اشعه ایکس در بعضی از کشورها نیز در جدول شماره ۱ ثبت شده است .



شکل ۱ - افزایش تعداد امتحانات با اشعه ایکس در بیمارستانهای کشور سوئد در بین سالهای ۱۹۷۰ - ۱۹۵۰

دستگاهها کمتر دخالت داشته و توصیه در باره حفاظت بوسیله نمایندگان هیئت‌های ملی و یا مقامات مسئول امور حفاظت بعمل آمده است .

ب - درمان بوسیله اشعه ایکس - استعمال سریع اشعه ایکس بمنظور درمان بهمان اندازه کاربرد آن بعنوان وسیله تشخیص چشمگیر است . رنتگن کشف خود را در ماه نوامبر سال ۱۸۹۵ انجام داد و در ژانویه ۱۸۹۶ در ایالات متحده آمریکا بیماری با اشعه ایکس تحت درمان قرار گرفت . درمان مزبور درمان بیماری پوست بود . ولی معالجه یک مورد سرطان معده با اشعه ایکس نیز در کشور فرانسه در ژوئیه سال ۱۸۹۶ انجام گرفت (۷) . چون قابلیت نفوذ نسبی اشعه ایکس کم بوده پراکندگی آن در پتانسیلهای کمتر از ۵ کیلوولت زیاد است قبل از کاربرد تکنیک‌های ویژه درمانی مانند معالجه دورانی با اشعه ایکس و تولید اشعه مزبور با انرژی زیاد نقشه‌کشی دوز زیاد مورد توجه قرار نگرفت .

ج - درمان بوسیله رادیوم - رادیوم را بعنوان منبع اشعه بموازات استعمال اشعه ایکس بمنظور درمان بکار می‌بردند . اولین کاربرد این عنصر در براکی رادیوم تراپی (Brachy Radium Therapy) یعنی درمان بوسیله تماس مستقیم و

در حدود ۷۵٪ از تمام امتحانات با اشعه ایکس (بغیر از عکس‌برداری همگانی سینه و امتحان دندان) جزء چهار دسته عمده زیر بحساب می‌آیند .

امتحانات منظم سینه ، امتحانات اندامها ، امتحان جمجمه و بالاخره امتحان قسمت بالای دستگاه گوارش .

در توسعه تشخیص با اشعه ایکس جای بسیاری برای مشاوره با فیزیكدانها از نقطه نظر فیزیک وجود داشته است . ولی با این طبقه دعوتی بعمل نیامده و یا اینکه خود آنها توجه اندکی نسبت به مشارکت در این امر مبذول داشته‌اند . مهندسین بویژه در صنعت اشعه ایکس فعال تر بوده و در طرح ساختمان دستگاه بسیاری از مسائل حفاظتی را حل نموده‌اند . بعضی اوقات توجه باین امر تحت فشار توصیه‌های بین‌المللی یا ملی انجام گرفته است . بهرحال فیزیكدانها در استعمال

جدول شماره ۱ - آمار افتخارات سالانه بالسه

تعداد افتخارات بازار هر جزایر از افتخارات بالسه

| شماره | سال افتخار | افتخار بالسه | مکانی خندان | تعداد افتخارات | شماره |
|-------|-------------|--------------|-------------|----------------|--------|
| ۵۰ | ۱۹۵۶ | ۴۱۰ | ۲۱۰ | ۱۹۵۶ | مانند |
| ۴۰ | ۱۹۵۷ | ۲۸۰ | ۹۵ | ۱۹۵۷ | انگلیس |
| ۱۴۰ | ۱۹۵۷ | ۶۴۰ | ۱۹۰ | ۱۹۵۷ | سوئیس |
| ۱۰۰ | ۱۹۵۸ | ۳۹۰ | ۲۱۰ | ۱۹۵۸ | نور |
| ۱۴ | ۱۹۶۰ - ۱۹۶۴ | ۴۵۰ | ۴۴۵ | ۱۹۶۰ - ۱۹۶۴ | ژاپن |
| ۱۲۰ | ۱۹۶۴ | ۳۶۵ | ۱۱۵ | ۱۹۶۴ | ژلاندز |
| ۲۹۰ | ۱۹۶۴ | ۵۴۰ | ۸۵ | ۱۹۶۴ | ایرلند |
| ۵۷۰ | ۱۹۶۷ | ۴۹۰ | ۱۰۵ | ۱۹۶۷ | سوئد |

کاشتن سوزنهای رادیوم بویژه در بیماریهای زنان بسیار شایع شد. استعمال بعدی طرح بسته‌بندی رادیوم حفاظت شده بود که برای معالجه از راه دور بکار میرفت در پیرو آن یکانهای تله رادیوم و در زمان حاضر دستگاههای شامل کیلوکوری $^{137}_{60}\text{Co}$ مورد استفاده قرار گرفتند.

د - تله‌کوری ترایی - تله‌کوری ترایی یا مواد رادیو اکتیو مصنوعی وضع موجود را به نحو موثری تغییر داد (۱۰) (شکل ۲) دوزهای با شدت قوی‌تر باعث شد که درمان را از فواصل دورتری انجام دهند. و فعالیت مخصوص زیاد امکان استعمال میدانهای دقیق‌تر از میدان درمان با رادیوم را انجام پذیر ساخت. قابلیت نفوذ زیادتر. کمتر شدن جذب تابع عدد اتمی. کاهش دوز سطحی و بالاخره کم شدن پراکندگی مزاحم همگی باعث شدند که اشعه گامای ^{60}Co برای درمانهای عمقی خیلی مفیدتر از اشعه ایکس گردد. در شکل ۲ می‌توان ملاحظه نمود که چگونه افزایش تعداد منابع کبالت باعث نزول بلافاصله تعداد درمانهای با رادیوم و در پیرو آن کاهش سریع درمان با اشعه ایکس گردیده است. نتیجه آنست که ^{60}Co منبع عمده در رادیوتراپی جدید میباشد.

ه - درمان عمقی با شتاب دهنده‌ها - اشعه ایکس حاصله از ماشینهای وان دوگراف (Van de Graaff) و میدلهای رزنانس تقریباً همان خواص اشعه گامای صادره از ^{60}Co را دارا است. ولی با بکار بردن بتاترونها و شتاب دهندگان خطی خواص مزبور تغییر نموده است. با وجودیکه مقصود از منحنی‌های شکل ۲ مجسم نمودن توسعه عمومی دستگاههای مختلفه است. باید در نظر داشت که منحنی‌های مزبور بر روی موقعیت موجود در رادیوم همت (Radium Hemmet) واقع در شهر استکهلم پایه‌گذاری شده است (۱۰). منحنی غیر -

قاطعی که نماینده بتاترونها و شتاب دهندگان خطی است مسائل و مشکلات محلی را منعکس مینماید. معیناً تمایل سریع بطرف بالا که در منحنی نشان داده شده احتمالاً بمنزله حدس نیکویی برای آینده است. این موضوع همچنین در شکل ۳ که افزایش تعداد انواع مختلفه یکانهای درمان عمقی را در طی سالهای ۱۹۶۷ - ۱۹۵۵ نشان میدهد (۱) بچشم می‌خورد. اکنون در بسیاری از کشورها بیش از یک یکان ایزوتوپ بازا هر میلیون نفر از مردم وجود دارد. برای ذکر تمام مسائل فیزیکی موجود در طرح‌ریزی و نقشه‌کشی دوز که با مهارت

قابل ملاحظه‌ای بوسیله فیزیکیدانان بیمارستانی در سراسر جهان اجراء میشود وقت زیادی لازم است ولی بهر حال این موضوع که مشخصات جدید اشعه اندازه‌گیری و نقشه‌کشی دوز را مشکل‌تر نموده است حقیقت ندارد. بالعکس اگر یکانهای کبالت و بتاترونها اولین منابع پرتو درمانی بکار رفته بشمار می‌آمدند. ورود اشعه ایکس ۲۰۰ کیلوولتی را بجرگه منابع مزبور می‌توانستیم گامی بسوی نوع دیگری از اشعه که جالب‌تر و پیچیده‌تر بود بدانیم که استعمال آن بعلت پراکندگی بیشتر و جذب فتوالکتریکی جالب و اثرات احتمالی آن بر روی استخوان و بافت‌های چربی مستلزم آن بود که روشهای پیچیده‌تر اندازه‌گیری و محاسبه را بکار بریم.

منابع غیر مهور - رادیو ایزوتوپهای مصنوعی نه تنها بعنوان منبع خارجی اشعه جانشین رادیوم شده‌اند. بلکه می‌توان آنها را بصورت منابع غیر مهور با استفاده از مزایای اعمال متابولیکی در داخل بدن نیز بکار برد مزایای ^{131}I برای مطالعات غده تیروئید و همچنین برای منظورهای درمانی غده مزبور خیلی زود آشکار شد. استعمال ^{32}P نیز در تجویز خارجی بمنظور معالجات پوستی خیلی زود متداول گشت.

توسعه و پیشرفت در امر استعمال مواد رادیو ایزوتوپ هنوز بنیای آنچه که انتظار می‌رود نرسیده است. هنوز هم استعمال ^{131}I برای درمان بیماریهای غده تیروئید شایع‌ترین کاربرد رادیو ایزوتوپها را در معالجات تشکیل میدهد از نقطه نظر تشخیص نیز ید رادیو اکتیو زیاد بکار می‌رود مثلاً به ۷٪ از کل بیماران سوئدی که در سال ۱۹۶۸ مواد رادیو ایزوتوپ تجویز شده است بعضی از ایزوتوپهای پد داده شده (۱۱) و (۶). اخیراً تغییرات عمده‌ای شامل اشعه پزشکی هسته‌ای از عده معدودی از آزمایشگاههای تخصصی به انواع مختلفه کلینیک پدیدار گشته است.

پرتو درمانی (شامل کاربردهای بین بافتی و داخل حفره‌ای) در کلینیک سرطان رادیوم همت (Radium Hemmet) ۱۹۶۸ - ۱۹۱۲

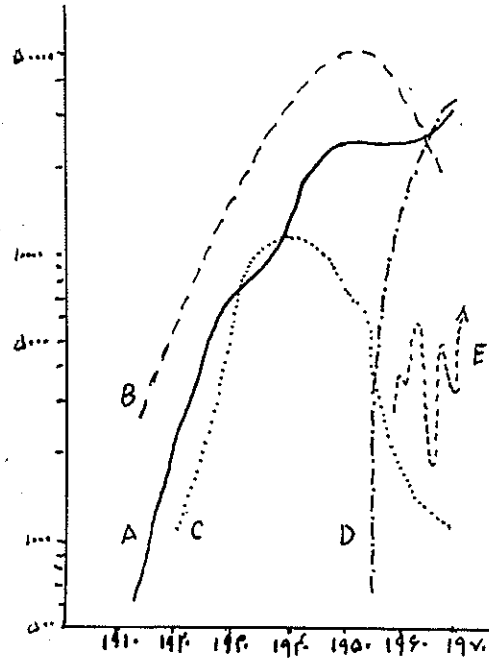
A = تعداد کلی بیماران در سال

B = تعداد درمانها با اشعه ایکس

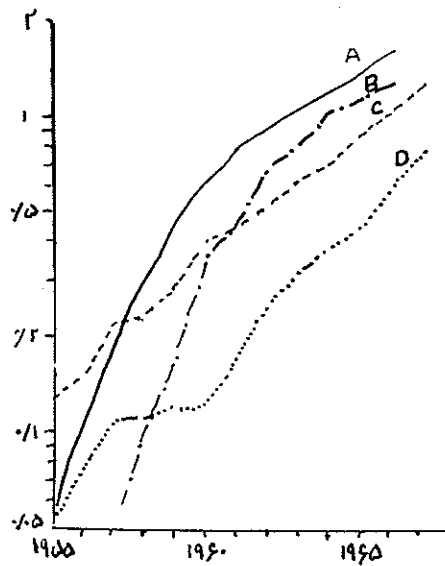
C = تعداد درمانها با رادیوم (تمام انواع)

D = عده درمانهای تله‌کوری با ^{60}Co

F = عده درمانهای با بتاترون یا شتاب دهنده خطی



شکل ۲ - نمایش ساده تعداد منابع عمده‌ء خارجی



شکل ۳ - تعداد یکانه‌های پرتو درمانی با انرژی زیاد در دنیا

A = یکانه‌های کبالت ۶۰ (برحسب هزار)

B = یکانه‌های سزیوم ۱۳۷ (برحسب صد)

C = بتا ترونها (برحسب صد)

D ≡ شتاب دهندگان خطی (برحسب صد)

پیشرفت‌های جدید میدان کاربرد را بویژه در مورد عناصر رادیواکتیو کوتاه عمر وسعت داده است. جدول شماره ۲ تعداد کلینیک‌های سوئدی را که در سال ۱۹۶۸ به آنها مواد رادیواکتیو حمل شده و همچنین مقدار کل اکتیویته حمل شده را نشان می‌دهد (۱۱) در جدول مزبور دور بیماران نیز که ذیلا مورد بحث قرار می‌گیرد درج شده است.

دوزهای بیماران در چه حدود است؟

دانستن دوزهایی که در نتیجه پرتوگیری زیاد به اعضا بافت‌ها و همچنین به مغز استخوان و اعضا تناسلی داده میشود جالب است. در دو مورد اخیر یعنی دوز به مغز استخوان و اعضا تناسلی تعداد راد انسان (Manrad) یادوز سرانه که به دوزمردم بطور عموم کمک مینماید درخور توجه مخصوص است.

دوزهای فردی زیاد از پرتو درمانی

دوزهای داده شده در پرتو درمانی بمنظور کشتن سلولهای سرطانی است. بنابراین احتراز از آسیب یا اثرات زیان‌آور بعدی به بافت‌های سالم اطراف امری مشکل بنظر میرسد دوزهای توموری معمولا بین ۵۰۰۰ تا ۸۰۰۰ راد است ولی بستگی به تقسیم دوز بدفعات متعدد و همچنین نوع تومور دارد. سهم پرتو درمانی در مورد کمک به دوز قابل ملاحظه ژنتیکی مردم بسیار کوچک است. و این بیشتر بدانعلت است که چنین بیماران زیاد انتظار بچه‌دار شدن را ندارند.

دوزجماعات مردم از اشعه ایکس تشخیصی

دوزهای اشعه به بیمار در معالجات تشخیصی با اشعه ایکس در حدود ۵۰۰ - ۵۰ میلی راد است (در هر معاینه) در سال ۱۹۶۱ گروه بررسی مشترکی از انجمن بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه و انجمن بین‌المللی آحاد و مقادیر رادیولوژیکی بمنظور باز دیدهای آماری دوزهای اشعه ایکس گروه‌بندی مناسبی را برای فواصل دوزی پیشنهاد کرد (۵). تقسیم دوز در فواصل پیشنهادی در مورد پوست، مغز استخوان

و دستگاه تناسلی در شکل شماره ۴ نشان داده شده است. ان دیگرامها بر نتایج جمع‌آوری شده بوسیله گروه مشترک مزبور از کشورهای آرژانتین، دانمارک، سوئد و انگلستان پایه‌گذاری شده است در معیاتی که بطور صحیح انجام گرفته است دوز پوستی اضافه بر ۲۵ راد و همچنین دوز اعضا تناسلی و دوز متوسط مغز استخوان متجاوز از ۵ راد نادر است.

بعلت تعداد زیاد معاینات سرانه پرتوگیری جماعات مردم نسبتا زیاد است. دوز قابل ملاحظه ژنتیکی سالانه حاصله از استعمال پزشکی اشعه ایکس در ممالکی که ارزیابی شده (۹ و ۸ و ۴) در حدود ۵۰ - ۱۰ میلی‌راد میباشد این مقدار دوز متوسط جماعات مردم است که اثر آماری تعداد متوسط احتمالی اولاد بیماران در توزیع سنی مربوط بهر نوع معاینه در آن منظور شده است مقدار آن غالبا بالغ بر ۵۰% مجموع تمام دوزهای سهمیم در این امر بدون در نظر گرفتن بررسیهای آماری است. جدول شماره ۳ تواتر دوزهای نمونه اشعه را در مورد معاینات مختلفه با اشعه ایکس نشان میدهد. از کشوری به کشور دیگر در کشور نیز از بیمارستانی به بیمارستان دیگر تغییرات قابل ملاحظه‌ای مشاهده میگردد. این مسئله در چندین گزارش بوسیله کمیته علمی سازمان ملل برای اثرات اشعه اتمی (UNSCEAR) و انجمن‌های بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه و آحاد و مقادیر رادیولوژیکی که عمده نتایج از آنها گردآوری شده شرح داده شده است (۹ و ۸ و ۵) حدود ۹۰% از کل دوز قابل ملاحظه ژنتیکی از ۱۵% تمام معاینات و بطور عمده از معایناتی که در آنها دستگاه تناسلی مستقیما در معرض تابش اولیه قرار گرفته‌اند نتیجه شده است. بنابراین بهترین اقدام حفاظتی استعمال حداقل وسعت میدانی است که برای ایجاد شرائط تشخیصی مطلوب لازم میباشد در مورد بیماران مذکر پوشاندن دستگاه تناسلی در مقابل اشعه موثر است.

در چهار نوع از معاینات بسیار شایع (سینه، سر و اندامها) دوز اعضای تناسلی بسیار ضعیف است دوزهای مورد بحث شامل دوز پرتوبینی نمیشاند یک امتحان پرتوبینی ممکن است دوزی بشدت چندین راد در دقیقه به پوست بدهد. و اگر بوسیله شخص غیر ماهری اجرا شود بالقوه خطرناک است.

جدول شماره ۱ عمل مواد رادیوایزوتوپ به بیمارستانهای نور ریز در سال ۱۹۸۸

| تعداد رادانسان به دستگاه تناسلی «تسفیر» | تعداد بیماران معاینه شده به منظور تسفیر | فعالیت کل بزرگ کوری به «درمان و تسفیر» | تعداد کینتیک ها | عنصر رادیو ایزوتوپ |
|---|---|--|-----------------|--------------------------------------|
| ۳۳۰ | ۷۳۴۱ | ۱/۷ | ۵۷ | ^{۱۳۱} I د آلی |
| ۱۹۰۰ | ۲۱۴۴۱ | ۵۸/۲ | ۵۹ | ^{۱۳۱} I (یونی) |
| ۵ | ۳۹۱۳ | ۰/۴ | ۵۰ | ^{۱۲۵} I د آلی |
| ۲ | ۴۲۱ | ۰/۴ | ۳۳ | ^{۵۱} Co |
| ۳ | ۱۴۷۹ | ۰/۰۲ | ۳۲ | ^{۵۷} Co |
| — | ۱۵۱ | ۰/۱ | ۳۱ | ^{۱۴} C |
| ۳۰ | ۸۷ | ۹/۲ | ۳۰ | ^{۳۲} P |
| ۳۵۰ | ۳۰۹۰ | ۲۸/۰ | ۲۷ | ^{۱۹۸} Au |
| < ۱۰ | ۲۰۹۲ | ۱۰/۱ | ۲۴ | ^{۱۳۳} Xe |
| ۱۵ | ۱۰۳۵ | ۰/۵ | ۲۰ | ^{۱۲۵} I «یونی» |
| — | ۲۴۵ | ۴/۴ | ۱۹ | ^۲ H |
| ۳۰ | ۳۷۷ | ۰/۰۳ | ۱۹ | ^{۵۹} Fe |
| ۹۰ | ۱۴۷۰ | ۰/۰۱ | ۱۳ | ^{۵۱} Co |
| ۲۲۰ | ۵۴۵ | ۰/۰۷ | ۱۳ | ^{۱۵۵} Sr |
| ۲۳۰ | ۲۴۵۷ | ۲۰/۰ | ۱۳ | ^{۹۹} Mo / ^{۹۹m} Tc |
| ۲ | ۱۴۱ | ۰/۴ | ۱۱ | ^{۱۹۸} Hg |
| ۲۰۰ | ۲۲۲۴ | ۳ | ۱۰ | عناصر رادیواکتیو |
| ۳۳۰۰ | ۴۷۹۱۹ | | | |

جدول شماره ۳ - دزهای بیابانی از طبقه مختلفه تسطیر با اسعه X

| ذرات متوسط بزرگتر بعضاً استخوان میخی راد | ذرات متوسط بزرگتر استخوان میخی راد | ذرات قابل ملاحظه زینتین میخی راد | ذرات متناهی بر حسب بیابانی | | تعداد در هر ۱۰۰۰ نفر از مردم | نوع معاینه |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | مرد | زن | | |
| ۳/۰ | ۲۰۰ | ۴/۲ | ۱۰۰۰ | ۴۰۰ | ۱۵ | زائمه کوهپایه کراک |
| ۵/۵ | ۵۰ | ۳/۴ | ۱۲۰۰ | ۵۰۰ | ۱۰ | اصبه عیب - فرد نون |
| ۵/۰ | ۵۰۰ | ۲/۹ | ۷۰۰ | ۶۰۰ | ۱۰ | اور و کراخی |
| ۱/۰ | ۱۰۰ | ۲/۴* | — | ۵۰۰ | ۱ | شکم در ماماگ |
| ۱/۰ | ۱۰۰ | ۱/۹ | ۷۰۰ | ۲۵۰ | ۱۰ | گلن |
| ۳/۳ | ۳۰۰ | ۱/۴ | — | ۱۲۰۰ | ۱ | دیترو سالیسکولوزی |
| ۹/۵ | ۶۰۰ | ۱/۵* | ۲۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰ | کودکان - دستگاه لاریس تحت نظر |
| ۵/۵ | ۱۰۰ | ۱/۰* | ۵۰۰ | ۵۰۰ | ۵ | شکم |
| ۲/۷ | ۳۰۰ | ۵/۹ | ۸۰۰ | ۱۱۰۰ | ۲ | پیلو کراخی رترو راد |
| ۵/۵ | ۱۰۰ | ۱/۱* | — | ۱۲۰۰ | ۱ | پلو بیوری |
| ۹/۰ | ۳۰۰ | ۵/۷ | ۲۰ | ۱۰۰ | ۲۰ | عده - دستگاه کراخی نون |
| ۵/۲ | ۳۰۰ | ۵/۵ | ۲۰۰۰ | ۱۵۰۰ | ۱ | اور و کراخی |
| ۵/۱ | ۵۰ | ۵/۳ | ۴۰۰ | ۵۰ | ۲ | استخوان سرریخت تحت نظر |
| ۷/۲ | ۴۰ | ۵/۲ | ۲ | ۵ | ۱۸۰ | اتماک معده لسنه |
| ۲/۰ | ۲۰۰ | ۵/۱ | ۵ | ۶۰ | ۱۰ | کب صفرا |
| ۵/۰ | ۱۰۰۰ | ۵/۱ | ۵۰ | ۵ | ۵ | اتماک معده لسنه |
| ۱/۰ | ۲۰۰ | ۵/۱ | ۲۰ | ۲۰ | ۵ | شکل نقرات شته |
| ۵/۱ | ۲ | ۵/۰۲ | ۵ | ۱ | ۲۰ | تست پریستایه |
| ۱/۵ | ۵۰ | ۵/۰۱ | ۱ | ۱ | ۲۰ | سر و سرک فقا کراخی |
| ۵/۵ | ۱۰۰ | ۵/۰۰ | ۱ | ۱ | ۵ | تست استخوان لسنه |
| ۵/۱ | ۲ | ۵/۰۰ | ۵ | ۱ | ۵۰ | بازود دست |

* در این جدول نیز شامل است

چنین برمیآید که بزرگترین تعداد راد انسان بعلت استعمال ^{131}I حاصل شده است (۸۵٪ از آن از کاربرد سنتیگرافی نتیجه میشود).

در سال ۱۹۶۸ در کشور سوئد بازه هر میلیون نفر از مردم ۴۰۰۰۰۰۰ معاینه با اشعه ایکس و ۶۰۰۰ معاینه با مواد رادیواکتیو انجام گرفته است (۱۱) و موضوعی که باقی میماند آنست که ببینیم آیا عده معاینات با مواد رادیواکتیو در آینده افزایش قابل ملاحظه‌ای خواهد یافت یا نه؟ رقم فعلی مربوط به کشور سوئد ۱/۵٪ افزایش تعداد معاینات با اشعه ایکس است. دوز سرانه تناسلی که (تقریباً دو برابر دوز قابل ملاحظه ژنیتیکی است) در مورد توزیع تواتر نشان داده شده در شکل ۴ با فرض اینکه در هر میلیون نفر از مردم تعداد ۴۰۰۰۰۰۰ معاینه انجام گرفته باشد در حدود ۵۶ میلی رادو در مورد ۶۰۰۰ معاینه با مواد رادیواکتیو در حدود ۰/۴ میلی راد میباشد.

۴- دوز کارکنان در چه حدود است؟

جدول شماره ۴ توزیع سالیانه دوز را در مورد کارکنان رادیولوژی بیمارستانها (تعداد ۲۱۲۷ نفر) که در سال ۱۹۶۸ تعیین شده است نشان میدهد (۱۱). این دوزها بطور مناسبی معرف مقادیر پست که عموماً شایع میباشند. مقادیر مدیان در حدود ۵۰ میلی راد است، و دوز متوسط در مورد کار با اشعه ایکس ۱۰۰ میلی راد، و در مورد کار با مواد رادیواکتیو ۳۰۰ میلی راد است. تنها در مورد ۲٪ از کارکنان (۴۰ نفر) مقدار دوز از ۱/۵ راد تجاوز میکند و در هیچ موردی دوز از ۵ راد تجاوز نمی نماید. بنابراین حفاظت کارکنان عموماً رضایت بخش است.

در نوع مخصوصی از کار یعنی استعمال رادیوم در بیماریهای زنان. دوز کارکنان در سراسر عالم زیاد است. با احتیاطات ویژه و تدابیر کافی (مثلاً تکنیک - After - Loading) بطوریکه در جدول شماره ۵ نشان داده شده است حفاظت خوب انجام پذیر است.

دوزهای حاصله از پزشکی هستهای قوی است یا ضعیف؟ بطور کلی در کاربرد رادیو ایزوتوپها نسبت به موقعی که اشعه ایکس بکار میرود احتیاط اولیه بیشتری رعایت میگردد. در بعضی از کشورها قوانین نخستین ایمنی شامل کاربرد رادیو ایزوتوپهای مصنوعی است و شامل رادیوم و اشعه ایکس نمیگردد.

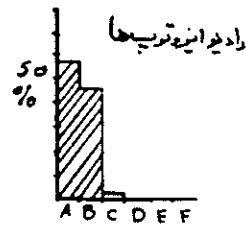
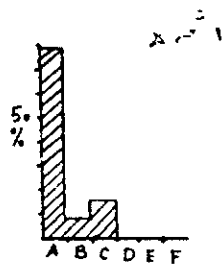
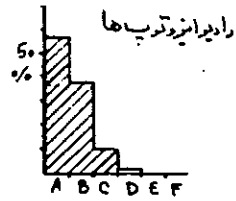
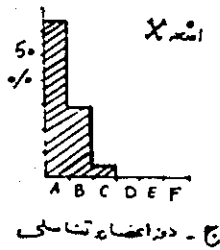
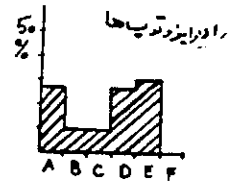
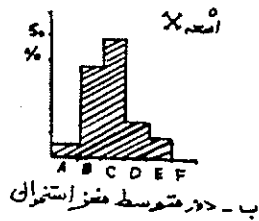
بعضی اوقات اتفاق می افتد که دکترهای مشغول به کارهای ایزوتوپها از این نظر که سخت تحت کنترل میباشند شکایت دارند. و حال اینکه متخصصین اشعه ایکس ممکن است دوزهای قوی به بیمارانشان بدهند بدون اینکه کمترین کنترلی بعمل آید هر چند، در حقیقت در کار با رادیو ایزوتوپها دوزهای قوی به اعضاء نسبت به معاینات با اشعه ایکس با تواتر نسبی بیشتری ممکن است اتفاق افتد این موضوع در شکل شماره ۴ که دوز رادیو ایزوتوپها با مقایسه با دوز اشعه ایکس ارائه شده کاملاً نشان داده شده است. نتایج فوق الذکر بعلت اینکه در مورد رادیو ایزوتوپها مربوط به کشور سوئد در سال ۱۹۶۸ است (۱۱ و ۶) و در مورد اشعه ایکس از گزارش سال ۱۹۶۱ گروه بررسی مشترک انجمنهای بین المللی حفاظت و آحاد و مقادیر استخراج شده (۹) است کاملاً قابل مقایسه نمیباشند. ولی در هر حال این موضوع که قویترین دوز به اعضاء در معاینات با مواد رادیو ایزوتوپ از دوز پوست در معاینات با اشعه ایکس تجاوز میکند چشمگیر میباشد. این دوزهای قوی (در حدود ۷۵ - ۲۵ راد در هر معاینه) معمولاً در تیروئید حاصل میشوند، اما بعضی اوقات نیز در طحال یا در کلیه پس از معاینات سنتیگرافی اتفاق می افتد (۱۱ و ۶).

چنین دوزهایی با دوزهای پوستی در کاتریر اسیون قلب کاملاً قابل مقایسه میباشند از طرف دیگر بعضی از معاینات با مواد رادیو ایزوتوپ مانند تستهای شیلینگ با ویتامین B_{12} نشان داده شده با ^{57}Co و رنوگرافی با ارتویدو هیپورات (بوئزه با ^{125}I) دوزهایی میدهد که مقدار آن در هر معاینه کمتر از ۵۰ میلی راد است.

دوز متوسط تناسلی در هر معاینه در تمام انواع معاینات با اشعه ایکس (بجز معاینات دندان پزشکی و عکس برداری همگانی از سینه) برای مواردیکه در شکل نشان داده شده در حدود ۱۴۰ میلی راد است در حالیکه دوز متوسط در هر معاینه با ماده رادیواکتیو در مورد موادی که در سوئد بکار رفته (۱۱ و ۶) در حدود ۷۰ میلی راد است. از جدول شماره ۲

جدول شماره ۴: دزهای سالیانه کارکنان بیمارستان بر حسب بازه‌های باقیمانده در سال ۱۳۹۱

| مقدار توزیع درصد «پرکردگی» بر حسب راد» | | | | عدد افراد | نوع کار |
|--|------|-------|-----|-----------|---------|
| ۱-۵ | ۵-۱۵ | ۱۵-۲۵ | ≥۲۵ | | |
| ۱۵ | ۴۱۷ | ۲۹ | ۹۹ | ۱۷۵۷ | استعد |
| ۱۱۴ | ۱۵ | ۳۵ | ۴۱ | ۳۷۰ | |



شکل ۴ - توزیع دوز بیماران در کارکنان بیمارستان بر حسب دزهای راد در سال ۱۳۹۱

- A = کمتر از ۵٪ راد
- B = از ۵٪ تا ۵۰٪ راد
- C = از ۵۰٪ تا ۱۰۰٪ راد
- D = از ۱۰۰٪ تا ۲۵۰٪ راد
- E = از ۲۵۰٪ تا ۱۰۰۰٪ راد
- F = از ۱۰۰۰٪ تا ۵۰۰۰٪ راد

جدول شماره ۵ - دهه‌های کارکنان در یادداشت سوره ۱۹۶۸-۱۹۹۱

| بیمه زنان | | تمام کلینیک | | سال |
|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------|
| افراد به اشعار دریافت کرده اند | تعداد کل کارکنان | افراد به اشعار دریافت کرده اند | تعداد کل کارکنان | |
| ۵ ۲-۵ ۱-۲ | فواصل برابر ۱۱ | ۵ ۲-۵ ۱-۲ | فواصل برابر ۱۱ | |
| ۱۱ ۱۸ ۱۹ ۴۸ | ۹۳ | ۱۱ ۲ ۲۴ ۸۴ | ۱۳۹ | ۱۹۹۱ |
| ۱۵ ۲۹ ۱۸ ۹۰ | ۱۴۹ | ۱۵ ۳۱ ۲۵ ۱۴۱ | ۲۱۲ | ۱۹۹۲ |
| ۹ ۲۵ ۲۲ ۸۹ | ۱۴۲ | ۹ ۲۵ ۲۷ ۱۳۲ | ۱۹۰ | ۱۹۹۳ |
| ۱۰ ۲۸ ۱۱ ۱۱۱ | ۱۹۰ | ۱۰ ۲۸ ۱۱ ۱۹۱ | ۲۱۰ | ۱۹۹۴ |
| ۹ ۲۹ ۱۴ ۱۰۴ | ۱۵۰ | ۹ ۲۷ ۱۷ ۱۹۰ | ۲۱۰ | ۱۹۹۵ |
| ۱ ۱۹ ۲۸ ۸۸ | ۱۳۹ | ۱ ۱۹ ۳۱ ۱۷۷ | ۲۲۸ | ۱۹۹۶ |
| — ۱۴ ۲۹ ۱۴۹ | ۱۸۹ | — ۱۴ ۳۲ ۲۲۰ | ۲۹۹ | ۱۹۹۷ |
| — ۹ ۳۹ ۱۷۰ | ۲۱۲ | — ۹ ۳۹ ۲۳۲ | ۳۰۴ | ۱۹۹۸ |

۵- نتایج

از مطالبی که در بالا مورد بحث قرار گرفت نتیجه میشود که حفاظت شاغلین رادیولوژی عموماً مسئله مهمی نیست و اکثراً بخوبی انجام گرفته است، ولی حفاظت بیمار مسائل متعدد و مهمی را پیش میآورد.

در پرتو درمانی در اکثر موارد بکمک فیزیکدانهای تحصیل کرده بیمارستانی در این باره بخوبی اقدام شده است. ولی در بعضی از کشورها چنین کمکی زیاد شایع نیست، و برعکس در بعضی از ممالک مانند انگلستان این امر بخوبی پیشرفت کرده و برقرار شده است. میتوان امیدوار بود که سازمان بین‌المللی فیزیک پزشکی (IOMP) در قبولاندن این موضوع بطور عموم و ارزش قائل شدن برای آن موفق و کامیاب گردد.

در کارهای تشخیصی با اشعه ایکس حتی اگر خود حرفه پزشکی برای حفاظت بیمار بتواند کار زیادی انجام دهد معهذاً کمک بیشتری از ناحیه فیزیکدانها مورد نیاز است. این موضوع در گزارش گروه کار حفاظت بیماران در اشعه ایکس تشخیصی وابسته به انجمن بین‌المللی حفاظت (۳) خاطر نشان شده است. این موضوع نیز حائز کمال اهمیت است که پزشکان که بیماران را برای معاینات با اشعه ایکس به بخش رادیولوژی میفرستند معاینات غیرلازم را درخواست نمایند. فیزیکدان بیمارستانی یا فیزیکدان بهداشت می‌تواند بوسیله تفهیم لزوم این امر به پزشکان از راه توصیه‌های شایسته و دادن اطلاعات سودمند در مورد خطرات اشعه کمک نماید. همچنین میتواند هشدارهای مبالغه‌آمیز را که در صورت ادامه یافتن برای مدت طولانی اعتماد به توصیه‌های حفاظتی را بی‌اعتبار میسازد تصحیح نماید.

و نیز حائز نهایت اهمیت است که اشخاصیکه معاینات را انجام میدهند و ماشینهای اشعه ایکس را براه میاندازند آموزش کافی دیده باشند و تمام اسبابها مثلاً بقمیکه در توصیه‌های کمیته شماره ۳ انجمن بین‌المللی حفاظت آمده است حائز ضوابط جدید باشند (۲)

پزشکی هسته‌ای در تمام رشته‌های پزشکی در حال توسعه است. علاوه بر رادیولوژیست‌ها سایر افراد متخصص نیز از مواد رادیواکتیو استفاده میکنند. بعضی از افرادی که مواد رادیواکتیور را بکار می‌برند اطلاعات ماهرانه‌ای دارند،

که از این نظر با متخصصین فیزیک بهداشت قابل مقایسه می‌باشند. ولی برعکس عده دیگری از فیزیک پرتوها و خطرات ناشی از اشعه یونساز اطلاع کافی ندارند. پزشکی هسته‌ای رشته‌ایست که فیزیکدان بیمارستانی نسبت بدان بایستی احساس مسئولیت بیشتری نماید. انجمن بین‌المللی حفاظت در این مورد گزارش ویژه‌ای که بوسیله گروه مامور مطالعه در باره حفاظت در برابر پرتوها تهیه شده است انتشار داده است.

حال باید دید که در آینده چه میتوان کرد؟ ابتدا نظری بگذشته میافکنیم و به کاری که فیزیکدانان انجام داده‌اند توجه میکنیم. این گروه اسبابهای را طرح ریزی کرده‌اند که ایمنی بیشتری را هم برای بیماران و هم در مورد کارکنان فراهم میکنند. آنها روشهایی برای محاسبه و نقشه‌کشی دوز ارائه دادند. اسبابهای بمنظور اندازه‌گیری دوزهای داده شده در پرتو درمانی و دوزهای دریافت شده بوسیله کارکنان اختراع نمودند. پزشکان همکار خود را در مورد فیزیک پرتوها آموزش دادند، و متقابلاً اندکی از دانش پزشکی را از آنان کسب نمودند. آنها مسائل حفاظتی را با همکاران فیزیکدان خود در سایر مناطق مورد بحث قرار دادند. در نتیجه توانستند ایده‌های جدید را در رشته پزشکی تزیق نمایند. در آینده اسبابهای جدید نه تنها پیچیده‌تر میشوند بلکه میزان بیشتری خودکار میگردند. این امر تا آنجائیکه اسبابهای مزبور کار کنند کمک بزرگی خواهد بود. ولی وقتیکه کار نکنند خطر بالقوه بیشتری خواهند داشت.

کاربرد تکنیک‌های قدیمی مانند تشخیص با اشعه ایکس یا تحقیقات با مواد رادیواکتیو در بخشهایی که قبلاً آنها را بکار نمی‌برده‌اند مسائل جدیدی را پیش میآورد. مولدهای عناصر رادیواکتیو کوتاه عمر بالقوه خطرناک بوده و استعمال عناصر مزبور خطر پرتوگیری کارکنان را افزایش میدهد. تحقیقات پزشکی مانند کاربرد جدید تجزیه از راه فعال کردن، درمان با دسته اشعه ذره‌ای، پزشکی هسته‌ای، روشهای پیچیده تشخیصی با اشعه ایکس و غیره در حال توسعه است.

آیا تمام این‌ها مفید و مطلوب است؟ احتمالاً جواب منفی است زیرا چیزهاییکه زیاد مورد نیازند آنقدر فریبنده نیستند که تقاضا در مورد آنها زیاد باشد. بعضی از کارهای

برای پیشرفت و ترفیع آینده خود میسازند. اما بدون هیچگونه تردید اکثر این کارها بعلت اینکه مورد نیازند و اگر بطور مناسبی انجام گردند خالی از خطرند انجام میگیرند. در غیر این صورت متخصصین فیزیک بهداشت، فیزیکدانان بیمارستانی یا بطور کلی حرفه فیزیک بهداشت از فراهم نمودن توصیه‌های مفید و لازم که مسئولیت آنهاست قصور ورزی‌هاند.

جدید بدین علت انجام میگیرند که سازندگان و مخترعین آنها مایلند از این راه ثروت زیادی کسب کنند. بعضی از آنها نیز بدین علت که جدید بوده و باعث بالا بردن شأن و مقام مخترعین میشوند، شایع میگردند. بعضی نیز صرفاً بخاطر مشغولیات و تنوع رایج میگردند و برخی از کارهای مزبور نیز بعلت اینکه کسی جلو آنها را نمیگیرد انجام میشوند. دسته‌ای دیگر نیز انجام این قبیل کارهای جدید را نردبانی

REFERENCES

1. IAEA. Directory of High-Energy Radiotherapy Centers (1970).
2. ICRP. Publication 15, A report of Committee 3 Pergamon Press (1970).
3. ICRP. Publication 16, A task group report prepared for committee 3, Pergamon Press (1970).
4. ICRP. and ICRU-, Phys. Med. Biol. 2 108 (1957).
5. ICRP. Phys. Med. Biol. 6, 199 (1961).
6. L Garby, B. Nosslin and S. Lofverberg, Swedish National Institute of Radiation Protection, Stockholm, (1969).
7. O. Glasser, Edith Quimby, L.S. Taylor, J.L. Weatherwax and R.S. Morgan, Physical Foundation of radiology (3rd Edition), Paul B. Hoeber, New York (1961).
8. Report of Unsear to the General Assembly New York (1958).
9. Report of UNSCEAR to the General Assembly New York (1962).
10. Stockholm Cancer Soc., Annual Report (1913-1969).
11. Swedish National Institute of Radiation Protection Annual Report for 1968, Stockholm (1969).
12. W.S. Churchill, The Battle of Mallakand (1879).