

طب اتمی (۱)

نقارش

دکتر اکبر بنکدار پور

متخصص رادیولوژی

دانشمندان فیزیک سالیان دراز برای کشف اسرار ساختمان اتم کوشیدند. زمانی بود که اتم را کوچکترین جزء ماده میدانستند و از ساختمان بدیع و فعالیت‌های حیرت‌انگیز درون آن آگاهی نداشتند. در اثر مساعی خستگی‌ناپذیر دلباختگان دانش فیزیک ثابت شد که هر اتم مانند منظومه‌ای آفتابیش در میان است. هسته مرکزی اتم یا آفتاب این منظومه از پروتونها (۲) و نوترونها (۳) ساخته شده است. در اطراف این هسته مرکزی الکترونها در مدارهای مختلف با سرعتی برق‌آسا و نظم‌ی تغییرناپذیر در حال حرکتند. هر روز جزئی از ساختمان اتم کشف شد و هر سال اطلاعات ذی‌قیمتی در این باب بدانش بشری افزوده گشت.

اینک پوزیترون (۴) مزوترون (۵) و نوترینو (۶) و غیره را شناخته‌اند که برای هر یک کتب و رسالات متعددی نگاشته‌اند.

بشر بالاخره موفق شد در ساختمان اتم نیز مانند بسیاری از مظاهر طبیعت دست یابد و آنرا بدلیخواه خود بشکافد.

ازیکسو توانست بمب اتمی (A) و سپس بمب هیدروژنی را بسازد و ازسوی دیگر بادگرگون ساختن هسته اتم به اسرار کیمیاگری پس از قرن‌ها جستجو پی برد و توانست از فلزی فلز دیگر بوجود آورد. قسمت اخیر اساس طب اتمی را پی‌ریزی کرد.

دانش‌های طب و فیزیک دودوست قدیم و دویار سلیمند که قرون متمادی پایبای هم طی طریق نموده‌اند. این ارتباط صمیمی هنگامی بمرحله قطعی خود رسید که رونتگن (۷) فیزیک‌دان مشهور آلمانی در سال ۱۸۹۶ میلادی اشعه رونتگن را کشف نمود. در همان سال بکرل (۸) به رادیواکتیویته طبیعی اورانیوم پی برد و آنرا با کادمی علوم پاریس عرضه

۱-Atomic or Nuclear medicine ۲-Proton

۳-Neutron ۴-Positron

۵-Mesotron ۶-Neutron

۷-Roentgen ۸-Becquerel

داشت • سپس ماری و پیر کوری (۱) در جولای ۱۸۹۸ بکشف پولونیوم (۲) که ماده رادیوآکتیو بود موفق شدند و پس از شش ماه بکشف رادیوم که دو میلیون مرتبه خاصیت رادیوآکتیویته آن از اورانیوم قوی تر است نائل گردیدند •

آنگاه طب و فیزیک بهم آمیختند و نوزاد پرومندی بنام دانش رادیولوژی بجامعه بشری تقدیم داشتند که امر وزیکی از پایه های مستحکم دنیای پزشکی را تشکیل میدهد •

در حدود بیست سال پس از کشف ماری و پیر کوری دختر آنان ایرن (۳) باتفاق شوهرش ژولیو (۴) رادیوآکتیویته مصنوعی را کشف نمودند • تدریجاً دانشمندان دیگر بازحمات شبانه روزی خود بوجود اشعه آلفا-بتا و گاما پی بردند • رودر فرد (۵) در سال ۱۹۱۹ دریافت که اگر اتم با ذره های آلفا بمباران شود در ساختمانش تغییراتی حاصل میگردد • چنانکه هسته اتم ازت از بمباران بوسیله ذرات آلفای رادیوم تبدیل بهسته اتم اکسیژن می شود • در سال ۱۹۲۹ لارنس (۶) موفق بساختن سیکلوترون (۷) گردید که بوسیله آن میتوان در هسته اتم تغییراتی حاصل نمود • روی این اصل در ابتداء این دستگاه را « اتم شکن » نامیدند • موادیکه بدین ترتیب با دستگاههای اتم شکن بدست میآمدند دارای خاصیت رادیوآکتیویته بودند و آنها را رادیوایزوتوپ (۸) نامیدند اما مقدار تولید آنها بوسیله سیکلوترون فوق العاده کم بود • در سال ۱۹۴۲ اولین رآکتور اتمی در دانشگاه شیکاگو ساخته شد که تولید مقادیر زیاد مواد رادیوایزوتوپ را امکان پذیر ساخت • بالاخره در بهار سال ۱۹۴۶ استعمال ایزوتوپهاییکه بوسیله رآکتور اتمی اکریچ (۹) ساخته میشود در معرض استفاده عموم گذارده شد و بکاربردن آنها برای مقاصد مختلف و از آن جمله در طب آزاد گردید •

در این سال فصل نوینی در تاریخ پزشکی گشوده شد و طب اتمی که نطفه آن از سالهای قبل در شرف تکوین بود پا بر صه وجود گذاشت و در دامان مادر جوان خود دانش رادیولوژی شروع و برویش نمود •

۱ - Marie and pierre curie

۲ - Polonium

۳ - Irene

۴ - Joliot

۵ - Rutherford

۶ - Lawrence

۷ - Cyclotron

۸ - Radioisotopes

۹ - oak Ridge

رادیولوژیست‌ها که سالیان دراز با اشعه یونیزان (اشعه‌رونتگن و رادیوآکتیو طبیعی) سرکار داشتند از ایزوتوپ‌ها با آغوش باز استقبال نمودند. در این هنگام بسیاری از مسائل مربوط به رادیوآکتیویته حل شده بود و رادیولوژیست‌ها و فیزیک دانان به فواید و مضار آن بخوبی آگاه بودند.

اینک بدن‌یست که تاریخ رادیولوژی را چند صفحه بعقب ورق بزنیم و بسال ۱۹۰۱ باز گردیم. در این سال دانلس (۱) و بلاک (۲) برای نخستین بار رادیوم را در معالجه یک انسان زنده بکار بردند. میتوان ادعا کرد که در حال حاضر علم رادیولوژی دارای ۵۸ سال تجربه در استعمال رادیوم و اشعه رادیوآکتیو نزد انسان زنده میباشد. اکنون مواد رادیوآکتیو طبیعی و مصنوعی را در تشخیص و درمان امراض گوناگون بکار میبرند. موادی که پیش از همه استعمال می‌گردند عبارتند از رادیوم و مشتقاتش، کبالت رادیوآکتیو ($Co\ 60$)، ید رادیوآکتیو ($I\ 131$)، فسفر رادیوآکتیو ($P\ 32$)، طلا رادیوآکتیو ($Au\ 198$)، ابریدیم ($Ir\ 192$) و غیره. اما چون قصد نگارنده در این مقاله شرح کلی درباره استعمال رادیوایزوتوپ‌ها در علم پزشکی است از رادیوم و مشتقاتش جز بحکم اجبار سخنی بمیان نمیآوریم. اینک بطور خلاصه بذکر موارد استعمال ایزوتوپ‌ها در تشخیص و معالجه امراض میپردازیم.

استعمال ایزوتوپ‌ها در تشخیص امراض

ایزوتوپ‌ها را بچهار طریق برای شناسائی بیماریها بکار میبرند.

۱- اندازه‌گیری غلظت ایزوتوپ‌ها.

۲- سنجش میزان تجمع ماده رادیوآکتیو در عضو.

۳- اندازه‌گیری میزان جریان و انتشار ماده رادیوآکتیو در بدن.

۴- تحقیق درباره متابولیسم مواد بصورت مرکب با ایزوتوپ‌ها.

۱- اندازه‌گیری غلظت ایزوتوپ‌ها (۲) این طریق اولین مرتبه برای اندازه‌گیری

مقدار آب بدن بوسیله استعمال دو تریوم (۴) که یکی از ایزوتوپ‌های تیدروژن است بکار برده شد. سپس آزمایش‌هایی برای اندازه‌گیری حجم گلبول‌های قرمز بوسیله استعمال

محتوای آهن رادیو آکتیو (Fe^{59}) و یافسفر رادیو آکتیو انجام گرفت. همچنین طول عمر گلبولهای قرمز را بوسیله مارک دار ساختن آنها با آهن با فسفر رادیو آکتیو مطالعه نموده اند. اخیراً سنجش حجم کلی و تعیین طول عمر گلبولهای قرمز بوسیله کرم رادیو-آکتیو (Cr^{51}) خیلی آسانتر شده است. طریقه اندازه گیری غلظت ایزوتوپها در موارد زیادی استعمال شده است که بعقیده نگارنده در حالات زیر ارزش کلینیکی دارد.

تعیین حجم پلاسمای خون با مخلوطی از سرم آلبومین ویدرادیو آکتیو، تعیین حجم گلبولهای قرمز بوسیله آهن-کرم یا فسفر رادیو آکتیو، اندازه گیری مقدار سدیم پاتاسیم قابل تعویض بدن با سدیم و پتاسیم رادیو آکتیو و بالاخره اندازه گیری مقدار کل آب بدن بوسیله ایزوتوپهای تیدروژن (دوتریوم و تری تیوم).

۲- سنجش میزان تجمع ماده رادیو آکتیو در عضو - مثال بارز این نوع آزمایش استعمال یدرادیو آکتیو برای مطالعه فیزیولوژی و حالات مرضی غده تیروئیدی است. گوا اینکه تجمع تدریجی یدرادیو آکتیو در تیروئید نمودار متابولیسم این ماده در بدن نیز میباشد و میتوان آنرا جزء چهارمین دسته آزمایشها ذکر نمود، ولی بقدری اثر موضعی آن مهمست که آنرا در اینجا شرح نمیدهیم. برای پی بردن بمیزان اهمیت این آزمایش همین بس که از سال ۱۹۴۶ تاکنون متجاوز از یک میلیون آزمایش تیروئید بوسیله (I^{131}) در جهان انجام گرفته است. تا دو سال قبل متابولیسم بازال و طریقه سنجش فیزیولوژی تیروئید بوسیله (I^{131}) بموازات یکدیگر پیش میرفتند ولی امروزه در اکثر ممالک مترقی تعداد این آزمایشها بمراتب زیادتیر از متابولیسم بازال شده است. بعقیده نگارنده این آزمونها در تشخیص تیروئید ارزش انکارناپذیری دارد لکن در هنگام تعبیر آنها باید فیزیولوژی تیروئید را در نظر داشت و گرنه گاهی نتایجی غلط از آنها گرفته میشود.

این متدرا برای تشخیص بین ندولهای معمولی و سرطانی تیروئید نیز بکار میبرند که بالنسبه معتبر است. همچنین آنرا در مورد کشف تومورهای چشمی (فسفر)، تومورهای مغز (مخلوط سرم آلبومین و I^{131} و ارسنیک و مس رادیو آکتیو)، تومورهای مדיاستن (I^{131}) بکار برده اند. عده ای از جراحان اعصاب فسفر رادیو آکتیو را برای تعیین حدود تومور مغز

بهنگام کرانیوتومی (۱) استعمال نموده اند. نگارنده باصالت آزمایشهایی که برای تعیین محل تومورها بکار برده میشود زیاد ایمان ندارد و عقیده مند است که این متدها هنوز بدرجه کمال نرسیده اند و باید بیش از پیش تکمیل گردند تا بتوان از آنها بعنوان حربه مؤثری در کلینیک استفاده نمود. لازمست تذکر داده شود که امروزه با در دست داشتن وسائل الکتریکی فوق العاده حساس امکان دارد که مثلاً متاستازیک کانسر تیروئید را در ریه یا استخوان کشف نمود. این طریقه را اسکنوگرافی (۲) و یاسین تیگرافی (۳) مینامند.

۳- اندازه گیری میزان جریان و انتشار ماده رادیو آکتیو در بدن- قبل از پیدایش مواد رادیو آکتیو مصنوعی بعضی از دانشمندان رادیوم (C) را برای تعیین سرعت جریان خون بکار بردند.

پس از کشف ایزوتوپها میلتن (۴) و ستن (۵) در سال ۱۹۳۸ پی بردند که سه تا ۶ دقیقه پس از استعمال سدیم رادیو آکتیو از راه دهان میتوان آنرا در دستها کشف نمود بعد از آن سدیم رادیو آکتیو را برای تعیین سرعت جریان خون در بیماریهای قلب و عروق بکار بردند. امروزه آزمایشهای مشابه را برای تعیین میزان کار قلب، اختلالات عروق محیطی و تحقیقات دیگر درباره جریان خون بکار میبرند.

۴- تحقیق درباره متابولیسم مواد بصورت مرکب با ایزوتوپها- با این متد جدید متابولیسم مواد گوناگون در بدن انسان تحقیق شده است چنانکه میتوان متابولیسم فسفر لپیدها، گلو سیدها، پروتئینها، اسیدهای نوکلئیک، ویتامینها، اسیدهای چربی و اسیدهای آمینه را بدین طریق تعیین و تحقیق نمود. برای این گروه از امتحانها آئنده درخشانی پیش بینی میشود و بنظر میرسد که خیلی از مسائل لاینحل متابولیک که تا کنون بلا جواب مانده اند بتوان بکمک آنها حل نمود.

یکی از موارد استعمال معتبر ایزوتوپها عبارتست از بکار بردن مخلوطی از ویتامین ب۱۲ و کبالت رادیو آکتیو برای تشخیص آنمی پرنی سیوز. چون در این نوع کم خونی عامل اترنسیک (۶) موجود نیست لذا جذب ویتامین ب۱۲ که از راه دهان استعمال گردد مختل است و بالتیجه مقدار درصد ویتامین ب۱۲ که در ارار این بیماران وجود

دارد کمتر از اشخاص سالم است. حال اگر این ویتامین را با کبالت رادیو اکتیو مارکدار سازیم، میتوان با وسایل الکتریکی بسیار حساس نسبت در صد ویتامین موجود در ادرار را سنجید. چون این نسبت در بیماران مبتلا به آنمی پرنی سیوز کمتر از اشخاص سالم است لذا میتوان آنرا برای تشخیص این بیماری بکار برد. این آزمایش بالنسبه ساده است و بنظر من در آتیه نزدیکی در همه جا مورد استفاده قرار خواهد گرفت. همچنین بامتدهای شبیه آزمایش فوق در باره متابولیسم کلسترل در بدن تحقیق و تجسس نموده اند و باین نتیجه رسیده اند که در کسانی که مبتلا به آرتریوسکلروز میباشند مقدار کلسترل آزاد خون آنها کمتر از اشخاص معمولی است.

استعمال ترکیبات اتمی برای درمان امراض

رادیوم را در سالها پیش بصورت تله تراپی (۱) یا در اپلیکاتورهای مختلف بکار برده اند و همچنین بمقدار فراوان آنرا در نسج بدن کاشته اند. ایزوتوپها را نیز میتوان بطرق فوق استعمال نمود و بعلاوه میتوان آنها را در متابولیسم عمومی بدن وارد ساخت تا در عضو یا نسوج معینی از بدن تجمع پیدا کنند. بدین وسیله ممکن است آن عضو یا نسوج معین را تحت تأثیر اشعه رادیو اکتیو ناشی از ایزوتوپ قرار داد. بطور خلاصه در حال حاضر مواد رادیو اکتیو را میتوان بسه طرز بعنوان درمانی بکار برد.

- ۱- تراکم فیزیولوژیک ایزوتوپ در عضو یا نسوج معین از بدن.
 - ۲- وارد کردن ایزوتوپ بطور دستی در قسمت مطلوب.
 - ۳- استعمال ایزوتوپها برای پرتو درمانی خارجی.
- ۱- تراکم فیزیولوژیک ایزوتوپ در عضو یا نسوج معین از بدن - نمونه بارز این طریقه درمانی استعمال (I ۱۳۱) در درمان مرض باز دو (۲) است. رادیو اکتیو بمقدار زیاد در غده تیروئید بیماران مبتلا به هیپر تیروئیدسم (۳) جمع میشود و باعث انهدام ساولها و بالنتیجه کاهش فعالیت غده تیروئید میگردد. اینک در کشورهای متحده آمریکا متجاوز از پانصد مؤسسه (I ۱۳۱) را در درمان هیپر تیروئیدسم بکار میزنند. ما بعنوان

نمونه گزارش چمپان (۱) و مالوف (۳) را که نتیجه تجارب دهساله آنان در بیمارستان عمومی ماساچوزت میباشد در اینجا ذکر میکنیم. در طی این دهسال ۵۵۰ نفر بیمار مبتلابه بیماری باز دو تحت درمان قرار گرفته اند که ۷۵ درصد آنان بیک دزد زمانی جواب مساعد داده و بهبودی یافته اند. ۱۲ درصد آنها برای درمان قطعی احتیاج به بیش از یک دزد (I ۱۳۱) داشته اند. ۸ درصد بیماران دچار میکسدم شده اند و ۵ درصد باقیمانده عکس العملهای مختلفی در برابر درمان نشان داده اند. آماری که از سایر مراکز بزرگ در دست است و مخصوصاً بیماران مادر دانشگاه تمپل فیلادلفیا نیز با ارقام فوق کم و بیش وفق میدهند. نتایجی که از استعمال یدرادیو آکتیو در درمان سرطان تیروئید گرفته اند با اندازه معالجه هیپیر تیروئیدسم رضایت بخش نیست گوا اینکه در درمان متاستازهای سرطان تیروئید از خود سرطان نتیجه بخش تر بوده است.

دیگر از موارد استعمال یدرادیو آکتیو عبارت از درمان آئزینهای صدری و نارساییهای قلب پیشرفته که نسبت بسایر درمانها مقاوم هستند میباشد. در اینجا غده تیروئید طبیعی را از کار میاندازند و بدین ترتیب با قلب راسبک میکنند که باعث تخفیف سمپتومها شود. (I ۱۳۱) را در درمان آمفیوزم ریوی نیز بکار برده اند ولی آمار قانع کننده ای هنوز منتشر نگردیده است.

فسفر رادیو آکتیو را در معالجات بعضی از بیماریهای خون مانند هیپیر گلوبولی و لوسمی بکار میبرند و اثرات نیکوئی دارد.

فسفر رادیو آکتیو در سیستم هماتوپوئیتیک خیلی بیشتر از نسوج دیگر متراکم میشود و باعث از کار انداختن قسمتی از آن میشود و علائم بیماری را تخفیف میدهد. نگارنده مدافع جدی معالجه پولی سیتی اولیه بوسیله فسفر رادیو آکتیو میباشد ولی امتیازی برای درمان لوسمیها با این دارو قائل نیست.

۲- وارد کردن ایزوتوپ بطور دستی در قسمت مطلوب - رادیوم و رادون را متجاوز از نیم قرن بدین طریق استعمال نموده اند. ایزوتوپها را نیز میتوان بدین قصد بصورت جامع یا مایع بدو طریق بکار برد:

الف- داخل ساختن مواد اتمی در حفره های طبیعی بدن.

ب- کاشتن مواد اتمی در قسمتی از بدن •

الف - داخل ساختن مواد اتمی در حفره‌های طبیعی بدن - کبالت و طلا رادیو-آکتیو را برای درمان سرطانها در حفره‌های طبیعی بدن وارد می‌سازند • در بعضی از مراکز سوزن‌های کبالت را بجای رادیوم بوسیله اپلیکاتورهای مخصوص داخل حفره واژن و رحم برای درمان سرطان کولر رحم بکار می‌برند • سوزن‌های کبالت را برای معالجه سرطان مثانه هم استعمال می‌کنند. نگارنده عقیده دارد که در کشور ما ایران باید این نوع درمان هم در سرطان رحم و هم در سرطان مثانه تعیین یابد • زیرا قیمت سوزن‌های کبالت خیلی ارزانتر از رادیوم است • چون رادون در ایران موجود نیست میتوان باسانی کبالت را بجای آن برای درمان سرطان مثانه بکار برد •

طلای رادیو آکتیو که بصورت کولوئیدی باشد در حفره‌های جنب و صفاق برای درمان سرطان آنها تزریق میشود •

نگارنده تجارب تلخی در این باره دارد و شخصاً معتقد است که اگر بنا باشد داخل این حفره‌ها ماده‌ای تزریق شود گاز مواتارد به طلای رادیو آکتیو ترجیح دارد •

ب- کاشتن مواد اتمی در قسمتی از بدن - کبالت ، طلا و ایریدیوم رادیو آکتیو را بمقدار زیاد استعمال مینمایند •

سوزن‌های کبالت بعقیده نگارنده هم از سوزن‌های رادیوم ارزانترند و هم دارای بعضی امتیازات دیگر میباشند که جنبه تخصصی دارند و از شرح و بسط آن در اینجا خودداری میشود • طلا و ایریدیوم رادیو آکتیو در بعضی از مراکز بمقدار زیاد استعمال میشوند ولی هنوز باندازه سوزن‌های کبالت تعمیم نیافته‌اند. مخصوصاً طلای رادیو آکتیو برای درمان سرطان پروستات اثرات نیکوئی بخشیده است • دانه‌های ایریدیوم را در بیمارستان مموریال (۱) نیویورک زیاد بکار می‌برند. همچنین بی‌تریوم ۹۰ (۲) را برای هیپوفیز کتومی در درمان بیمارانی که مبتلا به متاستاز سرطان هستند استعمال میکنند.

۳- استعمال ایزوتوپها برای پر تودرمانی خارجی - استرونیوم رادیو آکتیو (۲)

را در درمان بعضی ضایعات چشمی بطور مماس با محل مورد نظر استعمال مینمایند مهمترین موادی که برای پر تودرمانی خارجی از فواصل زیاد مصرف میشوند

عبارتند از کبالت (^{60}Co) و سی‌زیوم (۱) که از آنها بمب های کبالت و سی‌زیوم را برای درمان سرطانها ساخته‌اند و مخصوصاً بمبهای کبالت در نقاط مختلفه جهان فوق‌العاده رایج شده‌اند. اهمیت کبالت علاوه بر ارزانی در اینست که یک گرم کبالت ممکن است دارای ۶۰ کوری قدرت باشد که معادل ۶۰ گرم رادیوم میشود. این نکته از نظر فنی حائز کمال اهمیت است زیرا مبنای رادیو آکتیو بمب را ممکنست خیلی کوچک ساخت و بالتیجه پناهنده را (۲) نیز کم‌عرض‌تر میشود. خوشبختانه اولین دستگاه کبالت در حدود دو سال قبل در بخش رادیوتراپی بیمارستان تاج پهلوی نصب گردیده است و اینک وزانه بطور متوسط سی نفر بیمار با آن مواجه میشوند. اهمیت بمب کبالت در اینست که قدرت نفوذ اشعه آن معادل یک ماشین رونتگن تراپی است که دارای قدرت برابر با سه میلیون الکترون ولت باشد. سی‌زیوم در حال حاضر بصورت تله‌تراپی زیاد استعمال نمیشود زیرا تولید آن بوسیله رآکتورهای اتمی باسانی کبالت نیست. البته نیمه عمر سی‌زیوم ۳۳ سال است و خیلی از نیمه عمر کبالت یعنی ۵۳ سال زیادتر میباشد. همچنین محافظت انسان در مقابل اشعه گامای سی‌زیوم آسانتر از کبالت است. امیدمیرود در آینده مقدار تولید سی‌زیوم افزایش یابد و استعمال آن برای پروتورمانی خارجی آسان و عملی گردد.

استعمال ذرات نوترون و پروتون در درمان سرطانها

در چند سال اخیر تجاربی برای درمان سرطانها بوسیله نوترونهای خیلی سریع-الترکت، نوترونهای کندرو و همچنین پروتونها که بوسیله سیکلوترون یا رآکتور اتمی تولید میشوند بکار برده شده است. گوا اینکه هنوز گامهای نهائی در این باره برداشته نشده است ولی بنظر میرسد که دستگاههای اتمی نامبرده در آینده درل خاصی در طب اتمی بازی خواهند کرد.

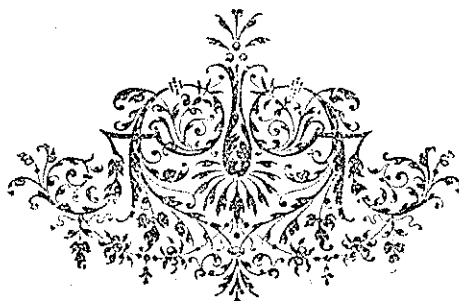
خلاصه

تاریخچه مختصر پیدایش و انبساط طب اتمی برشته تحریر در آمد و موارد استعمال ترکیبات اتمی (رادیوایزوتوپها) در تشخیص و درمان بیمارها بطور اختصار با در نظر گرفتن شرایط محلی ایران و تذکر عقاید ویژه نگارنده تشریح گردید در خاتمه اشاره‌ای بایستعمال نوترونها و پروتونها در معالجه سرطان بعمل آمد.

نتیجه

طب اتمی شعبه نوینی درعالم پزشکی است که مراحل تجربی اولیه را گذرانده و اینک موارد استعمال محققى در کلینیک دارد .

پیش بینی میشود که در آینده موارد استعمال ایزوتوپها در طب خیلی بیش از پیش افزایش یابد و امید میرود که در ایران نیز بزودی استفاده از رادیوایزوتوپها وارد مرحله عمل گردد .



References

- 1- AEBERSOLD, P. C. Am . J. Roentgenol ., Rad. Therapy and Nuclear Med. 1956, 75, pp. 1027-1039.
- 2- Ackerman and Regato, Cancer , 1954, PP.133-134 .
- 3-Bierwaltes , W.H.et al clinical use of Radioisotopes 1957,PP. 1-438.
- 4-Carling , E.R . et al, Practice in Radiotherapy 1955, 99-106.
- 5-Glasser, O.et al, Physical Foundations of Radiology, 1954,PP. 1-16 and 295-400.
- 6-Hahn, P.F., Therapeutic Use of Artificial Radioisotopes 1956
- 7- Henny, G. C. , Physics Course at Temple University , 1955-1956.
- 8-Hodges F.J., Radiology for Medical Students, 1956 PP . 275-285.
- 9- Holmes and Schlulz , Therapeutic Radiology , 1950 PP . 27-29 .
- 10- Johns , H E., The Physics of Radiation Therapy, 1953.
- 11 - Johns , H.E., et al Am .J.Roentgenol, Rad . Therapy and Nuclear Med ., 1956, 75 .PP.1105-1116.
- 12-Lapp and Andrews , Nuclear Radiation physics , 1956.
- 13-Leucutia , T. Am . J .Roentgenol, Rad .Therapy and Nuclear Med . 1956` 75, PP. 1195-1198.
- 14- Low Beer , B.V.A. and Bell , H.G. Am . J .Roentgenol., Rad . Therapy and Nuclear Med .1056, 75,PP.1162-1168.
- 15 - Meszaros . J . Physics lectures at Temple University , 1955 .
- 16-Patterson, R . The Treatment of Malignant Disease by Radium and X-rays, 1956,PP.601-610.
- 17- Portman, U.V., clinical Therapeutic Radiology, 1950 PP. 697-709.
- 18-Robbins R., Personal Communications at Temple University
- 19- Smullen , W .C .Basic Foundations of Isotope Technique for Technicians, 1956.
- 20- Stanton , L . Physics course at the Am . Oncological Hospital Phila., 1957-1958.
- 21- Trump . J.G. , Physics course at M.I.T.Boston, 1955 .