

مروری بر تاریخچه پزشکی هسته‌ای و رادیوداروها در دنیا

۵۰ سالگی رادیوداروها



تلاش بشر برای ارتقای سلامت و توسعه بهداشت فردی و عمومی یکی از مهم‌ترین اقدامات و آرمان‌های جامعه جهانی بوده است به نحوی که امروزه یکی از مهم‌ترین شاخص‌های رفاه به سلامت و بهداشت فردی و عمومی بازمی‌گردد. از این رو تمامی جوامع و نهادهای علمی درصدد ارتقای شاخصهای سلامت همگانی و توسعه و تجهیز لوازم و امکانات و همچنین ایجاد روش‌های تشخیصی و درمانی جدید، غیرتهاجمی و مقرون به صرفه هستند. تلاش برای ایجاد این شرایط در دوره مدرن وارد مرحله جدیدی از توسعه علم پزشکی شد و تلاش عمومی برای رسیدن به آرمان جهانی وارد فاز جدیدی شد که سرآمد آن را می‌توان در پزشکی هسته‌ای دید. از این رو گریزی بر تاریخچه شکل‌گیری و توسعه پزشکی هسته‌ای می‌تواند آینده بهداشت و سلامت عمومی را ترسیم کرده و قله‌های جدید در این زمینه را آشکار سازد.

مطالعات ویلهلم رونتگن روی اشعه ایکس باعث تحریک محققانی مانند هانری پوانکاره شده است که مطالعاتش با فرضیه گسیل اشعه ایکس و فلورسانس مرتبط است. اولین دانشمندی که فرضیه‌های ارائه شده توسط پوانکاره را انجام داد، چارلز هنری بود که از سولفید روی به عنوان تشدیدکننده اشعه ایکس استفاده کرد و به این نتیجه رسید که در حضور نور، رادیوگرافی‌ها واضح‌تر می‌شوند.

در سال ۱۸۹۶، هانری بکرل از نمک‌های اورانیوم روی صفحات عکاسی استفاده کرد که منجر به رادیوگرافی‌های بدون حضور نور شد. در سال ۱۹۰۵، ماری و پیر کوری اولین کسانی بودند که رادیوم را برای درمان سرطان پیشنهاد کردند. کار کوری را می‌توان آغازی برای پزشکی هسته‌ای مدرن در نظر گرفت. در سال ۱۹۲۰، ارنست لارنس و میلتن لیوینگستون با اختراع سیکلوترون، اجازه تولید عناصر مصنوعی رادیواکتیو جدید را دادند، اما مقدار بسیار کم بود. تجهیزاتی که ذرات آلفا مانند پروتون، دوترون یا یون هلیوم را با هدف نفوذ به هسته برای تولید ایزوتوپ‌های پایدار و رادیواکتیو شتاب می‌بخشد. یک دهه بعد از سیکلوترون، لارنس، ایزوتوپ‌های ۲۲۳ رادیواکتیو تولید کرد که بسیاری از آنها اکنون برای کاربردهای دارویی و مطالعات علوم زیستی ارزش زیادی دارند.

استفاده پزشکی از رادیوایزوتوپ‌ها در طول جنگ جهانی دوم در آمریکا آغازگر تولید رادیوایزوتوپ‌ها در مقیاس جهانی بود. هل انگر در سال ۱۹۵۸ محفظه سوزن تصویر را

توسعه داد که نیازی به حرکت آشکارساز نداشت و وضوح تصویر بالاتری داشت و می‌توانست پیش‌بینی‌های متفاوتی از توزیع یکسان رادیودارو را نشان دهد. با این حال، کامپیوترها هنوز قادر به کسب اطلاعات و تبدیل آن به تصاویر نبودند. بنابراین اطلاعات به لوله اشعه کاندی ارسال شد تا روی صفحات یا فیلم‌های عکاسی ثبت شود.

پزشکی هسته‌ای تنها زمانی قدرت تشخیصی یافت که پل هارپر و گروهش رادیوایزوتوپ تکنسیوم-۹۹ ام را به عنوان نشانگر معرفی کردند. این رادیوایزوتوپ با انتقال ایزومتریکی گسیل فوتون با انرژی ۱۴۰ کیلوولت، تابش اشعه گاما و نیمه عمر فیزیکی حدود شش ساعت تجزیه می‌شود که امکان مطالعات با فواصل معقول را فراهم می‌آورد.

اولین رادیوداروها در سال ۱۹۵۰ تجاری شدند. یید-۱۳۱ اولین ایزوتوپ تجاری در دسترس بود و آزمایشگاه «ایوت» اولین شرکتی بود که رادیوداروها را برای مصارف پزشکی تولید کرد.

عناصر رادیواکتیو ممکن است به دلیل انرژی اضافی، هسته‌های ناپایدار پرانرژی داشته باشند که با انتشار ذرات یا تشعشعات الکترومغناطیسی یا ذرات باردار در طول واپاشی رادیواکتیو تثبیت شوند. در این زمینه، سه نوع تابش وجود دارد: آلفا، بتا و گاما؛ این تابش‌ها با سرعت معینی منتشر می‌شوند و حاوی انرژی با بارهای الکتریکی و مغناطیسی هستند که می‌تواند توسط منابع طبیعی

یا وسایل مصنوعی مانند رآکتور یا سیکلوترون تولید شود. همچنین تشعشعات یونیزه شده از انرژی ساطع شده توسط یک هسته ناپایدار به شکل مصنوعی یا توسط یک سیکلوترون تولید شوند.

در پزشکی هسته‌ای، رادیوداروها در تصویربرداری تشخیصی مورد استفاده قرار می‌گیرند و به طور کلی در پزشکی برای کمک به تشخیص اندام‌ها و درمان شرایط پاتولوژیک، به ویژه سرطان، از اهمیت بالایی برخوردارند. در روش تصویربرداری، رادیوداروها از طرق خوراکی، وریدی یا استنشاقی تجویز می‌شوند تا با ردیاب‌های رادیواکتیو خود از اندام‌های مختلف مانند کلیه‌ها، ریه‌ها، مغز و اعصاب، عملکردهای تیروئید و قلب، متابولیسم استخوان و گردش خون قابلیت تصویربرداری ایجاد کنند. در روش درمانی، با هدف درمان سرطان و انواع تومورها، تسکین دردهای استخوانی ناشی از سرایت سرطان یا عملکرد بهتر غده تیروئید، دز بالایی از تابش از طریق رادیوداروهای خاص که اندام بیمار را هدف قرار می‌دهند، استفاده می‌شود.

رادیوداروها مولکول‌های فعال زیستی یا ترکیباتی هستند که با یک رادیوایزوتوپ برجسب‌گذاری شده‌اند. رادیوایزوتوپ برای کاربردهای تشخیصی، تسکینی یا درمانی استفاده می‌شود و فرایندهای فیزیولوژیکی در بدن را همراه با رادیوایزوتوپ با هدف بیولوژیکی مورد نظر ایجاد می‌کنند. رادیوداروها در دهه‌های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ وارد عرصه پزشکی شدند. اولین استفاده از ردیابی رادیویی برای یک روش تشخیصی، مطالعه‌ای توسط بلومگارت و وایس بود که از آنچه در آن زمان به عنوان رادیوم کلراید شناخته می‌شد (که بعداً به عنوان بیسموت-۲۱۴ شناخته شد) برای اندازه‌گیری زمان انتقال خون استفاده کردند. متعاقب این تحقیقات، تکنسیوم-۱۹۹م کشف شد و بررسی روی توزیع و متابولیسم ترکیبات نشاندار شده با فسفر-۳۲ و تحقیقات انسانی روی سدیم-۲۲ کلراید، بررسی تشخیص و درمان بیماری تیروئید توسط محققان در حال انجام بود. همه این کارهای اولیه راه را برای توسعه علوم رادیودارو، زمینه‌ای هیجان‌انگیز و چندرشته‌ای که جنبه‌های شیمی، زیست‌شناسی و فیزیک را دربر می‌گیرد و به شدت با پزشکی هسته‌ای ادغام می‌شود، هموار کرد.

به طور کلی بررسی تاریخچه رادیوداروها را در شش دوره می‌توان دنبال کرد. در ادامه‌گذاری اجمالی به سیر تحول رادیوداروها خواهیم داشت.

دهه ۱۹۷۰

در دهه ۱۹۷۰، حوزه رادیوداروها شامل نوآوری در شیمی و سازگاری با اصلاحات نظارتی بود. در سال ۱۹۷۰، سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) برنامه‌های خود را برای لغو معافیت‌های اعطا شده به رادیوداروها و شروع به تنظیم آنها به عنوان فرآورده دارویی اعلام کرد. این فرآیند در سال ۱۹۷۷ تکمیل شد. پس از آن زمان، کاربردهای دارویی جدید برای بازآرایی رادیوداروهای جدید و موجود مورد نیاز بود. از دیدگاه شیمی، این دهه شامل پیشرفت‌های کلیدی در استفاده از تالیوم-۲۰۱ برای تصویربرداری، پرفیوژن میوکاردا و همچنین استرانسیوم-۸۹ برای کاهش درد مرتبط با بیماری مناسباتیک استخوان بود. جالب توجه است تلاش‌های اولیه برای استفاده از آنتی‌بادی‌های نشان‌دار برای تصویربرداری تومور نیز در این دهه آغاز شد. با این حال از دهه ۱۹۷۰ احتمالاً به عنوان نقطه عطف در شیمی با کاربردهای تکنسیوم-۱۹۹م و فلوئور-۱۸ یاد می‌شود. پس از معرفی ژنراتور تکنسیوم-۱۹۹م در دهه ۱۹۵۰ و اعلام این نکته که تکنسیوم-۱۹۹م دارای کاربرد پزشکی است، در دهه ۱۹۷۰ تلاش‌های قابل توجهی برای توسعه رادیوداروهای جدید بر پایه تکنسیوم-۱۹۹م صورت گرفت. به عنوان مثال آنالوگ‌های جایگزین اسید ایمینودی استیک برای تصویربرداری کبدی صفراوی کشف شد. در دهه ۱۹۷۰ نیز کیت رادیودارویی DTPA توسط نشاندارسازی با تکنسیوم-۹۹م برای تصویربرداری کلیه معرفی شد.

محققان آزمایشگاه ملی بروکهاون اولین کسانی بودند که سنتز فلوئورودئوکسیگلوز (F18-FDG) را برای تشخیص سرطان تشریح کردند. اولین تصویربرداری بالینی با سیستم تصویربرداری PET با FDG در سال ۱۹۷۶ احتمالاً مهم‌ترین نقطه عطف این دهه بود. FDG ستون اصلی تصویربرداری بالینی PET تا به امروز باقی مانده است و اکثر تصویربرداری‌های بالینی PET را تشکیل می‌دهد که هر ساله در FDG ۱. تصویربرداری پرفیوژن میوکاردا (MPI) روشی غیرتهاجمی برای تشخیص و ارزیابی بیماری عروق کرونر است.



در پزشکی هسته‌ای،

رادیوداروها در

تصویربرداری

تشخیصی مورد

استفاده قرار می‌گیرند

و به طور کلی در

پزشکی برای کمک

به تشخیص اندام‌ها

و درمان شرایط

پاتولوژیک، به ویژه

سرطان، از اهمیت

بالایی برخوردارند