

بیشتر از پرتوگاما استفاده می شود.

یکی از شاخص ترین رادیوداروهای درمانی، رادیوداروی ید است. برای بیمارانی که مشکل تیروئید اعم از سرطان و ناهنجاری تیروئید دارند، بعد از عمل جراحی، رادیوداروی ید تزریق می شود. این رادیوداروی یکی از ساده ترین رادیوداروهای است که هم در عکس برداری و هم در درمان بیمار، کاربرد دارد و به شکل فرمول شیمیایی Sodium iodide است. ید -۱۳۱ از شکافت اورانیوم حاصل می شود. لذا در آزمایشگاه، ید تولیدی با سدیم ترکیب شده و تبدیل به سدیم یدید (Sodium iodide) می شود که به صورت تزریقی یا کپسول خوراکی مورد استفاده قرار می گیرد. این رادیودارو هم جزء اولین رادیوداروهای است که توسط سازمان انرژی اتمی تولید شده است. در حال حاضر نیز رادیوداروهای رادر دست تولید داریم که به عنوان کاهنده درد و برای درمان سرطان قابل استفاده است.

۹ رادیوداروهای کاهنده درد به چه شکل عمل می کنند؟

متأسفانه بیماران سرطانی در ماه های آخر به درد «غیرقابل تحملی» در استخوان دچار می شوند که با تولید رادیوداروهای همچون ساماریم ۱۵۲ (که کاهنده درد محسوب می شود) این مسأله دردناک کاهش یافته و یکی از تولیدات مهم در حوزه رادیوداروهای درمانی، محسوب می شود. البته قبلاً از مناسبتون که همراه با رادیوایزوتوپ استرانسیوم ۸۹ بود؛ به صورت کلرید استفاده می شد اما ساماریم ۱۵۲ جایگزین آن شد و تا به امروز یکی از بهترین رادیوداروهای درمانی است که همراه با EDTMP تولید می شود. از مزیت های این رادیودارو این که به دلیل پرتو گامایی که دارد، علاوه بر درمان، امکان تصویربرداری وجود داشته و از آنجا که در گروه کلسیم ها جای دارد، در استخوان جذب می شود.

لوتسیم - ۱۷۷ هم نوع دیگری از رادیوداروهاست که ذره بتای منفی (پرتوهای) که در بدن فاصله کمی را طی کرده، نقطه هدف را درمان می کند و به قسمت های مختلف بدن آسیب نمی رساند) ساطع می کند و برای تسکین درد و درمان هم مورد استفاده قرار می گیرد. البته تعداد و کاربرد این رادیوداروها به این علت که هم درمان سخت تر است و هم فرآیندهای مختلفی را می طلبد، به اندازه تشخیصی ها نیست.

از جمله رادیوداروی جدید دیگری که پژوهشگران ما همزمان با دیگر کشورها روی آن تحقیق می کنند؛ رادیوم ۲۲۳ است که این رادیودارو؛ علاوه بر خاصیت کاهش درد، درمان سرطان را هم برعهده دارد و بسیار ارزشمند است. تولید آن در کشورهای معدودی به صورت محدود انجام می شود، در سازمان کارروی تولید این رادیودارو شروع شده است. البته تولید آن بسیار مشکل بوده چرا که از رادیوم ۲۲۶ تولید می شود و از عناصر دختر اورانیوم ۲۲۸ بوده که به مقدار خیلی کم تولید شده و بسیار گران قیمت است.

از عمر تولید رادیوداروها در سطح جهانی، زمان زیادی نمی گذرد، اما طی ۲۰-۱۰ سال گذشته، فعالیت روی آنها و تولید افزایش یافته است؛ ضمن آن که تقاضای استفاده از رادیوداروها، چشمگیر بوده و هم اکنون تعداد زیادی از مردم در سطح جهان، از رادیوداروها استفاده می کنند. برای نمونه؛ مولیبدن (که تکنسیم ۹۹ از آن استحصال می شود)، در کشورهای معدودی مانند بلژیک، هلند، روسیه، آفریقای جنوبی و کانادا تولید می شود. حتی برخی کشورها آن را به صورت محدود و صرفاً جهت مصارف داخلی خود، تولید می کنند. به این ترتیب، چنانچه کشوری دارای رآکتور یا شتاب دهنده باشد، قادر به تولید رادیودارو خواهد بود.

۹ بسیار عالی! آقای دکتر اصلاً چه شد که ما تصمیم به تولید رادیودارو گرفتیم؟

اگر برگردیم به سال های گذشته، ژنراتور مولیبدن تکنسیم از کشور بلژیک به صورت بسیار محدود به ایران وارد می شد و از این حیث، آرام آرام مراکز پزشکی هسته ای در جاهای مختلف شکل گرفت. در آن زمان، در کشور حدود ۱۵ تا ۱۵ مراکز پزشکی هسته ای وجود داشت. البته با توجه به نیاز کشور، تعداد

مراکز پزشکی هسته ای افزایش یافت.

در سال ۱۳۸۶ شرکت کاوشیار (که واردکننده رادیوداروها از خارج کشور بود) اعلام کرد ایران در حوزه رادیوداروها تحریم می شود؛ بنابراین سازمان تصمیم گرفت که در حوزه تولید رادیوداروها، ورود کند. خوشبختانه با همت همکاران و تیمی که داشتیم، امکاناتی فراهم شد، رآکتور تحقیقاتی تهران هم تا حدی فعال بود، در نتیجه این قضیه برای ما ارزش ویژه ای پیدا کرد و در مسیر تولید رادیوداروها گام برداشتیم و به لطف و فضل پروردگار از سال ۱۳۸۶ توانستیم رادیوداروی تشخیصی مهم تکنسیم - ۱۹۹ را تا حدود چهار الی پنج سال بعد تولید کنیم.

۹ یعنی تکنسیم اولین رادیوداروی تولیدی سازمان انرژی اتمی بود؟

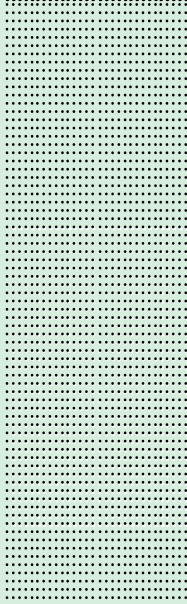
بله. البته در دنیا نیز همین گونه است. تا همین ۵۰، ۶۰ سال پیش، از «توریم» و «کربن - ۱۴» به عنوان داروی کاهنده درد دندان استفاده می کردند، اما خیلی گسترده نبود. اولین دارویی که خودمان در سازمان انرژی اتمی به عنوان رادیودارو تولید کردیم (و ۱۲۰ مرکز پزشکی هسته ای این رادیودارو را مورد استفاده قرار دادند)؛ همین تکنسیم - ۱۹۹ ام بود. در واقع سال ۱۳۸۶، نقطه آغازی بود در فرآیند تولید رادیودارو و به مدت پنج سال این رادیودارو در آزمایشگاه جابرین حیان، به نام «جابر تک» (Jabber Tech) تولید شد. البته «ید - ۱۳۱» هم به موازات تکنسیم تولید شد. آن زمان، هر هفته حدود ۲۰۰ بیمار تحت پوشش «ید درمانی» قرار می گرفت. اما «بیماران متقاضی رادیوداروی تکنسیم»، حدود ۶۰۰ الی ۷۰۰ هزار نفر بوده و تا سال ۱۳۹۰، این قضیه ادامه داشت، بنابراین با «افزایش تقاضای رادیوداروها» و «تشکیل شرکت پارس ایزوتوپ» رادیودارو به شکل کامل و تجاری عرضه شده و در حال حاضر هم حدود ۲۵۰ مرکز پزشکی هسته ای، تحت پوشش رادیوداروهای تولیدی سازمان هستند که از طریق این مراکز در اختیار حدود یک میلیون بیمار در سراسر کشور قرار می گیرد. لازم به توضیح است که رادیوداروهای درمانی و رادیوداروهای کاهنده درد با تشخیص پزشک و براساس تقاضای پزشک متخصص تولید می شود اما ژنراتور مولیبدن، تکنسیم و ید به صورت هفتگی تولید می شود.

۹ یعنی اساس تولید رادیوداروهای درمانی به تقاضای کادر درمان بستگی دارد؟

بله. تولید رادیوداروهای درمانی، بر اساس تقاضای پزشکان انجام می شود. البته تولید رادیودارویی همانند تکنسیم که بسیار مورد استفاده است، به صورت مستمر (هفتگی) انجام می شود. به طوری که بیماری های سرطانی، پوکی استخوان و قلب را پوشش می دهد، اما رادیوهای درمانی براساس درخواست صورت می گیرد که - با وجود رآکتور تحقیقاتی تهران و آزمایشگاه های مجهزی که در اختیار سازمان است - در قالب خدمات پزشکی هسته ای ارائه می شود.

۹ جایگاه ایران را در سطح منطقه و جهان چطور می بینید؟

جایگاه ما در سطح منطقه بی نظیر است. در سطح جهان هم جزو ۵-۴ کشوری هستیم که تکنسیم و ید تولید می کنیم. حسن کار در این است که از متخصصان جوان در این عرصه بهره می بریم. البته باید در نظر گرفت که رادیوداروها به سرعت و سهولت مورد استفاده بیمار قرار نمی گیرند و شرایط خاصی دارد. روند تولید آن بدین ترتیب است که ابتدا در آزمایشگاه تولید شده و سپس روی حیوانات آزمایشگاهی مورد آزمایش و تست های مورد نیاز قرار می گیرد. چنانچه مورد تایید باشد، برای دانشگاه های علوم پزشکی ارسال می شود تا به تایید آنها هم رسیده و نهایتاً برای استفاده بیماران در اختیار



متأسفانه بیماران

سرطانی در

ماه های آخر به درد

«غیرقابل تحملی»

در استخوان دچار

می شوند که با تولید

رادیوداروهای

همچون

ساماریم ۱۵۳

(که کاهنده درد

محسوب می شود)

این مسأله دردناک

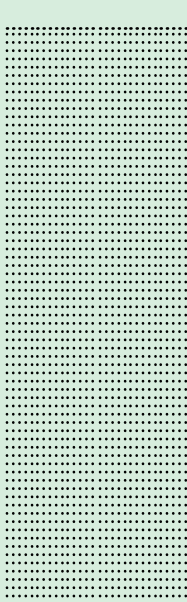
کاهش یافته و یکی

از تولیدات مهم در

حوزه رادیوداروهای

درمانی، محسوب

می شود



بیمارستان ها قرار می گیرد. باید در نظر گرفت که یک رادیودارو، از لحاظ نوکلئیدی و رادیوشیمیایی؛ کاملاً خالص باشد، یعنی ۹۹/۹۹ درصد دارای خلوص باشد تا مورد استفاده قرار گیرد. زیرا چنانچه رادیوایزوتوپ دیگری در کنار رادیودارو باشد، دز زیادی به بیمار انتقال خواهد داد. یاب به لحاظ شیمیایی؛ چنانچه با ماده دیگر همراه باشد، آن بیماری به سختی قابل تشخیص است.

۹ در کدام نوع از این سه روش تولید رادیودارو پیشرفت داشته ایم؟ آیا هر سه روش را یکسان پیش برده ایم یا این که متفاوت بوده است؟

روش ها قطعاً ناهمسان بوده، البته در سطح دنیا هم این چنین است. به هر حال، تحقیقات گسترده ای در حال انجام بوده و روش ها متفاوت. در روشی که به صورت گاز است، تولید به یک شکل خاص است. در روش اتم جایگزین هم تولید به روشی دیگر انجام می پذیرد؛ اما اینها به مرور زمان کشف شده و شکل گرفته اند. ما هم به مرور زمان توانسته ایم رادیوداروها را تولید کنیم.

۹ در خلال گفت وگو در خصوص بهره بردن از متخصصان جوان صحبت کردید. بفرمایید که جایگاه علمی محققان سازمان در تولید رادیوداروها چگونه است؟

متخصصان ما در سطح جهانی بسیار مشهورند. آژانس بین المللی انرژی اتمی روی آنها صحنه گذاشته و مقالات آنها به عنوان استاندارد و مرجع استفاده می شود. در حال حاضر هر مقاله ای که برای رادیوداروها انتشار می یابد، مراجعه به آنها زیاد است، حتی آزمایشگاه های بسیار بزرگ هم به این مقالات مراجعه کرده و ارجاع می دهند. یعنی تولیدات ما به عنوان یک منبع علمی در دنیا مورد استفاده قرار گرفته که نشان دهنده آن است که از سال ۱۳۸۶ که بعد در مقوله رادیوداروها، پیشرفت کرده ایم. در حقیقت در تولید رادیودارو در جایگاهی قرار داریم که کشورهای اروپایی هم روی تخصص ما صحنه می گذارند و از این منظر به اعتقاد بنده بسیار پیشرفته تر از برخی کشورهای منطقه و حتی جهان هستیم.

۹ در این سال ها رادیوداروهای تشخیصی و درمانی چه جایگاهی در میان مردم داشته است؟

اشکالی در این میان وجود دارد. به نظر بسیاری از مردم، رادیوداروها را نمی شناسند. به عنوان مثال کسانی که در بیمارستان ها حضور دارند یا رادیودارو دریافت می کنند؛ از اهمیت و نوع کارکردشان اطلاعات چندانی ندارند. اطلاعات آنها صرفاً مربوط به توصیه های کادر درمانی بوده و از چگونگی و چرایی این توصیه ها بی خبرند. کارکرد انرژی اتمی؛ تنها تولید برق و چرخه سوخت یا کشاورزی نیست. مهم ترین اثربخشی انرژی اتمی تولید برق نیست، بلکه تولید رادیوداروست، چراکه با زندگی و جان مردم سروکار داشته و از این لحاظ در دل زندگی مردم جای گرفته است.

مسأله دوم این که بالاجبار برای تولید رادیودارو به رآکتور و سیکلوترون نیاز داریم، چراکه اساسی ترین نیاز ما برای تولید رادیودارو، رآکتور تحقیقاتی است. فراتر از این مسأله، اساس و بنیاد رادیوداروها، چرخه سوخت هسته ای است. با این که یک نیروگاه هسته ای و یک نیروگاه فسیلی از منظر تولید برق خیلی تفاوتی با یکدیگر ندارند اما قلب آنها با هم متفاوت است، زیرا سوخت نیروگاه اتمی اورانیوم بوده و مراحل بسیار پیچیده ای برای طراحی و ساخت آن وجود دارد. نباید تصور کنیم رادیودارو که حالا به شکل قرص یا تزریق در اختیار بیمار قرار گرفته، فرآیند سهل و آسانی را طی کرده بلکه تولید آن (فراتر از تصور ما) پیچیدگی داشته و مراحل سخت راپشت سر گذاشته است و اصطلاحاً خیلی تخصص ها در آن وجود دارد. مستقیم با جان انسان ها در ارتباط است و نزد آنان عینیت می یابد.

۹ پرسش آخر این که آیا وجود یک رآکتور تحقیقاتی در کشور را کافی می دانید؟

خیر؛ به هیچ وجه کافی نیست. در حال حاضر، رآکتور ۱۰ مگاواتی که در اصفهان ساخته می شود و همچنین رآکتوری ۲۰ مگاواتی با طراحی جدید که در خنداب اراک در دست اجرا داریم برای نیازهای آتی، ضروری هستند اما به اعتقاد من به پنج یا شش رآکتور تحقیقاتی دیگر نیاز داریم تا کارهای تحقیقاتی انجام داده و رادیوایزوتوپ تولید کنیم. ضمن آن که بنیان رآکتور تهران، آموزشی - تحقیقاتی است ولی ما برای تولید رادیوایزوتوپ هم از آن استفاده می کنیم. خوشبختانه با حضور آقای مهندس اسلامی در رأس سازمان و دستوری که برای احداث رآکتور ۱۰ مگاواتی صادر کرده، این موضوع در حال پیشرفت است، چون رآکتور تحقیقاتی تهران با توجه به عمر ۶۰ ساله آن، حداکثر تا چند سال دیگر قابل استفاده خواهد بود. بنابراین نیاز کشور به ساخت رآکتورهای جدید، بیش از پیش احساس می شود.