

راديو ايزوتوپهاى جديدى كه براى تشخيص بيماريها بكار ميرود

دکتر حسن عسکری شیرازی*

لايه‌هاى خارجى بوسيله هسته ميانشده. انرژى اشعه گامائى كه ايجاد ميشود از ۹۳ كيلو الكترون ولت ۴۰ درصد تا ۳۸۸ كيلو الكترون ولت (۷ درصد) تغيير ميكند.

سپترات گاليوم ۶۸ را براى سنيوگرافى (سكانينك) Scanning ضايعات تومورال بكار ميرند معمولاً مقدارى كه براى سكانينك بكار ميرود از ۲ تا ۵ ميلي كورى تغيير ميكند. دوز اشعه كه بامت تجويز اين مقدار راديو ايزوتوپ بدن ميرسد در حدود ۸۵ راد (Rad) ميباشد كه نسبتاً كم است.

عضوهای بحرانی (Critical organs) برای این راديو- ايزوتوپ، استخوانها و كليها ميباشند كه باندازه ۴۵ راد اشعه دريافت ميكند. منظور از اعضاء بحرانی اعضائى است كه قسمت اعظم راديو ايزوتوپ در آن اعضاء متمرکز ميشود ۴۸ تا ۷۲ ساعت پس از تزريق داخل ورىدى اين راديو ايزوتوپ بمقدار ۲-۵ ميلي كورى سكانينك انجام ميگيرد. غلظت اين راديو ايزوتوپ در بافتهاى مرضى بافتهاى سالم از ۲۵ تا ۴۰ تغيير ميكند.

گاليوم ۶۷ را اخيراً توانسته اند بوسيله سيكلوترون يا نوعى شتاب دهنده ذرات هسته توليد كنند. اين عمل در بيمارستان هامر سميت انگلستان انجام گرفته است. محققين توانسته اند صفحه‌اى ازمس خالص را در برابر بيماران ذرات پر انرژى آلفا كه انرژى آن برابر ۳۲ ميليون الكترون ولت است قرار دهند. دوائر فعل و انفعال هسته‌اى كه انجام ميگيرد هسته‌هاى مس تبديل به هسته‌هاى گاليوم ۶۶ و گاليوم ۶۷ ميگردد ولى اگر بمدت سه روز نمونه تغيير يافته مس را نگاهداريم چون گاليوم ۶۶ نيمه عمر فيزيكى اش كم است استحاله يافته فقط گاليوم ۶۷ خالص (Carrier Free) باقى مى ماند. گاليوم ۶۷ بدست آمده را در محلول ۳۸ درصد سپترات دوسود حل ميكند و بدن طريق سپترات گاليوم ۶۷ بدست ميايد. با اين طريقه توانسته اند با بيماران كردن صفحه مسى بمدت يك ساعت در حدود ۴۰ ميلي كورى راديو ايزوتوپ توليد نمايند. نيمه عمر فيزيكى اين راديو ايزوتوپ در حدود ۷۸ ساعت است. طريقه استحاله اين راديو ايزوتوپ تصرف الكترون

غلظت راديو ايزوتوپ در بافت تومورال
از ۳ تا ۵ تغيير ميكند

در سرطان پستان

غلظت راديو ايزوتوپ در طحال (نسخ بيمار)
در بافت سالم (نسخ سالم)

در بيماريهاى هوجكين منتشر

غلظت راديو ايزوتوپ در مركز تومور
در بافت سالم

و در تومورهای سرطانی و بدخیم روده بزرگ

* گروه فيزيك پزشكى

بنابراین میتوان باسانی این ضایعات را در تصویرهای سکانینیک تشخیص داد.

رادیوایزوتوپ دیگری که اخیراً دارای موارد استعمال زیادی است تکنسیوم 99m میباشد. «Atomic number» یا شماره اتمی این عنصر ۴۳ است یعنی تعداد پروتونهاى هسته آن ۴۳ میباشد. «mass number» یا عدد جرمی آن ۹۹ میباشد یعنی تعداد مجموع پروتونها و نوترونهای آن ۹۹ میباشد. هسته آن متاستابل (metastable) یا نیمه پایدار میباشد و حرف m معرف این خاصیت است. منظور از هسته نیمه پایدار هسته ای در حال تحریک است که عبور بحالت های پایین تر و کمتر تحریک شده طبق قواعد انتخابی (selection rules) غیر ممکن است. این عنصر در طبیعت وجود ندارد و نخستین بار در سال ۱۹۳۷ توسط سگر (Sègre) ساخته شده و در سال ۱۹۶۲ بوسیله هارپر (Harper) در پزشکی و بیولوژی مورد استفاده قرار گرفته است. نیمه عمر فیزیکی این عنصر ۶ ساعت است و از هسته آن اشعه گاما با انرژی ۱۴ کیلو الکترون ولت منتشر میشود. برای تهیه این عنصر از مولدهائی که در آن مولیبدن ۹۹ (Molybdenum 99) قرار دارد استفاده میکنند. هسته های مولیبدن در حین استحاله ایجاد تکنسیوم 99m مینماید. نیمه عمر فیزیکی مولیبدن ۲۰۷ روز است. تکنسیوم را بصورت یون پرتکنیتات (pertechnitat) برای اسکانینیک بکار میبرند معمولاً دوزی که برای اسکانینیک بکار میرود در حدود ۱۰ میلی کوری است و عضو بحرانی دستگاه گوارش «معده و روده ها» است این رادیوایزوتوپ را اخیراً برای نشان دادن وریدهای اجوف تحتانی و وریدهای ایلیاک و ریه بصورت ذرات درشت آلبومین (سرم آلبومین انسانی) که به آن تکنسیوم 99m متصل شده است بکار برده اند با این روش میتوان محل وجود ترمبوزهای ورید ایلیاک و ورید اجوف تحتانی و ترمبوآمبولی ریتین را مشخص ساخت. معمولاً ۳ تا ۴ میلی کوری تکنسیوم 99m - را که به ذرات درشت سرم آلبومین انسانی ثابت شده است نصف نموده و در یک زمان در داخل وریدهای پشت پای هر دو پا (Pedal Veins) تزریق کرده و با دوربین عکاسی سنتیلیاسیون گاما (Gamma Scintillation camera) یک سری عکس از شکم بیمار میگیریم و سپس از ریه های بیمار نیز با همان ماده تزریق شده عکس بر میداریم. با این روش از ترمبوسهای ناآشکار (occult thrombi) با اشعه گاما عکسبرداری میکنند. در صورتیکه در ریتین ترمبوآمبولی وجود داشته باشد رادیوایزوتوپ در ناحیه ضایعه پرفوزیون پیدا نخواهد کرد و حتی ممکن است

میکروآمبولی های متعددی وجود داشته باشد که باسانی قابل مشاهده است.

تکنسیوم 99m را برای اسکانینک غده تیروئید با نتایج خوب بکار برده اند زیرا برخلاف ید 131 این رادیوایزوتوپ از خود ذرات بتا منتشر نمی سازد و چون انرژی اشعه گاما کم است خطر کاربرد آن کمتر بوده و در تصاویر قدرت تمیز (resolution) را افزایش میدهد.

همینطور برای عکسبرداری از تومورهای مغزی بسیار مفید است

تکنسیوم 99m را به سیستمین و متیونین متصل کرده و برای سکانینک لوزالمعده بکار برده اند. رادیوایزوتوپ دیگری که اخیراً زیاد بکار برده شده است ایندیوم 113m است. این رادیوایزوتوپ مانند تکنسیوم 99m از لحاظ سکانینیک وسیع الطیف است یعنی میتوان تصویر اعضاء مختلف بدن را با آن بدست آورد. نیمه عمر فیزیکی آن ۱۰۷ ساعت است و از خود فوتونهای گامائی با انرژی ۳۹۰ کیلو الکترون ولت منتشر میسازد. این رادیوایزوتوپ را از مولد (Generator) که دارای قلع 113m است بدست می آورند خوشبختانه نیم عمر این رادیوایزوتوپ که هولد ایندیوم 113m است نسبتاً طولانی یعنی در حدود ۱۸۰ روز میباشد و برای استخراج آن از یک ستون مبادله کننده یونی از سلیکاژل (silicagel ion exchange column) که ترکیبات قلع 113m در روی آن ریخته شده است استفاده میکنند بدین طریق که باین ستون محلول اسید کاربدریک NH_4OH نرمال اضافه میکنیم. ابعاد میسل های کلوئیدی که خارج میشود بستگی به pH محیط دارد اگر pH محلول ۶ باشد جذب این ماده توسط طحال زیاد است و آنرا برای سکان طحال بکار میبرند اگر pH را به ۳٫۷ افزایش دهیم ابعاد میسل ها کمتر از یک میکرون خواهد بود و میتوان آنرا برای سکانینیک کبد بکار برد اگر pH را به ۸٫۶ برسانیم ابعاد ذرات به ۱۰ میکرون رسیده برای سکان کردن ریتین بکار میرود بنابراین ایندیوم 113m از لحاظ سکانینیک اعضاء بدن یک رادیوایزوتوپ وسیع الطیف است معمولاً ۲ تا ۱۰ میکروکوری از این ماده را برای سکانینیک بکار میبرند و دوز اشعه ای که به کبد میرسد کوچکتر از ۵۰ میلی راد برای هر میلی کوری است همینطور این عنصر را برای تشخیص پریکاریت ترشچی و تعیین محل جفت بکار برده اند. میتوان با ایندیوم 113m از استخوانها اسکانینیک نمود و فعالیت رتیکولو آندوتلیال مغز استخوانها را سنجید.

بوسیله ایندیوم که بعامل چیلینینگ Chelating بنام DTPA

متصل شده می‌توان از مغز استخوان اسکان نمود.

ایندیوم معمولاً بصورت کاتیون سه ظرفیتی در محلول‌های آبی می‌باشد و چیلیت‌های (chelate) پایداری با دی‌اتیلین تترامین پنتا اسید استیک (DTPA) می‌سازد. پس از تزریق حداکثر غلظت در کلیه‌ها است و سپس بترتیب در کبد، ریه‌ها، استخوانها و عضلات مخطوط و مغز متمرکز می‌شود. اسکان مغز با این رادیوایزوتوپ نسبت به پرتکنیتات ^{99m}Tc دارای مزایای زیادی است بدین شرح اولاً از جریان خون زودتر خارج می‌شود ثانیاً نسبت تمرکز آن در تومور و بافت سالم مغز بزرگتر از تکنسیوم است. در پلکسوس کورویئید و غدد بزاقی متمرکز می‌شود از لحاظ اقتصادی با صرفه‌تر از تکنسیوم است زیرا نیم عمر عنصر تولید کننده ایندیوم قلع ^{113}m زیاد است ولی در مقایسه با تکنسیوم دارای معایبی می‌باشد اولاً نسبت e/γ یعنی مقداری از اشعه گاما که به علت جذب الکترون مدارها توسط هسته ایجاد می‌شود زیادتر از تکنسیوم است و دوز اشعه‌ای که به بافت‌های بدن می‌رسد کمی بیشتر است مقدار اشعه‌ای که بعضی بحرانی می‌رسد برای ایندیوم ^{113}m (این عضو مثانه می‌باشد) زیادتر از تکنسیوم ^{99m}Tc است که عضو بحرانی آن معده و روده هاست. به علت کوتاه بودن نیم عمر ایندوم نمیتوان اسکان را تکرار کرد.

اخیراً باروش دکسیون بوسیله فلوروسانس توانسته‌اند بدون اینکه رادیوایزوتوپی به بیمار بخوراند از تیر وئید عکسبرداری کرده و نیز جریان خون مغز را با این روش مورد مطالعه قرار دهند. در مورد عکسبرداری از تیر وئید این غده را از خارج بتوسط امریسیوم ^{241}Am که یک عنصر رادیواکتیو و راء اورانیوم (Transuranic elements) است تحت تاثیر اشعه قرار داده یعنی اشعه امریسیوم را به غده تیر وئید تابانده وید پایدار (ید ^{127}I) که در این غده قرار دارد تحریک می‌کنند در نتیجه تحریک ید ^{127}I از خود اشعه α به انرژی $28/5$ کیلو ولت منتشر می‌کند و چون انرژی این اشعه ضعیف است تصاویر اسکان بسیار واضح جزئیات غده در این تصویر بخوبی نمایان است همینطور میتوان برای دکسیون این اشعه از یک دکتور حالت جامد (Solid States) که از لیتیوم و سیلیس ساخته شده است استفاده کرد. با این روش میتوان عبور خون را از اعضاء مختلف مخصوصاً مغز مورد

مطالعه قرارداد. برای انجام این آزمایش باید چشمه یا منبع حلقه‌ای شکل امریسیوم ^{241}Am را که شدت رادیواکتیویته آن $3/3$ کوری است است از خارج روی جمجمه قرار داد و کانولی را وارد شریان کاروتید داخلی کرده و مقادیر معینی رنوگرافین- ^{99m}Tc Renographin (76) تزریق می‌کنند و اشعه X حاصل از تحریک ید این ماده را بوسیله دکتور لیتیوم و سیلیس می‌سنجند.

روش تازه‌ای برای تشخیص تومورهای نخاعی با تزریق پرتکنیتات ^{99m}Tc : در حدود ۱۵ میکروکوری برای هر کیلو گرم وزن بدن از ماده مذکور را داخل ورید تزریق کرده و ۳۰ دقیقه بعد، از نخاع اسکان می‌کنیم بایستی ۲ ساعت قبل از تجویز ماده رادیوایزوتوپ ^{99m}Tc ۶۰۰ میلی گرم پرکلرات دوپتاس از راه خوراکی به بیمار داد. در هنگام اسکان بایستی باورقه سری نواحی اطراف نخاع را پوشانیم و فقط فاصله‌ای برای ۴-۵ ناحیه ستون فقرات را باز بگذاریم. در هنگام اسکان بیمار روبرو بشکم دراز می‌کشد سکائرنی (Scanner) که بکار می‌برند از بلور یدورسیدیم به ابعاد ۵ اینچ و کلیما تورسری با فاصله کانونی کم بکار می‌برند. یک اسکان در حدود ۳۰ تا ۴۵ دقیقه طول میکشد در ناحیه تومورال تمرکز این رادیوایزوتوپ بیشتر از ناحیه سالم است. برای اسکان مغز مقدار ۵ تا ۱۰ میلی کوری از پرتکنیتات تکنسیوم ^{99m}Tc را در داخل ورید تزریق کرده و میتوان عکسهای متعددی تا ۲ ساعت پس از تزریق از مغز گرفت. معمولاً در ناهنجاریهای شریانی و ریدی (Arteriovenous Anomalies) و منژیومها و آنژیومها تجمع رادیوایزوتوپ بسرعت پس از تزریق کم و در گلیوما (Glioma) و کانسره‌های متاستاتیک و انفارکتوس و آسبه‌های مغز تمرکز رادیو-ایزوتوپ پس از تزریق زیاد می‌شود. نسبت تمرکز رادیوایزوتوپ در مغز به نسج سالم برابر با ۲۰ است. برای اسکان مغز رادیو-ایزوتوپ دیگری بنام یتربیوم (Ytterbium) ^{169}Yb استفاده کرده‌اند. هسته این رادیوایزوتوپ از خود فوتونهای گاما منتشر می‌کند و نیمه عمر فیزیکی آن ۳۲ روز است. انرژی اشعه گامای آن ۱۷۲ و ۱۹۸ کیلوولت است. برای اسکان مغز از ترکیب DTPA (دی‌اتیل تترامین پنتا اسید) استفاده می‌کنند. اسکانهایی که با این رادیو ایزوتوپ بدست می‌آید شبیه اسکانهایی است که با ^{113}m بدست می‌آید.

ذیلا رادیو ایزوتوپهای نیکه برای سکان مغز بکار میرود خلاصه میشود

نام رادیوایزوتوپ	نیم عمر	مقدار رادیوایزوتوپ استعمال شده	دوز کل اشعه که در یک سکان بیدن میرسد بر حسب راد Rad	دوز اشعه که به عضو بحرانی میرسد بر حسب راد Rad
ید - ۱۳۱ متصل به سرم آلبومین انسانی I ₁₃₁ - HSA	۸ روز	۳۷۵ میکروکوری	۰٫۷۲	۲٫۵ (خون)
کلرومرو دین جیوه ۲۰۳ chlormerodin Hg-203	۴۷ روز	۷۵۰	۰٫۴۶	۴۰٫۰ (کلیهها)
کلرومرو دین جیوه ۱۹۷ chlormerodin Hg-197	۲/۷ روز	۷۵۰	۰٫۰۹	۴٫۰ (کلیه)
پرتکنیتات تکنیسیوم ۹۹m DTPA - ۱۱۳m	۶ ساعت	۱۰ میلی کوری	۰٫۰۹	۱٫۰ (معدده و رودهها)
ایندیوم ۱۱۳m - DTPA	۱/۷ ساعت	۱۰	۰٫۱۶	۳٫۰ (مثانه)
یتر بیوم ۱۶۹ - DTPA	۳۲ روز	۱۰	۰٫۲۰	۳٫۰ (مثانه)

REFERENCES

- 1- Lavender, J. P. et al. *J. Radiology.*, 521:361, 1971.
- 2- Rosenthal, L. *Radiology.*, 98:623., 1971
- 3- Quinn, J. L. , Year book of Nuclear Medicine, 970, Year book Medical publishers, Chicago., 1970.
- 4- Holt, J. F. et al , Year book of Radiology, 197, Year book Medical publishers Chicago., 1970.