

سند جامع پزشکی هسته ای ایران تا سال ۱۴۰۴

وضعیت فعلی و چشم انداز آینده

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

معاونت درمان

مرکز مدیریت پیوند و درمان بیماری ها

گروه درمان بیماری های غیرواگیر

بهار ۱۴۰۰

تدوین و تنظیم:

دکتر آرمان حسن زاده

دکتر مهدی شادنوش

دکتر محمود رضا آقامیری

دکتر مهرداد بخشایش کرم

دکتر نسرین بیات

دکتر رامین صادقی

دکتر سعید فرزانه فر

دکتر بابک فلاحی

دکتر سید حسن فیروزآبادی

دکتر جمشید کرمانچی

دکتر مهرزاد لطفی

زهرا سعیدی

با همکاری:

انجمن علمی پزشکی هسته ای ایران

انجمن رادیولوژی ایران

سازمان انرژی اتمی

تحت نظارت

دکتر قاسم جان بابایی

معاون درمان وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

فهرست مطالب

مقدمه.....	۵
تصویربرداری تشخیصی در پزشکی هسته ای با استفاده از گاما کمرا وضعیت فعلی و چشم انداز تا سال ۱۴۰۴.....	۷
تصویربرداری تشخیصی با استفاده از PET-CT scanner وضعیت فعلی و چشم انداز تا سال ۱۴۰۴.....	۱۲
سیکلوترون های داخل بیمارستانی.....	۲۰
مشخصات فنی سیکلوترون های داخل بیمارستانی.....	۲۲
روش های درمانی در پزشکی هسته ای.....	۲۵
منابع.....	۲۸

فهرست جداول و تصاویر

- جدول ۱- کیت های سرد و کیت های پتیدی تولید شده توسط شرکت پارس ایزوتوپ صفحه ۹
- جدول ۲- مشخصات فنی گاما کمرا با قابلیت تصویربرداری SPECT-CT صفحه ۱۰
- جدول ۳- توزیع PET-CT scanners در استان تهران تا سال ۱۴۰۴ صفحه ۱۵
- جدول ۴- توزیع PET-CT scanners در سایر قطب های سرطان کشور صفحه ۱۶
- جدول ۵- مشخصات فنی PET-CT scanner صفحه ۱۷
- شکل ۱- قطب های سرطان کشور بر اساس سند توسعه شبکه ملی مراقبت سرطان صفحه ۱۴
- شکل ۲- مراکز سیکلوترون در حال فعالیت و یا پیش بینی شده کشور صفحه ۲۳

مقدمه

پزشکی هسته ای در ایران با اندازه گیری ید رادیواکتیو در ادرار در سال ۱۳۳۹ پایه گذاری شد. گسترش رشته پزشکی هسته ای با مصوب شدن رشته تخصصی پزشکی هسته ای و پذیرش دستیار در ابتدای دهه ۱۳۶۰ هجری شمسی در دانشگاه علوم پزشکی تهران صورت گرفت. این گسترش با تجهیز بخش پزشکی هسته ای با دستگاه های گاما کمرا با قابلیت تصویربرداری به روش SPECT در ابتدای دهه ۱۳۷۰ شمسی شتاب گرفت. توسعه رشته و افزایش معنی دار تعداد دستیاران و فارغ التحصیلان تخصص پزشکی هسته ای با پذیرش دستیار در دانشگاه های علوم پزشکی شهید بهشتی، مشهد، ایران و نهایتا شیراز به مهیا شدن حضور نیروی انسانی متخصص به تعداد کافی جهت اقدامات گوناگون تشخیصی و درمانی در حوزه پزشکی هسته ای انجامید. در سال ۱۳۹۴، تعداد کل افراد متخصص پزشکی هسته ای در کشور در حدود ۱۵۰ نفر بود که با در نظر گرفتن استاندارد یک نفر متخصص پزشکی هسته ای به ازای هر ۳۰۰ هزار نفر جمعیت (بر اساس مطالعات تطبیقی) و احتساب جمعیت فعلی، رشد جمعیت و لحاظ نمودن فارغ التحصیلان هر سال تا سال ۱۴۰۴ باید حدود ۱۰۰ نفر متخصص پزشکی هسته ای دیگر تربیت شوند.

امکان توسعه سخت افزاری رشته با ورود روش های تصویربرداری ادغامی (Hybrid imaging) ابتدا با گاما کمراهای مجهز به امکان تصویربرداری SPECT-CT در اسکن های عملکردی خونرسانی قلب، تمام بدن استخوان، اکتروئاید، پارائتروئید و ... جهت بهبود کنتراست رزولوشن و مکان یابی ضایعات مهیا شد. عصر نوین تصویر برداری عملکردی با اندیکاسیون های بالینی متعدد در انواع تایپ ها و ساب تایپ های سرطان با دستگاه های PET-CT scanner در ابتدای دهه ۹۰ شمسی جهت بررسی های تشخیصی، مرحله بندی، بررسی عود، مرحله بندی مجدد (Restaging)، ارزیابی پاسخ به درمان، پایش سرطان، برنامه ریزی جهت رادیوتراپی، تعیین محل مناسب جهت بیوپسی از ضایعات مشکوک در آنکولوژی همراه بود. با در نظر گرفتن داده های سرطان در ایران که سرطان های شایع در کشور در مردان به ترتیب پوست، معده، کولورکتال، مثانه و پروستات و در زنان به ترتیب پستان، پوست، کولورکتال، معده و مری می باشند، به طور فزاینده و از نظر آماری معنی دار، درصد تغییرات سالانه (Annual Percent Change) انواع سرطان در حال افزایش است (APC=8.08% (CI=5.1-11.1))، جایگاه PET-CT scan در کاهش بار بیماری در انواع گوناگون سرطان های شایع از طریق کمک به تصمیم گیری های سریع و با صحت تشخیصی بالا کاملاً آشکار است. به علاوه کاربردهای بالینی متعدد در تشخیص و ارزیابی فعالیت و پاسخ به درمان بیماری های التهابی و عفونی و همچنین Brain and Cardiac PET/CT scan منجر به افزایش هر چه بیشتر کاربردهای روشهای تشخیصی نوین در پزشکی هسته ای کشور می گردد.

پیشرفت های چشمگیر کشور در تولید انواع رادیو داروهای جدید جهت تصویربرداری با گاما کمرا و PET-CT scanner و همچنین گسترش بخش درمان با اضافه شدن درمان های پزشکی هسته ای در تسکین درد متاستاز های استخوانی، رادیوداروهای ^{177}Lu -DOTA peptide و ^{177}Lu -PSMA ligand در درمان مراحل پیشرفته تومورهای نورواندوکراین و آدنوکارسینوم پروستات در کنار روش های درمانی موجود شامل ید تراپی برای سرطان های تمایز یافته تیروئید و ^{131}I -MIBG therapy در نوروبلاستوما، فئوکروموسایتوما و گانگلیونوروبلاستوما، مجموع اقدامات تشخیصی و درمانی در حیطه پزشکی هسته ای کشور در خدمت رسانی به بیماران و کمک به پزشکان ارجاع دهنده خدمات تشخیصی جهت تصمیم گیری های بالینی سریع و با صحت تشخیصی بالا را تکمیل تر کرده است تا متخصصین این رشته بتوانند با استفاده از چشمه های باز رادیواکتیو که براساس دستورالعمل های آژانس بین المللی انرژی اتمی در بخش پزشکی هسته ای، صرفاً به منظور تشخیصی یا درمانی در حیطه کار پزشکی هسته ای است، به خدمت رسانی در حوزه های مختلف تشخیصی و درمانی بپردازند. با توجه به شیوع و بروز بالای بیماری های مختلف به ویژه سرطان در کشورهای همسایه و مجاور، امکان ارائه این خدمات برای بیماران سایر کشورها در قالب گردشگری سلامت نیز فراهم است.

پیشرفت های در حال تکوین در پزشکی هسته ای کشور شامل بهبود سخت افزاری در گاما کمرا و قابلیت SPECT-CT و ارتقای نرم افزاری در پردازش تصاویر در جهت افزایش حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و منفی اسکن های تشخیصی پزشکی هسته ای، بهبود سخت افزاری در PET-CT scanner ها و ارتقای نرم افزاری در پردازش تصاویر با هدف بهبود صحت تشخیصی تا بیش از ۹۵٪ در اکثر تومورها با بهبود Spatial and Contrast Resolutions، افزایش آرمانتاریوم پرتوداروهای تشخیصی و درمانی و روش های ترکیبی تشخیصی- درمانی (Theranostics)، افزایش و بهینه سازی اندیکاسیون های پروسیجرهای تشخیصی و درمانی بر اساس آخرین گایدلاین های معتبر جهانی و پروژه های متعدد پژوهشی و آموزش کامل دستیاران پزشکی هسته ای فعلی به عنوان فارغ التحصیلان آینده توانمند، خلاق و با قابلیت استدلال بالینی قوی جهت کمک به فرآیندهای تصمیم گیری بالینی می باشد.

تصویربرداری تشخیصی در پزشکی هسته ای با استفاده از گاما کمرا

وضعیت فعلی و چشم انداز تا سال ۱۴۰۴

در عمده اسکن های تشخیصی در پزشکی هسته ای که با استفاده از گاما کمرا انجام می گیرند، هسته رادیواکتیو ساطع کننده پرتو گاما، ^{99m}Tc می باشد که به صورت محلول پرتکتنتات ($^{99m}\text{TcO}_4^-$)، از واپاشی بتا (beta decay) هسته مادر ^{99}Mo به صورت محلول مولیبدات ($^{99}\text{MoO}_4^-$) حاصل می شود و بدین منظور ژنراتورهای ^{99}Mo - ^{99m}Tc به طور انحصاری توسط شرکت پارس ایزوتوپ به کشور وارد می شود. به جز تعداد معدودی از اسکن ها نظیر اسکن تیروئید با پرتکتنتات و اسکن دیورتیکول مکل، در سایر اسکن ها لازم است ^{99m}Tc با ترکیب شیمیایی غیر رادیواکتیو پیوند شیمیایی تشکیل دهد و مجموع ^{99m}Tc و جزء غیر رادیواکتیو (به صورت کیت سرد یا کیت پیتیدی)، رادیوداروی قابل تزریق به بیمار را تشکیل می دهند. خوشبختانه شرکت پارس ایزوتوپ نه تنها تولید کننده انواع کیت های تشخیصی مورد استفاده در مراکز پزشکی هسته ای سراسر کشور است، بلکه به تعدادی از کشورها نیز انواع کیت را صادر می کند و در این زمینه هم نیاز فعلی و هم نیاز آینده مراکز در کشور قابل تامین است. در جدول ۱ کیت های سرد و کیت های پیتیدی تولیدی در کشور نمایش داده شده است.

در حال حاضر تعداد مراکز پزشکی هسته ای دریافت کننده ژنراتور ^{99}Mo - ^{99m}Tc در سراسر کشور، ۲۰۵ مرکز دولتی و خصوصی (۵۲ مرکز دولتی-۱۵۳ مرکز خصوصی) و تعداد تقریبی گاما کمرا با فرض ۱ دستگاه گاما کمرا برای فعال برای هر مرکز نیز ۲۰۵ دستگاه است.

استاندارد جهانی، ۴ گاما کمرا به ازاء ۱ میلیون نفر و تخمین جمعیت ایران بر اساس سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ و رشد سالانه جمعیت در میانه سال ۲۰۲۰ حدوداً ۸۳۹۹۳۰۰۰ نفر می باشد. با در نظر گرفتن این عوامل تعداد گاما کمرا لازم در کشور ۳۳۶ دستگاه گاما کمرا است.

تخصیص گاما کمرا تا حداکثر فوق الذکر صرفاً" به شهرهایی با جمعیت حداقل ۲۵۰ هزار نفر تعلق می گیرد. مراکز تمام استان های کشور در حال حاضر دارای گاما کمرا برای فعال می باشند. امروزه کلیه گاما کمراها علاوه بر تصویربرداری به روش پلانار، قابلیت تصویربرداری به روش SPECT را نیز دارا می باشند که در برخی اسکن های تشخیصی نظیر اسکن خونرسانی میوکارد (MPI)، اسکن خونرسانی مغز، اسکن بررسی عملکرد هسته های قاعده ای مغز (DAT scan or ^{99m}Tc -Trodat scan) روش الزامی تصویربرداری و در سایر اسکن ها نظیر اسکن پاراتیروئید و اکتروئاید روش مکمل تصویربرداری پلانار و دردیگر اسکن ها نظیر اسکن

تمام بدن استخوان، ید و ... می تواند به عنوان روش کمکی برای بررسی تکمیلی یافته هایی خاص در نماهای پلانار مورد استفاده قرار گیرد.

همچنین برخی گاما کمرها قابلیت تصویربرداری ادغامی به صورت SPECT-CT را دارا می باشند. در این تصویربرداری، جزء CT جایگزین CT تشخیصی نیست و تنها جهت تصحیح تضعیف اشعه گاما (حین عبور از بافت های بدن با دانسیته های مختلف) با استفاده از نقشه تصحیح ضرائب تضعیف بافتی (Attenuation coefficient map) و همچنین تعیین محل (لوکالیزاسیون) جذب غیرطبیعی رادیوداروی مشاهده شده در تصاویر پلانار (مثلا در اسکن تمام بدن استخوان) استفاده می شود. به علت ضروری نبودن استفاده از SPECT-CT در تصویربرداری های پزشکی هسته ای، تنها مراکز پزشکی هسته ای موجود در مراکز استان های کشور مجوز استفاده از ارز دولتی جهت تامین گاما کمر با قابلیت تصویربرداری SPECT-CT را دارند. در جدول ۲ مشخصات فنی گاما کمر با قابلیت تصویربرداری SPECT-CT نشان داده شده است.

جدول ۱: کیت های سرد و کیت های پپتیدی تولید شده توسط شرکت پارس ایزوتوپ

کاربرد	محصولات	
جهت تصویربرداری و تشخیص اختلالات کلیه (جریان کلیه)	DTPA-TC ^{99m}	COLD KITS
جهت تصویربرداری و تشخیص یافت های متاستاز شده استخوان	MDP-TC ^{99m}	
جهت تصویربرداری و تشخیص خونریزی ارگان های داخلی	Sn ⁺⁺ (RBC)-TC ^{99m}	
تصویربرداری از قلب	PYP-TC ^{99m}	
جهت تصویربرداری استاتیک کلیه	DMSA-TC ^{99m}	
جهت تصویربرداری از پرفیوژن قلب	MIBI-TC ^{99m}	
جهت تصویربرداری و تشخیص اختلالات کبد و طحال	Phytate-TC ^{99m}	
جهت تصویربرداری کلیه (کلیه هایی که پیوند شده اند)	EC-TC ^{99m}	
جهت تصویر برداری از مغز و تشخیص پرفیوژن مغزی	ECD-TC ^{99m}	
جهت تصویربرداری از ریه و تشخیص میکروآمبولی (لخته خونی)	MAA-TC ^{99m}	
جهت تصویربرداری و تشخیص اختلالات کبد و طحال	SC(sulfurcolloid)-TC ^{99m}	
جهت تصویربرداری از غدد لنفاوی	Anti sulfide-Tc- ^{99m}	
جهت تصویربرداری و تشخیص اختلالات کبد و طحال	Br-IDA-TC ^{99m}	
جهت تصویر برداری و تشخیص تومورهای نئورواندوکراین	OCTREOTATE	
جهت تصویر برداری و تشخیص تومورهای نئورواندوکراین	OCTREOTIDE	
جهت تصویربرداری و تشخیص سرطان سینه و پروستات	BOMBESIN	
جهت تصویربرداری و تشخیص عفونت	CIPROFLOXACIN	
جهت تشخیص بیماری پارکینسون	TRODAT	
جهت تشخیص و تمایز التهاب از عفونت	UBI	
جهت تشخیص و درمان سرطان پروستات (آماده تزریق به بیمار)	Ga ⁶⁷ -PSMA ¹¹	
جهت تشخیص و درمان تومورهای نئورواندوکراین (آماده تزریق به بیمار)	Ga ⁶⁷ -DOTATATE	

جدول ۲: مشخصات فنی گاما کمرا با قابلیت تصویربرداری SPECT-CT

امتیاز	Feature	
به نسبت از ۱۰ امتیاز	160 or more (LEHRS)	Digital detectors Sensitivity for LEHR collimator (cts/min/ μ Ci)
	0	300 or more Max Count rate (kcps) the more, the better $\frac{1}{2}$ dose or $\frac{1}{2}$ time
0	Same as diagnostic CT	CT image quality
به نسبت از ۱۰ امتیاز	13 or more	Resolution(lp/cm)
به نسبت از ۱۰ امتیاز	55 or more	Extended FOV (cm)
0	10.7/10.9/7.9 or less	SPECT Reconstructed Spatial Resolution with Scatter (LEHR Collimators) (FBP)
0	10% or less	Energy Resolution Less is better
0	6.4/5.7/5.1 or less	Bone SPECT Reconstructed Spatial Resolution with Scatter (LEHR Collimators) (IR)
no need to collimator exchange (دارای ۵ امتیاز)	Requirement	$\frac{1}{2}$ dose or $\frac{1}{2}$ time
0	دارای آخرین ورژن نرم افزاری که باعث کاهش دوزاشعه می شود	Dose modulation
0	Two detectors simultaneously	Quality Control
0	Requirement	Automated quality control
0	Two pairs per cart, semi-automatic	Collimator change
0	Requirement	Body contour
0	Yes	Integrated ECG
0	200(78.7) or more	Whole body scan range (cm[in])
0	156 or more	Hybrid scan range (cm)
0	Requirement	Stand-alone CT
به نسبت از ۱۰ امتیاز	Diagnostic 2 slice or more	NO slice
به نسبت از ۵ امتیاز	2 (MHU) or more	Tube heat capacity (MHU)
به نسبت از ۵ امتیاز	24(kW) or more	Generator (kW)
0	0/98 S or less	Rotation time (sec)
0	200 (mA) or more	Tube Current (mA)
0	80-130 (V)	Voltage (V)
0	1.25(mm) or less	Reconstruction slice thickness(mm)
0	0.5 or more	Pitch factor

0	Standard	Dynamic SPECT	Options
0	Standard	Iterative reconstruction SPECT	
0	Standard	Static	
0	Standard	Whole body	
0	Standard	Multi gated	
0	Standard	Gated SPECT	
0	Standard	SPECT	
0	Standard	نرم افزار Automatic Fusion و Automatic Registration دقیق تصاویر آناتومیک و اسکنها	Essential Softwares
0	Standard	نرم افزار فیوژن ولومتریک تصاویر	
0	Standard	Gated و Static and Planar .Whole Body	
0	Standard	نرم افزار کامل Cedars-Sinai شامل آخرین ورژن QPS-QGS یا نرم افزار کامل DM4 در Workstation	
0	Standard	نرم افزار کمی سازی تصاویر پلانار و SPECT مانند کمی سازی جذب رادیودارو و تعیین حجم و مدت باقی ماندن رادیودارو جهت انجام اقدامات دوزیمتری برای درمان بیماران (کانسر تیروئید- پرکاری تیروئید- درمان کانسرهای دیگر مانند PRRT.... در یک Workstation)	
0	Standard	کیت دوزیمتری باید امکان انجام بازسازی (FBP, Iterative و Registration - (Collimator detector response Segmentation و کمی سازی (به صورت MBq/ml) را داشته باشند.	
۵ امتیاز	-	پکیج نرم افزار نورولوژی کامل برای بررسی و کمی سازی پرفیوژن مغز: شامل حداقل آنالیز اتوماتیک باشد. وجود نرم افزارهای بیشتر امتیاز محسوب خواهد شد.	
۵ امتیاز	-	پکیج نرم افزاری کامل جهت انکولوژی	
0	Standard	پکیج نرم افزاری کامل سیستم ادراری تناسبی برای پردازش و آنالیز کامل تصاویر کلیه و مجاری ادراری	
0	Standard	پکیج نرم افزاری کامل سیستم ریوی، غدد درون ریز	
0	Standard	نرم افزار باید به صورت اتوماتیک برای تمام تصاویر بتواند Attenuation -correction correction- Resolution Recovery- Scatter انجام دهد.	
0	Standard	نرم افزار باید امکان استفاده از یک CT attenuation map را برای هر دو SPECT در استرس و استراحت فراهم کند	
0	Standard	نرم افزار اصلاح حرکت به صورت اتوماتیک برای اصلاح حرکت بیمار و حرکات تنفسی در اسکن قلب و نیز تمام اسکن های دیگر	
0	Standard	نرم افزار باید خروجی DICOM و امکان اتصال به PACS و آرشیو اسکن ها و نیز امکان دسترسی از دور را داشته باشد.	

تصویربرداری تشخیصی با استفاده از PET-CT scanner

وضعیت فعلی و چشم انداز تا سال ۱۴۰۴

در حال حاضر تعداد مراکز دریافت کننده رادیو داروی FDG جهت PET-CT scan در سال ۱۳۹۹، ۸ مرکز (۴ مرکز در تهران شامل: ۳ مرکز دولتی: بیمارستان های شریعتی و امام خمینی(ره) و مسیح دانشوری و ۱ مرکز عمومی غیر دولتی: بیمارستان خاتم الانبیاء(ص) و ۴ مرکز در سایر شهرها: ۱ مرکز دولتی: امید تبریز، ۱ مرکز خیریه: کوثر شیراز، ۲ مرکز خصوصی: پیام در استان البرز و بیمارستان رضوی مشهد) می باشد. تعداد کل PET-CT scanner مورد نیاز تا سال ۱۴۰۴ با در نظر گرفتن متغیرهای مختلف شامل حداقل تعداد PET-CT scanner در منطقه آسیای غربی (0.25 PET-CT scanner for 1 million population)، استاندارد جهانی (1 PET-CT scanner for 500000 to 1.5 million population)، پیش بینی ۲ برابر شدن شیوع انواع کانسر در دهه ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ میلادی در جهان، توزیع بسیار ناهمگن امکانات کشوری از نظر مراکز درمانی ارجاع دهنده بیمار جهت PET-CT scan و استراتژی های کشوری موید لزوم تخصیص PET-CT scanner به مراکز ریفرال مهم در تهران و مراکز استان های با جمعیت حداقل ۱،۵ میلیون نفر، در نظر گرفتن استان های ارجاع دهنده بیمار به قطب های هدف، میزان بیماران سرباری بیمارستان های دولتی استان های پرجمعیت به خصوص استان تهران، تعداد مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها و پژوهشگاه های مرتبط با سرطان در هر دانشگاه و همچنین دانشگاه های پذیرنده دستیار، ۲۸ PET-CT scanner در نظر گرفته شده است.

نقشه کشوری توزیع قطب های سرطان بر اساس "سند توسعه شبکه ملی مراقبت سرطان" در شکل ۱، نحوه توزیع PET-CT scanner در ۳ قطب سرطان استان تهران در جدول ۳ و در سایر قطب های سرطان کشور در جدول ۴ نشان داده شده است. مشخصات کیفی PET-CT scanner های مورد تایید جهت تخصیص ارز دولتی در جدول شماره ۵ آورده شده است.

بر اساس نقشه راه سند توسعه شبکه ملی مراقبت سرطان، پس از برقرار شدن عملیاتی نظام ارجاع بیماران در کل کشور در تمام رشته های تخصصی، مراکز PET-CT scanner در هر یک از قطب های سرطان کشور بیماران استان های به شرح ذیل را با تعرفه دولتی پذیرش خواهند کرد:

- **قطب های سرطان استان تهران (دانشگاه های علوم پزشکی تهران، شهید بهشتی و ایران):**
استان تهران
- **قطب اصفهان:** استان های اصفهان و چهار محال و بختیاری

- **قطب اهواز:** استان خوزستان
- **قطب تبریز:** استان های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل و زنجان
- **قطب رشت:** استان گیلان
- **قطب ساری:** استان های مازندران، گلستان و سمنان
- **قطب شیراز:** استان های فارس، بوشهر، هرمزگان، کهگیلویه و بویراحمد
- **قطب قم:** استان های قم و مرکزی
- **قطب کرج:** استان های البرز و قزوین
- **قطب کرمان:** استان های کرمان و سیستان و بلوچستان
- **قطب کرمانشاه:** استان های کرمانشاه، کردستان و ایلام
- **قطب مشهد:** استان های خراسان رضوی، خراسان شمالی و خراسان جنوبی
- **قطب همدان:** استان های همدان و لرستان
- **قطب یزد:** استان یزد

مراکز PET-CT از طریق روسای دانشگاه های منتخب قطب سرطان یا معاونین درمان این دانشگاه ها با مکاتبه رسمی به معاونت درمان وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی معرفی می شوند و ترجیحا نباید در بیمارستان های تک تخصصی واقع شوند.

در صورت عدم اقدام یا کمبود کیفی و کمی هر یک از این مراکز پس از بررسی های دوره ای معاونت درمان وزارتخانه، امتیاز می تواند به بخش غیر دولتی اعم از خصوصی، خیریه و عمومی غیردولتی بر اساس تفاهم نامه فی ما بین با شروط:

- اخذ تعرفه دولتی
 - مسئولیت فنی و گزارش اسکن ها توسط اعضای هیات علمی متخصص پزشکی هسته ای
 - پذیرش دستیار در دوره های آموزشی در مراکز پذیرنده دستیار پزشکی هسته ای
- تمامی مراکز فعلی و مراکزی که هنوز در مراحل قبل از پذیرش بیمار هستند باید تا بهار ۱۴۰۲ در ارزیابی بر اساس معیارهای ذکر شده فوق از نظر کمی و کیفی سطح قابل قبول ارائه خدمات به بیماران استان خود و استان های ارجاع دهنده بیمار را همراه با صحت تشخیصی قابل قبول و حرکت در چارچوب نظامات و قوانین مصوب معاونت درمان وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی داشته باشند. در غیر این صورت حسب مورد و بر اساس بازدید های دوره ای معاونت درمان وزارت بهداشت، در هر زمان تصمیم گیری توسط این معاونت انجام خواهد شد.

جدول ۳: توزیع PET-CT scanners در استان تهران تا سال ۱۴۰۴

بیمارستان خصوصی	بیمارستان سینا (دولتی - دانشگاهی)	بیمارستان امام خمینی (ره) (دولتی - دانشگاهی)	بیمارستان شریعتی (دولتی - دانشگاهی)	دانشگاه علوم پزشکی تهران
بیمارستان خاتم الانبیاء (ص) (عمومی غیردولتی) و بیمارستان محک (خیریه)	بیمارستان امام حسین (ع) (دولتی - دانشگاهی)	بیمارستان شهدای تجریش (دولتی - دانشگاهی)	بیمارستان مسیح دانشوری (دولتی - دانشگاهی)	دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
بیمارستان خصوصی	بیمارستان شهدای هفتم تیر (دولتی - دانشگاهی)	بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص) (دولتی - دانشگاهی)	بیمارستان شهید رجایی (دولتی - دانشگاهی)	دانشگاه علوم پزشکی ایران

جدول ۴: توزیع PET-CT scanners در سایر قطب های سرطان کشور

مرکز غیردولتی	مرکز دولتی - دانشگاهی	قطب سرطان / شهر
بیمارستان رضوی (خصوصی)	√	مشهد
قلب کوثر (خیریه)	√	شیراز
شفا توس کیش (پیام) (خصوصی)	-	کرج
	بیمارستان امام رضاع) (امید)	تبریز
	√	اصفهان
	√	اهواز
	√	ساری
	√	رشت
	√	کرمان
	√	کرمانشاه
	√	همدان
	√	قم
	√	یزد

جدول ۵: مشخصات فنی PET-CT scanner

PET

امتیاز		الزامات عمومی دستگاه
0		دارای List mode و بازسازی list mode
0	حداقل ۳ رینگ و ترجیحا بیشتر	Number of Detector rings
به نسبت حداکثر ۵ امتیاز	حداقل ۲۵۰ و ترجیحا بیشتر	(Number of Detectors (PMTs/SiPMs
به نسبت حداکثر ۵ امتیاز	حداقل ۱۱۰۰۰	Total crystal element
0	حداقل ۶۰	دارای Transaxial FOV , cm
به نسبت حداکثر ۳۰ امتیاز	حداقل ۱۵ و ترجیحا بیشتر	دارای Axial FOV , cm
0		Crystal Material
0		Crystal Size ,mm
به نسبت حداکثر ۴۰ امتیاز	حداقل ۷ و ترجیحا بیشتر	دارای NEMA Sensitivity , kcps/kBq D ³
0		kcps/kBq , Effective Sensitivity
۵ امتیاز	امتیاز پایین	امکان TOF
به نسبت حداکثر ۱۰ امتیاز	ترجیحا کمتر	دارای NEMA Transverse Resolution @ 10cm , mm حداکثر ۵,۵
به نسبت حداکثر ۱۰ امتیاز	ترجیحا کمتر	دارای NEMA Axial Resolution @ 10cm , mm حداکثر ۵,۵
0		Effective Peak NECR , kcps
0	حداکثر ۴۰	fraction scatter , %
به نسبت حداکثر ۵ امتیاز	ترجیحا کمتر	System Energy Resolution , %
0		دارای (psf point spread function) اصلاح تابع توزیع نقطه
0		دارای metal artifact reduction
0		دارای بازسازی سه بعدی تکرار شونده (IR for pet)
0	ترجیحا بیشتر	دارای طول تصویر برداری از بدن بیمار حداقل ۱۷۰ سانتی متر

CT

الزامات عمومی دستگاه		
0	حداقل ۸۰۰	(khu/min)max anode cooling rate
0		max scan time , s
0	حداقل ۵	Capacity in MHU storage Anode Heat
0	حداقل ۵۰	x-ray generator power output in kw
0		Voltage Range , Kv
0		امکان ارتقاء به تصویر برداری ۴ بعدی (D۴) داشته باشد.
0	حداقل ۱۵۰	Helical قابلیت تحمل وزن بیمار هنگام تصویر برداری
در صورت ۶۴ اسلایس ۱۵ امتیاز	حداقل ۱۶	Number of Slices
0	حداکثر ۰,۶	for full 360 degree min rotation time
0	حداقل ۵۰	scan fov
0		reconstruction matrixes
0		(iterative image reconstruction in ct for low dose(ir
0		MISREGISTRATION دارای قابلیت اصلاح
0		دارای اصلاح آسیب ناشی از فلزات
0		Detector Elements
0		Slice Thickness , mm
0		Gantry aperture , cm
0	حداقل ۱۷۰	patient scan range,cm

PET-CT scanner

الزامات عمومی دستگاه		
0		viewing workstation & PROCESSING دارای دو عدد
0		ACQUISITION workstation دارای یک عدد
0		دارای Full General NM Software package بر روی هر دو workstation
0		دارای Fusion Image and Multi-Modality and Registration Tool بر روی هر دو workstation
0		دارای Package Oncology با قابلیت ارتقا به آخرین ورژن تا زمان اتمام گارانتی و cardiology Basic بر روی workstation
0		دارای Image Viewer andAnalyser Tools بر روی هر دو workstation
0		دارای (Image Enhancement Tool (Noise Reduction workstation بر روی حداقل یک workstation
0		دارای پرینتر رنگی باشد
0		دارای Full Dicom Package بر روی workstation
۵ امتیاز		امکان and Tracking Bolus Timing بر روی سیستم جمع آوری داده

0		دارای PET-CT Brain Analysis Package (e.g. standard workstation (NeuroQ) فقط بر روی یک سیستم
0		دارای Analysis Application Comparative فقط بر روی سیستم PROCESSING workstation
0		دارای سخت افزار شامل تخت فلت رادیوتراپی؛ لیزر پوینتر و اکسسوری های پایه جهت طراحی درمان
		تجهیزات جانبی
0		دارای Full Patients Comfort Kits
0		دارای فانتوم QC, Calibration and Acceptance Test Accessories روزانه بر اساس استاندارد کمپانی هم برای CT و هم برای PET و NEMA Image quality
0		دارای دوز کالیبراتور پت
0		دارای Integrated Auto Dispensing and Portable Infusion Pump for FDG
0		دارای lead glass مخصوص pet مورد تایید سازمان انرژی اتمی
0		دارای UPS متناسب با توان مصرفی کل دستگاه حداقل ۲۰ دقیقه
0		دارای Dual full-HD Medical Monitors ≥ 2 Mega Pixel اختصاصی و برند کمپانی برای هر workstation
0		Full Manual Documents

سیکلوترون های داخل بیمارستانی

در سیکلوترون (شتاب دهنده چرخشی) به کمک ترکیب میدان های مغناطیسی و الکتریکی تولید شده به ترتیب توسط مگنت و الکترودهای نیمه حلقوی (Semi-circular or DEE electrodes) به ذرات باردار نیرو و در نتیجه شتاب داده می شود تا پس از یک دوره کاری (Run) سیکلوترون، انرژی جنبشی لازم جهت برخورد ذرات باردار به اهداف (targets) و انجام واکنش های هسته ای تامین و هسته رادیواکتیو تابش دهنده پوزیترون حاصل شود. در عمده سیکلوترون ها، این هسته ^{18}F می باشد. سپس هسته تولید شده جهت تولید رادیودارو، به قسمت مدول سنتز وارد می شود که در حضور کاتالیزور مناسب، واکنش شیمیایی با بازدهی کافی انجام می شود و محصول نهایی (عمدتاً ^{18}F -FDG تحت واکنش جانشینی دو مولکولی تک مرحله ای - Nucleophilic Substitution or SN2) تولید می گردد. محلول حاصل قبل از آنکه امکان تزریق داخل وریدی به بیمار را داشته باشد باید در قسمت کنترل کیفی از نظر خلوص رادیونوکلئاید، خلوص رادیوشیمیایی، خلوص شیمیایی، غیر تب زا بودن، استریلیتی، میزان فشار اسمزی و pH مورد ارزیابی کامل قرار گیرد تا واجد تمام معیارهای استاندارد جهت قابلیت تزریق باشد.

سیکلوترون های سازمان انرژی اتمی ایران در استان البرز توان تولید FDG کافی مورد نیاز تمام مراکز پزشکی هسته ای در نظر گرفته شده جهت نصب و بهره برداری از PET-CT scanner در استان تهران به علاوه مرکز موجود در استان البرز را دارا می باشند. همچنین توان تولیدی این مجموعه تا سال ۱۴۰۴، در حال افزایش است.

برای سایر قطب های سرطان کشور، با در نظر گرفتن واپاشی رادیودارو در طول زمان انتقال (نیمه عمر فیزیکی ۱۰۹٫۸ دقیقه برای ^{18}F -FDG) و محدودیت های انتقال زمینی، ریلی و هوایی ^{18}F -FDG که باعث هدررفت قسمت عمده رادیودارو می شود، تعدادی از قطب های سرطان کشور جهت نصب سیکلوترون داخل بیمارستانی در نظر گرفته شده است که هر یک از این سیکلوترون ها نیاز رادیوداروی FDG مراکز تشخیصی و درمانی آن قطب به علاوه دو یا سه قطب دیگر در حداکثر مسافت حمل و نقل ۳ ساعته (هوایی یا زمینی) را تامین کنند.

بازده نهایی بر اساس عملکرد مجموع سیکلوترون - ماژول سنتز در مجموع حداکثر دو دوره کاری ۱-۲ ساعته (با فرض آنکه هر مرکز ۱۰ بیمار را در روز پذیرش کند و بازده مجموع سیکلوترون - ماژول سنتز جهت پوشش ۳ مرکز باشد) (۱ مرکز در شهر محل نصب و ۲ مرکز در ۲ شهر مقصد با فاصله ۳ ساعته انتقال هوایی یا زمینی)) محاسبه شده است.

در جدول ۶، مشخصات فنی سیکلوترون های داخل بیمارستانی و در شکل ۲ قطب های سرطان کشوری محل نصب سیکلوترون های داخل بیمارستانی نمایش داده شده است. بر اساس توزیع جغرافیایی سیکلوترون های داخل بیمارستانی و قطب های سرطان فاقد سیکلوترون، هر سیکلوترون داخل بیمارستانی باید مراکز زیر را تامین کند (به استثنای مراکز ۱۳ گانه استان تهران و مرکز استان البرز که تامین رادیوداروهای آنها به وسیله سیکلوترون های مرکزی سازمان انرژی اتمی موجود در استان البرز صورت خواهد گرفت) :

- سیکلوترون اصفهان: اصفهان و قم
- سیکلوترون شیراز: ۲ مرکز شیراز و اهواز
- سیکلوترون کرمان: کرمان و یزد
- سیکلوترون تبریز: تبریز
- سیکلوترون ساری: ساری و رشت
- سیکلوترون مشهد: دو مرکز مشهد
- سیکلوترون کرمانشاه: کرمانشاه و همدان

در صورت افزوده شدن قطب سرطان بعد از سال ۱۴۰۴، با توجه به ظرفیت باقی مانده یک یا دو شهر برای ۷ قطبی که سیکلوترون برای آنها در نظر گرفته شده، مشخص می شود کدام یک از آنها بر اساس توزیع جغرافیایی، بعد مسافت، میزان عدم فعالیت تولیدی برای سایر قطب ها تا آن زمان و با نظر معاونت درمان وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وظیفه تامین رادیوداروی قطب های سرطان اضافه شده را بر عهده خواهند داشت.

مشخصات فنی سیکلوترون های داخل بیمارستانی

- ۱- زمان فعالیت سیکلوترون در هر دوره کاری (Cyclotron Run) : ۱ الی ۲ ساعت
- ۲- محصول سیکلوترون ^{18}F یا $^{18}\text{F}_2$ به همراه قابلیت ارتقا برای رادیونوکلئیدهای پوزیترون زا ^{11}C ، ^{13}N ، ^{15}O
- ۳- بازده سیکلوترون به تنهایی در هر دوره کاری ۱-۲ ساعته : حداقل $6.5\text{ Ci }^{18}\text{F}^-$, برای مقادیر بالاتر تا $15\text{ Ci }^{18}\text{F}^-$ شامل امتیاز : به نسبت تا سقف ۳۰ امتیاز
- ۴- بازدهی نهایی سیکلوترون – ماژول سنتز در یک دوره کاری ۱-۲ ساعته : حداقل 4500 mCi تولید FDG و برای مقادیر بالاتر شامل امتیاز : به نسبت تا سقف ۳۰ امتیاز
- ۵- بازدهی فعالیت Hot Cell و ماژول سنتز حداقل ۶۰ درصد
- ۶- از نظر اصول حفاظت در برابر اشعه شرایط مورد تأیید مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور را داشته باشد.
- ۷- چیلر خارجی (در صورت نیاز) و سیستم کمپرسور هوا و UPS منطبق با قدرت لازم دستگاه الزامی است.
- ۸- تعداد ۲ عدد ماژول سنتز ^{18}F -FDG مجزا و Hot Cell دوگانه برای ۲ ماژول سنتز با حداقل 75 mm سرب و سیستم رایانه ای کامل برای دو عدد Hot Cell و Dispenser اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک برای ویال و سرنگ به همراه Hot Cell مناسب و یک عدد هود لامینارفلو رادیو شیمی جهت اتاق Hot Cell و ماژول سنتز الزامی است.
- ۹- تمامی تجهیزات مورد نیاز آزمایشگاه کنترل کیفی FDG زیر الزامی است:
Gas (ساخت کشورهای آمریکای شمالی یا اروپای غربی یا ژاپن یا استرلیا) / HPLC System -FDG
(ساخت کشورهای آمریکای شمالی یا اروپای غربی یا ژاپن یا استرلیا) Chromatography + Software
/Radio HPLC - add on radioactivity detector/ Radio HPLC -lead shield for radioactivity detector/
HPLC Installation Kit/ Gamma Spectroscopy (MCA) + check sources/
TLC Scanner/ LAL Tester/ Dose Calibrator + Chamber Shield + check sources/
pH Meter /Vented filter / Integrity tester / Osmometer/ IQ/OQ Operations for the QC equipment / Normal fume Hood
- ۱۰- سیستم حفاظت فردی – محیطی زیر الزامی است:
تعداد دو عدد دوزیمتر برای Hot Cell / محافظ متحرک برای benches shielded با 30 mm سرب /
۱۰ ظرف محافظ تنگستن برای انتقال ویال FDG / ۲۰ ظرف محافظ تنگستن برای سرنگ / ۱۰ کانتینر
خارجی برای حمل و نقل FDG / ۳ محفظه عبوری Pass-Through با درب دوتایی / سیستم حفاظت

اشعه یونیزان محیطی به همراه سخت افزار و نرم افزار/ ایستگاه کنترل نظارتی، شامل رایانه رومیزی حرفه ای برای جمع آوری و نمایش داده ها داخل اتاق کنترل / ۳ سیستم هشدار دیداری - شنیداری / ۳ دستگاه دتکتور GM tubes / ۱ دستگاه دتکتور محلی 3He Neutron Probes / الکترومتر قابل حمل برای پروب های MA-NH و MA-GP / سیستم اندازه گیری پیوسته air activity in the stack با آنالیز چند کاناله برای شناسایی ایزوتوپ/ دوزیمتر و مانیتور آلودگی دستی / Hand-Feet-Clothes Monitor / ۲۰ عدد دوزیمتر دیجیتال شخصی

۱۱- تهیه تمامی مواد زیر جهت ۵۰۰ دور کاری با حداقل ۲ سال تاریخ انقضا از نصب دستگاه الزامی است: مواد مصرفی سیکلوترون (Target maintenance kit , Extraction Foil) و مواد مصرفی لازم جهت راه اندازی سیکلوترون / آب غنی سازی شده/ تمامی گازهای آزمایشگاهی و سیکلوترون/ مواد مصرفی ماژول سنتز (۵۰۰ کاست یا معادل آن مواد لازم جهت تولید ۵۰۰ دور کاری تولید FDG)/ تمامی مواد شیمیایی لازم برای آزمایشات QC

۱۲- کلیه تجهیزات (همچنین Target) دارای گارانتی به مدت ۲ سال از زمان نصب و راه اندازی باشد. / ارائه تعهد لازم و مستند مبنی بر تضمین قطعات یدکی و خدمات پس از فروش تا ۱۰ سال الزامی است / طراحی تمامی نقشه های لازم برای برق، تهویه، اتاق تمیز و موارد لازم جهت راه اندازی دستگاه توسط شرکت الزامی است. / برگزاری دوره های آموزشی برای فیزیک پزشکی و رادیوداروساز، اپراتورهای سیکلوترون و ماژول های سنتز hot cells ، dispensing ، و سیستم حفاظتی، تمامی تجهیزات QC و روند کار ؛ حداقل برای ۴ نفر در هر بخش برای شرکت الزامی است/ آموزش به کاربرانی که از طرف خریدار نهایی معرفی می گردند ، حداقل دو دوره بصورت رایگان برای هر بخش و در محل نصب دستگاه صورت پذیرد. بطوریکه کاربر پس از طی دوره آموزشی تسلط لازم را جهت کار با کلیه امکانات سیستم، تشخیص مشکلات، عیب یابی اولیه (Trouble Shooting , Self-Testing , PM) تجهیزات مورد آموزش و چگونگی اعلام گزارش خرابی و پیگیری های لازم را داشته باشد. همچنین قادر به انجام برنامه نگهداری پیشگیرانه اپراتوری جهت نگهداری بهینه دستگاه طبق روشهای اجرایی معرفی شده از سوی شرکت سازنده دستگاه باشد.

۱۳- سیکلوترون و ماژول های سنتز باید در خط تولید شرکتهای سازنده باشند.

روش های درمانی در پزشکی هسته ای

در سرطان های تمایز یافته تیروئید (Papillary Thyroid Carcinoma-PTC و Follicular Thyroid Carcinoma-FTC ، Oncocytic carcinoma ، Hurthle Cell Carcinoma و Mixed type) ، علاوه بر توتال تیروئیدکتومی، در صورتی که بیمار اندیکاسیون ید تراپی (^{131}I -Ablation therapy و ^{131}I -therapy) (مخصوصا جذب ید- ^{131}I در نوبت های دوم به بعد قبل از بستری در اسکن های تمام بدن تشخیصی با ید- ^{131}I) جهت از بین بردن بقایای میکروسکوپی سلول های سرطانی، افزایش میزان بقاء بیماران (در برخی مطالعات)، کاهش دفعات عود بیماری و امکان پیگیری بیماران با غلظت سرمی Thyroglobulin و Thyroglobulin Antibody را داشته باشد و کنتراندیکاسیون هایی نظیر حاملگی، شیردهی، بیماری جسمی یا روحی حاد و شدید را نداشته باشد، جهت بیمار ید- ^{131}I به صورت محلول خوراکی Na^{131}I تجویز می شود که میزان اکتیویته تجویز شده بین ۳۰ تا ۳۰۰ میلی کوری بر اساس سن بیمار، تایپ و ساب تایپ تومور، میزان درگیری غدد لنفاوی گردن، میزان تهاجم عروقی یا کپسولار و وجود یا عدم وجود متاستاز احشایی متفاوت است و با نظر متخصص پزشکی هسته ای بیمارانی که شرایط لازم برای یددرمانی را دارند، مشخص و پس از تعیین دوز ید- ^{131}I ، در تاریخ معینی جهت بستری و دریافت ید مراجعه می کنند. هدف از بستری کردن بیماران جهت یددرمانی (چه در بار اول و چه در ید درمانی های بعدی در صورت نیاز به درمان عود بیماری)، آماده سازی بیماران قبل از یددرمانی، کاهش عوارض جانبی نظیر تهوع و استفراغ، درد و سفتی گردن، سیالوآدنیت و ... با تمهیدات دارویی و رژیم غذایی، پایش بیماران در طول مدت بستری (معمولا ۴۸ ساعت) جهت بررسی عوارض احتمالی و تشخیص و درمان به موقع آنها، پایش بیماران از نظر رعایت دستورالعمل های افزایش دفع ید رادیواکتیو غیرضروری از طریق مصرف مایعات (۴-۶ لیتر در روز) و متعاقب آن ادرار کردن (با توجه به دفع ۸۰٪ ید از طریق ادرار)، ورزش در حد توان در اتاق بستری به منظور ایجاد تعریق و سپس استحمام روزانه (با توجه به دفع ۱۸٪ ید از طریق تعریق) و در صورت لزوم تجویز مسهل (با توجه به دفع ۲٪ ید از طریق مدفوع) می باشد. تمام بیماران در طول مدت بستری در اتاق های استاندارد دارای سرویس حمام و دستشویی و امکان مکالمه با اتاق پرستاری، اقامت دارند. به علاوه از طریق مانیتور فعالیت بیماران از نظر انجام دستورالعمل هایی نظیر نوشیدن مکرر مایعات و ورزش کردن پایش می شود. هدف مهم دیگر در بستری کردن بیماران ایزوله کردن ایشان از خانواده و جامعه برای مدت ۴۸ ساعت است که به شرط رعایت دستورالعمل های فوق الذکر در صبح روز ترخیص، آهنگ پرتودهی اکثر بیماران با استفاده از دوزیمتر به کمتر از 30 microSievert/hour/1 meter distance می رسد و در صورت پایدار بودن علائم حیاتی و عدم وجود مشکل قابل توجه جسمی، بیمار قابل ترخیص می باشد. در غیر این صورت بیمار تا

زمان رسیدن آهنگ پرتودهی به پایین تر از حد آستانه فوق، در بخش ایزوله و با رعایت دستورالعمل های کاهش پرتودهی بستری می ماند.

علاوه بر یددرمانی که اندیکاسیون اصلی بستری بیماران در بخش های پزشکی هسته ای است، اندیکاسیون دیگر درمان با $^{131}\text{I-Metaiodobenzylguanidine}$ یا $^{131}\text{I-MIBG}$ برای تومورهای فئوکروموسایتوما، نوروبلاستوما و گانگلیونوروبلاستوما مقاوم به درمان های جراحی / شیمی درمانی و رادیوتراپی است. در این حالت هم در صورت وجود اندیکاسیون به تشخیص متخصص پزشکی هسته ای (که مهم ترین آن در تومورهای مقاوم، جذب دوزهای تشخیصی رادیوداروی $^{131}\text{I-MIBG}$ در اسکن تشخیصی است) و عدم وجود کنتراندیکاسیون های تجویز رادیودارو نظیر حاملگی و شیردهی، امکان انفوزیون وریدی دوزهای ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی کوری $^{131}\text{I-MIBG}$ و در صورت لزوم تکرار دوزهای درمانی در بازه های زمانی حداقل ۳ ماهه وجود دارد. در این بیماران آمادگی های اولیه از نظر قطع داروهای خاص، اندازه گیری میزان پایه ضربان قلب و فشار خون قبل از تجویز رادیودارو و چک کردن آنها در بازه های زمانی مشخص طبق پروتکل های درمانی صورت می گیرد و در صورت افزایش فشار خون و یا نبض از حدود معین، کاهش سرعت انفوزیون یا قطع انفوزیون با امکان شروع مجدد آن وجود دارد. در این گروه از بیماران، به علاوه تعدادی از بیماران مبتلا به کانسر تمایز یافته تیروئید با اثر فشاری بر ارگان های حیاتی گردنی نظیر تهاجم تومورال به تراشه و تعبیه لوله تراکئوستومی، نیاز به مونیتورینگ قلبی ریوی با نظرمتخصص پزشکی هسته ای بستری کننده بیمار وجود دارد.

علاوه بر این دو مورد اصلی پروسیجرهای درمانی در پزشکی هسته ای که نیاز به بستری بیماران دارند، روش های درمانی مختلف جهت بیماری های گوناگون با استفاده از انواع رادیودارو وجود دارد که به صورت سرپایی و بدون نیاز به بستری انجام می شود که برخی از آنها شامل درمان با محلول ید- ^{131}I (Na ^{131}I) برای انواع هایپر تیروئیدیسم نظیر بیماری گریوز، Toxic adenoma، Toxic multinodular goiter، رادیوسینوکتومی با تزریق داخل مفصلی رادیوداروهای نظیر ^{32}P در حضور متخصص ارتوپدی یا فوق تخصص روماتولوژی برای کاهش عوارض بیماری به خصوص درد و محدودیت حرکت مفصلی در بیماران مبتلا به آرتریت روماتوئید مقاوم به درمان های رایج و کاهش درد و محدودیت حرکت مفصل و دفعات بستری به علت هماتروز در بیماران مبتلا به هموفیلیک آرتروپاتی، درمان تسکین دهنده دردهای استخوانی در متاستازهای استخوانی خصوصا در زمینه کانسر پستان و کانسر پروستات با رادیوداروهای با تزریق وریدی نظیر ^{153}Sm - Ethylene diamine tetramethylene phosphonate ($^{153}\text{Sm-EDTMP}$) یا ^{153}Sm - $^{89}\text{Sr-Cloride}$ ، $^{186}\text{Re-HEDP}$ ، $^{188}\text{Re-HEDP}$ ، Lexidronam و... در صورت وجود اندیکاسیون و عدم وجود کنتراندیکاسیون درمانی طبق پروتکل های درمانی و در سال های اخیر استفاده از ^{177}Lu

DOTA-Peptide جهت درمان تومورهای نورواندوکراین پیشرفته غیرقابل جراحی و مقاوم به سایر درمان ها به شرط مثبت بودن اسکن تشخیصی با ^{99m}Tc -Ocreoscan با روش های تصویربرداری پلانار و SPECT یا SPECT/CT و یا مثبت بودن اسکن تشخیصی ^{68}Ga -DOTA-peptide با روش PET-CT scan و عدم وجود کنتراندیکاسیون های مطلق و نسبی ذکر شده در دستورالعمل ها و همچنین استفاده از رادیوداروی ^{177}Lu -PSMA ligand در موارد غیر قابل جراحی و مقاوم به سایر روش های درمانی در کانسره های پیشرفته پروستات به شرط مثبت بودن اسکن تشخیصی با ^{68}Ga -PSMA ligand PET-CT scan است.

مراکز درمانی در کل کشور جهت ید درمانی در کانسره های تمایز یافته تیروئید و درمان با- ^{131}I MIBG جهت اندیکاسیون های مشخص شده در فتوکروموسایتوما، نوروبلاستوما و گانگلیونوروبلاستوما، شامل ۱۱ مرکز (بیمارستان شریعتی تهران، بیمارستان نمازی شیراز، بیمارستان قلب کوثر شیراز، بیمارستان امام خمینی (ره) تهران، بیمارستان قائم مشهد، بیمارستان رضوی مشهد، مرکز پزشکی هسته ای دکتر اسدی بوشهر، بیمارستان آراد تهران، بیمارستان بعثت (نهایجا) تهران، بیمارستان سید الشهداء اصفهان و بیمارستان شفا شماره ۲ کرمان) است.

با توجه به تعداد بسیار کم این مراکز که منجر به لیست های انتظار طولانی برای بیماران می شود، هر یک از قطب های سرطان تا سال ۱۴۰۲ می بایست حداقل یک بخش بستری پزشکی هسته ای با حداقل ۴ تخت بستری فعال داشته باشد.

در مورد اقدامات سرپایی درمانی در پزشکی هسته ای نیاز به بخش مشخصی نمی باشد و اتاقی با استانداردهای مورد قبول معاونت درمان دانشگاه ها، جهت انجام خدمات درمانی کفایت می کند و تمام مراکز دولتیو غیر دولتی قادر به انجام این اقدامات درمانی هستند.

در مورد اقدامات درمانی نیاز به بستری، الزاما درمان در بخش پزشکی هسته ای داخل بیمارستانی و بر اساس استاندارد ارائه خدمات درمانی انجام می شود. در هر دو مورد بیماران بستری و سرپایی، تمامی مراحل درمان با حضور مسوول فنی و پزشک درمانگر (متخصص پزشکی هسته ای) انجام می گیرد.

منابع

- ۱- سند توسعه شبکه ملی مراقبت سرطان. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.
- ۲- محمد افتخاری، سید رسول زکوی، بابک فلاحی، آرمان حسن زاده راد و همکاران. برنامه آموزشی و ضوابط رشته تخصصی پزشکی هسته ای. دبیرخانه شورای آموزش پزشکی و تخصصی. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. زمستان ۱۳۹۴.
- 3- Hosein Rafiemanesh, Narjes Rajaei-Behbahani, Yousef Khani, Sayedehafagh Hosseini, et al. Incidence Trend and Epidemiology of Common Cancers in the Center of Iran. *Glob. J. Health Sci.* 2016;8(3):146-155.
- 4- Boellaard R, Bolton RD, Oyen WJG, Giammarile F, et al. FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2015;42:328–354.
- 5- Fendler WP, Eiber M, Beheshti M, Bomanji, et al. 68Ga-PSMA PET/CT: Joint EANM and SNMMI procedure guideline for prostate cancer imaging: version 1.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2017;DOI 10.1007/s00259-017-3670-z.
- 6- Kratochwil, C, Fendler WP, Eiber M, Baum R et al. EANM procedure guidelines for radionuclide therapy with ¹⁷⁷Lu-labelled PSMA-ligands (¹⁷⁷Lu-PSMA-RLT). *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2019;46:2536–2544.
- 7- Giammarile F, Chiti A, Lassmann M, Brans B, et al. EANM procedure guidelines for 131I-meta-iodobenzylguanidine (131I-mIBG) therapy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2008;35:1039–1047.
- 8- Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, Doherty GM, et al. 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer. *Thyroid.* 2016;26(1): DOI: 10.1089/thy.2015.0020.
- ۹- دکتر سعید فرزانه فر، دکتر بابک فلاحی، دکتر رسول زکوی، دکتر حجت احمدزاده فر و همکاران. شناسه و استاندارد خدمت درمان کانسر تیروئید از ۳۰ میلی کوری به بالا. معاونت درمان- دفتر ارزیابی فن آوری، تدوین استاندارد و تعرفه سلامت، نسخه دوم، تابستان ۹۹.
- ۱۰- دکتر سعید فرزانه فر، دکتر بابک فلاحی، دکتر رسول زکوی، دکتر حجت احمدزاده فر و همکاران. شناسه و استاندارد خدمت درمان متاستازهای منتشر استخوان با تزریق وریدی رادیوداروهای مختلف. معاونت درمان- دفتر ارزیابی فن آوری، تدوین استاندارد و تعرفه سلامت، نسخه دوم، تابستان ۹۹.