

شناسنامه و استاندارد خدمت

رادیوتراپی به روش IMRT

نسخه دوم

بهار ۱۴۰۲

تدوین و تنظیم اولیه (به ترتیب حروف

الفبا):

دکتر صالح صندوقداران	دکتر محمود رضا آقامیری
دکتر امیرمحمد عارف پور	مهندس زهره آزما
دکتر احمد عامری	دکتر کوروش اربابی
دکتر مهدی عقیلی	دکتر کاظم انوری
دکتر حمید غلامحسینیان	خانم مهتری احمدی
دکتر رضا قلعه تکی	دکتر محمد بابایی
دکتر علی کتابی	دکتر نسرین بیات
دکتر جمشید کرمانچی	دکتر ساناز بخشنده
دکتر زهرا کشت پور	دکتر حسن حامدی
دکتر پدرام فدوی	دکتر مهدی حفیظی
مهندس بهزاد فسایی	خانم آزاده حقیقی
دکتر نگین فرشچیان	دکتر پیمان حداد
دکتر محمد حسن لاری زاده	دکتر ملیحه دیانی
دکتر محمد محمدی	مهندس محمدجواد دلبری
دکتر داریوش مسلمی	دکتر مهناز رعایایی
دکتر محمدمبین مصلح شیرازی	دکتر نازنین رهنما
دکتر مونا ملک زاده	مهندس علی رجبی
دکتر لیلا مودب شعار	دکتر افشین سعدی پور
دکتر سید ربیع مهدوی	خانم زهرا سعیدی
دکتر رضوان منتظری	دکتر زهرا سیاوش پور
دکتر حمیدرضا میرزایی	دکتر مهدی شادنوش
دکتر حسنعلی ندایی	دکتر علی شبستانی منفرد
دکتر حمید نصراللهی	دکتر محدثه شاهین
دکتر فاطمه ورشوئی تبریزی	دکتر مهدی شریعت
دکتر محمد هوشیار	مهندس حمیدرضا شریعتی
	دکتر حجت اله شهبازیان

با همکاری:

مرکز مدیریت پیوند و درمان بیماری ها

سازمان انرژی اتمی ایران

تاییدیه نهایی:

جناب آقای دکتر فرهان جانشین دبیر بورد رشته تخصصی رادیوآنکولوژی

مشاور:

دکتر ساناز بخشنده، رییس گروه تدوین استاندارد و راهنمای بالینی معاونت درمان

تحت نظارت فنی:

گروه تدوین استاندارد و راهنماهای سلامت

دفتر ارزیابی فن آوری، تدوین استاندارد و تعرفه سلامت

مقدمه:

پرتودرمانی یکی از روش‌های موثر درمان سرطان است. در پرتودرمانی از دز بالایی از پرتوهای یونیزان به منظور از بین بردن سلول‌های سرطانی و کوچک نمودن توده سرطانی استفاده می‌شود. پرتودرمانی به تنهایی یا به همراه سایر روش‌های درمان سرطان مانند جراحی و شیمی درمانی برای بیماری‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهمترین هدف پرتودرمانی؛ بالا بردن اثربخشی درمان با رساندن بیشینه دز اشعه به بافت سرطانی و حفظ بافت‌های سالم است. روشهای پرتودرمانی به مرور زمان دستخوش تحولات گسترده‌ای شده‌اند. با حضور تصاویر سه بعدی که دسترسی به جزئیات بدن انسان را برای پزشکان متخصص رادیوانکولوژی (پرتودرمانی) فراهم می‌کند و همچنین پیشرفت در امور رایانه‌ای برای انجام محاسبات و انتقال اطلاعات از سامانه‌های طراحی درمان به شتابدهنده‌ها، پرتودرمانی وارد عرصه‌ی نوینی به نام "پرتودرمانی تطبیقی یا Conformal Radiation Therapy (CRT)" گشت که کیفیت درمان و انتقال دز پرتوی را به مراتب دقیق‌تر و کارآمدتر نمود.

تعاریف

درمان رادیوتراپی با تکنیک (IMRT) Intensity Modulated Radiation Therapy:

IMRT تکنولوژی اعمال دز تابشی با تطابق دز بالا به حجم تومور است که با دقت بالا در سامانه طراحی درمان مشخص شده باشد. در این تکنیک درمان برخلاف 3D-conformal، شدت اشعه تابشی در میدان‌های مورد

استفاده متغیر است و هر میدان درمانی به تعدادی زیر میدان کوچکتر که سگمنت نامیده می‌شود تقسیم می‌گردد که در نهایت یک شدت متغیر را در سطح میدان درمانی ایجاد می‌نمایند. در ابتدا تغییر شدت برای هر میدان درمانی با استفاده از شیلدهای دست‌ساز برای میدان‌های کوچکتر انجام می‌پذیرفت (Compensator Based IMRT). درمان با این روش زمانبر بود و نیاز به صرف وقت بسیار زیاد جهت ساخت شیلد به ازای هر زیر میدان داشت. تطابق دز اشعه با حجم تومور در این روش نیز از کیفیت پایین‌تری برخوردار بود. این روش هم اکنون منسوخ شده است. با اختراع کولیماتورهای چندبرگی یا مولتی لیف کولیماتورها^۱ (MLC) و سامانه های ثبت و بررسی^۲ (R&V) درمان‌های IMRT براساس کولیماتور^۳ با سرعت و دقت بالاتری و با تطابق دز بیشتر با حجم درمان امکان پذیر گردید. درمان‌های IMRT براساس کولیماتور به دو روش توقف و تابش^۴ یا ایستا و داینامیک^۵ انجام می‌پذیرد. در روش ایستا تیغه‌های مولتی لیف کولیماتورها از نقطه‌ی اول به نقطه‌ی دوم حرکت می‌کنند و اشعه پس از انتقال مقدار مانیتور یونیت^۶ مربوط به آن زیر میدان متوقف می‌گردد. پس از تغییر زیر میدان، مقدار مانیتور یونیت زیر میدان بعدی اعمال می‌شود. روش داینامیک شیوه پیچیده‌تری از IMRT است که در آن تیغه‌های مولتی لیف کولیماتورها در حین تابش بی‌وقفه با آهنگ دزهای متفاوت از میدانی به میدان دیگر تغییر می‌کند و تابش در حین تغییر زیر میدان‌ها متوقف نمی‌گردد. در این مورد تعداد زیر میدانهای تابشی بسیار زیادتر از روش ایستا است. مدت زمان درمان روش داینامیک از روش توقف و تابش کوتاه‌تر است و درمان داینامیک از نظر توزیع دز و تطابق با شکل تومور نسبت به روش توقف و تابش ارجحیت دارد.

این تکنیک برای درمان تومورهای واقع شده در مجاورت بافت‌های حساس و همچنین تومورهایی که نیاز به اعمال دزهای درمانی مختلف دارند مناسب است. مزیت اصلی این روش بر روش‌های رایج 3D-Conformal فراهم آوردن امکان اعمال دز بالا به توده و کاهش دز به ارگان‌های حساس و افزایش بازده درمانی است که

¹ Multileaf collimator

² Record and verify

³ Collimator based IMRT

⁴ Step and shoot

⁵ Dynamic

⁶ Monitor unit

آن را برای تومورهای واقع در ناحیه سر و گردن و یا لگن و در توده‌ای که در مجاورت بافت‌های سالم حساس به اشعه باشد، بسیار مطلوب می‌نماید. در این روش از چندین میدان درمانی در زوایای مشخص استفاده می‌شود. از مهمترین ویژگی‌های آن می‌توان به افت شدید دز از مرز حجم درمان به بافت سالم (در برخی موارد در چندین میلی‌متر) اشاره نمود. اگرچه این ویژگی افزایش بازده درمانی را امکان پذیر می‌نماید، عدم انجام صحیح درمان، خطرات جبران ناپذیری را می‌تواند برای بیمار به همراه داشته باشد. با توجه به این ویژگی‌ها، استفاده از روش‌های بی‌حرکت سازی^۷، بررسی صحت و دقت درمان با استفاده از تکنیک‌های مبتنی بر تصویر^۸ (IGRT)، بررسی صحت محاسبات انجام شده توسط سامانه طراحی درمان (تضمین کیفی^۹ محاسبات) و همچنین بررسی صحت اعمال طرح درمان توسط دستگاه با استفاده از فانتوم‌های خاص (کنترل کیفی طرح درمان)، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این فرایندها زمان بر بوده و نیاز به تخصص و تجهیزات خاص و نیازمندیهای بالاتری در دقت هندسی و دزیمتری دستگاه‌های شتابدهنده و تست‌های تضمین کیفیت آن دارد که در درمان‌های کانفورمال مورد استفاده قرار نگرفته و یا از اهمیت کمتری برخوردار است.

درمان رادیوتراپی با تکنیک (VMAT) Volumetric Modulated Arc Therapy:

درمان رادیوتراپی به روش VMAT در حقیقت روش پیشرفته‌تر درمان‌های IMRT است که در آن به جای استفاده از چند میدان درمانی محدود در زوایای مشخص، درمان در طول یک یا چند آرک کامل و بخشی از آن انجام می‌پذیرد. در این حالت آهنگ پرتوهای خروجی از دستگاه، زاویه درمان و ابعاد سگمنت‌ها هنگام تابش، تغییر کرده و در برخی موارد منجر به اعمال دز با تطابق بیشتری به حجم درمان نسبت به درمان‌های IMRT می‌شود. زمان درمان در این روش نیز نسبت به روش درمان IMRT کوتاه‌تر بوده و بنابراین مزایای درمانی بیشتری نسبت به روش IMRT برای درمان تومورهای دارای حرکت، نظیر تومورهای واقع شده در توراکس و بخش فوقانی شکم دارد. مقدار مانیتور یونیت در هر جلسه درمانی نیز کمتر از IMRT است که

⁷ Immobilization

⁸ Image guided radiotherapy

⁹ Quality assurance (QA)

می‌تواند در برخی موارد منجر به کاهش دز تجمعی در بدن و در نتیجه کاهش احتمال ایجاد تومورهای ثانویه گردد.

قابل ذکر است که پیچیدگی انجام این تکنیک درمانی از روش‌های IMRT بیشتر بوده و آزمون‌های تضمین کیفیت جامع‌تری را شامل می‌شود.

هلیکال توموتراپی:

هلیکال توموتراپی تکنیک اعمال دز تابشی به روش IMRT را با دستگاهی که مشابه سی تی اسکن تشخیصی است امکان پذیر می‌سازد. در این روش درمان، باریکه فوتون بادبزی (Fan Beam) با انرژی ۶ مگاولت توسط دستگاه تولید شده و از یک سیستم مولتی لیف کولیماتور باینری عبور می‌کند و به منظور درمان استفاده می‌شود. حین درمان، گانتری به طور مداوم می‌چرخد و تخت دستگاه نیز حرکت می‌کند و میدان ایجاد شده توسط مولتی لیف کولیماتور و فک‌ها، بیمار را از مقطعی به مقطع دیگر، اسکن می‌نماید و درمان انجام می‌پذیرد. توزیع دز در این درمان‌ها مانند درمان‌های IMRT با استفاده از شتابدهنده‌های خطی از تطابق دز بالایی با حجم درمان برخوردار است. بنابراین مقدار دز درمانی به صورت هلیکال به بیمار اعمال می‌گردد. این روش درمانی بسیار حساس بوده و کنترل کیفی‌های مربوط به خود را دارا می‌باشد که فرآیندی زمانبر است. نکته: در این استاندارد هر جا صحبت از IMRT می‌شود، درمان‌های مشابه با پایه IMRT، از جمله VMAT، هلیکال تراپی و آرک تراپی و غیره را نیز شامل می‌شود.

الف) عنوان دقیق خدمت مورد بررسی (فارسی و لاتین) به همراه کد ملی

رادیوتراپی با شدت تعدیل یافته (Intensity Modulated Radiation Therapy یا IMRT)

کد خدمت IMRT شامل کدهای زیر است:

ردیف	کد خدمت	شرح کد
۱	۷۰۵۲۹۰	مدیریت درمان رادیوتراپی پیش از شروع درمان

مدیریت درمان رادیوتراپی در حین درمان به ازای هر ۵ جلسه که درمان‌های چند بار در روز را نیز شامل می‌شود و لزومی ندارد جلسات درمانی در روزهای پشت سر هم باشند. یک تا چهار جلسه باقیمانده در انتهای درمان نیز به عنوان یک مجموعه پنج‌تایی در نظر گرفته می‌شود	۷۰۵۲۹۵	۲
طراحی مجدد درمان به روش IMRT برای بیماران که بیش از دو فاز درمانی دارند برای اندام‌های دارای اندیکاسیون طراحی مجدد بر اساس فهرست اعلامی وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی (این کد صرفاً یکبار قابل گزارش و اخذ می‌باشد).	۷۰۵۴۵۲	۳
سیمولاتور با سایر روش‌های تصویربرداری برای دوره کامل رادیوتراپی (سی تی اسکن، ام آر ای، سونوگرافی و پت اسکن)	۷۰۵۴۴۵	۴
استفاده از پورتال فیلم رادیولوژیک برای تایید (وریفیکاسیون) درمان به ازای هر مورد اجرا	۷۰۵۴۷۰	۵
کانتورینگ تومور برای دوره کامل رادیوتراپی	۷۰۵۴۵۵	۶
کانتورینگ ارگان در معرض خطر برای دوره کامل رادیوتراپی	۷۰۵۴۶۵	۷
طراحی درمان برای یک ناحیه درمان با استفاده از یک فیلد پیچیده برای دوره کامل رادیوتراپی	۷۰۵۴۵۰	۸
مدیریت و تجویز انجام درمان رادیوتراپی IMRT به ازای هر جلسه	۷۰۵۴۶۰	۹
محاسبات IMRT، شامل هیستوگرام دز حجم برای بافت هدف و تعیین تحمل نسبی ارگان‌های حیاتی	۷۰۵۴۷۵	۱۰
درمان رادیوتراپی بیمار به روش IMRT، به ازای تعداد جلسات درمانی در یک دوره کامل رادیوتراپی	۷۰۵۴۸۰	۱۱
هدایت سی تی اسکن یا Cone Beam CT برای تعبیه میدان‌های پرتو درمانی (براساس استاندارد‌های ابلاغی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و اندیکاسیون‌های مصوبه هفتاد و نهمین جلسه شورای عالی بیمه سلامت کشور، برای خدمت IMRT، تحت پوشش بیمه پایه قرار می‌گیرد.) (انجام همزمان این خدمت با کد ملی ۷۰۵۴۷۰ در یک روز قابل محاسبه و پرداخت نمی‌باشد)	۷۰۵۴۷۲	۱۲

برای خدمات زیر در آخرین ویرایش کتاب ارزش نسبی خدمات و مراقبت‌های سلامت جمهوری اسلامی ایران، کدی در نظر گرفته نشده است.

- سیمولاتور با در نظر گرفتن حرکات ناشی از تنفس

- استفاده از روش‌های کنترل حرکات به منظور کاهش مارجین‌های درمان (Gating, DIBH و Surface tracking)

- استفاده از تجهیزات کمکی درمان از جمله سیستم فیکسیشن خاص جهت انجام درمان (ماسک‌های ترموپلاست و یا تشکچه‌های خلا، Cradle) و یا بلوس‌های اختصاصی یکبار مصرف برای هر بیمار

- انجام بررسی پارامترهای درمان، تضمین کیفی تجهیزات، بررسی ثانویه طرح درمان، تضمین کیفی اختصاصی طرح درمان هر بیمار

- در موارد خاص در صورت صلاحدید پزشک مربوطه، در صورت نیاز به انجام اقدامات خاص نظیر محاسبه گپ تعویق درمان

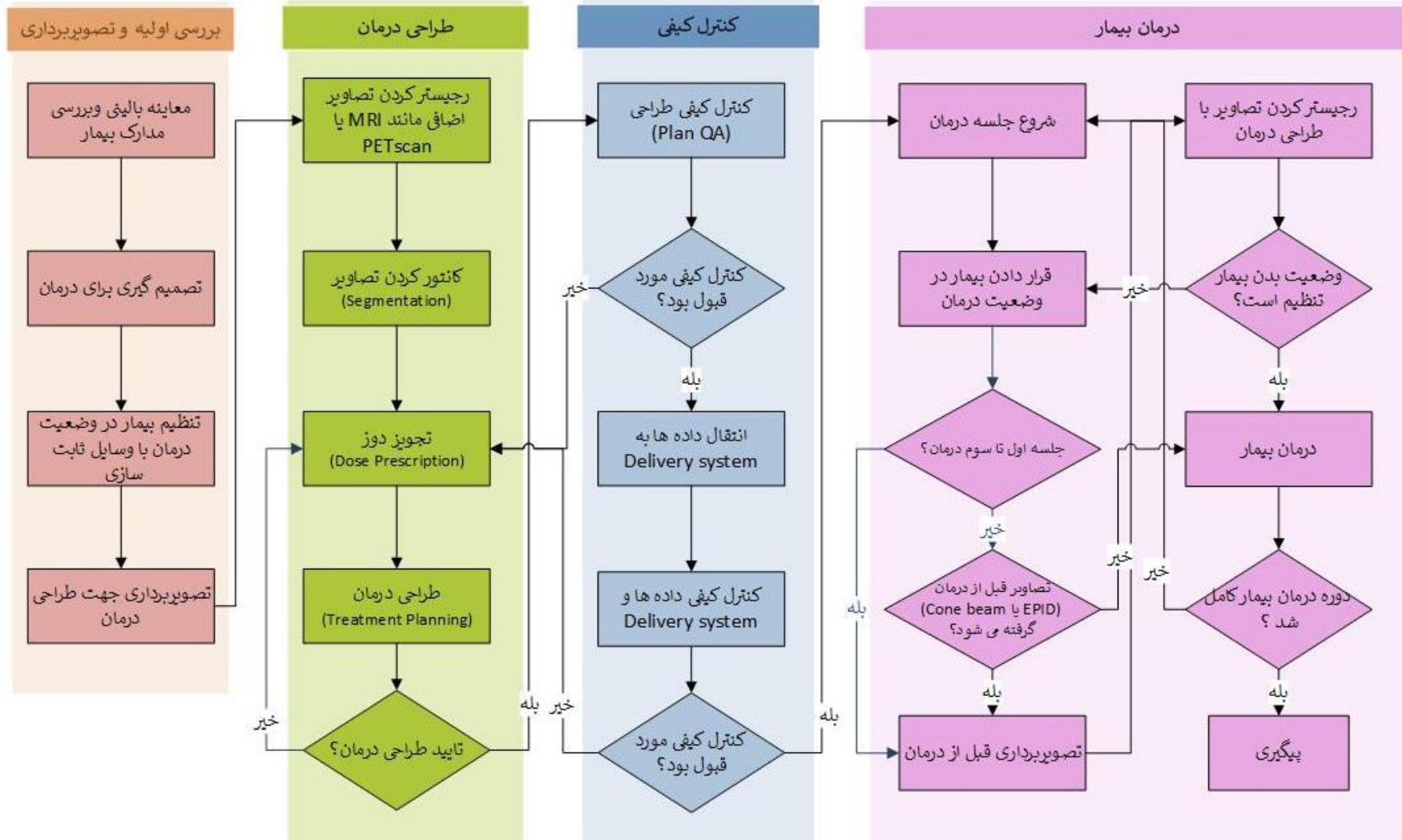
ب) تعریف و تشریح خدمت مورد بررسی:

انجام درمان‌های رادیوتراپی دارای چند مرحله اساسی بوده که در درمان‌های کانفورمال و تکنیک‌های مدرن نظیر IMRT مشترک می‌باشند و مراحل در درمان‌های مدرن نسبت به درمان‌های کانفورمال به پروسه درمان اضافه می‌گردد.

برای مراکزی که اقدام به درمان بیماران با تکنیک IMRT می‌نمایند، دو دستگاه با قابلیت اعمال تکنیک IMRT (جهت انجام درمان جایگزین) نیاز است و در صورت عدم امکان پیشنهاد می‌شود با یکی از نزدیکترین مراکز مشابه به عنوان پشتیبان، عقد قرارداد نمایند. قرارداد منعقد شده باید طبق شیوه نامه مربوطه صورت پذیرد.

در ذیل فلوچارت انجام خدمت رادیوتراپی به روش IMRT آورده شده است.

فلوچارت انجام خدمت رادیوتراپی به روش IMRT



سیمولاتور با سایر روش‌های تصویربرداری برای دوره کامل رادیوتراپی (سی تی اسکن، ام آر ای، سونوگرافی و پت اسکن) (۷۰۵۴۴۵)

فرآیند ست-آپ بیمار در موقعیت درمان بر روی تخت سیمولاتور با استفاده از لیزرهای اتاق سیمولاتور و تجهیزات بی حرکت‌سازی مناسب که جهت درمان مورد استفاده قرار می‌گیرند، مارکرگذاری و تهیه تصاویر از ناحیه درمان با Field Of View (FOV) مناسب را سیمولیشن^{۱۰} می‌نامند.

سیمولیشن به منظور انجام و تهیه طرح درمان تکرارپذیر، قرار گرفتن بیمار در موقعیت خاص و تعیین دقیق محل ضایعه و ارگان‌های در معرض خطر، از ارکان اساسی پروسه درمانی است. برای استفاده از سی تی اسکن به عنوان سی تی شبیه ساز^{۱۱} یا سیمولاتور در رادیوتراپی، ضروری است نحوه قرارگیری بیمار بر روی تخت سی تی اسکن مشابه با درمان رادیوتراپی باشد.

در کلیه مراکز ارائه کننده درمان‌های پیشرفته مانند IMRT، استفاده از سی تی سیمولاتور مجهز به لیزرهای اکسترنال متحرک جهت طراحی درمان الزامی است و کنترل کیفی دستگاه و روند سیمولیشن باید طبق استانداردهای بین المللی (از جمله موارد ذکر شده در گزارش AAPM TG-66) صورت پذیرد.

در صورت استفاده از سی تی اسکن تشخیصی جهت سیمولیشن رعایت موارد و شرایط زیر الزامی است:

دستگاه سی تی اسکن تشخیصی:

– استفاده از سی تی اسکن تشخیصی موجود در همان مرکز

– سایز گانتری سی تی تشخیصی ۷۰ تا ۸۵ سانتی متر

ملزومات تخت استاندارد:

– Couch top فیبر کربنی و صاف، یکسان با تخت دستگاه رادیوتراپی

– Couch top دارای قابلیت نصب بر روی تخت سی تی جهت حصول اطمینان از صحت و دقت موقعیت

مکانی حین قرار گیری بیمار و ابزار فیکسیشن

¹⁰ Simulation

¹¹ CT simulator

– Couch top دارای ایندکس های منطبق با ابزار فیکسیشن موجود در مرکز جهت نصب مطمئن و تکرارپذیر این ابزار

لیزر:

– تهیه و نصب لیزر اکسترنال متحرک (یک لیزر متحرک Sagittal و دو لیزر متحرک Lateral به صورت Cross).

– لیزرهای مذکور باید تولید یک شرکت معتبر داخلی و یا خارجی بوده و خدمات نصب و راه اندازی و پشتیبانی لیزرها باید فراهم و مورد تایید سازمان انرژی اتمی باشند. همچنین ملزومات و تجهیزات تضمین کیفیت باید همراه لیزرها تهیه و در مرکز موجود باشد.

کنترل کیفی:

برای کلیه سی تی سیمولاتور ها و سی تی اسکن های تشخیصی مورد استفاده در سیمولیشن باید شرایط QA زیر وجود داشته باشد:

– در صورت استفاده از سی تی اسکن تشخیصی موجود در بخش تصویربرداری مرکز، کنترل کیفی دستگاه و روند سیمولیشن باید طبق استانداردهای بین المللی (از جمله موارد ذکر شده در گزارش AAPM TG-66) توسط تیم درمانی رادیوتراپی انجام شده و به صورت مستند و مکتوب نتایج آن در بخش رادیوتراپی موجود باشد. انجام این تست های دوره ای و مسولیت تعمیر و نگهداری سخت افزارهای ویژه سیمولیشن از جمله تخت و لیزرهای اکسترنال نصب شده بر عهده بخش رادیوتراپی است. ملزومات و تجهیزات تضمین کیفیت این سیستم باید همراه با لیزرها تهیه و در مرکز موجود باشند.

تبصره ۱: تمام مراکز تازه تاسیس که بعد از بهمن ۱۴۰۲ به بهره برداری می رسند، برای انجام رادیوتراپی به روش IMRT موظف اند مرکز خود را به سی تی سیمولاتور اختصاصی بخش با سایز گانتری بالای ۸۰ سانتی متر مجهز نمایند.

تبصره ۲: انجام به موقع و صحیح آزمون ها و ارزیابی نتایج آزمون های QA سی تی سیمولاتور یا سیمولیشن با سی تی تشخیصی صورت پذیرفته و علاوه بر آزمون های مربوط به کیفیت تصویر، دوز تصویربرداری و کالیبراسیون عدد سی تی که به طور روتین برای اسکنرهای تشخیصی باید انجام شود، آزمون های هندسی و مکانیکال مربوط به اسکنر و تصاویر آن که در پرتودرمانی حائز اهمیت هستند باید توسط (یا حداقل با نظارت مستقیم) فیزیسیست پرتودرمانی انجام پذیرد.

تبصره ۳: رعایت موارد زیر به هنگام انجام سی تی سیمولیشن از بیماری که قرار است درمان IMRT بگیرد، الزامی است:

- حضور فیزیسیست یا کارشناس رادیوتراپی در حین فیکسیشن و سیمولیشن بیمار
- حداکثر فاصله زمانی ۲ هفته ای بین سی تی سیمولیشن و شروع درمان بیمار

استفاده از سیستم فیکسیشن خاص جهت انجام درمان (ماسک های ترموپلاست و یا تشکچه های خلا، Cradle) و یا بلوس های اختصاصی یکبار مصرف برای هر بیمار (۷۷۳۳۲) دسته وسیعی از تجهیزات در درمان های IMRT مورد استفاده قرار می گیرند که از اجزای اصلی درمان هستند. تجهیزات بی حرکت سازی بیمار به منظور اطمینان از اعمال دز به بافت هدف و جلوگیری از خطا استفاده می گردند.

به منظور داشتن ست-آپ با دقت و تکرارپذیری کافی، تجهیزات بی حرکت سازی باید در اتاق درمان و سیمولاتور کاملا مشابه باشند. به علت ماهیت درمان های IMRT و افت سریع دز در فاصله بسیار کم، استفاده از تجهیزات مورد نیاز در این روش نسبت به روش های کانفورمال از اهمیت بالاتری برخوردار است.

کانتورینگ ارگان در معرض خطر و تومور برای دوره کامل رادیوتراپی (کد خدمت ۷۰۵۴۶۵ و ۷۰۵۴۵۵):

جهت درمان دقیق در IMRT، نیاز به مشخص کردن دقیق ارگان های در خطر و حجم های درمان بر روی تصاویر سی تی اسکن است که این عمل کانتورینگ نامیده می شود. ارگان های در خطر، ارگان هایی هستند که

در اطراف بافت تومورال قرار دارند و با دزی که به تومور تجویز می‌شود، امکان ایجاد سمیت غیرقابل قبول برای آن‌ها وجود دارد. جهت مشخص کردن ارگان‌های در خطر و حجم‌های درمان می‌توان از تصاویر کمکی (PET، MRI، یا تصاویر قبلی بیمار) استفاده کرد. کانتورینگ ارگان‌های در خطر منطبق با راهنمای ASTRO یا ESTRO یا دستورالعمل‌های معتبر مشابه توصیه می‌شود. استاندارد سازی این ارگان‌ها از خطاهای احتمالی جلوگیری کرده و سبب افزایش کیفیت درمان می‌شود. در موارد خاص که در اثر تغییرات زیاد آناتومی نیاز به انجام سیمولیشن مجدد باشد، با تشخیص پزشک درمانگر کانتورینگ برای بار دوم نیز می‌تواند انجام شود.

طراحی درمان برای یک ناحیه درمان با استفاده از یک فیلد پیچیده برای دوره کامل رادیوتراپی (۷۰۵۴۵۰)

پس از انجام سی‌تی اسکن، تصاویر سی‌تی و در صورت نیاز تصاویر سایر مدالیته‌های درمانی نظیر PET، MRI به منظور کمک به تعیین حجم هدف به سامانه طراحی درمان وارد شده، طرح درمان پس از مرحله تعیین حجم هدف و بافت‌های سالم تهیه می‌گردد. طراحی درمان به دو روش مستقیم^{۱۲} و معکوس^{۱۳} انجام می‌پذیرد که طراحی درمان برای درمان‌های IMRT با استفاده از روش معکوس انجام می‌پذیرد. در طراحی درمان مستقیم در ابتدا زوایای درمان، ابعاد میدان‌های درمانی و وزن آن‌ها به نحوی طراحی شده و تعدیل می‌شوند که توزیع دز مناسب به دست آید. در طراحی درمان به روش معکوس، ابتدا مقادیر دز مطلوب برای حجم درمان و بافت‌های سالم تعیین می‌گردد، سپس برنامه طراحی درمان با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی موجود، زوایای درمان، ابعاد، تعداد سگمنت‌ها و وزن آن‌ها را پیشنهاد می‌دهند. در ادامه، پلن درمان بهینه با بررسی منحنی‌های هم دز و توزیع دز در تمامی مقاطع تصاویر سی‌تی اسکن، تهیه می‌شود. تایید نهایی پلن درمانی شامل دو مرحله می‌باشد: الف) تایید صحت محاسباتی و تکنیکی طرح درمان توسط یک فیزیسیست مورد تایید، ب) تایید بالینی بهینه بودن توزیع دوز دریافتی تومور و ارگان‌های در معرض خطر بیمار. پس از تاییدیه‌های نهایی، پلن جهت درمان ارسال می‌گردد.

¹² Forward planning

¹³ Inverse planning

الگوریتم‌های محاسبه دز در برنامه‌های طراحی درمان به سه دسته عمده تقسیم می‌شوند: الگوریتم‌های مبتنی بر تصحیح، الگوریتم‌های مبتنی بر مدل و الگوریتم‌های مونت کارلو به منظور انجام محاسبات دزیمتری برای درمان‌های IMRT و VMAT، سامانه طراحی درمان باید حداقل مجهز به الگوریتم‌های مبتنی بر مدل و مورد تایید سازمان انرژی اتمی بوده باشد.

انجام محاسبات IMRT، شامل هیستوگرام دز حجم برای بافت هدف و تعیین تحمل نسبی ارگان‌های حیاتی (۷۰۵۴۷۵)

الگوریتم‌های موجود در سامانه‌های طراحی درمان به منظور انجام محاسبات دز در داخل بدن بیمار نیاز به داده‌های دزیمتری خروجی از دستگاه شتابدهنده خطی دارند که در هنگام راه اندازی^{۱۴} جمع‌آوری و اندازه‌گیری می‌شوند. صحت و دقت درمان بیماران در روش درمان IMRT به طور مستقیم به دقت داده‌های باریکه خروجی مورد استفاده در فرآیند راه‌اندازی وابسته است. این داده‌ها از آزمون‌های راه‌اندازی شتابدهنده پزشکی حاصل شده و به عنوان داده‌های استاندارد برای راه‌اندازی سیستم طراحی درمان توسط فیزیسیست و در نهایت استفاده کلینیکی شناخته می‌شود. هرگونه تغییر در دستگاه شتابدهنده پزشکی که منجر به تغییر در باریکه خروجی دستگاه گردد نیازمند انجام عملیات راه‌اندازی مجدد است. کارگروه شماره 119 AAPM American Association of Physicists in Medicine محدودیت‌هایی به منظور اطمینان کیفی، به عنوان مقادیر مورد انتظار پایه جهت راه‌اندازی سیستم در درمان با روش IMRT ارائه نموده و مجموعه‌ای از آزمون‌ها برای ارزیابی صحت کلی طراحی درمان و نیز اعمال صحیح درمان بر روی بیمار توسعه و ارتقا داده شده است. فیزیسیست‌های مورد تایید مراکز درمانی می‌توانند از این پروتکل و نتایج آزمون‌ها به عنوان مرجعی برای مقایسه نتایج خود پیش از شروع به درمان بیماران ضمن اطلاع به سازمان انرژی اتمی استفاده نموده و گزارش آن را جهت بررسی و تایید به آن واحد ارسال نمایند. داده‌های دزیمتری به عنوان ورودی‌های مورد نیاز وارد سامانه‌های طراحی درمان شده و محاسبات دز با توجه به الگوریتم‌های موجود و براساس این داده‌ها انجام

¹⁴ Commissioning

می‌پذیرد. بدیهی است که دقت محاسبات دز در بدن بیمار به دقت و صحت اندازه‌گیری داده‌های دزیمتری دستگاه در هنگام راه‌اندازی مرتبط است.

انجام بررسی پارامترهای درمان، تضمین کیفی تجهیزات، بررسی ثانویه طرح درمان، تضمین کیفی اختصاصی طرح درمان هر بیمار (۷۷۳۳۶)

این مرحله شامل دو زیر مجموعه است: (۱) چک‌های ثانویه جهت کسب اطمینان از پارامترهای مورد استفاده، (۲) آزمون‌های دزیمتری اختصاصی طرح درمان بیمار جهت تضمین کیفیت محاسبات سامانه طراحی درمان و عملکرد شتابدهنده

بررسی ثانویه طرح درمان

وجود خطا در انتخاب پارامترهای مورد استفاده در طرح درمان و یا انجام محاسبات دز و مقدار مانیتور یونیت محاسبه شده توسط سامانه طراحی درمان لطمات جبران ناپذیری برای بیمار به ویژه در درمان‌های IMRT و VMAT به همراه دارد. یکی از روش‌های جلوگیری از بروز خطا قبل از انجام درمان، بررسی و تایید پارامترهای مختلف مورد استفاده در طرح درمان و همچنین ارزیابی صحت محاسبات انجام شده در سامانه طراحی درمان توسط یک فیزیسیست با تجربه مناسب با یک سامانه یا نرم افزار ثانویه است.

الگوریتم‌های موجود در سامانه‌های محاسبه دز ثانویه می‌تواند الگوریتم ساده‌تری نسبت به برنامه‌های طراحی درمان باشد و یا از الگوریتم‌های مبتنی بر روش‌های مونت کارلو بهره برد.

تضمین کیفیت اختصاصی طرح درمان هر بیمار^{۱۵}

به منظور انجام کنترل کیفی طرح درمان برای هر بیمار، روش‌های مبتنی بر اندازه‌گیری در فانتوم‌های یکنواخت بیشترین مورد استفاده را دارد. انجام تضمین کیفیت طرح درمان به ازای هر بیمار امری زمان‌بر بوده و نیاز به دقت و تجربه بالای فیزیسیست دارد.

¹⁵ Patient Specific Quality Assurance (PSQA)

به دلیل پیچیدگی درمان‌های IMRT، انجام تضمین کیفیت طرح درمان اختصاصی هر بیمار، به عهده یک فیزیسیست دارای تجربه مناسب و بر اساس استانداردهای مراجع بین‌المللی مانند IAEA, ESTRO, ASTRO و AAPM پیشنهاد می‌شود. تجهیزات مورد نیاز برای انجام تضمین کیفیت طرح درمان پیش از رادیوتراپی شامل فانتوم‌های دو یا سه بعدی و دزیمترهای مناسب برای اندازه‌گیری دز نقطه‌ای و توزیع دز در دو بعد (مانند فیلم و یا آرایه دو بعدی از آشکارسازهای اتاقک یونش و یا دیود) می‌باشد.

تضمین کیفیت تجهیزات

قبل از راه‌اندازی روش‌های درمان در کلینیک، اطمینان از عملکرد سیستم جهت اعمال دز به بیمار توسط فیزیسیست درمان از اهمیت بالایی برخوردار است. بدین منظور پروتکل‌های بین‌المللی در این زمینه ارائه شده‌اند که از میان آن‌ها می‌توان به گزارش گروه‌های کاری AAPM ۱۴۲ اشاره نمود. تست‌های مختلفی برای کنترل کیفی شتابدهنده‌ای که قابلیت انجام تکنیک IMRT دارد، در سند ۱۴۲ گزارش شده که براساس دوره انجام آن‌ها به روزانه، ماهانه و سالانه تقسیم‌بندی می‌شوند. این آزمون‌ها در پیوست ۲ آورده شده‌اند.

درمان رادیوتراپی تحت هدایت تصویر (IGRT):

استفاده از تصویربرداری پورتال الکترونیک (EPID) برای تایید (وریفیکیشن) درمان به ازای هر مورد اجرا (کد خدمت ۷۰۵۴۷۰)

هدایت سی تی اسکن یا CT Cone Beam برای تعبیه میدانهای پرتو درمانی (کد خدمت ۷۰۵۴۷۲) محل قرارگیری تومور و شکل هندسی آن در هر روز و در هر جلسه درمان رادیوتراپی، می‌تواند متفاوت باشد و عدم بررسی محل تومور در طول جلسات، می‌تواند باعث بروز خطاهایی در هندسه درمان شود. عدم تطابق هندسه درمان در جلسات مختلف رادیوتراپی با تصویر گرفته شده در سی تی اسکن شبیه‌ساز، می‌تواند منجر به ایجاد عارضه برای ارگان‌های در معرض خطر و کاهش دز بهینه در حجم درمان گردد.

IGRT تکنیک استفاده از تصویربرداری در اتاق درمان قبل، هنگام و یا بعد از هر درمان است که توانایی اعمال تغییرات ناشی از تغییر هندسه درمان را فراهم می‌نماید. انجام رادیوتراپی تحت هدایت تصویر، می‌تواند دقت

هندسی درمان بیماران را با تنظیم میدان‌های درمانی، نسبت به موقعیت روزانه حجم درمانی تومور بهبود بخشد. لازم به ذکر است که در برخی درمان‌های هایپوفراکشن (دز درمانی بالا در تعداد جلسات کمتر که به منظور بالا بردن بهره درمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند) استفاده از روش‌های بررسی مبتنی بر سی‌تی در تعداد جلسات بیشتر ارجحیت درمانی برای بیمار دارد و سوددهی درمان را بالا می‌برد.

شرایط درمان IGRT به شرح زیر می‌باشد:

۱- در ابتدای جلسه درمانی، جهت تایید (verification) درمان (بررسی و تصحیح خطاهای احتمالی در موقعیت یا (ست آپ) بیمار) از تصویربرداری EPID یا MVCT/ kVCT استفاده می‌شود.

۲- حداقل وریفیکیشن لازم با تصویربرداری در سه جلسه اول و سپس حداقل هفته‌ای یک بار صورت می‌پذیرد و در سایر جلسات استفاده از تصاویر پورتال ضروری است. انتخاب پروتکل تصویربرداری قبل/ حین درمان متناسب با استانداردهای تعریف شده ملی یا بین‌المللی و ناحیه درمان (به ویژه امکان وجود تغییرات آناتومیک و ست آپ قابل توجه بین جلسات درمانی) می‌تواند متفاوت باشد. وریفیکیشن ممکن است روزانه و با تصحیح ممکنه ست آپ در هر جلسه به صورت آنلاین انجام شود.

۳- در درمان به روش IMRT، استفاده از EPID به تنهایی و روزانه صرفاً در مواردی کاربرد دارد که مکان لندهمارک‌های استخوانی نماینده مناسبی از مکان تارگت است (از جمله سرطان‌های سرو گردن، سیستم اعصاب مرکزی، اندام‌ها). همچنین EPID برای تایید درمان پروستات با کاشت "فیدوشیال مارکر" هم قابل استفاده است، هر چند به دلیل عدم امکان تعیین مکان دقیق ارگان‌های در معرض خطر با این روش، استفاده از تصویربرداری MVCT / kVCT ارجحیت دارد. به علاوه، به دلیل حساسیت کمتر EPID در شناسایی "چرخش خارج از صفحه" بیمار، تصویربرداری MVCT / kVCT در خصوص سایر نواحی آناتومیک ارجحیت دارد.

۴- برای ارگان‌هایی غیر از تومورهای سر و گردن و سیستم اعصاب مرکزی و اندام و پروستات (با کاشت "فیدوشیال مارکر")، در هر جلسه انجام MVCT/ kVCT ضروری است.

۵- وریفیکیشن با استفاده از EPID حداکثر دو بار در یک جلسه درمانی (با دو نمای تصویربرداری) قابل گزارش است.

۶- گزارش همزمان وریفیکیشن با استفاده از EPID و MVCT / kVCT در یک جلسه درمانی مجاز نیست.

۷- در صورت انجام روزانه MVCT / kVCT، حداکثر گزارش به تعداد جلسات درمانی است و گزارش EPID مجاز نیست.

استفاده از روش‌های کنترل حرکات به منظور کاهش مارجین‌های درمان (Gating, DIBH و Surface tracking) (۷۷۳۸۷):

روش‌های Surface tracking با استفاده از فرستنده-گیرنده‌های نوری نه تنها در ست-آپ بیماران هنگام درمان مفید بوده، بلکه با بررسی سطح بدن بیمار و مشاهده تغییرات آن هنگام تنفس و یا حرکت ناخواسته، درمان را متوقف کرده و دقت درمان را بالا می‌برند. روش‌های Gating براساس تغییرات حرکتی تومور هنگام تنفس، درمان را کنترل کرده و دقت درمان را بالا می‌برند. روش‌های کنترل حرکات تنفسی نیز از روش‌هایی است که امروزه به طور نسبتاً زیادی در پرتودرمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این روشها می‌توان به Deep inspiration breath hold به صورت اکتیو^{۱۶} و یا داوطلبانه^{۱۷} نام برد.

درمان رادیوتراپی بیمار با دستگاه با توانایی IMRT، به ازای تعداد جلسات درمانی در یک دوره کامل رادیوتراپی (کد خدمت ۷۰۵۴۸۰)

درمان رادیوتراپی برای هر بیمار در تعداد جلسات تجویز شده توسط پزشک متخصص متخصص رادیوانکولوژی (رادیوتراپی) و پس از انجام و تهیه طرح درمان و تایید نهایی آن انجام می‌پذیرد.

¹⁶ Active

¹⁷ Voluntary

ج) اقدامات یا پروسیجرهای ضروری جهت درمان بیماری

• ارزیابی قبل از انجام پروسیجر

- ۱- ویزیت و معاینه بیمار و بررسی مدارک مربوط به پاتولوژی و تصاویر تشخیصی (کد خدمت ۷۰۵۲۹۰)
- ۲- مشخص کردن نحوه سیمولاتور و در صورت نیاز، دستور برای انجام سایر مدالیته‌های تصویربرداری به منظور کمک در تعیین حجم هدف (کد خدمت ۷۰۵۴۴۵)
- ۳- بررسی نیاز به انجام روش‌های بی حرکت‌سازی خاص نظیر تهیه ماسک، تشکچه‌های خلا و غیره،
- ۴- انجام سی تی سیمولیشن (کد خدمت ۷۰۵ ۴۴۵)
- ۵- وارد نمودن تصاویر در برنامه طراحی درمان (تصاویر سی تی سیمولیشن و تصاویر سایر مدالیته‌های تشخیصی مورد نیاز) (کد خدمت ۷۰۵۴۴۵)
- ۶- انجام رجیستریشن تصاویر (کد خدمت ۷۰۵۴۴۵)
- ۷- انجام کانتورینگ حجم هدف و ارگان‌های سالم (کدهای خدمت ۷۰۵۴۵۵ و ۷۰۵۴۶۵)
- ۸- تجویز دز و تعیین روش فراکشنیشن (کد خدمت ۷۰۵۴۵۰)
- ۹- تهیه طرح درمان با استفاده از سیستم طراحی درمان، و بررسی آن با استفاده از منحنی‌های همدز و تایید نهایی پلن پس از بررسی آن با استفاده از منحنی‌های همدز و توزیع دز در مقاطع مختلف تصاویر سی تی و همچنین بررسی مقادیر احتمالی آسیب رسیده به بافت‌های سالم (کد خدمت ۷۰۵۴۵۰)
- ۱۰- انجام کنترل کیفی پارامترهای استفاده شده و محاسبات انجام شده در سیستم طراحی درمان، ارسال طرح درمان به سیستم نرم افزار ثبت و بررسی (R&V) و تایید موارد ارسال از سیستم طراحی درمان به نرم افزار R&V، انجام کنترل کیفی اختصاصی طرح درمان تایید شده بیمار با استفاده از دوزیمتری عملی مناسب (کد خدمت ۷۷۳۳۶)
- ۱۱- ست آپ بیمار و انجام درمان در اتاق درمان
- ۱۲- انجام وریفیکیشن درمان با استفاده از تصاویر پورتال/EPID یا MVCT / kvCT (کدهای خدمت ۷۰۵۴۷۰ و ۷۰۵۴۷۲)

۱۳- شروع درمان بیمار

• ارزیابی حین انجام پروسیجر

۱- چک مجدد و تطابق اطلاعات درمان شامل مقدار دز تجویزی، تعداد جلسات و میزان دز در هر جلسه، زوایای درمان، مانیتور یونیت به ازای هر میدان درمان و هر سگمنت، میزان جابجایی‌ها از مارکر و سایر اطلاعات

۲- ست آپ بیمار در اتاق درمان (کد خدمت ۷۰۵۴۶۰)

۳- انجام وریفیکیشن درمان با استفاده از تصاویر پورتال/EPID یا MVCT / kvCT (کدهای خدمت ۷۰۵۴۷۰ و ۷۰۵۴۷۲)

۴- انجام درمان بیمار (کدهای خدمت ۷۰۵۴۸۰ و ۷۰۵۴۶۰)

۵- انجام وریفیکیشن درمان با استفاده از تصاویر پورتال/EPID و یا kvCT / MVCT در سایر جلسات درمان (در درمان های VMAT، استفاده از تصاویر سی تی در اتاق درمان در سه جلسه اول درمان و حداقل هفتگی الزامی است) (کدهای خدمت ۷۰۵۳۹۵ و ۷۰۵۴۷۲)

۶- ویزیت بیمار در هر پنج جلسه درمان و بررسی عوارض احتمالی و تصمیم‌گیری جهت ادامه درمان با توجه به تحمل بیمار و شرایط ایشان (کد خدمت ۷۰۵۲۹۵)

• ارزیابی بعد از انجام پروسیجر

پیگیری اثر بخشی درمان بیمار و عوارض در بازه‌های زمانی از پیش تعیین شده

د) تواتر ارائه خدمت

۱) تعداد دفعات موردنیاز

درمان رادیوتراپی یکبار برای هر ناحیه درمان، برای بیمار تجویز می‌گردد و در صورت عود مجدد ضایعه، با بررسی ناحیه عود، تصمیم‌گیری برای ادامه درمان بیمار توسط متخصص رادیوانکولوژی (رادیوتراپی) با بررسی

طرح درمان قبلی و بررسی عوارض احتمالی و پارامترهای رادیوبیولوژی انجام می‌گیرد. در هر مرحله درمانی با توجه به نوع و ناحیه ضایعه پروتکل درمان که در آن مقدار دز کل، دز در هر جلسه و تعداد جلسات درمان مشخص است تعیین می‌گردد.

۲) فواصل انجام

درمان رادیوتراپی عموماً پنج روز در هفته هر روز یکبار انجام می‌پذیرد. در برخی ضایعه‌ها با اندیکاسیون اثبات شده، درمان دو جلسه در هر روز، در نوبت صبح و بعد از ظهر به فاصله زمانی حداقل ۶ ساعت انجام می‌گیرد. متخصص رادیوانکولوژی (رادیوتراپی) در این مورد تصمیم نهایی را اتخاذ می‌نماید. سایر پروتکل‌های درمانی طبق گایدلاین‌های معتبر بر حسب نظر پزشک قابل اجراء است.

ه) افراد صاحب صلاحیت جهت تجویز (Order) خدمت مربوطه و استاندارد

تجویز:

- متخصص رادیوانکولوژی (رادیوتراپی)

و) افراد صاحب صلاحیت جهت ارائه خدمت مربوطه

- متخصص رادیوانکولوژی (رادیوتراپی)

(ز) عنوان و سطح تخصص‌های موردنیاز (استاندارد) برای سایر اعضای تیم ارائه‌کننده خدمت

ردیف	عنوان تخصص	تعداد مورد نیاز به ازای هر خدمت	میزان تحصیلات موردنیاز	سابقه کار یا دوره آموزشی	نقش در ارائه خدمت
۱	فیزیسیست درمان (فیزیسیست رادیوتراپی)	<p>تعداد فیزیسیست‌ها در هر مرکز پرتودرمانی، متناسب با تعداد دستگاه‌های درمانی و ظرفیت پذیرش بیمار در یک سال می‌باشد. معرفی حداقل دو فیزیسیست واجد شرایط مورد تایید واحد قانونی جهت شروع به کار مرکز، الزامی است.</p>	<p>کارشناسی ارشد یا دکترای فیزیک پزشکی و سایر رشته‌های مندرج در ضوابط دریافت مجوز کار با اشعه واحد قانونی (درج نام ایشان به عنوان فیزیسیست در پیوست شماره دو تایید مجوز کار با اشعه مرکز)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • حداقل ۳ سال سابقه کاری مستمر در بخش رادیوتراپی در زمینه درمان 3DCRT • درج نام ایشان به عنوان فیزیسیست در پیوست شماره دو تایید مجوز کار با اشعه مرکز • سابقه ۳ ماه کارآموزی در مراکزی که خدمات IMRT ارائه می‌کنند و خدمات ارائه شده در مرکز مورد تأیید معاونت درمان وزارت بهداشت باشد با تایید رئیس بخش / مسئول فنی مرکز آموزش دهنده یا داشتن گواهینامه آموزشی / دوره مورد تایید وزارت بهداشت 	<p>۱- تهیه فلوجارت‌های مناسب مرکز برای ارائه خدمت IMRT در همکاری با پزشک معالج</p> <p>۲- جمع‌آوری و طبقه‌بندی اطلاعات تکنیکی مورد نیاز جهت بهینه‌سازی محاسبات درمان</p> <p>۳- اندازه‌گیری، جمع‌آوری، آنالیز و طبقه‌بندی اطلاعات مورد نیاز برای برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی کنترل کیفی ارائه خدمات IMRT اعم از فیکسیشن، طراحی درمان، کنترل کیفی دستگاه‌های سیمولیشن و درمانی و کنترل کیفی پلان بیمار</p> <p>۴- همکاری در تهیه، ساماندهی و کنترل پروتکل‌های مناسب تصویربرداری جهت IGRT برای مرکز</p> <p>۵- انجام کنترل کیفی‌های دوره‌ای دستگاه‌ها بر اساس پروتکل‌های بین‌المللی معتبر</p> <p>۶- ارائه مشاوره به پزشک در خصوص امکانات موجود و محدودیت‌های مرکز در ارائه درمان‌های مختلف</p> <p>۷- همکاری در مرحله بی‌حرکت‌سازی بیمار جهت انجام درمان</p> <p>۸- همکاری در انجام صحیح سی تی سیمولیشن</p> <p>۹- وارد نمودن تصاویر در سیستم طراحی درمان</p> <p>۱۰- انجام رجیستریشن تصاویر از مدالیته‌های مختلف درمانی</p> <p>۱۱- همکاری در تهیه طرح درمان بر اساس اهداف کلینیکی تعیین شده توسط پزشک</p> <p>۱۲- انجام محاسبات دزیمتری مربوط به طرح درمان تهیه شده</p> <p>۱۳- اندازه‌گیری خروجی دستگاه پرتودرمانی طبق پروتکل‌های بین‌المللی معتبر</p> <p>۱۴- انجام کنترل کیفی طرح درمان و محاسبات دزیمتری سامانه طراحی درمان</p> <p>۱۵- حضور و همکاری با پزشک در نظارت بر انجام ست آپ در اولین جلسه درمان و سایر جلسات در صورت نیاز</p>

<p>۱۶- همکاری در اجرای روش‌های وریفیکیشن با استفاده از تصاویر EPID یا kVCT/MVCT و انجام بررسی تصاویر در صورت نیاز</p> <p>۱۷- برنامه ریزی روش‌های DIBH و Gating و انجام کنترل کیفی آن (در صورت استفاده)</p>					
<p>۱- حضور مستمر و موثر جهت انجام وظایف محوله در زمان فعالیت پرتوی مرکز</p> <p>۲- سیاستگذاری جهت اطلاع و ارزیابی سوانح پرتوی مرکز و گزارش اقدامات انجام شده</p> <p>۳- پیگیری و اجرای آئین‌نامه‌ها و توصیه‌های معاونت درمان و سازمان انرژی اتمی در زمینه IMRT</p> <p>۴- برنامه‌ریزی جهت آمادگی پرتوکاران به منظور مقابله با سوانح پرتوی و هماهنگی و مشارکت در اجرای برنامه‌ها به هنگام بروز سانحه</p> <p>۵- برنامه‌ریزی جهت انجام آزمایش‌ها و معاینات پزشکی پرتوکاران</p> <p>۶- برنامه‌ریزی آموزش پرتوکاران</p> <p>۷- پیش‌بینی و مشاوره جهت تهیه تجهیزات مورد نیاز مرکز</p> <p>۸- نظارت بر انجام کنترل کیفی دوره‌ای دستگاه‌ها بر اساس پروتکل‌های بین‌المللی مورد تایید سازمان انرژی اتمی</p> <p>۹- نظارت بر انجام اندازه‌گیری خروجی دستگاه پرتودرمانی طبق پروتکل‌های بین‌المللی مورد تایید سازمان انرژی اتمی</p> <p>۱۰- کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری پرتوی</p>	<p>دو سال سابقه کار مستمر در حوزه رادیوتراپی برای افراد دارای مدرک کارشناسی ارشد و بالای ۵ سال برای افراد دارای مدرک کارشناسی و نیز دارای گواهینامه دوره پیشرفته حفاظت در برابر اشعه</p>	<p>شرایط مندرج در ضوابط دریافت مجوز کار با اشعه در مراکز پرتو درمانی سازمان انرژی اتمی</p>	<p>۱</p>	<p>مسئول فیزیک بهداشت (مسئول حفاظت پرتوی)</p>	<p>۲</p>
<p>۱- بررسی اطلاعات درمانی بیمار قبل از درمان</p> <p>۲- آگاهی دادن و انتقال اطلاعات مناسب موردنیاز هنگام درمان به بیماران و همراهان او</p> <p>۳- پوزیشن دهی (ست-آپ) بیماران</p> <p>۴- بررسی تغییرات موردنیاز هنگام درمان به منظور ست آپ دقیق بیمار</p> <p>۵- همکاری در بررسی تصاویر IGRT هنگام درمان در تمام روزهای درمان</p>	<p>کارشناس رادیوتراپی با سابقه کاری حداقل ۳ سال در درمان‌های 3DCRT</p>	<p>کارشناس رادیوتراپی</p>	<p>۲</p>	<p>کارشناس رادیوتراپی</p>	<p>۳</p>

<p>۶- انجام درمان در تمامی جلسات رادیوتراپی مطابق با پروتکل‌های تعیین شده در بخش</p> <p>۷- ثبت سوابق درمان در تمامی جلسات</p> <p>۸- توجه به نحوه انجام درمان و مانیتور عوارض احتمالی و میزان تحمل درمان توسط بیمار و در جریان قرار دادن به موقع پزشک درمانگر</p> <p>۹- توجه به نحوه عملکرد دستگاه پرتودرمانی و هشدارهای نرم افزاری و سخت افزاری آن و در جریان قرار دادن به موقع فیزیسیست درمان و مهندس دستگاه</p>					
<p>۱- پایش مستمر نحوه عملکرد دستگاه پرتودرمانی و هشدارهای نرم افزاری و سخت افزاری آن</p> <p>۲- درج مناسب تاریخچه اطلاعات تنظیمات و تعمیرات دستگاه و گزارش آن به فیزیسیست درمان و پزشک مسئول بخش پرتودرمانی</p> <p>۳- در جریان قرار دادن به موقع فیزیسیست درمان و پزشک مسئول بخش پرتودرمانی در صورت وجود ایرادی که امکان دارد منجر به خطا در درمان بیمار یا آسیب به تجهیزات گردد.</p> <p>۴- انجام برنامه سرویس و نگهداری (planned preventive maintenance) و تعمیرات موردنیاز و به موقع دستگاه مطابق با استانداردهای تعیین شده توسط شرکت نمایندگی کارخانه سازنده (یا انجام هماهنگی های لازم با شرکت نمایندگی کارخانه سازنده دستگاه جهت انجام آن در اسرع وقت)</p> <p>۵- انجام تنظیمات موردنیاز با نظارت فیزیسیست درمان، تحت نظارت شرکت نمایندگی کارخانه سازنده</p>	<p>حداقل ۱ سال سابقه کار با دستگاه شتابدهنده به عنوان مهندس دستگاه</p>	<p>کارشناس مهندسی برق یا الکترونیک و مکانیک، مهندسی پزشکی</p>	<p>۱</p>	<p>مهندس* دستگاه</p>	<p>۴</p>

*مراکز که قرارداد سرویس و نگهداری با شرکت مورد تایید سازمان انرژی اتمی دارند، نیازی به مهندس دستگاه ندارند.

ز) استانداردهای فضای فیزیکی و مکان ارائه خدمت

علاوه بر استانداردهای فضای فیزیکی مصوب وزارت بهداشت جهت مراکز رادیوتراپی، استانداردهای ذیل نیز جهت مراکزی که قصد انجام IMRT دارند باید مورد لحاظ قرار بگیرد.

استاندارد اتاق درمان

با توجه به اینکه در درمان به روش IMRT، دز کل توسط یک سری پروفایل‌های دز کوچکتر تحویل حجم هدف موردنظر داده می‌شود، مقدار مانیتوریونیت مورد استفاده در آن در مقایسه با روش‌های مرسوم شامل 3D-Conformal به نسبت بیشتر بوده و در نتیجه، مسأله نشتی هد شتابدهنده در این روش اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، به طوری که میزان مانیتوریونیت در درمان به روش IMRT حدود ۲ تا ۵ برابر مقدار آن در روش 3D-Conformal است. از این رو، محاسبات حفاظسازی در درمان به روش IMRT، تا حدودی متفاوت از محاسبات به روش 3D-Conformal است.

محاسبات لازم در خصوص استخراج ضخامت حفاظ‌های مورد استفاده در طراحی اتاق درمان به روش IMRT، همانند روش 3D-Conformal بر مبنای دسته‌بندی آن‌ها به حفاظ اولیه و ثانویه توسط مسئول فیزیک بهداشت مرکز انجام می‌پذیرد.

۱- حفاظ اولیه

براساس محاسبات ارائه شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی اتمی Safety Report Series No.47، ضخامت حفاظ اولیه و تعداد TVL‌های موردنیاز با استفاده از روابط مورد استفاده در روش 3D-Conformal محاسبه می‌شود با این تفاوت که پارامترهایی که در این رابطه از تغییر روش درمان به IMRT تأثیر می‌پذیرند پارامترهای W و U بوده که به ترتیب Workload و Use Factor دستگاه می‌باشند.

در محاسبه حفاظ اولیه، در صورتی که روش درمان صرفاً IMRT باشد این دو پارامتر براساس بار کاری دستگاه در درمان IMRT منظور می‌گردد بنابراین، در حالتی که از دستگاه در هر دو مدالیته Conformal و IMRT

استفاده می‌شود حاصلضرب این دو پارامتر از مجموع حاصلضرب بار کاری در فاکتور استفاده^{۱۸} هر دو روش درمان، به دست خواهد آمد. بنابراین، تعیین بار کاری مرکز پرتودرمانی با روش IMRT در بازه زمانی معین و Use Factor مربوطه جهت محاسبه حفاظ‌های اولیه ضروری است. این رابطه در مورد پرتوهای پراکنده شده از حفاظ اولیه به حفاظ ثانویه نیز کاربرد دارد که در روابط مربوط به پرتوهای پراکنده از دیوار به کار برده می‌شود.

۲- حفاظ ثانویه

حفاظ‌های ثانویه برای جلوگیری از نشت پرتوهای پراکنده شده از بدن بیمار، دیوارهای اولیه و نشتی سر دستگاه، محاسبه و طراحی می‌گردند. در این حفاظ‌ها بنا بر توصیه‌های گزارش آژانس بین‌المللی انرژی اتمی Safety Report Series 47 (IAEA-SRS 47)، فاکتور استفاده برای دستگاه‌های شتابدهنده مگاولتاژ، یک در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، در روابط مربوط به محاسبه پراکندگی از بیمار، تنها فاکتور مؤثر از تغییر روش درمان به IMRT، بار کاری است. در این حفاظ نیز، بار کاری از مجموع بار کاری دستگاه در مدالیته‌های مختلف درمان در نقطه ایزوسنتر به دست خواهد آمد.

در محاسبات مربوط به اعمال نشتی سر دستگاه، با استفاده از روابط استفاده شده در درمان به روش Conformal و همچنین با در نظر گرفتن نقش افزایش MU در روش درمانی IMRT، لازم است نسبت مانیتور یونیت مورد استفاده در IMRT به مانیتوریونیت Conformal برای حصول یک دز معین و مشترک محاسبه گردد. محاسبات و روابط مربوطه براساس فصل ۹ گزارش IAEA-SRS 47 انجام می‌پذیرد و نسبت مذکور که فاکتور IMRT نامیده می‌شود، مؤثرترین پارامتر در تعیین ضخامت حفاظ‌های ثانویه برای پرتو نشتی است. این پارامتر معمولاً عددی بین ۲ تا ۱۰ در شتابدهنده‌های معمولی بدست می‌آید که در حالت‌های خاصی می‌تواند بیش از این مقدار نیز باشد.

¹⁸ Use factor

در محاسبات بار کاری دستگاه برای پرتو نشتی، بار کاری مؤثر از مجموع حاصلضرب فاکتور مدالیته مربوطه در بار کاری آن مدالیته به دست می‌آید (روابط موجود فصل ۹ بخش ۳،۲،۹) که برای روش Conformal فاکتور مربوطه ۱ در نظر گرفته می‌شود.

محاسبات حفاظ در ورودی راهروی اتاق درمان

تمامی محاسبات مربوط به درب ورودی راهروی اتاق درمان از قبیل پرتو پراکنده از بیمار، پرتو پراکنده از دیوار حاصل از پراکندگی بدن بیمار یا پراکندگی از دیوارهای اولیه، و همچنین پرتوهای پراکنده شده از دیوارهای راهرو، توسط روابط مربوط به 3D-Conformal با جایگزینی مقادیر بار کاری و فاکتور استفاده حفاظ مربوطه، بدست خواهد آمد. از آنجایی که اغلب درمان‌ها به روش IMRT توسط انرژی‌های زیر ۶ مگاولت انجام می‌پذیرد، دز نوترون و گیراندازی گاما در محاسبات ورودی راهرو نقش مهمی ایفا نمی‌کند. با این حال در صورتیکه از انرژی‌های بالای ۱۰ مگاولت، دز درب ورودی با افزایش انرژی افزایش چشمگیری خواهد داشت و با استفاده از روابط دز نوترون و گیراندازی گاما (Safety Report Series No.47 قسمت‌های ۵،۶ و ۵،۷) و در نظر گرفتن تصحیحات مربوط به بار کاری و فاکتور استفاده، قابل محاسبه خواهد بود.

استاندارد اتاق درمان دستگاه شتاب‌دهنده توموتراپی

تعیین ضخامت حفاظ‌های اتاق درمان در توموتراپی از یک مرکز درمانی به مرکز دیگر متفاوت است و بستگی به فاکتورهای زیادی از جمله اهداف طراحی حفاظ، حدود دز، میزان اشغال نواحی هم‌جوار، بارکاری هفتگی و سالیانه دستگاه توموتراپی دارد. بنابراین باید یک فیزیسیست واجد شرایط، بارکاری، میزان زمان لازم برای هر درمان، تعداد درمان‌های انجام شده و ... را برآورد نماید. پیاده‌سازی الزامات مربوط به حفاظ اتاق درمان و اطمینان از رعایت مقررات بر عهده مرکز درمانی است. چون دستگاه توموتراپی مجهز به سیستم توقف پرتو اولیه (Primary beam stopper) می‌باشد، بنابراین ضخامت حفاظ‌ها به پرتوهای ثانویه بستگی داشته و اندازه‌گیری نشتی پرتوها (هفتگی) ضروری است. فاکتور IMRT برای افزایش مانیتورینیت دستگاه شتاب‌دهنده با در نظر گرفتن فیلد سائزهای کوچکی که برای دریافت دز جذبی بیماران مطلوب است، لحاظ می‌گردد و برای یک دز جذبی مشخص مانیتورینیت مورد نیاز در IMRT خیلی بیشتر از مانیتورینیت‌های متداول برای

درمان است. بارکاری هفتگی برای پرتو نشتی و پرتوهای اولیه با در نظر گرفتن فاکتور IMRT به صورت مجزا در نظر گرفته می‌شود. اتاق‌های کنترل، سرور، تجهیزات مکانیکی و طراحی درمان براساس ابعاد راهنمای شرکت سازنده، طراحی و ساخته می‌شود.

ح) تجهیزات پزشکی سرمایه‌ای به ازای خدمت

تعداد	توضیح تجهیزات		تجهیزات سرمایه‌ای
	تجهیزات ایده آل	تجهیزات الزامی	
پیشنهاد می‌شود مرکز حداقل ۲ عدد دستگاه داشته باشد و یا در صورتی که در یک مرکز یک دستگاه موجود باشد، قرارداد همکاری طبق شیوه نامه منعقد شود.	دستگاه مجهز به کولیماتورهای چند برگه‌ای با پهنای کمتر از یک سانتی‌متر و دارای قابلیت انجام درمان‌های VMAT و IMRT و دارای سیستم CBCT (برای درمان‌های VMAT وجود CBCT الزامی است)	دستگاه مجهز به کولیماتورهای چند برگه‌ای با پهنای حداکثر یک سانتی‌متر و دارای قابلیت انجام درمان‌های IMRT و دارای حداقل سیستم پورتال ایمیجینگ	دستگاه شتابدهنده خطی
۱ عدد	سی تی اسکن با سایز دهانه بزرگتر از ۸۰ سانتی‌متر موجود در مرکز	سی تی اسکن با سایز دهانه ۷۰ سانتی‌متر یا بیشتر و سایر مشخصات ذکر شده در متن همراه با تهیه تجهیزات مورد تایید سازمان انرژی اتمی	دستگاه سی تی سیمولاتور
یک ایستگاه برای کانتورینگ و یک ایستگاه برای انجام محاسبات دزیمتری در مراکز آموزشی دو ایستگاه برای کانتورینگ و انجام محاسبات دزیمتری مورد نیاز است	دارای قابلیت انجام محاسبات دزیمتری با الگوریتم مبتنی بر مدل و یا مونت کارلو به شکل طراحی درمان معکوس	دارای قابلیت انجام محاسبات دزیمتری با الگوریتم مبتنی بر مدل به شکل طراحی درمان معکوس	سامانه طراحی درمان (TPS)
یک ایستگاه	دارای الگوریتم محاسباتی ساده و یا مونت کارلو و یا به صورت برنامه‌ای ساده تهیه شده توسط فیزیسیست مرکز		سامانه چک محاسبات دزیمتری ثانویه

تعداد	توضیح تجهیزات		تجهیزات سرمایه ای
	تجهیزات ایده آل	تجهیزات الزامی	
یک عدد	Epid علاوه بر فانتوم های دو یا سه بعدی، استفاده از سیستم dosimetry	فانتوم مناسب به همراه دزیمتر آرایه ای دوبعدی یا فیلم گاف کرومیک	فانتوم و دزیمتر بررسی طرح درمان اختصاصی هر بیمار قبل از درمان
یک پکیج به ازای هر دستگاه و یک پکیج جهت انجام سیمولیشن در سی تی اسکن		پکیج کامل تجهیزات بی حرکت سازی برای قسمت های مختلف بدن شامل: universal body board، زیرسری و زیرشانه ای برای بیماران سرو گردن، Knee، Arm rest، Breast board، rest و foot rest، بالشک های تخلیه و هر تجهیزاتی که به تثبیت بیمار در طول دوره رادیوتراپی کمک می کند	تجهیزات بی حرکت سازی بیمار
حداقل یک پکیج کامل	اتاقک یونیزاسیون کوچک یا دیود	براساس توصیه های کارگروه AAPM TG120 و IAEA-TRS 398 ۱- فانتوم آب سه بعدی با قابلیت اسکن کردن ۲- دزیمترهای اتاقک یونش با حجم حساس اشاره شده در مراجع	تجهیزات دزیمتری نسبی
حداقل یک پکیج کامل		۱- جهت دزیمتری میدان مرجع دزیمتر اتاقک یونش از نوع فارمر (با حجم حساس ۰.۶ سی سی) ۲- جهت دزیمتری میدان های کوچکتر دزیمتر اتاقک یونش با حجم حساس متناسب با ابعاد میدان ۳- فانتوم آب سه بعدی یا تک بعدی با قابلیت اسکن کردن ۳- الکترومتر ۴- دماسنج و فشار سنج با دقت مناسب	تجهیزات دزیمتری مرجع

تعداد	توضیح تجهیزات		تجهیزات سرمایه ای
	تجهیزات ایده آل	تجهیزات الزامی	
		۵- فانتوم‌های جامد	
پکیج کامل		فانتوم‌های مربوطه مورد اشاره در کارگروه ۱۷۹	تجهیزات کنترل کیفی سیستم‌های تصویربرداری هنگام درمان
پکیج کامل	سامانه معتبر به همراه لایسنس معتبر و دارای گواهی خدمات پس از فروش از شرکت مربوطه		سامانه ثبت و بررسی اطلاعات درمان

داروها، مواد و لوازم مصرفی پزشکی جهت ارائه هر خدمت

ردیف	اقلام مصرفی موردنیاز	میزان مصرف
۱	ماسک‌های ترموپلاست	به ازای هر بیمار در صورت نیاز
۲	بلوس	به ازای هر بیمار در صورت نیاز
۳	پروتز	به ازای هر بیمار در صورت نیاز
۴	تشکچه‌های خلا یکبارمصرف	به ازای هر بیمار در صورت نیاز
۵	مارکر سی تی	۳ عدد به ازای هر بیمار در صورت نیاز

مدارک موردنیاز در پرونده بیمار و استاندارد ثبت

- ۱- اشاره به تجهیزات بی حرکت‌سازی بیمار
- ۲- تشخیص و هدف درمان (تسکین یا درمان قطعی)
- ۳- تاریخ دقیق شروع درمان و پس از اتمام درمان، تاریخ آخرین روز درمان و ثبت هرگونه وقفه درمان
- ۴- پاتولوژی و آزمایش‌های مربوطه
- ۵- ناحیه آناتومیک درمان
- ۶- مقدار دز تجویزی، دز در هر فرکشن و تکنیک درمانی
- ۷- طرح درمان
- ۸- منحنی‌های هم دز
- ۹- گزارش مربوط به مقدار دزهای حد تحمل ارگان‌های در خطر
- ۱۰- فرم رضایت نامه بیمار
- ۱۱- ثبت اطلاعات طرح درمان
- ۱۲- ثبت شرح روزانه درمان
- ۱۳- گزارش‌های ویزیت حین درمان
- ۱۴- عارضه‌های حین درمان و تغییرات موردنیاز، و عواملی نظیر قطع درمان
- ۱۵- نتیجه انجام کنترل کیفی‌های اختصاصی مربوطه

- ۱۶- طرح درمان اختصاصی هر بیمار
- ۱۷- در صورت نیاز به انجام مجدد سیمولیشن و طرح درمان و محاسبات دزیمتری در نتیجه تغییرات در آناتومی بیمار، طرح درمان تهیه شده ثانویه.
- ۱۸- محاسبات گپ درمان و بررسی نیازمندی به اضافه شدن جلسات درمان به منظور جبران تاخیر در درمان

اندیکاسیون‌های دقیق جهت تجویز خدمت

۱- سرطان پروستات

استفاده از IMRT در صورت وجود شرایط زیر در سرطان پروستات توصیه می‌شود:

در درمان قطعی (DEFINITIVE)

- در بیماران با سرطان لوکالیزه یا لوکالی ادونس که کاندید درمان رادیوتراپی قطعی می‌باشند.
- در بیماران با سرطان پروستات با متاستاز محدود، که کاندید درمان رادیوتراپی قطعی می‌باشند.
- رادیوتراپی قطعی در بیماران لوکالیزه در ترکیب با براکی تراپی.

پس از پروستاتکتومی

الف) ادجوانت:

- در بیماران پس از پروستاتکتومی که در ریسک بالای عود به علت گسترش خارج کپسول، مرحله T3، درگیری سمینال وزیکل، مارجین مثبت و/یا نود مثبت

ب) Salvage:

- در بیماران پس از پروستاتکتومی با شواهد عود لوکال یا بیوکمیکال بدون وجود شواهد متاستاز

تعاریف:

- سرطان پروستات محدود به پروستات که شامل مرحله بالینی T1-T2N0-NXMO می‌شود.
- سرطان پروستات لوکالیزه محدود به ساختارهای اطراف است و شامل مرحله بالینی T4-T3N0-N1M0 می‌شود.
- متاستاز محدود (الیگومتاستاز) براساس دو مطالعه STAMPEDE و CHAARTED شامل سرطان پروستات با شرایط زیر می‌شود:

- ✓ عدم وجود متاستاز احشایی
- ✓ متاستاز محدود به ستون فقرات و/یا لگن (بدون توجه به تعداد) یا ۳-۴ متاستاز استخوانی بدون توجه به محل متاستاز

۲-سرطان های سر و گردن

- IMRT برای درمان سرطان های سروگردن و مری سرویکال توصیه می شود.
- IMRT برای سرطان های تیروئید، لنفوما و سارکوما که در نزدیکی ارگان های در خطر (OAR) شامل مری، غدد بزاقی و نخاع باشند و با درمان کانفورمال نتوان این ارگان ها را حفظ نمود، توصیه می شود.
- IMRT در درمان نواحی که قبلاً تحت درمان رادیوتراپی قرار گرفته اند توصیه می شود.

تعاریف:

سرطان های سروگردن شامل حفره دهان و لب، حنجره، هیپوفارنکس، اوروفارنکس، نازوفارنکس، سینوس های پارانازال و حفره بینی، غدد بزاقی و سرطان های با منشأ نامعلوم سروگردن (occult primaries) می - شود.

۳-سرطان های سیستم عصبی مرکزی:

- در بیماران با سرطان های اولیه با منشأ سیستم عصبی مرکزی که تومور در نزدیکی ارگان های حساس قرار دارد و با درمان 3D نمی توان محدودیت های حجم دز (dose volume constraints) طبق تعاریف QUANTEC یا RTOG را رعایت نمود، درمان IMRT توصیه می شود.
- IMRT در درمان بیمارانی که قبلاً تحت درمان رادیوتراپی ناحیه قرار گرفته اند توصیه می شود.

۴-سرطان های قفسه سینه:

- IMRT در سرطان ها ریه، پلور، سرطان مری، سرطان های Gastroesophageal junction، لنفوم توراسیک و سارکوم توراسیک و تومورهای مدیاستن با شرایط زیر توصیه می شود:
- الف) رادیوتراپی با هدف Curative در بیماران با بدخیمی پیشرفته داخل توراکس انجام شود
- ب) در درمان از تکنیک هایی استفاده شده باشد که حرکت قفسه سینه هنگام درمان در نظر گرفته شده باشد.

- IMRT در سرطان‌های پستان سمت چپ که نمی‌توان محدودیت‌های حجم دز (dose volume constraints) قلب و ریه طبق تعاریف QUANTEC یا RTOG را رعایت نمود و یا در بیماران با پستان بزرگ که نتوان از نقاط داغ بالای ۱۱۰٪ با تکنیک 3D اجتناب کرد توصیه می‌شود.
- IMRT در بیماران مبتلا به سرطان پستان که کاندید درمان لنف نوده‌های اینترنال ممری قرار بگیرند توصیه می‌شود.
- IMRT در درمان بیماران که قبلاً تحت رادیوتراپی ناحیه قرار گرفته اند توصیه می‌شود.

۵-سارکوم اندام‌ها:

IMRT در شرایط زیر برای سارکومای اندام توصیه می‌شود:

- در درمان 3D بیش از ۲۵ درصد تمام ضخامت فمور یا هومروس دز بالای ۴۰ گری دریافت کند و IMRT سبب کاهش حداقل ۱۵٪ دز به استخوان شود (مثلاً از ۴۰٪ به ۲۵٪ برسد)
- در درمان 3D بیش از ۲۵٪ فضای مفصلی (شانه، بازو، مچ، لگن، زانو و ساق) دز بیشتر مساوی ۳۵ گری دریافت کند و IMRT سبب کاهش دز مطلق رسیده به فضای مفصلی که بیش از ۳۵ گری دریافت می‌کند به میزان ۱۵٪ شده باشد (مثلاً از ۴۰٪ به ۲۵٪ برسد)
- IMRT در درمان بیماران که قبلاً تحت رادیوتراپی ناحیه قرار گرفته اند توصیه می‌شود.

۶-تومورهای شکم و لگن

۱. IMRT در درمان سرطان آنال توصیه می‌شود.
۲. در سایر سرطان‌های شکم و لگن در صورتی درمان IMRT توصیه می‌شود که پس از طراحی درمان 3D مشخص شود که دز رسیده ارگان‌های اطراف سبب ایجاد عوارض برای بافت نرمال می‌شود و درمان IMRT می‌تواند دز تحمل مناسب به بافت برساند (قسمت تعاریف) و یکی از شرایط زیر وجود داشته باشد:
 - الف) درمان نواحی که قبلاً تحت درمان رادیوتراپی قرار گرفته اند
 - ب) بیماران با سابقه:

- بیماری کرون
- کولیت اولسراتیو
- انسداد روده قبلی
- پروتز یک طرفه یا دو طرفه لگن

- هیستریکتومی

- ج) سرطان واژن، ولوو، اندومتر یا سرویکس وقتی نیاز به درمان غدد اینگوینال یا لگنی وجود دارد.
- د) سرطان مثانه با تهاجم به عضله هنگامی که درمان نودهای لگنی به عنوان جزئی از درمان مطرح باشد.
- و) لنفوم با درگیری نودهای آئورتیک و پری آئورتیک
- ه) سارکوم رتروپریتون حفره شکمی
- ی) سرطان پانکراس

- تعاریف:

- IMRT را در مواردی می‌توان به جای درمان 3D به کار برد که:
 - دز میانگین کبد با تکنیک 3D بیشتر از ۳۰ گری باشد و با IMRT حداقل ۵ گری کاهش یابد.
 - اگر V₂₀ مجموع دو کلیه یا یک کلیه با تکنیک 3D بیش از ۳۰ درصد باشد و با تکنیک IMRT حداقل ۱۰ درصد کاهش یابد.
 - اگر دز نخاع را با تکنیک 3D نتوان زیر ۵۰ گری قرار داد و با IMRT حداقل ۴ گری کاهش یابد.

شواهد علمی در خصوص کنتراندیکاسیون‌های دقیق خدمت:

انجام IMRT در بیمارانی که امکان فیکسیشن صحیح آن‌ها وجود ندارد، در بیماران بی‌قرار و همچنین در مواردی که تجهیزات استاندارد جهت در نظر گرفتن حرکات اندام‌ها وجود ندارد، کنتراندیکاسیون درمان محسوب می‌شوند.

مدت زمان ارائه هر واحد خدمت:

درمان رادیوتراپی براساس تشخیص پزشک مربوطه و اندیکاسیون درمان به تعداد فراکشن‌های درمانی، پنج روز در هفته انجام می‌پذیرد.

مدت اقامت در بخش‌های مختلف بستری جهت ارائه هر بار خدمت مربوطه:

درمان رادیوتراپی به صورت خدمت سرپایی انجام می‌پذیرد.

موارد ضروری جهت آموزش به بیمار:

- آموزش خود مراقبتی برای عوارض مرتبط با درمان قبل از شروع درمان و حداقل یک بار در طول درمان
- توضیح دادن گزینه‌های مختلف موجود (جراحی، شیمی درمانی و رادیوتراپی) برای درمان و علت انتخاب درمان موجود
- توضیح در مورد کلیات مراحل انجام درمان
- توضیح هدف درمان (تسکینی/ درمانی) و انتظارات از نتیجه درمان
- آموزش درمان عوارض مرتبط با درمان شامل عوارض پوستی، درد، کاهش وزن
- توضیح در مورد هزینه درمان در صورت درخواست بیمار

پیوست ها

پیوست ۱: ارگان‌های در خطر طبق پیشنهاد ASTRO

Central Nervous System		
Treated Organ	Recommended	Consider
<i>Brain</i>	Brain Brainstem Eye_L/R Lens_L/R OpticChiasm OpticNrv_L/R SpinalCord	A_Carotid Cochlea GlnD_Lacrima Hippocampus_L/R Pituitary Scalp
<i>Spine - Cervical</i>	Brainstem Esophagus SpinalCord	Bone_Mandible BrachialPlex_L/R Cavity_Oral GlnD_Submand GlnD_Thyroid Larynx Oropharynx Parotid_L/R Trachea
<i>Spine - Thoracic</i>	Esophagus Heart Lung_L/R Lungs SpinalCord	Bowel_Large Bowel_Small Kidney_L/R Liver Stomach
<i>Spine - Lumbar</i>	CaudaEquina Kidney_L/R Kidneys SpinalCord	Bowel_Small Bowel_Large Liver Stomach
<i>Spine - Sacral</i>	CaudaEquina	Bladder Bowel_Large Bowel_Small Colon_Sigmoid Genitals Ovary Rectum SacralPlex Testis_L/R
<i>Craniospinal</i>	Brain Brainstem Cochlea Esophagus Eye_L/R Heart Kidney_L/R Kidneys Lens_L/R Lung L/R	Bladder Bowel_Large Bowel_Small Breast_L/R Genitals GlnD_Thyroid Liver Ovary Rectum Stomach

	Lungs OpticChiasm OpticNrv_L/R Pituitary SpinalCord	Testis_L/R
Head and Neck		
Treated Organ	Recommended	Consider
<i>Face, Parotid</i>	Bone_Mandible Brainstem Eye_L/R Lens_L/R Lips Parotid_L/R SpinalCord	Cavity_Oral Cochlea GlnD_Lacrimal_L/R GlnD_Submand_L/R Joint_TM_L/R Lobe_Temporal_L/R
<i>Orbit</i>	Brain Brainstem Eye_L/R GlnD_Lacrimal_L/R Lens_L/R OpticChiasm OpticNrv_L/R	Cochlea_L/R Lobe_Temporal_L/R Parotid_L/R Pituitary Retina
<i>Sinonasal</i>	Brain Brainstem Cochlea Eye_L/R Lens_L/R OpticChiasm OpticNrv_L/R Parotid_L/R SpinalCord	Bone_Mandible Cavity_Oral GlnD_Lacrimal_L/R GlnD_Submand_L/R Lobe_Temporal_L/R Pituitary
<i>Nasopharynx</i>	Bone_Mandible BrachialPlex_L/R Brain Brainstem Cavity_Oral Cochlea_L/R Esophagus Eye_L/R GlnD_Submand_L/R Larynx Lens_L/R Lobe_Temporal_L/R OpticChiasm OpticNrv_L/R Parotid_L/R SpinalCord	GlnD_Thyroid Lips Musc_Constrict Pituitary
<i>Oropharynx</i>	Bone_Mandible Brainstem Cavity_Oral Esophagus	BrachialPlex_L/R Cochlea_L/R Eye_L/R GlnD_Thyroid

	GlnD_Submand_L/R Larynx Lips Parotid_L/R SpinalCord	Lens_L/R Musc_Constrict OpticChiasm OpticNrv_L/R
<i>Larynx (except early stage*), Hypopharynx, Thyroid or Cervical Esophagus</i>	Bone_Mandible BrachialPlex_L/R Brainstem Cavity_Oral GlnD_Submand_L/R Parotid_L/R *SpinalCord	Esophagus GlnD_Thyroid Heart Lips Lung_L/R Lungs Musc_Constrict
<i>Elective or Definitive Neck</i>	Bone_Mandible Brainstem Cavity_Oral GlnD_Submand_L/R Parotid_L/R SpinalCord	BrachialPlex_L/R Cochlea_L/R Esophagus GlnD_Thyroid Larynx Lips Musc_Constrict
Thoracic		
Treated Organ	Recommended	Consider
<i>Breast/Chestwall</i>	Heart Lung_L/R	A_LAD BrachialPlex_L/R Breast (contralateral) Lungs Ribs Ventricle_L
<i>Supraclavicular Fossa</i>	Lung_L/R SpinalCord	BrachialPlex_L/R Esophagus GlnD_Thyroid Lungs
<i>Axilla</i>	Heart Lung_L/R SpinalCord	BrachialPlex_L/R Esophagus GlnD_Thyroid Lungs
<i>Lung</i>	Esophagus Heart Lung_L/R Lungs SpinalCord	A_LAD BrachialPlex_L/R Bronchus_L/R Bronchus_Main Chestwall_L/R GreatVes Liver Stomach Trachea
<i>Mediastinum/Thymus</i>	Esophagus Heart Lung_L/R Lungs SpinalCord	A_LAD Bronchus_Main Trachea
<i>Esophagus</i>	Esophagus	Kidney_L/R

	Heart Lung_L/R Lungs SpinalCord Stomach	Kidneys Larynx Liver
Abdominal		
Treated Organ	Recommended	Consider
<i>Lower Esophagus/ Gastroesophageal Junction</i>	Bowel_Small Esophagus Heart Kidney_L/R Kidneys Liver Lungs_L/R Lungs SpinalCord Stomach	Bowel_Large
<i>Spleen</i>	Heart Kidney_L Lung_L SpinalCord Stomach	Bowel_Large Bowel_Small Kidney_R Kidneys Lung_R Lungs
<i>Stomach</i>	Bowel_Small Esophagus Heart Kidney_L/R Kidneys Liver Lung_L/R Lungs SpinalCord	Bowel_Large
<i>Pancreas</i>	Bowel_Small Duodenum Kidney_L/R Kidneys Liver SpinalCord Stomach	A_Aorta Bowel_Large V_Venacava_I
<i>Liver</i>	Bowel_Large Bowel_Small Duodenum Kidney_L/R Liver SpinalCord Lung_R	BileDuct_Common Chestwall Esophagus GallBladder Heart Kidneys Lung_L Lungs Stomach V_Venacava_I

<i>Renal/Adrenal</i>	Bowel_Large Bowel_Small CaudaEquina Kidney_L/R Kidneys SpinalCord	Liver (Rt) Spleen (Lt) Stomach (Lt)
<i>Retroperitoneal Space</i>	Bowel_Large Bowel_Small Kidney_L/R Kidneys Liver SpinalCord	Stomach
<i>Paraortic</i>	Bowel_Small Kidney_L/R Kidneys SpinalCord	Bowel_Large CaudaEquina Duodenum Liver Stomach
Pelvic		
Treated Organ	Recommended	Consider
<i>Bladder</i>	Bowel_Small Colon_Sigmoid Femur_Head_L/R Rectum	Bladder BoneMarrow Bowel_Large Prostate
<i>Cervix/Uterus/Vagina/Vulva</i>	Bladder Bowel_Small Colon_Sigmoid Femur_Head_L/R Rectum	BoneMarrow Bowel_Large Kidney_L/R Kidneys Ovaries
<i>Prostate</i>	Bladder Femur_Head_L/R PenileBulb Rectum	Bowel_Large Bowel_Small Colon_Sigmoid
<i>Rectum</i>	Bladder Bowel_Small Femur_Head_L/R	BoneMarrow Bowel_Large Genitals Vagina
<i>Anus</i>	Bladder Bowel_Small Femur_Head_L/R Rectum	BoneMarrow Bowel_Large Genitals Vagina
Extremities		
Treated Organ	Recommended	Consider
<i>All extremities</i>	Skin	BoneMarrow

پیوست ۲: تست های بررسی کیفی IMRT

تست های روزانه

تولرانس	نام تست	نوع آزمون
3%	X-ray output constancy (all energies)	دزیمتری
3%	Electron output constancy (weekly, except for machines with unique e-monitoring requiring daily)	
1.5mm	Laser localization	مکانیکی
2mm	Optical Distance indicator (ODI)	
2mm	Collimator size indicator	
functional	Door interlock (beam off)	ایمنی
functional	Door closing safety	
functional	Audiovisual monitor(s)	
NA	Stereotactic interlocks (lockout)	
functional	Radiation area monitor _if used_	
functional	Beam on indicator	

تولرانس	نام تست	نوع آزمون
2%	X-ray output constancy	دزیمتری
2%	Backup monitor chamber constancy	
2%(IMRT dose rate)	Typical dose rate output constancy	
1%	Photon beam profile constancy	
2 mm or 1% on a side	Light/radiation field coincidence	مکانیکی
1 mm or 1% on a side	Light/radiation field coincidence (asymmetric)	
1mm	Distance check device for lasers compared with front pointer	
1.0°	Gantry/collimator angle indicators (@ cardinal angles) (digital only)	
2 mm	Jaw position indicators (symmetric)	
1 mm	Jaw position indicators (asymmetric)	
1 mm	Cross-hair centering (walkout)	
2 mm/1°	Treatment couch position indicators	
1 mm	Localizing lasers	
Functional	Laser guard-interlock test	

تولرانس	نام تست	نوع آزمون
1%	X-ray flatness change from baseline	دزیمتری
±1%	X-ray symmetry change from baseline	
±1% (absolute)	X-ray output calibration (TRS 398)	
2% for field size <4×4 cm ² , 1% ≥4×4 cm ²	Spot check of field size dependent output factors for x ray (two or more FSs)	
±1% from baseline	X-ray beam quality (PDD10 or TMR1020)	
±5%(2–4 MU), ±2% ≥5 MU	X-ray monitor unit linearity (output constancy)	
±2% from baseline	X-ray output constancy vs dose rate	
±1% from baseline	X-ray output constancy vs gantry angle	
±1% from baseline	x-ray off-axis factor constancy vs gantry angle	
±1% from baseline	Arc mode (expected MU, degrees) (if used)	
±1 mm from baseline	Collimator rotation isocenter	مکانیکی
±1 mm from baseline	Gantry rotation isocenter	
±1 mm from baseline	Couch rotation isocenter	
±2mm from baseline	Coincidence of radiation and mechanical isocenter	
2mm from baseline	Table top sag	
1°	Table angle	
±2mm	Table travel maximum range movement in all directions	
Functional	Follow manufacturer's test procedures	ایمنی

تولرانس	فرکانس انجام	نوع آزمون
Visual inspection for discernable deviations such as an increase in interleaf transmission	Weekly (IMRT machines)	i.e., matched (Qualitative test segments, aka "picket fence")
2 mm	Monthly	Backup diaphragm settings (Elekta only)
Loss of leaf speed >0.5 cm/ s	Monthly	Travel speed (IMRT)
1 mm for leaf positions of an IMRT field for four cardinal gantry angles. (Picket fence test may be used, test depends on clinical planning-segment size)	Monthly	Leaf position accuracy (IMRT)
±0.5% from baseline	Annually	MLC transmission (average of leaf and interleaf Transmission), all energies
±1.0 mm	Annually	Leaf position repeatability
≤1.0 mm radius	Annually	C spoke shot • ML
±2.0 mm	Annually	Coincidence of light field and x-ray field (all energies)
<0.35 cm max. error RMS, 95% of error counts <0.35 cm	Annually	Segmental IMRT (step and shoot) test
<0.35 cm max. error RMS, 95% of error counts <0.35 cm	Annually	Moving window IMRT (four cardinal gantry angles)

تست‌های دستگاه‌های تصویربرداری

تولرانس	فرکانس انجام	فرکانس انجام	نوع آزمون
Functional	Daily	Collision interlocks	Planar kV and MV (EPID) imaging
≤ 2 mm	Daily	Positioning/repositioning	
≤ 2 mm	Daily	Imaging and treatment coordinate coincidence (single gantry angle)	
Functional	Daily	Collision interlocks	Cone-beam CT (kV and MV)
≤ 2 mm	Daily	Imaging and treatment coordinate coincidence	
≤ 1 mm	Daily	Positioning/repositioning	
≤ 2 mm	Monthly	Imaging and treatment coordinate coincidence (four cardinal angles)	Planar MV imaging (EPID)
≤ 2 mm	Monthly	Scaling	
Baseline	Monthly	Spatial resolution	
Baseline	Monthly	Contrast	
Baseline	Monthly	Uniformity and noise	
≤ 2 mm	Monthly	Imaging and treatment coordinate coincidence (four cardinal angles)	
≤ 2 mm	Monthly	Scaling	
Baseline	Monthly	Spatial resolution	Planar kV imaging
Baseline	Monthly	Contrast	
Baseline	Monthly	Uniformity and noise	
≤ 2 mm	Monthly	Geometric distortion	
Baseline	Monthly	Spatial resolution	
Baseline	Monthly	Contrast	
Baseline	Monthly	HU constancy	
Baseline	Monthly	Uniformity and noise	Cone-beam CT (kV and MV)
± 5 mm	Annual	Full range of travel SDD	
Baseline	Annual	Imaging dose	
Baseline	Annual	Beam quality/energy	Planar MV imaging (EPID)
Baseline	Annual	Imaging dose	
Baseline	Annual	Imaging dose	Planar kV imaging
Baseline	Annual	Imaging dose	
Baseline	Annual	Imaging dose	Cone-beam CT (kV and MV)

- 1- John P. Gibbons, Khan's The Physics of Radiation Therapy, 6th Edition. 2019
- 2- International Atomic Energy Agency. Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students. E.B. Podgorsak. Vienna 2005.
- 3- International Atomic Energy Agency. Radiotherapy facilities: Master planning and concept design considerations. IAEA Human Health reports No.10. International Atomic Energy Agency, Vienna 2014.
- 4- American Association of Physicists in Medicine. Report No. 83 - Quality assurance for computed-tomography simulators and the computed-tomography-simulation process: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 66 (2003).
- 5- American Association of Physicists in Medicine. Report No. 119 - IMRT commissioning: Multiple institution planning and dosimetry comparisons, a report from AAPM Task Group 119 (2009).
- 6- American Association of Physicists in Medicine. Report No. 142 - Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators (2009).
- ۷- ضوابط دریافت مجوز کار با اشعه در مراکز پرتودرمانی. سازمان انرژی اتمی، مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی. شماره شناسه INRA-RP-RE-122-10/6-1-Mor.1387 مرداد ۱۳۸۷.
- ۸- قانون حفاظت در برابر اشعه مصوب خرداد ۱۳۶۸ مجلس شورای اسلامی.
- ۹- الزامات اختصاصی بکارگیری روش IMRT در مراکز پرتودرمانی مصوب کارگروه تشخیص صلاحیت کار با پرتو اداره کل حفاظت در برابر اشعه مرکز نظام ایمنی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۱۷
- 10- International Atomic Energy Agency. Radiation Protection in the Design of Radiotherapy Facilities. IAEA Safety Reports Series No.47. Vienna 2006.
- 11- Site planning Guide, Tomotherapy treatment delivery, ACCURAY.
- 12- American Association of Physicists in Medicine. Report No. 120 - Dosimetry tools and techniques for IMRT (2011).
- 13- American Association of Physicists in Medicine. Report No. 179 - Quality assurance for image-guided radiation therapy utilizing CT-based technologies: A report of the AAPM TG-179 (2012).

- 14- American College of Radiology, American Society for Radiation Oncology. ACR-ASTRO Practice Parameter for Radiation Oncology.2018. www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/RadOnc.pdf. Accessed August 28, 2018
- 15- Moran JM, Dempsey M, Eisbruch A, et al. Safety considerations for IMRT: Executive summary. *Pract Radiat Oncol*. Jul-Sep2011;1(3):190-195.
- 16- Marks LB, Ten Haken RK, Martel MK, eds. Quantitative Analyses of Normal Tissue Effects in the Clinic (QUANTEC). *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2010;76(3, suppl):S1-S160.
- 17- Alektiar KM, Brennan MF, Healey JH, Singer S. Impact of intensity-modulated radiation therapy on local control in primary soft-tissue sarcoma of the extremity. *J Clin Oncol* 2008; 26:3440-3444
- 18- Wright JL, Yom SS, Awan MJ, Dawes S, Fischer-Valuck B, Kudner R, Mailhot Vega R, Rodrigues G. Standardizing Normal Tissue Contouring for Radiation Therapy Treatment Planning: An ASTRO Consensus Paper. *Pract Radiat Oncol*. 2019 Mar;9(2):65-72. doi: 10.1016/j.prro.2018.12.003. Epub 2018 Dec 18. PMID: 30576843.
- 19- 2015 ASTRO Radiation Oncology Coding Resource. Fairfax, Virginia: American Society for Radiation Oncology (ASTRO); 2015.
- 20- Bortfeld T, Schmidt-Ulrich R, De Neve W, Wazer DE. Image-Guided IMRT. Berlin, Germany: Springer; 2006.3. Chao KSC, Apisarnthanarax S, Ozyigit G.
- 21- Practical Essentials of Intensity Modulated Radiation Therapy. 2nd edition. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
- 22- DeVita VT, Hellman S, Rosenberg SA. Radiation Oncology. Cancer, Principles& Practice of Oncology. 9th edition. Philadelphia, PA: Lippincott William &Wilkins; 2011: 297-306. 5.
- 23- Guerrero Urbano MT, Nutting CM. Clinical use of intensity-modulated radiotherapy: part I. *Br J Radiol*. 2004; 77(914): 88-96.6.
- 24- Guerrero Urbano MT, Nutting CM. Clinical use of intensity-modulated radiotherapy: part II. *Br J Radiol*. 2004; 77(915): 177-182.7.
- 25- Gunderson LL, Tepper, JE. Conformal Therapy and Intensity-Modulated Radiation Therapy: Treatment Planning, Treatment Delivery, and Clinical Results. *Clinical Radiation Oncology*. 3rd edition. Philadelphia, PA: Saunders; 2012: 287-316.8.

- 26- Hartford AC, Galvin JM, Beyer DC, et al. American College of Radiology (ACR) and American Society for Radiation Oncology (ASTRO) Practice Guidelines for Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT). *Am J Clin Oncol*. 2012; 35(6): 612-617.10.
- 27- Hoppe, RT, Phillips TL, Roach M. Three-Dimensional Conformal Radiotherapy and Intensity-Modulated Radiotherapy. *Leibel and Phillips Textbook of Radiation Oncology*, 3rd edition. Philadelphia, PA: Saunders; 2010: 170-192.11.
- 28- McCormick B, Hunt M. Intensity-modulated radiation therapy for breast: is it for everyone? *Semin Radiat Oncol*. 2011; 21: 51-54.12. Mell LK, Mehrotra AK, Mundt AJ. Intensity-modulated radiation therapy use in the U.S., 2004. *Cancer*. 2005; 104(6): 1296-1303.13.