

معاونت درمان

دبیرخانه شورای راهبردی تدوین راهنماهای سلامت

شناسنامه و استاندارد خدمت

رادیوتراپی به روش IMRT

زمستان ۱۳۹۹

تدوین و تنظیم (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر محمود رضا آقامیری، عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

مهندس زهره آزما، فارغ التحصیل رشته پر توبزشکی

دکتر کوروش اربابی، نماینده سازمان انرژی اتمی

دکتر کاظم انوری، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مشهد

دکتر محمد بابایی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

دکتر نسرین بیات، رئیس گروه درمان بیماری های غیر واگیر معاونت درمان وزارت بهداشت

دکتر پیمان حداد، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

مهندس محمد جواد دلبری، نماینده سازمان انرژی اتمی

مهندس علی رجبی، فارغ التحصیل رشته پر توبزشکی

دکتر مهناز رعایایی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اصفهان

دکتر نازنین رهنما، متخصص رادیوتراپی انکولوژی

زهرا سعیدی، کارشناس گروه درمان بیماری های غیر واگیر معاونت درمان وزارت بهداشت

دکتر مهدی شادنوش، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی و رییس مرکز

مدیریت پیوند و درمان بیماری های معاونت درمان وزارت بهداشت

دکتر علی شبستانی منفرد، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بابل و نماینده انجمن

فیزیک پزشکی

دکتر حجت اله شهبازیان، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی جندی شاپور اهواز

دکتر صالح صندوقداران، متخصص رادیوتراپی انکولوژی

دکتر امیر محمد عارف پور، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران

دکتر احمد عامری، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی

دکتر مهدی عقیلی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران و نماینده انجمن

رادیوتراپی انکولوژی

دکتر نگین فرشچیان، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمانشاه

دکتر محمد حسن لاری زاده، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمان

دکتر محمد محمدی، استاد دانشگاه Adelaide استرالیا

دکتر داریوش مسلمی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بابل

دکتر محمدامین مصلح شیرازی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز و نماینده

انجمن فیزیک پزشکی

دکتر مونا ملک زاده، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی

دکتر لیلا مودب شعار، متخصص رادیوتراپی انکولوژی

دکتر سید ربیع مهدوی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران و نماینده انجمن

فیزیک پزشکی

دکتر حمیدرضا میرزایی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی

دکتر حسنعلی ندایی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

دکتر فاطمه ورشوئی تبریزی، متخصص رادیوتراپی انکولوژی و نماینده انجمن رادیوتراپی انکولوژی

دکتر محمد هوشیاری، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی و نماینده انجمن

رادیوتراپی انکولوژی

مرکز مدیریت پیوند و درمان بیماری ها

با همکاری

سازمان انرژی اتمی

انجمن های علمی رادیوتراپی انکولوژی و فیزیک پزشکی

تحت نظارت فنی:

گروه تدوین استاندارد و راهنماهای سلامت

دفتر ارزیابی فن آوری، تدوین استاندارد و تعرفه سلامت

دکتر مهدی یوسفی – دکتر مریم خیری

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. پرتودهی ممکن است از خارج از بدن (پرتودرمانی خارجی^۱) یا توسط منبع پرتو در داخل بدن (پرتودرمانی داخلی^۲) یا توسط مواد رادیواکتیو باز در داخل بدن انجام شود (پرتودرمانی سیستمیک). نوع پرتودهی به نوع تومور، تحمل بافت‌های سالم اطراف آن، مسافتی که پرتو باید در داخل بدن طی کند، همچنین به سلامت عمومی بیمار، تاریخچه بیماری و اینکه آیا بیمار از روش‌های دیگر درمان استفاده خواهد کرد یا نه، و مجموعه‌ای عوامل دیگر بستگی دارد. در بیشتر بیماران از روش پرتودرمانی خارجی، و در تعدادی از بیماران از سه روش پرتو درمانی خارجی، داخلی، سیستمیک همراه با هم، یا جداگانه استفاده می‌شود. بدیهی است هر درمانی دارای عوارض مخصوص به خود می‌باشد که مشخصه آن درمان است. 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 شده است. برای مثال، در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی بار اصلی درمان در پرتودرمانی به دوش دستگاه‌های کبالت-۶۰ بوده است. از دهه‌های ۱۹۸۰ به بعد، به علت محدودیت‌های دستگاه در ارتقای کیفیت درمان، شتابدهنده‌های خطی جایگزین آنها شده‌اند. با حضور تصاویر سه بعدی که دسترسی به جزئیات بدن انسان را برای پزشکان متخصص پرتودرمانی فراهم می‌کند، و همچنین پیشرفت در امور رایانه‌ای برای انجام محاسبات و انتقال اطلاعات از سامانه‌های طراحی درمان به شتابدهنده‌ها، پرتودرمانی از دهه‌های هشتاد و نود میلادی 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 Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT):

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. در این تکنیک هر میدان درمانی به تعدادی زیر میدان کوچکتر که سگمنت نامیده می‌شود تقسیم می‌گردد که در نهایت یک شدت متغیر را در سطح

¹ External radiotherapy

² Internal radiotherapy

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^۳ (MLC) و سامانه‌های ثبت و بررسی^۴ (R&V) درمان‌های IMRT براساس کولیماتور^۵ 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^۶ یا ایستا و داینامیک^۷ 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^۸ 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 سالم 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 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

³ Multileaf collimator

⁴ Record and verify

⁵ Collimator based IMRT

⁶ Step and shoot

⁷ Dynamic

⁸ Monitor unit

سازی^۹، بررسی صحت و دقت درمان با استفاده از تکنیک‌های مبتنی بر تصویر^{۱۰} (IGRT)، بررسی صحت محاسبات انجام شده توسط سامانه طراحی درمان (تضمین کیفی^{۱۱} محاسبات) قبل از درمان با استفاده از سامانه‌های محاسباتی دز ثانویه 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 زمان‌بر 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 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 سی‌تی اسکن تشخیصی است امکان پذیر می‌سازد. در این روش درمان، باریکه فوتون بادبزنی (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

⁹ Immobilization

¹⁰ Image guided radiotherapy

¹¹ Quality assurance (QA)

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.

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

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

این خدمت شامل مجموعه خدمات زیر می‌باشد:

کد خدمت ۷۰۵۲۹۰: مدیریت درمان رادیوتراپی پیش از شروع درمان

کد خدمت ۷۰۵۲۹۵: مدیریت درمان رادیوتراپی هنگام درمان به ازای هر ۵ جلسه

کد خدمت ۷۰۵۳۴۰: سیمولاتور با سایر روش‌های تصویربرداری برای دوره کامل رادیوتراپی (سی تی اسکن، ام آر آی، سونوگرافی و پت اسکن)

کد خدمت ۷۰۵۳۹۵: استفاده از پورتال فیلم رادیولوژیک برای تایید (وریفیکیشن) درمان به ازای هر مورد اجرا

کد خدمت ۷۰۵۴۵۵: کانتورینگ تومور برای دوره کامل رادیوتراپی

کد خدمت ۷۰۵۴۶۵: کانتورینگ ارگان در معرض خطر برای دوره کامل رادیوتراپی

کد خدمت ۷۰۵۴۵۰: طراحی درمان برای یک ناحیه درمان با استفاده از یک فیلد پیچیده برای دوره کامل رادیوتراپی

کد خدمت ۷۰۵۴۶۰: مدیریت و تجویز انجام درمان رادیوتراپی IMRT به ازای هر جلسه

کد خدمت ۷۰۵۴۷۵: محاسبات IMRT، شامل هیستوگرام دز حجم برای بافت هدف و تعیین تحمل نسبی ارگان‌های حیاتی

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

برای خدمات زیر در آخرین ویرایش کتاب ارزش نسبی خدمات، کدی در نظر گرفته نشده است.

کد بین المللی این خدمات:

کد خدمت ۷۷۰۱۴: استفاده از CBCT برای تایید (وریفیکیشن) درمان به ازای هر مورد اجرا

کد خدمت ۷۷۳۸۷: استفاده از روش‌های کنترل حرکات به منظور کاهش مارجین‌های درمان (DI BH.Gat i ng و Surface

tracki ng)

کد خدمت ۷۷۳۳۲ : استفاده از سیستم فیکسیشن خاص جهت انجام درمان (ماسک‌های ترموپلاست و یا تشکچه‌های خلاء،

Gradle) و یا بلوس‌های اختصاصی یکبار مصرف برای هر بیمار

کد خدمت ۷۷۳۳۶ : انجام بررسی پارامترهای درمان، تضمین کیفی تجهیزات، بررسی ثانویه طرح درمان، تضمین کیفی اختصاصی

طرح درمان هر بیمار

کد خدمت ۷۷۳۷۰ : در موارد خاص در صورت صلاح‌دید پزشک مربوطه، در صورت نیاز به انجام اقدامات خاص نظیر محاسبه

گپ تعویق درمان، نیاز به انجام طرح درمان مجدد برای بیمار در صورت تغییر آناتومیکی زیاد (یکبار در طول درمان)

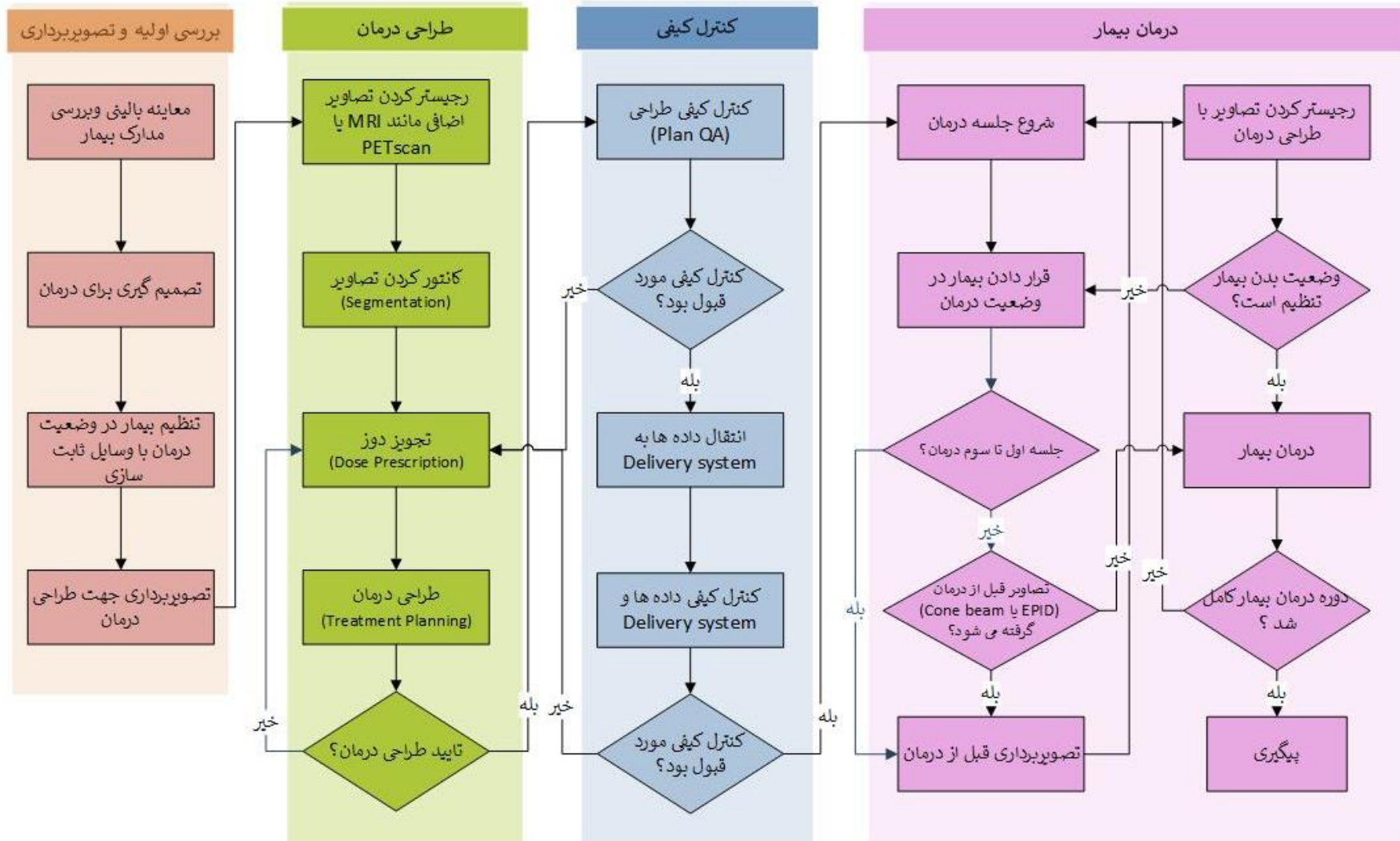
(ب) تعریف و تشریح خدمت مورد بررسی:

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.

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

در ذیل فلوجارت 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 (۷۰۵۳۴۰)

به منظور انجام و تهیه طرح درمان تکرارپذیر، قرار گرفتن بیمار در موقعیت خاص و تعیین دقیق محل ضایعه و ارگان‌های سالم، از ارکان اساسی پروسه درمانی است. پس از اختراع سی تی اسکن‌ها استفاده از آن‌ها به منظور انجام درمان‌های رادیوتراپی، معمول گردید. به منظور استفاده سی تی اسکن به عنوان سی تی شبیه ساز^{۱۲} یا سیمولاتور در رادیوتراپی باید نحوه قرارگیری بیمار بر روی تخت سی تی اسکن مشابه با درمان رادیوتراپی باشد.

مراکزی که قصد پیاده‌سازی درمان‌های پیشرفته مانند IMRT را دارند ملزم به تهیه سی تی سیمولاتور و یا سی تی اسکن اختصاصی با سایز گانتری ۷۰ سانتی‌متر و یا بیشتر و در بهترین حالت ۸۰ تا ۸۵ سانتی‌متر می‌باشند. مراکزی که در حال حاضر قادر به تهیه سی تی اسکن نیستند، تا اطلاع ثانوی، ملزم به عقد قرارداد با مرکز دارای سی تی اسکن مورد تایید سازمان انرژی اتمی می‌باشند. لازم بذکر است حداقل سایز گانتری سی تی اسکن بر اساس شرایط موجود کشور در نظر گرفته شده است و توصیه می‌شود مراکز جدید الاحداث که قصد تهیه انجام IMRT دارند، سی تی اسکن با سایز گانتری بالای ۸۰ سانتی‌متر تهیه نمایند.

این سی تی اسکن‌ها باید مجهز به لیزر اکسترنال با ساختار لیزرهای متحرک (یک لیزر متحرک Sagittal و دو لیزر متحرک Lateral به صورت Cross)، همراه با تخت یکسان با تخت دستگاه رادیوتراپی می‌باشند. لیزرهای مورد اشاره باید تولید یک شرکت معتبر داخلی و یا خارجی بوده، خدمات نصب و راه‌اندازی و پشتیبانی برای آن‌ها فراهم، و به تایید سازمان انرژی اتمی رسیده باشند. همچنین ملزومات و تجهیزات تضمین کیفیت باید همراه لیزرها تهیه و در مرکز موجود باشد.

فرآیند ست-آپ بیمار بر روی تخت سیمولاتور با استفاده از لیزرهای اتاق سیمولاتور و تجهیزات بی‌حرکت‌سازی مناسب که جهت درمان مورد استفاده قرار می‌گیرند، مارکرگذاری و تهیه تصاویر از ناحیه درمان با Field Of View (FOV) مناسب را سیمولیشن^{۱۳} می‌نامند.

استفاده از سیستم فیکسیشن خاص جهت انجام درمان (ماسک‌های ترموپلاست و یا تشکچه‌های خلا، Cradle) و

یا بلوس‌های اختصاصی یکبار مصرف برای هر بیمار (۷۷۳۳۲)

¹² CT simulator

¹³ Simulation

دسته وسیعی از تجهیزات در درمان‌های IMRT مورد استفاده قرار می‌گیرند که از اجزای اصلی درمان هستند. تجهیزات بی‌حرکت‌سازی بیمار به منظور اطمینان از اعمال دز به بافت هدف و جلوگیری از خطا استفاده می‌گردند. به منظور داشتن ست-آپ با دقت و تکرارپذیری کافی، تجهیزات بی‌حرکت‌سازی باید در اتاق درمان و سیمولاتور کاملاً مشابه باشند. به علت ماهیت درمان‌های IMRT و افت سریع دز در فاصله بسیار کم، استفاده از تجهیزات موردنیاز در این روش نسبت به روش‌های 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 ارگان‌های در خطر و حجم‌های درمان بر روی تصاویر سی‌تی اسکن است که این عمل کانتورینگ نامیده می‌شود. ارگان‌های در خطر، ارگان‌هایی 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 (MRI، PET یا تصاویر قبلی بیمار) استفاده کرد. کانتور ناصحیح در طراحی درمان معکوس^{۱۴} سبب دشواری و ایجاد خطا در طراحی درمان و بهینه‌سازی آن می‌گردد. جهت استانداردسازی کانتور ارگان‌های در خطر، ASTRO در سال ۲۰۱۹ راهنمایی منتشر کرده است که ارگان‌های در خطر مربوط به هر اندام را مشخص نموده است (پیوست ۲). توصیه می‌شود کانتورینگ ارگان‌های در خطر طبق راهنمای ASTRO انجام پذیرد. استانداردسازی 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 مربوطه کانتورینگ برای بار دوم نیز می‌تواند گزارش 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 MRI، PET به منظور کمک به تعیین حجم هدف به سامانه طراحی درمان وارد شده، طرح درمان پس از مرحله تعیین حجم هدف و بافت‌های سالم، توسط فیزیسیست و پزشک تهیه می‌گردد. طراحی درمان به دو روش مستقیم^{۱۵} و معکوس 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

¹⁴ Inverse planning

¹⁵ Forward planning

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 شده و پس از تایید نهایی، جهت درمان ارسال می‌گردد. 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، سامانه طراحی درمان باید حداقل مجهز به الگوریتم‌های مبتنی بر مدل بوده و همچنین به تایید سازمان انرژی اتمی رسیده 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^{۱۶} 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 راه اندازی شتابدهنده پزشکی حاصل شده و به عنوان داده‌های استاندارد برای راه‌اندازی سیستم طراحی درمان 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 راه اندازی مجدد است. کارگروه شماره ۱۱۹ محدودیت‌هایی به منظور اطمینان کمی، به عنوان مقادیر مورد انتظار پایه جهت راه اندازی 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. مراکز 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 می‌پذیرد. بدیهی است که دقت محاسبات دز در بدن بیمار به دقت و صحت اندازه‌گیری داده‌های دزیمتری دستگاه در هنگام راه‌اندازی مرتبط است.

¹⁶ Commissioning

انجام بررسی پارامترهای درمان، تضمین کیفی تجهیزات، بررسی ثانویه طرح درمان، تضمین کیفی اختصاصی

طرح درمان هر بیمار (۷۷۳۳۶)

بررسی ثانویه طرح درمان

وجود خطا در انجام محاسبات دز و مقدار مانیتورینیت محاسبه شده توسط سامانه طراحی درمان لطمات جبران ناپذیری برای بیمار به ویژه در درمان‌های IMRT به همراه دارد. یکی از روش‌های جلوگیری از بروز خطا قبل از انجام درمان، بررسی صحت محاسبات انجام شده توسط سامانه طراحی درمان با یک سامانه ثانویه 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 کیفی اختصاصی طرح درمان هر بیمار^{۱۷}

در سال ۲۰۰۵ در کشور آمریکا به دلیل خطایی در اجرای طرح درمان با استفاده از دستگاه شتابدهنده و عدم قرارگیری مولتی لیف کولیماتورها در مکان مناسب هنگام درمان، بیماری با اعمال دز ۳۹ گری در ۳ جلسه فوت شد. سپس پروتکل‌های درمانی بر این مبنای قرار گرفت که کنترل کیفی طرح درمان تهیه شده برای هر بیمار باید قبل از اجرا و یا در چندین جلسه اول درمان انجام پذیرد. به منظور انجام کنترل کیفی طرح درمان برای هر بیمار، روش‌های مبتنی بر اندازه‌گیری در فانتوم‌های یکنواخت بیشترین مورد استفاده را دارد. بدین منظور پس از تایید طرح درمان توسط متخصص رادیوانکولوژی (رادیوتراپی)، طرح درمان تهیه شده برای هر بیمار شامل فایل‌های مربوط به سگمنت‌ها، در زوایای مختلف و با مانیتورینیت محاسبه شده، بر فانتوم‌های یکنواخت اعمال و محاسبه می‌گردد. سپس با مقایسه مقدار دز نقطه‌ای و فلوئنس^{۱۸} محاسبه شده توسط سامانه طراحی درمان و اندازه‌گیری شده در فانتوم میزان دقت اعمال طرح درمان توسط فیزیسیست تعیین می‌گردد. اگر دقت در محدوده مورد تایید باشد، طرح درمان برای اجرا بر روی بیمار نهایی می‌شود. انجام کنترل کیفی طرح درمان به ازای هر بیمار امری زمان‌بر بوده و نیاز به دقت و تجربه بالای فیزیسیست درمان دارد. تلاش‌های بسیاری در جهت کاهش زمان مورد نیاز برای انجام این مهم، با استفاده از بررسی فایل‌های درمانی در هر جلسه و یا سیستم‌های پورتال گردیده است، ولی هم اکنون روش رایج همان اندازه‌گیری عملی با استفاده از فانتوم‌های همگن است.

¹⁷ Patient Specific Quality Assurance (PSQA)

¹⁸ Fluence

به دلیل پیچیدگی درمان‌های IMRT، انجام کنترل کیفی طرح درمان اختصاصی هر بیمار قبل و یا در ۳ جلسه اول دوره درمان رادیوتراپی، توسط انجمن‌های بین‌المللی ASTRO، ACR و AAPM توصیه شده است. تجهیزات مورد نیاز برای انجام کنترل کیفی طرح درمان پیش از رادیوتراپی شامل فانتوم‌های دو 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 کیفی تجهیزات

قبل از راه‌اندازی روش‌های درمان در کلینیک، اطمینان از عملکرد سیستم جهت اعمال دز به بیمار از اهمیت بالایی برخوردار است. بدین منظور پروتکل‌های بین‌المللی در این زمینه ارائه شده اند 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 شده اند.

درمان رادیوتراپی تحت هدایت تصویر (IGRT):

استفاده از پورتال فیلم رادیولوژیک برای تایید (وریفیکیشن) درمان به ازای هر مورد اجرا (کد خدمت ۷۰۵۳۹۵)

استفاده از CBCT برای تایید (وریفیکیشن) درمان به ازای هر مورد اجرا (کد خدمت ۷۷۰۱۴)

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. برای مثال: مطالعات بسیاری بر روی درمان‌های رادیوتراپی سرطان پروستات نشان داده‌اند که این ارگان می‌تواند در بین جلسات درمان تا حدود ۲ سانتیمتر حرکت داشته باشد. میزان حرکت نیز به میزان پر و خالی بودن رکتوم و مثانه وابسته است. عدم تطابق هندسه درمان در جلسات مختلف رادیوتراپی با تصویر گرفته شده در سی تی اسکن شبیه‌ساز، می‌تواند منجر به ایجاد عارضه برای رکتوم و یا مثانه و درمان غیر بهینه پروستات 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. امروزه از روش‌های رایج می‌توان به استفاده از سونوگرافی، تجهیزات تصویربرداری پورتال الکترونیک (EPID) و سی‌تی‌اسکن به منظور بدست آوردن تصاویر دوبعدی و یا سه بعدی و بررسی حرکت تومور و یا بیمار هنگام درمان رادیوتراپی با استفاده از سیستم‌های Gating و یا Surface tracking اشاره نمود. تصاویر پورتال در حقیقت تصاویر دو بعدی مانند تصاویر فیلم‌های رادیولوژی می‌باشند که با استفاده از پرتوهای فوتون مگاولتاژ درمانی و پانل‌های دو بعدی و به صورت الکترونیکی گرفته می‌شوند. این تصاویر دارای کنتراست و رزولوشن پایینی هستند و بهره‌گیری از آن‌ها تنها برای بررسی استخوان‌ها، بافت ریه و مارکرهای با چگالی بالا با دقت مناسب امکان‌پذیر است. به منظور بررسی بیمار با استفاده از این روش به دو تصویر قدامی-خلفی و لترال نیاز است و می‌تواند در درمان‌های ناحیه مغز، سر و گردن و توراکس موثر باشد. بررسی صحت هندسه درمان با استفاده از تصاویر سه بعدی نیز با استفاده از تصاویر MVCT و یا kvCT انجام می‌پذیرد که با توجه به ماهیت تصاویر سی‌تی بررسی بافت‌های نرم نیز به خوبی با استفاده از آن‌ها امکان‌پذیر است. بنابراین دستگاه‌های مجهز به سیستم‌های بررسی تصویر بر مبنای سی‌تی اسکن نسبت به دستگاه‌هایی که مجهز به سیستم‌های پورتال می‌باشند، در برخی موارد نظیر تومورهای شکم و لگن ارجحیت درمانی دارند. در این موارد می‌توان با استفاده از تصاویر سه بعدی بازسازی شده توسط سی‌تی اسکن وضعیت دقیق هندسه درون بدن و موقعیت قرارگرفتن بافت تومور نسبت به بافت‌های سالم را بررسی نمود و در صورت نیاز، تغییرات لازم را اعمال نمود. سی‌تی اسکن‌های مورد استفاده بدین منظور به دو گونه سی‌تی اسکن با باریکه بادبزن^{۱۹} و باریکه مخروطی^{۲۰} تقسیم می‌شوند. استفاده از تکنیک IGRT در درمان‌های IMRT که تومور در نزدیکی یا مجاورت ارگان‌های سالم قرار گرفته است و با افت دز بسیار سریعی روبرو هستیم، از اهمیت بالایی برخوردار است. پروتکل‌های متفاوتی در ارتباط با میزان استفاده از این تکنیک وجود دارد که وابسته به نوع درمان است. استفاده از روش‌های بررسی براساس تصویر با استفاده از CBCT یا Fan beam CT در دستگاه‌هایی که مجهز به این تکنیک هستند در سه جلسه اول و حداقل هفته‌ای یکبار، سودرسانی درمان را بالا می‌برد. در سایر جلسات استفاده از تصاویر پورتال ضروری است. لازم به ذکر است که در برخی درمان‌های هایپوفراکشن (با 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.

¹⁹ fan beam CT scan

²⁰ cone beam CT

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 و یا پر و خالی شدن اندام‌هایی نظیر رکتوم و مثانه، 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^{۲۱} و یا داوطلبانه^{۲۲} 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 و پس از انجام و تهیه طرح درمان و تایید نهایی آن انجام می‌پذیرد.

²¹ Active

²² 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 ۷۰۵۳۴۰)
- ۳- بررسی نیاز به انجام روش‌های بیحرکت‌سازی خاص نظیر تهیه ماسک، تشکچه‌های خلا و غیره،
- ۴- انجام سی تی سیمولیشن (کد خدمت ۷۰۵۳۴۰)
- ۵- وارد نمودن تصاویر در برنامه طراحی درمان (تصاویر سی تی سیمولیشن و تصاویر سایر مدالیته‌های تشخیصی مورد نیاز) (کد خدمت ۷۰۵۳۴۰)
- ۶- انجام رجیستریشن تصاویر (کد خدمت ۷۰۵۳۴۰)
- 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)
- ۱۱- انجام کنترل کیفی محاسبات انجام شده در سیستم طراحی درمان با استفاده از نرم افزار محاسبات دز ثانویه، ارسال طرح درمان به سیستم نرم افزار ثبت و بررسی، و تایید موارد ارسالی از سیستم طراحی درمان به نرم افزار R&V، انجام کنترل کیفی طرح درمان تایید شده با استفاده از فانتوم‌های دو بعدی (کد خدمت ۷۷۳۳۶)
- ۱۴- ست آپ بیمار و انجام درمان در اتاق درمان
- ۱۵- انجام وریفیکیشن درمان با استفاده از تصاویر پورتال و یا CBCT (کدهای خدمت ۷۰۵۳۹۵ و ۷۷۰۱۴)
- ۱۶- 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، مانتوریونیت 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 و یا CBCT (کدهای خدمت ۷۰۵۳۹۵ و ۷۷۰۱۴)
- ۴- انجام درمان بیمار (کدهای خدمت ۷۰۵۴۸۰ و ۷۰۵۴۶۰)
- ۵- انجام وریفیکیشن درمان با استفاده از تصاویر پورتال و یا CBCT 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 ۷۷۰۱۴)
- 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 مورد نیاز

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 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 که اندیکاسیون اثبات شده دارند، 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.

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

- متخصص رادیوانکولوژی (رادیوتراپی)

و) افراد صاحب صلاحیت جهت ارائه خدمت مربوطه:

همه متخصصین رادیوانکولوژی (رادیوتراپی) در مراکز مورد تأیید معاونت درمان وزارت بهداشت صلاحیت انجام IMRT را دارند.

(در صورت تصویب دوره آموزشی مورد تأیید معاونت آموزشی وزارت بهداشت، داشتن گواهینامه این دوره الزامی است.)

ز) عنوان و سطح تخصص‌های مورد نیاز (استاندارد) برای سایر اعضای تیم ارائه کننده خدمت:

ردیف	عنوان تخصص	تعداد مورد نیاز به ازای هر خدمت	میزان تحصیلات مورد نیاز	سابقه کار یا دوره آموزشی	نقش در ارائه خدمت
۱	فیزیسیست درمان	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.	کارشناسی ارشد یا دکترای فیزیک پزشکی و سایر رشته های مندرج در ضوابط دریافت مجوز کار با اشعه واحد قانونی	<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 • دارای گواهی تایید صلاحیت فیزیسیست مورد تایید سازمان انرژی اتمی • سابقه ۳ ماه کارآموزی در مراکزی که خدمات IMRT ارائه می کنند و خدمات ارائه شده در آن مرکز مورد تایید معاونت درمان وزارت بهداشت باشد با تایید مسئول فنی مرکز آموزش دهنده 	<p>۱- تهیه فلوجارت‌های مناسب مرکز برای ارائه خدمت IMRT زیر نظر پزشک معالج</p> <p>۲- جمع آوری و طبقه‌بندی اطلاعات تکنیکی مورد نیاز جهت بهینه‌سازی محاسبات درمان</p> <p>۳- جمع‌آوری و طبقه‌بندی اطلاعات مورد نیاز برای بهینه‌سازی کنترل کیفی ارائه خدمات IMRT اعم از پلانینگ و کنترل کیفی دستگاه و کنترل کیفی پلان بیمار</p> <p>۴- تهیه و ساماندهی و کنترل پروتکل‌های IGRT مناسب برای مرکز با همکاری پزشک درمانگر</p> <p>۵- انجام کنترل کیفی‌های دوره‌ای دستگاه‌ها بر اساس پروتکل‌های بین المللی مورد تایید سازمان انرژی اتمی</p> <p>۶- مشاوره به پزشک در خصوص امکانات موجود و محدودیت‌های مرکز در ارائه درمان- های مختلف</p> <p>۷- همکاری در مرحله بی‌حرکت‌سازی بیمار جهت انجام درمان</p> <p>۸- همکاری بر 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 بین المللی مورد تایید واحد قانونی</p> <p>۱۴- انجام کنترل کیفی طرح درمان و محاسبات دزیمتری</p> <p>۱۵- همکاری با پزشک در نظارت بر انجام ست آپ در اولین جلسه درمان و سایر جلسات در صورت نیاز</p>

<p>۱۶- همراهی پزشک در نظارت بر روش‌های IGRT و بررسی تصاویر در صورت نیاز</p> <p>۱۷- انجام کنترل کیفی روش‌های DIBH و Gating</p> <p>۱۸- بررسی پارامترهای درمان و نحوه اجرای پلان درمان</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 موردنیاز مرکز</p> <p>۸- نظارت بر انجام کنترل کیفی دوره‌ای دستگاه‌ها براساس 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 فعال در حوزه رادیوتراپی و دارای گواهینامه دوره پیشرفته حفاظت در برابر اشعه</p>	<p>کارشناسی ارشد یا دکترای رشته‌های مندرج در ضوابط دریافت مجوز کار با اشعه واحد قانونی</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- مشاوره جهت انجام ست-آپ بیماران در صورت نیاز</p> <p>۴- ست-آپ بیماران</p> <p>۵- بررسی تغییرات موردنیاز هنگام 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- بررسی تصاویر IGRT هنگام درمان در تمام روزهای درمان</p> <p>۷- انجام درمان در تمامی جلسات رادیوتراپی مطابق با پروتکل‌های تعیین شده در بخش</p> <p>۸- ثبت سوابق درمان در تمامی جلسات</p> <p>۹- توجه به نحوه انجام درمان و مانیتور عوارض احتمالی و میزان تحمل درمان توسط بیمار و در جریان قرار دادن پزشک درمانگر</p>					
<p>۱- انجام تعمیرات موردنیاز دستگاه مطابق با استانداردهای تعیین شده توسط شرکت فروشنده</p> <p>۲- انجام تنظیمات موردنیاز با نظارت فیزیسیست درمان، تحت نظارت شرکت فروشنده</p>	<p>حداقل ۱ سال سابقه کار با دستگاه شتابدهنده به عنوان مهندس دستگاه</p>	<p>کارشناس مهندسی برق یا مهندسی پزشکی</p>	<p>۱</p>	<p>مهندس* دستگاه</p>	<p>۴</p>

*مراکزی 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 مراکز 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 مورد نظر داده می‌شود، مقدار مانیتورینیت 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 مانیتورینیت 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 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 مدالیتة Conformal و IMRT استفاده می‌شود حاصلضرب این دو پارامتر از مجموع حاصلضرب بار کاری در فاکتور استفاده^{۲۳} 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

²³ Use factor

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 نشستی سر دستگاه، محاسبه و طراحی می‌گردند. در این حفاظ‌ها بنا بر پیشنهاد ارائه شده توسط **NCRP No.49**، 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 ایزوستر به دست خواهد آمد.

در محاسبات مربوط به اعمال نشستی 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 مدرک آژانس بین‌المللی انرژی اتمی **Safety Report Series No.47** فصل ۹ انجام می‌پذیرد و نسبت مذکور که فاکتور **IMRT** نامیده می‌شود، مؤثرترین پارامتر در تعیین ضخامت حفاظ‌های ثانویه برای پرتو نشستی 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.

در محاسبات بار کاری دستگاه برای پرتو نشستی، 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 مانیتوریونیت دستگاه شتاب‌دهنده با در نظر گرفتن فیلدسایزهای کوچکی که برای دریافت دز جذبی بیماران مطلوب است لحاظ می‌گردد و برای یک دز جذبی مشخص مانیتوریونیت مورد نیاز در IMRT خیلی بیشتر از مانیتوریونیت‌های 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 سرمایه ای
	تجهیزات ایده آل	تجهیزات الزامی	
پیشنهاد می شود 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 IMRT و VMAT و دارای سیستم CBCT (برای درمان‌های VMAT وجود 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 به شرط تهیه تجهیزات مورد تایید سازمان انرژی اتمی	سی تی اسکن با سایز دهانه ۷۰ سانتی‌متر یا بیشتر (موجود در مرکز و یا قرارداد با مرکز خارج مرکز پرتودرمانی) به شرط 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	دارای قابلیت انجام محاسبات دزیمتری با الگوریتم مبتنی بر مدل	سامانه طراحی درمان (TPS)
یک ایستگاه	دارای الگوریتم محاسباتی ساده و یا مونت کارلو و یا به صورت برنامه ای ساده تهیه شده توسط فیزسیست مرکز		سامانه چک محاسبات دزیمتری ثانویه
یک عدد	علاوه بر فانتوم های دو بعدی، استفاده از سیستم Epid dosimetry	فانتوم‌های دو بعدی مرتبط	فانتوم بررسی طرح درمان اختصاصی هر بیمار قبل از درمان

<p>یک پکیج به ازای هر دستگاه و یک پکیج جهت انجام سیمولیشن در سی تی اسکن</p>		<p>پکیج کامل تجهیزات بی حرکت سازی بدن شامل: universal body board، زیرسری و زیرشانه ای برای بیماران سرو گردن، Knee، Arm rest، Breast board، foot rest و rest، بالشک های تخلیه و هر تجهیزاتی که به تثبیت بیمار در طول دوره رادیوتراپی کمک می کند</p>	<p>تجهیزات بی حرکت سازی بیمار</p>
<p>حداقل یک پکیج کامل</p>	<p>دایودها</p>	<p>براساس توصیه های کارگروه AAPM TG120 ۱- واتر فانتوم سه بعدی ۲- دزیمترهای اتاقک یونش با حجم حساس اشاره شده در مراجع</p>	<p>تجهیزات دزیمتری نسبی</p>
<p>حداقل یک پکیج کامل</p>		<p>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- واتر فانتوم سه بعدی و یا تک بعدی ۴- الکترومتر ۵- دماسنج و فشار سنج با دقت مناسب ۶- فانتوم های جامد</p>	<p>تجهیزات دزیمتری مرجع</p>
<p>پکیج کامل</p>		<p>فانتوم های مربوطه مورد اشاره در کارگروه ۱۷۹</p>	<p>تجهیزات کنترل کیفی سیستم های تصویربرداری هنگام درمان</p>
<p>پکیج کامل</p>		<p>سامانه معتبر به همراه لایسنس معتبر و دارای گواهی خدمات پس از فروش از شرکت مربوطه</p>	<p>سامانه ثبت و بررسی اطلاعات درمان</p>

داروها، مواد و لوازم مصرفی پزشکی جهت ارائه هر خدمت:

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

مدارک مورد نیاز 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 مورد نیاز، و عواملی نظیر قطع درمان
- ۱۵- نتیجه انجام کنترل کیفی‌های مربوطه
- ۱۶- طرح درمان اختصاصی هر بیمار

۱۷- در صورت نیاز به انجام مجدد سیمولایشن 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 و/یا نود مثبت، مارجین مثبت و/یا نود مثبت

ب) Salvage:

- در بیماران پس از پروستاتکتومی با شواهد عود لوکال یا بیوکمیkal 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- سرطان‌های سر و گردن

- IMRT برای درمان سرطان‌های سر و گردن و مری سرویکال توصیه می‌شود.

- IMRT برای سرطان‌های تیروئید، لنفوما و سارکوما که در نزدیکی ارگان‌های در خطر (OAR) شامل مری، غدد بزاقی و نخاع باشند و با درمان کانون‌محال نتوان این ارگان‌ها را حفظ نمود توصیه می‌شود.
- IMRT در درمان نواحی که قبلاً تحت درمان رادیوتراپی قرار گرفته‌اند توصیه می‌شود.

تعاریف:

سرطان‌های سروگردن شامل حفره دهان و لب، حنجره، هیپوفارنکس، اوروفارنکس، نازوفارنکس، سینوس‌های پاراناژال و حفره بینی، غدد بزاقی و سرطان‌های با منشأ نامعلوم سروگردن (occult primaries) می‌شود.

۳- سرطان‌های سیستم عصبی مرکزی:

- در بیماران با سرطان‌های اولیه با منشأ سیستم عصبی مرکزی که تومور در نزدیکی ارگان‌های حساس قرار دارد و با درمان 3D نمی‌توان محدودیت‌های حجم دز (dose volume constraints) طبق تعاریف QUANTEC را رعایت نمود، درمان IMRT توصیه می‌شود.

- IMRT در درمان بیمارانی که قبلاً تحت درمان رادیوتراپی ناحیه قرار گرفته‌اند توصیه می‌شود.

۴- سرطان‌های قفسه سینه:

- IMRT در سرطان‌ها ریه، سرطان مری گردنی، سرطان‌های Gastroesophageal junction، لنفوم توراسیک و سارکوم توراسیک با شرایط زیر توصیه می‌شود:

الف) رادیوتراپی با هدف Curative در بیماران با بدخیمی پیشرفته داخل توراکس انجام شود

ب) در درمان از تکنیک‌هایی 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 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 لنف‌نودهای ایتترنال ممری قرار بگیرند توصیه می‌شود.
- IMRT در درمان بیمارانی که قبلاً تحت رادیوتراپی ناحیه قرار گرفته‌اند 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 (مثلا 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 می کند به میزان ۱۵٪ شده باشد (مثلا از ۴۰٪ به ۲۵٪ برسد)
- IMRT در درمان بیمارانی که قبلا تحت رادیوتراپی ناحیه قرار گرفته اند توصیه می شود.

۶-تومورهای شکم و لگن

۱. IMRT در درمان سرطان آنال توصیه می شود.
۲. در سایر سرطانهای شکم و لگن در صورتی درمان IMRT توصیه می شود که پس از طراحی درمان 3D مشخص شود که دز رسیده ارگانهای اطراف سبب ایجاد عوارض برای بافت نرمال می شود و درمان IMRT می تواند دز تحمل مناسب به بافت برساند (قسمت تعاریف) و یکی از شرایط زیر وجود داشته باشد:
الف) درمان نواحی که قبلا 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 می توان 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 کتراندیکاسیون های دقیق خدمت:

انجام IMRT در بیمارانی که امکان فیکسیشن صحیح آن ها وجود ندارد، در بیماران بی قرار و همچنین در مواردی که تجهیزات استاندارد جهت در نظر گرفتن حرکات اندام ها وجود ندارد، کتراندیکاسیون درمان محسوب می شوند.

انجام IMRT در بیماران با شرایط اورژانس مانند فشار بر روی طناب نخاعی، سندرم ورید اجوف فوقانی یا انسداد مسیر هوایی کتراندیکاسیون درمان محسوب می شود.

مدت زمان ارائه هر واحد خدمت:

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

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

درمان رادیوتراپی به صورت خدمت سرپایی انجام می پذیرد.

موارد ضروری جهت آموزش به بیمار:

- آموزش خودمراقبتی برای عوارض مرتبط با درمان قبل از شروع درمان و حداقل یک بار در طول درمان
- توضیح دادن گزینه های 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

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 Gnd_Lacrimal Hippocampus_L/R Pituitary Scalp
<i>Spine - Cervical</i>	Brainstem Esophagus SpinalCord	Bone_Mandible BrachialPlex_L/R Cavity_Oral Gnd_Submand Gnd_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 Lungs	Bladder Bowel_Large Bowel_Small Breast_L/R Genitals Gnd_Thyroid Liver Ovary Rectum Stomach Testis_L/R

	OpticChiasm OpticNrv_L/R Pituitary SpinalCord	
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 GlnD_Submand_L/R	BrachialPlex_L/R Cochlea_L/R Eye_L/R GlnD_Thyroid Lens_L/R

	Larynx Lips Parotid_L/R SpinalCord	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 Gnd_Submand_L/R Parotid_L/R *SpinalCord	Esophagus Gnd_Thyroid Heart Lips Lung_L/R Lungs Musc_Constrict
<i>Elective or Definitive Neck</i>	Bone_Mandible Brainstem Cavity_Oral Gnd_Submand_L/R Parotid_L/R SpinalCord	BrachialPlex_L/R Cochlea_L/R Esophagus Gnd_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 Gnd_Thyroid Lungs
<i>Axilla</i>	Heart Lung_L/R SpinalCord	BrachialPlex_L/R Esophagus Gnd_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 Heart	Kidney_L/R Kidneys

	Lung_L/R Lungs SpinalCord Stomach	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	Liver (Rt) Spleen (Lt)

	CaudaEquina Kidney_L/R Kidneys SpinalCord	Stomach (Lt)
<i>Retroperitoneal Space</i>	Bowel_Large Bowel_Small Kidney_L/R Kidneys Liver SpinalCord	Stomach
<i>Paraaortic</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

IMRT	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	

IMRT	نام تست	نوع آزمون
2%	X-ray output constancy	دزیمتری
2%	Electron output constancy	
2%	Backup monitor chamber constancy	
2%(IMRT dose rate)	Typical dose rate output constancy	
1%	Photon beam profile constancy	
1%	Electron beam profile constancy	
2%/2mm	Electron beam energy constancy	
2 mm or 1% on a side	Light/radiation field coincidence	
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	Accessory trays) i.e., port film graticle tray)	
2 mm	Jaw position indicators (symmetric)	
1 mm	Jaw position indicators (asymmetric)	
1 mm	Cross-hair centering (walkout)	
2 mm/1°	Treatment couch position indicatorse	
2 mm	Wedge placement accuracy	
1 mm	Compensator placement accuracy	
Functional	Latching of wedges, blocking tray	
1 mm	Localizing lasers	
Functional	Laser guard-interlock test	ایمنی

IMRT	نام تست	نوع آزمون
1%	X-ray flatness change from baseline	دزیمتری
±1%	X-ray symmetry change from baseline	
1%	Electron flatness change from baseline	
±1%	Electron symmetry change from baseline	
±1% (absolute)	X-ray/electron output calibration (TG-51)	
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)	
±2% from baseline	Output factors for electron applicators (spot check of one applicator/energy)	
±1% from baseline	X-ray beam quality (PDD10 or TMR1020)	
±1mm	Electron beam quality _R50_	
±2%	Physical wedge transmission factor constancy	
±5%(2–4 MU), ±2% ≥5 MU	X-ray monitor unit linearity (output constancy)	
±2% ≥5 MU	Electron 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	Electron output constancy vs gantry angle	
±1% from baseline	Electron and x-ray off-axis factor constancy vs gantry angle	
±1% from baseline	Arc mode (expected MU, degrees)	
Functional	TBI/TSET mode	
1% (TBI) or 1 mm PDD shift (TSET) from baseline	PDD or TMR and OAF constancy	
2% from baseline	TBI/TSET output calibration	
2% from baseline	TBI/TSET accessories	

±1 mm from baseline	Collimator rotation isocenter	مکانیکی
±1 mm from baseline	Gantry rotation isocenter	
±1 mm from baseline	Couch rotation isocenter	
Functional	Electron applicator interlocks	
±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

تورانس	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:

Non-SRS/SBRT	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)	Planar kV imaging
≤2 mm	Monthly	Scaling	
Baseline	Monthly	Spatial resolution	
Baseline	Monthly	Contrast	
Baseline	Monthly	Uniformity and noise	
≤2 mm	Monthly	Geometric distortion	Cone-beam CT (kV and MV)
Baseline	Monthly	Spatial resolution	
Baseline	Monthly	Contrast	
Baseline	Monthly	HU constancy	
Baseline	Monthly	Uniformity and noise	

±5 mm	Annual	Full range of travel SDD	Planar MV imaging (EPID)
Baseline	Annual	Imaging dose	
Baseline	Annual	Beam quality/energy	Planar kV imaging
Baseline	Annual	Imaging dose	
Baseline	Annual	Imaging dose	Cone-beam CT (kV and MV)

- 1- Faiz M. Khan. Physics of Radiation Therapy. The 5th Edition. 2014.
- 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. 083 - 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 ۱۳۸۷-۱۰/۶-۱-۱۳۸۷-Mor.1387 INRA-RP-RE-122-10/6-1-Mor.1387 مرداد ۱۳۸۷.
- ۸- قانون حفاظت در برابر اشعه مصوب خرداد ۱۳۶۸ مجلس شورای اسلامی.
- 9- International Atomic Energy Agency. Radiation Protection in the Design of Radiotherapy Facilities. IAEA Safety Reports Series No.47. Vienna 2006.
- 10- Site planning Guide, Tomotherapy treatment delivery, ACCURAY.
- 11- American Association of Physicists in Medicine. Report No. 120 - Dosimetry tools and techniques for IMRT (2011).
- 12- 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).
- 13- 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
- 14- Moran JM, Dempsey M, Eisbruch A, et al. Safety considerations for IMRT: Executive summary. Pract Radiat Oncol. Jul-Sep2011;1(3):190-195.
- 15- 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.
- 16- 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
- 17- 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.
- 18- 2015 ASTRO Radiation Oncology Coding Resource. Fairfax, Virginia: American Society for Radiation Oncology (ASTRO); 2015.
- 19- Bortfeld T, Schmidt-Ulrich R, De Neve W, Wazer DE. Image-Guided IMRT. Berlin, Germany: Springer; 2006.3. Chao KSC, Apisarnthanarax S, Ozyigit G.
- 20- Practical Essentials of IntensityModulated Radiation Therapy. 2nd edition. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

- 21- DeVita VT, Hellman S, Rosenberg SA. Radiation Oncology. Cancer, Principles & Practice of Oncology. 9th edition. Philadelphia, PA: Lippincott William & Wilkins; 2011: 297-306. 5.
- 22- Guerrero Urbano MT, Nutting CM. Clinical use of intensity-modulated radiotherapy: part I. Br J Radiol. 2004; 77(914): 88-96.6.
- 23- Guerrero Urbano MT, Nutting CM. Clinical use of intensity-modulated radiotherapy: part II. Br J Radiol. 2004; 77(915): 177-182.7.
- 24- 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.
- 25- 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.
- 26- 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.
- 27- 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.

- تاریخ اعتبار این راهنما از زمان ابلاغ به مدت ۳ سال می باشد و بعد از اتمام مهلت زمانی میبایست ویرایش صورت پذیرد.