

کنترل کیفیت در تجهیزات تصویربرداری پزشکی کنترل کیفی سی تی اسکن

روش تصویر برداری سی تی اسکن ، تصاویر مقطعی تشریحی از بدن را بر اساس کاهش تابش ایکس بازسازی می کند . مزیت روش تشخیصی سی تی اسکن در مقایسه با رادیولوژی معمولی حذف برهم نهش ساختار های مختلف است. روش تصویر برداری سی تی اسکن، تصاویری با کیفیت بالا مخصوصا در بافت های نرم با کنتراست پایین ارائه می کند.

یک دستگاه اسکن توموگرافی کامپیوتری (شکل ۱) از یک میز برای قرار گرفتن بدن بیمار، یک گانتری، یک منبع تولید اشعه ایکس ، سیستمی برای آشکار کردن تشعشع خارج شده از بدن، یک ژنراتور اشعه ایکس، یک کامپیوتر برای بازسازی تصویر و کنسول عملیاتی که تکنولوژیست رادیولوژی بر آن قرار می گیرد، تشکیل شده است.

روش کار دستگاه به این صورت است که پس از اینکه بدن بیمار بر روی میز و سر آن در گانتری قرار گرفت و شرایط دستگاه بر حسب ناحیه مورد تصویر برداری تنظیم شد، یک دسته پرتو ایکس توسط کولیماتور (محدودکننده دسته اشعه) به صورت یک باریکه در آمده و از بدن بیمار رد می شود (پالس می شود) سپس مقداری از انرژی اشعه هنگام عبور از بدن جذب، و باقیمانده اشعه با عنوان پرتو خروجی که از بدن بیمار عبور می کند توسط آشکار سازی که مقابل دسته پرتو ایکس قرار دارد ، اندازه گیری شده و بعد از تبدیل به زبان کامپیوتری ، در حافظه کامپیوتر ذخیره می شود. بلافاصله پس از اینکه اولین پالس اشعه بطرف بیمار فرستاده و اندازه گیری

مقطع نگاری

یا برش نگاری

رایانه ای یا همان توموگرافی

رایانه ای (Computed Tomography)

یا به اصطلاح سی تی اسکن ، روشی نوین است که در علوم تشخیصی در فیزیک پزشکی کاربرد تحقیقاتی و درمانی فراوانی دارد. در این روش، کالبد انسان یا دیگر جانوران به صورت لایه به لایه برانداز (اسکن) می شود و بدین ترتیب بخش های درونی بدن نیز برای پزشکان قابل رؤیت می شود.

امروزه ایده ها و اصول فیزیک از یک ترمومتر ساده گرفته تا پیشرفته ترین روش های تصویربرداری از قبیل

سی تی اسکن ، MRI و

PET به کمک پزشکان

آمده اند و ابزارهای

قدرتمندی را برای آنان

فراهم کرده اند. کشف

اشعه ایکس در سال ۱۸۹۵

توسط رونتگن انقلابی در

دنیای پزشکی ایجاد کرد

و روشی غیر تهاجمی

را برای دیدن اعضاء

داخلی بدن فراهم کرد.

سی تی اسکن در سال

۱۹۷۲ برای تصویربرداری

پزشکی معرفی شد و تا

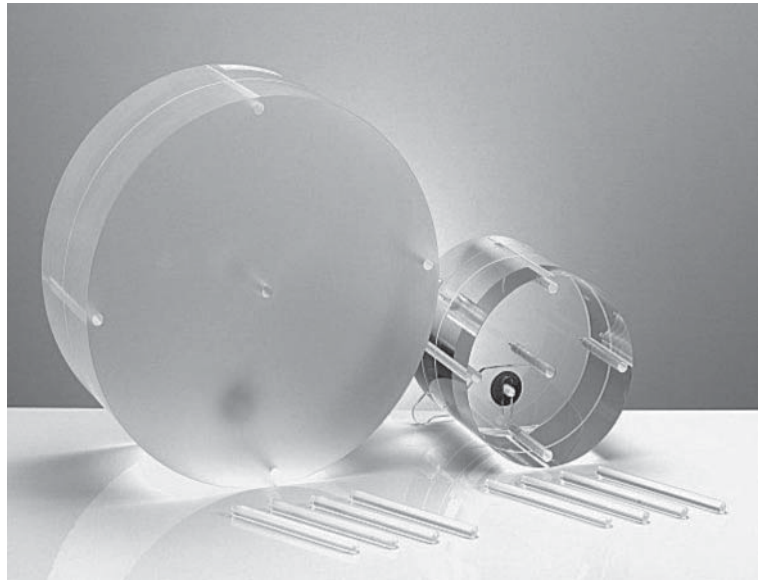
کنون پیشرفت های زیادی

در دو جنبه تکنیکی و

کلینیکی داشته است.



شکل ۱ . دستگاه سی تی اسکن



شکل ۲) فانتوم اندازه گیری CT Dose Index

دارای قطر های ۱۶۰ و ۳۲۰ میلی متر بوده و دارای سوراخ هایی در کناره ها و مرکز برای قرار دادن پروب دزیمتر است)، همچنین پروب قلمی دزیمتری جهت اندازه گیری دز پرتو سی تی و دستگاه آزمون گر غیر تهاجمی تحلیل گر پرتو ایکس، نیاز است. روش انجام آزمون به این صورت است که ابتدا فانتوم را روی تخت و در مرکز گانتری در محل ایزوستتر قرار می دهیم به طوری که اطمینان حاصل شود مرکز فانتوم (سوراخ مرکزی آن) با مرکز گانتری منطبق است. فانتوم باید به گونه ای قرار گیرد که اسلایس تنظیمی بر روی دستگاه سی تی دقیقاً از مرکز آن عبور نماید. پروب قلمی دزیمتری را در سوراخ مرکزی فانتوم قرار می دهیم و کابل آن را به دستگاه آزمون گر متصل می کنیم و سایر سوراخ ها را با میله هایی از جنس فانتوم پر می کنیم سپس دستگاه آزمون گر را تنظیم و در حالت آماده به کار قرار می دهیم. ضخامت اسلایس تنظیمی (t) را ۱۰ میلی متر و شرایط لامپ مولد پرتو دستگاه را در ولتاژ ۱۲۰kVp و ۱۰۰mAs در نظر می گیریم. عمل پرتو دهی را انجام، و میزان دز اندازه گیری شده را در واحد mGy یادداشت می کنیم سپس دز اندازه گیری شده (D) را بر ضخامت اسلایس تنظیمی بر روی دستگاه (t) بر حسب سانتی متر تقسیم می کنیم و نتیجه را تحت عنوان CTDI یادداشت می کنیم.

$$(CTDI = D/t)$$

حال بدون تغییر شرایط، پروب قلمی را در هر یک از سوراخ های کناری فانتوم قرار داده و مراحل فوق را تکرار کرده و میانگین اندازه گیری های سوراخ های کناری را محاسبه و یادداشت می کنیم. سپس با استفاده از رابطه زیر مقدار دز متوسط، بدست می آید:

$$CTDI_w = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3} CTDI_{100,C} + \frac{2}{3} CTDI_{100,P} \right)$$

CTDI_{100,C}: شاخص دز در شرایط

۱۰۰mAs و در مرکز فانتوم

CTDI_{100,P}: شاخص دز در شرایط

۱۰۰mAs و در کناره فانتوم

CTDI_w: شاخص دز متوسط یا

توزین شده

شد و لامپ اشعه ایکس یک حرکت چرخشی بسیار کم انجام داد، دسته پرتو ایکس دوباره پالس شده، مجدداً اندازه گیری می شود و در حافظه کامپیوتر ذخیره می شود.

متاسفانه با وجود تمام مزایا، آزمایشات سی تی اسکن بالاترین دوز تابشی ناشی از اشعه ایکس تشخیصی را به بیمار می تاباند. دوز جذبی در بافت ها در سی تی اسکن بالاترین دوز مشاهده شده در روش های رادیولوژی تشخیصی است (۱۰ - ۱۰۰ میلی گری) و این دوز ها اغلب نزدیک یا بیشتر از سطوح دوز افزایش دهنده احتمال سرطان است.

اگر عملکرد سی تی اسکن بهینه نباشد در جهت رفع مشکل اقداماتی باید انجام شود. هدف یک برنامه کنترل کیفی این است که اطمینان یابیم تصاویر ایجاد شده به وسیله اسکنر سی تی اسکن تصاویری با کیفیت است. تصاویر با کیفیت بالا بیشترین اطلاعات را برای رادیولوژیست فراهم می کنند و شانس تشخیص صحیح را بالا می برند و نهایتاً در کیفیت مراقبت از بیمار نقش دارند. اهداف دیگر برنامه های کنترل کیفی سی تی اسکن کاهش اکسپوزر تابشی به بیمار و کارکنان، کاهش هزینه، بهبود سرویس تصویربرداری و جلوگیری از استهلاک بیش از حد دستگاه است.

آزمون های کنترل کیفی دستگاه های سی تی اسکن

برای اینکه از کیفیت عملکرد دستگاه های سی تی اسکن اطمینان حاصل شود، آزمون های متعددی انجام می شود.

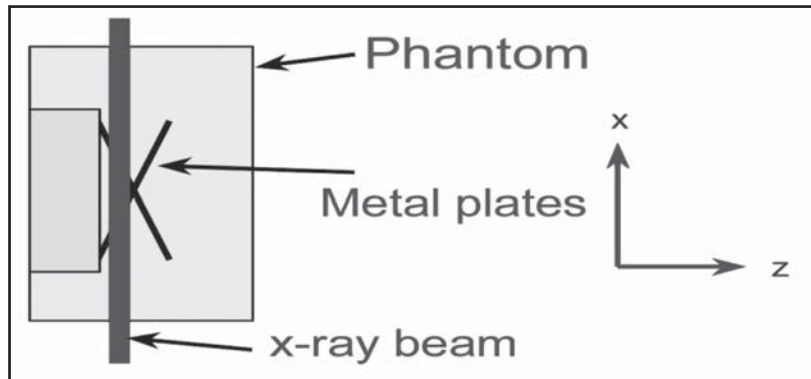
برخی از این آزمون ها به قرار زیرند:

آزمون شاخص دز سی تی در فانتوم

هدف از انجام این آزمون اندازه گیری شاخص دز سی تی (CTDI) دستگاه سی تی اسکن در یک فانتوم سی تی آکرلیک استاندارد سر و بدن (به ترتیب دارای قطر های ۱۶۰ و ۳۲۰ میلی متر) است. این آزمون معمولاً به صورت سالانه انجام می شود.

برای انجام این آزمون به یک فانتوم سر و بدن آکرلیک (که به ترتیب

بدست آمده از تیغه مورب فانتوم (برروی مانیتور دستگاه) آنالیز می شود و نصف پهنای ماکزیمم (Full Width Half Maximum (FWHM)) آن محاسبه می شود. بعد از آن لازم است یک کپی برروی فیلم از تصویر تیغه تهیه شود. بعد از انجام موارد فوق سایر ضخامت های اسلایس مورد استفاده در کلینیک برروی دستگاه تنظیم، و مراحل بالا برای آنها تکرار می شود. معیار پذیرش دستگاه سی تی اسکن در این آزمون، خطای کمتر یا مساوی ۲۰٪ است. به طوری که ضخامت مقطع تصویر شده یا FWHM حداکثر به میزان ۲۰٪ با ضخامت مقطع تنظیمی برروی دستگاه اختلاف داشته باشد.



شکل ۳. آزمون پهنای مقطع تصویر شده .

معیار پذیرش دستگاه سی تی اسکن در این آزمون، دز متوسط (CTDI_W) کمتر یا مساوی ۲۰٪ نسبت به مقدار مشخص شده آن توسط شرکت سازنده است.

آزمون بازده هندسی

هدف از انجام این آزمون بررسی و حصول اطمینان از یکسان بودن ضخامت اسلایس تنظیمی برروی دستگاه با ضخامت (عرض) پرتو تابیده شده به بیمار است. این آزمون معمولاً به صورت سالانه انجام می گیرد.

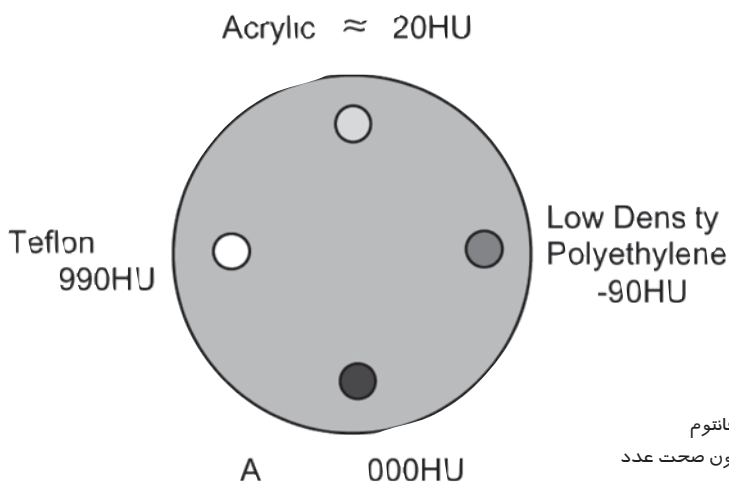
برای انجام این آزمون به تعدادی فیلم خام (که درون پاکت مخصوص خود قرار دارند)، دستگاه دانسیتومتر (در صورت لزوم) و یک خط کش نیاز است. روش انجام آزمون به این صورت است که ابتدا شرایط لامپ مولد پرتو دستگاه در مقادیری که در عمل به کار می روند تنظیم می شود بعد از آن یک ضخامت اسلایس انتخاب و بر روی دستگاه تنظیم می شود. یک فیلم خام که درون پاکت مخصوص خود قرار دارد روی تخت و در مرکز ایزوستتر قرار می گیرد، فیلم، پرتودهی و سپس ظاهر می شود. بعد از انجام مراحل فوق، در تصویر بدست آمده، عرض ناحیه مورد پرتودهی با خط کش اندازه گیری و ثبت می شود. سپس با استفاده از رابطه زیر مقدار GE یا همان بازده هندسی محاسبه می شود.

$$GE = 100\% * \text{ضخامت اسلایس روی فیلم ظاهر شده} / \text{ضخامت اسمی اسلایس}$$

آزمون پهنای مقطع تصویر شده (Z Sensitivity)

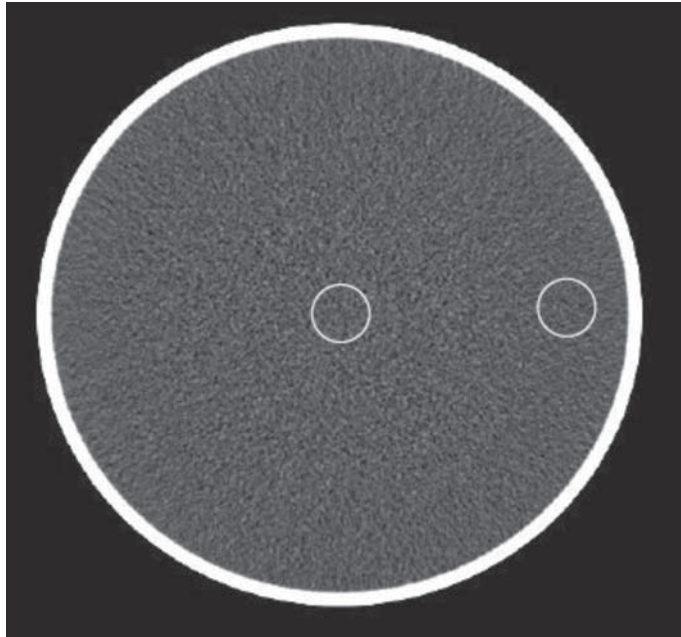
هدف از انجام این آزمون مقایسه و حصول اطمینان از مطابقت ضخامت اسلایس تنظیم شده مورد بررسی بر روی دستگاه سی تی اسکن با ضخامت اسلایس حاصل شده از مقطع بدن در دستگاه سی تی است. این آزمون معمولاً به صورت سالانه انجام می شود.

برای انجام این آزمون از فانتوم مخصوص این آزمون که دارای یک تیغه فلزی، مفتول و یا یک ردیف حفره است که با زاویه معین نسبت به صفحه اسلایس در درون فانتوم جایگذاری شده است، استفاده می شود. روش انجام آزمون به این صورت است که فانتوم حاوی تیغه مورب برروی تخت و در مرکز ایزوستتر گانتری مطابق شکل ۲ قرار داده می شود (فانتوم باید کاملاً به صورت تراز و در زاویه صحیح روی تخت قرار گیرد) سپس شرایط مولد پرتو ایکس در ۱۲۰kVp و ۳۰۰mAs و یا مقادیر نزدیک به آن که در عمل به کار می روند، انتخاب و برروی دستگاه تنظیم می شود حال یک ضخامت اسلایس انتخاب، و عمل پرتودهی انجام می گیرد سپس با استفاده از نرم افزار دستگاه سی تی اسکن تصویر



شکل ۴. فانتوم آزمون صحت عدد سی تی .

پس از انجام مراحل ذکر شده در وضعیتی که لامپ مولد پرتو ساکن است و حرکتی ندارد، عمل پرتو دهی را انجام و سپس فیلم ها ظاهر شوند و ناحیه هایی که نشت قابل توجه پرتو ایکس بر روی فیلم ها مشاهده می شود مشخص و یادداشت شود. سپس با استفاده از دستگاه تحلیل گر غیر تهاجمی پرتو ایکس و در فاصله یک متری از اطراف لامپ مولد پرتو ایکس میزان دز پرتو نشتی احتمالی اندازه گیری و ثبت شود. لازم به ذکر است که معیار پذیرش دستگاه سی تی اسکن در این آزمون، آهنگ دز پرتو نشتی کمتر از 1 mGy/h است.



شکل ۵. انتخاب نواحی ROI آزمون یکنواختی عدد سی تی.

آزمون صحت عدد سی تی

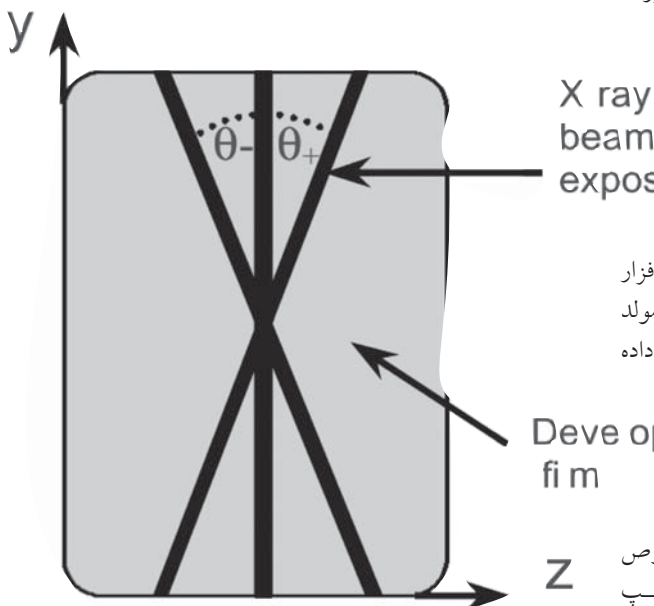
هدف از انجام این آزمون بررسی صحت عدد سی تی بدست آمده مربوط به تصویر سی تی مواد مختلف با دانسیته الکترونی متفاوت است. این آزمون به صورت روزانه صورت می پذیرد به نحوی که در ابتدای هر روز و مطابق دستورالعمل کاربری شرکت سازنده و این دستورالعمل میزان خطای موجود در صحت عدد سی تی توسط کاربر دستگاه سی تی اسکن اندازه گیری شده و نتایج ثبت می گردد تا در بررسی های کیفی آتی و دوره ای از

در صورتی که خطای بدست آمده برای ضخامت اسلایس کمتر یا مساوی ۲۰٪ باشد دستگاه سی تی اسکن در این آزمون پذیرفته شده است.

آزمون نشت لامپ

هدف از انجام این آزمون بررسی و شناسایی هر گونه سطح و یا منفذ موجود بر روی محفظه لامپ مولد پرتو ایکس و کلیماتور اولیه دستگاه سی تی اسکن است که موجب نشت پرتو ایکس به محیط خارج می گردد و نیز تعیین میزان این نشتی است. این آزمون معمولاً به صورت سالانه و همچنین پس از هرگونه تعمیر یا تعویض قطعه بر روی لامپ مولد پرتو ایکس و کلیماتور صورت می پذیرد.

برای انجام این آزمون به دستگاه تحلیل گر غیر تهاجمی پرتو ایکس، صفحه سربی بزرگ به ضخامت ۳mm، برای پوشاندن کلیماتور اولیه لامپ مولد پرتو، تعدادی فیلم خام در پاکت مخصوص آن، نوار چسب و نشانگرهای غیر شفاف نسبت به پرتو ایکس نیاز است. روش انجام آزمون به این صورت است که لامپ مولد پرتو ایکس را در وضعیت Lock قرار داده و نرم افزار دستگاه سی تی اسکن برای مد Topogram تنظیم و شرایط لامپ مولد پرتو ایکس برای حداکثر ولتاژ (kVp) و حداقل جریان (mAs) قرار داده می شود. روکش گانتری را باز کرده تا دسترسی به محفظه لامپ میسر باشد و دقت شود که با استفاده از صفحه سربی، کلیماتور اولیه لامپ کاملاً پوشیده شود. حتی الامکان و تا جایی که وضعیت هندسی دستگاه و گانتری اجازه می دهد، با استفاده از تعدادی فیلم خام که درون پاکت مخصوص خود قرار دارند و به کمک نوار چسب روی محفظه لامپ و اطراف آن کاملاً پوشیده شود. فیلم ها به کمک نشانگر به گونه ای علامت گذاری شود که جهت هر یک پس از ظهور مشخص باشد.



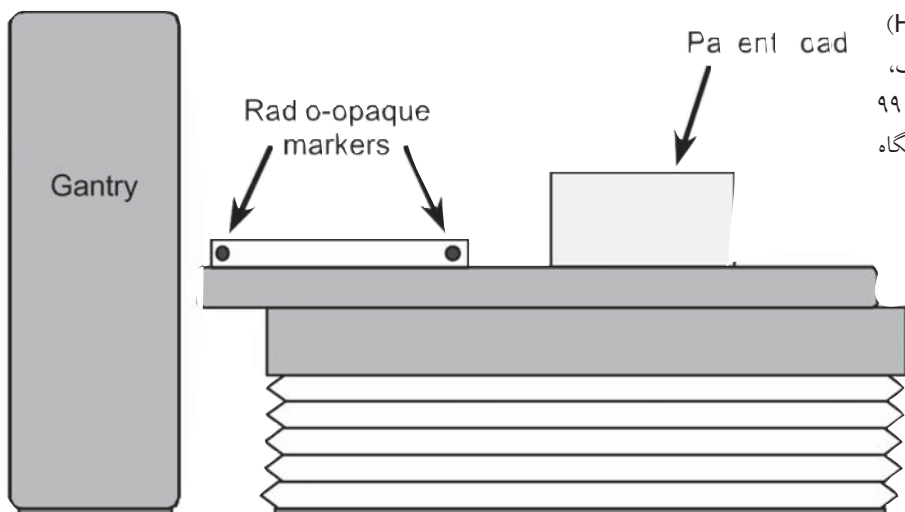
شکل ۶. نحوه محاسبه زاویه Gantry Tilt

دستگاه مورد استفاده قرار گیرند .

برای انجام این آزمون به فانتوم مخصوص این آزمون که حاوی چند ناحیه متفاوت متشکل از مواد مختلف از قبیل آب، آکرلیک، هوا، تفلون و مانند این هاست، نیاز است (شکل). روش انجام این آزمون به این صورت است که فانتوم را روی تخت و در مرکز ایزوستر دستگاه قرار می دهند سپس شرایط پرتودهی در حدود مقادیر 120 kVp و 300 mAs بر روی دستگاه تنظیم می شود. ضخامت اسلایس 8 mm انتخاب و فانتوم با شرایط فوق اسکن و مورد پرتودهی قرار می گیرد. در تصویر بدست آمده از فانتوم بر روی مانیتور دستگاه، برای هر یک از مواد موجود در فانتوم یک ناحیه بررسی (ROI) به قطر تقریبی 20 mm انتخاب و عدد سی تی مربوط به آن یادداشت می شود. لازم به ذکر است که عدد سی تی (HU) استاندارد و تعریف شده مربوط به آب، تفلون، آکرلیک و هوا به ترتیب صفر، 990 ، 120 ، 1100 است. معیار پذیرش دستگاه سی تی اسکن در این آزمون، حداکثر خطای کمتر یا مساوی 5 HU برای عدد سی تی اندازه گیری شده مواد موجود در فانتوم است.

گانتتری (ایزوستتر) قرار می گیرد و شرایط پرتودهی دستگاه در 120 kVp و 300 mAs قرار داده می شود ضخامت اسلایس 10 mm انتخاب و تنظیم می شود و از فیلتر استاندارد برای اسکن نمودن فانتوم استفاده می شود. فانتوم با شرایط فوق تحت اسکن قرار داده می شود و تصویر تهیه شده بر روی مانیتور دستگاه مورد بررسی قرار می گیرد (شکل). نواحی ROI مربوط به تصویر فانتوم در مرکز و اطراف آن در نظر گرفته می شود و میانگین عدد سی تی مربوط به هر یک از آن ها (با استفاده از نرم افزار سامانه سی تی اسکن) ثبت می شود. اختلاف عدد سی تی هر یک از نواحی ROI با عدد سی تی مرکزی

محاسبه می شده و یادداشت می شود. در مواردی که کارخانه سازنده دستگاه، فانتوم خاصی را جهت انجام این تست پیشنهاد داده باشد می توان از آن فانتوم جهت انجام تست استفاده کرد. معیار پذیرش دستگاه سی تی اسکن در این آزمون، اختلاف عدد سی تی هر یک از نواحی ROI با عدد سی تی مرکزی کمتر از 5 HU است.



شکل ۷) نحوه انجام آزمون صحت جابجایی تخت

آزمون صحت Gantry Tilt

هدف از انجام این آزمون بررسی میان صحت زاویه قسمت گانتتری دستگاه سی تی اسکن نسبت به تخت دستگاه است. این آزمون معمولاً به صورت سالانه صورت می پذیرد. برای انجام این آزمون به کاست بارگذاری شده (حاوی فیلم)، پایه نگهدارنده برای کاست و یک نقاله نیاز است. روش انجام آزمون به این صورت است که ابتدا لازم است کاست حاوی فیلم روی تخت دستگاه به نحوی قرار داده شود که روی سطح YZ قرار بگیرد و یا به عبارت دیگر بر سطح گانتتری عمود باشد. سپس با شرایط پرتودهی عادی که به طور معمول مورد استفاده قرار می گیرد.

آزمون یکنواختی عدد

سی تی

هدف از انجام این آزمون

اندازه گیری میانگین عدد سی تی در فانتوم آب و بررسی یکنواختی آن در نواحی مختلف تصویر تهیه شده از فانتوم توسط دستگاه سی تی اسکن است. این آزمون معمولاً به صورت ماهانه صورت می پذیرد. برای انجام این آزمون به فانتوم آب سی تی (و یا ظرف پلاستیکی) استوانه ای شکل که دارای حدوداً 20 cm قطر بوده و محتوی آب است، نیاز است. روش انجام این آزمون به این صورت است که فانتوم آب سی تی در مرکز

کاست در وضعیتی که گانتری (لامپ مولد پرتو ایکس) دارای حداکثر زاویه مثبت باشد (نسبت به محور γ) مورد پرتو دهی قرار می گیرد. بعد از آن کاست، بدون تغییر مکان در زوایای صفر و حداکثر زاویه منفی (از نظر مقدار) نیز مورد پرتو دهی قرار می گیرد. سپس لازم است فیلم را ظاهر کرده و خطوط حاصل از پرتو ایکس بر روی آن که در سه زاویه فوق الذکر ایجاد شده اند مورد بررسی قرار گیرند. با توجه به شکل لازم است که زوایایی که بر روی فیلم (حاصل از برخورد پرتو با فیلم) ایجاد شده اند به کمک نقاله به دقت اندازه گیری و ثبت شوند. این زوایا در جهات Superior (بالایی) و Inferior (پایینی) نسبت به بیمار در نظر گرفته می شوند. لازم است میزان اختلاف زاویه بدست آمده (اندازه گیری شده) برای هر یک از وضعیت های یاد شده با مقادیر تنظیمی آن ها بر روی دستگاه سی تی اسکن محاسبه و به عنوان خطا ثبت شوند. معیار پذیرش دستگاه سی تی اسکن در این آزمون خطای کمتر یا مساوی ۳ درجه است.

آزمون تطابق نورهای داخلی و خارجی سطح Axial

به طور کلی هدف از انجام این آزمون بررسی تطابق نور داخلی و خارجی دستگاه نسبت به سطح اسکن (Axial) است و این آزمون معمولاً به صورت ماهانه و یا پس از هرگونه تعمیر و یا تعویض قطعه بر روی سامانه نورهای لیزری دستگاه صورت می پذیرد. البته زمانی که لیزر خارجی (External) وجود ندارد، این تست انجام نمی شود.

برای انجام این آزمون به یک صفحه کاغذ و یک عدد مارکر نیاز است. روش انجام این آزمون هم به این صورت است که ابتدا ورق کاغذ به صورت ثابت بر روی تخت (در محل فرضی انجام اسکن) قرار داده می شود سپس نورهای داخلی و خارجی دستگاه را روشن و به کمک یک مارکر محل نور خارجی روی آن علامت گذاری می شود. با فشردن دکمه صفر گانتری تخت در حالت اتوماتیک به سمت سطح اسکن (Axial) حرکت داده می شود و در این حالت تطابق نور داخلی دستگاه با محل علامت گذاری شده بررسی می شود. این دو نور باید روی هم منطبق باشند. معیار پذیرش دستگاه سی تی اسکن در این آزمون

اختلاف کمتر یا مساوی ۲ میلی متر است.

آزمون صحت جابجایی تخت

هدف از انجام این آزمون بررسی صحت جابجایی و حرکت تخت دستگاه است به نحوی که ضخامت و فاصله انتخاب شده بین اسلایس های تنظیمی بر روی دستگاه با مقادیر واقعی آن ها مطابقت داشته باشد. این آزمون معمولاً به صورت ماهانه صورت می پذیرد.

برای انجام این آزمون به فیلم درون پاکت مخصوص و وزنه معادل بیمار نیاز است. روش انجام آزمون به این صورت است که وزنه معادل بیمار (در حدود ۷۰ کیلوگرم) روی تخت قرار داده می شود. سپس فیلم بر روی تخت قرار می گیرد و با ضخامت اسلایس های ۲mm، ۴mm، ۸mm (و یا مقادیر نزدیک به آن ها) پرتو دهی و اسکن می شود. لازم است فاصله اسلایس ها از یکدیگر ۵۰mm انتخاب شود. بعد از انجام مراحل فوق، لازم است فیلم ظاهر و ضخامت اسلایس ها و فاصله آن ها از یکدیگر به طور دقیق مورد بررسی قرار گیرد و اختلاف مقادیر آن ها با مقادیر تنظیمی بر روی دستگاه محاسبه و نتایج ثبت شود. معیار پذیرش دستگاه سی تی اسکن در این آزمون اختلاف کمتر یا مساوی ۱۰٪ نسبت به مقادیر تنظیمی بر روی دستگاه است.

Neek Azma Co. (تک)

شرکت مهندسی راهبرد نیک آزما

کنترل کیفی، آزمون و سنجش کالیبراسیون

تجهیزات پزشکی، بیمارستانی، آزمایشگاهی و رادیولوژی



✓ مجوز رسمی فعالیت کنترل کیفی از اداره کل تجهیزات پزشکی وزارت بهداشت ایران



✓ پروانه اشتغال کنترل کیفی تجهیزات پرتونگاری از سازمان انرژی اتمی ایران



تهران، خ جمهوری، خ کمالی، نبش جوانشیر، پلاک ۳

تلفن: ۰۲۱-۴۷۸۴۱۰۲۷ فکس: ۴۷۸۴۱۰۲۹