DOI: 10.48305/jims.v44.i854.0314

مجله دانشکده پزشکی اصفهان | سال چهل و چهارم/شماره‌ی ۸۵٤/هفته‌ی دوم اردیبهشت ۱٤۰۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۳ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۲۷ | تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۲/۱۵

اثر تجهیزات ثابت‌سازی مورد استفاده در پرتودرمانی بر کیفیت تصاویر تشدید مغناطیسی ناحیه‌ی مغز

ابراهیم برقبانی[۱]، مهدی مومن‌نژاد[۲]، شاهرخ ناصری[۲]، سیده فاطمه آیتی[۳]، عاطفه رستمی[۴]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: به دلیل کنتراست بالای بافت نرم، امکان انجام پروتکل‌های مختلف تصویر برداری و کسب اطلاعات عملکردی در تصویربرداری تشدید مغناطیسی MRI (Magnetic Resonance Imaging)، استفاده از آن باعث افزایش دقت طراحی درمان در پرتودرمانی می‌شود. در این مطالعه اثر تجهیزات ثابت‌سازی مورد استفاده در پرتودرمانی ناحیه‌ی مغز در هنگام تصویربرداری MRI بر کیفیت تصاویر ارزیابی شده است.

روش‌ها: تصاویر MRI فانتوم یکنواخت و ۱۰ بیمار در پروتکل‌های T1 و T2، با کویل مغزی در موقعیت MR تشخیصی و با استفاده از ترموپلاست در موقعیت درمان گرفته شدند. تصاویر MRI گرفته شده با استفاده از نرم‌افزار آنالیز و پردازش تصاویر پزشکی D slicer۳ از نظر کیفیت تصویر با پارامتر نسبت سیگنال به نویز (SNR) باهم مقایسه شدند.

یافته‌ها: متوسط درصد کاهش SNR در پروتکل T1 در هر دو تصویر فانتوم و بیماران بیشتر از T2 مشاهده شد. بیشترین میزان کاهش درصد SNR برای فانتوم در قسمت خلفی برای پروتکل‌های T1 و T2 به ترتیب ۱۳/۲۳ و ۱۱/۲۱ درصد به دست آمد. کمترین میزان کاهش درصد SNR برای فانتوم در قسمت قدامی برای پروتکل‌های T1 و ۲ به ترتیب ۶/۸۱ و ۴/۴۶ درصد به دست آمد.

نتیجه‌گیری: اصلاح وضعیت بدن بیمار با استفاده از لایه صاف تخت و پایه ثابت‌سازی ترموپلاست در هنگام تصویربرداری MRI، مشابه جلسات پرتودرمانی، با کاهش ناچیز در کیفیت تصویر می‌تواند دقت روی هم انداختن تصاویر CT و MRI را افزایش دهد و در طراحی درمان با استفاده از تصاویر MRI مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: تجهیزات ثابت‌سازی؛ ماسک ترموپلاست پلی استر؛ کیفیت تصویر؛ تصویربرداری تشدید مغناطیسی؛ پرتودرمانی

ارجاع: برقبانی ابراهیم، مومن‌نژاد مهدی، ناصری شاهرخ، آیتی سیده فاطمه، رستمی عاطفه. **اثر تجهیزات ثابت‌سازی مورد استفاده در پرتودرمانی بر کیفیت تصاویر تشدید مغناطیسی ناحیه‌ی مغز.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۵؛ ۴۴ (۸۵۴): ۳۱۴- ۳۲۲.

مقدمه

امروزه در بخش‌های رادیوتراپی طراحی درمان سه بعدی انجام می شود که از تصاویر برش‌نگاری کامپیوتری (CT) به دلیل دقت هند سی بالا و وجود اطلاعات چگالی الکترونی برای محاسبات دزیمتری به عنوان تصویر مبنا استفاده می‌شود (۱). مهم‌ترین محدودیت تصاویر CT کنتراست بافت نرم پایین آن‌ها است که به ویژه در شرایطی که تومور در بافت نرم قرار گرفته باشد مانند تومورهای مغزی منجر به خطا در مشخص کردن محدوده دقیق تومور و ارگان های در معرض خطر می‌شود. با توجه به این محدودیت، تصاویر CT در ترکیب با سایر روش های تصویربرداری مانند تصویربرداری تشدید مغناطیسی MRI (Magnetic resonance imaging) و توموگرافی نشر پوزیترون (PET) مورد استفاده قرار می‌گیرند تا هم فرایند کانتورینگ دقیق‌تر انجام شود و هم اطلاعات چگالی الکترونی برای دزیمتری در د سترس باشد. یکی از تصاویری که به صورت رایج مورد استفاده قرار می‌گیرد، تصاویر MRI است (۲). به دلیل کنتراست بالای بافت نرم، امکان تصویربرداری در پروتکل های مختلف و ثبت تصاویر عملکردی در MRI، استفاده از آن باعث افزایش صحت و دقت در روند طراحی درمان در پرتودرمانی می‌شود (۳).

۱- کارشناس، بخش رادیولوژی بیمارستان امداد شهید بهشتی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

۲- دانشیار، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۳- کارشناس، گروه فیزیک پزشکی و علوم پرتوی، دانشکده‌ی پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

۴- دانشیار، گروه فیزیک پزشکی و علوم پرتوی، دانشکده‌ی پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: عاطفه رستمی: دانشیار، گروه فیزیک پزشکی و علوم پرتوی، دانشکده‌ی پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

Email: At.rostami2009@gmail.com

با توجه به مزیت‌های تصویربرداری MRI، روشی که امروزه در سیستم‌های طراحی درمان مورد استفاده قرار می‌گیرد روی هم انداختن تصاویر CT و MRI است که به کمک تصاویر MRI محدوده تومور و ارگان‌های سالم مشخص می شود و بر اساس تصویر CT محاسبات دزیمتری انجام می‌گیرد. اما فرایند روی هم انداختن تصاویر با خطا همراه است به خصوص اگر موقعیت بدن بیمار در هنگام تصویربرداری CT و MRI متفاوت باشد. هم‌چنین با توجه به امکان خطا در فرایند روی هم انداختن تصاویر و هم‌چنین افزایش بارکاری و هزینه استفاده از دو روش تصویربرداری، در سال‌های اخیر بحث طراحی درمان فقط با استفاده از تصاویر MRI نیز مطرح شده است (۴-۶).

یکی از مشکلات استفاده از تصاویر MRI در روند طراحی درمان پرتودرمانی، خطاهای هندسی تصاویر MRI است که به دلیل غیریکنواختی میدان مغناطیسی و غیر خطی بودن کویل‌های گرادیان ایجاد می‌شود (۷-۹). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که میزان این خطاها می‌تواند در لبه‌های تصویر به ۲/۵ سانتی‌متر هم برسد. در حقیقت هرچه از ایزوستر دستگاه فاصله بگیریم به خصوص برای تصویربرداری با میدان دید بزرگ مانند ناحیه‌ی لگن میزان به هم ریختگی تصویر افزایش می یابد (۱۰). در حد تکنیک های پرتودرمانی معمول مانند تکنیک‌های کانونشنال و کانفورمال تا اندازه میدان تصویربرداری ۲۵ سانتی‌متر (محدوده‌ی سر) میزان خطای هندسی زیر ۲ میلی‌متر و قابل قبول است اما در تکنیک‌های پیشرفته مانند SRS و SRT که نیازمند دقت بیشتر است باید اصلاح خطای هندسی در همین اندازه میدان نیز انجام گردد. در این مطالعه که جمعیت مورد آزمون بیماران سر و گردن هستند از این مشکل صرف نظر خواهد شد.

مشکل دوم در استفاده از تصاویر MRI در روند طراحی درمان پرتودرمانی، عدم تطابق موقعیت بدن بیمار در پروسه MRI درحالت تشخیصی با حالت درمان است. در پرتودرمانی برای افزایش دقت درمان و تکرارپذیری درمان از تجهیزات ثابت سازی مناسب برای هر ناحیه‌ی درمانی استفاده می شود (۱۱). اما در MRI با توجه به انحنای تخت تصویربرداری، کوچک بودن بور دستگاه و استفاده از کویل‌های خاص تصویربرداری در هر ناحیه امکان ثابت سازی بیمار با تجهیزات ثابت‌سازی مشابه با روند شبیه‌سازی CT وجود ندارد. برای بیماران با تومور در محدوده‌ی سر و گردن که در این مطالعه مورد برر سی قرار گرفته‌اند، از ترموپلاست برای ثابت‌سازی بیمار استفاده می‌شود. اما در تصویربرداری MRI بعد از بستن ترموپلاست دیگر نمی‌توان از کویل مخصوص تصویربرداری مغز استفاده کرد. برای حل این مشکل بایستی از یک صفحه برای ثابت سازی ترموپلاست استفاده کرد که جنس آن باید با روش تصویربرداری MRI همخوانی داشته باشد. همچنین به جای کویل مغز از یک یا ترکیب چند کویل سطحی که روی ترموپلاست قرار می‌گیرد استفاده می‌شود.

اصلاح موقعیت بدن بیمار مشابه با حالت درمان در هنگام تصویربرداری MRI می‌تواند خطای روی هم انداختن تصاویر CT و MRI را در هنگام استفاده از دو مدالیته تصویربرداری کاهش دهد و از طرفی به صورت مستقیم در طراحی درمان فقط با تصاویر MRI مورد استفاده قرار گیرد. اما استفاده از تجهیزات ثابت‌سازی به دلیل استفاده از کویل‌های غیر تخصصی و افزایش فاصله‌ی بافت با کویل‌های فرستنده و گیرنده می‌تواند منجر به کاهش کیفیت تصویر شود. اثر استفاده از تجهیزات ثابت سازی بر کیفیت تصاویر MRI در چندین مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است.

Sun و همکاران، اثر استفاده از ابزارهای مناسب برای موقعیت‌دهی به بیمار را بر میزان کیفیت تصویر MRI در ۱۰ داوطلب ناحیه‌ی لگن با یک تصویربرداری در حالت معمول و یک تصویربرداری با استفاده از لایه صاف تخت و نگهدارنده کویل بررسی کردند. در این مطالعه، کاهش نسبت سیگنال به نویز در بازه ۳۲/۹-۲۷ درصد و متوسط کاهش نسبت کنتراست به نویز ۲۴/۴ درصد گزارش شد (۱۲).

Xing و همکاران، اثر Overlay table که برای مشابهت‌سازی موقعیت بیمار مشابه درمان استفاده می‌شود را بررسی کردند. نتایج نشان داد که لایه‌ی اضافی که روی تخت قرار می‌گیرد به میزان ۴۱/۲ درصد نسبت سیگنال به نویز را کاهش می‌دهد (۱۳).

در مطالعه‌ی Konnerth و همکاران، کاهش SNR در هنگام استفاده از بی‌حرکت ساز و کویل سطحی از ۶۷/۲ به ۴۷/۷ گزارش شده است (۱۴).

Mandija و همکاران، با ساخت ماسک‌های خاص به منظور بی‌حرکت‌سازی بیمار برای انجام پرتودرمانی سر و گردن، مقدار SNR در موقعیت رادیوتراپی پیشنهادی و استفاده از کویل مغزی را به طور متوسط ۴/۱ برابر بیشتر از SNR با تنظیم استاندارد گزارش کردند (۱۵).

Winter و همکاران، SNR و CNR تصاویر PET-MR از ۱۰ بیمار مبتلا به سرطان سر و گردن را در موقعیت رادیوتراپی و رادیولوژی رایج مقایسه کردند. آنها کاهش SNR را ۲۶/۲ در صد بین دو مجموعه تصویر MR با و بدون تجهیزات ثابت گزارش کردند (۱۶).

Mcjury و همکاران، کیفیت تصویر را در تصاویر MR از یک فانتوم و شش بیمار لگنی با و بدون صفحه صاف تخت ارزیابی کردند. استفاده از صفحه منجر به کاهش ۱۴ درصد SNR شد. بررسی کیفیت تصویر توسط دو رادیولوژیست، هیچ تغییر آماری معنی‌داری را بین تصاویر در موقعیت رادیوتراپی و رادیولوژی نشان نداد (۱۷).

با توجه به افزایش دقت روی هم انداختن دو تصویر CT و MRI در هنگام استفاده از تجهیزات ثابت‌سازی و هم‌چنین امکان

انجام پرتودرمانی فقط با تصـــاویر MRI، هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثر استفاده از تجهیزات ثابت‌سازی بر کیفیت تصویر در بیماران مبتلا به تومورهای مغزی در هنگام تصویربرداری MRI بود.

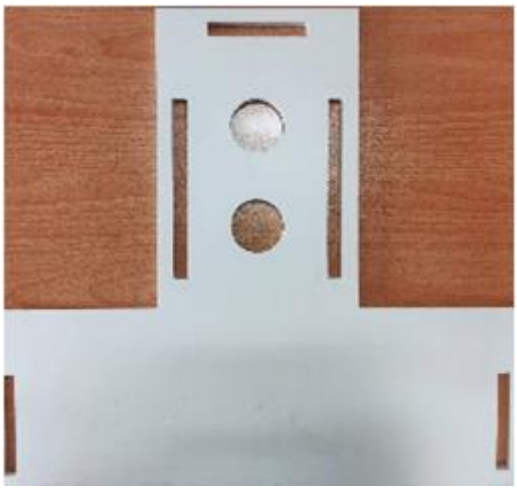
روش‌ها

بیماران:

تعداد ۱۰ بیمار با تومور مغزی، با مشـورت با پزشـک آنکولوژیسـت انتخاب شدند. در انتخاب بیماران به این نکته توجه شد که بیماران با پوزیشـن‌های مختلفی از نظر زاویه‌ی گردن در حالت موقعیت‌دهی و ثابت سازی بیماران در مجموعه گروه بیماران باشند. زاویه‌ی گردن در میزان فاصـله‌ی ناحیه‌ی آناتومیک سـر با کویل‌های spine و هم‌چنین کویل‌های سطحی مؤثر است و میزان این فاصله متغیر مؤثری در میزان کاهش کیفیت تصویر است. قد بیماران در بازه‌ی ۱۵۵–۱۷۸ سانتی‌متر و با متو سط ۱۶۵ سانتی‌متر و وزن بیماران در بازه‌ی ۶۱–۸۶ کیلوگرم با متو سط ۷۲ کیلوگرم قرار دا شت. بیماران با تومور خارج از ناحیه‌ی مغز و هم‌چنین بیماران بدون ترموپلاست از مطالعه حذف شدند.

ساخت پایه‌ی ثابت‌سازی ترموپلاست:

پیش از شـروع کار تصـویربرداری از بیماران، پایه‌ی ثابت‌سـازی ترموپلاست از جنس یک ماده‌ی سازگار با دستگاه‌های تصویربرداری MRI (پلاسـتیک فشـرده، PVC) با همان طرح و ابعاد پایه‌ی ثابت سازی مورد استفاده در بخش رادیوتراپی با دستگاه برش CNC ساخته شد تا برای ثابت سازی بیماران در هنگام تصویربرداری MRI استفاده شود. لازم به ذکر است که در این مطالعه از لایه صاف تخت استفاده نشده است و تنها پایه‌ی ثابت سازی ترموپلاست طراحی و استفاده شده است. تصویر پایه ثابت سازی ساخته شده در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱. پایه‌ی ثابت‌سازی ساخته شده از جنس پلاستیک فشرده.

تصویربرداری CT و MRI:

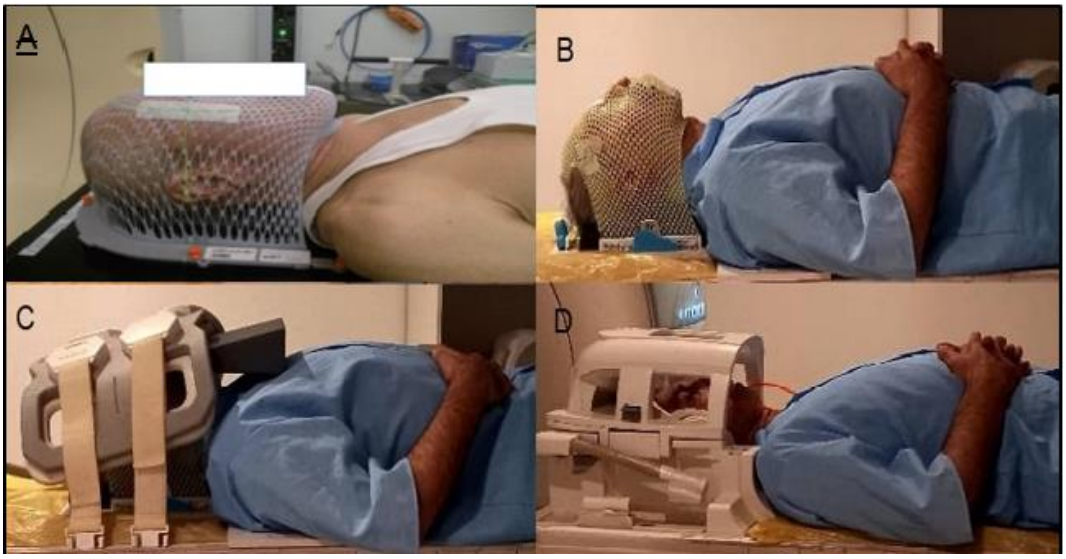
تصـاویر CT بیماران با اسـتفاده از دسـتگاه کمپانی Neusoft با اندازه‌ی بور ۷۰ سـانتی‌متردر بخش رادیولوژی بیمارسـتان امام رضـا(ع) مشهد گرفته شد. بعد از تصویربرداری CT، تصاویر MRI با استفاده از دسـتگاه زیمنس ۱/۵ تسـلا با اندازه‌ی بور ۶۰ سـانتی‌متر در مرکز MRI بیمارسـتان قائم (عج) مشـهد گرفته شـدند. برای تصـویربرداری MRI، ابتدا پایه ثابت‌سازی طراحی شده، را در قسمت صاف تخت قرار داده و سپس سر بیمار مشابه با تصویربرداری CT با همان Head rest استفاده شـده در CT روی پایه قرار گرفته و بعد ترموپلاسـت روی سـر بیمار بسته شد. تصاویر MR در موقعیت درمانی با قرار دادن کویل سطحی روی سر بیمار به شکل نشان داده شده زیر گرفته شد. بعد از آن، برای تصـویربرداری در موقعیت معمول، پایه را از روی تخت برداشـته، بیمار سر خود را در قسمت کویل مغزی قرار داده و با بسته شدن کویل مغز، دوباره دو پروتکل T1,T2 مشـابه حالت قبل انجام گردید. لازم به ذکر اسـت که در تصـویربرداری با کویل مغزی امکان قرار دادن پایه، head rest و بستن ترموپلاست وجود ندارد. در شکل ۲ شرایط موقعیت‌دهی به بدن بیمار در هنگام تصـویربرداری CT و MRI با تجهیزات ثابت‌سازی نمایش داده شده است.

ارزیابی خطای هندسی پروتکل‌ها:

برای ارزیابی میزان خطای هندسـی، فانتوم اسـتاندارد ارزیابی خطای هندسی کمپانی Philips در داخل کویل مغزی قرار داده شد و سپس تصاویر فانتوم در فواصل ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ سانتی‌متری از مرکز بور دسـتگاه در جهت مثبت و منفی (به سـمت بیرون و داخل بور) گرفته شـد و میزان جابجایی مارکرها (تغییر مکان، اندازه و شـکل مارکرها) بررسـی گردید. در این مطالعه، از دو فانتوم متفاوت کمپانی Philips استفاده شده است. یک فانتوم از جنس پرسپکس با لوله‌های استوانه‌ای شکل در داخل آن برای ارزیابی خطای هندسی و یک فانتوم استوانه‌ای با وجود مایع یکنواخت در داخل آن برای ارزیابی یکنواختی میدان مغناطیسی استفاده گردید.

ارزیابی اثر ابزارهای ثابت‌سازی بر کیفیت تصویر:

برای ارزیابی اثر تجهیزات ثابت‌سازی بر کیفیت تصویر، تصویربرداری MRI در موقعیت تشخیصی و پرتودرمانی پیش از بیمار ابتدا روی فانتوم انجام شـد. به این صـورت که یکبار از فانتوم روی تخته ثابت‌سـازی و با بستن کویل سطحی تصویر گرفته شد و بار دیگر فانتوم در داخل کویل مغزی قرار داده و تصویربرداری انجام شد. تصویربرداری از بیماران با و بدون استفاده از تجهیزات ثابت‌سازی در دو پروتکل T1 و T2 انجام شد. مشخص کردن نواحی در قسـمت‌های مختلف ۴ دسته تصـویر (T1 در موقعیت درمانی، T2 در موقعیت درمانی، T1 در موقعیت تشـخیص، T2 در موقعیت تشـخیصـی) انجام شـد. دو تصـویر گرفته شـده از فانتوم



شکل ۲. (A) CT بیمار با تجهیزات ثابت‌سازی، (B) بستن ترموپلاست در هنگام MRI، (C) استفاده از کویل سطحی با تجهیزات ثابت‌سازی در MRI، (D) MRI با کویل مغز بدون تجهیزات ثابت‌سازی.

و بیمار از نظر نسبت سیگنال به نویز (SNR) ارزیابی شدند. برای محاسبه SNR از ماژول Segment Editor نرم‌افزار 3D slicer استفاده شد. برای ارزیابی میزان SNR، ۵ ناحیه در تصویر (قدامی، خلفی، جانبی چپ، جانبی راست و زمینه) جداسازی گردید. متوسط سیگنال ۴ ناحیه‌ی داخلی برای کمیت سیگنال و انحراف معیار ناحیه زمینه برای کمیت نویز در نظر گرفته شد. یک نمونه از تصاویر فانتوم و بیمار با نواحی مشخص شده برای ارزیابی پارامتر SNR در شکل ۳ نشان داده شده است.

یافته‌ها

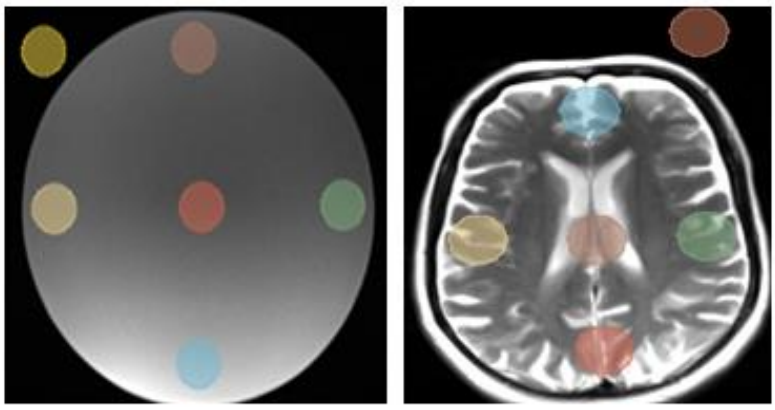
ارزیابی خطای هندسی

اگرچه که در چندین مطالعه میزان خطای هندسی در میدان‌های تصویربرداری محدوده مغز در حد ۱ میلی‌متر و قابل چشم‌پوشی گزارش شده است، اما ارزیابی دقت هندسی سیستم با فانتوم استاندارد کمپانی Philips انجام شد (۱۰). به عنوان نمونه، تصاویر T2 گرفته شده از فانتوم در فواصل ۰، ۴ و ۶ سانتی‌متری از مرکز بور در شکل ۴ نشان داده شده است.

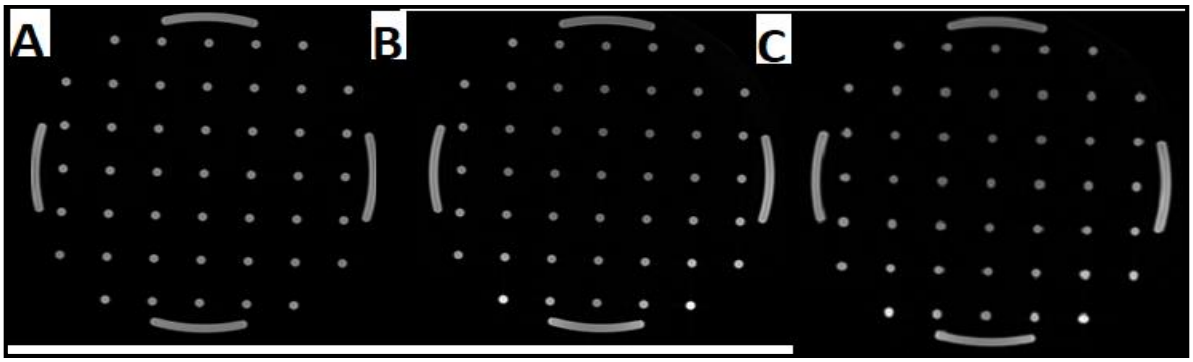
تصاویر نشان می‌دهد که بهم ریختگی هندسی در مکان مارکرها در حد میدان تصویربرداری مغز که در این مطالعه استفاده شده است، با میزان متوسط ۱/۴۸ میلی‌متر دیده شده است که برای تکنیک‌های رایج پرتودرمانی کافی است. به همین دلیل ارزیابی بیشتر و اصلاح خطا انجام نشده است.

ارزیابی کیفیت تصویر به کمک فانتوم

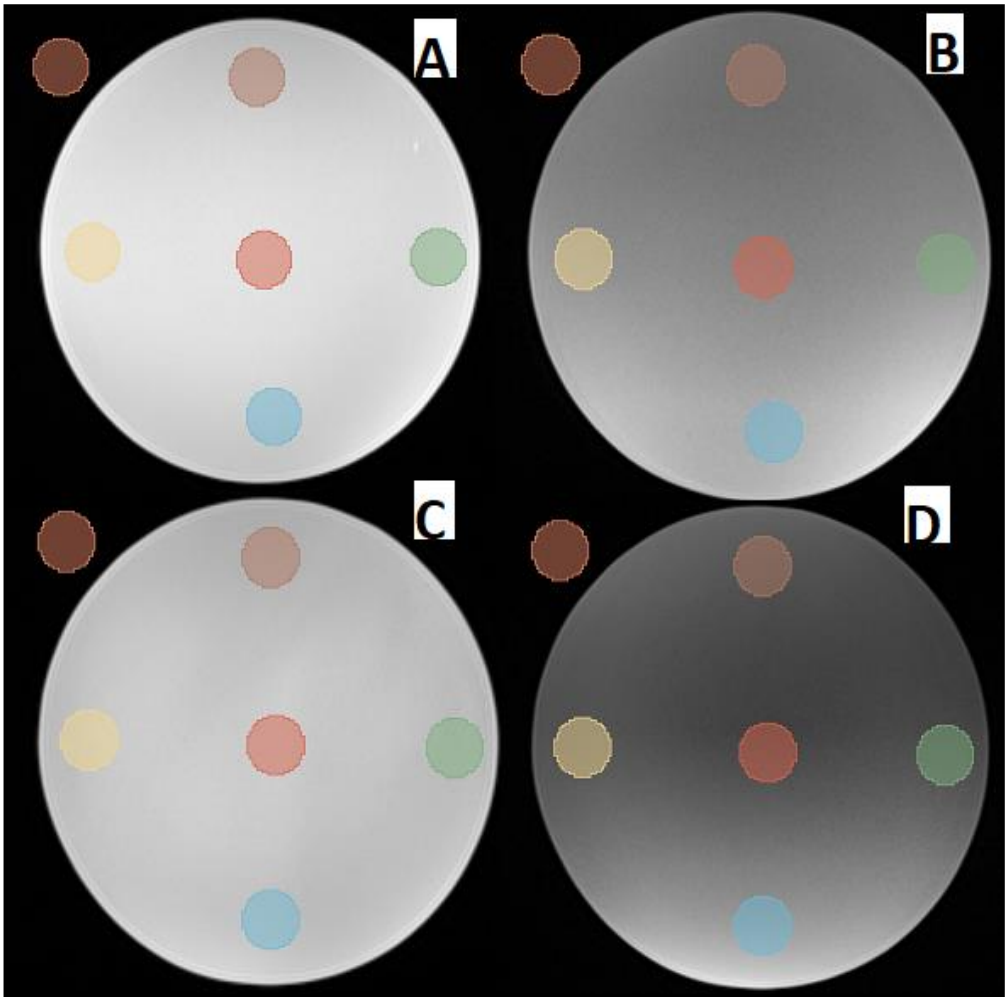
به منظور ارزیابی اثر تجهیزات ثابت‌سازی بر کیفیت تصویر فانتوم، متوسط شدت پیکسل‌های نواحی مشخص شده در سمت‌های راست، چپ، مرکز، بالا و پایین فانتوم در پروتکل‌های T1 و T2 (با و بدون پایه ثابت‌سازی ترموپلاست) محاسبه شد (شکل ۵).



شکل ۳. تصویر فانتوم و بیمار به همراه نواحی مشخص شده برای ارزیابی SNR



شکل ۴. تصویر فانتوم در فواصل شش (A)، چهار (B) و صفر (C) سانتی‌متر از مرکز بور دستگاه در سکانس T2



شکل ۵. چهار تصویر از پروتکل‌های T2،T1 با و بدون صفحه در یک برش ثابت: T2 (A) بدون صفحه- T2 (B) با صفحه، T1 (C) بدون صفحه، T1 (D) با صفحه.

جدول ۱. SNR تصاویر فانتوم در مناطق پنجگانه مشخص شده در تصویر در پروتکل‌های T1 و T2 (در دو موقعیت با و بدون پایه ثابت‌سازی ترموپلاست)

پروتکل	درصد کاهش SNR				
	مرکز	خلفی	قدامی	جانبی چپ	جانبی راست
T2	۷/۱۷	۱۱/۲۱	۴/۴۶	۷/۱۲	۶/۶۶
T1	۹/۴۰	۱۳/۲۳	۶/۸۱	۱۱/۱۸	۱۰/۶۷

جدول ۲. متوسط کاهش نسبت SNR تصاویر بیماران در پروتکل‌های T1 و T2 با استفاده از تجهیزات ثابت‌سازی (درصد)

پروتکل	مرکز	خلف	قدام	راست	چپ
T1	۱۵/۲±۶۳/۲۶	۱۹/۲±۶/۵۱	۸/۱±۱۳/۰۴	۱۷/۳±۷۵/۰۰	۱۶/۳±۹۳/۲۵
T2	۱۱/۱±۳۵/۰۳	۱۵/۲±۵۹/۳۷	۸/۱±۰۵/۱۵	۱۲/۳±۰۵/۳۲	۱۳/۳±۸۲/۸۶

نتایج ارزیابی شدت پیکسل‌های نواحی مشخص شده در سمت‌های جانبی راست، جانبی چپ، مرکز، قدامی و خلفی فانتوم در پروتکل‌های T1 و T2 (با و بدن پایه ثابت‌سازی ترموپلاست) به صورت در صد کاهش SNR در جدول ۱ نشان داده شده است.

ارزیابی کیفیت تصویر از روی تصاویر بیماران

ارزیابی اثر تجهیزات ثابت‌سازی بر کیفیت تصویر با ۵ ناحیه مشخص شده در تصویر (قدامی، خلفی، جانبی چپ، جانبی راست و مرکز) برای هر ۱۰ بیمار نیز انجام شد. مقدار متوسط و انحراف معیار کاهش SNR با متوسط گیری از ۱۰ بیمار در جدول ۲ نشان داده شده است.

بحث

در این مطالعه، اثر تجهیزات ثابت‌سازی شامل پایه ثابت‌سازی ترموپلاست، ترموپلاست و هدرست بر کیفیت تصاویر MRI بیماران با تومور مغزی به منظور استفاده در روند طراحی درمان پرتودرمانی بررسی شده است. تأثیر دستگاه‌های ثابت‌ساز برای موقعیت‌های RT بر کیفیت تصاویر MR در چندین مطالعه بررسی شده است (۱۲-۱۷).

در اکثر مطالعات مشابه، استفاده از تجهیزات ثابت‌سازی پرتودرمانی در MRI کیفیت تصویر را کاهش داده است اما در یک مطالعه نشان داد که استفاده از تجهیزات موقعیت‌یابی در کنار آرایش مناسب کویل‌ها می‌تواند کیفیت تصویر را بهبود بخشد.

Mandija و همکاران نشان دادند، کیفیت تصاویر MR به آرایش کویل‌ها و موقعیت فضایی بافت بستگی دارد. تنظیم بی‌حرکت‌ساز جدید آن‌ها با ماسک ترموپلاستیک منجر به افزایش ۳/۴ و ۲/۸ برابری مقادیر SNR نسبت به تنظیم با کویل سطحی انعطاف‌پذیر به ترتیب برای بافت‌های سطحی و عمیق گردید (۱۵).

در این مطالعه، کاهش کیفیت تصویر در ارتباط با تصاویر فانتوم و بیماران در موقعیت پرتودرمانی با استفاده از تجهیزات ثابت‌سازی مشاهده شد. متوسط در صد کاهش SNR در پروتکل T1 در هردو تصویر فانتوم و بیماران بیشتر از T2 مشاهده شد. بر اساس نتایج جدول ۱، بیشترین میزان کاهش در صد SNR برای فانتوم در قسمت خلفی برای پروتکل‌های T1 و T2 به ترتیب ۱۳/۲۳ و ۱۱/۲۱ درصد به دست آمد. کمترین میزان کاهش درصد SNR برای فانتوم در قسمت قدامی برای پروتکل های T1 و T2 به ترتیب ۶/۸۱ و ۴/۴۶ درصد به دست آمد. ارزیابی کیفیت تصویر با ۵ ناحیه‌ی مشخص شده در تصویر (قدامی، خلفی، جانبی چپ، جانبی راست و مرکز) بر اساس متوسط‌گیری ۱۰ بیمار در جدول ۲ گزارش شده است. بر اساس جدول ۲، نتایج نشان داد که متوسط بیشترین میزان کاهش در صد SNR برای بیماران در قسمت خلف برای پروتکل‌های T1 و T2 به ترتیب ۱۹/۶ و ۱۵/۵۹ درصد است. متوسط کمترین میزان کاهش درصد SNR برای بیماران نیز در قسمت قدامی برای پروتکل‌های T1 و T2 به ۸/۱۳ و ۸/۰۵ درصد به دست آمد.

در ارتباط با دلیل کاهش کیفیت تصویر می‌توان موارد ذیل را مطرح کرد. در موقعیت پرتودرمانی و به منظور استفاده از تجهیزات ثابت‌سازی پایه ثابت‌سازی ترموپلاست باید استفاده شود که ضخامت این لایه در این مطالعه ۱/۸ سانتی‌متر بوده است. این پایه فاصله بیمار با کویل خلفی را افزایش می‌دهد که منجر به کاهش کیفیت تصویر می‌شود. از طرف دیگر بیماران سر و گردن برای ثابت‌سازی نیاز به هد رست و وج دارند که برای زاویه دادن به گردن و تکرارپذیری موقعیت در جلسات درمانی استفاده می‌شود. این تجهیزات نیز منجر به افزایش فاصله‌ی بیمار با کویل‌های خلفی در هنگام تصویربرداری در موقعیت پرتودرمانی می‌شوند. در قسمت قدامی نیز استفاده از کویل‌های سطحی بر روی بدن بیمار، به دلیل فاصله‌ی کمتر نسبت به کویل مغزی با بدن بیمار منجر به کاهش کمتر SNR نسبت به ناحیه‌ی خلفی می‌شوند. نتایج این مطالعه و هم‌چنین مطالعات مشابه نشان داد که اگرچه کیفیت تصویر MRI در موقعیت درمان کاهش پیدا می‌کند اما می‌توان میزان کاهش کیفیت تصویر را با استفاده از ترکیب کویل‌های سطحی و حتی طراحی شرایط و کویل‌های مناسب موقعیت پرتودرمانی به حداقل رساند. از طرف دیگر در چندین مطالعه به این نکته اشاره شده است که با وجود کاهش کیفیت تصویر MRI در موقعیت درمان، اثر قابل ملاحظه و معناداری در مشخص کردن بافت‌ها دیده نشده است (۱۴، ۱۸).

نسبت به مطالعات مشابه که در مقدمه به آن‌ها اشاره شد، میزان کاهش متوسط SNR دراین مطالعه کمتر بود که می‌تواند مربوط به عدم استفاده از لایه‌ی تخت صاف علاوه بر پایه ترموپلاست، و هم‌چنین به استفاده از نگهدارنده‌ی کویل مربوط باشد. چراکه طراحی موقعیت بیمار به شکلی انجام شد که حداقل فاصله با کویل‌های گیرنده‌ی سیگنال ایجاد شود. اختلاف بین مقادیر SNR به دست آمده

برای بیماران مختلف نیز مربوط به این نکته است که بستن کویل‌های سطحی بر روی سر بیمار وابسته به کارشناس است و قطعا تفاوت‌هایی بین بیماران مختلف وجود داشته است. بیشترین انحراف معیار مشاهده شده مربوط به نواحی چپ و راست بیمار می‌شود. این اختلاف به دلیل فواصل مختلف کویل با سر بیمار برای هر بیمار است چرا که به دلیل عدم ایجاد آسیب در کویل سطحی امکان فشار زیاد و نزدیک کردن کویل به سطح ترموپلاست از طرفین چپ و راست وجود نداشت.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به تعداد محدود کویل‌های سطحی در دسترس در بخش MRI اشاره کرد. با تعداد بیشتر کویل‌های سطحی و هم‌چنین استفاده از کویل‌های سطحی با انعطاف‌پذیری بیشتر می‌توان کیفیت تصاویر MRI در موقعیت درمانی را افزایش داد. محدودیت دیگر نیز عدم وجود لیزرهای مناسب simulation در اتاق تصویربرداری MRI تشخیصی است که روند موقعیت‌دهی بدن بیمار با لیزرهای داخل بور دستگاه را طولانی‌تر می‌کند.

نتیجه‌گیری

استفاده از تجهیزات ثابت‌سازی در ناحیه‌ی سر و گردن مانند ترموپلاست، هدرست و وج در هنگام تصویربرداری MRI می‌تواند منجر به کاهش کیفیت تصویر گردد. میزان کاهش کیفیت تصویر وابسته به پروتکل تصویربرداری، نوع تجهیزات تصویربرداری، آرایش کویل‌های مورد استفاده، محدوده‌ی تصویربرداری متفاوت است. در این مطالعه که بر روی بیماران مبتلا به تومور مغزی انجام شده است بیشترین و کمترین کاهش SNR در هر دو پروتکل T1 و T2 به ترتیب در قسمت خلفی و قدامی مشاهده شده است. نتایج این مطالعه و سایر مطالعات مشابه نشان داد که استفاده از تجهیزیت ثابت سازی در هنگام تصویربرداری MRI با کاهش ناچیز در کیفیت تصویر و بدون تأثیر قابل توجه در تشخیص پزشک و هم‌چنین مرحله کانتور تومور و بافت‌های نرمال می‌تواند دقت روی هم انداختن تصاویر را افزایش داده و در طراحی درمان فقط با استفاده از تصاویر MRI مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان‌نامه‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی فیزیک پزشکی با کد ۴۰۰۰۱۳۸ می‌باشد که در دانشگاه علوم پزشکی مشهد به تصویب رسیده و با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی مشهد به انجام رسیده است. کلیه‌ی مراحل این تحقیق نیز در دانشگاه علوم پزشکی مشهد انجام گریده است. لذا بدین‌وسیله مراتب تقدیر و تشکر از دانشگاه علوم پزشکی مشهد به عمل می‌آید.

References

1. Kitson SL. Modern Medical Imaging and Radiation Therapy. Cyber Security| Big Data| AI Open Med Science. 2024. Available from: https://openmedscience.com/wp-content/uploads/2024/05/Modern-Medical-Imaging-Radiation-Therapy.pdf
2. De Pietro S, Di Martino G, Caroprese M, Barillaro A, Cocozza S, Pacelli R, et al. The role of MRI in radiotherapy planning: a narrative review “from head to toe”. Insights into Imaging 2024; 15(1): 255.
3. Low DA, Fallone BG, Raaymakers BW. MRI-Guided Radiation Therapy Systems. Semin Radiat Oncol 2024; 34(1): 14-22.
4. Gardner SJ, Kim J, Chetty IJ. Modern radiation therapy planning and delivery. Hematol Oncol Clin North Am 2019; 33(6): 947-62.
5. Singhrao K, Dugan CL, Calvin C, Pelayo L, Yom SS, Chan JWH, et al. Evaluating the Hounsfield unit assignment and dose differences between CT-based standard and deep learning-based synthetic CT images for MRI-only radiation therapy of the head and neck. J Appl Clin Med Phys 2024; 25(1):e 14239.
6. Liu X, Chen X, Chen D, Liu Y, Quan H, Gao L, et al. A patient-specific auto-planning method for MRI-guided adaptive radiotherapy in prostate cancer. Radiother Oncol 2024; 200: 110525.
7. McDaid L, Clough A, Benson RK, Nelder C, McMahon J, Jackson S, et al. Geometric distortion caused by metallic femoral head prosthesis in prostate cancer imaging on an MR Linac: in-vivo measurements of spatial deformation. Br J Radiol 2024; 97(1156): 757-62.
8. Bakker C, Moerland M, Bhawandien R, Beersma R. Analysis of machine-dependent and object-induced geometric distortion in 2DFT MR imaging. Magnetic Resonance Imaging 1992; 10(4): 597-608.
9. Jafar M, Jafar YM, Dean C, Miquel ME. Assessment of geometric distortion in six clinical scanners using a 3D-printed grid phantom. J Imaging 2017; 3(3): 28.
10. Wang D, Strugnell W, Cowin G, Doddrell DM, Slaughter R. Geometric distortion in clinical MRI systems: Part I: evaluation using a 3D phantom. Magn Reson Imaging 2004; 22(9): 1211-21.
11. Uh J, Merchant TE, Li Y, Li X, Hua C. MRI-based treatment planning with pseudo CT generated through atlas registration. Med Phys 2014; 41(5): 051711.
12. Sun J, Dowling JA, Pichler P, Parker J, Martin J, Stanwell P, et al. Investigation on the performance of dedicated radiotherapy positioning devices for MR scanning for prostate planning. J Appl Clin Med Phys 2015; 16(2): 4-13.
13. Xing A, Holloway L, Arumugam S, Walker A, Rai R, Juresic E, et al. Commissioning and quality control of a dedicated wide bore 3T MRI simulator for radiotherapy planning. Int J Cancer Ther Oncol 2016; 4(2): 421.

14. Konnerth D, Eze C, Nierer L, Thum P, Braun J, Niyazi M, et al. Novel modified patient immobilisation device with an integrated coil support system for MR-guided online adaptive radiotherapy in the management of brain and head-and-neck tumours. Tech Innov Patient Support Radiat Oncol 2021; 20: 35-40.
15. Mandija S, D'Agata F, Navest RJ, Sbrizzi A, Tijssen RH, Philippens ME, et al. Brain and head-and-neck MRI in immobilization mask: a practical solution for MR-only radiotherapy. Front Oncol 2019; 9: 647.
16. Winter RM, Leibfarth S, Schmidt H, Zwirner K, Mönnich D, Welz S, et al. Assessment of image quality of a radiotherapy-specific hardware solution for PET/MRI in head and neck cancer patients. Radiotherapy and Oncology 2018; 128(3): 485-91.
17. Mcjury M, O'Neill A, Lawson M, McGrath C, Grey A, Page W, et al. Assessing the image quality of pelvic MR images acquired with a flat couch for radiotherapy treatment planning. Br J Radiol 2011; 84(1004): 750-5.
18. Walker A, Liney G, Holloway L, Dowling J, Rivest-Henault D, Metcalfe P. Continuous table acquisition MRI for radiotherapy treatment planning: distortion assessment with a new extended 3D volumetric phantom. Med Phys 2015; 42(4): 1982-91.

DOI: *10.48305/jims.v44.i854.0314*

Journal of Isfahan Medical School **Vol. 44, No. 854, 2nd Week, May 2026**

Received: 12.01.2025 Accepted: 16.04.2026 Published: 05.05.2026

The Effect of Fixation Equipment Used in Radiotherapy on the Quality of Magnetic Resonance Images of the Brain Region

Ebrahim Borghabani[1], Mehdi Momennezhad[2], Shahrokh Nasseri[2], Seiedeh Fatemeh Ayatifard[3], Atefe Rostami[4]

Original Article

Abstract

Background: The high contrast inherent in soft tissue, coupled with the capacity to implement a variety of imaging protocols and acquire functional data through magnetic resonance imaging (MRI), significantly enhances the precision of treatment planning of radiotherapy. In this study, the effect of radiotherapy positioning equipment on MR image quality of brain region was evaluated.

Methods: MRI images of homogenous phantom and 10 patients in T1 and T2 protocols with brain coil in the diagnostic MR position and using thermoplastic mask in the treatment position of radiotherapy were taken. MRI images using Medical image analysis and processing software (3D Slicer) were compared in terms of image quality with the signal-to-noise ratio (SNR) parameter.

Findings: The average percentage of SNR reduction was measured more in the T1 protocol in both phantom and patient images. The highest percentage of SNR reduction for the phantom in the posterior part was obtained for the T1 and T2 protocols, 13.23 and 11.21 percent, respectively. The lowest percentage of SNR reduction for the phantom in the anterior part was obtained for the T1 and T2 protocols, 6.81 and 4.46 percent, respectively.

Conclusion: Correcting the patient's body position using flat overlay table and thermoplastic fixation base during MRI imaging, similar to radiotherapy sessions, can increase the accuracy of CT and MRI images registration with a slight decrease in image quality and can be used in treatment planning using MRI images.

Keywords: Fixation devices, Thermoplastic polyester mask, Image enhancement, Magnetic resonance imaging, Radiotherapy

Citation: Borghabani E, Momennezhad M, Nasseri S, Ayatifard SF, Rostami A. **The Effect of Fixation Equipment Used in Radiotherapy on the Quality of Magnetic Resonance Images of the Brain Region.** J Isfahan Med Sch 2026; 44(854): 314-22.

1- Department of Radiology, Shahid Beheshti Emdam Hospital, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
2- Department of Medical Physics, Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran
3- Department of Medical Physics and Radiation Sciences, Faculty of Paramedical Sciences, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
4- Associate Professor, Department of Medical Physics and Radiation Sciences, Faculty of Paramedical Sciences, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
Corresponding Author: Atefe Rostami, Associate Professor, Department of Medical Physics and Radiation Sciences, Faculty of Paramedical Sciences, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran; Email: At.rostami2009@gmail.com