

انتخاب مارکر مناسب جهت به کارگیری در تعیین موقعیت بازوهای ربات کمک جراح در تصویربرداری تشدید مغناطیسی

دکتر مصطفی رستمی^۱، مائده رنجبر^۲

چکیده

مقدمه: در این مطالعه سعی شد جنس مارکرها برای استفاده بر روی یک ربات نمونه برداری بافت نرم که تحت هدایت تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI یا Magnetic resonance imaging) کار می کند، انتخاب شود. این مارکرها به منظور تعیین موقعیت لینک های این ربات که در تصاویر غیر قابل رؤیت می باشند، استفاده شده اند.

روش ها: برای انتخاب جنس مناسب از بین موادی که سازگار با محیط مغناطیسی بودند، چهار ماده ی نیتروگلیسرین، پارافین مایع، روغن سیلیکون و قرص ویتامین E انتخاب شدند و در موارد مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. این مارکر علاوه بر سازگار بودن با محیط MRI، باید کنتراست مناسب داشته باشد و باعث ایجاد اعوجاج و تاری تصاویر نشود. برای بررسی فاکتورهای مؤثر بر انتخاب جنس مارکر، تست هایی با سیستم های تصویربرداری ۱ تسلا و ۱/۵ تسلا از این چهار ماده تهیه شد و با استفاده از این نتایج، میزان تأمین معیارهای مختلف، مورد مطالعه قرار گرفت.

یافته ها: با توجه به معیارهای مورد نظر، نیتروگلیسرین به عنوان جنس مناسب انتخاب شد.

نتیجه گیری: در جدول تهیه شده امتیاز نیتروگلیسرین ۶۲/۳۵، روغن سیلیکون ۵۳/۱۵، پارافین مایع ۵۰ و ویتامین E ۴۵/۶ (پایین ترین امتیاز) را اختیار کرده اند. با توجه به نتایج به دست آمده، نیتروگلیسرین مناسب ترین ماده برای هدفی است که در این مقاله دنبال می شد. پس از آن، روغن سیلیکون و پارافین مایع و در نهایت ویتامین E این هدف را تأمین می کنند.

واژگان کلیدی: نمونه برداری، ربات کمک جراح، مارکرگذاری، نیتروگلیسرین

مقدمه

نمونه برداری از این بافت می پردازد. نمونه ای از این ربات ها که MC-Robot نام دارد، در دانشگاه صنعتی امیرکبیر طراحی و ساخته شده است. به دلیل محدودیت هایی که سازگاری با دستگاه MRI ایجاد می کند، تعیین موقعیت بازوهای این ربات با مقداری خطا همراه است. مارکرگذاری بازوها راهی است که جهت کاهش این خطا و تعیین دقیق تر موقعیت بازوهای ربات و در نتیجه بالا بردن دقت عملکرد آن در نظر گرفته شده است. واضح است که اساسی ترین قسمت چنین کاری، تعیین مارکر مناسب می باشد. این مارکر علاوه بر سازگار بودن با محیط MRI، باید

امروزه نمونه برداری از بافت های درون بدن جهت تعیین بیماری ها و تشخیص سرطان ها امر بسیار رایجی است که توسط جراحان و متخصصان این زمینه صورت می پذیرد. در راستای تسهیل و از میان بردن خطاهای انسانی در این نمونه برداری ها از ربات های کمک جراح ویژه ای کمک گرفته می شود. دسته ای از این ربات ها برای نمونه برداری به داخل دستگاه MRI (Magnetic resonance imaging) فرستاده می شوند و با مشخص شدن موقعیت بافت مورد نظر در تصاویر ارسال شده از دستگاه MRI، ربات با هدایت از بیرون به

^۱ دانشیار، دانشکده ی مهندسی پزشکی، دانشگاه امیر کبیر، تهران، ایران

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده ی مهندسی پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

مارکرها می‌باشند. از این‌رو در چنین اعمال جراحی، مارکرها کلیدی‌ترین نقش انجام عملیات ناولبری را ایفا می‌کنند و باید به وضوح برای سیستم پردازنده تعریف شده باشند (۴).

مارکرهاى مورد استفاده در این اعمال جراحی بسته به نوع عمل و میزان دقت مورد نیاز، تنوع زیادی دارند. چنین مارکری می‌تواند حتی یکی از اعضای صورت باشد، اما در صورت نیاز به دقت‌های بیشتر مواردی مانند مارکرهاى فیدوشیال (۷) و مارکرهاى لیزری مورد استفاده قرار می‌گیرند. مفهوم دیگری که در مورد مارکرها از اهمیت بالایی برخوردار است، تهاجمی بودن یا نبودن مارکرها می‌باشد. اما با توجه به اینکه مارکرهاى مورد نظر در این کاربرد بر روی ربات نصب می‌شوند، از اهمیت این موضوع کاسته می‌شود.

MC-Robot نمونه‌ای ربات کمک جراح برای نمونه‌برداری از بافت‌های سرطانی است که در داخل دستگاه MRI قرار می‌گیرد و با هدایت از بیرون به نمونه‌برداری از بافت مورد نظر می‌پردازد. به علت سازگاری این ربات با محیط تصویربرداری MRI، بازوهای آن در تصاویر دریافتی قابل مشاهده نیستند. هدف مارکرگذاری بازوهای این ربات، جهت تعیین موقعیت دقیق آن‌ها در تصاویر می‌باشد. برای این منظور، چهار مارکر سازگار با محیط MRI شامل نیتروگلیسرین، ویتامین E، روغن سیلیکون و پارافین مایع مورد بررسی قرار گرفته است که ادامه‌ی جزئیات و نتایج این بررسی بیان خواهد شد.

روش‌ها

جهت انتخاب مناسب‌ترین ماده از بین مواد سازگار با محیط MRI، چهار ماده‌ی روغن سیلیکون، پارافین

کنتراست مناسب داشته باشد و باعث ایجاد اعوجاج و تاری تصاویر نشود. در این مقاله جهت تعیین مارکر مناسب، چهار ماده‌ی نیتروگلیسرین، ویتامین E، پارافین مایع و روغن سیلیکون که از مواد سازگار با محیط MRI هستند و به طور معمول به عنوان مارکر از آن‌ها استفاده می‌شود، مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت، با توجه به معیارهای مدنظر، نیتروگلیسرین به عنوان مارکر مناسب جهت استفاده بر روی ربات تعیین شد.

در این مقاله به بررسی جنس مارکر مناسب سازگار با محیط MRI جهت استفاده در تعیین موقعیت لینک‌های یک ربات کمک جراح پرداخته می‌شود. امروزه در بسیاری از اعمال جراحی جهت به حداقل رساندن آسیب‌ها و افزایش دقت عمل (۱)، از هدایت تصویر (۲) کمک گرفته می‌شود. از اولین جراحی‌های تحت هدایت تصویر، جراحی استرئوتاکسیک (Stereotaxic surgery) را می‌توان نام برد (۳) که در آن به منظور نمونه‌برداری از تومورهای مغزی از تصاویر تهیه شده‌ی قبل از جراحی (Pre operative imaging) استفاده می‌شود (۴). در بیشتر مواقع در این جراحی‌ها از مارکرها به عنوان ابزاری برای تطابق تصاویر قبل از جراحی با تصاویری که در حین جراحی (Intra operative imaging) از ناحیه‌ی مشخصی از بدن تهیه شده است، استفاده می‌شود (۵). نمونه‌ای از این جراحی‌های تحت هدایت تصویر (IGS) یا Image guided surgery) با کمک ربات‌ها انجام می‌پذیرد. به طور معمول در این نوع جراحی‌ها جهت آشکارسازی بازوهای ربات در محیط مجازی از مارکرها کمک گرفته می‌شود (۶)؛ به ویژه در جراحی‌هایی که با کمک تصویربرداری MRI صورت می‌پذیرد، تنها قسمت‌های قابل مشاهده از ربات

امکان ایجاد حباب‌های هوا درون کپسول حاوی مایع وجود دارد. این حباب‌های هوا از کیفیت تصویر مارکرها می‌کاهد و منجر به ایجاد تصویری از مارکر با نقاطی با رنگ متفاوت می‌شود. پس تخلخل، به عنوان یک عامل منفی، تا حد ممکن باید کاهش یابد. به علاوه در هنگام تصویربرداری، هر حرکت کوچک زیر دستگاه منجر به یک به هم خوردگی و تاری در تصویر مارکر می‌شود و در صورت وجود فضای خالی، امکان حرکت مایع درون ظرفش وجود دارد.

شکل پذیری (Deformability)

در صورتی که مارکرهایی با قابلیت تغییر در اندازه و شکل آن‌ها داشته باشیم، امکان استفاده از این خصوصیت برای شناسایی سریع‌تر مارکرها به وجود خواهد آمد. با توجه به مایع بودن مواد انتخاب شده، تغییر شکل مارکرها به هر صورت دلخواه امکان پذیر است.

وضوح مارکر در تصویر (Contrast)

از مهم‌ترین موارد مؤثر در انتخاب جنس مارکر وضوح آن در تصاویر است. هر چه مارکر در تصویر درجه‌ی وضوح بالاتری داشته باشد، دقت و سرعت تشخیص آن افزایش می‌یابد و این موضوع از اساسی‌ترین مطالب پژوهش حاضر محسوب می‌شود. برای بررسی وضوح تصویر مارکرها و مقایسه‌ی بین مارکرهای مورد نظر، تست‌هایی از آن‌ها در دستگاه MRI به عمل آمد. این تصویربرداری در دستگاه MRI فیلیپس ۱/۵ تسلا مدل آپچو، در حالتی که تصویربرداری از مجموعه‌ی بیمار انجام می‌شد (با کویل سر) صورت گرفت. در دستگاه MRI پروتکل‌های مختلفی برای تصویربرداری وجود دارد که بر اساس پارامتری که تأثیر بیشتری در مشخصات تصویر خواهد داشت، طبقه‌بندی می‌شوند. این آزمایش در پروتکل‌های

مایع، نیتروگلیسرین (A) و ویتامین E مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا باید معیارهایی که در تعیین مارکر مناسب مؤثر می‌باشد، مشخص گردد. سپس این معیارها برای تک‌تک مواد مورد نظر تعیین شود و در نهایت با توجه به امتیازی که هر مارکر از سپس این معیارها برای تک‌تک مواد مورد نظر تعیین شد و در نهایت با توجه به امتیازی که هر مارکر از نظر میزان هم‌خوانی با معیارهای تعیین شده به دست آورد، بهترین مارکر انتخاب گردید. در ادامه جزئیات مربوط را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

معیارهای مؤثر در انتخاب جنس مارکر

مارکر منتخب باید دارای ویژگی‌های مشخصی باشد. این مارکر باید قابل استفاده در دستگاه MRI و موفقیت آن با دقت مناسبی قابل تشخیص باشد. بنابراین معیارهای ارزش مارکرها به صورت زیر تعیین گردیده‌است:

زیست سازگاری (Biocompatibility)

به دلیل استفاده از این مارکرها در مجاورت بدن انسان و بر روی یک ربات کمک جراح، لازم است که جنس مارکرها از مواد زیست سازگار باشد. یک ماده در صورتی زیست سازگار محسوب می‌شود که بدن بتواند در مجاورت آن بدون ایجاد هیچ عارضه‌ای مانند واکنش‌های آلرژیک و یا اثرات جانبی مخرب به فعالیتش ادامه دهد (۹).

در دسترس بودن مارکرها (Availability)

با توجه به اینکه این مارکرها جهت استفاده‌های عملی بررسی می‌شوند، هزینه‌ی دسترسی به مارکر می‌تواند عامل مهمی در انتخاب آن باشد.

تخلخل (Porosity)

در صورت پر نشدن ظرف مارکر و یا تغییر دمای آن

محیط تصویربرداری MRI، تست‌هایی با حضور بیمار تهیه شد. نمودار هیستوگرام مربوط به این تصاویر تهیه گردید؛ اما از آنجا که در تصاویر عدم ایجاد خرابی مشهود است، نیازی به استفاده از این نمودارها احساس نمی‌شود. در تست عدم ایجاد خرابی یک بار این مواد به تنهایی تحت تصویربرداری قرار گرفتند و بار دیگر با حضور بیمار تک‌تک آن‌ها تست شدند که تنها تصویر تهیه شده از تست دوم ارایه شده است.

مقایسه‌ی تحلیلی مواد مورد نظر

نیتروگلیسرین

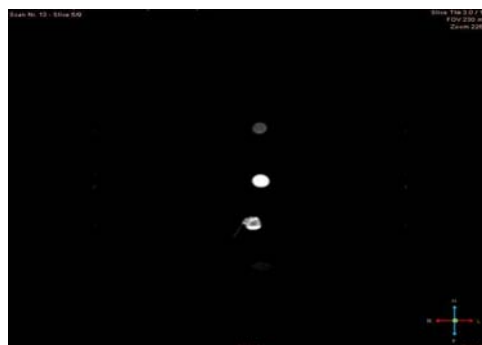
نیتروگلیسرین یک داروی ضد گرفتگی عروق است (۱۰) و به راحتی در داروخانه‌ها با قیمت مناسب در دسترس است. با توجه به اینکه نیتروگلیسرین قرص است، زیست سازگار بودن آن بدیهی است. به علاوه، این ماده به راحتی قابل تهیه است و به این ترتیب دو معیار در دسترس بودن و زیست سازگار بودن را به خوبی ارضا می‌کند. قرص‌های نیتروگلیسرین به صورت کره‌های توخالی پلاستیکی که در درون آن از مایع نیتروگلیسرین پر شده است، یافت می‌شوند. درون پوسته‌ی این قرص‌ها کوچک‌ترین فضای خالی و یا هوایی وجود ندارد. همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، وضوح این ماده در تصاویر تهیه شده بسیار عالی بود و استفاده از آن در دستگاه منجر به هیچ گونه تغییری در تصاویر نمی‌شود، که این دو موضوع با چشم نیز قابل مشاهده است. تمامی آزمون‌های انجام شده و تصاویر تهیه شده این نتیجه را تأیید می‌کنند.

ویتامین E

ویتامین E به عنوان یک داروی محلول در روغن شناخته شده است و در داروخانه‌ها به عنوان داروی تقویتی به فروش می‌رسد. زیست سازگاری، قیمت

پروتون دنیسی (PD یا Proton density)، وزن دو تسلا (T2W)، وزن یک تسلا و فلر (Flair) - پروتکل بدون آب- انجام شده‌اند.

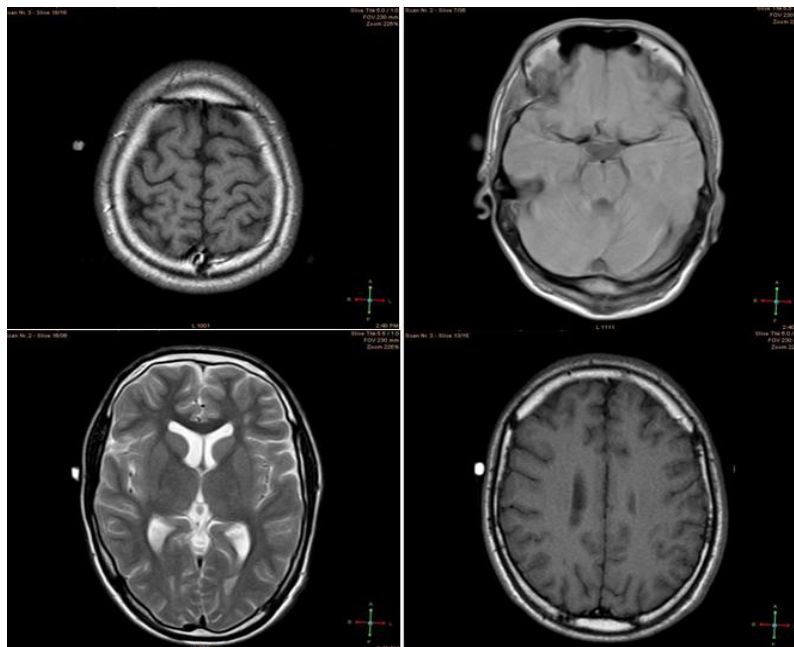
جهت بررسی وضوح مارکرها در تصاویر MRI نیازی به حضور بیمار در دستگاه وجود ندارد. تصویر ۱، نتیجه‌ی تست کنتراست مارکرها است که بدون حضور بیمار تهیه و در پروتکل TIW، در شرایط معمولی تصویربرداری شده است.



شکل ۱. تصویر هر چهار ماده در کنار هم برای بررسی و مقایسه‌ی وضوح تصویر آن‌ها به ترتیب از بالا به پایین: پارافین، نیتروگلیسرین، روغن سیلیکون، ویتامین E

اثر مخرب مارکر بر تصویر اصلی (Noise)

هر کدام از مواد مورد نظر در دو حالت وجود و عدم وجود بیمار، مورد تصویربرداری MRI قرار گرفت. این کار در مورد تمامی پروتکل‌های دستگاه MRI تست و از عدم ایجاد اعوجاج اطمینان حاصل شد. برای تشخیص میزان نویز از نمودار هیستوگرام تصاویری شامل مارکرها استفاده شد. نمودار هیستوگرام تصویر MRI شامل هر یک از مارکرها به صورت جداگانه مورد نیاز است که در تست‌هایی تهیه شده است. ابتدا مارکرها به صورت فانتوم مورد آزمایش قرار گرفتند (شکل ۱) و پس از اطمینان از عدم ایجاد خرابی در تصاویر و سازگاری آن‌ها با



شکل ۲. تصاویر تک تک مارکرها بالا راست - قرص ویتامین E، بالا چپ - روغن سیلیکون، پایین راست - نیتروگلیسرین، پایین چپ - پارافین مایع

از درون پوسته لازم شد که امکان انجام دقیق این کار وجود نداشت و این امر از جمله نکات منفی این مارکر به حساب می آید. از نظر قیمت و دسترسی در مقایسه با نیتروگلیسرین و ویتامین E از امتیاز کمتری برخوردار است. امکان حذف تخلخل با درصدی خطا از درون آن وجود دارد. از نظر زیست سازگاری تأیید شده است؛ اما مهم ترین خصوصیت این ماده امکان تشخیص سریع و دقیق آن در تصاویر MRI است. این ماده بعد از نیتروگلیسرین بیشترین وضوح را دارد. این موضوع در شکل ۲ به خوبی قابل مشاهده است.

پارافین مایع

این ماده تمام فاکتورهای منفی را که در مورد روغن سیلیکون اشاره شد، دارد و از کتراست بالای آن نیز بی بهره می باشد. قیمت آن از روغن سیلیکون بیشتر و در شرکت های فروش مواد شیمیایی قابل تهیه می باشد. وزن مخصوص پارافین (۰/۹ گرم بر سانتی متر مکعب) نسبت به روغن سیلیکون بیشتر است.

مناسب، دسترسی آسان، عدم وجود تخلخل، عدم ایجاد نویز، مایع بودن ماده و امکان ایجاد تغییر سایز و تغییر شکل در آن از مزایای این مارکر محسوب می شود؛ اما با توجه به شکل ۲ و تصاویر مشابه آن این ماده مهم ترین فاکتور، یعنی وضوح مناسب را دارا نمی باشد.

روغن سیلیکون

با وجود قیمت بالای ترکیبات سیلیکون، مقاومت قابل توجهی که در برابر گرما دارند، به استفاده از آن ها در مصارف صنعتی منجر شده است. این ماده فاقد مواد مضر برای محیط زیست و سلامتی انسان می باشد. اما نبود این ماده در سایزها و بسته بندی های قابل استفاده در زیر دستگاه، از فاکتورهای منفی آن محسوب می شود (۱۰). جهت تصویربرداری MRI از این ماده، پوسته ی قرص های نیتروگلیسرین به وسیله ی سرنگ تخلیه شد و پس از شست و شو، روغن سیلیکون به داخل این پوسته تزریق شد. با این کار، هواگیری و ایجاد موانعی برای جلوگیری از نشتی ماده ی مورد نظر

یافته‌ها

می‌گیرد. در صورت یکسان بودن معیارهای مربوط به سطر و ستون، عدد ۱ به این خانه اختصاص می‌یابد. در جدول ۲ با توجه به اینکه هر مارکر تا چه حد یک معیار را ارضا می‌کند، درصدی برای آن اختیار شده است که بسته به خصوصیات مارکر که در مقاله مطرح شدند، تغییر می‌کند. با ضرب وزن هر پارامتر در این درصد و سپس به دست آوردن مجموع هر سطر از این جدول، میزانی برای انتخاب جنس مارکرها به دست می‌آید. هر چه حاصل جمع سطر روبه‌روی یک ماده بزرگ‌تر باشد، آن ماده مارکر مناسب‌تری خواهد بود.

بحث

در این مقاله چهار ماده بر اساس معیارهایی با هم مقایسه شدند تا مناسب‌ترین آن‌ها برای استفاده به عنوان مارکر زیر دستگاه MRI انتخاب شود. با جمع زدن

برای اینکه مقایسه‌ی مارکرها راحت‌تر شود، جدول ۱ تهیه شده که میزان اهمیت چهار معیار را نسبت به هم تخمین می‌زند. در این جدول هر دو معیار به صورت جداگانه با هم مقایسه شده‌اند و در نهایت درصد اهمیت هر کدام نسبت به کل تعیین شده است (۱۱). با توجه به بزرگی و کوچکی این درصد، میزان تأثیر معیار مربوط به آن بر انتخاب جنس مارکر مشخص می‌شود. معیاری که روبه‌روی هر سطر نوشته شده است، نمره‌های مربوط به خانه‌ها را تعیین می‌کند، این معیار به عنوان معیار مبنا در نظر گرفته شد و تک‌تک ستون‌ها با آن مقایسه گردید. در صورتی که اهمیت معیار سطر نسبت به معیارهای ستونی بیشتر باشد، در خانه‌ی متناظر این سطر و ستون عدد ۳ و در صورت کمتر بودن اهمیت آن عدد ۰ در این خانه قرار

جدول ۱. مقایسه‌ی معیارهای تأثیرگذار بر انتخاب جنس مارکر

خرابی تصویر	شکل پذیری	وضوح تصویر	قیمت	تخلخل	در دسترس بودن	زیست سازگاری
۱۳ × ۱۰۰	۱ × ۷۰	۱۵ × ۱۰۰	۹ × ۸۵	۵ × ۱۰۰	۶ × ۱۰۰	۱۵ × ۱۰۰
۱۳ × ۱۰۰	۱ × ۱۰۰	۱۵ × ۹۰	۹ × ۹۰	۵ × ۶۰	۶ × ۸۰	۱۵ × ۶۵
۱۳ × ۱۰۰	۱ × ۱۰۰	۱۵ × ۶۰	۹ × ۷۰	۵ × ۶۰	۶ × ۷۰	۱۵ × ۹۰
۱۳ × ۹۰	۱ × ۷۰	۱۵ × ۱۰	۹ × ۶۰	۵ × ۱۰۰	۶ × ۱۰۰	۱۵ × ۱۰۰

جدول ۲. با ضرب کردن وزن هر معیار در درصد صحت یک پارامتر برای هر معیار عددی به دست می‌آید که با مقایسه‌ی این امتیازها برای هر یک از مواد، ماده دارای بالاترین امتیاز به عنوان مارکر انتخاب می‌شود.

خرابی تصویر	شکل پذیری	وضوح تصویر	قیمت	تخلخل	در دسترس بودن	زیست سازگاری
۲	۳	۰	۴	۴	۳	۱
۵	۵	۲	۵	۵	۱	۷
۳	۴	۲	۶	۱	۵	۶
۴	۶	۰	۱	۴	۵	۶
۷	۱۰	۱	۱۰	۸	۸	۱۰
۳	۱	۰	۴	۶	۵	۷
۱	۷	۳	۶	۷	۵	۷

به نتایج به دست آمده، نیتروگلیسرین مناسب‌ترین ماده برای هدفی است که در این مقاله دنبال می‌شود. پس از آن، روغن سیلیکون و پارافین مایع و در نهایت ویتامین E این هدف را تأمین می‌کنند.

سطرهای جدول ۱ برای هر ماده امتیازی به دست آمد و مارکر بهینه، ماده‌ی برخوردار از بالاترین امتیاز است. در این جدول، نیتروگلیسرین امتیاز ۶۲/۳۵، روغن سیلیکون ۵۳/۱۵، پارافین مایع ۵۰ و ویتامین E پایین‌ترین امتیاز معادل ۴۵/۶ را اختیار کرده‌اند. با توجه

References

- Weishaupt D, Köchli VD, Marincek B. How does MRI work?: an introduction to the physics and function of magnetic resonance imaging. New York, NY: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2006.
- Davey RJ. A qualitative evaluation of visual Localization and the application to Robotics using artoolkit and the lego Nxt. Grahamstown, South Africa: Rhodes University; 2009.
- Peters TM. Image-guided surgery: from X-rays to virtual reality. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2000; 4(1): 27-57.
- Morgan PS, Carter T, Davis S, Sepehri A, Punt J, Byrne P, et al. The application accuracy of the Pathfinder neurosurgical robot. *International Congress Series* 2003; 1256: 561-7.
- Woerdeman PA. Frameless image-guided neurosurgery in motion. Utrecht, Dutch: Utrecht University; 2008.
- Tokuda J, Fischer GS, DiMaio SP, Gobbi DG, Csoma C, Mewes PW, et al. Integrated navigation and control software system for MRI-guided robotic prostate interventions. *Comput Med Imaging Graph* 2010; 34(1): 3-8.
- Langen MD, Green S, Schlegel J. Patent application title: Fiducial Marker [Online]. [2008 Sep 25]; Available from: URL: <http://www.faqs.org/patents/app/20080234532>.
- Schicho K, Figl M, Seemann R, Donat M, Pretterklieber ML, Birkfellner W, et al. Comparison of laser surface scanning and fiducial marker-based registration in frameless stereotaxy. Technical note. *J Neurosurg* 2007; 106(4): 704-9.
- Kainz H, Bale R, Donnemiller E, Gabriel M, Kovacs P, Decristoforo C, et al. Image fusion analysis of ^{99m}Tc-HYNIC-octreotide scintigraphy and CT/MRI in patients with thyroid-associated orbitopathy: the importance of the lacrimal gland. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003; 30(8): 1155-9.
- Huang-Hellinger FR, Breiter HC, McCormack G, Cohen MS, Kwong KK, Sutton JP, et al. Simultaneous functional magnetic resonance imaging and electrophysiological recording. *Human Brain Mapping* 1995; 3(1): 13-23.
- Wang MY, Maurer CR, Jr., Fitzpatrick JM, Maciunas RJ. An automatic technique for finding and localizing externally attached markers in CT and MR volume images of the head. *IEEE Trans Biomed Eng* 1996; 43(6): 627-37.

The Best Marker to Position the Arms of a Robotic Surgical Assistant in MRI

Mostafa Rostami PhD¹, Maedeh Ranjbar²

Abstract

Background: In this study, we tried to choose the proper material to use on a magnetic resonance imaging (MRI)-compatible robot. The robot is to take soft tissue samples in an image guided process. Since this robot is made of MRI-compatible material, its links are invisible in the MR images. Finding such markers would enable us to distinguish the position of links in the images and as a result in the real world.

Methods: Four materials compatible with magnetic environments, including liquid paraffin, nitroglycerin, vitamin E pills, and silicon oil, were tested to find the most appropriate one to be used as the marker. In addition to compatibility with MRI environment, the material had to have suitable contrast to avoid blurry images. The tests were performed in a Philips MRI system at 1 and 1.5 Tesla.

Findings: Liquid paraffin, nitroglycerin, vitamin E pills, and silicon oil scored 50, 62.35, 45.6, and 53.15, respectively. Most of the evaluated factors were satisfied by nitroglycerin.

Conclusion: After all tests and considerations, nitroglycerin was selected as the best material.

Keywords: Biopsy, Marker arrangement, Robot assisted surgery, Nitroglycerin

¹ Associate Professor, School of Biomedical Engineering Amir kKbir University of Technology, Tehran, Iran

² School of Biomedical Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran..

Corresponding Author: Maedeh Ranjbar, Email: maida.ranjbar@gmail.com