

اثربخشی فن آوری MRI ۳ تسلا در تشخیص و درمان بیماری‌های اعصاب و قلب و عروق (مطالعه‌ی مروری نظام‌مند)

دکتر سحرناز نجات^۱، دکتر علی اکبری ساری^۲، محمدرضا مبینی زاده^۳، دکتر رقیه خبیری^۴، دکتر لیلیا قالیچی^۵

خلاصه

مقدمه: تصویرسازی تشدید مغناطیسی (Magnetic resonance imaging یا MRI) یک فن آوری به نسبت جدید در پزشکی است. هدف این پژوهش، ارزیابی عملکرد MRI ۳ تسلا در تشخیص و درمان بیماری‌های اعصاب و قلب و عروق بود.

روش‌ها: مطالعه‌ی حاضر یک مرور نظام‌مند بود. در مرحله‌ی اول این پروژه، مهم‌ترین بانک‌های اطلاعاتی الکترونیکی پزشکی شامل MEDLINE، TRIP، Cochrane Library، Google، EMBASE، CENTRAL and Cochrane Systematic Reviews، NHS EEDs و DARE) و Cochrane Library مورد جستجو قرار گرفتند. سپس مطالعاتی که در آن‌ها MRI ۳ تسلا با یک روش استاندارد تشخیصی دیگر مانند MRI ۱/۵ تسلا مقایسه و برای ارزیابی عملکرد تشخیصی فن آوری از پیامدهایی نظیر حساسیت، ویژگی و ایمنی استفاده شده بود، انتخاب شدند.

یافته‌ها: ۲۵ مقاله وارد مطالعه شد که اکثر آن‌ها بر برتری نسبی عملکرد تشخیصی (حساسیت و ویژگی) MRI ۳ تسلا به ۱/۵ تسلا تأکید داشتند. حساسیت روش ۳ تسلا بین ۷۹ تا ۹۱ درصد و ویژگی آن بین ۷۶ تا ۹۵ درصد و حساسیت روش ۱/۵ تسلا نیز بین ۷۹ تا ۹۰ درصد و ویژگی آن بین ۶۷ تا ۸۷ درصد محاسبه شد. در این مطالعات حساسیت در روش ۳ تسلا بالاتر و کیفیت فنی تصاویر ۳ تسلا نیز برتر از ۱/۵ تسلا بود. از لحاظ عوارض جانبی بین دو روش، میزان بالاتر بروز تحریکات حسی در دو گروه ۳ و ۱/۵ تسلا در مقایسه‌ی با گروه ۰/۶ تسلا مشاهده شد، اما تفاوت معنی‌داری بین ۳ تسلا و ۱/۵ تسلا گزارش نشده بود.

نتیجه‌گیری: MRI ۳ تسلا علاوه بر آن که تمام توانایی‌های MRI ۱/۵ تسلا را دارد، گاه قادر به تشخیص مواردی است که با MRI ۱/۵ تسلا و نسخه‌های قبلی آن قابل تشخیص نمی‌باشد، اگر چه این مزیت اندک و برای موارد محدود می‌باشد.

واژگان کلیدی: MRI، ۳ تسلا، ۱/۵ تسلا، تصویر برداری.

مقدمه

ارائه دهندگان خدمت و مصرف بی رویه و غیر منطقی این خدمات شود. این مشکل در بسیاری از کشورهای در حال توسعه نیز به وجود آمده و باعث افزایش شدید هزینه‌ها شده است. بنابراین در اکثر این کشورها قبل از ورود فن آوری با استفاده از روش نظام‌مند ارزیابی فن آوری سلامت با دقت و حساسیت نسبت به مجوز ورود فن آوری‌های جدید و نحوه‌ی استفاده از آن‌ها

در سال‌های اخیر استفاده از فن آوری‌های پزشکی در تشخیص و درمان بیماری‌ها رشد چشمگیر و پر شتابی داشته است. استفاده‌ی مناسب از این فن آوری‌ها می‌تواند به تشخیص و درمان بیماری‌ها کمک مؤثری نماید. از طرفی، ورود نامحدود و بدون کنترل این فن آوری‌ها ممکن است موجب تقاضای القایی از طرف

^۱ دانشیار، عضو هیأت علمی، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده‌ی بهداشت، مرکز تحقیقات بهره‌برداری از دانش سلامت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

^۲ استادیار، عضو هیأت علمی، گروه مدیریت و اقتصاد سلامت، مرکز تحقیقات بهره‌برداری از دانش سلامت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

^۳ کارشناس ارشد اقتصاد سلامت، اداره‌ی ارزیابی فناوری‌های سلامت، معاونت درمان وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران.

^۴ دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، گروه مدیریت و اقتصاد سلامت، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

^۵ دستیار اپیدمیولوژی، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

بررسی و اقدام می شود تا در حد امکان از منابع موجود به صورت بهینه استفاده شود.

یکی از فن‌آوری‌هایی که کاربرد گسترده‌ای در تشخیص و درمان بیماری‌ها دارد، تصویربرداری پزشکی است. تصویرسازی تشدید مغناطیسی (MRI یا Magnetic resonance imaging) یک فن‌آوری تصویربرداری پزشکی است که اولین نسخه‌ی آن در سال ۱۹۷۸ به عرصه‌ی بالینی معرفی شد و از آن زمان تاکنون به طور مستمر به سیر تکاملی پر شتاب خود ادامه داده است. از جمله پیشرفت‌های مهم در چند سال اخیر عرضه‌ی MRI‌های با قدرت مغناطیسی بسیار بالا به بازار است. بزرگ‌ترین و مهم‌ترین بخش در سیستم MRI قدرت میدان مغناطیسی می‌باشد که با واحد تسلا اندازه‌گیری می‌شود (۱). امروزه MRI اغلب دارای قدرت میدان‌های ۰/۲، ۱، ۱/۵، ۳ تسلا می‌باشند و در برخی کشورها سیستم‌های با قدرت ۷ تسلا نیز برای بیماران مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اگرچه به نظر می‌رسد MRI‌های از چهار تسلا به بالا بیشتر جنبه و کاربردهای تحقیقاتی دارند. در ایران تعدادی MRI ۱/۵ تسلا وجود دارد و به تازگی نیز تعداد اندکی MRI ۳ تسلا نیز مورد بهره‌برداری قرار گرفته است و تقاضا برای ورود تعداد بیشتری از آن نیز وجود دارد. MRI ۳ تسلا ممکن است علاوه بر آن که توانایی‌های دستگاه‌های MRI ۱/۵ تسلا را داشته باشد قادر به تشخیص مواردی باشد که با دستگاه‌های قدیمی‌تر قابل تشخیص نیست و از طرفی به نظر می‌رسد از سرعت و دقت بالاتری نیز در تشخیص بیماری‌ها برخوردار است (۲). این پژوهش با سفارش واحد ارزیابی فن‌آوری سلامت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی با هدف اصلی بررسی ایمنی و اثربخشی این فن‌آوری با توجه به وضعیت کشور و به

منظور ارائه‌ی راهکار در زمینه‌ی ورود و استفاده‌ی بیشتر از این فن‌آوری در کشور انجام شد.

روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر یک مرور نظام‌مند بود. در این مطالعه مهم‌ترین پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی منابع پزشکی شامل TRIP، MEDLINE، EMBASE، Google، (CENTRAL and Cochrane Systematic Reviews)، NHS EEDs و DARE و Cochrane Library و مورد جستجو قرار گرفت. در این مرحله ۲۴۲۰ مقاله یافت شده که پس از بررسی عنوان آن‌ها مقالات نامرتبط و مقالاتی که بیش از یک مرتبه یافت شده بودند حذف گردیدند. خلاصه‌ی مقالات باقی‌مانده به طور مجدد بررسی و مقالات نامرتبط حذف شدند و در نهایت ۱۲۷ مقاله باقی ماند. این مقالات به صورت کامل (Full report) جمع‌آوری شدند و توسط دو نفر به طور مستقل مورد بررسی نهایی قرار گرفتند. سپس ۳۲ مقاله وارد فاز ارزیابی نهایی شدند. این مقالات توسط دو مرورگر به طور مستقل ارزیابی شدند. هدف از این ارزیابی، اطمینان از رعایت کامل معیارهای ورود و خروج مطابق با تعاریف اولیه بود. به این ترتیب مقالاتی که بر روی افراد سالم و یا بافت‌ها و مواد شیمیایی انجام شده بود حذف گردید. در این مرحله در مجموع ۷ مقاله حذف شدند (جدول ۱) و در نهایت ۲۵ مقاله وارد فاز مطالعه گشتند. معیارهای ورود مطالعات عبارت بودند از: ۱- جمعیت مورد مطالعه: مبتلایان به بیماری‌های مغز و اعصاب و همچنین قلب و عروق، ۲- مداخله: MRI ۳ تسلا، ۳- شاهد: روش‌های دیگر تشخیصی، ۴- پیامد: وجود پیامدهایی نظیر حساسیت، ویژگی و ایمنی.

جدول ۱. عناوین مقالات حذف شده و دلیل حذف هر یک از آنها

ردیف	نویسنده	سال چاپ	علت حذف
۱	Rosano و همکاران (۳)	۲۰۰۲	تأکید مقاله بر روی یافته‌های مربوط به MRI مغز بود و نه خصوصیات MRI ۳ تسلا
۲	Stroman و همکاران (۴)	۲۰۰۳	تأکید مقاله بر روی یافته‌های مربوط به MRI مغز بود و نه خصوصیات MRI ۳ تسلا
۳	Thulborn و همکاران (۵)	۲۰۰۳	تأکید مقاله بر روی یافته‌های مربوط به MRI مغز بود و نه خصوصیات MRI ۳ تسلا
۴	Stenger و همکاران (۶)	۱۹۹۹	توضیح تکنیک‌های خاص در MRI ۳ تسلا
۵	Altun و همکاران (۷)	۲۰۰۸	معرفی یک تکنیک جانبی با استفاده از MRI
۶	Fujii و همکاران (۸)	۱۹۹۸	توضیح تکنیک‌های خاص در MRI ۳ تسلا
۷	Yoneoka و همکاران (۹)	۲۰۰۲	توضیح یک تکنیک خاص در MRI ۳ تسلا

از MRI ۳ تسلا بود که ۱۱ مقاله در این گروه قرار گرفتند. لیست مقالات این گروه که در تهیه گزارش مورد استفاده قرار گرفتند ولی در مقایسه‌ی قدرت تشخیصی نقشی نداشتند در جدول ۲ آمده است. گروه دوم (۱۴ مقاله) شامل مقالاتی بود که به مقایسه‌ی MRI ۳ تسلا و سایر روش‌ها می‌پرداختند (جدول ۳). این مقالات نیز در دو شاخه‌ی کلی قابل ارزیابی بودند: شاخه‌ی اول به مقایسه‌ی MRI‌های ۳ تسلا و ۱/۵ تسلا پرداخته بودند (۱۰ مقاله) و شاخه‌ی دوم دقت MRI ۳ تسلا را بر اساس سایر روش‌ها از قبیل جراحی تعیین کرده بودند (۴ مقاله).

بررسی توسط ۲ محقق انجام شد و در مواردی که بین دو محقق اختلاف نظر وجود داشت نظر محقق سوم به عنوان نظر نهایی پذیرفته شد. با این که اشکالات متدولوژیک در اکثر مطالعات به چشم می‌خورد، مقالات فوق دارای سطح کیفیت قابل قبولی بودند.

یافته‌ها

۲۵ مقاله‌ی باقی‌مانده به دو گروه مقالات کلی تفکیک شد. گروه اول شامل مقالات مروری و یادداشت‌های فنی و گزارش‌های مربوط به راه‌اندازی و بهره‌برداری

جدول ۲. عناوین مقالات مروری و یادداشت‌های فنی راه‌اندازی و بهره‌برداری از MRI ۳ تسلا

ردیف	نویسنده	سال چاپ	عنوان
۱	Carlani و همکاران (۱۰)	۲۰۰۸	Combined morphological, [1H]-MR spectroscopic and contrast-enhanced imaging of human prostate cancer with a 3 Tesla scanner: preliminary experience
۲	Hall و همکاران (۱۱)	۲۰۰۶	3 Tesla intraoperative MR imaging for neurosurgery
۳	Clarke و همکاران (۱۲)	۲۰۰۴	Magnetic resonance imaging at 3 Tesla: time to begin again
۴	Matsuura و همکاران (۱۳)	۲۰۰۵	Quantitative analysis of magnetic resonance imaging susceptibility artifacts caused by neurosurgical biomaterials: comparison of 0.5, 1.5 and 3 Tesla Magnetic fields
۵	Trattinig و همکاران (۱۴)	۲۰۰۶	The optimal contrast agents at high field MRI
۶	Reichenbach و همکاران (۱۵)	۲۰۰۰	High-resolution MR venography at 3 Tesla
۷	Garwood و Kim (۱۶)	۲۰۰۳	High-field magnetic resonance techniques for brain research
۸	Griffin و همکاران (۱۷)	۲۰۰۸	High resolution imaging of knee on 3 Tesla MRI: A pictorial view
۹	Fukatsu (۱۸)	۲۰۰۳	3 Tesla MR for clinical use: update
۱۰	Tieleman و همکاران (۱۹)	۲۰۰۷	Comparison between functional magnetic resonance imaging at 1.5 and 3 Tesla
۱۱	Briellmann و همکاران (۲۰)	۲۰۰۳	MR imaging of epilepsy: state of art at 1.5 Tesla and potential of 3Tesla

جدول ۳. عناوین مقالاتی که به مقایسه‌ی MRI ۳ تسلا و سایر روش‌ها پرداخته‌اند

نویسنده	سال چاپ	روش مورد مقایسه
۱ Ligabue و همکاران (۲۱)	۲۰۰۸	۱/۵ تسلا
۲ Bachmann و همکاران (۲۲)	۲۰۰۶	۱/۵ تسلا
۳ Edelman و همکاران (۲۳)	۲۰۰۶	۱/۵ تسلا
۴ Scheid و همکاران (۲۴)	۲۰۰۷	۱/۵ تسلا
۵ Wieners و همکاران (۲۵)	۲۰۰۷	۱/۵ تسلا
۶ Weintraub و همکاران (۲۶)	۲۰۰۷	۱/۵ تسلا
۷ Nobauer-Huhmann و همکاران (۲۷)	۲۰۰۲	۱/۵ تسلا و ۰/۶ تسلا
۸ Cheng و همکاران (۲۸)	۲۰۰۷	۱/۵ تسلا
۹ Nielsen و همکاران (۲۹)	۲۰۰۶	۱/۵ تسلا
۱۰ Diehm و همکاران (۳۰)	۲۰۰۷	۱/۵ تسلا و DSA
۱۱ Harloff و همکاران (۳۱)	۲۰۰۷	اکوکاردیوگرافی ترانس ازوفاژئال
۱۲ von Engelhardt و همکاران (۳۲)	۲۰۰۷	آرتروسکوپی
۱۳ von Engelhardt و همکاران (۳۳)	۲۰۰۸	آرتروسکوپی
۱۴ Kim و همکاران (۳۴)	۲۰۰۸	جراحی

کارخانه‌های GE، Philips، Siemens و Ettligen از دستگاه‌های ساخت بودند. ۵ مقاله با استفاده از دستگاه‌های ساخت کارخانه‌ی Philips، ۵ مقاله با استفاده از دستگاه‌های ساخت کارخانه‌ی Siemens، ۴ مقاله با استفاده از دستگاه‌های ساخت کارخانه‌ی GE، ۱ مقاله با استفاده از دستگاه‌های ساخت کارخانه‌ی Ettligen انجام شده بود. دو مقاله در سال ۲۰۰۲، چهار مقاله در سال ۲۰۰۶، هفت مقاله در سال ۲۰۰۷ و دو مقاله در سال ۲۰۰۸ چاپ شده بود.

این ۱۵ مقاله با استفاده از دو ابزار استاندارد مورد بررسی قرار گرفت:

- یافتن مطالعات برای مرور نظام‌مند: یک چک لیست برای پژوهشگران (Finding studies for systematic reviews: a checklist for researchers) که ابزار توسط مرکز مرور و انتشار (Centre for reviews and dissemination) وابسته به دانشگاه یورک تهیه و ارائه شده است.

از نظر نوع بیماری‌های مورد بررسی، تنوع مطلوبی وجود داشت؛ به طوری که مطالعات در بیماران مبتلا به بیماری‌های عروق قلب و محیطی (۴ مقاله)، اختلالات مغز و دستگاه عصبی مرکزی (سکته‌ی مغزی، مولتیپل اسکلروزیس، تروما، تومور روی هم ۴ مقاله)، بیماری‌های احشای شکمی (۲ مقاله)، اختلالات مفاصل (ترومای زانو، درگیری مینیسک، آرتريت روماتوئید در مفاصل دست روی هم ۳ مقاله) و انواع بیماران سرپایی (۱ مقاله) انجام شده است. تعداد شرکت‌کنندگان هر مقاله از ۱۰ تا ۱۰۲۳ نفر متغیر بودند.

در بین این مقالات تنها یک مقاله به ارزیابی دقیق عوارض مشاهده شده و مقایسه‌ی آن در دو گروه پرداخته بود. این مطالعه بر روی مجموعه‌ی متنوعی از بیماران انجام شده بود و تنها به مقایسه‌ی عوارض پرداخته بود.

در این ۱۵ مطالعه دستگاه‌های مورد بررسی ساخت

(Digital subtraction angiography) پرداخته بود، تفاوت (Signal to noise ratio) SNR و (Contrast to noise ratio) CNR و (Signal difference to noise ratio) که برای مقایسه کمی تصاویر به دست آمده به کار می‌روند را بین دو روش معنی‌دار نشان داد. مقایسه کیفی تصاویر به دست آمده از نظر آناتومی عروق، آرتفکت‌های ناشی از حرکت و روی هم افتادگی عروقی تفاوت معنی‌داری را در دو گروه نشان نداد.

در مقاله دیگری که به مقایسه حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و منفی و دقت MRI ۱/۵ و ۳ تسلا با استفاده از آنژیوگرافی به عنوان روش مرجع پرداخته است، تفاوت مشاهده شده بین دو روش در زیرگروه‌های درگیری تک عروقی و چند عروقی قلب معنی‌دار بود. با این حال در مجموع، هیچ‌یک از تفاوت‌های مشاهده شده درگیری‌های عروقی از نظر آماری معنی‌دار نبودند. هر چند که نویسنده مقاله با استناد به تفاوت مشاهده شده در زیرگروه‌ها، این سطح از شدت میدان مغناطیسی را برای سنجش‌های عروق قلبی توصیه کرده بود. در این مطالعه تفاوت مشاهده شده در SNR و CNR معنی‌دار بود.

جزئیات یافته‌های ارائه شده:

الف. حساسیت و ویژگی

۵ مقاله به ارزیابی حساسیت، ویژگی و دقت تشخیصی پرداخته بودند. نتایج به دست آمده در جدول زیر مشاهده می‌شود.

• ابزار Critical Appraisal Skills Programme (CASP)

هیچ یک از مطالعات به دلیل نقص کیفیت و وجود اشکال متدولوژیک حذف نشدند. اکثر مطالعات از روش‌های مختلف برای "کور کردن" مطالعه استفاده کرده بودند. همچنین تمام مطالعات نتایج را با حدود اطمینان و در صورت امکان با ذکر مقدار P ذکر کرده بودند. از ۱۵ مقاله مورد بررسی در این بخش، محققین در سه مقاله اظهار کرده بودند که روش ۳ تسلا در مقایسه با متدهای متعارف دقت چندان بالاتری ندارد. سایر مقالات بر بالاتر بودن نسبی توانایی MRI ۳ تسلا نسبت به ۱/۵ تسلا تأکید داشتند. این سه مقاله بر روی مینیسک زانو (۲۰۰۶)، غضروف زانو (۲۰۰۷) و عروق ناحیه‌ی اینفراپوپلیته (۲۰۰۷) انجام شد و همگی به بررسی تفکیکی نواحی مختلف پرداخته بودند. در مقاله‌ی اول مینیسک‌های داخلی و خارجی، درجات مختلف پارگی و انواع پارگی‌ها، در مقاله‌ی دوم نواحی مخالف غضروف زانو و درجات مختلف پارگی و در مقاله‌ی سوم سگمان‌های مختلف عروق اینفراپوپلیته و درجات مختلف تنگی جداگانه بررسی شدند. مطالعه‌ی اول و دوم روش MRI ۳ تسلا را با نتایج آرتروسکوپی مقایسه کرده بودند و به دلیل وجود مقادیر بالای منفی کاذب (False negative rate) یا (FNR) این روش را دارای دقت مطلوبی برای استفاده‌ی گسترده‌تر نمی‌دانستند و این روش را به عنوان جایگزین آرتروسکوپی در ارزیابی ضایعات مینیسک و مفصل پیشنهاد نکردند. مطالعه‌ی سوم که به مقایسه‌ی دو روش MRI با روش مرجع DAS

جدول ۴. مقادیر حساسیت و ویژگی اعلام شده در مقالات

عملکرد تشخیصی (درصد)	دقت (درصد)	ویژگی (درصد)	حساسیت (درصد)	سال چاپ	مؤلفان
	-	۸۷	۷۹	۲۰۰۷	Diehm و همکاران (۳۰)
	-	۸۷	۸۲	۳ تسلا	
۷۸	۸۲	۶۷	۹۰	۲۰۰۷	Cheng و همکاران (۲۸)
۸۹	۹۰	۷۶	۹۸	۳ تسلا	
	۸۵	-	-	۲۰۰۸	kim و همکاران (۳۴)
	۹۰	۹۵	۷۹	۲۰۰۸	von Engelhardt و همکاران (۳۳)
	۸۸	۸۵	۹۱	۲۰۰۷	von Engelhardt و همکاران (۳۲)

همکاران در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ بر روی ضایعات مینیسک زانو انجام شد، MRI ۳ تسلا را فاقد توانایی تشخیصی کافی برای جایگزینی آرتروسکوپی تشخیصی دانست (۳۲).

ب. ارزیابی کمی تصاویر

۵ مقاله‌ی ذکر شده در جدول ۵ به مقایسه‌ی ویژگی‌های کمی تصاویر به دست آمده از روش ۳ تسلا و ۱/۵ تسلا پرداخته‌اند. برای ارزیابی کمی تصاویر از شاخص‌های SNR، CNR و SDNR و گرایان استفاده شده است. در اغلب مقالات تفاوت مشاهده شده بین دو روش معنی‌دار بوده است (با برتری روش ۳ تسلا).

با این حال همان طور که پیش از این ذکر شد Diehm و همکاران این شواهد را برای برتری روش ۳ تسلا در بالین کافی نمی‌دانند (۳۰). Edelman و همکاران نیز مزیت رقابتی روش ۳ تسلا را در گرو پیشرفت‌های آتی در زمینه‌ی ارتقای SNR و همگن سازی سیگنال دانسته‌اند (۲۳).

از طرف دیگر Ligabue و همکاران معتقدند MRI ۳ تسلا در مقابل روش ۱/۵ تسلا توانایی بهتری برای

همان طور که در جدول مشاهده می‌شود حساسیت روش ۳ تسلا بین ۷۹ تا ۹۱ درصد و ویژگی آن بین ۶۷ تا ۹۵ درصد محاسبه شده است. البته این تفاوت‌ها با توجه به تنوع اختلالات مورد ارزیابی و تفاوت در روش‌های مرجع مورد استفاده قابل انتظار است.

در دو مقاله محاسبه حساسیت و ویژگی برای هر دو روش ۱/۵ تسلا و ۳ تسلا انجام شده بود که در هر دو حساسیت در روش ۳ تسلا بالاتر بود. با این حال نویسندگان یکی از مقالات (Diehm و همکاران)، معتقدند شواهد کافی در مورد بالاتر بودن دقت تشخیصی روش ۳ تسلا در مقایسه‌ی با روش ۱/۵ تسلا در تشخیص ضایعات آترواسکلروتیک زیر زانو وجود ندارد. در این مطالعه تفاوتی بین ویژگی دو روش مشاهده نشد. شاخص Youden شاخصی برای سنجش عملکرد تست‌های تشخیصی می‌باشد. میزان این شاخص در روش ۳ تسلا ۳ درصد بیشتر از روش ۱/۵ تسلا بوده است (۳۰). مقاله‌ی دوم (Cheng و همکاران) حساسیت، ویژگی، دقت و عملکرد تشخیصی روش ۳ تسلا را بالاتر می‌دانند. تفاوت شاخص Youden در این مطالعه ۱۷ درصد بوده است (۲۸).

دو مقاله‌ای که توسط von Engelhardt و

جدول ۵. مقدار P حاصل از مقایسه کمی تصاویر بین MRI ۱/۵ و ۳ تسلا در مقالات

نویسنده	سال چاپ	SNDR (مقدار P)	CNR (مقدار P)	SNR (مقدار P)	Gradient (مقدار P)
Ligabue و همکاران (۲۱)	۲۰۰۸	-	$0/05 >$	$0/05 <$	-
Edelman و همکاران (۲۳)	۲۰۰۶	-	-	گاهی اوقات معنی دار است	معنی دار در مورد اکثر اندام‌های درونی
Bachmann و همکاران (۲۲)	۲۰۰۶	-	$0/003 <$	$0/005$	-
Cheng و همکاران (۲۸)	۲۰۰۷	-	$0/01 <$	$0/01 <$	-
Diehm و همکاران (۳۰)	۲۰۰۷	$0/037$	$0/03$	$0/032$	-

ارزیابی شده بودند، پرداختند. مطالعه نشان داد که با وجود عدم مشاهده عوارض شدید، تحریکات حسی (شامل دیدن تلاً‌هایی از نور توسط بیمار، سرگیجه، سردرد، وجود طعم فلزی در دهان، تغییرات در میزان درد و همچنین تأثیرات ادراکی) در دو گروه ۳ و ۱/۵ تسلا در مقایسه با گروه ۰/۶ تسلا بیشتر بود که بررسی‌های بیشتر در مورد مضرات شدت‌های بالاتر میدان مغناطیسی را ضروری می‌نماید (۲۶).

ه. سایر ارزیابی‌های مقایسه‌ای

مطالعه‌ی Scheid و همکاران نشان داد که اگرچه تفاوت معنی‌داری بین تعداد خون‌ریزی‌های کوچک تروماتیک (Traumatic microbleeding) در دو روش وجود دارد، برای مقاصد بالینی معمول روش ۱/۵ تسلا کفایت می‌کند و روش ۳ تسلا تنها زمانی که شواهد قوی بالینی در غیاب یافته‌های قابل توجه در روش‌های متداول MRI وجود داشته باشد مفید است (۲۴).

تشخیص ضایعات میوکارد دارد (۲۱). Bachmann و همکاران نیز معتقدند بهره‌گیری از MRI با قدرت‌های بالاتر میدان مغناطیسی ارزش تشخیصی بالاتری ایجاد خواهد کرد (۲۲).

ج. ارزیابی کیفی تصاویر

دو مورد از مقالات به مقایسه کیفی تصاویر از نظر آرتیفکت، تمایز خاکستری-سفید و کیفیت کلی تصاویر پرداختند. در اکثر موارد تصاویر حاصل از دستگاه ۳ تسلا در مقایسه با ۱/۵ تسلا کیفیت بالاتری داشتند.

همچنین در مطالعه‌ی Wieners و همکاران کیفیت تصاویر ۳ تسلا در اغلب سطوح تصویر نسبت به ۱/۵ تسلا برتری داشتند (۲۵).

د. عوارض جانبی

Weintraub و همکاران به مقایسه عوارض جانبی بین دو روش در ۱۰۲۳ بیمار که با MRI ۳، ۱/۵ و ۰/۶ تسلا

جدول ۶. مقدار P حاصل از مقایسه کیفی تصاویر بین ۱/۵ و ۳ تسلا در مقالات

نویسنده	سال چاپ	کیفیت کلی تصویر (مقدار P)	Lesion conspicuity (مقدار P)	Image noise (مقدار P)	تمایز خاکستری-سفید (مقدار P)	آرتیفکت (مقدار P)
Bachmann و همکاران (۲۲)	۲۰۰۶	$0/008$	$0/0009$	$0/05 >$	$0/05 >$	$0/0002$
Nobauer-Huhmann و همکاران (۲۷)	۲۰۰۲	-	-	$0/05 <$	$0/05 <$	$0/05 <$

عوارض بهره‌گیری از فیلدهای پر قدرت (۳ تسلا و بالاتر) گذشته‌های مسایل فنی و مهندسی، انبارش انرژی در بافت‌ها و افزایش احتمال مشاهده‌ی آرتیفکت است (۲۰). در صورت وجود اجزای بیومدیکال فلزی، با افزایش قدرت فیلد، قطر آرتیفکت ایجاد شده افزایش می‌یابد. هرچند که در صورت استفاده از اجزای سرامیکی این مشکل به حداقل می‌رسد و تغییری در بین فیلدهای مختلف مغناطیسی ایجاد نمی‌شود (۱۳).

یکی دیگر از فواید بهره‌گیری از فیلدهای قوی‌تر، کاهش مقدار ماده‌ی حاجب وریدی مورد نیاز است. به این ترتیب در مواردی از قبیل آرتروگرافی به کمک MRI و تعیین دقیق حدود تومورها، مقادیر اپتیمال برای دستیابی به حداکثر کیفیت متفاوت و در نهایت کمتر از میزان مورد نیاز برای MRI ۳ تسلا خواهد بود (۱۴). مطالعه بر روی عروق افراد سالم نیز نشان داده است که بهره‌گیری از فیلدهای قوی‌تر در انجام ونوگرافی امکان مشاهده‌ی عروق کوچک‌تر را فراهم می‌کند (۱۵). هر چند بعضی از محققین بر اساس یافته‌های تجربی و مشاهده‌ی تصاویر حاصل معتقدند MRI ۳ تسلا در ارزیابی‌های سیستم اسکلتی عضلانی به ویژه در ارزیابی لیگامان‌ها و مینیسک‌ها مزایایی به همراه دارد ولی این نظریات در مطالعات بالینی (که در بخش‌های مرتبط مطرح شده است) تأیید نشدند (۱۷).

در مجموع به نظر می‌رسد MRI ۳ تسلا در مقایسه‌ی با روش ۱/۵ تسلا مزیت اندکی دارد و برتری آن محدود به موارد خاص و پیچیدگی‌های تشخیصی است. در اکثر حوزه‌ها این روش نمی‌تواند جایگزین روش‌های متداول (غیر رادیولوژیک) باشد. بیشترین مزیت این روش در ارزیابی‌های حیطه‌ی قلب و عروق قابل مشاهده است. با توجه به وجود تردیدهایی در مورد میزان عوارض

Bachmann و همکاران معتقدند با بهره‌گیری از تکنولوژی ۳ تسلا، اسکن‌های بیشتر و باریک‌تری در زمان ثابت قابل دستیابی است (۲۲). مطالعه‌ی Nielsen و همکاران نیز بر برتری روش ۳ تسلا برای تشخیص نوریت اپتیک در مقایسه‌ی با روش ۱/۵ تسلا اشاره دارد (۲۹). مطالعه‌ی Harloff و همکاران که به مقایسه‌ی MRI ۳ تسلا با اکوکاردیوگرافی از راه مری در بیماران مبتلا به سکتته‌ی قلبی پرداخته بود، استفاده از این روش را در موارد کریپتوژنیک که روش‌های تشخیصی معمول توانایی کافی ندارند، توصیه کرد (۳۱).

بحث

۲۵ مقاله وارد مطالعه شد که اکثر آن‌ها از کیفیت قابل قبول برخوردار بود. اکثر مقالات بر برتری نسبی عملکرد تشخیصی (حساسیت و ویژگی) MRI ۳ تسلا نسبت به ۱/۵ تسلا تأکید داشتند. مزیت اصلی بهره‌گیری از فیلدهای مغناطیسی قوی‌تر، دستیابی به SNR (نسبت سیگنال به پارازیت در یک تصویر) بالاتر است (۱۲). SNR بالاتر منجر به افزایش دقت (Resolution) تصویر در زمان ثابت و یا کاهش زمان تصویربرداری برای Resolution ثابت می‌گردد. اهمیت این موضوع در تصویربرداری از بیماران بد حال، تصویربرداری‌هایی که نیازمند زمان طولانی باشند و یا در مواردی که تصویربرداری عملکردی، متابولیک و ساختاری مورد نظر است و همچنین در ارزیابی‌های نوین ملموس‌تر می‌شود. ارزیابی‌های عملکرد مغز، به ویژه با اعمال تغییرات ضروری در شاخص‌های سنجش و تحلیل در مقایسه‌ی با روش ۱/۵ تسلا، نتایج بسیار دقیق‌تری فراهم می‌کند (۱۹).

فن آوری MRI ۳ تسلا مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران در سال ۱۳۸۸ به کد ۸۸-۰۱-۷۴-۸۵۹۱ بود که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران و معاونت درمان وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی انجام شد.

مشاهده شده در فیلهای مغناطیسی بالاتر، در استفاده از این روشها باید با دقت و احتیاط کافی عمل شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی تحت عنوان ارزیابی

References

1. Tesla (unit) [Online]. available from: URL: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Tesla_%28unit%29&oldid=195207498
2. Sandrick K. 3-tesla MRI bests 1.5-tesla in body and brain. [online]. [cited 2008]. Available from: URL: <http://www.diagnosticimaging.com/dimag/legacy/advancedMR/3tmri.html>
3. Rosano C, Krisky CM, Welling JS, Eddy WF, Luna B, Thulborn KR, et al. Pursuit and saccadic eye movement subregions in human frontal eye field: a high-resolution fMRI investigation. *Cereb Cortex* 2002; 12(2): 107-15.
4. Stroman PW, Krause V, Malisza KL, Frankenstein UN, Tomanek B. Characterization of contrast changes in functional MRI of the human spinal cord at 1.5 T. *Magn Reson Imaging* 2001; 19(6): 833-8.
5. Thulborn KR, Chang SY, Shen GX, Voyvodic JT. High-resolution echo-planar fMRI of human visual cortex at 3.0 tesla. *NMR Biomed* 1997; 10(4-5): 183-90.
6. Stenger VA, Peltier S, Boada FE, Noll DC. 3D spiral cardiac/respiratory ordered fMRI data acquisition at 3 Tesla. *Magn Reson Med* 1999; 41(5): 983-91.
7. Altun E, Semelka RC, Dale BM, Elias J, Jr. Water excitation MPRAGE: an alternative sequence for postcontrast imaging of the abdomen in noncooperative patients at 1.5 Tesla and 3.0 Tesla MRI. *J Magn Reson Imaging* 2008; 27(5): 1146-54.
8. Fujii Y, Nakayama N, Nakada T. High-resolution T2-reversed magnetic resonance imaging on a high magnetic field system. Technical note. *J Neurosurg* 1998; 89(3): 492-5.
9. Yoneoka Y, Watanabe N, Matsuzawa H, Tsumanuma I, Ueki S, Nakada T, et al. Preoperative depiction of cavernous sinus invasion by pituitary macroadenoma using three-dimensional anisotropy contrast periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction imaging on a 3-tesla system. *J Neurosurg* 2008; 108(1): 37-41.
10. Cariani M, Mancino S, Bonanno E, Finazzi AE, Simonetti G. Combined morphological, [1H]-MR spectroscopic and contrast-enhanced imaging of human prostate cancer with a 3-Tesla scanner: preliminary experience. *Radiol Med* 2008; 113(5): 670-88.
11. Hall WA, Galicich W, Bergman T, Truwit CL. 3-Tesla intraoperative MR imaging for neurosurgery. *J Neurooncol* 2006; 77(3): 297-303.
12. Clarke GD, Rahal A, Morin RL. Magnetic resonance imaging at 3 Tesla: time to begin, again. *J Am Coll Radiol* 2004; 1(7): 524-6.
13. Matsuura H, Inoue T, Ogasawara K, Sasaki M, Konno H, Kuzu Y, et al. Quantitative analysis of magnetic resonance imaging susceptibility artifacts caused by neurosurgical biomaterials: comparison of 0.5, 1.5, and 3.0 Tesla magnetic fields. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2005; 45(8): 395-8.
14. Trattig S, Pinker K, Ba-Ssalamah A, Nobauer-Huhmann IM. The optimal use of contrast agents at high field MRI. *Eur Radiol* 2006; 16(6): 1280-7.
15. Reichenbach JR, Barth M, Haacke EM, Klarhofer M, Kaiser WA, Moser E. High-resolution MR venography at 3 Tesla. *J Comput Assist Tomogr* 2000; 24(6): 949-57.
16. Kim DS, Garwood M. High-field magnetic resonance techniques for brain research. *Curr Opin Neurobiol* 2003; 13(5): 612-9.
17. Griffin N, Joubert I, Lomas DJ, Bearcroft PW, Dixon AK. High resolution imaging of the knee on 3-Tesla MRI: a pictorial review. *Clin Anat* 2008; 21(5): 374-82.
18. Fukatsu H. 3T MR for clinical use: update. *Magn Reson Med Sci* 2003; 2(1): 37-45.
19. Tieleman A, Vandemaele P, Seurinck R, Deblaere K, Achten E. Comparison between functional magnetic resonance imaging at 1.5 and 3 Tesla: effect of increased field strength on 4 paradigms used during presurgical work-up. *Invest Radiol* 2007; 42(2): 130-8.
20. Briellmann RS, Pell GS, Wellard RM, Mitchell LA, Abbott DF, Jackson GD. MR imaging of epilepsy: state of the art at 1.5 T and potential of 3 T. *Epileptic Disord* 2003; 5(1): 3-20.
21. Ligabue G, Fiochi F, Ferraresi S, Barbieri A, Rossi R, Modena MG, et al. 3-Tesla MRI for the evaluation of myocardial viability: a comparative

- study with 1.5-Tesla MRI. *Radiol Med* 2008; 113(3): 347-62.
22. Bachmann R, Reilmann R, Schwindt W, Kugel H, Heindel W, Kramer S. FLAIR imaging for multiple sclerosis: a comparative MR study at 1.5 and 3.0 Tesla. *Eur Radiol* 2006; 16(4): 915-21.
 23. Edelman RR, Salaniti G, Brand R, Dunkle E, Ragin A, Li W, et al. Magnetic resonance imaging of the pancreas at 3.0 tesla: qualitative and quantitative comparison with 1.5 tesla. *Invest Radiol* 2006; 41(2): 175-80.
 24. Scheid R, Ott DV, Roth H, Schroeter ML, von Cramon DY. Comparative magnetic resonance imaging at 1.5 and 3 Tesla for the evaluation of traumatic microbleeds. *J Neurotrauma* 2007; 24(12): 1811-6.
 25. Wieners G, Detert J, Streitparth F, Pech M, Fischbach F, Burmester G, et al. High-resolution MRI of the wrist and finger joints in patients with rheumatoid arthritis: comparison of 1.5 Tesla and 3.0 Tesla. *Eur Radiol* 2007; 17(8): 2176-82.
 26. Weintraub MI, Khoury A, Cole SP. Biologic effects of 3 Tesla (T) MR imaging comparing traditional 1.5 T and 0.6 T in 1023 consecutive outpatients. *J Neuroimaging* 2007; 17(3): 241-5.
 27. Nobauer-Huhmann IM, Ba-Ssalamah A, Mlynarik V, Barth M, Schoggl A, Heimberger K, et al. Magnetic resonance imaging contrast enhancement of brain tumors at 3 tesla versus 1.5 tesla. *Invest Radiol* 2002; 37(3): 114-9.
 28. Cheng AS, Pegg TJ, Karamitsos TD, Searle N, Jerosch-Herold M, Choudhury RP, et al. Cardiovascular magnetic resonance perfusion imaging at 3-tesla for the detection of coronary artery disease: a comparison with 1.5-tesla. *J Am Coll Cardiol* 2007; 49(25): 2440-9.
 29. Nielsen K, Rostrup E, Frederiksen JL, Knudsen S, Mathiesen HK, Hanson LG, et al. Magnetic resonance imaging at 3.0 tesla detects more lesions in acute optic neuritis than at 1.5 tesla. *Invest Radiol* 2006; 41(2): 76-82.
 30. Diehm N, Kickuth R, Baumgartner I, Srivastav SK, Gretener S, Husmann MJ, et al. Magnetic resonance angiography in infrapopliteal arterial disease: prospective comparison of 1.5 and 3 Tesla magnetic resonance imaging. *Invest Radiol* 2007; 42(6): 467-76.
 31. Harloff A, Dudler P, Frydrychowicz A, Strecker C, Stroh AL, Geibel A, et al. Reliability of aortic MRI at 3 Tesla in patients with acute cryptogenic stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008; 79(5): 540-6.
 32. von Engelhardt LV, Kraft CN, Pennekamp PH, Schild HH, Schmitz A, von Falkenhausen M. The evaluation of articular cartilage lesions of the knee with a 3-Tesla magnet. *Arthroscopy* 2007; 23(5): 496-502.
 33. von Engelhardt LV, Schmitz A, Pennekamp PH, Schild HH, Wirtz DC, von Falkenhausen F. Diagnostics of degenerative meniscal tears at 3-Tesla MRI compared to arthroscopy as reference standard. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008; 128(5): 451-6.
 34. Kim SH, Lee JM, Lee MW, Kim GH, Han JK, Choi BI. Diagnostic accuracy of 3.0-Tesla rectal magnetic resonance imaging in preoperative local staging of primary rectal cancer. *Invest Radiol* 2008; 43(8): 587-93.

The Effect of MRI 3 Tesla in Diagnosis and Treatment of Neurological and Heart Diseases: Systematic Review

Saharnaz Nedjat MD, PhD¹, Ali Akbari Sari MD, PhD², Mohammadreza Mobinizadeh MSc³, Roghieh Khabiri PhD⁴, Leila Ghalichi MD, PhD⁵

Abstract

Background: Magnetic resonance imaging (MRI) is a relatively new medical technology with various applications. This study aims to evaluate the performance of this technology in diagnosis and treatment of heart and neurological diseases.

Methods: In this systematic review, electronic databases including the Cochrane library (DARE, NHS EEDS, CENTRAL and Cochrane systematic reviews), MEDLINE, EMBASE and TRIP were searched which retrieved 25 articles. Inclusion criteria were studies in which MRI 3 Tesla was compared with a reference standard method including MRI 1.5 Tesla, and the outcomes were sensitivity, specificity, signal to noise ratio (SNR) and safety.

Findings: 25 papers were included. Most of them had a relatively good quality. The majority showed that the diagnostic performance (sensitivity and specificity) of 3 Tesla was higher than 1.5 Tesla. The SN of 3 Tesla varied between 79 and 91% compared to 79 and 90% for 1.5 Tesla. The SP of 3 Tesla varied between 76 and 95% for 3 Tesla compared to 67 and 87% for 1.5 Tesla. Most of studies showed that the technical quality of images was higher with 3 Tesla compared to 1.5 Tesla. Both 1.5 and 3 Tesla were safe although 3 Tesla led to slightly more sensory stimuli.

Conclusion: The diagnostic and technical performance of 3 Tesla is slightly higher than 1.5 Tesla. 3 Tesla is slightly better in diagnosis of some specific cases.

Keywords: Effectiveness, MRI, 3 Tesla, 1.5 Tesla, Imaging.

¹ Associate Professor, Department of Epidemiology and Biostatistics, Knowledge Utilization Research Center, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

² Assistant Professor, Department of Health Management and Economics, Knowledge Utilization Research Center, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

³ MSc in Health Economics, Health Technology Assessment Office, Deputy of Curative Affairs, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran.

⁴ PhD Student of Health Care Management, Department of Health Management and Economics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

⁵ Resident Epidemiology, Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Corresponding Author: Ali Akbari Sari MD, PhD, Email: akbarisari@tums.ac.ir