



GUIDELINES

رهنمودهای (دستورالعملهای) کاربردی ISUOG : انجام MRI در جنین

ISUOG Practice Guidelines: performance of fetal magnetic resonance imaging

مترجم:

دکتر شهره روزمه، فلوشیپ طب مادر و جنین، مرکز تحقیقات بیماریهای مادر و جنین دانشگاه علوم پزشکی شیراز

ویرایش:

دکتر بهناز مرادی، متخصص رادیولوژی، مجتمع بیمارستانی یاس و مرکز تحقیقات پیشرفته تشخیصی و اینترونشنال رادیولوژی بیمارستان امام خمینی، دانشیار دانشگاه علوم پزشکی تهران.

نگارش:

خانم خدیجه بذرافشان، فوق لیسانس، مرکز تحقیقات بیماریهای مادر و جنین دانشگاه علوم پزشکی شیراز

Translated by:

Dr. Shohreh Roozmeh, fellowship of Perinatology, Maternal-Fetal Medicine Research Center, Shiraz University of Medical Sciences.

Reviewed by:

Dr. Behnaz Moradi, Associate Professor of Radiology, Yas Complex Hospital and Advanced Diagnostic and Interventional Radiology Research Center (ADIR) of Imam Khomeini Hospital Complex, Tehran University of Medical Sciences.

Writing:

MS Khadijeh Bazrafshan, MSc, Maternal-Fetal Medicine Research Center, Shiraz University of Medical Sciences

کمیته استانداردهای بالینی

هنگام ارائه انجام داده است، اما نه انجمن و نه هیچ یک از کارمندان یا اعضای آن هیچ گونه مسئولیتی را در قبال عواقب داده ها، نظرات یا اظهارات نادرست یا گمراه کننده ارائه شده توسط CSC را قبول نمی کنند. مطالب ارائه شده توسط ISUOG CSC برای ایجاد یک استاندارد قانونی مراقبت در نظر گرفته نشده است، زیرا تفسیر مطالب ارائه شده در دستورالعمل ها تحت تاثیر شرایط فردی، پروتکل های محلی و منابع موجود می باشد. دستورالعمل های تایید شده می توانند با مجوز ISUOG آزادانه توزیع شوند.

این دستورالعمل ها بر اساس توافق نظر شرکت کنندگان و به دنبال نظر سنجی انجام شده توسط ISUOG در سال ۲۰۱۴ است (ضمیمه S)

انجمن بین المللی اولتراسوند در مامایی و زنان (ISUOG) یک سازمان علمی است که عملکرد بالینی صحیح و تدریس و تحقیق با کیفیت بالا را در ارتباط با تصویر برداری تشخیصی در حیطه سلامت زنان ترویج می دهد. کمیته استاندارد های بالینی (ISUOG(CSC) این وظیفه را دارد که دستورالعمل های عملی و بیانیه های اجماع را بعنوان توصیه های آموزشی تهیه کند و یک روش مبتنی بر اجماع نظراز طرف متخصصین به منظور تصویر برداری تشخیصی به پزشکان مراقبت های بهداشتی ارائه دهد. هدف از منعکس کردن این مطلب ان است که آنچه توسط ISUOG در نظر گرفته شده، بهترین کارایی را در زمان مناسب آن ارائه دهد. اگر چه ISUOG تمام تلاش خود را برای اطمینان از دقیق بودن دستورالعمل ها در

مقدمه:

توالی های استفاده از آن و تجربه اپراتورها بین مراکز مختلف بسیار متفاوت بوده است^۳ تأثیر چنین اختلافاتی باید توسط تدوین دستورالعمل هایی که نقش MRI جنین در رابطه با سونوگرافی تشخیصی قبل از تولد را تعریف می کنند کاهش یابد.

MRI جنین به همراه سونوگرافی^۱ برای ارزیابی رشد مغز جنین از اهمیت بسیاری برخوردار است^۲. بررسی انجام شده توسط ISUOG در سال ۲۰۱۴ (ضمیمه S1)، از ۶۰ مرکز بین المللی پری ناتال، نشان داد که MRI جنین در یک یا تعداد بیشتری از مراکز در ۲۷ کشور جهان انجام می شده است. با این حال به نظر می رسد، کیفیت تصویربرداری،

هدف این دستورالعمل ارائه اطلاعات در مورد MRI پیشرفته جنین برای پزشکانی است که آن

را انجام داده و نیز کلینیسین هایی است که نتایج را تفسیر می کنند.

هدف از MRI جنین چیست؟

هدف از MRI جنین، تکمیل یافته های یک سونوگرافی تخصصی^{۴،۵}، با تأیید یافته های سونوگرافی و یا به دست آوردن اطلاعات اضافه تر^۶ است. MRI در حال حاضر به عنوان یک ابزار غربالگری اولیه در مراقبت های دوران بارداری

استفاده نمی شود هر چند ارزیابی استاندارد و کامل آناتومی جنین احتمالاً عملی می باشد. شکل ۱ نظرات شرکت کنندگان را در مورد نشانه های MRI که می تواند اطلاعات مفیدی را ارائه دهد نشان می دهد.

آیا MRI جنین یک روش ایمن است؟

MRI با عوارض جانبی شناخته شده جنین در ارتباط نیست و در هر مرحله از بارداری، هنگامی که بدون استفاده از ماده حاجب انجام شود هیچ عارضه جانبی با آن گزارش نشده است^۷ همچنین هیچ عارضه بالینی در اثر انجام MRI با ۱،۵ تسلا (1.5 T) گزارش نشده است^۸ با این حال، هیچ

مطالعه انسانی روی عوارض جانبی احتمالی در مورد اثرات آن در قدرت میدان بالاتر، مانند ۳ تسلا (3 T) انجام نشده است^{۷،۹،۱۰} هر چند داده های اخیر نشان می دهد که استفاده از آن در مدل های خوکی ایمن می باشد^{۱۱}.

تحت چه شرایطی MRI جنین باید انجام شود؟

به عنوان یک توافق نظر کلی MRI جنین می بایست به دنبال یک سونوگرافی تخصصی که در آن اطلاعات تشخیصی در مورد یک ناهنجاری ناقص است انجام شود. در این شرایط، ام آر آی ممکن است اطلاعات مهمی را که تأیید کننده و یا مکمل

یافته های سونوگرافی است را فراهم کرده و مدیریت اداره بیماری را تغییر دهد. در حال حاضر، عوامل موثر در تصمیم گیری برای انجام MRI جنین شامل موارد زیر است (هر چند به این موارد محدود نمی شود):

مهارت انجام، تجهیزات سونوگرافی و MRI، دسترسی به ام آر آی، شرایط مادر، سن حاملگی، نگرانی در مورد ایمنی، ملاحظات قانونی در مورد اجازه ختم بارداری و خواسته والدین پس از انجام یک مشاوره مناسب است^{۳،۱۰،۱۲،۱۳}.

نظرسنجی ISUOG در مورد ضرورت انجام MRI از مقیاس رتبه بندی ۷ درجه ای برای پرسشهای انتخاب شده استفاده کرده است.

پاسخ ها از ۰ (به هیچ وجه استفاده نشود) به ۷ (مشخصاً لازم است) رتبه بندی شده است (شکل ۱). بین تخصص های مختلف و بر اساس پاتولوژی های رویت شده در هر مرکز واگرایی زیادی در پاسخ ها دیده شد. همچنین پاسخ ها ممکن است انعکاس دهنده تفاوت مهارت مراکز در انجام سونوگرافی و MRI جنین در سطوح مختلف باشد.

به طور کلی، درخواست MRI بر اساس بررسی سونوگرافی با حداقل های توصیه شده توسط ISUOG^۵ در سونوگرافی سه ماهه دوم / بررسی پایه ای، مغز کافی نیست. نماهای اضافی مانند نماهای ارتوگونال با پروب های فرکانس بالاتر و /

یا تصویربرداری از طریق واژن برای بررسی جزئیات خاص لازم است^{۱۵،۱۴}.

تصمیم گیری در مورد سقط و محدودیت های پزشکی قانونی آن در استفاده از MRI جنین در مراکز مختلف تاثیر می گذارد. در کشورهایی که تصمیم در مورد ختم بارداری باید تا قبل از ۲۴ هفته انجام شود، انجام ام آر ای قبل از این زمان ممکن است به والدین در مورد تصمیم گیری آینده بارداری خود کمک کند اما در حالت کلی، بهتر است ام آر ای در اواخر سه ماهه دوم و یا سه ماهه سوم انجام شود^{۱۳}.

اگرچه داده های موجود هنوز مستند نیستند اما به نظر میرسد انجام MRI برای اطمینان والدین در مورد عدم وجود پاتولوژی های اضافی مغز در وضعیت های به ظاهر ایزوله نظیر ونتریکولومگالی^{۱۶} آژنزی کورپوس کالوزوم^{۱۷}، فقدان سپتوم پلوسیدوم^{۱۸} ناهنجاریهای مخچه و ورمیس کمک کننده باشد. همچنین انجام MRI جنین در مورد مرگ ناگهانی یک قل در دوقلوی مونوکوریون که احتمال تغییرات پاتولوژی مغز در قل زنده وجود دارد کمک کننده می باشد^{۱۹،۲۰}.

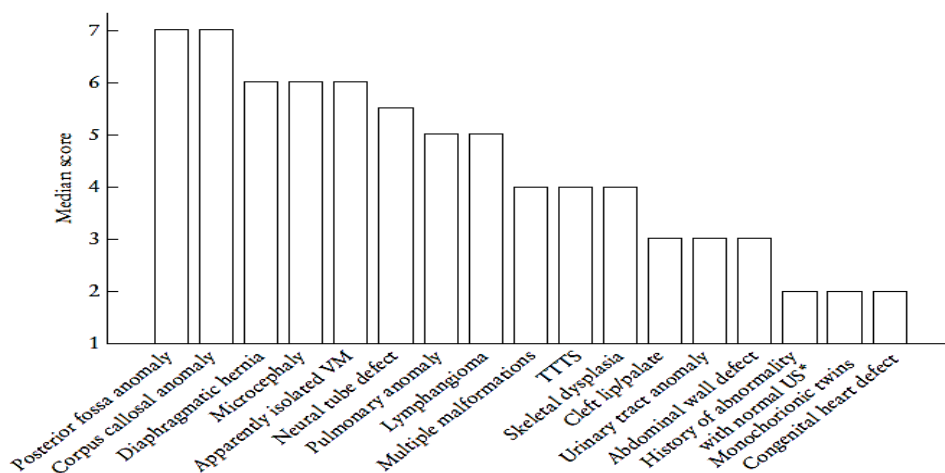
MRI جنین در چه سن بارداری می بایست انجام شود؟

ولی انجام ام آر ای پس از این سن از بارداری به طور فزاینده ای مفید خواهد بود. نمونه های خاصی از پاتولوژی هایی که در سه ماهه سوم دیده میشود

انجام ام آر ای جنین قبل از ۱۸ هفته معمولاً نمی تواند اطلاعات اضافه تری علاوه بر یافته های سونوگرافی ارائه دهد. در برخی موارد، اطلاعات بیشتر را می توان قبل از ۲۲ هفته به دست آورد.^{۱۳}

دیده میشود ، را بررسی کرد اما هر بارداری و هر جنین با هم فرق دارند. با پیشرفت سن بارداری ممکن است قرار گرفتن راحت مادر درون اسکنر دشوار باشد و خوابیدن مادر به پهلوئی چپ توصیه می گردد.

(اما محدود به اینها نیستند) شامل بررسی رشد قشر مغز و توده های گردنی است که می توانند سبب اثر فشاری بر راه هوایی شوند^{۲۱}. جزییات بیشتر اکثر اعضای بدن جنین را می توان بین هفته های ۲۶ و ۳۲ بارداری ، زمانی که پاتولوژی های مربوط به رشد غیر طبیعی با پیشرفت تکامل جنین



شکل ۱ نتایج بررسی ISUOG در مورد اندیکاسیون های انجام MRI، در مقیاس ۰ (MRI جنین اصلاً اندیکاسیون ندارد) تا ۷ (قطعاً اندیکاسیون برای انجام MRI جنین است). * سابقه ناهنجاری در بارداری قبلی یا در یکی از اعضای خانواده ، با یافته های نرمال سونوگرافی (US) در بارداری فعلی. TTTs ، سندرم انتقال دوقل؛ VM، و نتریکولومگالی.

جدول ۱ تیم متخصصین: شرکت کنندگان و نقش آنها در انجام تصویربرداری تشدید مغناطیسی جنین (MRI)

شرکت کنندگان	نقش
متخصص زنان، رادیولوژیست	معاینه سونوگرافی / نورو سونوگرافی را انجام می دهد. اطلاعات و یافته های مربوطه و احتمالات را با والدین مطرح و در مورد لزوم انجام MRI جنین با آنها مشاوره می کند.
رادیولوژیست، متخصص زنان	در حین انجام MRI برای دستیابی به تصاویر مناسب و در صورت نیاز به تغییر پروتکل ام آر ای حضور میابد. یافته ها را گزارش و تفسیر میکند و مشاوره ارائه می دهد.
تیم چند تخصصی در صورت موجود بودن/ لزوم: متخصص زنان و زایمان، رادیولوژیست اطفال یا نورو رادیولوژیست، متخصص مغز و اعصاب اطفال، متخصص ژنتیک، سایر فوق تخصص های کودکان، مددکار اجتماعی، روانشناس	بر اساس یافته های نورو سونوگرافی، MRI، یافته های ژنتیکی، یافته های آزمایشگاهی/ یا سابقه خانوادگی توصیه و مشاوره میدهد.

چه کسی باید MRI جنین را انجام دهد؟

یک همکاری و رویکرد چند تخصصی شامل متخصصان در زمینه بررسی های تشخیصی قبل از تولد، پریناتولوژیست، متخصص نوزادان، متخصص مغز و اعصاب کودکان، نورورادیولوژی، ژنتیک و سایر تخصصهای مرتبط دارد (جدول ۱)، تا بتوانند با تلفیق تاریخچه های بالینی و خانوادگی و یافته های سونوگرافی و MRI، روند مراقبت از بیمار را بهبود بخشند. گاهی مشاوره با یک متخصص ژنتیک و سایر فوق تخصصهای کودکان به منظور انجام یک مشاوره مناسب و مدیریت مناسب بارداری مورد نیاز است.

هنگامی که اندیکاسیون انجام ام آر آی، به درستی گذاشته شود انجام آن نه تنها به تشخیص کمک می کند بلکه ممکن است یک جز مهم در انتخاب روش درمان، برنامه ریزی و مشاوره زایمان باشد. افرادی که ام آر آی جنین را تفسیر می کنند باید با تشخیص جنینی و تفاوت های تشخیصی آن با ام آر آی سایر بیماران آشنا باشند. انتخاب پروتکل ها و تکنیک های مناسب نیازمند آموزش فراوان بوده و بنابراین، انجام MRI جنین و تفسیر آن باید محدود به افراد متخصص و آموزش دیده در این خصوص باشد. در بسیاری از مراکز، این امر نیازمند

یک پزشک برای انجام MRI جنین میبایست کجا آموزش ببیند؟

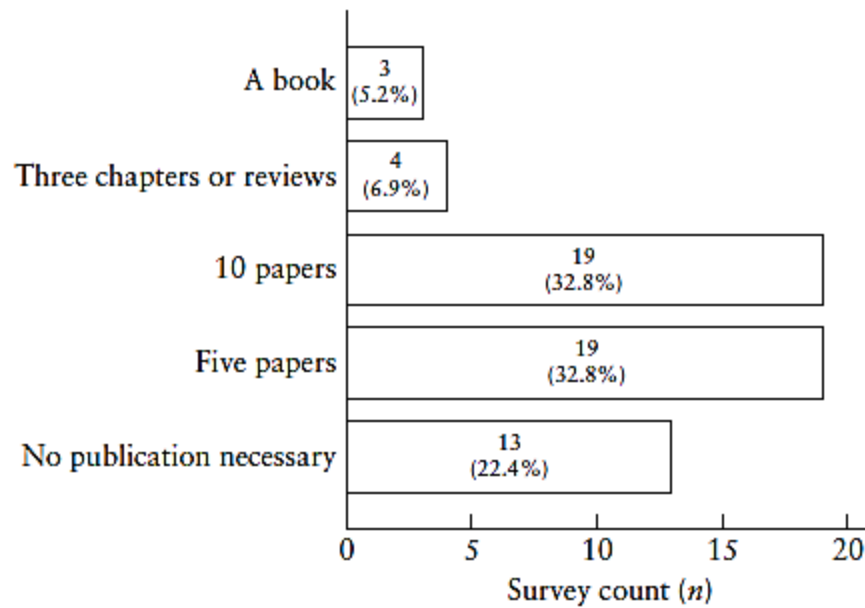
آموزشی می بایست دارای شرایط خاصی باشد، که شامل:

۱. حضور متخصصانی که در این زمینه کار می کنند شامل، اما نه محدود به، متخصصان طب مادر و جنین، رادیولوژیست و متخصص زنان می باشد.

۲. داشتن تجربه کافی در آن مرکز، با انجام حداقل ۵۰۰ MRI جنین و حداقل دو تصویر برداری ام آر آی در هفته باشند.

۳. انتشار مقالات علمی یا مطالب مرجع در این زمینه (شکل ۲).

اگرچه در حال حاضر ما از وجود مراکزی تخصصی انجام ام آر آی جنین بی خبریم، اما می بایست افرادی که MRI جنین را انجام میدهند می بایست تحت آموزش اختصاصی در همکاری با یک مرکز آموزشی قرار گرفته که امکان انجام MRI پیشرفته جنین را پس از رویت تعداد کفای فراهم کند. (نکته خوب عملکردی). مراکز آموزشی به عنوان نهادهایی که قادر به آموزش دانشجویان، پزشکان و رادیولوژیست ها و افزایش مهارت تکنسین ها است تعریف می شوند. یک مرکز



شکل ۲ نتایج بررسی ISUOG در مورد اینکه یک مرکز چه تعداد مرتبط با تصویربرداری MRI جنین باید منتشر کند تا به عنوان یک مرکز آموزشی واجد شرایط باشد.

توصیه ها

انجام MRI جنین طبق معیارهای استاندارد شده (جدول ۲) مدیریت حاملگی های مشکل دار از نظر ناهنجاری جنین را بهبود می بخشد. (نکته خوب عملکردی).

MRI جنین چگونه باید انجام شود؟

انرژی برابر یا حتی پایین تر از ۱,۵ T را دارد^{۲۲}. با این وجود، در حال حاضر قدرت میدانی بالاتر برای تصویربرداری از داخل بدن جنین توصیه نمی شود.^{۱۰}

در حال حاضر، قدرت میدان ۱,۵ تسلا رایجترین قدرت مورد استفاده است که میتواند تصاویر با وضوح قابل قبول حتی در حدود ۱۸ هفته را ارائه دهد.^{۲۲} ۳ تسلا پتانسیل تهیه تصاویر با وضوح بالاتر- با نسبت سیگنال به نویز بهتر و با رسوب

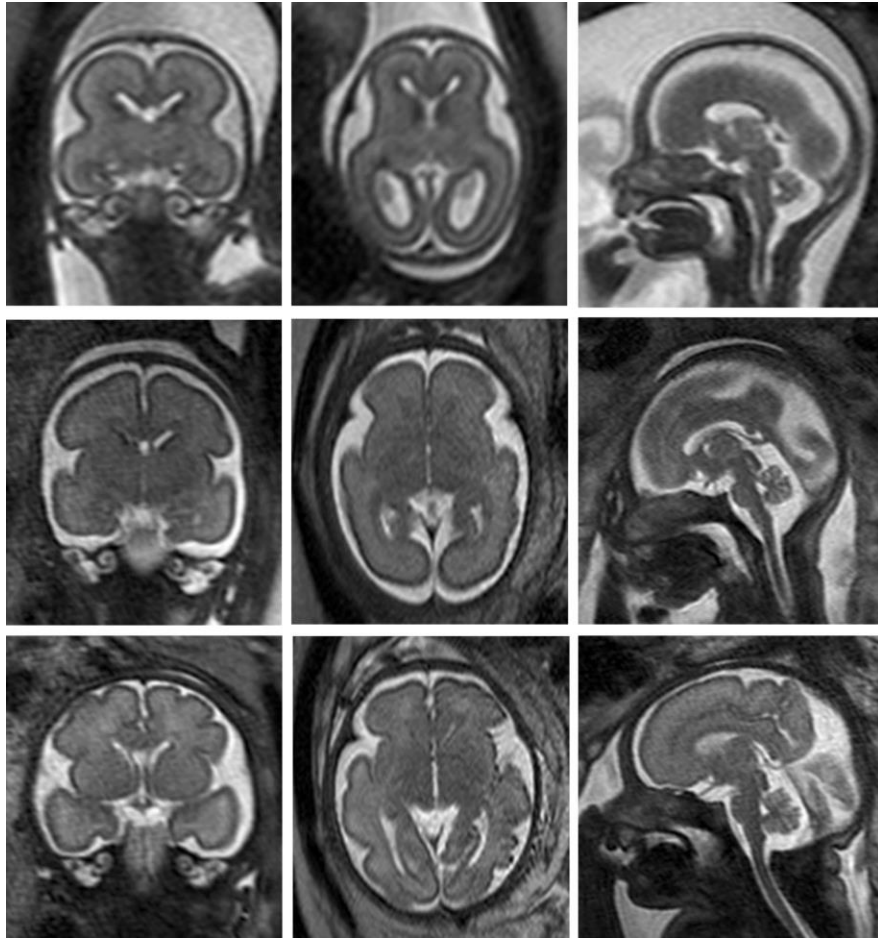
شرایط انجام ارزیابی:

۱. موارد منع انجام MRI را حذف کنید^{۲۲}.

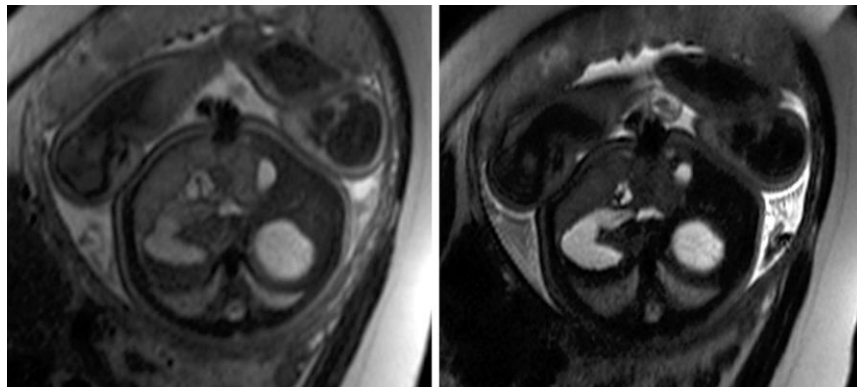
جدول ۲ مراحل انجام تصویربرداری تشدید مغناطیسی جنین (MRI)

اندىكاسيون ها	وابسته به کیفیت سونوگرافیهای قبلی انجام شده، سوالات بالینی و سن حاملگی می باشد.
مشاوره با خانم باردار	توضیح در مورد اندیكاسيون، عملکرد و نتیجه مورد انتظار، پیامدهای هر روش، اطلاعات در مورد احتمال نیاز به یک فرد همراه و در صورت لزوم بحث در مورد موارد منع انجام، کلاستروفوبیا و تجویز داروی آرامبخش در صورت ضرورت.
پیش نیاز های واحد MRI	ارجاع به واحد MRI با یک درخواست کتبی با سوال (های) بالینی مشخص، گزارش سونوگرافی و ضمیمه تصاویر (در صورت امکان) و سن دقیق حاملگی تایید شده بر اساس سونوگرافی سه ماهه اول.
در واحد MRI	توضیح در مورد کنتراندیكاسيون ها، موقعیت قرار گیری راحت مادر (اعم از خوابیده به پشت و یا موقعیت جانبی)، موقعیت مناسب کویل، انجام MRI با پروتکل متناسب.
پس از ارزیابی	آگاه کردن بیمار در مورد زمان آماده سازی گزارش و در موارد اورژانسی، مطلع ساختن بیمار جهت مراجعه فوری به پزشک درخواست کننده.
ذخیره سازی تصاویر	ذخیره سازی الکترونیکی تصاویر ، تجزیه و تحلیل تصاویر و ارائه گزارش سازمان یافته (جدول

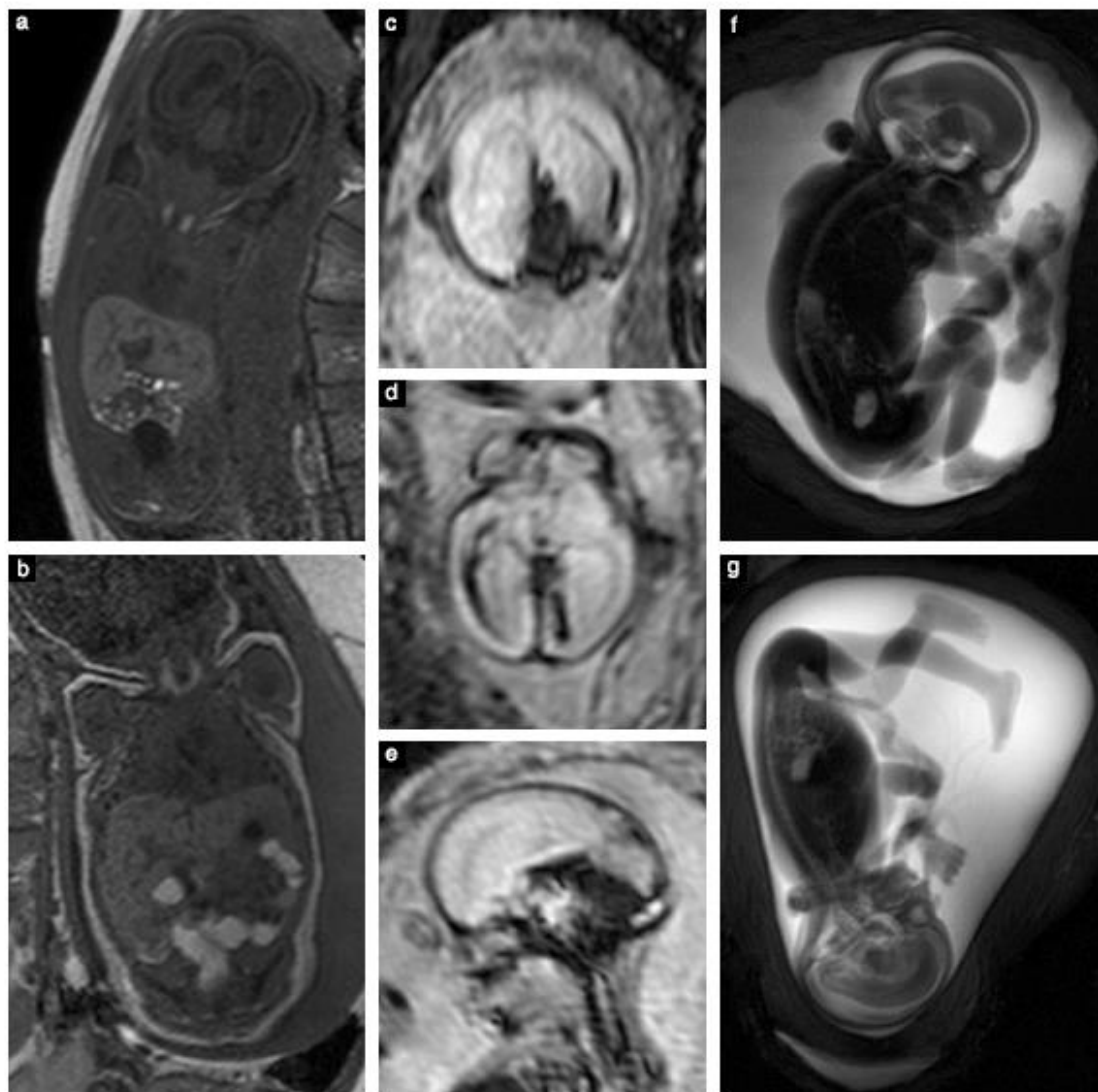
(۳)



شکل ۳ سکانس های سریع (توربو) T2-weighted spin-echo در مقاطع کرونال، آگزیاال و ساژیتال (چپ به راست)، (با) زمان اکو طولانی) از مغز طبیعی جنین در هفته های ۲۱ + ۰ (الف)، ۲۸ + ۱ (ب) و ۳۱ + ۱ (ج).



شکل ۴ سکانس های سریع (توربو) T2-weighted spin-echo در مقطع آگزیاال، در یک جنین ۳۹ + ۴ هفته ای طبیعی نشان می دهد که چگونه زمان اکو کوتاه تر جزئیات بیشتر بدن جنین را نشان میدهد (الف) TE = 80 میلی ثانیه ؛ (ب) TE = 140 میلی ثانیه

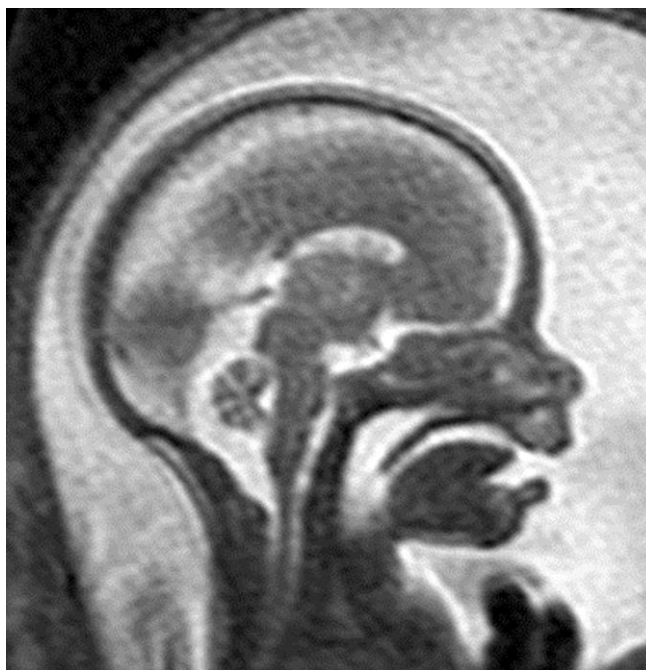


شکل ۵. کنتراست با وزن T2 پایه اصلی تصویربرداری ام آر آی جنین را تشکیل میدهد. سکانس های دیگر عبارتند از: MRI با وزن T1 (a b) که در این تصاویر در جنین های طبیعی در هفته های ۲۷ + ۱ (الف) و ۳ + ۳۸ (ب) استفاده شده است، هیپرتنسیتی بیش از حد در غده تیروئید و لوپ های پر از مکنونیوم روده را نشان میدهد. سکانس های اکوپلنار با رزولوشن بالای single-shot gradient echo در نماهای کرونال (c)، اگزپال (d) و ساژیتال (e) در جنین ۲۲ + ۶ هفته با خونریزی داخل جمجمه، محصولات هیپواینتنس ناشی از تجزیه خون است را نشان می دهد. سکانس ام آر کلانژیوپانکراتوگرافی (ضخامت ۴۰ میلی متر) در یک جنین ۲۴ + ۴ هفته ای با ناهنجاری قلبی (نشان داده نشده است) (f) و جنین ۲۰ + ۱ هفته با ژنوس ریکارواتوم (g)، امکان تشخیص نسبت و موقعیت دست و پا را فراهم می کند.

۲. رضایت آگاهانه از زن باردار را کسب کنید.

۷. سکانس های لوکالیزر را به دست آورید.
۸. از قرار دادن صحیح کوپل در محل مناسب جهت برنامه ریزی سکانس های بعدی اطمینان حاصل کنید. ارگان مورد بررسی بایستی در مرکز کوپل باشد.
۹. ارگان اصلی مورد نظر را ارزیابی کنید.
۱۰. در صورت وجود اندیکاسیون، ارزیابی کامل تمام جنین و ساختارهای خارج بدن جنین (از جمله بند ناف، جفت و دهانه رحم مادر) انجام گردد.

۳. به سن حاملگی توجه کنید، در حالت ایده آل میبایست بر اساس سونوگرافی سه ماهه اول^{۲۳}، و بر اساس به ارزیابی و یافته های سونوگرافی های قبلی بیمار باشد.
۴- استفاده از آرام بخش را به منظور کاهش حرکات جنین یا کاهش اضطراب مادر در موارد کلاستروفوبیا در نظر بگیرید.
۵. بیمار را روی یک میز و در موقعیت راحت قرار دهید^{۲۴}
۶. در بعضی موارد و طبق مقررات ایمنی خاص، در طی اسکن حضور یک همراه را در اتاق و در کنار بیمار در نظر بگیرید^{۲۵}



شکل ۶ تصویر ساجیتال MRI T2-weighted از یک جنین طبیعی^{۲۵} ۲۱ هفته، که پروفایل صورت را با کام نرمال نشان می دهد.

۱۱. در صورت وجود یک مشکل اساسی نظیر موارد مشکوک به جدا شدن جفت یا آسیب مغزی ایسکمیک هایپوکسیک جنین که نیاز به مداخله

انتخاب سکانس ها:

۱- کنتراست با وزن T2، پایه اصلی MRI جنین است و معمولاً با استفاده از سکانس های سریع (توربو) T2-weighted spin-echo (SE) یا Steady-state free-precession (SSFP) انجام میشود. سکانس های سریع (توربو) SE با زمان اکوی طولانی (TE) باید در تصویربرداری از مغز جنین استفاده شود. (شکل ۳). TE کوتاه تر باعث ایجاد کنتراست بیشتر در بدن جنین می شود. (شکل ۴).

توالی های SSFP اطلاعات مرتبط با T2 در جنین در حال حرکت را فراهم می کنند و به عنوان مثال عروق را از بافت جامد افتراق می دهد.^{۲۶}

۲- کنتراست با وزن T1 با استفاده از سکانس های دو بعدی Gradient echo (GRE) در تسلا ۱،۵ بدست می آید. مدت زمان متوسط ۱۵ ثانیه در هنگامی که مادر تنفس خود را نگه داشته است، اجازه به دست آوردن تصاویری را که فاقد آرتیفکتهای حرکتی هستند تسهیل می کند. (۲۷) کنتراست با وزن T1، مت هموگلوبین موجود در

سریع دارد سریعاً به پزشک ارجاع دهنده اطلاع دهید

خونریزی های تحت حاد، کلسیفیکاسیون، غدود مکونیوم را شناسایی می کند.^{۲۷} شکل 5a-b
۳- سکانس اکوپلنار Single-shot high-resolution (SSH) GRE برای دیدن ساختمان های استخوانی، کلسیفیکاسیونها و محصولات حاصل از تجزیه خون در خونریزی اخیر نظیر دی اکسی هموگلوبین، ویا هموسیدرین حاصل از خونریزی قدیمی بکار برده می شود. (شکل 5c-e).

۴- سکانس های اختیاری عبارتند از: تصویربرداری diffusion-weighted، تصویربرداری diffusion tensor، سکانس های SSFP دینامیک و سکانس های ام آر کلانژیوپانکراتوگرافی SSH، که تصاویر شبه سه بعدی را تأمین می کنند. (شکل f, g ۵)

در همه موارد، میدان دید باید مطابق با منطقه مورد بررسی تنظیم شود. ضخامت برش ۳-۵ میلی متر با intersection gap ۱۰ تا ۱۵ درصد در اکثر موارد مناسب است.

بیشتر موارد ارزیابی میبایست حداقل شامل اطلاعات T2 در سه مقطع ارتوگونال مغز و بدن

جنین باشد و سکانس های T1 و GRE-EP در یک یا دو مقطع، ترجیحاً فرونتال و ساژیتال باشد. این پروتکل "حداقل" میبایست علاوه بر حرکت جنین و تکرار سکانس ها در مدت زمان کمتر از ۳۰

دقیقه قابل اجرا باشد و تنها بررسی هایی که منطبق بر این پروتکل باشد باید مطابق با "مطابق با آخرین پیشرفت های علمی" در نظر گرفته شود. (GOOD PRACTICE POINT)

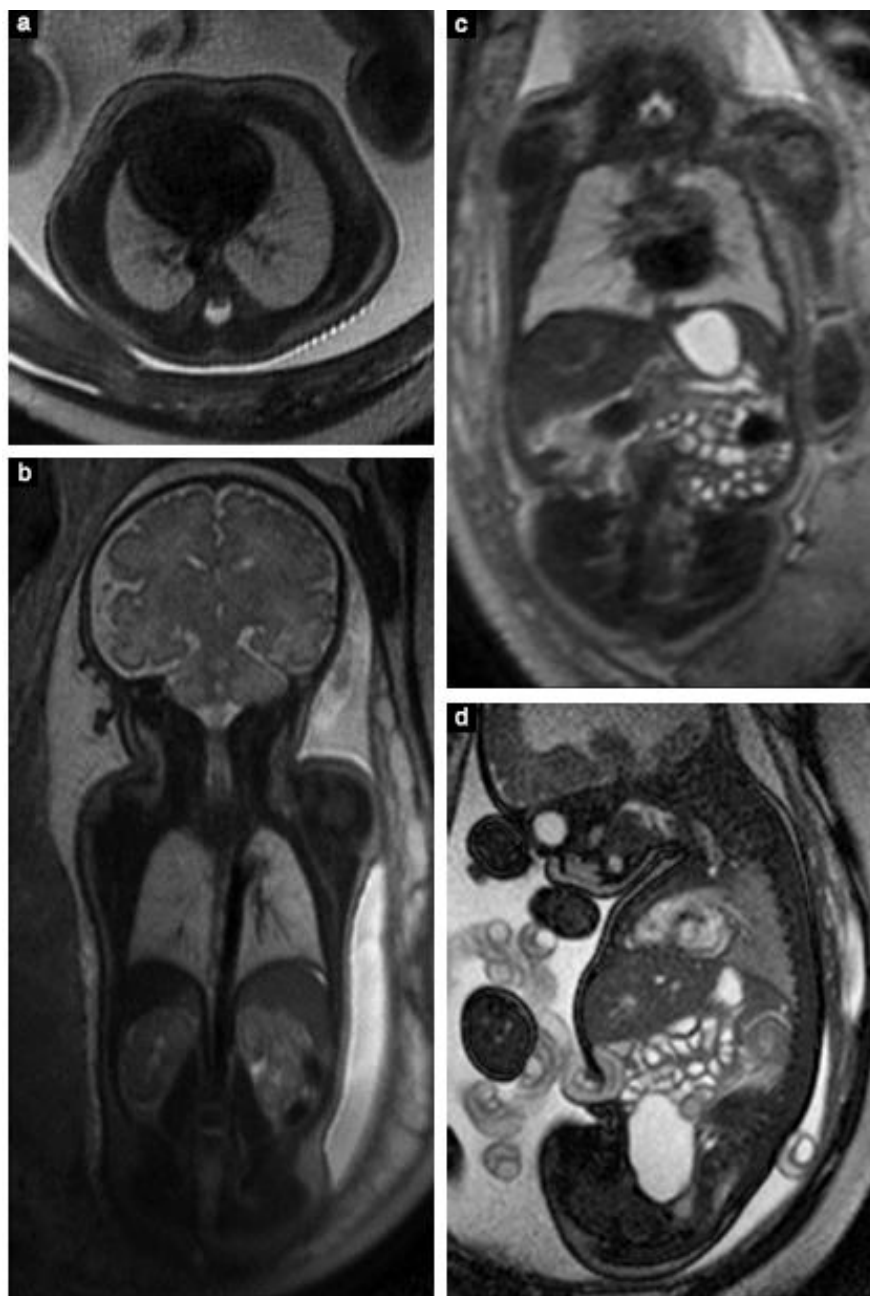
دستورالعمل استاندارد شده معاینه مغز جنین:

۱- برش ساژیتال از سر جنین، که شامل مقطع میدساژیتال از کورپوس کالوزوم و اکوداکت و هیپوفیز باشد.
۲- مقاطع کروئال موازی با ساقه مغز همراه با رویت قرینه ساختارهای گوش داخلی.

۳- مقطع آگزیا میبایست، عمود بر مقاطع ساژیتال، به موازات کورپوس کالوزوم و (یا موازی با قاعده جمجمه در موارد عدم وجود کورپوس کالوزوم باشد)، همراه با تقارن جانبی منطبق با مقاطع کروئال باشد.

جدول ۳ گزارش ساختاری برای بررسی دقیق تصویربرداری ام آر ای جنین

روش	شرایط تصویربرداری (به عنوان مثال عوامل مخدوش کننده تصویر نظیر حرکت جنین، چاقی مادر، ختم زودرس ارزیابی)، قدرت میدان، کوئل، سکانس ها، نماها
سر	پروفایل صورت، بررسی کام نرم و سخت (شکل ۶)، اندازه گیری های جمجمه و چشم.
مغز	بررسی چین و شکن های مغزی مرتبط با سن جنینی، بررسی لایه های پارانشیم مغز (بعد از ۳۰ هفته شامل نواحی میلین شده و پرمیلیناسیون)، سیستم بطنی، مخچه، ساختارهای خط میانی و فضاهای مایع مغزی نخاعی (شکل ۳)
قفسه سینه	شکل قفسه سینه، سیگنالهای ریه، منظم بودن ظاهری قلب (نه به صورت بررسی جزئیات) (شکل ۷ a ، b)
شکم	بررسی سیتوس جنین، معده و کیسه صفرا (پر بودن با مایعات)، سیگنال های مایع و مکنونیوم روده (شکل ۷ ج، د)، کلیه ها، مثانه (پر بودن آن با مایع) و در صورت درخواست: بررسی سیستم تناسلی خارجی زن / مرد (به عنوان مثال درمورد: تاخیر نزول بیضه ها) (شکل ۸)
ساختارهای خارج از بدن جنین:	بند ناف (تعداد عروق)، مقدار مایع آمنیوتیک، موقعیت و ویژگی های جفت، طول دهانه رحم (شکل ۹) فقط در صورت کوتاه شدن قابل ملاحظه آن
سیستم اسکلتی (هنگام ارزیابی)	روند تکامل رشد ستون فقرات، شکل و طول و موقعیت قرارگیری استخوان ها، انگشتان دست و پا (به ویژه در صورت کاهش حجم مایع آمنیوتیک قابل ارزیابی نیست، به عنوان مثال بعد از ۳۲-۳۵ هفته)



شکل ۷ تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) قفسه سینه (a, b) و شکم (c, d) طبیعی جنین. الف) T2-weighted MRI نمای اگزینال، در یک جنین 34^{+2} هفته، نشان دهنده قفسه سینه و ریه های دارای شکل طبیعی با سیگنال های منظم مطابق با سن جنین؛ (ب) تصویر کروئال در جنین $35 + 3$ هفته، نشان دهنده قسمت هایی از کبد، کلیه ها و غده فوق کلیه در سمت راست. (ج) T2-weighted MRI در مقطع کروئال در جنین 32^{+2} هفته ای، معده پر از مایع و حلقه های روده را نشان می دهد. (د) تصویر ساژیتال steady-state free-precession image در جنین 35^{+6} هفته ای، علاوه بر این مثانه ادرار پر از مایع را نشان می دهد. به هیپراینتنسیته قلب در تصویر d بر خلاف تصاویر T2-weighted توجه کنید.

مقاطع استاندارد برای بررسی بدن جنین:

دستیابی به این موارد اغلب دشوارتر است، زیرا جنین معمولاً در موقعیت که کاملاً مناسب با مقاطع برش ها اسکن ام ار آی باشد قرار نمی گیرد.

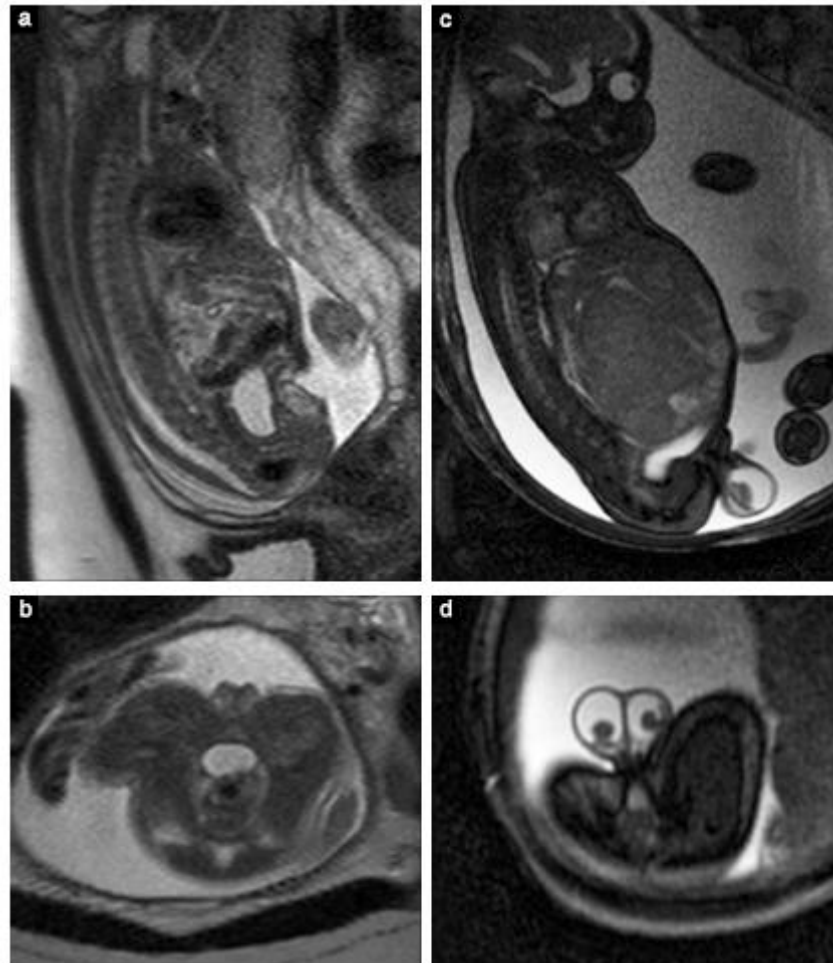
۱- مقطع ساژیتال را میتوان با قرار دادن برش میانی در خط وسط ستون فقرات قفسه سینه و محل اتصال بند ناف جنین حاصل کرد.

۲- مقاطع کروئال باید متناسب با ستون فقرات جنین(به موازات ستون فقرات قفسه سینه و بخش

قدامی دیواره بدن جنین در سطح شکم) تنظیم شود.

۳- برش های آگزیتال باید عمود بر محور طولی ستون فقرات در سطح منطقه مورد بررسی باشد.

به عنوان مثال برای بررسی های حجم ریه، مقاطع آگزیتال باید عمود بر مهره های قفسه سینه باشد.



شکل ۸ تصاویر MRI T2-weighted ساژیتال (a) و آگزیتال (b) در یک جنین دختر طبیعی 31^{+1} هفته، که دستگاه تناسلی خارجی را نشان می دهد. تصاویر Steady-state free-precession ساژیتال (c) و آگزیتال (D) در جنین پسر 35^{+1} با بیضه های نزول کرده و هیدروسل به دنبال تومور کبدی را نشان می دهد.

اگرچه معمولاً اندازه گیری ها قبلاً با سونوگرافی انجام شده است اما اندازه گیری ساختارهای خاص با MRI ممکن است در برخی موارد مفید باشد^{۱۲}. در خصوص اندازه گیری ساختارهای حاوی مایع ، مهم است بدانیم که اندازه گیری های بدست آمده از MRI معمولاً حدود ۱۰٪ بیشتر از مقدار اندازه گیری شده با سونوگرافی است.

ذخیره سازی تصاویر MRI

کل تصاویر معاینه باید طبق پروتکل های محلی ترجیحاً در قالب الکترونیکی ذخیره شود. سی دی

گزارش نویسی

دو نوع ارزیابی باید به روشنی از هم تفکیک و در گزارش مشخص شوند:

۱- معاینه هدفمند : فقط ناهنجاری های مشخصی در جنین را بررسی میکند. هدف از این معاینه بررسی ارگان خاصی از بدن جنین و یا پاسخ به سوال خاصی در مورد مشکل جنین می باشد و کل بدن جنین مورد ارزیابی قرار نمی دهد.

۲- معاینه دقیق با جزئیات: که شامل یک ارزیابی استاندارد از کل آناتومی بدن جنین همانند آنچه در دستورالعملهای ISUOG برای سونوگرافی سه ماهه دوم شرح داده شده است ۵ (یا سایر گایدلاین های منطقه ای مورد استفاده) می باشد. (جدول ۳).

در اندازه گیری حجم ریه جنین ، اندازه های نرمال MRI منطبق با سن حاملگی بوده و با حجم بدن جنین ارتباط دارد ۲۹ و پیش بینی کننده ی نتایج بارداری در جنینهای مبتلا به پاتولوژیهای ریوی می باشد.

ارزیابی ها را میتوان برای بررسی های مجدد در اختیار بیمار قرار داد (نکته خوب عملکردی).

این ارزیابی ممکن است شامل ساختارهایی مانند ساختار قلب که در MRI کمتر از سونوگرافی قابل ارزیابی هستند باشند. ارزیابی های خارج از بدن جنین نظیر ارزیابی بند ناف ، جفت و دهانه رحم و مایع آمنیوتیک (مقدار و سیگنال شدت)، باید در صورتی که به لحاظ بالینی مورد نیاز باشند انجام شوند. سایر ساختارهایی که به طور معمول مورد ارزیابی قرار نمی گیرند می بایست به وضوح در درخواست MRI قید شوند.

گزارش های استاندارد باید از ساختار پیشنهاد شده در جدول ۳ پیروی کنند. (نکته عملکرد خوب)



شکل ۹ تصویر ساژیتال MRI T2-weighted از طریق شکم مادر ، دهانه رحم طبیعی در هفته ۳۳ بارداری را نشان می دهد. از آنجا که MRI معمولاً معاینه خط اول نبوده و یک معاینه تکمیلی پس از انجام سونوگرافی در سه ماهه دوم میباشد ۳۱، تأکید بررسی و گزارش MRI می بایست بر اساس ساختارهایی که ارزیابی آنها در سونوگرافی دشوار است باشد. یک ارزیابی دقیق آناتومیک ممکن است در صورت تقاضا انجام شود.

REFERENCES

1. Hedrick HL, Flake AW, Crombleholme TM, Howell LJ, Johnson MP, Wilson RD, Adzick NS. History of fetal diagnosis and therapy: Children's Hospital of Philadelphia experience. *Fetal Diagn Ther* 2003; **18**: 65–82.
2. Jokhi RP, Whitby EH. Magnetic resonance imaging of the fetus. *Dev Med Child Neurol* 2011; **53**: 18–28.
3. Malinger G, Lev D, Lerman-Sagie T. Is fetal magnetic resonance imaging superior to neurosonography for detection of brain anomalies? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; **20**: 317–321.
4. Sonographic examination of the fetal central nervous system: guidelines for

- performing the ‘basic examination’ and the ‘fetal neurosonogram’. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; **29**: 109–116.
5. Salomon LJ, Alfirevic Z, Berghella V, Bilardo C, Hernandez-Andrade E, Johnsen SL, Kalache K, Leung KY, Malinger G, Munoz H, Prefumo F, Toi A, Lee W. Practice guidelines for performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; **37**: 116–126.
 6. Jakab A, Pogledic I, Schwartz E, Gruber G, Mitter C, Brugger PC, Langs G, Schopf V, Kasprian G, Prayer D. Fetal cerebral magnetic resonance imaging beyond morphology. *Semin Ultrasound CT MR* 2015; **36**: 465–475.
 7. Ray JG, Vermeulen MJ, Bharatha A, Montanera WJ, Park AL. Association between MRI exposure during pregnancy and fetal and childhood outcomes. *JAMA* 2016; **316**: 952–961.
 8. Bouyssi-Kobar M, du Plessis AJ, Robertson RL, Limperopoulos C. Fetal magnetic resonance imaging: exposure times and functional outcomes at preschool age. *Pediatr Radiol* 2015; **45**: 1823–1830.
 9. Victoria T, Jaramillo D, Roberts TP, Zarnow D, Johnson AM, Delgado J, Rubesova E, Vossough A. Fetal magnetic resonance imaging: jumping from 1.5 to 3 tesla (preliminary experience). *Pediatr Radiol* 2014; **44**: 376–386; quiz 373–375.
 10. Patenaude Y, Pugash D, Lim K, Morin L, Bly S, Butt K, Cargill Y, Davies G, Denis N, Hazlitt G, Naud K, Ouellet A, Salem S. The use of magnetic resonance imaging in the obstetric patient. *J Obstet Gynaecol Can* 2014; **36**: 349–363.
 11. Cannie MM, Keyzer FD, Laere SV, Leus A, de Mey J, Fourneau C, Ridder FD, Cauteren TV, Willekens I, Jani JC. Potential heating effect in the gravid uterus by using 3-T MR imaging protocols: Experimental study in miniature pigs. *Radiology* 2016; **279**: 754–761.
 12. Garel C. *MRI of the Fetal Brain: Normal Development and Cerebral Pathologies*. Springer: Berlin, Heidelberg, 2004.
 13. Reddy UM, Abuhamad AZ, Levine D, Saade GR. Fetal imaging: Executive summary of a Joint Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development, Society for Maternal-Fetal Medicine, American Institute of Ultrasound in Medicine, American College of Obstetricians and Gynecologists, American College of Radiology, Society for Pediatric Radiology, and Society of Radiologists in Ultrasound Fetal Imaging Workshop. *Am J Obstet Gynecol* 2014; **210**: 387–397.
 14. Malinger G, Ben-Sira L, Lev D, Ben-Aroya Z, Kidron D, Lerman-Sagie T. Fetal brain imaging: a comparison between magnetic resonance imaging and dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; **23**: 333–340.
 15. Malinger G, Kidron D, Schreiber L, Ben-Sira L, Hoffmann C, Lev D, Lerman-Sagie T. Prenatal diagnosis of malformations of cortical development by dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; **29**: 178–191.

16. Melchiorre K, Bhide A, Gika AD, Pilu G, Papageorghiou AT. Counseling in isolated mild fetal ventriculomegaly. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; **34**: 212–224.
17. Moutard ML, Kieffer V, Feingold J, Lewin F, Baron JM, Adamsbaum C, Gelot A, Isapof A, Kieffer F, de Villemeur TB. Isolated corpus callosum agenesis: a ten-year follow-up after prenatal diagnosis (how are the children without corpus callosum at 10 years of age?). *Prenat Diagn* 2012; **32**: 277–283.
18. Guibaud L, Larroque A, Ville D, Sanlaville D, Till M, Gaucherand P, Pracros JP, des Portes V. Prenatal diagnosis of ‘isolated’ Dandy–Walker malformation: imaging findings and prenatal counselling. *Prenat Diagn* 2012; **32**: 185–193.
19. Griffiths PD, Sharrack S, Chan KL, Bamfo J, Williams F, Kilby MD. Fetal brain injury in survivors of twin pregnancies complicated by demise of one twin as assessed by in utero MR imaging. *Prenat Diagn* 2015; **35**: 583–591.
20. Jatzko B, Rittenschober-Bohm J, Mailath-Pokorny M, Worda C, Prayer D, Kasprian G, Worda K. Cerebral lesions at fetal magnetic resonance imaging and neurologic outcome after single fetal death in monochorionic twins. *Twin Res Hum Genet* 2015; **18**: 606–612.
21. Twickler DM, Magee KP, Caire J, Zaretsky M, Fleckenstein JL, Ramus RM. Second-opinion magnetic resonance imaging for suspected fetal central nervous system abnormalities. *Am J Obstet Gynecol* 2003; **188**: 492–496.
22. Shellock FG, Crues JV. MR procedures: biologic effects, safety, and patient care. *Radiology* 2004; **232**: 635–652.
23. Salomon LJ, Alfirevic Z, Bilardo CM, Chalouhi GE, Ghi T, Kagan KO, Lau TK, Papageorghiou AT, Raine-Fenning NJ, Stirnemann J, Suresh S, Tabor A, Timor-Tritsch IE, Toi A, Yeo G. ISUOG practice guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; **41**: 102–113.
24. Kienzl D, Berger-Kulemann V, Kasprian G, Brugger PC, Weber M, Bettelheim D, Pusch F, Prayer D. Risk of inferior vena cava compression syndrome during fetal MRI in the supine position - a retrospective analysis. *J Perinat Med* 2014; **42**: 301–306.
25. Leithner K, Prayer D, Porstner E, Kapusta ND, Stammner-Safar M, Krampl-Bettelheim E, Hilger E. Psychological reactions related to fetal magnetic resonance imaging: a follow-up study. *J Perinat Med* 2013; **41**: 273–276.
26. Brugger PC, Stuhr F, Lindner C, Prayer D. Methods of fetal MR: beyond T2-weighted imaging. *Eur J Radiol* 2006; **57**: 172–181.
27. Asenbaum U, Brugger PC, Woitek R, Furtner J, Prayer D. [Indications and technique of fetal magnetic resonance imaging]. *Radiologe* 2013; **53**: 109–115.
28. Prayer D, Brugger PC, Kasprian G, Witzani L, Helmer H, Dietrich W, Eppel W, Langer M. MRI of fetal acquired brain lesions. *Eur J Radiol* 2006; **57**: 233–249.

29. Weidner M, Hagelstein C, Debus A, Walleyo A, Weiss C, Schoenberg SO, Schaible T, Busing KA, Kehl S, Neff KW. MRI-based ratio of fetal lung volume to fetal body volume as a new prognostic marker in congenital diaphragmatic hernia. *AJR Am J Roentgenol* 2014; **202**: 1330–1336.
30. Zamora IJ, Sheikh F, Cassady CI, Olutoye OO, Mehollin-Ray AR, Ruano R, Lee TC, Welty SE, Belfort MA, Ethun CG, Kim ME, Cass DL. Fetal MRI lung volumes are predictive of perinatal outcomes in fetuses with congenital lung masses. *J Pediatr Surg* 2014; **49**: 853–858; discussion 858.
31. Yagel S, Cohen SM, Porat S, Daum H, Lipschuetz M, Amsalem H, Messing B, Valsky DV. Detailed transabdominal fetal anatomic scanning in the late first trimester versus the early second trimester of pregnancy. *J Ultrasound Med* 2015; **34**: 143–149.

