

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

FACULDADE DE MEDICINA

**MESTRADO PROFISSIONAL EM SAÚDE
MATERNO-INFANTIL**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ATENÇÃO
INTEGRADA A SAÚDE DA MULHER E DA
CRIANÇA**

Renata do Amaral Nogueira

**APLICABILIDADE DA RESSONÂNCIA
MAGNÉTICA NA AVALIAÇÃO DO
ESQUELETO FETAL**



RENATA DO AMARAL NOGUEIRA

**APLICABILIDADE DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NA
AVALIAÇÃO DO ESQUELETO FETAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Saúde Materno-Infantil, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Saúde Materno-Infantil. Área de Concentração: Atenção Integrada à Saúde da Criança e da Mulher

Orientadores: Dr Gláucia Macedo Lima

Dr. Adauto Dutra Moraes Barbosa

Niterói

2014

Nogueira, Renata do Amaral

Aplicabilidade da ressonância magnética na avaliação do esqueleto fetal / Renata do Amaral Nogueira. - Niterói, 2014.

(i) 45 f.

Orientador: Adauto Dutra Moraes Barbosa.
Coorientador: Gláucia Macedo Lima

(ii) Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Materno-Infantil) – Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Medicina, 2014.

(iii)

1. Espectroscopia de ressonância. 2. Feto. 3. Saúde Materno-Infantil. I. Título.

CDD 616.3307545

RENATA DO AMARAL NOGUEIRA

APLICABILIDADE DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NA AVALIAÇÃO DO ESQUELETO FETAL

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Saúde Materno-Infantil, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Medicina Área de Concentração: Materno-infantil

Aprovada por:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. HERON WERNER

DASA

Prof. Dra. ALEXANDRA MONTEIRO

UERJ

Prof. Dra. Cristina Ortiz

UFF

Niterói

2014

DEDICATÓRIA

Ao meu Marido Guilherme e minha filha Giovana, pela compreensão e tolerância nos momentos de ausência e de angústia.

AGRADECIMENTOS

À Dra. Glaucia Macedo Lima pelo apoio, incentivo, companheirismo e amizade.

Ao Dr. Heron Werner, pelo entusiasmo com os estudos de Ressonância Magnética Fetal e apoio durante o trabalho.

Ao Dr Adauto Dutra Moraes Barbosa, por acreditar na realização deste trabalho.

Aos amigos que participam do grupo de Ressonância Magnética Fetal: Dras. Taísa Davaus Gasparetto, Maene Marcondes e Luciana de Barros Duarte, pelo apoio e parceria e – principalmente – à Dra Tatiana Fazecas Costa, pelo companheirismo em todo o percurso do trabalho.

Ao Dr Pedro Daltro, por sempre apoiar o nosso estudo na Radiologia Pediátrica.

Aos técnicos Márcio, Genilson, Adriano, Sidney e Clanir, pelo apoio e competência profissional que muito contribuíram para a qualidade dos exames de Ressonância Magnética Fetal.

Agradeço em especial ao técnico João Victor Altamiro Costa, pelas reconstruções tridimensionais, que foram fundamentais para realização deste trabalho.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALARA- *As Low as reasonably achievable*

EPI- *Echo Planar Imaging*

FDA- *Food and Drug Administration*

FoV- *Field of View*

HASTE- *Half-fourier single-shot turbo spin-echo*

IC- Intervalo de confiança

mm- milímetros

ms- milissegundos

MinIP- *Minimum intensity projection*

RM- Ressonância magnética

RM2D- Ressonância bidimensional

RM3D- Ressonância tridimensional

SNC- Sistema nervoso central

SSFP - *Steady-state free precession*

SSFSE- *Single-shot fast spin-echo*

TC- Tomografia computadorizada

3D- Tridimensional

TE- Tempo de eco

TR- Tempo de repetição

True FISP- *True fast imaging with steady-state precession*

TRUFFI 3D- True FISP tridimensional

USG- Ultrassonografia

US2D- Ultrassonografia bidimensional

US3D- Ultrassonografia tridimensional

US4D- Ultrassonografia quadridimensional

VIBE- *Volumetric interpolated breath-hold examination*

VR- volume rendering

VI- *Volume interpolated*

RESUMO

A Ressonância Magnética (RM) Fetal é cada vez mais utilizada, complementando a Ultrassonografia (USG) pré-natal e tem sua ênfase ressaltada em diagnósticos de anomalias congênitas do cérebro e dos pulmões, bem como nas síndromes complexas. Com exceção do disrafismo espinhal, o diagnóstico de anormalidades esqueléticas e musculares não se acha descrito através da RM. Sabe-se que a diferenciação tissular e a avaliação da relação com estruturas adjacentes são facilitadas pelo largo campo visual vislumbrado ao exame de RM.

Objetivo: Demonstrar uma sequência da Ressonância Magnética (RM) que permita reconstrução tridimensional para avaliação do esqueleto fetal.

Material e Métodos: Seleccionadas pacientes encaminhadas a Clínica de Diagnóstico por Imagem, para realização para elucidações de alterações (não exclusivamente do aparelho músculo-esquelético) observadas à USG prévia. Para a aquisição das imagens de RM utilizou-se aparelho 1,5T (Aera-Siemens) com a sequência 3D FLASH, ponderada em T2*. Reconstruções tridimensionais foram feitas manualmente, no próprio aparelho ou em uma estação de trabalho *pen tablet* interativo (Syngo Multimodality 2009B, Siemens, Alemanha).

Resultados: Foram estudadas 23 pacientes entre 15 e 43 anos média de idade: 30,50 DP \pm 7,81; IC:95%(26,84-34,15), com gestação entre 22 e 35 semanas idade gestacional média 29,36DP \pm 3,40; IC:95%(25,85-30,87). Demonstrou-se possível a reconstrução tridimensional do esqueleto fetal por RM, a partir de uma aquisição volumétrica da sequência VIBE (*Volumetric interpolated breath-hold examination*) modificada.

Conclusão: A reconstrução tridimensional do esqueleto fetal através da RM permite uma nova visão de avaliação do esqueleto fetal. A própria sequência 3D FLASH do estudo permite a reconstrução tridimensional e com isso a avaliação plena do esqueleto fetal - demonstrando relevância como exame complementar à USG. Avaliações detalhadas das extremidades ósseas fetais ainda não foram possíveis.

Palavras-chave: Ressonância Magnética, displasia esquelética, ressonância magnética fetal.

ABSTRACT

Fetal magnetic resonance imaging (MRI) has become an increasingly used imaging technique, serving as an adjunct to ultrasound in prenatal diagnosis¹. Numerous studies have emphasised the benefits of MRI for the demonstration of congenital abnormalities of the brain and lungs, as well as complex syndromes¹. However, there are almost no reports in the literature describing MRI for the prenatal visualisation and diagnosis of skeletal and muscular abnormalities, with the exception of spinal dysraphism MR imaging is relatively operator independent and offers better tissue contrast than does US. In addition, the larger field of view of MR imaging allows easy understanding of the relationship between adjacent structures.

Objective: Demonstrate the use of a new sequence of MRI that allows three-dimensional reconstruction for evaluation of the fetal skeleton.

Material and Methods patients were directed to Clinica de Diagnostico de Imagem to realization of MRI by change in ultrasonography assessment, not exclusively of the musculoskeletal problem. The acquisition of the images of MRI device used 1.5 T (Magnetom Avanto, Siemens, Germany and Aera-Siemens, Germany) with the T2*-weighted 3D FLASH sequence. Three-dimensional reconstructions were made manually on the MRI device or on a workstation interactive pen tablet (Syngo Multimodality 2009B, Siemens, Germany). This study involves fetuses in second and third trimesters.

Results: twenty-three patients between the ages of 15 and 43 (average age 30,50 SD±7,81;CI 95%(26,84-34,15), with pregnancy between 22 and 35 weeks (average of weeks gestational age 29,36 SD±3,40;CI 95%(25,85-30,87) were assessed. It has been demonstrated that fetal skeleton three-dimensional reconstruction from volumetric acquisition (*Volumetric interpolated breath-hold examination*) by RM is possible.

Conclusion: three-dimensional reconstruction of the fetal skeleton through RM brought about a new vision of the use of this method and T2*-3D FLASH sequence. These three-dimensional reconstructions of images should be used as complementary exams, because they are not yet considered absolute for the diagnosis and evaluation of the fetal prognosis. A detailed assessment of fetal's

hands and feet bones have not been possible.

Key words: Magnetic resonance, fetal MRI, skeletal dysplasia.

1.INTRODUÇÃO	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 ULTRASSONOGRRAFIA	11
2.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA	14
2.3 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA	16
2.4 DISPLASIAS ESQUELÉTICAS	20
3.JUSTIFICATIVA	21
4.OBJETIVOS	22
4.1 OBJETIVO GERAL	22
4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	22
5.MATERIAL E MÉTODO	23
5.1 TIPO DE ESTUDO	23
5.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA	23
5.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	23
5.4 COLETAS DE DADOS	24
5.5 PROTOCOLO	24
5.6 ÉTICA	26
6.RESULTADOS	27
7.DISSCUSSÃO	32
8.CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXOS	40

1. INTRODUÇÃO

A imagem em Ressonância Magnética (RM) tem sido uma técnica cada vez mais utilizada como auxílio à ultrassonografia (USG) na avaliação fetal e diagnóstico de malformações.

Numerosos estudos têm enfatizado o benefício da RM, para demonstração de anomalias congênitas do cérebro e pulmões ou síndromes complexas (BREYSEM L *et al.*, 2003; AMIM B *et al.*, 2008; SALOMON L J *et al.*, 2007).

Entretanto quase não há descrição de estudos do esqueleto por RM. U.Nemee *et al.*, 2011, mostraram em um artigo a análise do esqueleto, usando sequências tais como a “*echo planar imaging*” (EPI) e “*thick-slab*” T2-w. Além destas, Hellinger J. e Epelman M. descreveram uma sequência volumétrica tridimensional que tem se mostrado útil na avaliação da anatomia fetal.

Há também trabalhos descrevendo a avaliação das displasias esqueléticas por tomografia computadorizada (TC) fetal (ROBERTS MD *et al.*, 1995, FIGUERÓ-FILHO EA, 2009, RUANO R *et al.*, 2004), porém existem poucos estudos sobre a segurança precisa desta técnica diagnóstica, que utiliza radiação ionizante (CASSART M, *et al.*, 2007; BEHAIRYA NH, *et al.*, 2010). Por este motivo a TC não é considerada método comum no arsenal da avaliação obstétrica.

A detecção de anomalias fetais contribui para o planejamento gestatório e perinatal, permitindo a referenciação oportuna do parto a um centro terciário, com equipe especializada multidisciplinar que possa vir a reduzir a morbidade desses conceitos.

A RM oferece melhor contraste tissular quando comparada à ultrassonografia. Apresenta também capacidade multiplanar e um maior campo de visão, permitindo uma melhor relação global da estrutura fetal e relação com as estruturas adjacentes (BEHAIRYA NH, *et al.*, 2010).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A RM fetal surgiu como uma ferramenta essencial de diagnóstico nos últimos anos. A excelente resolução tecidual e a visualização detalhada das estruturas fetais e extrafetais podem adicionar informações de diagnóstico importantes para USG pré-natal e têm o poder de confirmar ou alterar as decisões em pontos críticos nos cuidados clínicos, cirúrgicos ou até mesmo em interrupção da gravidez.

Na presente data em uma pesquisa realizada no PubMed foram encontrados 2821 trabalhos publicados usando o termo “Ressonância Magnética fetal”, limitada a estudos humanos em revistas clínicas nos últimos 10 anos, revelando a evolução dos estudos de RM fetais. Também digno de nota é o aumento nos últimos 10 anos de estudos dos sistemas e órgãos além do sistema nervoso central fetal, tais como o pulmão e o abdômen e - mais recentemente - o coração e o sistema musculoesquelético. O aumento das publicações reflete no crescente número de indicações para RM fetal.

2.1 ULTRASSONOGRAFIA

A USG vem sendo usada em obstetrícia há mais de 30 anos. Por ser um exame de boa avaliação fetal, de custo mais baixo e de acesso mais fácil que outros métodos de imagem, além de ser inócua ao feto e à mãe, tem sido exame de rotina durante a avaliação pré-natal (REDDY UM, *et al.*, 2008)

Estudos epidemiológicos no uso diagnóstico da US2D e da US3D não têm mostrado efeitos prejudiciais à saúde. Mesmo no caso da US3D/US4D, que utiliza reconstruções computadorizadas a partir de imagens bidimensionais, o nível de energia não é maior que na varredura bidimensional (BENACERRAF BR *et al.*, 2005). No entanto, possui limitações por ser operador dependente, além das eventuais dificuldades técnicas secundárias à obesidade materna, oligodramnia e posição fetal.

A US3D surgiu na última década, sendo o princípio da geração de sua imagem baseado na captura de uma sequência de planos bidimensionais. Os espaços entre esses planos são preenchidos por elementos chamados “voxels”. Após estabelecimento da região de interesse, o bloco pode ser avaliado por diversos métodos, tais como o multiplanar, o de superfície, o de renderização de volume e o Doppler colorido ou de amplitude (ANTUNES E *et al.*, 2008; ARAUJO JR E, *et al.*, 2006; MERZ *et al.*, 2005). O processamento da US3D em tempo real, realizada com a técnica de renderização de volume, também auxilia a avaliação das anormalidades fetais, em processamento que apresenta duração de apenas alguns segundos (BABA K *et al.*, 1999).

A partir da produção de dados volumétricos na US3D, imagens podem ser extraídas em qualquer plano desejável, possibilitando uma visão crítica que não é possível utilizando US2D. A anatomia examinada pode ser mostrada com a visão simultânea de cortes seccionais ortogonais e os dados volumétricos podem servir para a visualização da superfície da estrutura (ANDRISTI LS, *et al.*, 2001).

Em 2005, um grupo do Instituto Americano de USG desenvolveu uma lista de indicações para a avaliação ultrassonográfica tridimensional obstétrica após informações de vários ultrassonografistas experientes¹ (BENACERRAF BR, 2005). Descritas no quadro a seguir ;

QUADRO 1- INDICAÇÕES PARA USG 3D

1. Anomalias faciais (fenda labial e palatina, micrognatismo, perfil da linha média anormal e síndromes genéticas);
2. Osso nasal;
3. Orelha;
4. SNC (agenesia de corpo caloso e malformação de Dandy-Walker);
5. Suturas cranianas;
6. Tórax (avaliação das costelas, massas intratorácicas e pulmonares);
7. Espinha (nível do defeito do tubo neural e anormalidades vertebrais);
8. Extremidades (pés tortos, defeitos de amputação e displasia esquelética);
9. Coração (anormalidades conotruncais e avaliação da anatomia normal);
10. Placenta (vasa prévia, para determinar a relação de penetração do vaso);
11. Representação visual para reafirmação ou demonstração de uma anormalidade para consultoria de clínicos e pacientes;
12. Extensão de anomalias (higroma cístico)
13. Gestações múltiplas (gêmeos acolados e mapeamento vascular para transfusão fetofetal);
14. Cordão umbilical (sítios de inserção ou nós de cordão).

Historicamente, pacientes com suspeita de displasia esquelética faziam radiografias convencionais, o que entrou em desuso devido à dificuldade de analisar as imagens e por conta do avanço da USG (RUANO MR, *et al.*, 2004; DOMINGUEZ BR *et al.*, 1993).

Nas últimas décadas, nos EUA, a USG fetal se tornou ferramenta importante na triagem para doenças ósseas congênitas, bem como outras anomalias do tipo, podendo fornecer um diagnóstico definitivo até de certos tipos de displasias esqueléticas, quando graves. No entanto, a capacidade do USG é limitada em

delinear o esqueleto fetal, o que impede um diagnóstico correto em pelo menos 35% dos fetos com displasias esqueléticas, mesmo sob condições ideais. Postula-se, portanto, que a tomada de decisão baseada unicamente em USG fetal poderia gerar erros na assistência obstétrica em doenças ósseas congênitas (RAMOS GA, *et al.*, 2008).

A US3D oferece vantagens no estudo de fetos com displasias esqueléticas (DIGHE M, *et al.*, 2008; NYBERG DA, 2003). Costelas curtas, formas anormais dos ossos e anomalias faciais são melhor identificadas com a aquisição de volume. Segundo RUANO R *et al.*, 2004, estudos específicos de US3D trazem informações diagnósticas adicionais para avaliação de anomalias esqueléticas quando comparadas com a US2D. Estes autores citaram o estudo de Ruano, que comparou o número de achados esqueléticos entre US2D, US3D e tomografia helicoidal tridimensional (TC 3D). As duas técnicas tridimensionais identificaram os casos de displasia esquelética; contudo, o número de achados foi superior na TC3D (94,1%), seguido pela US3D (77,1%) e pela US2D (51,4%). O uso da US3D provê ainda informação de malformações de extremidades dos membros, especialmente nos casos de amputação das mãos e pés em posições anômalas (NYBERG DA, *et al.*, 2003; RAMOS GA, *et al.*, 2008).

As US3D são superiores em elucidar algumas das características típicas de cada displasia esquelética. Por exemplo, braquidactilia, quase patognomônico para acondroplasia, é subestimado por US2D, enquanto a US3D permite medições precisas de falanges, palmas das mãos e pés (RUANO R *et al.*, 2004).

2.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A TC com reconstrução 3D estuda o esqueleto inteiro do feto, e há estudos demonstrando que pode também avaliar displasia esquelética fetal (DOMINGUEZ BR, *et al.* 1993, CASSART M *et al.*, 2010). Este método utiliza radiação ionizante,

sendo a dose modulada e a média utilizada de 3 mGy (MYAZAKI O *et al.*, 2012; CASSART M *et al.* 2007).

A TC fetal com multidetectors ganhou popularidade no diagnóstico pré-natal de displasias esqueléticas graves(CASSART *et al.*, 2010; SHODA *et al.*, 1997). Sua capacidade de delinear detalhes do esqueleto inteiro fetal garante um diagnóstico pré-natal preciso. Apesar deste benefício, porém, a exposição à radiação é desvantajosa. Por isso, permanece controverso se o uso da TC fetal pode ser justificada em detrimento do princípio ALARA (*As low as reasonably achievable*), que atualmente é discutido mundialmente para tentar minimizar ao máximo a dose de radiação exposta ao indivíduo (CASSART *et al.*, 2007).

Na realidade, há poucos relatos sobre a segurança precisa da radiação pela TC fetal diagnóstica, embora também não haja nenhum estudo anterior que revele realmente mudanças em alguma gestação devido à da TC (CASSART, *et al.*, 2010;SHODA *et al.*, 1997).

A vantagem da USG 3D em relação à TC se deve ao fato de ser um método mais barato e de mais fácil acesso, além de também não ter radiação ionizante. No entanto, é método operador dependente e também influenciado pelo volume do líquido amniótico e pela posição fetal (KRAKOW D, *et al.* 2009).

Na ausência de história prévia de displasia esquelética, a análise morfológica fetal pelo US2D convencional continua a ser o teste de triagem de escolha. Como observado em vários estudos, as displasias esqueléticas são detectadas ao final do segundo ou terceiro trimestre da gravidez (RUANO R *et al.*, 2004). A avaliação do feto com US3D foi mostrada para melhorar a precisão do diagnóstico, já que as características fenotípicas adicionais não detectáveis em US3D podem ser identificadas (RAMOS GA *et al.*, 2008; DIGHE M, 2008).

Eventualmente, a USG e os dados genéticos são inconclusivos para diagnosticar ou excluir uma displasia esquelética suspeita (NYBERG DA *et al.*, 2003); faz-se necessária então a definição radiológica para o planejamento gestatório e perinatal. Deformidades de ossos longos (curvatura, fraturas), deformidade craniana (crânio de folha de trevo) e angulações da coluna vertebral (anomalias de segmentação) são boas indicações para exame pré-natal

tridimensional helicoidal computadorizado (TC 3D).

De fato, a TC 3D pode avaliar o esqueleto do feto, enquanto a US3D pode obter imagens limitadas e específicas de partes fetais.

No entanto, a TC 3D também apresenta limitações importantes na avaliação fetal porque, conforme relatado, requer radiação ionizante e a qualidade da imagem é dependente da mineralização óssea (melhor depois de 30 semanas de gestação), além de depender de imobilidade fetal.

Cabe ressaltar ainda que a TC é muitas vezes insuficiente na visualização precisa e completa das extremidades fetais (mãos e pés) (DOMINGUEZ BR *et al.*, 1993)

2.3 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Por definição, a RM é a propriedade física exibida por núcleos de determinados elementos que, quando submetidos a um campo magnético forte e excitados por ondas de rádio em determinada frequência (Frequência de Larmor), emitem rádio sinal, o qual pode ser captado por uma antena e transformado em imagem (ÁVILA, 2001).

A diferenciação de contraste entre dois tecidos adjacentes depende das diferenças entre as densidades de prótons, os T1 e T2 dos dois tecidos. A assim chamada conspicuidade (sinal da lesão *versus* sinal do tecido adjacente) pode ainda ser maximizada pela manipulação adequada dos parâmetros selecionáveis pelo operador (MENDONÇA *et al.*, 1996).

Os parâmetros que podem afetar o contraste das imagens e que estão sob o controle do operador incluem a escolha da seqüência de pulso, ângulo de excitação do pulso de radiofrequência (*flip angle*), espessura do corte, campo de visão, tamanho da matriz e uso de agentes de contraste exógeno (MENDONÇA *et al.*, 1996). A seqüência de pulso mais comumente utilizada em RM é a seqüência *spin-eco*. Nessa seqüência, simplesmente variando TR e TE é possível obter uma imagem que seja predominantemente ponderada em T1, T2 ou na densidade de prótons (MENDONÇA *et al.*, 1996). Seqüências de pulso inadequadas podem diminuir a diferença entre a lesão e o tecido circundante, tornando difícil a detecção

das lesões (MENDONÇA *et al.*, 1996).

De uma forma resumida, a aquisição de imagens por RM é constituída das seguintes etapas: o paciente é colocado no interior do magneto do equipamento; os núcleos atômicos do paciente se alinham ao longo do campo magnético aplicado, gerando um vetor de magnetização; gradientes de campo magnético sequenciais são aplicados para a localização espacial dos sinais a serem adquiridos; os pulsos de excitação são aplicados e os núcleos absorvem energia; após os pulsos, passam a ocorrer os fenômenos de relaxação; os núcleos passam a induzir o sinal de RM nas bobinas receptoras; o sinal de RM é adquirido; o sinal de RM é processado por meio da transformada de Fourier; a imagem é formada ponto a ponto numa matriz (HAGE *et al.*, 2009).

Sequências de pulso de ressonância magnética determinam as características das imagens a serem obtidas e são projetados para realçar propriedades específicas dos tecidos sob investigação. Sequências são na verdade, programas de computador destinados a controlar os aspectos de hardware do processo de imagem e consistem em uma combinação de diferentes ângulos de pulsos de radiofrequência (por exemplo, 90° e 180°), tempos de eco (TE: tempo entre o pulso de excitação RF e o sinal de MR), tempo de repetição (TR: tempo entre dois pulsos de excitação) e gradiente de pulsos. Gradiente de pulsos são usados para codificar a informação espacial de um sinal de ressonância magnética nuclear e de selecção por slice-, fase, e os gradientes que codificam frequências aplicadas em pontos distintos da sequência de pulsos da ressonância magnética. Uma vez que os dados são obtidos, é mapeado em uma matriz de dados chamado espaço-k e depois convertidos em imagens usando inversa de Fourier 2D Transform. (RAY O. BAHADO SINGH, LUIS F.GONÇALVES, 2013)

A RM tem sido usada há mais de 20 anos e estudos de RM durante a gestação foram descritos pela primeira vez por Smith *et al.* em 1983. A sua aplicação estava inicialmente voltada para a avaliação de patologia materno-placentária, porém a percepção deste método para o diagnóstico de patologias fetais foi imediata.

As limitações dos primeiros estudos de RM fetal resultavam do tempo longo para aquisição das imagens e dos consequentes artefatos oriundos dos movimentos

fetais ao exame, sendo necessário recorrer à administração de relaxantes musculares ou curarizantes na veia umbilical para redução dos movimentos do feto.

O desenvolvimento de novas sequências de imagem por RM, com tempo de aquisição muito rápido, revolucionou a capacidade de diagnóstico no feto, devido às excelentes definições morfológicas e estruturais obtidas por esse método (KUBIK-HUCH RA *et al.*, 2000).

A capacidade multiplanar e a alta resolução tecidual da RM auxiliam na determinação da origem e da extensão de uma anormalidade fetal. O exame não se perturba pela oligodramnia acentuada, obesidade materna ou estática fetal (FRATES MC, *et al.*, 2004;KUBIK-HUCH RA, 2000) além de ser isento de radiação ionizante.

A RM tornou-se atualmente um importante método complementar à USG na avaliação de fetos com diagnóstico inconclusivo ou para melhor avaliação de alguma malformação previamente detectada na USG (LEUNG JW, *et al.*, 2000).

Além disso, a RM pode ser - ainda - um recurso complementar à genética molecular no diagnóstico de displasia esquelética (MORCUENDE JA, *et al.*, 2003;KRAKOW D *et al.*,2009).

Até o momento, não se conhecem efeitos biológicos da RM sobre o feto. Orientações do “*National Radiological Protection Board (NRPB)*” sugerem evitar o exame no primeiro trimestre da gestação. A acurácia diagnóstica da RM melhora com o aumento da idade gestacional (HELLINGER JC *et al.*,2010;REDDY UM, *et al.* 2008;KUBIK-HUCH RA, *et al.*, 2000).

Duas preocupações iniciais que foram demonstradas na base literária - nominalmente o aumento da temperatura e o barulho gerado pela RM - parecem não apresentar reais problemas para o feto (SALOMON LJ *et al.*, 2007).

Embora a legislação brasileira não tenha especificado a época apropriada para a realização de exames de RM em grávidas, procura-se seguir o Consenso Internacional sobre as normas deste exame (ACR-SPR Guideline 2010).

Assim, estudos atuais de RM fetal seguem o Protocolo do Colégio Americano de Radiologia, que preconiza uso da sequência ponderada em T2, SPIN ECHO

SINGLE-SHOT nos três planos ortogonais e sequências ponderadas em T1 GRADIENT ECO, acrescentando ainda em algumas indicações, a sequência FLAIR (ACR-SPR Guideline 2010).

Este protocolo está voltado para avaliação do cérebro, face, tórax e abdômen, além da gestação múltipla - e não inclui o estudo do esqueleto, exceto a coluna. A RM também tem sido utilizada para avaliação de malformações vertebrais, escoliose e diastematomielia (NEMEE U, *et al.*,2011).

O paradigma de que “a RM é cega para ossos” com a sequência convencional T2 vem se modificando. Novas sequências têm sido sugeridas com o objetivo da avaliação das malformações esqueléticas que não apenas a coluna (NEMEE U, *et al.* 2011;NEMEC SF, *et al.*).

Dentre as sequências atualmente desenvolvidas, destacam-se a “sequência echo-planar image” (EPI), a “Thick-slab ponderada em T2” e a sequência “*Steady-State Free Precession*” (SSFP)(NEMEE U,*et al.*, 2011).

Na sequência EPI, o osso aparece como “hipointenso” e a cartilagem como “hiperintensa”, porém a baixa resolução espacial da sequencia limita o método (KUBICK-HUCH, *et al.*, 2000).

A imagem com a sequência “Thick-slab ponderada em T2” gera imagem 3D de todo o feto, comparando-se a uma imagem de US 3D, útil na avaliação de pé torto congênito e artrogripose

Recentemente, Hellinger JC, *et al.*,2010, descreveram uma sequência volumétrica tridimensional que tem se mostrado útil na avaliação da anatomia fetal e permite a reconstrução tridimensional por RM e a avaliação completa do esqueleto fetal. Esta sequência é chamada “3D SSFP” (*Steady-state free precession*)e é manipulada usando MiniP, VR, MPR e/ou técnicas MIP, para avaliação da coluna, ossos longos, mãos e pés. A sequência 3D SSFP também tem sido utilizada para avaliação de massas em partes moles.

2.4 DISPLASIAS ESQUELÉTICAS

A incidência de displasias esqueléticas é de aproximadamente de 2/10.000 nascidos vivos e são letais em aproximadamente metade dos indivíduos afetados (DIGHE M, *et al.*, 2008).

As displasias esqueléticas ou osteocondrodisplasias são um grupo clinicamente e geneticamente heterogêneo de distúrbios do osso e/ou cartilagem, caracterizadas por anormalidades na forma, crescimento ou diferenciação e manutenção do esqueleto humano.

Embora tenham sido consideradas como distúrbios endocondral e/ou da ossificação membranosa generalizada, a extensão de sua heterogeneidade clínica e molecular ainda está sendo elucidada. Na revisão do “International Nosology and Classification of Genetic Skeletal Disorders”, Superti-Furga A, Unger S, 2007, 372 condições diferentes foram listadas em 37 grupos definidos por tais critérios moleculares, bioquímicos e/ou radiográficos. A avaliação de pacientes com condrodisplasias exige uma abordagem multidisciplinar que envolve geneticistas clínicos, radiologistas, biólogos moleculares, bioquímicos e geneticistas para o diagnóstico, além de uma série de especialistas cirúrgicos para a gestão de suas muitas complicações (RIMOIN DL, *et al.*, 2007). As displasias esqueléticas mais comuns são a displasia tanatofórica, a acondroplasia, a osteogênese imperfeita e a acondrogênese (NYBERG DA, *et al.*, 2003).

A Displasia Tanatofórica e a Acondrogênese correspondem a 62% de todas as displasias esqueléticas letais. A displasia esquelética não letal mais comum é a acondroplasia. A Displasia Tanatofórica é uma forma congênita letal de condrodisplasia, com encurtamento dos membros e estreitamento do tórax. Resulta da mutação no gene FGFR3. (WARMAN ML, *et al.*, 2011; SUPERTI-FURGA A, UNGER S, 2007).

Por sua vez, a acondroplasia inclui micromelia, rizomelia associada à protrusão frontal e achatamento do osso nasal. Resulta da mutação no gene FGFR3, que é locado no “braço curto do cromossoma 4”. (WARMAN ML, *et al* 2011; SUPERTI-FURGA A, *et al* 2007)

Já a OSTEOGÊNESE IMPERFEITA representa um grupo heterogêneo de desordens genéticas caracterizadas por fragilidade óssea, levando à ossificação anormal e a múltiplas fraturas. Resulta de uma desordem em um dos dois genes responsáveis pela produção de colágeno: COLIA 1 e COLIA 2 (WARMAN ML, *et al.*, 2011; SUPERTI-FURGA A, *et al* 2007). A acondrogênese é caracterizada por grave condrodistrofia com déficit na ossificação da espinha e nos ossos da bacia, além de encurtamento dos ossos longos. Pode resultar da mutação no gene DTST ou no gene do colágeno (COL2A1) ou ter seu defeito genético indetectável, dependendo das formas da doença (tipo IA, IB ou II) (NYBERG DA *et al.*,2003; DIGHE M, *et al.*, 2008; CASSART M, *et al.*, 2010).

3. JUSTIFICATIVA

A utilização da RM tem sido uma ferramenta importante no pré-natal como método complementar à USG na avaliação do feto com suspeitas de malformações. Recentes técnicas tem aumentado o espectro de doenças avaliadas pela RM, principalmente em alterações do sistema nervoso central e pulmonares.

Malformações músculo-esqueléticas podem acontecer isoladas ou associadas a síndromes genéticas e um diagnóstico pré-natal é vital para um adequado aconselhamento genético, prognóstico e manejo pós-natal. Portanto torna-se relevante aprimorarmos sequências que estudem o esqueleto fetal.

Neste trabalho mostramos que é possível realizar reconstruções tridimensionais por RM, demonstrando vantagens sobre outros métodos de imagem disponíveis. Quando comparamos com a TC, a vantagem principal é não ter radiação ionizante e quando comparado a USG por não sofrer interferências de

interpretação do exame em virtude da posição fetal, tampouco limitação por conta de obesidade materna ou por oligodramnia.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral:

Demonstrar uma sequência de Ressonância Magnética modificada, que permite a reconstrução tridimensional para avaliação plena do esqueleto fetal.

4.2. Objetivos específicos:

Avaliar um estudo específico pleno do esqueleto, através da sequência volumétrica 3D - gradiente eco ponderada em T2*.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo descritivo das sequências modificadas e das reconstruções de imagens adquiridas pelo método de imagem de RM, para avaliação do esqueleto fetal, em pacientes encaminhadas para realização deste exame por qualquer alteração no estudo ultrassonográfico de rotina do pré-natal, tendo ou não anomalia esquelética.

5.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

O estudo foi conduzido na Clínica de Diagnóstico por Imagem, Rio de Janeiro, no período de março de 2012 a março de 2013.

As pacientes avaliadas (**n=23**) foram encaminhadas pelo Instituto Fernandes Figueira / Fundação Oswaldo Cruz e por consultórios particulares. Todas haviam realizado US2D em outros serviços durante o segundo trimestre e apresentavam suspeita diagnóstica de anormalidades fetais ou placentárias, motivo do encaminhamento para elucidação diagnóstica com a RM.

5.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

1. Suspeita ultrassonográfica de anormalidades fetais em gestação única, na qual o ultrassom não tenha sido suficiente ao diagnóstico ou quando a avaliação ultrassonográfica tenha sido prejudicada.

2. Idade gestatória acima de 22 semanas estabelecida por ultrassonografia realizada até 16 semanas de gestação e/ou data precisa do último período menstrual em mulheres com história de ciclos regulares;

3. Gestantes não claustrofóbicas que sejam capazes de realizar o exame de Ressonância Magnética cooperando com a apneia respiratória e cuja movimentação do feto não degrade as imagens, impossibilitando a interpretação adequada das imagens.

4. Gestantes que compareceram com indicação para o exame de RM no dia fixo semanal da presença da pesquisadora na Clínica de Imagens durante 12 meses.

5.4 COLETA DE DADOS

Cada paciente selecionada da amostra respondeu ao questionário padrão do serviço de RM, que a informa sobre o exame e suas possíveis contraindicações (Anexo I). Para o exame de Ressonância Magnética, utilizou-se aparelhos de 1,5 T Aera-Siemens, Alemanha). As pacientes foram posicionadas em decúbito dorsal ou decúbito lateral esquerdo, de acordo com a posição em que se sentissem mais confortáveis, entrando no aparelho com os pés, no intuito de diminuir a sensação de claustrofobia. Utilizou-se bobina de superfície posicionada sobre o abdômen da gestante e o protocolo de rotina associado à sequência proposta para a reconstrução de maneira tridimensional, conforme preconizado anteriormente.

5.5 PROTOCOLO

Os exames de RM foram orientados por uma equipe multidisciplinar composta por radiologistas pediátricos e especialistas em medicina fetal.

- a) Sequências ponderadas em T2 HASTE (tempo de repetição (TR) = 1000 milissegundos (ms) e tempo de eco (TE) = 140ms; *field of view* (FoV) = 300 - 200 milímetros (mm); matriz 256 x 256) com cortes de 4mm de espessura, tempo de aquisição de 18 segundos e 40 cortes nos planos axial, coronal e sagital do feto.
- b) True FISP tridimensional (TRUFFI 3D) (TR/TE = 3.16/1.4; voxel isotrópico 1.5 x 1.5 x 1.5 mm), com tempo de aquisição de 23 segundos e 96 cortes.
- c) Incluiu-se a esse protocolo, neste estudo, a sequência para avaliação do esqueleto 3D TurboFLASH, ponderada em T2* (TR / TE -11,0 / 9.53ms; FLIP ANGLE 4), conforme descrito no Quadro 2.

QUADRO 2 - DESCRIÇÃO DA TÉCNICA

SEQUÊNCIA	FL3D
TIPO	GRE
TR(MS)	11.1
TE(MS)	9.53
FOV(MM)	380
SLICES	60
GAP	0
SLICE THICKNESS	2
CONCATENATIONS	1
AVERAGE	1
FLIP ANGLE	4
GAP	0
BANDWIDTH	475
ETL	n/a

5.6. ÉTICA

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Fernandes Figueira (IFF/FIOCRUZ) CAAE: 0013.1.008.000-10. Os dados retrospectivos foram consultados nos prontuários da Clínica de Imagem-CDPI mediante autorização das pacientes que aceitaram a participação voluntária no projeto e assinaram o termo para tal.

6. RESULTADOS

As 23 pacientes aceitas no estudo, tinham entre 15 e 43 anos (média de idade = 31,1 anos) e apresentavam gestação entre 22 e 35 semanas (média de idade 29,4 semanas). Os casos estudados foram relacionados no Quadro 3, segundo o diagnóstico fetal, a idade materna e a idade gestatória. Nenhum caso de obesidade materna ou de oligodramnia foi observado.

O tempo total de cada exame não excedeu 30 minutos e a sequência proposta não interferiu significativamente no tempo do exame, sendo o tempo médio desta sequência de 23 segundos.

As orientações para o plano ideal de corte foram feitas sempre usando como localizadora a sequência adquirida anteriormente, a fim de minimizar os efeitos da movimentação fetal.

Não foi utilizado contraste endovenoso ou de sedação em nenhum dos casos. As imagens tridimensionais do esqueleto fetal no estudo foi feita através da aquisição dos dados que foram posteriormente reconstruídas tanto na estação de trabalho como na própria plataforma do Aera, utilizando técnicas do Minip, 3D mip e 3D VRT editor, como exemplificado nas figuras 1 a 6.

QUADRO 3:**DISTRIBUIÇÃO DE ACORDO COM IDADE MATERNA, IDADE GESTATÓRIA E PATOLOGIA FETAL**

	Idade materna ANOS	Idade gestatória SEMANAS	Patologia esquelética	Sequência s/n** (n=23)
A D N	18	28	N*	N
B D	15	34	N*	S
E A A	37	33	N*	S
G P	34	31	pé torto	S
E L D	34	30/31	N*	S
M C	36	28	N*	S
S M	29	27	N*	S
VSSM	37	29	N*	S
APSO	24	30	N*	S
CLPGL	36	33	N*	S
DCMA	28	22	N*	S
TMB	30	25	defeito de fusão arco posterior	S
JLCB	34	35	fíbula direita não identificada; fíbula esquerda hipoplásica; pé torto bilateral	S
MMPC	39	28/29	N*	S
PA	39	34	N*	S
PMS	43	28	N*	S
VSJ	31	30	N*	S
WJ	26	27	pés tortos	S
LSA	24	25	ossos longos percentil 5	S
TOA	17	26	N*	S
MBO	34	33	N*	S
PHD	38	28	N*	S
APB	24	29	N*	S

*N= não foi identificado patologia; **S=SIM a sequência foi realizada e analisada; N=Não foi possível a realização da sequência.

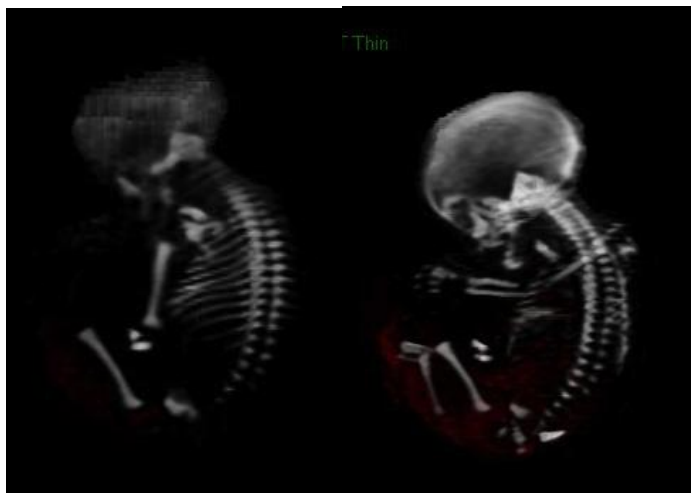


Figura 1. SM, 27 semanas de gestação, avaliação de um ângulo do esqueleto após reconstrução 3D VRT.



Figura 2. BD,34 semanas gestacional, avaliação de uma face do esqueleto sem patologia, após a reformatação MinIP.



Figura 3. PMS, 28 semanas, imagem sagital da sequência VIBE.

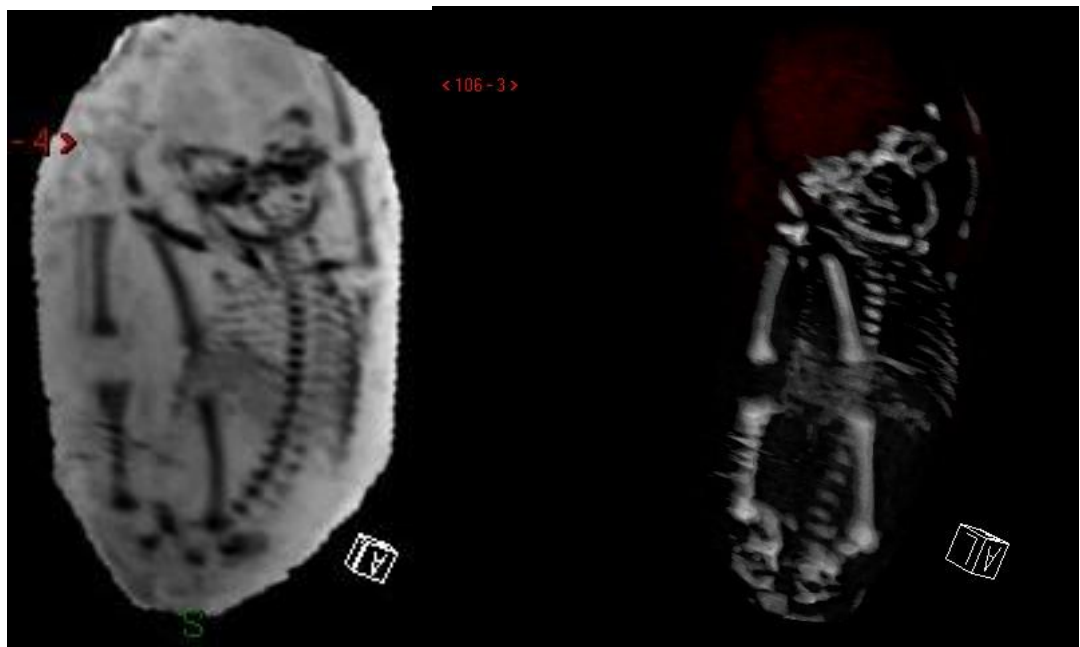


Figura 4. MC, 28 semanas, uma imagem da reformatação MinIP e 3DVRT.

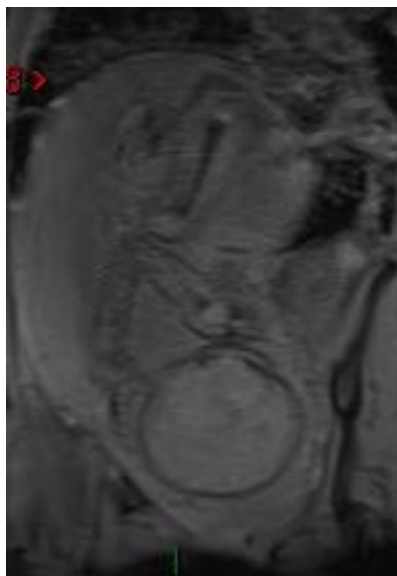


Figura 5. MBO, 33 semanas de gestação, uma imagem da sequência VIBE sagital.

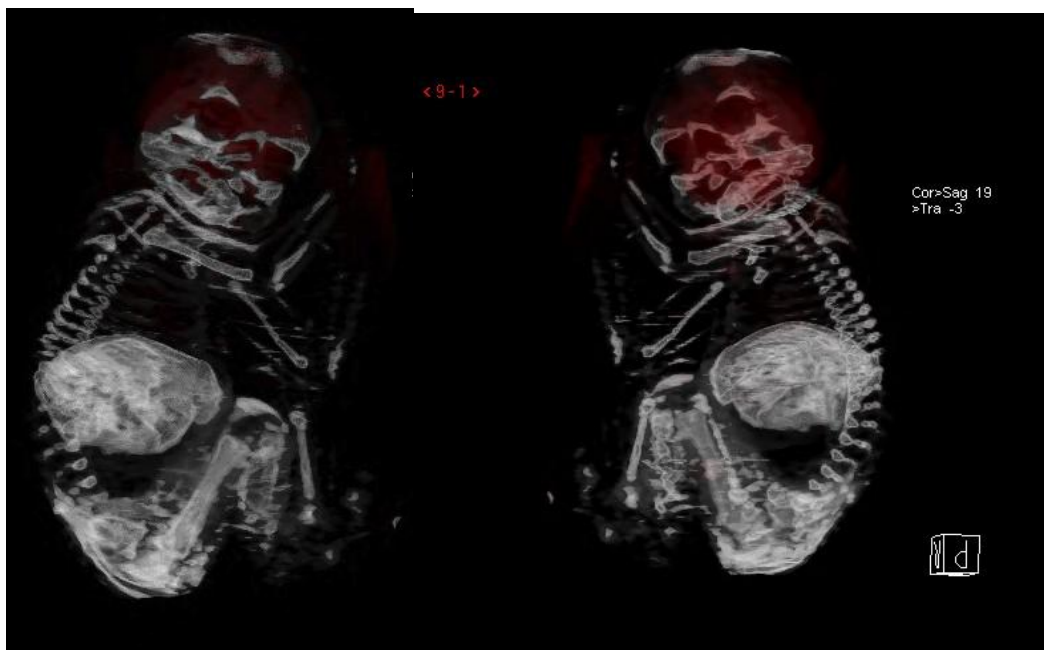


Figura 6. MBO, imagem da reformatação RM, realizada na estação de trabalho.

7. DISCUSSÃO

Com base nos casos estudados e na revisão bibliográfica, percebe-se o grande avanço da Ressonância na avaliação do esqueleto fetal.

A RM não vem substituir a USG, mas complementá-la, pois é um recurso que não se vê limitado pela posição fetal ou pela obesidade materna e oligodramnia como acontece com a USG, particularmente no terceiro trimestre. Contudo, sabe-se que a RM pode ser um pouco dificultada caso haja movimentação fetal muito acentuada e oligodramnia expressiva, assim como na US2D.

Utilizamos para minimizar os movimentos fetais a orientação que a paciente se alimente antes do exame e evite consumir cafeína e derivados, outra opção em casos extremos é o uso de sedativo dado à gestante.

Nota-se, pelas imagens de RM reconstruídas do estudo, a capacidade multiplanar na exploração do feto, auxiliando na determinação da origem e da análise do esqueleto fetal.

O uso da RM, considerando-se como modalidade primária de estudo para o feto, ainda não foi aprovado pelo FDA (*Food and Drug Administration*)^[45]. Todas as gestantes incluídas em nosso estudo haviam realizado US2D e apresentavam suspeição diagnóstica de anormalidades fetais ou do compartimento útero-placentário. Essas pacientes foram realizar a RM como parte do arsenal propedêutico suplementar indicado, de acordo com a literatura.

O acréscimo da sequência para avaliação do esqueleto fetal não alterou significativamente o tempo da rotina do exame, uma vez que o tempo médio estimado da sequência proposta seria de 23 segundos e a média de tempo do exame é de 30 minutos, sendo importante pois não altera o desconforto que o exame possa causar devido a posição.

Diversos estudos consultados, refererem-se à capacidade do USG em avaliar alterações musculo-esqueléticas mas não as displasias esqueléticas especificamente, e enfatiza o potencial da RM nessa visualização do esqueleto.

As imagens de esqueleto reconstruídas foram de boa resolução para

diagnóstico.

Sabe-se que os centros de ossificação começam a ser identificados a partir de 29 semanas de gestação; época que no nosso estudo também mostrou melhor definição do esqueleto fetal e quanto mais próximo do termo, as estruturas se tornam ainda mais definidas.

Apesar da pequena amostra selecionada, patologias de ossos longos puderam ser bem demonstradas à reconstrução do esqueleto.

A relevância do trabalho ficou com a sequência “VIBE” de ressonância magnética, modificada até permitir a reconstrução tridimensional para avaliação plena do esqueleto fetal. Por ser estudo inicial, observou-se ainda dificuldade na avaliação das mãos e pés do feto.

Diferente das sequências já publicadas, que limitam a mostrar o esqueleto em partes, a sequência proposta permite visualizar o esqueleto completo.

Uma das sequências descritas como possibilidade de avaliação 3D, chama-se Thick-slab ponderada em T2, mas é diferente pois se faz uma única aquisição em 1s e a imagem é reproduzida simulando uma avaliação tridimensional.

Na sequência proposta realiza uma análise tridimensional verdadeira e apresenta vantagens em relação ao TC 3D ou US 3D na avaliação de todo o esqueleto pois, conforme enfatizado várias vezes neste relato, não determina limitação ao exame por excesso de tecido adiposo, oligodramnia e/ou mobilização da posição fetal, como acontece com as imagens de USG, além de não representar exposição à radiação ionizante, como a TC.

Anomalias músculo-esqueléticas podem vir isoladas ou associadas a defeitos cromossômicos. O diagnóstico pré-natal das anomalias esqueléticas se faz por imagem e por avaliação genética. Com base nestas informações, é possível fazer um adequado aconselhamento aos pais sobre prognóstico, história natural da doença e risco de recorrência. O manejo desta gestação com anomalia musculoesquelética depende de três fatores: O tempo do diagnóstico, a severidade da doença e a decisão dos pais. Quando detectado uma malformação esquelética todo o feto deve ser analisado, para detectar outras possíveis anomalias. A presença ou

ausência de achados de imagem por RM , ajudam a identificar se a malformação é isolada ou existe um complexo de anomalias, esta é a grande contribuição da RM fetal.

8. CONCLUSÕES:

A possibilidade da avaliação mais detalhada do esqueleto fetal através de reconstruções tridimensionais realizadas a partir da aquisição de imagens pela sequência 3D FLASH ponderada em T2* da ressonância magnética no estudo - permite uma avaliação plena do esqueleto fetal - demonstrou relevância, quando comparada às técnicas já descritas na literatura.

O uso desta sequência de RM para a avaliação do esqueleto fetal mostrou avaliação pouco precisa das extremidades fetais sendo necessário aprimorar a sequência focando este objetivo.

REFERÊNCIAS

Miyazaki O, Nishimura G, Sago H *et al.* Prenatal diagnosis of fetal skeletal dysplasia with 3D CT. *Pediatr. Radiol.* 2012 42(7):842-52.

Cassart M, Massez A, Cos T *et al.* Contribution of three-dimensional computed tomography in the assessment of fetal skeletal dysplasia. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007; 29:537-543.

Breysem L, Bosmans H, Dymarkowski S *et al.* . The value of fast MR imaging as an adjunct to ultrasound in prenatal diagnosis. *Eur Radiol* 2003;13:1538–1548

Behairya NH, Talaata S, Saleema SN, *et al.* Magnetic resonance imaging in fetal anomalies: What does it add to 3D and 4D US? *European Journal of Radiology* 2010; 74 250–255.

Roberts MD, Lange RC, and Mccarthy SM. Fetal anatomy with magnetic resonance imaging *Magnetic Resonance Imaging*, 1995.Vol. 13, No. 4, pp. 645-649,

Amim B, Werner Jr H, Daltro PA, *et al.* O valor da ultra-sonografia e da ressonância magnética fetal na avaliação das hérnias diafragmáticas. *Radiol Bras.* 2008; 41:1-6.

Salomon SL, Garel C. Magnetic resonance imaging examination of the fetal brain *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 30: 1019–103.

Figueiró-Filho E.A. *et al.* Ressonância nuclear magnética fetal: aplicabilidade e indicações no período pré-natal *FEMINA*; Fevereiro 2009. 37 (2) : 63-69

Hellinger JC, Epelman M. Fetal MRI in the third Dimension. *Appl Radiol.* 2010; 39:8-22.

Perrone A, Savelli S, Maggi C, *et al.* Magnetic resonance imaging *versus* ultrasonography in fetal pathology. *Radiol Med.* 2008; 113:225-241.

Reddy UM, Filly RA, Copel JA. Prenatal imaging: ultrasonography and magnetic resonance imaging. *Obstet Gynecol.* 2008; 112:145-157.

Benacerraf BR, Benson CB, Abuhamad AZ, *et al.*. Three- and 4- dimensional ultrasound in obstetrics and gynecology: proceedings of the American Institute of Ultrasound in Medicine Consensus Conference. J Ultrasound Med. 2005;24:1587-1597.

Antunes E, Werner Jr H, Daltro PA, *et al.*. Correlação entre os achados ultrasonográficos e da ressonância magnética no teratoma sacrococcígeo fetal. Radiol Bras. 2008; 41:163-166.

Araujo Jr E, Zanforlin SM, Guimarães HA, *et al.*. Diagnóstico das malformações e tumores fetais: aspectos iconográficos à ultrasonografia bidimensional e tridimensional. Rev Imagem. 2006; 28:25-32.

Merz E. Current 3D/4D ultrasound technology in prenatal diagnosis. Eur Clinics Obstet Gynaecol. 2005; 1:184-193.

Baba K, Okai T, Kozuma S, Taketani Y. Fetal abnormalities: evaluation with real-time-processible three-dimensional US--preliminary report. Radiology. 1999; 211:441-446.

Andrist LS, Katz VL, Elijah R, *et al.*. Visualization of fetal anomalies with surface 3-dimensional ultrasound. JDMS. 2001; 17:88-93.

Ruano RM, MOLHO, J. Roume and Ville V. Prenatal diagnosis of fetal skeletal dysplasias by combining two-dimensional and three-dimensional ultrasound and intrauterine three-dimensional helical computer tomography. Ultrasound Obstet Gynecol 2004; Aug;24(2):134-140.

Dominguez BR, Talmachoff P. Diagnostic imaging update in skeletal dysplasias. Clinical Imaging 1993; 17:222-234.

AVILA, LF. Física em ressonância magnética. Parte A. São Paulo. Videoteca da S.B.R 2001.

Hage MCFN *Set al.*. Imagens por ressonância magnética princípios básicos. Ciência rural, Santa Maria 2009; jul:v 39.n4 p1287-1295.

MENDONÇA, R. *et al.*. Fundamentos da ressonância magnética. 1996. [p. 29]. Apostila.

Ray.O Bahado et al. Techniques, terminology and indications for MRI in pregnancy Seminars in Perinatology 2013. DOI [http:// dx.doi.org/10.1053/j.semperi.2013.06.010](http://dx.doi.org/10.1053/j.semperi.2013.06.010)

Ramos GA, Ylagan MV, Romine LE, D'Agostini DA, Pretorius DH. Diagnostic evaluation of the fetal face using 3-dimensional ultrasound. *Ultrasound Q.* 2008;24:215-223.

Dighe M, Fligner C, Cheng E, Warren B, Dubinsky T. Fetal skeletal dysplasia: an approach to diagnosis with illustrative cases. *Radiographics.* 2008; 28:1061-1077.

Nyberg DA, McGahan JP, Pretorius DH, Pilu G, editors. *Diagnostic imaging of fetal anomalies.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, c 2003.

Cassart Mrie, Suspected fetal skeletal malformations or bone diseases: how to explore *Pediatric radiology*, 2010; volume 40(6) 1046-1051.

Shoda S, Hamada H, Oki A *et al.* (1997) Diagnosis of fetal anomalies by three-dimensional imaging using helical computed tomography. *Prenat Diagn* 17:670–674.

Krakow D, Lachmann RS , Rimoin DL Guidelines for the prenatal diagnosis of skeletal dysplasias. *Genet med* 2009; february 11(2): 127-133.

Smith FW, Adam AM, Philips WDP. NMR imaging in pregnancy. *Lancet* 1983;1:61-62.

Kubik-Huch RA, Huisman TA, Wisser J, *et al.* Ultrafast MR imaging of the fetus. *AJR Am J Roentgenol.* 2000; 174:1599-1606.

Frates MC, Kumar AJ, Benson CB, Ward VL, Tempany CM. Fetal anomalies: comparison of MR imaging and US for diagnosis. *Radiology.* 2004; 232:398-404.

Leung JW, Coakley FV, Hricak H, *et al.* Prenatal MR imaging of congenital diaphragmatic hernia. *AJR Am J Roentgenol.* 2000; 174:1607- 1612.

ACR-SPR Guideline for the safe and optimal performance of fetal magnetic resonance imaging-2010

Nemee U, nemec SF, Krakow D, Brugger PC, Malinger G *et al.* The skeleton and musculature on foetal MRI. *Insights Imaging*(2011) 2:309-318.

Nemec SF, Brugger PC. The skeleton and musculature. *Pediatric Radiology* 38(supl 3);S: 235-245.

Superti-Furga A, Unger S. *Am J Med Genet A*. 2007 Jan 1; 143A(1):1-18.

Warman ML, Cormier-Daire V, Hall C, *et al.*. Nosology and Classification of Genetic Skeletal Disorders: 2010 Revision. *American Journal of Medical Genetics. Part a* 2011;155(5):943-968. doi:10.1002/ajmg.a.33909.

Dighe M, Fligner C, Cheng E, Warren B, Dubinsky T. Fetal skeletal dysplasia: an approach to diagnosis with illustrative cases. *Radiographics*. 2008; 28:1061-1077.

Rimoin DL1, Cohn D, Krakow D, Wilcox W, Lachman RS, Alanay Y.(2007) The skeletal dysplasias: clinical-molecular correlations. *Ann N Y Acad Sci*. Nov 1117. 302-9.

Werner H. Ressonância Magnética no Diagnóstico pré-natal. Disponível em: <<http://www.fetalmed.net/item/ressonancia-magnetica-no-diagnostico-pre-natal.html>> (acesso em 30/07/2011).

Frates MC , Kumar AJ..Benson CB, Ward VL, *et al.*. Fetal Anomalies; comparison of MR Imaging and US for diagnosis. *Radiology* 2004: 232:398-404.

Morcuende JA, Wwinstein SL. Developmental Skeletal anomalies. *Birth Defects Res C. Embryo Today*, 2003, 69 197-207.

Bacino CA. Approach to congenital malformations. Disponível em: <[http://www.uptodate.com/online/content/topic.do?topickey=dishid/7840&selectedTitle=1%7E150&source=search result](http://www.uptodate.com/online/content/topic.do?topickey=dishid/7840&selectedTitle=1%7E150&source=search%20result)> (acesso em 28/06/2010).

ANEXO I

**PROJETO: APLICABILIDADE DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA PARA
AVALIAÇÃO DO ESQUELETO FETAL**

I – DADOS PESSOAIS

Prontuário: Código:

CI : Não Sim

Nome:

_____ Idade: anos

Data de nascimento: ____/____/____

Naturalidade: _____ UF:

Hospital/Consultório _____ de _____ Origem:

Endereço:

Rua: _____

Nº: _____ Complemento: _____

Cidade _____

CEP:

Tel1: Tel2:

Email: _____

II – ANTECEDENTES OBSTÉTRICOS

Gesta Para Abortos: Não Sim

Tipos: Espontâneo Induzido Terapêutico

Gravidez ectópica Partos: Transvaginal Cesáreo
Fórceps Gemelar A termo Prematuros

Prematuridade: Moderada (32-36 sem.) Acentuada (31-28 sem.)
 Extrema (<28 sem.)

Filhos vivos Neomortos (<28 dias) Natimortos

Peso do RN: (<1.500 g) (1.500 g a 2.499 g) 2500 g a 4.000 g)
(>4.000 g)

Data do último parto (mês/ano): ____ / ____ / ____ Intercorrências em gestações
anteriores: Não Sim

Especifique: _____

III – IDADE GESTACIONAL E AVALIAÇÃO BIOFÍSICA FETAL

DUM: ____ / ____ / ____ DPP: ____ / ____ / ____

ULTRASSONOGRAFIA

(1)

Data: ___/___/___ Nº de fetos: 1 2 3 4 5

Idade gestacional(IG): sem dias IG à US é compatível com a DUM?

Sim Não

Localização da placenta: Alta Média Baixa Não especificada
Grau

Líquido amniótico: Normal Aumentado Diminuído

Peso fetal: g Normal Grande Pequeno CIUR
Sexo fetal: Masculino Feminino Não identificado Morfologia:
Normal Anormal , TNI mm

Doppler: Sim Não feto-placentário: Não realizado

Normal Anormal Especificar: _____

Útero-placentário: Não realizado Normal Anormal ,
Especificar: _____

ULTRASSONOGRAFIA (2)

Data: ___/___/____ Idade gestacional(IG): sem dias IG à
US é compatível com a DUM? Sim Não

Localização da placenta: Alta Média Baixa Não especificada
 Grau

Líquido amniótico: Normal Aumentado Diminuído

Peso fetal: g Normal Grande Pequeno CIUR

Sexo fetal: Masculino Feminino Não identificado

Morfologia: Normal Anormal

Especificar: _____

Doppler: Sim Não feto-placentário: Não realizado

Normal Anormal

Especificar: _____

Útero -placentário: Não realizado Normal Anormal

Especificar: _____

Procedimentos invasivos: Cordocentese Amniocentese biopsia
vilocorial Cariótipo :

Resultado: _____

IV – ANTECEDENTES FAMILIARES

Malformação Outros

Especificar: _____

V – HÁBITOS

Fumo: Não Sim Quantos cigarros p/dia? Álcool: Não
Sim Frequência (copos/doses p/dia)

Drogas ilícitas: Não Sim Qual? _____

Via: _____

Frequência (doses p/dia)

Uso no trimestre da gravidez: 1º 2º 3º

VI – INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS (gravidez atual) Não Sim

DMID DMNID HAS crônica DMG Pré-eclâmpsia: Leve
Grave Hipertensão transitória da gravidez Obesidade Baixo ganho
ponderal TVP

Tuberculose pulmonar Miomatose uterina Asma c/uso de corticóide
 Hematopatia Infecção urinária DST Cardiopatia

Especificar: _____

Outras intercorrências

Especificar:

Preenchido por:

Em: ____/____/____