

ISUOG

Ultrassonografia do sistema nervoso central fetal: orientações para realização do “exame básico” e do “neurossonograma fetal”

Tradução de Prof. Wellington P Martins e Carolina O. Nastri de Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP) – Brasil

INTRODUÇÃO

As malformações do sistema nervoso central (SNC) constituem algumas das anormalidades congênitas mais comuns. Dentre as malformações do SNC, os defeitos do tubo neural são as mais frequentes ocorrendo em 1-2 casos por 1000 nascimentos. A incidência das anormalidades intracranianas com tubo neural intacto é incerta sendo que a maioria dos casos provavelmente não é diagnosticada ao nascimento, manifestando-se apenas mais tardiamente durante a vida. Estudos de seguimento de longo prazo sugerem, no entanto, que a incidência possa ser tão alta quanto 1 em 100 nascimentos¹.

A ultrassonografia tem sido usada por cerca de 30 anos como a modalidade principal para ajudar no diagnóstico de anormalidades do SNC fetal. O âmbito das presentes orientações é revisar os aspectos técnicos de uma abordagem otimizada para a avaliação do cérebro fetal em exames da anatomia fetal, que será referido no presente documento como um *exame básico*. A avaliação detalhada do SNC fetal (neurossonograma fetal) também é possível, mas requer conhecimentos específicos e aparelhos de ultrassonografia sofisticados. Este tipo de exame, por vezes complementado por ultrassonografia tridimensional, é indicado em gestações com risco aumentado de anomalias do sistema nervoso central.

Nos últimos anos a imagem por ressonância magnética (RM) tem emergido como uma nova técnica promissora que pode adicionar informações importantes em casos selecionados e, principalmente, após 20-22 semanas^{2,3}, apesar de sua superioridade sobre a ultrassonografia ainda ser debatida^{4,5}.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Idade gestacional

A aparência do cérebro e da coluna muda ao longo da gestação. Para evitarem-se erros diagnósticos, é importante familiarizar-se com a aparência normal do SNC nas diferentes idades gestacionais. A maioria dos esforços para o diagnóstico das anormalidades neurais é concentrada por volta do meio da gestação: exames ultrassonográficos básicos são geralmente realizados mais ou menos na 20ª semana de gestação.

Algumas anormalidades podem ser vistas no primeiro e início do segundo trimestres⁶⁻¹¹. Apesar de estas anormalidades representarem a minoria, elas geralmente são severas e, conseqüentemente, merecem consideração especial. É verdade que a avaliação precoce requer habilidades especiais, no entanto, é sempre válido prestar atenção na cabeça e cérebro fetal logo no início da gestação. A vantagem de se avaliar o SNC fetal precocemente (< 16 semanas) é que os ossos são finos permitindo que o cérebro seja avaliado a partir de quase todos os ângulos.

Normalmente, uma avaliação satisfatória do SNC pode sempre ser obtida no segundo e terceiro trimestre de gestação. Em gestações mais tardias, a visualização das estruturas intracranianas é frequentemente prejudicada pela ossificação da calota craniana.

Fatores técnicos

Transdutores de ultrassom

Transdutores de ultrassom de alta frequência aumentam a resolução espacial, mas prejudicam a penetração do feixe sonoro devido a uma mais alta atenuação. A escolha do transdutor ideal e frequência de operação são influenciadas por um número de fatores, incluindo a espessura do panículo adiposo abdominal, posição fetal e via de acesso. A maioria dos exames básicos é realizada satisfatoriamente com um transdutor transabdominal de 3 a 5 MHz. A neurosonografia fetal frequentemente requer exames transvaginais e normalmente pode ser realizada com transdutores de frequência entre 5 e 10 MHz^{12, 13}. A ultrassonografia tridimensional pode facilitar o exame do cérebro e coluna fetal^{14, 15}.

Parâmetros de imagem

O exame é realizado principalmente com ultrassom bidimensional em escala de cinza. A utilização de harmônica pode melhorar a visualização de detalhes anatômicos sutis, particularmente em pacientes cujas imagens são insatisfatórias. Em exames de neurosonografia podem ser usados o *power* Doppler e o Doppler colorido, principalmente para identificação dos vasos sanguíneos. As principais artérias cerebrais tem velocidade de fluxo entre 20 – 40 cm/s durante a vida intrauterina, desta forma um ajuste adequado da frequência de repetição de pulso (PRF) e da persistência do sinal (usar persistência elevada) aprimoram a visualização dos pequenos vasos.

EXAME BÁSICO

Avaliação qualitativa

A via transabdominal é a técnica de escolha para a investigação do SNC fetal durante o final do primeiro trimestre e segundo e terceiro trimestres em gestações de baixo risco. A avaliação deve incluir da cabeça e coluna fetal.

Dois planos axiais permitem a visualização das estruturas cerebrais relevantes para avaliação da integridade anatômica do cérebro¹⁷. Esses planos são normalmente referidos como plano transventricular e plano transcerebelar. Um terceiro plano denominado transtalâmico é frequentemente adicionado como propósito principal de realizar biometria (**Figura 1**). As estruturas que devem ser identificadas no exame rotineiro são: os ventrículos laterais, o cerebelo e a cisterna magna e o *cavum* do septo pelúcido. O formato da cabeça e a textura cerebral devem também ser observados nesses planos (**Tabela 1**).

Plano transventricular

Esse plano permite identificar as porções anterior e posterior dos ventrículos laterais. A porção anterior dos ventrículos laterais (cornos anteriores ou frontais) aparece como duas estruturas em forma de vírgula preenchidas por fluido. Elas apresentam paredes laterais bem delimitadas e são separadas medialmente pelo *cavum* do septo pelúcido (CSP). O CSP é uma cavidade preenchida com fluido entre duas membranas delgadas. No final da gestação ou no período neonatal precoce essas duas membranas geralmente fundem-se formando o septo pelúcido. O CSP torna-se visível por volta da 16ª semana e sofre obliteração próximo ao termo da gestação. Com a ultrassonografia transabdominal, ele deve sempre ser visualizado entre 18 e 37 semanas, ou com diâmetro biparietal entre 44 – 88 mm¹⁸. Em contrapartida, a não identificação do CSP antes da 16ª semana e após a 37ª semana é um achado normal. O valor da identificação do CSP para a identificação de anomalias cerebrais tem sido questão de debate¹⁷. Contudo, esta estrutura é fácil de ser identificada e encontra-se obviamente alterada em várias anormalidades cerebrais como holoprosencefalia, agenesia do corpo caloso, hidrencefalia severa e displasia septo-óptica¹⁹.

Desde aproximadamente 16 semanas a porção posterior dos ventrículos laterais (também conhecida como cornos posteriores) é na realidade um complexo formado pelo átrio que continua posteriormente com o corno occipital. O átrio é caracterizado pela presença do plexo coroide, o qual é intensamente ecogênico, enquanto que o corno é preenchido com fluido. Particularmente no segundo trimestre da gestação tanto as paredes mediais como laterais do ventrículo são paralelas com a linha média sendo conseqüentemente representadas sonograficamente como linhas ecogênicas. Em circunstâncias normais o plexo coroide preenche quase completamente a cavidade do ventrículo no nível do átrio localizando-se muito próximo à ambas as paredes mediais e laterais, entretanto em alguns casos normais, uma pequena quantidade de líquido pode estar presente entre a parede medial e o plexo coroide²⁰⁻²³.

No plano transventricular padrão, apenas o hemisfério no lado mais distante do transdutor pode ser visualizado claramente, e o hemisfério mais próximo do transdutor é frequentemente distorcido por artefatos. Contudo, as lesões cerebrais mais severas são bilaterais e/ou associadas a desvio ou distorção da linha média; desta forma é sugerido que, em exames básicos, assumam-se a simetria cerebral, mesmo avaliando apenas um dos hemisférios¹⁷.

Plano transcerebelar

Esse plano é obtido em um nível ligeiramente mais baixo que o utilizado para o plano transventricular e com uma ligeira inclinação posterior, e inclui a visualização dos cornos frontais dos ventrículos laterais, CSP, tálamo, cerebelo e cisterna magna. O cerebelo aparece como uma estrutura em formato de borboleta formado pelos dois hemisférios arredondados unidos na linha média pelo *vermis* cerebelar, ligeiramente mais ecogênico. A cisterna magna, ou cisterna cerebelomedular é um espaço preenchido por fluido posterior ao cerebelo. Ela contém septos finos que são estruturas normais e não devem ser confundidas com estruturas vasculares ou anormalidades císticas. Na segunda metade da gestação a profundidade da cisterna magna é estável e deve ser entre 2 – 10 mm¹⁷. No início da gestação o *vermis* cerebelar ainda não cobriu completamente o quarto ventrículo e pode ocasionar a falsa impressão de defeito do *vermis*. Mais tardiamente na gravidez esse mesmo achado pode causar a suspeição de anormalidade do cerebelo, mas antes de 20 semanas de gestação representa frequentemente um achado normal²⁴.

Plano transtalâmico

Um terceiro plano de insonação, obtido em um nível intermediário, é frequentemente usado na avaliação ultrassonográfica da cabeça fetal, sendo comumente denominado plano transtalâmico ou plano do diâmetro biparietal. Os pontos de referência anatômicos incluem - de anterior para posterior - os cornos frontais dos ventrículos laterais, o *cavum* do septo pelúcido, o tálamo e os giros do hipocampo²⁵. Apesar de este plano não acrescentar informação anatômica significativa que não possa ser obtida através dos planos transventricular e transtalâmico, ele é usado para a biometria da cabeça fetal. Tem sido proposto que, particularmente no período final da gestação, este plano de corte é mais fácil de identificar e permite medidas mais reprodutíveis que aquelas realizadas no plano transventricular²⁵.

Coluna fetal

O exame detalhado da coluna fetal requer experiência e uma avaliação meticulosa, sendo que o resultado é fortemente dependente da posição fetal. Dessa forma a avaliação completa e detalhada de cada projeção da coluna fetal não faz parte do exame básico. A mais frequente das anormalidades graves da coluna fetal, a espinha bífida aberta, é usualmente associada com anormalidades intracranianas. Contudo, o corte longitudinal da coluna fetal deve sempre ser obtido porque ele pode revelar, pelo menos em alguns casos, outras malformações da coluna incluindo anormalidades vertebrais e agenesia sacral. Em condições normais, o corte longitudinal da coluna com aproximadamente 14 semanas gestacionais revela três núcleos de ossificação das vertebbras (uma dentro do corpo vertebral e uma de cada lado na junção entre a lâmina e o pedículo) que circundam o canal medular e que podem aparecer como duas ou três linhas paralelas dependendo da orientação do feixe sonoro. Além disso, deve-se tentar observar a integridade da pele que recobre a coluna usando-se os planos transversal ou longitudinal.

Avaliação quantitativa

A biometria é uma parte essencial do exame ultrassonográfico da cabeça fetal. No segundo e terceiro trimestres, o exame padrão comumente inclui a medida do diâmetro biparietal, da circunferência craniana e do diâmetro interno do *átrio*. Alguns defendem ainda a medida do diâmetro cerebelar transverso e da profundidade da cisterna magna.

O diâmetro biparietal e a circunferência craniana dão comumente usados para a estimativa da idade e crescimento fetal além de poder também ser útil na identificação de algumas anormalidades cerebrais. Ambos podem ser medidos tanto no plano transventricular como no plano transtalâmico. Diferentes técnicas podem ser usadas para a medida do diâmetro biparietal. Mais frequentemente os cursores são posicionados fora da calota craniana fetal (chamada de medida “fora-fora”)²⁶. Entretanto, algumas das curvas de medidas foram produzidas utilizando-se uma técnica “fora-dentro” para evitarem-se os artefatos gerados pelos ecos distais do calvário²⁵. As duas abordagens resultam numa diferença de poucos milímetros, que pode ser clinicamente relevante na gestação inicial. Desta forma é importante conhecer a técnica que foi usada na elaboração da curva de crescimento que está sendo utilizada. Caso o equipamento de ultrassonografia possua a função de medida elíptica, então a circunferência craniana pode ser calculada diretamente posicionando-se a elipse em torno do exterior dos ecos dos ossos cranianos. Como alternativa, a circunferência craniana (CC) pode ser calculada a partir do diâmetro biparietal e do diâmetro occipitofrontal (DOF) usando a fórmula $CC = 1,62 \times (BPD + OFD)$. A razão entre o DBP e o DOF fica normalmente entre 75% e 85%. No entanto, a moldagem da cabeça fetal é frequente, particularmente na gestação precoce, sendo que a maioria dos fetos em apresentação pélvica apresenta algum grau de dolicocefalia.

A medida do *átrio* é recomendada porque diversos estudos sugeriram que esta seja a abordagem mais efetiva para avaliar-se a integridade do sistema ventricular²², e a ventriculomegalia é um marcador frequente do desenvolvimento cerebral anormal. A medida é obtida no nível do plexo coroide, perpendicular à cavidade

ventricular, posicionando-se os *cursores* internamente aos ecos gerados pelas paredes laterais (**Figura 2**). A medida é estável no segundo e início do terceiro trimestres, com um diâmetro médio de 6 – 8 mm^{20, 22, 27} e é considerada normal quando menor que 10 mm^{27 – 32}. A maioria dos estudos de biometria do tamanho dos ventrículos laterais utilizou equipamentos que fornecem a medida em milímetros³³.

Como, com os equipamentos modernos, as medidas são fornecidas em décimos de milímetros, há uma incerteza sobre qual seria o ponto de corte mais razoável. Nós acreditamos que, particularmente na metade da gravidez, uma medida ≥ 10 mm deva ser considerada suspeita.

O diâmetro cerebelar transverso aumenta cerca de um milímetro por semana gestacional entre 14 e 21 semanas de amenorria. Essa medida, juntamente com a circunferência craniana e o diâmetro biparietal é útil na avaliação do crescimento fetal. A profundidade da cisterna magna medida entre o *vermis* cerebelar e a face interna do osso occipital é comumente entre 2 – 10 mm³⁴. Na presença de dolicocefalia, medidas maiores que 10 mm podem ser normalmente encontradas.

NEUROSSONOGRAMA FETAL

É de consenso geral que um neurossonograma fetal dedicado apresente um potencial diagnóstico maior do que em um exame transabdominal padrão, sendo particularmente útil na avaliação de malformações complexas. Contudo, essa avaliação solicita um grau de experiência que não é disponível em muitos contextos e esse método não é usado universalmente. O exame de ultrassonografia fetal dedicado é útil em pacientes com risco aumentado de anormalidades do SNC, incluindo aqueles casos nos quais são observados achados suspeitos no exame básico.

A base do neurossonograma fetal é a abordagem multiplanar, que é obtida alinhando-se o transdutor com as suturas e fontanelas da cabeça fetal^{12, 13}. Quando o feto encontra-se em apresentação de vértice, a abordagem transabdominal/transvaginal pode ser usada. Em fetos com apresentação pélvica, a abordagem transfúndica é utilizada, posicionando-se o transdutor paralelo ao abdome, em vez de perpendicular. Os transdutores vaginais tem a vantagem de operar em frequências mais altas do que a dos abdominais, permitindo uma maior definição dos detalhes anatômicos. Por isso, em alguns fetos em apresentação pélvica uma versão cefálica externa pode ser considerada para a utilização da abordagem transvaginal.

A avaliação da coluna fetal é parte do neurossonograma e é realizada combinando-se cortes axiais, coronais e sagitais.

O exame neurossonográfico deve incluir as mesmas medidas que são normalmente obtidas no exame básico: diâmetro biparietal, circunferência craniana e o *átrio* dos ventrículos laterais. As medidas específicas que são obtidas podem variar conforme a idade gestacional e contexto clínico.

Cérebro fetal

Tanto no exame transvaginal quanto transabdominal o alinhamento apropriado do transdutor com o correto plano de corte geralmente requer habilidade. Uma variedade de planos sonográficos pode ser usada, também dependendo da posição do feto¹². Uma avaliação sistematizada do cérebro envolve geralmente a visualização de quatro planos coronais e três planos sagitais. No que se segue é relatada uma descrição das diferentes estruturas que podem ser visualizadas no final do segundo e terceiro trimestres. Além das estruturas anatômicas, o neurossonograma fetal deve incluir também a avaliação das circunvoluções do cérebro fetal, que mudam ao longo da gestação^{35 – 38}.

Planos coronais (Figura 3)

O plano transfrontal ou plano Frontal-2. A visualização deste plano é feita através da fontanela anterior e mostra a fissura inter-hemisférica e os cornos anteriores dos ventrículos laterais. O plano é rostral ao joelho do corpo caloso e isso explica a presença de uma fissura inter-hemisférica ininterrupta. Outras estruturas observadas são o osso esfenoide e as órbitas oculares.

*O plano transcaudato ou plano Médio-coronal-1*¹². No nível do núcleo caudato, o joelho ou porção anterior do corpo caloso interrompe a continuidade da fissura inter-hemisférica. Em razão da espessura do joelho nos planos coronais ele é visto como uma estrutura mais ecogênica que o tronco do corpo caloso. O *cavum* do septo pelúcido é retratado como uma estrutura anecoica triangular sob o corpo caloso. Os ventrículos laterais são vistos de cada lado rodeados pelo córtex cerebral. Em uma posição mais lateral os sulcos laterais (ou fissuras de Sylvian) podem ser claramente identificadas.

*O plano transtalâmico ou Médio-coronal-2*¹². Ambos os tálamos podem ser vistos em justaposição, mas, em alguns casos, o terceiro ventrículo pode ser observado na linha média com o forame interventricular e o *átrio* dos

ventrículos laterais com o plexo coróide ligeiramente craniais em cada lado (*plano Médio-coronal-3*). Próximo à base do crânio e na linha média a cisterna basal contém os vasos do polígono de Willis e do quiasma óptico.

O *plano transcerebelar ou planos occipital-1 e 2*. Este plano é obtido através da fontanela posterior e permite a visualização dos cornos occipitais dos ventrículos laterais e a fissura inter-hemisférica. Ambos os hemisférios cerebelares e o vermis são também visualizados nesse plano.

Planos sagitais (Figura 4)

São geralmente estudados três planos sagitais: o sagital mediano e um parassagital de cada lado do cérebro.

O *plano sagital mediano ou plano medial* mostra o corpo caloso com todos os seus componentes; o *cavum* do septo pelúcido (em alguns casos o *cavum vergae* e o *cavum veli interpositi*), o tronco cerebral, a ponte, o vermis e a fossa posterior. Utilizando-se o Doppler colorido, pode-se também visualizar a artéria cerebral anterior, a artéria pericalosa com seus ramos e a veia de Galeno.

O *plano parassagital ou plano oblíquo*¹² retrata todo o ventrículo lateral, o plexo coroide, o tecido paraventricular e o córtex.

Coluna fetal

Três tipos de planos de varredura podem ser utilizados para avaliar a integridade da coluna. A escolha depende da posição fetal. Geralmente, apenas dois destes planos são factíveis em um dado exame.

Em *planos transversos ou planos axiais*, o exame da coluna é um processo dinâmico realizado fazendo-se a varredura ao longo de todo o comprimento da coluna e, ao mesmo tempo, mantendo-se o plano axial de cada nível a ser examinado (**Figura 5**). As vértebras apresentam diferentes configurações anatômicas nos diferentes níveis. As vértebras torácicas e lombares fetais tem formato triangular, com os centros de ossificação rodeando o canal medular. As primeiras vértebras cervicais apresentam formato quadrangular e as vertebrae sacrais são planas.

Nos *planos sagitais* os núcleos de ossificação do corpo vertebral e dos arcos posteriores formam duas linhas paralelas que convergem no sacro. Quando o feto está com o dorso anterior, um plano sagital verdadeiro pode também ser obtido, direcionando o feixe sonoro através do processo espinhoso não ossificado. Isso permite retratar o canal medular e a medula no seu interior (**Figura 6**). No segundo e terceiro trimestres da gestação o cone medular é frequentemente visualizado no nível de L2 – L3³⁹.

Nos *planos coronais* uma, duas ou três linhas paralelas são visualizadas, dependendo da orientação do feixe sonoro (**Figura 7**).

A integridade do canal medular é inferida pela disposição regular dos núcleos de ossificação da coluna pela presença de tecido mole recobrimo a coluna. Quando um plano sagital verdadeiro pode ser obtido, a visualização do cone medular em localização normal fortalece ainda mais o diagnóstico de normalidade.

EFETIVIDADE DO EXAME ULTRASSONOGRÁFICO DO SNC FETAL

Por volta da metade de uma gestação de baixo risco, no caso de os planos transventricular e transcerebelar serem obtidos satisfatoriamente, a biometria da cabeça (particularmente a circunferência craniana) estar dentro dos limites da normalidade para a idade gestacional, a largura do *átrio* for menor que 10,0 mm e a cisterna magna estiver entre 2 – 10 mm, muitas malformações cerebrais são excluídas, o risco de uma anomalia do SNC é extremamente baixa e exames adicionais não são indicados¹⁷.

Está fora do âmbito destas orientações levantar a literatura disponível sobre a sensibilidade da ultrassonografia pré-natal na predição de anomalias neurológicas. Alguns estudos de pacientes de baixo risco submetidas a exames básicos reportam sensibilidade de até 80%^{40, 41}. Contudo, esses estudos provavelmente superestimam grandemente o potencial diagnóstico desta técnica: essas pesquisas tiveram invariavelmente curto período de seguimento e incluíram quase exclusivamente defeitos abertos do tubo neural, cujo reconhecimento foi provavelmente facilitado por rastreio sistemático com alfafetoproteína no soro materno. As limitações diagnósticas da ultrassonografia pré-natal são bem documentadas e ocorrem por diversas razões⁴². Algumas anormalidades mesmo graves podem estar associadas a somente achados discretos no início da gestação⁴³. O cérebro continua se desenvolvendo durante a segunda metade da gestação e no período neonatal limitando assim a detecção de anomalias da proliferação neuronal (como microcefalia⁴⁴, tumores⁴⁵ e malformações corticais⁴²). Além disso, algumas lesões cerebrais não ocorrem devido ao desenvolvimento embrionário defeituoso, mas representam a consequência de lesões adquiridas^{44 - 46}. Mesmo na mão de especialistas algumas anomalias podem ser difíceis ou impossíveis de se diagnosticar no período pré-natal, em uma proporção que é impossível determinar com precisão.

RECONHECIMENTOS

Essas diretrizes foram desenvolvidas sob os auspícios do Comitê de Educação ISUOG. Presidente, Dario Paladini, da Universidade de Nápoles, Itália.

Agradecimento particularmente estendido para os consultores especializados que contribuíram para este projeto:

Dr. Gustavo Malinger; Fetal Neurology Clinic, Department of Obstetrics and Gynecology, Wolfson Medical Center, Tel-Aviv University, Israel.

Dra. Ana Monteagudo; Department of Obstetrics and Gynecology, New York University School of Medicine, New York, USA.

Dr. Gianluigi Pilu; Department of Obstetrics and Gynecology, University of Bologna, Italy.

Dr. Ilan Timor-Tritsch; Department of Obstetrics and Gynecology, New York University School of Medicine, New York, USA.

Dr. Ants Toi; Department of Medical Imaging, Mount Sinai Hospital, University of Toronto, Canada

Referências

1. Myrianthopoulos NC. Epidemiology of central nervous system malformations. In: Vinken PJ, Bruyn GW, editors. *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier: Amsterdam, 1977; 139–171.
2. Levine D, Barnes PD, Robertson RR, Wong G, Mehta TS. Fast MR imaging of fetal central nervous system abnormalities. *Radiology* 2003; 229: 51–61.
3. Griffiths PD, Paley MN, Widjaja E, Taylor C, Whitby EH. In utero magnetic resonance imaging for brain and spinal abnormalities in fetuses. *BMJ* 2005; 331: 562–565.
4. 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.
5. Malinger G, Lev D, Lerman-Sagie T. Is fetalmagnetic resonance imaging superior to neurosonography for detection of brain anomalies? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 317–321.
6. Ghi T, Pilu G, Savelli L, Segata M, Bovicelli L. Sonographic diagnosis of congenital anomalies during the first trimester. *Placenta* 2003; 24 (Suppl B): S84–S87.
7. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE. First trimester anatomy scan: pushing the limits. What can we see now? *Curr Opin Obstet Gynecol* 2003; 15: 131–141.
8. Bronshtein M, Ornoy A. Acrania: anencephaly resulting from secondary degeneration of a closed neural tube: two cases in the same family. *J Clin Ultrasound* 1991; 19: 230–234.
9. Blaas HG, Eik-Nes SH, Vainio T, Isaksen CV. Alobar holoprosencephaly at 9 weeks gestational age visualized by two and three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 15: 62–65.
10. Blaas HG, Eik-Nes SH, Isaksen CV. The detection of spina bifida before 10 gestational weeks using two- and threedimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 25–29.
11. Johnson SP, Sebire NJ, Snijders RJ, Tunkel S, Nicolaides KH. Ultrasound screening for anencephaly at 10–14 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9: 14–16.
12. Timor-Tritsch IE, Monteagudo A. Transvaginal fetal neurosonography: standardization of the planes and sections by anatomic landmarks. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 8: 42–47.
13. Malinger G, Katz A, Zakut H. Transvaginal fetal neurosonography. Supratentorial structures. *Isr J Obstet Gynecol* 1993; 4: 1–5.

14. Pilu G, Segata M, Ghi T, Carletti A, Perolo A, Santini D, Bonasoni P, Tani G, Rizzo N. Diagnosis of midline anomalies of the fetal brain with the three-dimensional median view. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 522–529.
15. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE, Mayberry P. Three-dimensional transvaginal neurosonography of the fetal brain: ‘navigating’ in the volume scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 307–313.
16. van den Wijngaard JA, Groenenberg IA, Wladimiroff JW, Hop WC. Cerebral Doppler ultrasound of the human fetus. *Br J Obstet Gynaecol* 1989; 96: 845–849.
17. Filly RA, Cardoza JD, Goldstein RB, Barkovich AJ. Detection of fetal central nervous system anomalies: a practical level of effort for a routine sonogram. *Radiology* 1989; 172: 403–408.
18. Falco P, Gabrielli S, Visentin A, Perolo A, Pilu G, Bovicelli L. Transabdominal sonography of the cavum septum pellucidum in normal fetuses in the second and third trimesters of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 549–553.
19. Malinger G, Lev D, Kidron D, Heredia F, Hershkovitz R, Lerman-Sagie T. Differential diagnosis in fetuses with absent septum pellucidum. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 42–49.
20. Pilu G, Reece EA, Goldstein I, Hobbins JC, Bovicelli L. Sonographic evaluation of the normal developmental anatomy of the fetal cerebral ventricles: II. The atria. *Obstet Gynecol* 1989; 73: 250–256.
21. Cardoza JD, Filly RA, Podrasky AE. The dangling choroid plexus: a sonographic observation of value in excluding ventriculomegaly. *AJR Am J Roentgenol* 1988; 151: 767–770.
22. Cardoza JD, Goldstein RB, Filly RA. Exclusion of fetal ventriculomegaly with a single measurement: the width of the lateral ventricular atrium. *Radiology* 1988; 169: 711–714.
23. Mahony BS, Nyberg DA, Hirsch JH, Petty CN, Hendricks SK, Mack LA. Mild idiopathic lateral cerebral ventricular dilatation in utero: sonographic evaluation. *Radiology* 1988; 169: 715–721.
24. Bromley B, Nadel AS, Pauker S, Estroff JA, Benacerraf BR. Closure of the cerebellar vermis: evaluation with second trimester US. *Radiology* 1994; 193: 761–763.
25. Shepard M, Filly RA. A standardized plane for biparietal diameter measurement. *J Ultrasound Med* 1982; 1: 145–150.
26. Snijders RJ, Nicolaides KH. Fetal biometry at 14–40 weeks’ gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; 4: 34–48.

27. Pilu G, Falco P, Gabrielli S, Perolo A, Sandri F, Bovicelli L. The clinical significance of fetal isolated cerebral borderline ventriculomegaly: report of 31 cases and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 14: 320–326.
28. Kelly EN, Allen VM, Seaward G, Windrim R, Ryan G. Mild ventriculomegaly in the fetus, natural history, associated findings and outcome of isolated mild ventriculomegaly: a literature review. *Prenat Diagn* 2001; 21: 697–700.
29. Wax JR, Bookman L, Cartin A, Pinette MG, Blackstone J. Mild fetal cerebral ventriculomegaly: diagnosis, clinical associations, and outcomes. *Obstet Gynecol Surv* 2003; 58: 407–414.
30. Laskin MD, Kingdom J, Toi A, Chitayat D, Ohlsson A. Perinatal and neurodevelopmental outcome with isolated fetal ventriculomegaly: a systematic review. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2005; 18: 289–298.
31. Achiron R, Schimmel M, Achiron A, Mashiach S. Fetal mild idiopathic lateral ventriculomegaly: is there a correlation with fetal trisomy? *Ultrasound Obstet Gynecol* 1993; 3: 89–92.
32. Gaglioti P, Danelon D, Bontempo S, Mombro M, Cardaropoli S, Todros T. Fetal cerebral ventriculomegaly: outcome in 176 cases. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 372–377.
33. Heiserman J, Filly RA, Goldstein RB. Effect of measurement errors on sonographic evaluation of ventriculomegaly. *J Ultrasound Med* 1991; 10: 121–124.
34. Mahony BS, Callen PW, Filly RA, Hoddick WK. The fetal cisterna magna. *Radiology* 1984; 153: 773–776.
35. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE. Development of fetal gyri, sulci and fissures: a transvaginal sonographic study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9: 222–228.
36. Toi A, Lister WS, Fong KW. How early are fetal cerebral sulci visible at prenatal ultrasound and what is the normal pattern of early fetal sulcal development? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 24: 706–715.
37. Droulle P, Gaillet J, Schweitzer M. [Maturation of the fetal brain. Echoanatomy: normal development, limits and value of pathology]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)* 1984; 13: 228–236.
38. Cohen-Sacher B, Lerman-Sagie T, Lev D, Malinger G. Sonographic developmental milestones of the fetal cerebral cortex: a longitudinal study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 494–502.
39. Robbin ML, Filly RA, Goldstein RB. The normal location of the fetal conus medullaris. *J Ultrasound Med* 1994; 13: 541–546.

40. Crane JP, LeFevre ML, Winborn RC, Evans JK, Ewigman BG, Bain RP, Frigoletto FD, McNellis D. A randomized trial of prenatal ultrasonographic screening: impact on the detection, management, and outcome of anomalous fetuses. The RADIUS Study Group. *Am J Obstet Gynecol* 1994; 171: 392–399.
41. Ewigman BG, Crane JP, Frigoletto FD, LeFevre ML, Bain RP, McNellis D. Effect of prenatal ultrasound screening on perinatal outcome. RADIUS Study Group. *N Engl J Med* 1993; 329: 821–827.
42. Malinger G, Lerman-Sagie T, Watemberg N, Rotmensch S, Lev D, Glezerman M. A normal second-trimester ultrasound does not exclude intracranial structural pathology. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 51–56.
43. Bennett GL, Bromley B, Benacerraf BR. Agenesis of the corpus callosum: prenatal detection usually is not possible before 22 weeks of gestation. *Radiology* 1996; 199: 447–450.
44. Bromley B, Benacerraf BR. Difficulties in the prenatal diagnosis of microcephaly. *J Ultrasound Med* 1995; 14: 303–306.
45. Schlembach D, Bornemann A, Rupprecht T, Beinder E. Fetal intracranial tumors detected by ultrasound: a report of two cases and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 14: 407–418.
46. Simonazzi G, Segata M, Ghi T, Sandri F, Ancora G, Bernardi B, Tani G, Rizzo N, Santini D, Bonasoni P, Pilu G. Accurate neurosonographic prediction of brain injury in the surviving fetus after the death of a monochorionic cotwin. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 517–521.
47. Ghi T, Simonazzi G, Perolo A, Savelli L, Sandri F, Bernardi B, Santini D, Bovicelli L, Pilu G. Outcome of antenatally diagnosed intracranial hemorrhage: case series and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 121–130.
48. Ghi T, Brondelli L, Simonazzi G, Valeri B, Santini D, Sandri F, Ancora G, Pilu G. Sonographic demonstration of brain injury in fetuses with severe red blood cell alloimmunization undergoing intrauterine transfusions. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 23: 428–431.

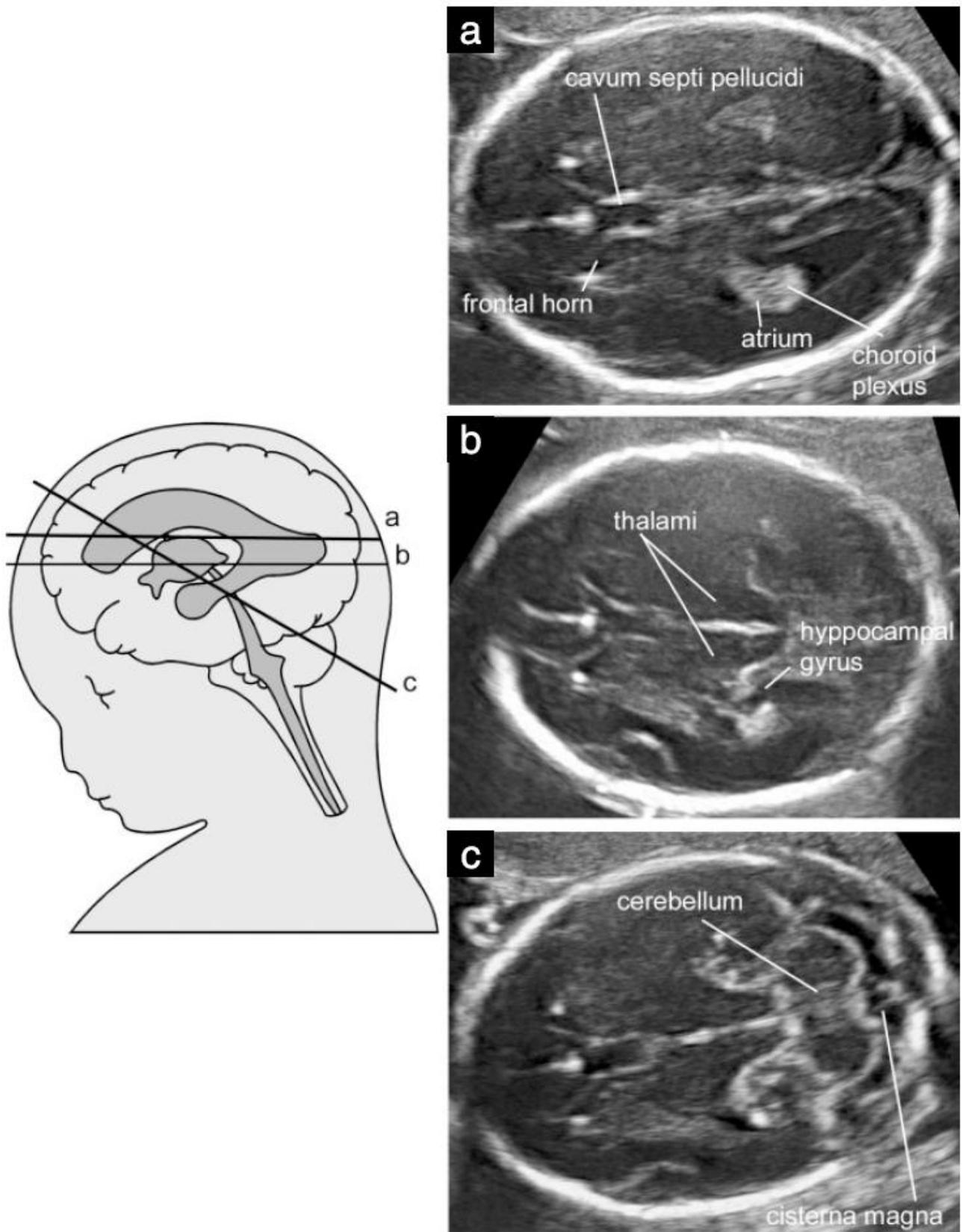


Figura 1

Cortes axiais da cabeça fetal. (a) Plano transventricular; (b) plano transtalâmico; (c) plano transcerebelar.

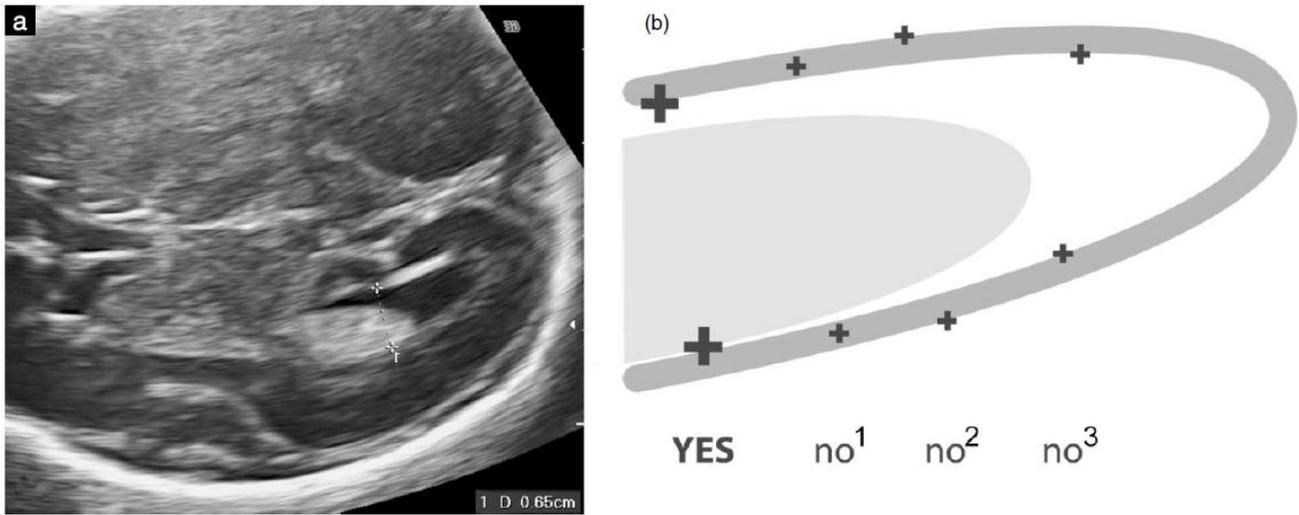


Figura 2

(a) Medida do átrio dos ventrículos laterais. Os cursores estão posicionados no nível do glomus do plexo coroide, dentro dos ecos gerados pelas paredes ventriculares; (b) diagrama para ilustrar o correto posicionamento dos cursores para medida do ventrículo. Os cursores estão corretamente posicionados tocando o limite interno da parede ventricular na sua porção mais larga e estão alinhados perpendicularmente ao eixo longo do ventrículo (SIM). Posicionamentos incorretos incluem médio-médio (não¹), fora-fora (não²) e posicionamento muito posterior na parte mais estreita do ventrículo ou não perpendicular ao eixo longitudinal (não³).

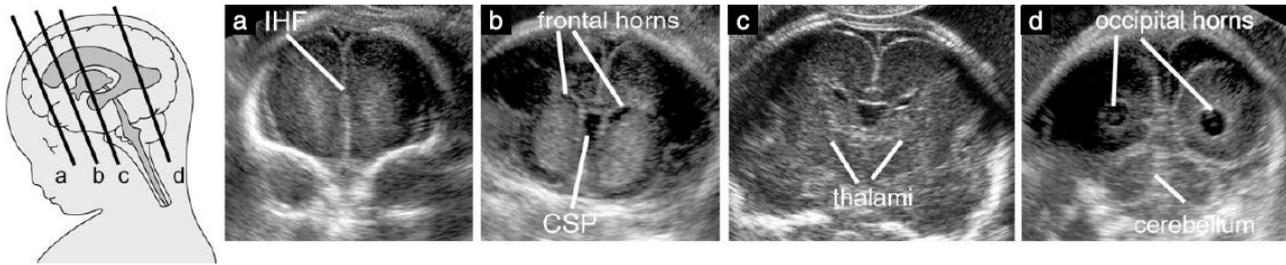


Figura 3

Planos coronais da cabeça fetal. (a) Plano transfrontal; (b) plano transcaudato; (c) plano transtalâmico; (d) plano transcerebelar.

CSP, *cavum* do septo pelúcido; FIH, fissura inter-hemisféricas

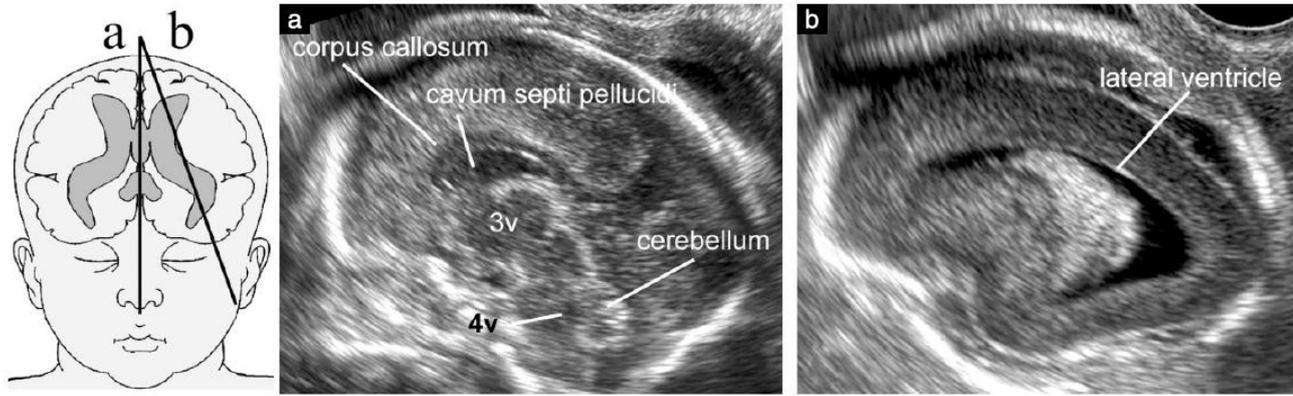


Figura 4 Planos sagitais da cabeça fetal. (a)Plano sagital mediano; (b)plano parassagital. 3v, terceiro ventrículo; 4v, quarto ventrículo.

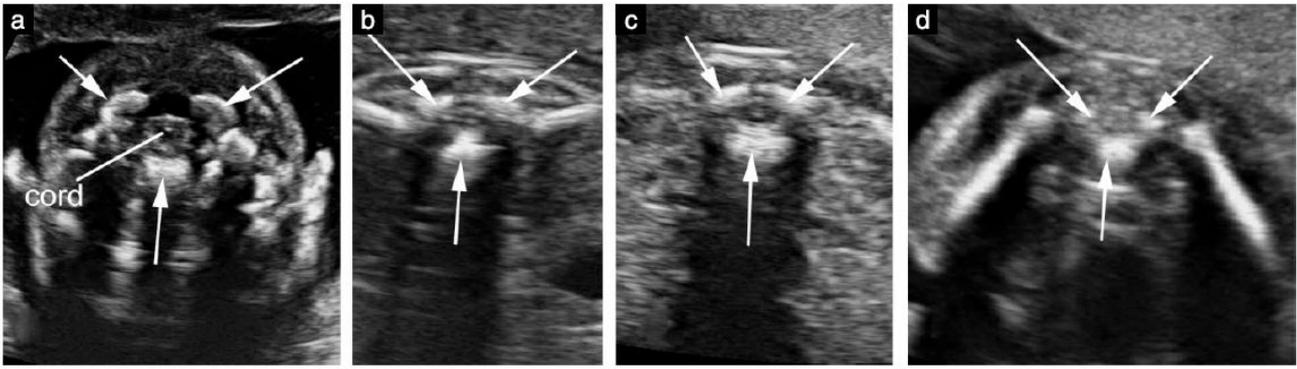


Figura 5 Plano axial da coluna vertebral fetal em diferentes níveis. (a) coluna cervical, (b) torácica, (c) lombar, (d) sacral. As setas apontam para os três centros de ossificação das vértebras. Note-se a pele que recobre a coluna intacta. Nas imagens a-c, a medula espinhal é identificado como uma estrutura ovóide hipocóica com ponto hiperecogênico central.

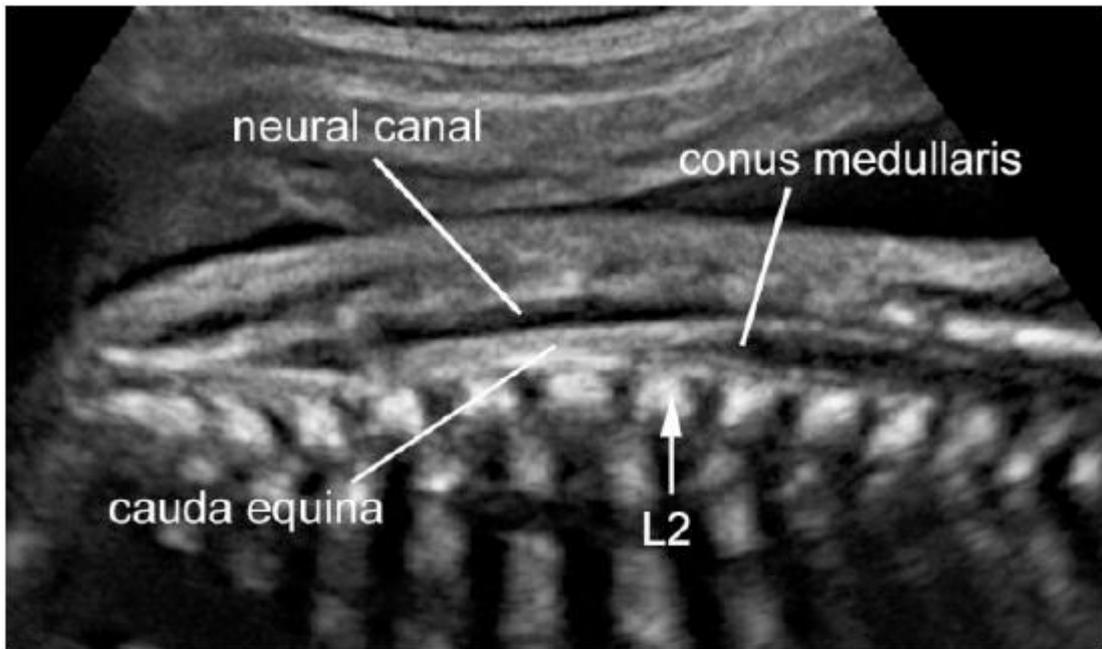


Figura 6 Plano sagital da coluna fetal no segundo trimestre da gestação. Usando o processo espinhoso não ossificado das vértebras como uma janela acústica, o canal medular pode ser identificado. O cone medular é normalmente posicionado ao nível da segunda vértebra lombar (L2).

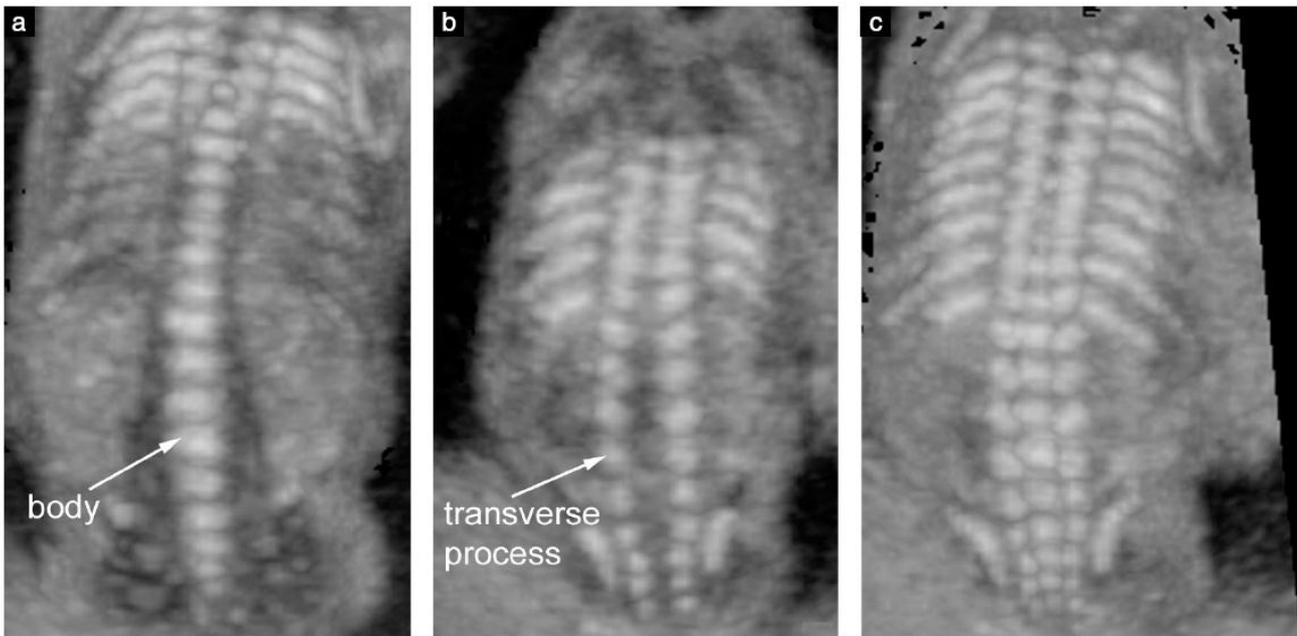


Figura 7 Plano coronal da coluna fetal. Estas imagens foram obtidas através de ultrassonografia tridimensional usando um mesmo bloco 3D, porém com diferentes espessuras. (a) Um fatia fina orientada através dos corpos das vértebras, (b) uma fatia da mesma espessura colocada mais posteriormente para demonstrar os arcos posteriores das vértebras, (c) uma fatia espessa para demonstrar simultaneamente os três centros de ossificação.