

# Efeitos da Estimulação Vibro-Acústica na Velocidade do Sangue da Artéria Cerebral Média e na Frequência Cardíaca Fetal:

## 1. Entre a 35<sup>a</sup> e 41<sup>a</sup> Semanas de Gestação

The Effect of Vibratory Acoustic Stimulation on Fetal Middle Cerebral Artery Impedance and Instantaneous Fetal Heart Rate: 1. A Transversal Study on Fetuses with 35 to 41 Weeks of Gestational Age

Ivo Behle, Lucas Paccini Teixeira, Mila Pontremoli<sup>1</sup>  
Carla Bittencourt Rynkowski<sup>2</sup>, Paulo Zielinsky

### RESUMO

**Objetivos:** estudar, em fetos hígidos, quais são as respostas da frequência cardíaca fetal basal e da resistência na artéria cerebral média à estimulação vibro-acústica padronizada. **Métodos:** em estado comportamental de hipo ou de inatividade fetal (apnéia e ausência de movimentos corpóreos), mediu-se o índice de pulsatilidade (IP) da artéria cerebral média (ACM), bem como calculou-se a frequência cardíaca fetal basal (FCFB) pela análise da onda espectral, antes e após a aplicação de estímulo vibro-acústico (EVA) por 3 segundos. Foram empregados ecógrafos de alta resolução, com Doppler pulsado e mapeamento a cores. A fonte sonora emitia som com 400 a 40.000 Hz, sob forma de varredura, com pressão sonora de 65 a 110 dB.

**Resultados:** a média da FCFB pré-estímulo foi 139 bpm, com desvio padrão de 3,14 bpm. A média da FCFB pós-estímulo foi 153 bpm, com desvio padrão de 7,23 bpm ( $p < 0.0001$ ). A média do IP da ACM pré-estímulo foi 1,84, com desvio padrão de 0,07. A média do IP da ACM foi 1,56, com desvio padrão de 0,04 ( $p < 0.00001$ ). Em todos os casos houve resposta do conceito, caracterizada pela evidência de movimento corpóreo vigoroso, aumento da FCFB e redução do IP na ACM. Em nenhum caso houve necessidade de repetir o estímulo vibro-acústico.

**Conclusões:** a aplicação de estímulo vibro-acústico, com as características aqui descritas, em conceitos hígidos e de termo, por período de 3 segundos, determina incremento na FCFB e nos movimentos corpóreos, bem como redução na impedância da ACM. Em que pese haver tendência em se inferir que a EVA determina aumento no fluxo de sangue ao cérebro fetal, os dados aqui evidenciados não permitem interpretações clínicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gravidez normal. Dopplervelocimetria. Artéria cerebral.

Trabalho realizado na Unidade de Cardiologia Fetal do Instituto de Cardiologia da Fundação Universitária de Cardiologia do Rio Grande do Sul

Correspondência:

Ivo Behle

Unidade de Pesquisa do IC/FUC

Av. Princesa Isabel, 395 - Santana

90620-001 - Porto Alegre - RS

Fone: (51) 217-3355 R.257/277 Fax: (51) 217-2035

e-mail: behle@zaz.com.br

Suporte Financeiro da FAPERGS

<sup>1</sup> Bolsa de Iniciação Científica: PIBIC/CNPq-IC/FUC.

<sup>2</sup> Bolsa de Iniciação Científica: FAPERGS-IC/FUC.

### Introdução

Vários estudos documentam que o feto responde à estimulação vibro-acústica (EVA). Dentre esses, muitos referem efeitos da EVA sobre a frequência cardíaca fetal basal (FCFB) e sobre os estados comportamentais fetais<sup>1,2,3,4,5</sup>. Wladimiroff e Cheung, em 1996<sup>6</sup>, demonstraram que a estimulação vibro-acústica proporciona alteração na resistência à velocidade do sangue na artéria carótida interna de fetos com idades

gestacionais entre 36 e 39 semanas.

Está bem estabelecido, também, que a resposta do conceito à EVA sofre modulação, decorrente tanto da maturação do sistema nervoso central quanto das características do som empregado. O sistema nervoso fetal amadurece progressivamente, à medida que a gravidez avança. Conseqüentemente, as respostas fetais dependem da idade gestacional<sup>6,7</sup>.

Nos quadros de hipoxemia fetal, secundários à insuficiência placentária, as respostas habitualmente manifestadas deixam de ocorrer ou então passam a demonstrar padrão compatível com aquelas evidenciadas em idades gestacionais mais precoces. Estes conhecimentos, estabelecidos na década de setenta, permitiram incluir a resposta fetal à EVA entre os testes propedêuticos de avaliação da vitalidade fetal<sup>4,5,8,9,10</sup>.

Com o advento dos ultra-sonógrafos de alta resolução e com o estudo da velocidade do sangue pela dopplervelocimetria, várias respostas fetais, que até a metade da década passada eram apenas estudadas pela análise da FCFB, podem ser, nos dias atuais, correlacionadas com a velocidade do sangue em vários segmentos anatômicos do produto da concepção.

O incremento da FCFB, das acelerações transitórias e dos movimentos corpóreos fetais, secundários à estimulação vibro-acústica, representam respostas que são interpretadas como decorrentes do aumento no consumo de oxigênio. Para que isto ocorra, é necessário adequado aporte de sangue ao sistema nervoso central<sup>2</sup>. O incremento verificado na velocidade do sangue pela artéria cerebral média (ACM), à medida que a gestação avança, provavelmente decorre da necessidade em aportar oxigênio em taxas crescentes, no sentido de satisfazer o amadurecimento do sistema nervoso central<sup>11</sup>.

Kofinas et al., em 1996<sup>12</sup>, aplicando estímulo vibro-acústico padronizado, em 160 conceitos em idades gestacionais diferentes, verificaram que a FCFB e o índice de pulsatilidade na artéria cerebral média exibem variados padrões de resposta, à medida que a gestação progride. Não puderam definir, entretanto, se os efeitos sobre a ACM decorrem das alterações na FCFB ou se delas independem.

Considerando que em fetos hígidos a resposta fetal depende da integridade e da maturação dos sistemas auditivos e parassimpático, propusemos estudar, de forma transversal, conceitos agrupados segundo idades gestacionais nas quais é reconhecida a igualdade no estágio de desenvolvimento do sistema nervoso central. Esta primeira fase da pesquisa documenta os efeitos da EVA na FCFB e no fluxo de sangue na ACM de conceitos de termo (35 a 41 semanas de gestação).

## Pacientes e Métodos

Integram a pesquisa 22 conceitos, com idades gestacionais entre 35 e 41 semanas, recrutados dentre uma população de 25, cujas mães foram referidas à Unidade de Cardiologia Fetal do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul, para avaliação do crescimento e vitalidade fetal. O estudo foi desenvolvido no período entre março de 1997 e maio de 1998. Somente gestantes sem intercorrências clínicas e obstétricas, bem como conceitos com crescimento adequado, foram arrolados na pesquisa. Cada feto integrou-a somente uma vez.

O estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Médica da instituição e todas as pacientes acederam ao consentimento escrito e informado (termo de consentimento livre e esclarecido).

O estudo dopplervelocimétrico da ACM foi realizado com ecógrafo ATL - Ultramark 9 e Sonicaid X20DL. Empregou-se transdutor de 3.5 MHz com filtro de 100 Hz para eliminar sinais produzidos a partir de vasos com baixa velocidade do sangue e de outras estruturas. Quando o fluxo diastólico estava ausente, o filtro foi reduzido para 50 Hz, para afastar artefatos decorrentes da diástole de baixa velocidade. O fluxo na ACM foi obtido com a paciente em posição semi-recostada na cama, com alguma lateralidade. Executou-se, então, corte axial da cabeça fetal com modo ultra-sonográfico B, em nível do diâmetro biparietal. A partir deste ponto, obteve-se o mapeamento do fluxo a cores, e com discreto movimento do transdutor, no sentido caudal, identificou-se o fluxo da ACM. O feixe Doppler foi mantido em paralelo com o fluxo na ACM, em corte têmporo-occipital ou occípito-temporal e nunca com angulação superior a 30 graus. A onda do Doppler pulsado foi acionada na porção média da ACM e fluxo uniforme congelado na tela, por período não inferior a 15 segundos. O índice de pulsatilidade (IP) foi medido a partir de ondas uniformes por acionamento dos *calipers* eletrônicos. Obteve-se, então, a média de 3 aferições. Todas as aferições foram realizadas por um dos pesquisadores (LPT).

A FCFB instantânea foi calculada por meio da medida do intervalo de tempo entre duas ondas dopplervelocimétricas.

Todas as aferições basais foram executadas durante fase de prolongada apnéia e de total repouso fetal (ausência de movimentos corpóreos e de extremidades).

Após a obtenção destes dados, aplicou-se estímulo vibro-acústico por 3 segundos, na região da cabeça fetal, empregando-se buzina de bicicleta

de marca KOBO, seguindo técnica por nós anteriormente publicada<sup>5</sup>.

O feto então foi monitorado visualmente, por palpação e por aplicação do ultra-som em tempo real, durante a aplicação da EVA. A resposta motora efetiva foi considerada positiva quando houve presença de pelo menos um movimento corpóreo, visível a olho nu e constatado por palpação, imediatamente após o estímulo. Logo a seguir e não por período superior a 5 segundos, repetiu-se a dopplervelocimetria da ACM.

A alteração da FCFB foi calculada subtraindo-se dos valores da FCFB pós-estimulação, os valores da FCFB pré-estimulação. Valores positivos indicam aumento na FCFB e valores negativos, redução. Similarmente, a alteração do IP da ACM foi calculada subtraindo-se os seus valores pré-estimulação dos valores pós-estimulação. Portanto, números positivos indicam aumento e números negativos, redução.

A análise estatística foi realizada pela aplicação do programa PCCS aos dados lançados em programa EPI INFO. As médias da IP da ACM e FCFB antes e após a EVA foram analisadas pelo teste t de Student. Considerou-se significância estatística para  $p < 0,05$ .

## Resultados

Do total de 25 conceptos estudados, 3 foram excluídos porque apresentaram resposta invertida à EVA. Nestes, havia circular cervical, documentada pela aplicação do Doppler com mapeamento do fluxo a cores. Postulando-se que a circular cervical pode, por si só, constituir-se em alteração do fluxo sangüíneo fetal, a exclusão visou manter a amostra dentro do que foi estipulado na elaboração da pesquisa (apenas gestantes e fetos normais).

A média da FCFB pré-estimulação situou-se em 139 batimentos por minuto, com desvio padrão de 3,14. A média da FCFB pós-estimulação situou-se em 153 batimentos por minuto, com desvio padrão de 7,23 ( $p < 0,0001$ ).

A média da IP pré-estimulação situou-se em 1,84, com desvio padrão de 0,07, e a média da IP da ACM pós-estimulação situou-se em 1,56, com desvio padrão de 0,04;  $p < 0,0001$  (Tabela 1).

**Tabela 1** - Freqüência cardíaca fetal basal (FCFB) e índice de pulsatilidade (IP) pré e pós-estimulação vibro-acústica (N = 22).

FCFB		IP	
Pré-estímulo	Pós-estímulo	Pré-estímulo	Pós-estímulo
139 ( $\pm 3,14$ )	153 ( $\pm 7,23$ ) $p < 0,0001$	1,84 ( $\pm 0,07$ )	1,56 ( $\pm 0,04$ ) $p < 0,0001$

## Discussão

A descoberta de que o feto humano reage ao estímulo vibro-acústico permitiu que numerosas experiências clínicas definissem quais são as respostas que se correlacionam com seu estado ao nascimento.

Proposto no Brasil, ainda na década de setenta, como método de avaliação da vitalidade fetal própria ou como teste complementar à cardiocografia anteparto de repouso<sup>4,5,8,9,10</sup>, mereceu, por parte da literatura americana, prolongado descaso. Porém, as descobertas relativas ao desenvolvimento do sistema auditivo humano bem como os estudos efetuados em fetos anencefálicos possibilitaram seu acreditamento<sup>1,11</sup>. Aliado à monitoração eletrônica anteparto, ele é, nos dias atuais, o teste de avaliação da vitalidade mais empregado no mundo<sup>12</sup>.

A par disto, muitas dúvidas persistem, principalmente no que se refere aos mecanismos fisiológicos e fisiopatológicos imputados nas respostas. A ultra-sonografia de alta resolução, aliada à aplicação do Doppler pulsado, tem permitido avaliar, comparativamente, os efeitos da EVA sobre o comportamento e sobre o fluxo de sangue em vários territórios do sistema circulatório fetal.

Há muito se sabe que conceptos hígidos e de termo, em estado de hipoatividade ou inatividade, respondem à EVA com incremento abrupto da freqüência cardíaca basal e com aumento de sua atividade motora. Em seqüência a uma fase inicial de taquicardia, sobrevém período de intensos movimentos corpóreos, associados a acelerações transitórias, o que caracteriza estado comportamental de atividade<sup>5</sup>.

Kofinas et al.<sup>12</sup> estudaram recentemente os efeitos da EVA sobre a FCFB e sobre o fluxo de sangue na ACM de 160 conceptos, com várias idades gestacionais. Observaram que nos fetos de termo, concomitante ao incremento da FCFB, ocorre redução do índice de pulsatilidade da ACM. Observaram também que em fetos com idades gestacionais superiores a 41 semanas, foi freqüente a falta de resposta na ACM. Considerando toda a população da pesquisa, em 20% dos casos houve necessidade de repetir a estimulação sonora, por falta de resposta na primeira.

Nossos resultados diferem, em parte, dos destes autores. No nosso material, sempre houve incremento da FCFB, concomitante com redução no índice de pulsatilidade na ACM. Em todos os casos presenciamos, também, resposta motora efetiva. Em nenhum deles foi necessário repetir a estimulação sônica.

Acreditamos que a diferença nos resultados se deve a dois fatores. O primeiro diz respeito à forma criteriosa com que procuramos caracterizar o estado de hipoatividade fetal, antes de aplicar o estímulo. Isto porque já se demonstrou que se o estímulo sonoro incide em feto ativo, nem sempre a resposta desencadeada respeita os padrões conhecidos. Postula-se, inclusive, que na situação de atividade, o consumo de oxigênio no território cerebral está aumentado e por isto a resposta deixa de existir.

Por outro lado, a fonte do som empregada por aquele autor emitia onda com frequência de áudio de  $75 \pm 10\%$  Hz com modulação harmônica de 20 a 9.000 Hz e com intensidade de 74 dB.

Walker et al.<sup>13</sup>, analisando as características sonoras no ambiente intra-uterino, durante a gravidez, puderam observar sons de baixa frequência, relacionados com a dinâmica cardiovascular materna. Estudando a participação do ambiente externo na acústica intra-uterina, concluíram que ela não é relevante, já que os tecidos maternos executam importante papel atenuador. O conceito, portanto, do ponto de vista auditivo, está sujeito somente à emissão sonora decorrente do ambiente interno, fato salientado pelos referidos autores como de importância para seu adequado desenvolvimento sensorial. Somente sons com baixa frequência sonora são capazes de alcançar o meio fetal e influir sobre seu comportamento.

A Figura 1 mostra que a atenuação provocada pelos tecidos maternos varia com o tipo de frequência sonora empregada. Fica claro que a maior atenuação ocorre em frequências superiores a 1.000 Hz. A fonte por nós empregada (buzina KOBO) trabalha com pressão sonora entre 60 e 115 dB e com frequência entre 400 e 4.000 ciclos por segundo, emitida sob forma de varredura.

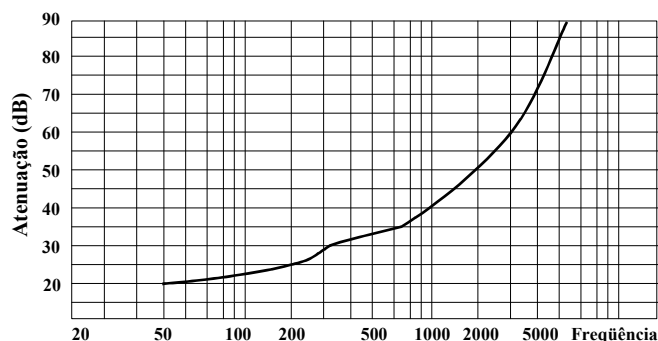


Figura 1 - Curva de atenuação do som transmitido através dos tecidos maternos e captado por microfone intra-útero<sup>5</sup>.

Já há muito tempo se sabe que diferenças nos equipamentos empregados explicam as divergências observadas nos trabalhos clínicos

publicados. Assim, se atentarmos para as respostas cardíacas obtidas por Read e Miller<sup>14</sup>, notaremos que pressão sonora entre 105 e 120 dB foi suficiente para estimular os conceptos. Entretanto, a frequência utilizada por estes autores (2.000 Hz) determinou apenas aparecimento de acelerações transitórias, mudando o comportamento do feto de hipoativo para ativo.

Segundo Mauad<sup>15</sup>, a estimulação vibro-acústica, realizada em 30 conceptos de termo, com a mesma fonte, também determinou, em todos, incremento da FCFB e redução do índice de resistência na ACM.

Em que pese nossos resultados preliminares induzirem à conclusão de que, em fetos hipoativos ou inativos, a EVA determina incremento na oferta de oxigênio aos tecidos fetais, porque há diminuição na resistência à circulação do sangue na ACM, os resultados encontrados até agora não devem ser interpretados sob o ponto de vista clínico. Há ainda necessidade de se conhecer as respostas em idades gestacionais decrescentes, compreendidas entre marcos estabelecidos do desenvolvimento neurológico, bem como idealizar modelo que permita avaliar a dependência ou independência da resposta da ACM às alterações observadas na frequência cardíaca fetal basal.

## SUMMARY

*Purpose: to examine the response of the fetal heart rate (FHR) and middle cerebral artery resistance (MCA PI) to vibratory stimulation (VAS) in normal human fetuses.*

*Methods: when the fetuses were without activity (in apnea and without corporal movements), we obtained baseline measurements of MCA PI and FHR before and after the application of a 3-sec vibratory acoustic stimulus. Real time ultrasonography with pulsed wave and color Doppler imaging was used for the execution of the study. The VAS was performed using a bicycle horn with 400 to 4000 Hz and sound pressure was 65 to 110 dB.*

*Results: the FHR before VAS was  $139 \pm 3.14$  bpm and after VAS was  $153 \pm 7.23$  bpm ( $p < 0.0001$ ). The MCA PI rate before VAS was  $1.84 \pm 0.07$  and after VAS was  $1.56 \pm 0.04$  ( $p < 0.001$ ). In all cases we observed a fetal response with vigorous corporal movements, FHR rise and MCA PI reduction after VAS.*

*Conclusions: we conclude that VAS, in human fetuses near term, for 3 sec as described in this study, determines some response, with increase in FHR and corporal movement and MCA PI reduction. Although we have a tendency to say that VAS determines fetal cerebral flow increase, these data do not allow such clinic interpretation.*

**KEY WORDS:** Normal Pregnancy. Cerebral artery. Dopplervelocimetry.

## Referências

1. Barden TP, Peltzman P, Graham JT. Human fetal electroencephalographic response to intrauterine acoustic signals. *Am J Obst Gynecol* 1968;100:1128-34.
2. Dwornicka B, Jasenska A, Smolazrz W, Waldrik R. Attempt of determining the fetal reaction to acoustic stimulation. *Acta Otolaryngol (Stockh)*1963;47:571-4.
3. Grimwade JC, Walker DW, Bartlett M, Gordon S, Wood C. Human fetal heart rate change and movement in response to sound and vibration. *Am J Obstet Gynecol* 1971;109:86-9.
4. Pereira-Luz NJ, Pereira-Lima C, Feldens VL. Auditory evoked responses of the human fetus. I: behavior during progress of labor. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1980;59:395-404.
5. Zugaib M, Behle I. Cardiocografia anteparto estimulada (teste da estimulação sonora). I: padronização do método e estudo da resposta cardíaca fetal normal. In: Zugaib M, Behle I, editores. *Monitoração eletrônica fetal*. São Paulo: Roca; 1981. p. 79-96.
6. Wladimiroff JW, Cheung K. Vibratory acoustic stimulation and the flow velocity waveform in the fetal internal carotid artery. *Early Hum Dev* 1989;19:61-6.
7. Plessinger MA, Woods Jr JR. Fetal auditory brain stem response: effect of increasing stimulus rate during functional auditory development. *Am J Obstet Gynecol* 1987;157:1382-7.
8. Behle I, Lammerhirt JE, Rache JE, Teixeira J, Petracco A. Valor do teste da estimulação sonora como complemento da cardiocografia anteparto de repouso. *Rev Bras Ginecol Obst* 1982;4:104-14.
9. Zugaib M, Mariani C, Myiadahira S, Neme B. Fetal response to sound stimulation test. I- correlation with oxytocin challenge test. In:28th Annual Meeting of the Society for Gynecologic Investigation; 1981; Saint Louis - abstract 244.
10. Zugaib M, Mariani C, Barros ACS, Filassi JR, Neme B. Fetal response to sound stimulation test. II: Correlation with fetal acid-base balance. In: 28th Annual Meeting of the Society for Gynecologic Investigation; 1981; Saint Louis - abstract 245.
11. Birnholz J, Benacerraf B. The development of human fetal hearing. *Science* 1983;222:516-8.
12. Kofinas AD, Cabbad M, Kofinas GD. The effect of vibratory acoustic stimulation on fetal middle cerebral artery impedance and instantaneous fetal heart rate: a prospective cross-section study from 20 to 42 weeks gestational age. *J Maternal Fetal Invest* 1996;6:19-22.
13. Walker D, Grimwade J, Wood C. Intrauterine noise: a component of the fetal environment. *Am J Obstet Gynecol* 1971;109:91-5.
14. Read JA, Miller FC. Fetal heart rate acceleration in response to acoustic stimulation as a measure of fetal well-being. *Am J Obstet Gynecol* 1977;129:512-7.
15. Maud Filho F. Alterações hemodinâmicas fetais secundárias à estimulação vibro-acústica. *Anais do Congresso Mundial de Ultra-sonografia*; 1997; Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.