


Alessandra Spada Durante¹ 
Suenia de Jesus Oliveira¹ 

Frequency-following response (FFR) com estímulo de fala em jovens adultos normo-ouvintes

Frequency-following response (FFR) with speech stimulus in normal-hearing young adults

Descritores

Audição
Eletrofisiologia
Nervo Coclear
Potenciais Evocados Auditivos
do Tronco Encefálico
Percepção da Fala

Keywords

Hearing
Electrophysiology
Cochlear Nerve
Brainstem Auditory Evoked Potentials
Speech Perception

RESUMO

Objetivo: Analisar o *slope* e as latências e amplitudes das ondas V, A, C, D, E, F e da *Frequency-Following Response*, com estímulo de fala, em adultos com audição normal, tendo como base referência internacional. **Método:** Onze adultos normo-ouvintes com idade entre 18 e 30 anos, sem queixas auditivas, foram avaliados na pesquisa. O equipamento utilizado foi o *Intelligent Hearing System*. O estímulo de fala /da/ foi apresentado por meio de fone de inserção na orelha direita e a resposta foi captada por meio de eletrodos posicionados no vértex, na mastoide direita e eletrodo terra na frente. **Resultados:** Os valores descritivos de latência dos componentes foram: V 6,50, A 7,87, C 17,74, D 22,77, E 32,07, F 40,03 e O 48,07 ms. As médias de amplitude foram V 0,17, A -0,12, C -0,14, D -0,14, E -0,20, F -0,22 e O -0,14 μ V. A média do valor do *slope* encontrada foi 0,23. Na comparação com estudo de referência internacional, Krizman et al. (2012) mostraram que a maioria dos resultados se encontra dentro de um desvio padrão positivo e negativo para a faixa etária estudada tanto para o *slope* quanto para as latências e amplitudes. **Conclusão:** A resposta eletrofisiológica da *Frequency Following Response*, utilizando o estímulo de fala /da/, em adultos com audição normal e sem queixas auditivas, apresentou valores de *slope* e de latência e amplitude de todos os componentes dentro do padrão de normalidade apresentado pela literatura internacional.

ABSTRACT

Purpose: Analyze the slope, latency and amplitude values of the waveforms V, A, C, D, E, F and O from Frequency-following Response (FFR) with speech stimulus in normal-hearing adults based on a recent international reference study. **Method:** Eleven normal-hearing adults aged 18-30 years, without hearing complaints, were evaluated in this study using an Intelligent Hearing Systems device. The speech stimulus /da/ was presented to the right ear via insertion phone and the responses were captured by electrodes placed on the vertex, right mastoid bone, and forehead (ground). **Results:** The descriptive latency values of the components were V 6.50, A 7.87, C 17.74, D 22.77, E 32.07, F 40.03 and O 48.07 ms. The mean amplitude measures of the waves were V 0.17, A -0.12, C -0.14, D -0.14, E -0.20, F -0.22 and O -0.14 μ V. The mean slope value was 0.23. Comparison with an international study, Krizman et al. (2012), showed that most of the results are within positive and negative standard deviation values for the assessed age group for slope, latency and amplitude. **Conclusion:** The electrophysiological measures obtained from Frequency-following Response using the speech stimulus /da/ in normal-hearing adults without hearing complaints showed slope, latency and amplitude values of all FFR components within the normality standard described in the international literature.

Endereço para correspondência:

Alessandra Spada Durante
Rua Dr Cesario Motta Junior, 61 - 10
andar, Vila Buarque, São Paulo (SP),
Brasil, CEP 01221 020.
Fone: (11) 33677785.
E-mail:
alessandra.durante@fcmasantacasasp.edu.br

Recebido em: Fevereiro 15, 2019.

Aceito em: Julho 26, 2019.

Estudo realizado pelo Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo – FCMSCSP - São Paulo (SP), Brasil.

¹ Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina, Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo – FCMSCSP - São Paulo (SP), Brasil.

Conflito de interesses: Nada a declarar.

Fontes de financiamento: Nada a declarar.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença *Creative Commons Attribution*, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

INTRODUÇÃO

A *Frequency-Following Response* (FFR) com estímulo de fala, anteriormente conhecida como Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) com estímulo de fala (FFR), atualmente tem sido estudada com a finalidade de caracterizar as respostas da via auditiva para sons mais complexos que o clique, que é o estímulo comumente utilizado na prática clínica para avaliar a integridade da via auditiva⁽¹⁾. Uma das vantagens desse exame é a possibilidade de observar o comportamento do sistema auditivo frente ao estímulo de fala, o que não seria possível utilizando estímulos como o clique, devido à não linearidade do sistema auditivo⁽²⁾. A FFR reflete as características temporais e espectrais do estímulo, pois os picos de resposta refletem seus marcos acústicos e ocorrem aproximadamente de 6 a 8 milissegundos após cada um destes marcos. Note-se que essa latência é o tempo de transmissão do som da cóclea até o tronco encefálico⁽³⁾.

A FFR possui sete picos, conhecidos como V, A, C, D, E, F e O. O estímulo utilizado é a sílaba /da/ e a resposta é dividida nas porções transiente e sustentada, sendo a primeira formada pela resposta *onset* e a última, pela FFR. A porção *onset* é composta pelas ondas V, A e C, e correspondem à consoante plosiva /d/ e a transição para a vogal /a/. A FFR diz respeito à frequência fundamental (F_0) e à transição dos formantes da estrutura harmônica da consoante-vogal⁽¹⁾.

Ao comparar portadores de Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC) com sujeitos em desenvolvimento típico (DT), importante estudo nacional revelou que, ao realizarem o PEATE com estímulos clique, não foi possível observar diferença entre os grupos. Ao utilizarem o estímulo de fala (sílabas /da/), observaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos, o que sugere que este tipo de estímulo é mais sensível na identificação de alterações do processamento auditivo em nível de tronco encefálico⁽⁴⁾.

Outro aspecto que pode ser evidenciado pelo FFR é o impacto do treinamento auditivo em crianças com TPAC, que revela mudanças significativas entre os resultados pré e pós-intervenção, e sugerem que há a necessidade de se refletir sobre a plasticidade da atividade neural no tronco encefálico para estímulos de fala⁽⁵⁾.

No entanto, são poucos os estudos que analisam todos os componentes do FFR. Tendo em vista as pesquisas positivas em relação ao uso do FFR, é evidente a necessidade de haver estudo nacional em normo-ouvintes vislumbrando a ampla aplicabilidade deste teste na prática clínica. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo analisar a resposta eletrofisiológica da FFR, utilizando o estímulo de fala, em adultos com audição normal, tendo como base uma recente referência internacional.

MÉTODO

Trata-se de um estudo prospectivo, descritivo, transversal e quantitativo. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, sob o número CAEE 59539016.1.0000.5479, bem como todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Casuística

Foi realizado cálculo amostral no Serviço de Estatística, considerando intervalo de confiança de 95% e um erro de 3%, sendo determinada amostra de 10 sujeitos.

Assim, participaram do estudo 11 adultos normo-ouvintes do sexo feminino, com idade de 18 a 28,6 anos, discentes da instituição, que obedeceram aos seguintes critérios de inclusão e exclusão.

Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de inclusão

Jovens adultos, gênero feminino, grau de escolaridade superior em andamento, com idade entre 18 e 30 anos, sem queixas auditivas e limiares auditivos melhores do que 25 dBNA nas frequências de 250 Hz a 8 KHz, em ambas as orelhas, e imitancimetria com tom de sonda de 226 Hz com curva timpanométrica tipo A e presença de reflexos acústicos ipsi e contralaterais.

Critérios de exclusão

Não ter sido possível concluir o exame por questões técnicas, artefatos acima do limite de 20% do estímulo e/ou ruído elevado com traçados sem boa reprodutibilidade.

Procedimentos

A pesquisa da FFR com estímulo de fala foi realizada em sala acusticamente tratada da Clínica de Fonoaudiologia da ISCMSP, utilizando o equipamento *Intelligent Hearing System (IHS)*.

Para adequada colocação dos eletrodos, a limpeza da pele foi feita com pasta abrasiva e gaze, para diminuir a impedância da pele, de modo que a medida de impedância do equipamento ficasse entre 1 e 3 k Ω , sendo a pasta eletrolítica utilizada para melhorar a condutividade elétrica. Os eletrodos foram fixados nas seguintes posições: vértex, (eletrodo ativo, positivo), frente (terra) e mastoide direita (eletrodo referência, negativo). Após colocação dos eletrodos, como descrito acima, e inserção do fone na orelha direita, cada sujeito foi orientado a se posicionar da maneira mais confortável na poltrona, a fim de evitar artefatos causados por tensão e/ou movimentação.

Protocolo de pesquisa – FFR

Foram realizadas duas varreduras de 3.000 estímulos da sílaba /da/ a 80 dBNA, apresentados a uma taxa de 10,9 Hz, com duração de 40 ms e janela de análise de 60 ms. O filtro de linha foi ativado e as respostas foram filtradas com filtro adicional tipo 19 com passagem de banda de 100 a 2.000 Hz, com limite de 20% de presença de artefato⁽⁶⁾.

Os traçados gerados pelas duas apresentações foram somados e o traçado resultante foi utilizado para marcação dos componentes V, A, C, D, E, F e O, e análise de suas latências e amplitudes, como pode ser observado na Figura 1, com modelo de resultado do exame.

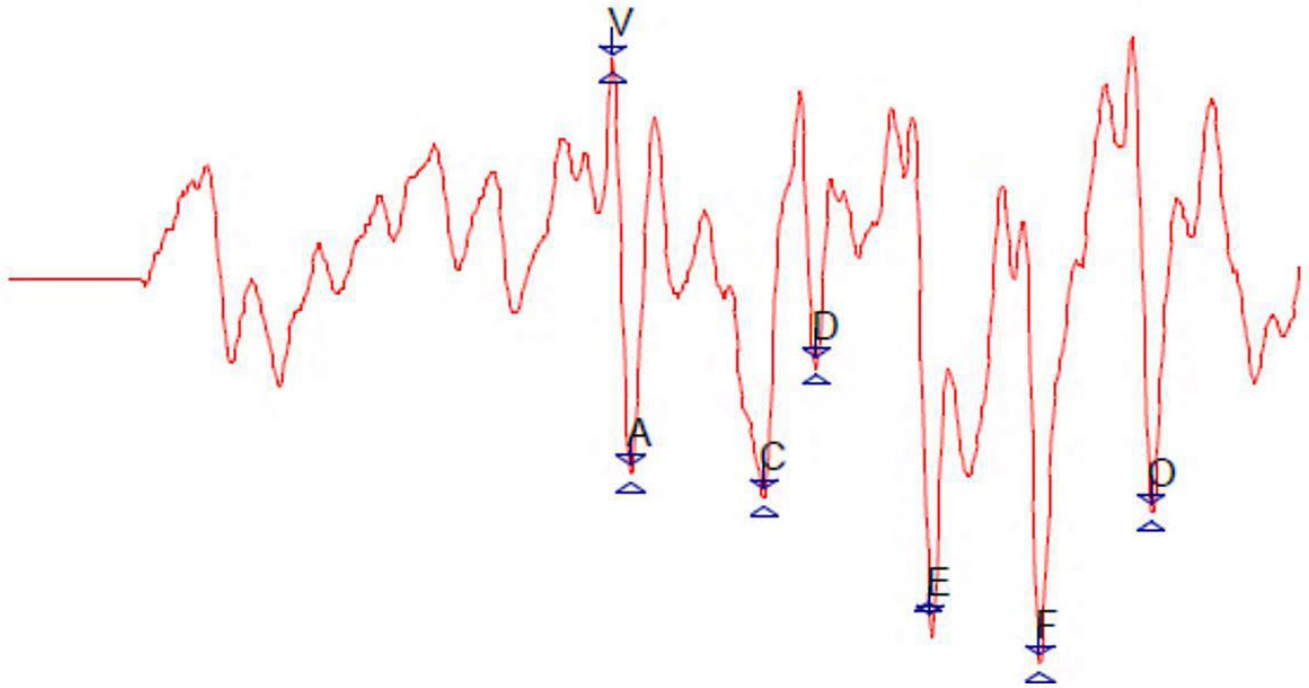


Figura 1. Modelo de resultado da FFR com o estímulo de fala /da/. Esse estímulo evoca sete picos de resposta característicos denominados V, A, C, D, E, F e O

Por ser um exame cuja análise é subjetiva, três fonoaudiólogos que estudam a FFR foram convidados para serem juízes. Realizaram individualmente a marcação dos componentes dos traçados resultantes dos 11 sujeitos. A marcação dos juízes foi concordante.

Em seguida, foi calculado o valor de *slope* do complexo VA, que é a relação entre a amplitude e a duração do complexo VA (Amplitude VA / Duração VA)⁽⁷⁾.

Análise dos dados

Os dados de latência e amplitude dos picos de cada sujeito foram tabulados no programa *Microsoft Office Excel®* e a análise descritiva foi realizada por meio do programa SPSS versão 13.

RESULTADOS

Neste estudo, foram avaliadas as respostas FFR para o estímulo de fala /da/ de 11 jovens adultos do gênero feminino, normo-ouvintes, sem queixa auditiva e com grau de escolaridade superior em andamento. A média de idade observada na amostra foi de 21,0 anos, sendo a idade mínima 18,6 e a máxima, 28,6 anos.

A realização do protocolo de teste do FFR transcorreu sem nenhuma dificuldade, sendo o tempo médio de realização de 20 minutos, variando de 15 (tempo mínimo) a 25 minutos (tempo máximo).

Na Tabela 1, podem ser visualizadas as medidas descritivas das latências dos componentes V, A, C, D, E, F e O da FFR, e do valor do *slope*. Esses componentes foram observados em 100% da amostra.

Tabela 1. Valores descritivos da latência (ms) dos componentes do FFR

Componentes	Média	Mediana	DP	Mínimo	Máximo
V	6,50	6,50	0,19	6,13	6,88
A	7,87	7,88	0,19	7,63	8,25
C	17,74	18,00	0,94	15,50	18,63
D	22,77	22,75	0,45	22,25	23,75
E	32,07	31,88	0,84	31,00	33,63
F	40,03	39,88	0,48	39,50	40,88
O	48,07	48,13	0,38	47,25	48,50
Slope	0,23	0,18	0,09	0,15	0,39

As medidas descritivas das amplitudes dos componentes V, A, C, D, E, F e O na amostra estudada podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2. Dados descritivos da amplitude (μ V) do FFR por componente

Amplitude	Média	DP	Mínimo	Máximo
V	0,17	0,09	0,08	0,39
A	-0,12	0,05	-0,25	-0,07
C	-0,14	0,14	-0,54	-0,06
D	-0,14	0,11	-0,40	-0,04
E	-0,20	0,05	-0,28	-0,11
F	-0,22	0,07	-0,37	-0,11
O	-0,14	0,09	-0,38	-0,04

Quadro 1. Comparação das médias de latência (ms) dos componentes do FFR do presente estudo com a referência internacional⁽⁸⁾

Latência		Média	DP	+1DP	-1DP	+1,5DP	-1,5DP	+2DP	-2DP
Estudo	V	6,50	0,19	6,70	6,31	6,79	6,21	6,89	6,12
Referência	V	6,60	0,24	6,84	6,36	6,96	6,24	7,08	6,12
Estudo	A	7,87	0,19	8,06	7,68	8,15	7,58	8,24	7,49
Referência	A	7,54	0,34	7,88	7,20	8,05	7,03	8,22	6,86
Estudo	C	17,74	0,94	18,69	16,80	19,16	16,32	19,63	15,85
Referência	C	18,63	0,67	19,30	17,96	19,64	17,63	19,97	17,29
Estudo	D	22,77	0,45	23,23	22,32	23,45	22,09	23,68	21,87
Referência	D	22,75	0,81	23,56	21,94	23,97	21,54	24,37	21,13
Estudo	E	32,07	0,84	32,92	31,23	33,34	30,80	33,76	30,38
Referência	E	31,04	0,62	31,66	30,42	31,97	30,11	32,28	29,80
Estudo	F	40,03	0,48	40,50	39,55	40,74	39,31	40,98	39,07
Referência	F	39,50	0,45	39,95	39,05	40,18	38,83	40,40	38,60
Estudo	O	48,07	0,38	48,45	47,69	48,64	47,50	48,83	47,31
Referência	O	48,25	0,36	48,61	47,89	48,79	47,71	48,97	47,53
Estudo	Slope	0,23	0,09	0,32	0,14	0,37	0,10	0,41	0,05
Referência	Slope	0,39	0,16	0,55	0,23	0,63	0,15	0,71	0,07

Legenda: DP = desvio padrão

Quadro 2. Comparação das médias de amplitude (μV) dos componentes do FFR do presente estudo com a referência internacional⁽⁸⁾

Amplitude (μV)		Média	DP	+1DP	-1DP	+1,5DP	-1,5DP
Estudo	V	0,17	0,09	0,26	0,08	0,31	0,04
Referência	V	0,13	0,07	0,20	0,06	0,24	0,03
Estudo	A	-0,12	0,05	-0,07	-0,17	-0,05	-0,19
Referência	A	-0,22	0,07	-0,15	-0,29	-0,12	-0,33
Estudo	C	-0,14	0,14	0,00	-0,28	0,06	-0,35
Referência	C	-0,06	0,05	-0,01	-0,11	0,02	-0,14
Estudo	D	-0,14	0,11	-0,03	-0,25	0,02	-0,31
Referência	D	-0,15	0,08	-0,07	-0,23	-0,03	-0,27
Estudo	E	-0,20	0,05	-0,15	-0,25	-0,12	-0,28
Referência	E	-0,25	0,1	-0,15	-0,35	-0,10	-0,40
Estudo	F	-0,22	0,07	-0,14	-0,29	-0,11	-0,32
Referência	F	-0,19	0,11	-0,08	-0,30	-0,03	-0,36
Estudo	O	-0,14	0,09	-0,04	-0,23	0,00	-0,28
Referência	O	-0,17	0,07	-0,10	-0,24	-0,07	-0,28

Legenda: DP = desvio padrão

DISCUSSÃO

O propósito deste estudo foi caracterizar a FFR com estímulo de fala numa população jovem adulta sem queixas auditivas e de linguagem, e com grau de escolaridade superior em andamento.

Vale destacar que o protocolo se mostrou de fácil aplicação e relativamente rápido (em média, 20 minutos). Nenhum participante referiu desconforto durante a avaliação. Embora o protocolo utilizado sugere que o exame seja interrompido e os eletrodos verificados e reposicionados se houver uma quantidade

de artefatos maior que 20 % do estímulo (600/3.000 *sweeps*), no presente estudo, não houve nenhum caso de presença de artefato maior que 20 %.

A variabilidade da FFR no teste e reteste revela boa reprodutibilidade intra e intersujeito⁽⁸⁾, o que foi confirmado por diversos outros estudos^(9,10,11). Na presente amostra, não foi realizado reteste por ser um estudo transversal, mas houve sim reprodutibilidade intersujeito, ou seja, as respostas no grupo estudado foram semelhantes entre os sujeitos.

Observou-se fidedignidade da resposta da FFR com o estímulo, em que cada componente diz respeito a uma característica do estímulo, como exemplificado pela Figura 1. Os traçados resultantes de todos os participantes do presente estudo têm configuração semelhante ao traçado correspondente ao estímulo /da/, assim como destacado pela literatura^(3,12), o que mostra que este é um exame realmente capaz de caracterizar a resposta da via auditiva para o estímulo de fala.

A faixa etária escolhida com média de 21,1 anos se aproxima ao estudo utilizado como referência com média de 24,21 anos para o gênero feminino. Essa proximidade de faixa etária estudada é importante porque sabe-se que há maturação nos registros da FFR ao longo da vida^(3,13).

Os resultados encontrados neste estudo foram comparados com os valores de referência internacional⁽⁶⁾, para o gênero feminino (Quadro 1).

Na análise de dados de potenciais evocados auditivos, a comparação com a referência é realizada considerando o desvio padrão do estudo para menos e para mais. Costuma-se usar entre um e dois desvios padrão para esta comparação.

Na comparação das latências, todos os picos ficaram dentro do valor de intervalo de ± 1 desvio padrão, com exceção do pico E, o qual, em nossa pesquisa, teve latência maior que no estudo internacional⁽⁶⁾ e ficou de acordo com a referência ao considerar +2 desvios padrão.

O valor do *slope*, de acordo com estudos nacionais e internacionais,^(8,14-16) encontra-se alterado em sujeitos com transtorno de aprendizagem e alterações de linguagem, o que demonstra a importância de realizar essa análise.

Em nosso estudo, a média do valor do *slope* encontrada foi 0,23 e, na comparação com a referência internacional⁽⁶⁾, o valor do *slope* ficou dentro do esperado, considerando-se um desvio padrão.

A comparação das amplitudes dos componentes FFR com os valores do estudo de referência internacional⁽⁶⁾ para o sexo feminino pode ser visualizada no Quadro 2.

Ao comparar as amplitudes, todas ficaram dentro de intervalo entre +1 e -1DP, com exceção da amplitude do pico C, que ficou dentro do desvio padrão com -1,5 DP.

Observa-se na literatura que, ao analisar a FFR, alguns pesquisadores optam por não marcar o componente C, por este não ter grande representatividade, isto é, número relevante de presença na amostra estudada⁽³⁾. No entanto, no presente estudo, houve 100 % de presença desse componente com valores de latência e amplitude semelhantes ao estudo de referência internacional adotado⁽⁶⁾. Na comparação dos demais componentes do FFR com a faixa etária que corresponde ao presente estudo (21 a 30 anos), foi observado que as médias de latência estão de acordo com as observadas na literatura⁽³⁾.

Vários estudos relacionam a alteração da FFR com alterações do processamento auditivo, da leitura e do processamento fonológico^(5,16-22). Estudo recente⁽²³⁾ destaca as propriedades de resposta da FFR para sons de fala e não fala frente à dependência de nível, adaptação e limites de bloqueio de fase relativos ao estímulo.

Isto demonstra a importância de ter parâmetros de normalidade, para que este possa ser um exame complementar utilizado no

diagnóstico, cujo resultado auxilie o norteamento da intervenção e que ainda possa ser utilizado na avaliação dos resultados da intervenção.

A aplicabilidade da FFR é promissora e novos estudos poderão contemplar a padronização de protocolo, bem como a avaliação de neonatos, idosos, nos diversos tipos de perda auditiva, além das dificuldades de aprendizagem e alterações de linguagem. Além da maturação inerente ao desenvolvimento do sistema auditivo, as experiências sonoras enriquecidas (música, multilinguismo...) ou privadas (baixa condição socioeconômica, baixa escolaridade) também poderiam produzir padrões de desenvolvimento ligeiramente diferentes e merecem ser melhor investigadas⁽³⁾.

O tamanho da amostra utilizado no presente estudo é menor que o utilizado nas pesquisas consultadas. Portanto, é importante ressaltar que foi realizado cálculo estatístico amostral e que esse definiu um tamanho de amostra pequeno para o estudo devido à pequena variabilidade entre os valores dos componentes entre os sujeitos. Deve-se ressaltar a limitação dos resultados do presente estudo em relação às características da população estudada (faixa etária e gênero).

Os dados das latências dos componentes da FFR observados em população adulta sem alterações auditivas periféricas e/ou centrais demonstraram ter reprodutibilidade intersujeito, o que mostra que esse é um teste confiável e de fácil aplicação para ser utilizado na prática clínica.

CONCLUSÃO

A resposta eletrofisiológica da FFR, utilizando o estímulo de fala /da/, em adultos com audição normal e sem queixas auditivas, apresentou valores de *slope* e de latência e amplitude, em todos os componentes, compatíveis com o padrão de normalidade apresentado pela literatura internacional.

REFERÊNCIAS

1. Kraus N, Anderson S, White-Schwoch T. The frequency-following response: a window into human communication. In: Kraus N, Anderson S, White-Schwoch T, Fay RR, Popper AN. The Frequency-Following Response: A Window into Human Communication. New York, NY: Springer-Nature, 2017. p. 1-15.
2. Skoe E, Kraus N. Auditory Brain Stem Response to Complex Sounds: A Tutorial. *Ear Hear.* 2010;31(3):302-24. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181cdb272>. PMID:20084007.
3. Skoe E, Krizman J, Anderson S, Kraus N. Stability and plasticity of auditory brainstem function across the lifespan. *Cereb Cortex.* 2015;25(6):1415-26. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht311>. PMID:24366906.
4. Filippini R, Schochat E. Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico com estímulo de fala no transtorno do processamento auditivo. *Braz J Otorhinolaringol.* 2009;75(3):449-55. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942009000300022>.
5. Krishnamurti S, Forrester J, Rutledge C, Holmes GW. A case study of the changes in the speech-evoked auditory brainstem response associated with auditory training in children with auditory processing disorders. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2013;77(4):594-604. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2012.12.032>. PMID:23357780.
6. Krizman J, Skoe E, Kraus N. Sex differences in auditory subcortical function. *Clin Neurophysiol.* 2012;123(3):590-7. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.07.037>.

7. Wible B, Nicol T, Kraus N. Atypical brainstem representation of onset and formant structure of speech sounds in children with language-based learning problems. *Biol Psychol.* 2004;67(3):299-317. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.02.002>. PMID:15294388.
8. Russo N, Nicol T, Musacchia G, Kraus N. Brainstem responses to speech syllables. *Clin Neurophysiol.* 2004;115(9):2021-30. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2004.04.003>. PMID:15294204.
9. Song JH, Nicol T, Kraus N. Test-retest reliability of the speech-evoked auditory brainstem response. *Clin Neurophysiol.* 2011;122(2):346-55. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2010.07.009>. PMID:20719558.
10. Hornickel J, Knowles, Kraus N. Test-retest consistency of speech-evoked auditory brainstem responses in typically-developing children. *Hear Res.* 2012;284(1-2):52-8. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2011.12.005>. PMID:22197852.
11. Anderson S, Parbery-Clark A, White-Schwoch T, Kraus N. Aging affects neural precision of speech encoding. *J Neurosci.* 2012;32(41):14156-64. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2176-12.2012>. PMID:23055485.
12. Johnson KL, Nicol TG, Kraus N. Brain stem response to speech: a biological marker of auditory processing. *Ear Hear.* 2005;26(5):424-34. <https://doi.org/10.1097/01.aud.0000179687.71662.6e>. PMID:16230893.
13. Krizman J, Tierney A, Fitzroy AB, Skoe E, Amar J, Kraus N. Continued maturation of auditory brainstem function during adolescence: a longitudinal approach. *Clin Neurophysiol.* 2015;126(12):2348-55. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.01.026>. PMID:25801342.
14. Johnson KL, Nicol TG, Zecker SG, Kraus N. Auditory brainstem correlates of perceptual timing deficits. *J Cogn Neurosci.* 2007;19(3):376-85. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.3.376>. PMID:17335387.
15. Rocha CN, Filippini R, Moreira RR, Never IF, Schochat E. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala. *Pró-Fono.* 2010;22(4):479-84. <https://doi.org/10.1590/S0104-56872010000400020>.
16. Sanfins MD, Borges LR, Ubiali T, Colella-Santos MF. Potencial auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala (PEATE-fala) no diagnóstico diferencial de dificuldades escolares. *Braz J. Otorrinolaringol.* 2017;83(1):112-6. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.05.014>.
17. Anderson S, Parbery-Clark A, White-Schwoch T, Kraus N. Auditory brainstem response to complex sounds predicts self-reported speech-in-noise performance. *J Speech Lang Hear Res.* 2013;56(1):31-43. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2012/12-0043\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2012/12-0043)). PMID:22761320.
18. Kraus N, White-Schwoch T. Embracing the enigma of auditory processing disorder. *Hear J.* 2016;69(8):40-6. <https://doi.org/10.1097/01.HJ.0000491121.04790.81>.
19. Banai K, Hornickel J, Skoe E, Nicol T, Zecker S, Kraus N. Reading and subcortical auditory function. *Cereb Cortex.* 2009;19(11):2699-707. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp024>. PMID:19293398.
20. Abrams D, Kraus N. Auditory pathway representation of speech sound in humans. In: Katz J, Hood L, Burkard R, Medwetsky L. *Handbook of Clinical Audiology.* Baltimore: Lippincott. Williams & Wilkins; 2009. p. 611-26.
21. Rocha-Muniz CN, Befi-Lopes DM, Schochat E. Sensitivity, specificity and efficiency of speech-evoked ABR. *Hear Res.* 2014;317:15-22. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2014.09.004>. PMID:25262622.
22. Rocha-Muniz CN, Filippini R, Neves-Lobo IF, Rabelo CM, Morais AA, Murphy CF, et al. Can speech-evoked Auditory Brainstem Response become a useful tool in clinical practice? *CoDAS.* 2016;28(1):77-80. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20162014231>. PMID:27074194.
23. Bidelman G, Powers L. Response properties of the human frequency-following response (FFR) to speech and non-speech sounds: level dependence, adaptation and phase-locking limits. *Int J Audiol.* 2018;15:1-8. <https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1470338>. PMID:29764252.

Contribuição dos autores

ASD e SJO - Concepção e delineamento do estudo, análise e interpretação dos dados, redação do artigo de forma intelectualmente importante com a aprovação final da versão a ser publicada. SJO - Coleta dos dados.