

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO POR CONDUÇÃO ÓSSEA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Bone-conducted brainstem auditory evoked response: an integrative review

Nathália Raphaela Pessôa Vaz Curado⁽¹⁾, Lilian Ferreira Muniz⁽¹⁾, Ana Karollina da Silveira⁽¹⁾,
Adriana Ribeiro de Almeida e Silva⁽¹⁾, Silvana Maria Sobral Griz⁽¹⁾

RESUMO

O objetivo deste estudo foi de realizar uma revisão de forma integrativa sobre os procedimentos utilizados nos critérios de aquisição do exame de Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por condução óssea com fins ao auxílio no diagnóstico de problemas auditivos. Foi realizada uma busca nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs), Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline) e Scientific Eletronic Library Online (SciELO). Utilizaram-se as seguintes palavras-chave: Potencial Evocado Auditivo, Eletrofisiologia e Condução Óssea, encontrados por meio de Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). Os resultados apresentados são referentes aos 35 estudos selecionados. A maioria dos estudos optou pelo uso do estímulo clique, com transdutores por condução aérea os fones supra-aurais, como o TDH-39, para o estímulo por condução óssea, o vibrador Radioear B-71, com pressão de 425+/-25g. Observou-se que a mastoide foi à região onde mais se posicionou mais o vibrador ósseo. A maioria dos estudos refere usar polaridade alternada, com taxa de apresentação diversificada, sendo 57,7/s a mais utilizada e filtro de 30-3000 Hz, com uma janela de 15 ms de duração. Para taxa do estímulo a maioria dos estudos utilizou de 2048, e um total de estímulos de 2 registros. O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico é um exame que vem sendo pesquisado há muitos anos e muito se tem descrito na literatura sobre seus aspectos de aquisição e análise, além de destacar a importância da sua utilização na população neonatal.

DESCRITORES: Potenciais Evocados Auditivos; Eletrofisiologia; Condução Óssea; Recém-Nascido; Audição

■ INTRODUÇÃO

O potencial de curta latência mais utilizado e conhecido clinicamente é o Potencial Evocado de Tronco Encefálico (PEATE), em virtude da sua reprodutibilidade e aos geradores bem definidos. Este potencial é obtido entre 0 e 10 milissegundos (ms) após uma apresentação do estímulo acústico, e a presença ou não deste permite avaliar a integridade

da via auditiva até tronco encefálico^{1,2}. Os exames de Potencial Evocado Auditivo (PEA) podem ser classificados de acordo com a latência, a origem anatômica, a relação entre estímulo e resposta e o posicionamento dos eletrodos. No entanto, a classificação mais utilizada é com relação à latência, na qual estes potenciais são denominados de curta latência, média latência ou longa latência³.

O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) é um exame de curta latência, objetivo e não invasivo e de avaliação da atividade eletrofisiológica do sistema auditivo até o tronco encefálico, em resposta a uma estimulação acústica caracterizada por um início rápido e de breve

⁽¹⁾ Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, Brasil.

Fonte de auxílio: Propesq

Conflito de interesses: inexistente

duração, apresentando respostas bioelétricas que resultam da ativação sucessiva da cóclea e das fibras nervosas desta via ^{2,4}.

As respostas geradas por estes potenciais consistem numa série de sete ondas geradas em vários sítios anatômicos mediante um estímulo auditivo externo: onda I: porção distal ao tronco encefálico do nervo auditivo; onda II: porção proximal ao tronco encefálico do nervo auditivo; onda III: núcleo coclear; onda IV: complexo olivar superior; onda V: lemnisco lateral; onda VI: colículo inferior; onda VII: corpo geniculado medial ^{1,4,5}.

No que se refere à forma de apresentação do estímulo, este exame pode ser realizado por condução aérea e por condução óssea. Mas, apesar do PEATE por condução aérea ser o mais realizado na prática clínica, quando se utiliza do exame por condução óssea, se tem mais um recurso que auxilia no diagnóstico audiológico, caracterizando a perda auditiva ^{4,6,7}. Ao avaliar um indivíduo que não apresente respostas consistentes ou que não sejam confiáveis, por meio da audiometria tonal comportamental, é recomendável que se utilize o PEATE tanto por condução aérea como por condução óssea, com o objetivo de obter os limiares eletrofisiológicos de maneira confiável ^{4,6}.

No que se refere ao tipo de estímulo utilizado, o estímulo acústico deve ativar inúmeras fibras neuronais ao mesmo tempo (sincronicamente), para que seja possível a captação da atividade elétrica ³. Dessa forma, as respostas elétricas do tronco encefálico (PEATE) podem ser desencadeadas por estímulos acústicos, como o clique, o tone pip, o tone burst ou ainda a fala, desde que apresentados de forma transiente. Entretanto, o mais utilizado é o clique, por ser rápido e apresentar um espectro amplo de frequência permitindo ⁵, estimular uma quantidade maior de fibras. Uma desvantagem dele é que pelo fato de possuir amplo espectro de frequência não permite uma seletividade de frequências e as respostas elétricas captadas representam a região entre 1000 e 4000 Hz. Respostas com maior seletividade de frequência são obtidas no exame do PEATE quando se utiliza estímulos acústicos como o tone burst e tone pip ^{1,3}.

O estímulo acústico *tone burst* permite obter respostas de faixas de frequências relativamente estreitas, principalmente as frequências mais baixas. A utilização do estímulo *tone burst* no PEATE mostra-se uma técnica precisa e de utilidade clínica para estimar a sensibilidade auditiva nas frequências de 500 a 4000 Hz em crianças e adultos, pois os limiares eletrofisiológicos obtidos com este estímulo são compatíveis com os limiares auditivos para tons puros obtidos na audiometria, apesar de se

apresentarem maiores para a frequência de 500 Hz em relação à frequência de 4000 Hz ^{1,3}. Por avaliar o limiar auditivo nas frequências mais graves, esse tipo de estímulo, em conjunto com o clique, facilita o diagnóstico de perdas auditivas com configuração de rampa de esqui e auxilia, por consequência, a adaptação de aparelhos de amplificação sonora individuais, especialmente em crianças pequenas.

A realização do exame do PEATE, por condução óssea, é particularmente importante para o diagnóstico da perda auditiva em casos de malformações do pavilhão auricular e/ou da orelha média ⁸. Entretanto, apesar do PEATE por condução óssea ser utilizado na rotina clínica há alguns anos, existe poucos estudos em relação à padronização e procedimentos utilizados das respostas obtidas com o estímulo *tone burst* na população de neonatos e lactentes, especialmente quando este estímulo é apresentado por via óssea e nas frequências de 1000 e 4000 Hz, dificultando a classificação da alteração ⁹⁻¹¹.

Desta forma, o conhecimento a ser adquirido nesse artigo de revisão é importante pelo fato de que irá coletar as informações sobre os procedimentos utilizados para a realização do PEATE por condução óssea, mostrando os padrões encontrados na população neonatal.

■ METÓDOS

Foi realizada uma pesquisa que consiste de uma revisão integrativa da literatura. Para a elaboração desta revisão integrativa, seguiu-se 6 fases: 1ª) elaboração da pergunta norteadora, 2ª) busca na literatura, 3ª) coleta de dados nos artigos, 4ª) análise crítica das variáveis estudadas, 5ª) discussão dos resultados e 6ª) apresentação da revisão integrativa.

Visando atingir o objetivo desta revisão (realizar uma revisão de forma integrativa sobre os procedimentos utilizados nos critérios de aquisição do exame de Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por condução óssea com fins ao auxílio no diagnóstico de problemas auditivos), foi elaborada a seguinte pergunta norteadora: como vem sendo descritos na literatura os procedimentos utilizados no PEATE por condução óssea?

O levantamento dos artigos na literatura foi realizado de abril a agosto de 2013, a partir do seguinte percurso metodológico: realização de uma busca nas plataformas de busca, BIREME e PUBMED, e nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs), Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline) e Scientific Electronic Library Online (SciELO).

Para a busca dos artigos, foram utilizadas todas as possíveis combinações entre os descritores controlados: “Potencial Evocado Auditivo”, “Eletrofisiologia” e “Condução Óssea”, encontrados por meio de Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). Os resultados das buscas por combinação dos descritores (“Potencial Evocado Auditivo” and

“Eletrofisiologia” and “Condução Óssea”, “Potencial Evocado Auditivo” and “Condução Óssea”, “Potencial Evocado Auditivo” and “Eletrofisiologia”, “Eletrofisiologia” and “Condução Óssea”), segundo a base de dados, podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Publicações encontradas a partir da combinação dos descritores, segundo a base de dados. Recife, 2014.

Descritores	Lilacs	SciELO	Medline	Total de Publicações
“Potenciais Evocados Auditivos” and “Condução Óssea” and “Eletrofisiologia”.	1	--	5	6
“Potenciais Evocados Auditivos” and “Condução Óssea”.	4	1	351	356
“Condução Óssea” and “Eletrofisiologia”.	1	--	51	52
“Potenciais Evocados Auditivos” and “Eletrofisiologia”.	27	2	1005	1033
TOTAL	33	3	1412	1448

Após a busca, foram identificadas 1448 publicações, das quais 33 foram encontradas na Lilacs, 3 na SciELO, 1412 na Medline via BVS/PubMed.

Deste total, foram **incluídos os artigos** que atenderam aos seguintes critérios: artigos publicados em Português, Inglês e Espanhol; artigos sem limite mínimo de data de publicação; artigos que abordassem o procedimento de realização do PEATE por CO em recém-nascidos.

A seleção dos artigos literários encontrados foram realizadas em três etapas. Na primeira etapa, foram realizadas a leitura dos títulos dos estudos. Foram incluídos os artigos que continham no título a

menção de exame de PEATE por CO. Aqueles que claramente não continham os critérios de inclusão deste estudo seguiram para segunda etapa, que consta da leitura dos resumos. Quando estes davam condições de avaliar se haviam a presença da descrição dos procedimentos do PEATE por CO, eram também incluídos. Finalmente, foram lidas as metodologias dos artigos que não continham menção nem no título nem no resumo sobre PEATE por CO, para verificação da inclusão.

A partir desta pré-seleção, restaram 35 artigos (Figura 1).

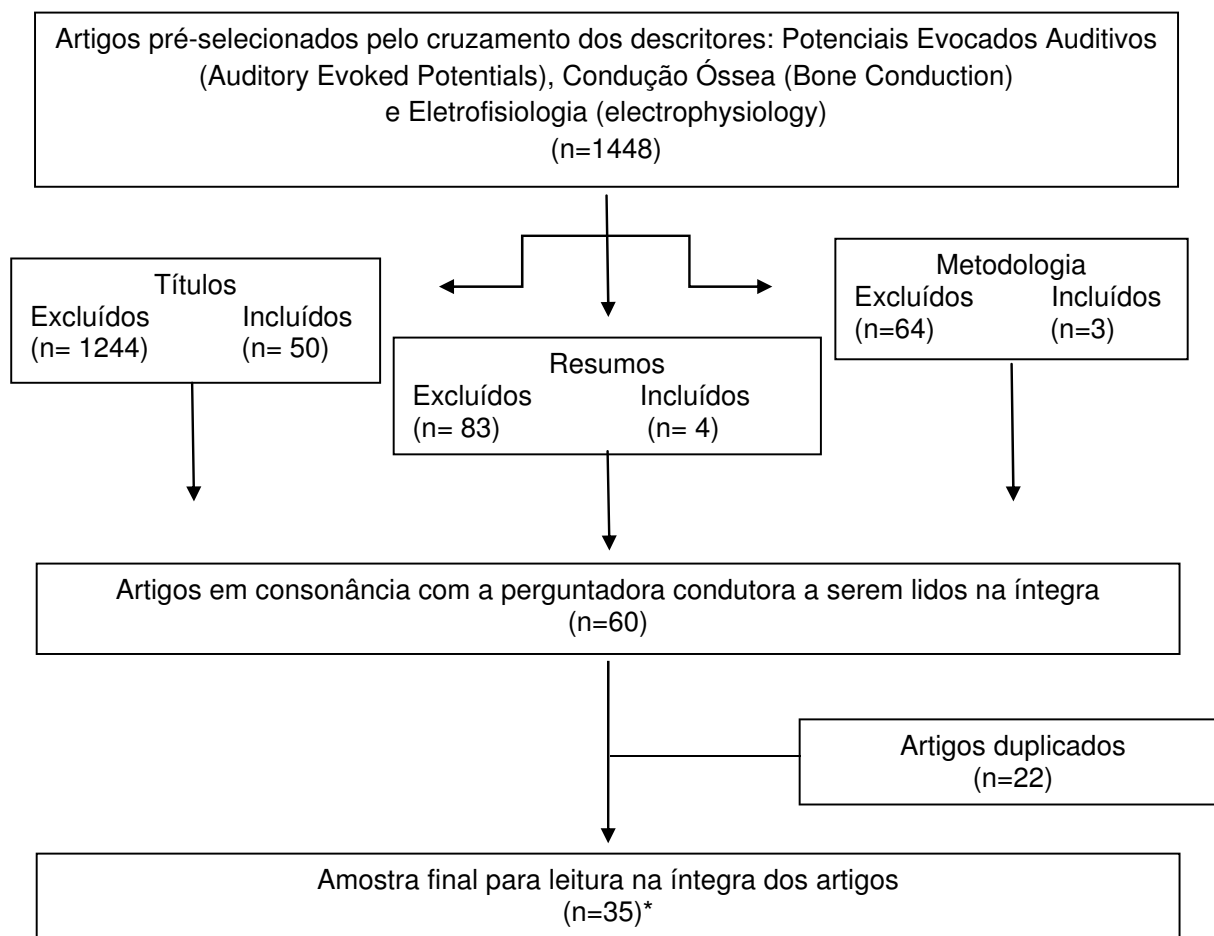


Figura 1 – Amostragem da revisão integrativa

REFERENCIA COMPLETA	ESTUDO**
Beattie RC. Normative Wave V Latency–Intensity Functions Using the EARTONE 3A Insert Earphone and the Radioear B-71 Bone Vibrator. <i>Scand Audiol</i> 1998;27:120–6	Estudo 12
Boezeman EHJF, Kapteyn TS, Visser SL, Snel AM. Comparison Of The Latencies Between Bone And Air Conduction In The Auditory Brain Stem Evoked Potential. <i>Electroencephalography and clinical Neurophysiology</i> , Elsevier Scientific Publishers Ireland, Ltd.1983;56:244-247.	Estudo 13
Boezeman EHJF, Bronkhorst AW, Kapteynb TS, Houffelaar A, Snel AM. Phase relationship between bone and air conducted impulse signals in the human head. <i>Acoustical Society of America</i> . 1984July;76(1).	Estudo 14
Cornacchia L, Martini A, Morra B. Air and bone conduction brain stem responses in adults and infants. <i>Audiology</i> . 1983;22(5):430-7.	Estudo 15
Fichino SN, Lewis DR, Fávero ML. Estudo dos limiares eletrofisiológicos das vias aérea e óssea em crianças com até 2 meses de idade. <i>Rev. Bras. Otorrinolaringol.</i> 2007Mar/Apr;73(2).	Estudo 6
Fox JJ, Stapells DR. Normal infant and adult auditory brainstem responses to bone-conducted tones. <i>Audiology</i> . 1993;32:95-109.	Estudo 16
Freitas VS, Alvarenga KF, Morettin M, Souza EF, Costa filho OA. Bone conduction auditory brainstem responses in normal hearing individuals (original title: Potenciais evocados auditivos do tronco encefálico por condução óssea em indivíduos normais). <i>Pró-Fono Revista de Atualização Científica</i> . 2006Set/Dez;18(3): 323-330.	Estudo 17
Freitas VS, Alvarenga KF, Morettin M, Souza EF, Costa filho OA. Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico por condução óssea em crianças com malformação de orelha externa e/ou média. <i>Distúrbios da Comunicação</i> . 2006Abr; 18(1):9-18.	Estudo 8
Gorga MP, Kaminski JR, Beauchaine KL, Bergman BM. A Comparison of Auditory Brain Stem Response Thresholds and latencies Elicited by Air- and Bone-Conducted Stimuli. <i>Ear & Hearing</i> . 1993;14(2).	Estudo 9
Kaga K, Tanaka Y. Auditory air and bone conduction brainstem responses and damped rotation test for young children with bilateral congenital atresia of the ears. <i>International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology</i> . 1995;32:13-21.	Estudo 18

REFERENCIA COMPLETA	ESTUDO**
Karzon RK, Cho lieu JE. Initial Audiologic assessment of infants referred from well baby, special care, and neonatal intensive care unit nurseries. <i>American Journal of Audiology</i> . 2006Jun;15:14-24.	Estudo 10
Kramer SJ. Frequency-specific auditory brainstem responses to bone-conducted stimuli. <i>Audiology</i> . 1992;31(2):61-7.	Estudo 11
Mauldin L, Jerger J. Auditory brain stem evoked responses to bone-conducted signals. <i>Arch Otolaryngol</i> . 1979;105(11):656-61.	Estudo 19
Nousak JMK, Stapells DR. Frequency Specificity of the Auditory Brain Stem Response to Bone-Conducted Tones in Infants and Adults. <i>Ear and Hearing</i> . 1992;13(2).	Estudo 20
Rahne T, Ehelebe T, Rasinski C, Götze G. Auditory brainstem and cortical potentials following bone-anchored hearing aid stimulation. <i>Journal of Neuroscience Methods</i> . 2010;193: 300–306.	Estudo 21
Ramos N, Almeida MG, Lewis DR. Correlação dos achados do PEATE-FE e da avaliação comportamental em crianças com deficiência auditiva. <i>Rev. CEFAC</i> . 2013Jul/Ago;15(4):796-802.	Estudo 7
Schratzenstaller B, Janssen T, Alexiou C, Arnold W. Confirmation of G. von Békésy's Theory of Paradoxical Wave Propagation along the Cochlear Partition by Means of Bone Conducted Auditory Brainstem Responses. <i>ORL</i> . 2000;62:1–8.	Estudo 22
Schwartz DM, Larson VD, De chicchis AR. Spectral Characteristics of Air and Bone Conduction Transducers used to Record the Auditory Brain Stem Response. <i>Ear and hearing</i> . 1985; 6(5).	Estudo 23
Setou M, Kurauchi T, Tsuzuku T, Kaga K. Binaural interaction of bone-conducted auditory brainstem responses. <i>Acta Otolaryngol</i> 2001;121:486–489.	Estudo 24
Sheykholeslami K, Mohammad HK, Sébastien S, Kaga K. Binaural interaction of bone-conducted auditory brainstem responses in children with congenital atresia of the external auditory canal. <i>International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology</i> . 2003;67:1083-90.	Estudo 25
Sohmer H, Freeman S, Geal-dor M, Adelman C, Savion I. BONE conduction experiments in humans - a fluid pathway from bone to ear. <i>Hearing Research</i> . 2000;146:81-88.	Estudo 26
Stapells DR, Ruben RJ. Auditory Brain Stem responses to bone-conducted tones in infants. <i>Annals of otology, rhinology and laryngology</i> . 1989Dec; 98(12).	Estudo 27
Stuart A, Yang EY, Stenstrom R, Reindorp AG. Auditory brainstem response thresholds to air and bone conducted clicks in neonates and adults. <i>The American Journal of Otolology</i> . 1993Mar;14(2).	Estudo 28
Stuart A, Yang EY. Effect of high-pass filtering on the neonatal auditory brainstem response to air-and bone-conducted clicks. <i>J Speech Hear Res</i> . 1994;37(2):475-9.	Estudo 29
Stuart A, Yang EY. Gender effects in auditory brainstem responses to air- and bone-conducted clicks in neonates. <i>Journal of Communication Disorders</i> . 2001;34:229-239.	Estudo 30
Stuart A, Yang EY, Stenstrom R. Effect of Temporal Area Bone Vibrator Placement on Auditory Brain Stem Response in Newborn Infants. <i>Ear and Hearing</i> , 1990;11(5).	Estudo 31
Sturzebecher E, Wagner H, Cebulla M, Bischoff M. Frequency-specific brainstem responses to bone-conducted tone pulses masked by notched noise. <i>Audiology</i> . 1996;35(1):45-54.	Estudo 32
Webb KC, Greenberg HJ. Bone-Conduction Masking for Threshold Assessment in Auditory Brain Stem Response Testing. <i>Ear and hearing</i> . 1983; 4(5).	Estudo 33
Vander Werff KR, Prieve BA, Georgantas LM. Infant Air and Bone Conduction Tone Burst Auditory Brain Stem Responses for Classification of Hearing Loss and the Relationship to Behavioral Thresholds. <i>Ear & hearing</i> . 2009; 30(3):350–368.	Estudo 34
Yang EY, Rupert AL, Moushegian G. A Developmental Study of Bone Conduction Auditory Brain Stem Response in Infants. <i>ear and hearing</i> . 1987;8(4).	Estudo 35
Yang EY, Stuart A, Stenstrom R, Hollett S. Effect of vibrator to head coupling force on the Auditory Brain Stem Response to bone conducted clicks in newborn infants. <i>Ear and Hearing</i> . 1991;12(1).	Estudo 36
Yang EY, Stuart A, Stenstrom R, Green WB. Teste-retest variability of the auditory brainstem response to bone-conducted clicks in newborn infants. <i>Audiolog</i> . 1993;32(2): 89-94.	Estudo 37
Yang EY, Stuart A, Mencher GT; MENCHER, L. S; VINCER, M. J. Auditory Brain Stem Responses to Air- and Bone-Conducted Clicks in the Audiological Assessment of At-Risk Infants. <i>Ear & Hearing</i> . 1993;14(3).	Estudo 38
Ysunza A, Cone-wesson B. Bone conduction masking for brainstem auditory-evoked potentials (BAEP) in pediatric audiological evaluations. Validation of the test. <i>International Journal of Pediatric Otorhinolaryngologv</i> . 1987;12: 291-302.	Estudo 39
Ysunza A. Clicks by bone conduction versus bone-conducted masking for evaluation of brain stem auditory evoked potentials in pediatric patients. <i>Bol Med Hosp Infant Mex</i> . 1985;42(2):99-106.	Estudo 40

**Os estudos encontrados na literatura estão enumerados sequencialmente aos artigos do corpo do texto.

Figura 2 – Amostra final dos estudos encontrados na literatura e que foram lidos na integra

A leitura destes artigos foi direcionada para busca dos seguintes critérios de aquisição: (a) transdutor; (b) pressão do vibrador; (c) posição do vibrador; (d) estímulo; (e) velocidade/frequência do estímulo; (f) intensidade do estímulo; (g) polaridade do estímulo; (h) uso de mascaramento; (i) posicionamento dos eletrodos; (j) filtro; (k) janela; (l) número de estímulos; (m) número de reproduções.

Salienta-se que, nesta etapa de seleção ocorreram reuniões entre os autores da pesquisa, para esclarecer dúvidas quanto à inclusão ou exclusão dos estudos. Este procedimento visou reduzir vieses na seleção, conferindo-lhe maior segurança e rigor.

■ REVISÃO DA LITERATURA

Os resultados apresentados são referentes aos 35 estudos selecionados nesta revisão sistemática e discorrem sobre os aspectos dos critérios de aquisição do exame PEATE.

Na Tabela 2, pode-se evidenciar a distribuição das produções literárias de acordo com o tipo de transdutor utilizado, a posição do vibrador ósseo e a pressão nele utilizada. Observou-se que os tipos de transdutores mais utilizados na captação do estímulo por condução aérea foram os fones supra-aurais, como o TDH-39^{8,13, 14, 15,18, 19, 33 e 35}. O transdutor para o estímulo por condução óssea foi diversificado, sendo relatado o Radioear B-70, B-71, B-70B, B-70A, B-72, dentre outros. Entretanto, os mais utilizados foram B-71^{6, 7, 9, 12, 13, 14, 23, 26, 33 e 34} e o B-70A^{11, 15, 16, 19, 20, 23, 27, 35 e 40}. Observou-se também uma diversificação para a pressão utilizada nos vibradores ósseos, como: 225+/-25g³⁶; 325+/-25g³⁶; 350-450g¹⁶; 375-425g²⁰; 400+/-25g^{6, 7 e 34}; 400 e 450g¹⁷; 408-612g¹⁴; 250 a 350g²⁷; 612g¹² e 525+/-25g³⁶. Contudo, a pressão óssea mais comumente relatada foi a de 425+/-25g^{27-30, 35-37}.

Para o posicionamento do vibrador ósseo observou-se que a posição mais comumente utilizada foi na área temporal, especificamente na Mastoide^{7, 11, 12, 18, 21, 23, 24, 25, 32, 34 e 35}.

Tabela 2 – Descrição dos estímulos por condução aérea e condução óssea.

Condução Aérea		Condução Óssea			
		Estudos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37 e 38, 39 e 40.			
SUPRA	INSERÇÃO	PRESSÃO	POSIÇÃO		
			FRONTE	TEMPORAL	OCCIPITAL
Estudos 8, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 33, 35, 39 e 40	Estudos 6, 7, 9, 10, 12, 17, 28, 29, 30, 31, 34, 36 e 37.	Estudos 6, 7, 12, 14, 16, 17, 20, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 37 e 38.	Estudos 14, 15, 19, 22, 26, 33 e 39.	Estudos 7, 11, 16, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36 e 37.	Estudo 31

Das publicações selecionadas observa-se na Tabela 3, que dentre as várias maneiras de posicionamento dos eletrodos, usou-se com mais frequência a posição Fz, Fpz, M1 e M2, seguido da posição Cz, M1 e M2.

Na análise do estímulo, verificou-se que a maioria dos estudos encontrados utilizou o estímulo click, mas quando este não era utilizado, a opção apresentada foi o tone burst em 500 e 2000 Hz ou ainda o tone pip, que foi estudado nas frequências

de 1000, 2000 e 4000 Hz, com intensidades que variaram entre 100 dB Nan a 10 dB Nan para o estímulo click, de 70 dB Nan a 10 dB Nan para o tone burst e de 80 dB Nan a 10 dB Nan para o tone pip. No que se refere a polaridade utilizada, observou-se que a maioria dos estudos referiram a polaridade alternada, com taxas de apresentação diversificadas. A mais utilizada foi a de 57,7/s^{26, 29, 30, 31, 36 e 38}, seguida de 27,7/s^{6, 8, 17} e 21,1/s^{8, 17, 26}.

Tabela 3 – Posicionamento dos eletrodos de superfície utilizados nos estudos revisados.

POSICIONAMENTO DOS ELETRODOS							
Fz, Fpz, M1 e M2	Cz, Fpz, A1 e A2	Fz, A1 e A2	Cz, Fpz, M1 e M2	Cz, Fz, M1 e M2	Cz, A1 e A2	Cz, M1 e M2	Fz, M1 e M2
Estudos 6, 7, 8, 14, 18, 21, 32 e 34	Estudo 15	Estudo 17	Estudos 11, 19, 20 e 24	Estudo 25.	Estudos 26 e 40.	Estudos 26, 31, 33, 36, 39 e 40.	Estudos 28, 29, 30, 36, 37 e 38.

A1 (lóbulo da orelha esquerda); A2 (lóbulo da orelha direita); Cz (vértex); Fpz (eletrodo terra); Fz (fonte); M2 (mastoide direita); M1 (mastoide esquerda).

Tabela 4 – Características do estímulo para gerar potenciais evocados auditivos de tronco encefálico utilizado nos estudos revisados.

TIPO DE ESTÍMULO						
	CLIQUE	TONE BURST	TONE PIP			
	Estudos 6, 8, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 e 40.	Estudos 9, 10, 11, 27 e 20.	Estudos 7, 13, 14 e 33.			
FREQUÊNCIAS		250 Hz	500 HZ	1000 HZ	2000 HZ	4000 HZ
		Estudo 9.	Estudos 7, 9, 10, 11, 16, 20, 27, 32.	Estudos 7, 9, 10, 32, 33.	Estudos 7, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 20, 27, 32, 33.	Estudos 9, 11, 16.
POLARIDADE	ALTERNADA	RAREFEITA				
	Estudos 6, 7, 10, 11, 12, 15, 16, 19, 22, 26, 28, 29, 30, 32 e 38.	Estudo 10.				

Com relação ao mascaramento utilizado, observa-se que a maneira de uso do mascaramento foi variada. Nos estudos que fizeram o estímulo através do clique, foram encontrados: 10 dB acima do que a intensidade do estímulo por condução óssea¹²; -30 dB de intensidade de realização do teste⁸; 10 dB acima do nível do estímulo click pela condução óssea; limite superior de 50 dB acima do nível de audição normal²²; aplicado apenas em níveis de intensidades superior a 35 dB Nan²⁸; 40 dB Nan de ruído entre 20-20000 Hz³⁵; fixado em 60 dB NPS³⁹.

Para os estudos que usaram o estímulo *tone burst*, foi identificado mascaramentos de: 80 dB de ruído contralateral⁹; 59 dB²⁰; 60 dB NPS¹¹, este artigo também fez uso do clique.

Por fim, para os estudos que usaram como estímulo o *tone pip*, os mascaramentos utilizados foram: 70 dB NPS¹⁴ e 5 dB acima do valor do ABR³³.

Conforme esquematizado na Tabela 4, foi apresentado o filtro, a duração do estímulo, o número de estímulos e o número de registros. Observou-se que na pesquisa de literatura realizada a maioria dos estudos fez uso do filtro de 30-3000

Hz, seguido pelo filtro de 100-3000 Hz. Com relação à duração do estímulo, observou-se que a maioria dos estudos encontrados fizeram uso de uma janela com duração de 15 ms. Para o número de estímulos, a maioria dos estudos utilizou uma taxa de 2048, seguidos de 2000.

O número de registros utilizados nos estudos encontrados foram de dois registros. São utilizados um mínimo de dois registros por intensidade para verificar a reprodutibilidade da onda, e ter mais confiabilidade no exame.

Tabela 5 – Sistema de registro dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico utilizados nos estudos encontrados.

	2000 Hz	30-1500 Hz	100-1500 Hz	20-2000 Hz	40-2000 Hz	100-2000 Hz	30-3000 Hz	100-3000 Hz	150-3000 Hz	300-3000 Hz
Filtros	Estudo 14	Estudos 10, 20 e 32	Estudo 21 e 26	Estudo 22	Estudo 19	Estudo 24	Estudos 8, 11, 16, 17, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 36, 37 e 38	Estudos 7, 6, 9, 10, 18, e 29	Estudos 12, 29 e 37	Estudo 40
	10 ou 12 ms	10 - 20 ms	15 ms	20 ms	21 ms	24,4 ms	25 ms			
Duração do estímulo	Estudos 12 e 10	Estudo 15	Estudos 28, 29, 30, 35, 36, 37 e 38.	Estudos 14 e 10	Estudo 34	Estudo 7 e 32.	Estudos 6, 11, 16, 27			
	128	800	2000	2048	4000	1000 a 4000	1024			
Número de estímulos	Estudo 23	Estudo 7	Estudos 6, 9, 11, 16, 21, 27	Estudos 28, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 38 e 39	Estudo 20	Estudo 12	Estudo 26			
	2 registros	2 ou mais registros								
Número de registros	Estudos 6, 7, 11, 14, 20, 24, 26, 34, 37 e 39	Estudos 12, 16, 29, 30, 36 e 38								

O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico é um exame que vem sendo estudado desde os anos 80, e os artigos científicos trazem alguns aspectos do exame quanto aos procedimentos que são utilizados durante a realização dos mesmos, como por exemplo, os sistemas de registros dos potenciais, bem como as características do estímulo para tais potenciais evocados.

Ao analisar os 35 artigos incluídos neste estudo, verificou-se que cerca de 27 artigos encontrados realizaram a pesquisa utilizando a condução aérea

e óssea e que sete realizaram a pesquisa por meio do uso apenas da condução óssea. Apesar da grande maioria dos estudos realizaram o PEATE por condução aérea, sabe-se que a realização do mesmo por condução óssea é de grande auxílio ao diagnóstico audiológico, principalmente na caracterização da perda auditiva ^{4,6,28,34}.

Além disso, realizar o exame apenas por condução aérea pode resultar em um grande número de falsos positivos devido a patologias transitórias do ouvido médio ⁽³³⁾. Um estudo

realizado por Yang et al., em 1993³⁷ mostrou que os exames de PEATE por condução óssea tiveram alta sensibilidade e especificidade para a detecção de crianças com perda auditiva neurosensorial.

Com relação ao transdutor utilizado, observou-se que os artigos encontrados na busca da literatura, os quais realizaram o PEATE por condução aérea e óssea, 13 fizeram uso dos fones de superfície (supra-aurais) e 13 estudos optaram por usar o fone de inserção.

O transdutor tem como função, transformar o estímulo elétrico em estímulo acústico, este por sua vez, é transmitido através do sistema auditivo para gerar potencial evocado auditivo.

No início do uso deste procedimento eram muito utilizados os fones supra-aurais, mas à medida que houve um maior conhecimento a cerca dos seus resultados e sua correlação com outros exames audiológicos começou a se optar pelo uso dos fones de inserção^{30,39}. As vantagens dos fones de inserção comparado aos fones de ouvido convencionais incluem (a) redução do artefato que é causado pela distância existente entre os transdutores e eletrodos (b) evitam o colapamento do conduto auditivo externo (c) há um aumento da atenuação interaural, (d) atenuação do ruído ambiente em cerca de 30 dB, (e) há menos necessidade do mascaramento contralateral, e (f) o conforto do paciente¹².

Com relação aos vibradores ósseos, foi observado que dez dos estudos encontrados na literatura fizeram uso do Radioear B-71. Comparando as funções de latência-intensidade do PEATE derivados do estímulo click por condução óssea usando dos vibradores Radioear B-70A, B-71 e B-72, observa-se que há 1/2 milissegundos de atraso esperado para a latência da onda V com o transdutor B-70A, quando comparada com a de um fone de ouvido eletrodinâmica (TDH-39), no entanto, maiores prolongamentos na latência são observados para os osciladores B-71 e B-72, com o último dispositivo produzindo a maior mudança de latência²³.

Com relação à pressão com a qual este vibrador deve ser fixado, observou-se que seis dos artigos relataram utilizar um pressão de 425±25g. Yang et al., em 1991³⁶, pesquisaram o efeito da pressão/força de 225, 325, 425 e 525 g do vibrador ósseo nas intensidades de 30 e 15 dB NA em 20 neonatos. As latências da onda V foram afetadas por variações de pressão que foram inferiores a 200 g. A pressão aplicada no vibrador afetou o registro das respostas, obtendo-se melhores respostas para fracas intensidades com colocação efetiva do vibrador, o que ocorreu quando a pressão atingiu 425 a 525 g. Os autores sugeriram aplicar pressão

entre 400 e 450 g. Para a realização do PEATE de CO em neonatos.

Outro aspecto observado foi o posicionamento do vibrador ósseo, identificou-se que 22 estudos fizeram a colocação do vibrador ósseo na região temporal, sendo que 13 deles acoplaram o vibrador na mastoide.

Yang et al., em 1987³⁵ investigaram o desenvolvimento do PEATE por condução óssea em crianças e em seus estudos a colocação do vibrador ósseo foi obtida a partir das posições frontais, occipitais e áreas temporais. Os resultados indicaram que a colocação nas áreas temporais produz latências da onda V significativamente mais curtas do que quando colocado nas posições frontal ou occipital. Por esta razão, os autores recomendaram a colocação do vibrador ósseo do PEATE por condução óssea no osso temporal, quando o teste for realizado em recém-nascidos.

Stuart, Yang e Stenstrom, em 1990³¹ tiveram como objetivo estudar o efeito da latência da onda V em recém-nascidos com a colocação do vibrador ósseo em três posições sobre a área temporal. Os resultados deste estudo mostraram mudanças significantes na latência da onda V, podendo ser induzida não só a mudança na colocação da posição frontal, occipital e área temporal, mas também a partir de alterações em torno da área temporal. Sugerem que o exame do PEATE em Recém-nascidos utilizando o estímulo por condução óssea e que a colocação do vibrador ósseo na região temporal permaneça consistente.

Considerando-se as latências mais curtas, melhor qualidade das respostas e desvio-padrão menores na colocação supero-posterior (B) e na posterior (C) seriam estas preferíveis à colocação superior (A). No entanto, com o curso da investigação, observaram que a colocação do vibrador ósseo na posição posterior (C) foi mais difícil em termos de acoplamento e de manutenção da posição do vibrador ósseo. Portanto, recomendam a posição supero-posterior (B) para o exame do PEATE por condução óssea em Recém-nascidos.

No que se refere às características dos estímulos para gerar potenciais evocados, identificou-se, que a maioria (27) dos estudos encontrados relataram terem feito uso do estímulo click.

Apesar de o PEATE poder ser desencadeado por vários tipos de estímulos acústicos, o mais usualmente utilizado descrito na literatura é o click, pois este é um estímulo de e início de fim abrupto e de curta duração (100us), sendo o estímulo ideal para produzir respostas de curta latência. Contudo,

nas fortes intensidades estimulam a cóclea como um todo e, deste modo, sem a menor especificidade de frequência, entretanto com máxima sincronia das respostas que aparecem e desaparecem em poucos milissegundos, permitindo sua visualização no registro promediado.

Todavia, para a avaliação de alguns pacientes, especialmente crianças, se faz necessário conseguir resposta com um pouco mais de especificidade de frequência.

A determinação da polaridade a ser utilizada também é uma variável importante na pesquisa dos potenciais evocados auditivos de curta latência. Na pesquisa do PEATE, o tipo de polaridade influenciará nas latências dos componentes registrados. Uma vez que o estímulo pode ser de três tipos: condensação (polaridade positivo), de rarefação (polaridade negativo) ou alternada (polaridade positivo/negativo)¹².

A latência da onda V difere estatisticamente de forma significativa de acordo com a polaridade empregada, a polaridade de rarefação tem sido a mais utilizada na rotina clínica devido à sua maior sensibilidade diagnóstica quando comparada a polaridade de condensação. Em grande parte dos indivíduos, a polaridade de rarefação gera potenciais com menores latências e variabilidade que não ultrapassa 0,1 a 0,2 milissegundos em ouvintes normais. Na busca da literatura, foi identificado que 15 dos estudos realizaram seus exames com o tipo de polaridade alternada. Este tipo de polaridade tem como principal finalidade o cancelamento de artefatos elétricos no início do registro das respostas²³.

Com relação à taxa de apresentação do estímulo, identificou-se que cinco dos estudos utilizou a taxa de 57,7/s. Esta é o período de polarização da estrutura no qual, se estimulada, não haverá resposta ou seu limiar será elevado. A velocidade de apresentação do estímulo pode modificar a morfologia da onda influenciando a latência e amplitude das ondas. Taxas de estimulação mais elevadas, podem tornar o exame mais rápido, porém para não ocorrer interferência da velocidade do estímulo na resposta do sinal avaliado, são utilizadas taxas abaixo de 30 ciclos /s.

Com relação ao mascaramento utilizado, observa-se que as maneiras de uso encontradas foram diversificadas para os estímulos clique, *tone burst* e *tone pip*. Não existe um consenso na literatura quanto à necessidade do uso do mascaramento para evitar a estimulação da orelha contralateral, mas sabe-se que por meio da vibração do crânio um som pode ser percebido pela orelha contralateral. Nesse cruzamento haverá uma atenuação interaural que varia de indivíduo

para indivíduo, assim como de frequência para frequência. O uso do mascaramento contralateral é defendido por Maldin e Jerger, em 1979¹⁹, e Ysunza e Cone-Wesson, em 1987³⁹. Entretanto, Kaga e Tanaka, em 1995¹⁸ afirmaram que não é necessário o mascaramento nos casos de oclusão bilateral do canal auditivo externo, devido à malformação semelhante nas duas orelhas.

Com relação ao posicionamento dos eletrodos de superfície, sabe-se que eles são itens muito importantes na captação do PEATE, por isso se faz necessário que se respeite as normas propostas pelo *International Electrode System* (IES) 10-20 para o uso correto. Uma das formas mais utilizadas para a montagem define as mastoides direita e esquerda (M2 e M1 respectivamente) ou lóbulos das orelhas direita e esquerda (A2 e A1 respectivamente) como eletrodos referência (negativos), a fonte (Fpz) como eletrodo "terra" e a fonte (Fz) ou vértex (Cz), como eletrodos ativos (positivos). Na busca da literatura que foi realizada, observa-se que todos seguem a norma a cima, contudo tem preferência em afixar os eletrodos negativos nas mastoides.

A atividade bioelétrica evocada é captada através do eletrodo de superfície, e para cada eletrodo a atividade bioelétrica evocada utiliza-se, no mínimo, três eletrodos colocados na pele do paciente e conectados ao pré-amplificador do equipamento.

O filtro utilizado é outro aspecto importante para o registro dos potenciais. Na busca da literatura, foi possível identificar que 14 dos estudos encontrados na literatura, relataram que fizeram uso de um filtro 30-3000 Hz. Os filtros do amplificador também devem ser adequados a cada teste, pois são eles que retiram da análise as atividades elétricas acima e abaixo de determinados limites de frequência, medidas em Hz. Na pesquisa dos potenciais utiliza-se o filtro passa-banda, que é a combinação do filtro, passa-alto e passa-baixo, criando-se uma faixa limite de frequência²⁹.

Outro aspecto encontrado foi a janela utilizada na realização do exame, observou-se que sete estudos optaram por realizar o exame com uma janela de 15ms. Sabe-se que a janela corresponde ao tempo de análise do registro, ou seja, o período logo após o início do estímulo no qual haverá o registro elétrico das atividades captadas pelos eletrodos. O tempo será medido em milissegundos e determinado pelo potencial que se deseja pesquisar. Em neonatos e lactentes, uma vez que as ondas são registradas em uma latência mais tardia, quando comparadas às do adulto é necessária a escolha de uma janela de análise maior. Ao se usar estímulo de frequência específica, são recomendadas janelas entre 20-30 ms, já que nas frequências mais baixas o aumento

da latência é maior devido ao tempo decorrente para atingir a parte apical da cóclea^{11, 16 e 32}.

Com relação ao número de estímulos, identificou-se que nove dos estudos encontrados realizaram 2048 estímulos, seguidos de seis que realizou 2000 estímulos. Tendo sido realizado os registros das ondas com o mínimo de duas vezes, em nove estudos encontrados.

O número de estímulos que são empregados em cada teste vai variar de acordo com o tamanho do potencial que se está captando e com sua qualidade. Deve haver equilíbrio entre o mínimo necessário e o máximo tolerável. Quanto mais estímulos melhores tendem a ser as respostas, pois aumenta a reprodutibilidade para o cálculo estatístico. Os potenciais de latência precoce precisam entre 1000 e 4000 estímulos e os de latência tardia, de 40 a 200 estímulos^{21, 33, 38}.

■ CONCLUSÃO

O PEATE é um exame que vem sendo pesquisado há muitos anos e muito se tem descrito na literatura sobre seus aspectos de aquisição e análise, além de destacar a importância da sua utilização na população neonatal.

Os aspectos de aquisição encontrados na busca da literatura foram: Transdutores supra-aurais TDH-39 para a condução aérea, e vibrador

Radioear B-71 para condução óssea com pressão mais utilizada de 425+/-25g. O posicionamento do vibrador a colocação foi mais realizada na área temporal, na posição da mastoide. O estímulo mais utilizado foi o clique, seguido do *tone burst* e *tone pip*. Com intensidades variando entre 100 dBNA e 10 dBNA.

A polaridade mais utilizada foi a alternada, com taxa de apresentação mais utilizada de 57,7/s seguida de 27,7/s e 21,1/s.

O mascaramento variou muito de um estudo para o outro.

Na maioria dos estudos os filtros utilizados foram de 30-3000Hz, com uma janela de 15ms, e o número de estímulos de 2048, seguidos de 2000 estímulos.

Com relação ao número de registros da onda foram realizados um mínimo de dois registros por intensidade. E por fim as frequências mais pesquisadas foram as de 500, 1000 e 2000 Hz para os estímulo do *tone burst* e *tone pip*.

No entanto, ainda existe uma escassez de estudos sobre o PEATE-FE por via óssea, bem como sobre as frequências de 1000 Hz e 4000 Hz e seus padrões. Espera-se, portanto, que novos estudos sejam estimulados com a utilização desses parâmetros para protocolos na prática clínica e na produção científica mundial.

ABSTRACT

The aim of this study was to conduct a integrative review about the procedures used in the acquisition criteria of the exam Auditory Brainstem bone conduction purposes to aid in the diagnosis of hearing problems. Latin American and Caribbean Literature on Health Sciences (LILACS), Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE) and Scientific Electronic Library Online (SciELO): a search of the following databases was performed. We used the following keywords: AEPs, Electrophysiology and Bone Conduction, found via Descriptors in Health Sciences Headings (MeSH). The results shown are for the 35 selected studies. Most studies have opted for the use of click stimuli, with air conduction transducers supra-aural headphones, as the TDH - 39 for stimulation by bone conduction vibrator Radioear B-71, with a pressure of 425+/- 25g. It was observed that the mastoid was positioned over the region where more bone vibrator. Most studies report using alternating polarity, with diverse presentation rate 57.7/s most used and 30-3000 Hz filter with a window of 15 ms duration. To rate the stimulus most studies used 2048, and a total of 2 records stimuli. The Evoked Auditory Brainstem Response is an exam that has been researched for many years and much has been described in the literature on aspects of acquisition and analysis, and highlights the importance of their use in the neonatal population.

KEYWORDS: Evoked Potentials, Auditory; Electrophysiology; Bone Conduction; Infant, Newborn; Hearing

■ REFERÊNCIAS

1. Pinto FR, Matas CG. Comparação entre limiares de audibilidade e eletrofisiológico por estímulo tone burst. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2007;73(4):513-22.
2. Casali MF, Santos MFC. Auditory Brainstem Evoked Response: response patterns of fullterm and premature. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 2010;76(6):729-38.
3. Matas CG, Magliaro FCL. Introdução aos Potenciais Evocados Auditivos e Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. *Tratado de udiologia.* São Paulo: Livraria Santos Editora Ltda; 2011. P. 181-95.
4. Fernandes LCBC, Gil D, Maria SLS, Azevedo MF. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico por via óssea em indivíduos com perda auditiva sensorineural. *Rev CEFAC.* 2013;15(3):538-45.
5. Rocha CN, Filippini R, Moreira RR, Neves IF, Schochat E. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala. *Pró-Fono R. de Atual. Cient.* 2010;22(4):479-84.
6. Fichino SN, Lewis DR, Fávero ML. Estudo dos limiares eletrofisiológicos das vias aérea e óssea em crianças com até 2 meses de idade. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2007;73(2):251-6.
7. Ramos N, Almeida MG, Lewis DR. Correlação dos achados do PEATE-FE e da avaliação comportamental em crianças com deficiência auditiva. *Rev CEFAC.* 2013;15(5):796-802.
8. Freitas VS, Alvarenga KF, Morettin M, Souza EF, Costa filho OA. Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico por condução óssea em crianças com malformação de orelha externa e/ou média. *Distúrbios da Comunicação.* 2006;18(1):9-18.
9. Gorga MP, Kaminski JR, Beauchaine KL, Bergman BM. A Comparison of Auditory Brain Stem Response Thresholds and Latencies Elicited by Air- and Bone-Conducted Stimuli. *Ear & Hearing.* 1993;14(2):85-94.
10. Karzon RK, Cho lieu JE. Initial Audiologic assessment of infants referred from well baby, special care, and neonatal intensive care unit nurseries. *American Journal of Audiology.* 2006;15:14-24.
11. Kramer SJ. Frequency-specific auditory brainstem responses to bone-conducted stimuli. *Audiology.* 1992;31(2):61-71.
12. Beattie RC. Normative Wave V Latency-Intensity Functions Using the EARTONE 3A Insert Earphone and the Radioear B-71 Bone Vibrator. *Scand Audiol* 1998;27:120-6.
13. Boezeman EHJF, Kapteyn TS, Visser SL, Snel AM. Comparison Of The Latencies Between Bone And Air Conduction In The Auditory Brain Stem Evoked Potential. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology,* Elsevier Scientific Publishers Ireland, Ltd.1983;56:244-7.
14. Boezeman EHJF, Bronkhorst AW, Kapteyn TS, Houffelaar A, Snel AM. Phase relationship between bone and air conducted impulse signals in the human head. *J. Acoust. Soc. Am.* 1984;76(1):111-5.
15. Cornacchia L, Martini A, Morra B. Air and bone conduction brain stem responses in adults and infants. *Audiology.* 1983;22(5):430-7.
16. Fox JJ, Stapells DR. Normal infant and adult auditory brainstem responses to bone-conducted tones. *Audiology.* 1993;32:95-109.
17. Freitas VS, Alvarenga KF, Morettin M, Souza EF, Costa filho OA. Bone conduction auditory brainstem responses in normal hearing individuals (original title: Potenciais evocados auditivos do tronco encefálico por condução óssea em indivíduos normais). *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2006;18(3):323-30.
18. Kaga K, Tanaka Y. Auditory air and bone conduction brainstem responses and damped rotation test for young children with bilateral congenital atresia of the ears. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 1995;32:13-21.
19. Mauldin L, Jerger J. Auditory brain stem evoked responses to bone-conducted signals. *Arch. Otolaryngol.* 1979;105(11):656-61.
20. Nousak JMK, Stapells DR. Frequency Specificity of the Auditory Brain Stem Response to Bone-Conducted Tones in Infants and Adults. *Ear and Hearing.* 1992;13(2):87-95.
21. Rahne T, Ehelebe T, Rasinski C, Götze G. Auditory brainstem and cortical potentials following bone-anchored hearing aid stimulation. *Journal of Neuroscience Methods.* 2010;193:300-6.
22. Schratzenstaller B, Janssen T, Alexiou C, Arnold W. Confirmation of G. von Békésy's Theory of Paradoxical Wave Propagation along the Cochlear Partition by Means of Bone Conducted Auditory Brainstem Responses. *ORL.* 2000;62:1-8.
23. Schwartz DM, Larson VD, De chicchis AR. Spectral Characteristics of Air and Bone Conduction Transducers used to Record the Auditory Brain Stem Response. *Ear and hearing.* 1985;6(5):274-7.
24. Setou M, Kurauchi T, Tsuzuku T, Kaga K. Binaural interaction of bone-conducted auditory brainstem responses. *Acta Otolaryngol* 2001;121:486-9.
25. Sheykholeslami K, Mohammad HK, Sébastein S, Kaga K. Binaural interaction of bone-conducted auditory brainstem responses in children with congenital atresia of the external auditory canal. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2003;67:1083-90.
26. Sohmer H, Freeman S, Geal-dor M, Adelman C, Savion I. BONE conduction experiments in humans – a fluid pathway from bone to ear. *Hearing Research.* 2000;146:81-8.

27. Stapells DR, Ruben RJ. Auditory Brain Stem responses to bone-conducted tones in infants. *Annals of otology, rhinology and laryngology*. 1989;98(12):941-9.
28. Stuart A, Yang EY, Stenstrom R, Reindorp AG. Auditory brainstem response thresholds to air and bone conducted clicks in neonates and adults. *The American Journal of Otolology*. 1993;14(2):176-82.
29. Stuart A, Yang EY. Effect of high-pass filtering on the neonatal auditory brainstem response to air-and bone-conducted clicks. *J Speech Hear Res*. 1994;37(2):475-9.
30. Stuart A, Yang EY. Gender effects in auditory brainstem responses to air- and bone-conducted clicks in neonates. *Journal of Communication Disorders*. 2001;34:229-39.
31. Stuart A, Yang EY, Stenstrom R. Effect of Temporal Area Bone Vibrator Placement on Auditory Brain Stem Response in Newborn Infants. *Ear and Hearing*, 1990;11(5):363-9.
32. Sturzebecher E, Wagner H, Cebulla M, Bischoff M. Frequency-specific brainstem responses to bone-conducted tone pulses masked by notched noise. *Audiology*. 1996;35(1):45-54.
33. Webb KC, Greenberg HJ. Bone-Conduction Masking for Threshold Assessment in Auditory Brain Stem Response Testing. *Ear and hearing*. 1983;4(5):261-6.
34. Vander werff KR, Prieve BA, Georgantas LM. Infant Air and Bone Conduction Tone Burst Auditory Brain Stem Responses for Classification of Hearing Loss and the Relationship to Behavioral Thresholds. *Ear & hearing*. 2009;30(3):350-68.
35. Yang EY, Rupert AL, Moushegian G. A Developmental Study of Bone Conduction Auditory Brain Stem Response in Infants. *Ear and hearing*. 1987;8(4):244-51.
36. Yang EY, Stuart A, Stenstrom R, Hollett S. Effect of vibrator to head coupling force on the Auditory Brain Stem Response to bone conducted clicks in newborn infants. *Ear and Hearing*. 1991;12(1):55-60.
37. Yang EY, Stuart A, Stenstrom R, Green WB. Teste-retest variability of the auditory brainstem response to bone-conducted clicks in newborn infants. *Audiolog*. 1993;32(2):89-94.
38. Yang EY, Stuart A, Mencher GT, Mencher LS, Vincer MJ. Auditory Brain Stem Responses to Air- and Bone-Conducted Clicks in the Audiological Assessment of At-Risk Infants. *Ear & Hearing*. 1993;14(3):175-82.
39. Ysunza A, Cone-wesson B. Bone conduction masking for brainstem auditory-evoked potentials (BAEP) in pediatric audiological evaluations. Validation of the test. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol*. 1987;12:291-302.
40. Ysunza A. Clicks by bone conduction versus bone-conducted masking for evaluation of brain stem auditory evoked potentials in pediatric patients. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex*. 1985;42(2):99-106.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620155714>

Recebido em: 20/02/2014

Aceito em: 07/08/2014

Endereço para correspondência:

Nathália Raphaela Pessôa Vaz Curado

Rua Camomila, quadra B 21, nº 08 - Ouro Preto

Olinda – PE – Brasil

CEP: 53370-450

E-mail: nathalia.raaphaela@hotmail.com