

Potenciais evocados auditivos do tronco encefálico por condução óssea em indivíduos normais****

Bone conduction auditory brainstem responses in normal hearing individuals

Vanessa Sabino de Freitas*
Kátia de Freitas Alvarenga**
Marina Morettin***
Elidiane Fugiwara de Souza****
Orozimbo Alves Costa Filho****

* Fonoaudióloga. Mestranda em Fonoaudiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo. Endereço para correspondência: Rua Joaquim Fidélis, 7-65 - Apto. 53 - Bauru - SP - CEP 17012-180 (vanfreitas@gmail.com).

**Fonoaudióloga. Professora Associada do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo.

***Fonoaudióloga. Especialista em Audiologia Clínica e Educacional pelo Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais - Universidade de São Paulo.

****Médico Otolologista. Professor Titular do Departamento de Fonoaudiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo. Coordenador do Centro de Pesquisas Audiológicas, do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo.

*****Trabalho Realizado na Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo. Apoio Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Artigo de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 17.06.2005.

Revisado em 31.08.2005; 16.03.2006; 30.08.2006.

Aceito para Publicação em 26.10.2006.

Abstract

Background: bone conduction auditory brainstem responses (ABR) in normal hearing individuals. Aim: to evaluate the clinical applicability of bone conduction ABR, characterizing normality and determining an assessment protocol. Method: participants of this study were 22 individuals with normal hearing (20dB NA), with ages between 20 and 30 years, 14 female and 8 male. All individuals were assessed using air and bone (vibrator positioned on the forehead and mastoid) conduction ABR. EP25 equipment, Interacoustic; 3A insertion phone; B-71 bone vibrator; click stimulus. Results: it was possible to evaluate the bone conduction ABR in all individuals. The results demonstrate that the electrophysiological threshold obtained when the vibrator was positioned on the forehead (32.69 ± 5.63 and 32.5 ± 7.07 dB nHL) was higher than that obtained when the vibrator was positioned on the mastoid (25.00 ± 7.33 and 30.00 ± 5.34 dB nHL) for both genders respectively. For this reason the vibrator was positioned on the mastoid. The electrophysiological threshold obtained by bone conduction was higher than that obtained by air conduction for both genders and also when all individuals were grouped together. Thus it is necessary to use a correction factor, according to the results, of 10dB nHL. The latency-intensity values of the V wave in the ipsilateral and contralateral recordings differed statistically according to gender, and should be considered separately. The value of 26.81 ± 6.99 dB nHL was adopted as being the normal threshold for bone conduction ABR. Conclusion: it is possible to evaluate bone conduction ABR in the clinical environment. These results, when considered along with the air conduction ABR, increase the chances of a more precise diagnosis regarding the type of hearing loss.


Key Words: Evoked potentials; Auditory; Brain Stem; Bone Conduction.

Resumo

Tema: potenciais evocados auditivos do tronco encefálico (PEATEs) por condução óssea. Objetivo: avaliar a aplicabilidade clínica da pesquisa dos PEATEs por condução óssea, caracterizando a normalidade e determinando um protocolo de avaliação. Método: participaram deste estudo 22 indivíduos, na faixa etária entre 20 e 30 anos, sendo 14 do sexo feminino e 8 do sexo masculino, com audição normal (20dB NA). Os indivíduos foram avaliados por meio dos PEATEs por condução aérea e óssea (vibrador na frente e mastóide). Equipamento EP25, Interacoustic; fone de inserção 3A; vibrador ósseo B-71; estímulo click. Resultados: foi possível realizar a pesquisa dos PEATEs por condução óssea em todos os indivíduos avaliados. Os resultados demonstraram que o limiar eletrofisiológico obtido com o vibrador na frente ($32,69 \pm 5,63$ e $32,5 \pm 7,07$ dB nHL) foi maior do que quando o vibrador foi posicionado na mastóide ($25,00 \pm 7,33$ e $30,00 \pm 5,34$ dB nHL), tanto para o sexo feminino quanto para o sexo masculino, respectivamente. Assim, optou-se pelo posicionamento do vibrador na mastóide. O limiar eletrofisiológico obtido por condução óssea foi maior que o limiar por condução aérea, com diferença estatisticamente significativa, nos sexos feminino e masculino, e com todos os indivíduos agrupados. Assim, faz-se necessária a utilização do fator de correção, que de acordo com os resultados deve ser de aproximadamente 10dB nHL. Os valores de normalidade para a função latência-intensidade da onda V no registro ipsilateral e contralateral diferem estatisticamente de acordo com o sexo feminino e masculino, devendo ser considerados separadamente. Para a normalidade do limiar eletrofisiológico por condução óssea adotou-se o valor de $26,81 \pm 6,99$ dB nHL. Conclusão: é possível realizar os PEATEs por condução óssea na prática clínica e em conjunto com os potenciais por condução aérea aumenta as possibilidades de um diagnóstico mais preciso quanto ao tipo de perda auditiva.

Palavras-Chave: Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico; Potenciais Evocados Auditivos; Condução Óssea.

Referenciar este material como:

 FREITAS, V. S. de.; ALVARENGA, K. F.; MORETTIN, M.; SOUZA, E. F.; COSTA FILHO, O. A. Potenciais evocados auditivos do tronco encefálico por condução óssea em indivíduos normais. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, Barueri (SP), v. 18, n. 3, p.323-330, set.-dez. 2006.

Introdução

Na avaliação audiológica infantil, a existência de perda auditiva pode ser definida por meio de testes comportamentais (audiometria com reforço visual, audiometria condicionada em cabina ou campo livre), testes eletroacústicos (emissões otoacústicas evocadas e pesquisa do reflexo estapediano) e testes eletrofisiológicos - potenciais evocados auditivos do tronco encefálico - PEATEs - e, mais recentemente, a resposta auditiva de estado estável (Roberson et al., 2003; Stueve e O'Rourke, 2003; Luts et al., 2004; Swanepoel et al., 2004; Santiago-Rodriguez et al., 2005).

Entretanto, a definição do tipo de perda auditiva existente (condutiva, mista ou neurosensorial), na maioria das vezes, não é um processo simples, visto que testes comportamentais requerem da criança um desenvolvimento cognitivo para compreender ordens complexas, muitas vezes, não esperado para a idade.

A pesquisa das emissões otoacústicas evocadas foi um grande avanço para o diagnóstico da deficiência auditiva neurosensorial, pois trata-se de um teste objetivo que avalia a funcionalidade das células ciliadas externas da cóclea, tornando-se uma importante ferramenta na triagem auditiva neonatal e na clínica (Fuzetti e Lewis, 2003). Entretanto, a realização deste procedimento em crianças com otite e malformação de orelha externa e/ou média fica prejudicada, pois o pré-requisito para a realização do teste é a integridade de orelha externa e/ou média (Doyle et al., 2004; Oostenbrink e Verhaagen-Wamaar, 2004; Hof et al., 2005; Janssen et al., 2005). Silveira et al. (2003) colocaram que a deficiência auditiva é um dos achados clínicos mais comuns em pacientes portadores de malformação de orelha, sendo assim, importante identificar e classificar a perda auditiva a fim de iniciar o tratamento o mais cedo possível.

Nestes casos, a possibilidade de obter-se o limiar eletrofisiológico por condução óssea na pesquisa dos potenciais evocados auditivos do tronco encefálico, parece ser o procedimento indicado para fornecer informações sobre a função auditiva nos aspectos sensorial e neural. Alguns estudos foram realizados utilizando os PEATEs com estimulação por condução óssea em animais (Sohmer e Freman, 2001), em crianças (Cornacchia et al., 1983; Stuart e Yang, 2001; Chapchap, 2002; Sheykhholeslami et al., 2003; Fichino, 2005), adultos portadores de perda auditiva condutiva (Maudin e Jeger, 1979), e adultos normais (Maudin e Jeger, 1979; Cornacchia et al., 1983; Gorga et al., 1993; Freitas et al., 2004).

Dentre estes estudos, poucos enfocaram o limiar eletrofisiológico e a análise da função

latência-intensidade da onda V por condução óssea. Cornacchia et al. (1983) e Stuart e Yang (2001) encontraram limiares eletrofisiológicos obtidos por condução aérea e óssea semelhantes, sendo que a perda auditiva condutiva não alterou o limiar eletrofisiológico quando este foi obtido por condução óssea (Maudin e Jeger, 1979).

Outro aspecto importante considerado na realização dos PEATEs por condução óssea é a região do crânio onde será posicionado o vibrador ósseo. O posicionamento do vibrador na região do osso temporal próximo a orelha estimulada foi defendido por Shiraishi et al. (1985) apud Kaga e Tanaka (1995), que relataram que os limiares por condução óssea com o vibrador posicionado na frente tiveram atenuação de 10dB se comparados aos limiares com o vibrador posicionado na mastóide. Shomer et al. (2000), ao estudarem o envolvimento do líquido cérebro espinhal na transmissão da energia vibratória por meio da pesquisa do limiar audiométrico por condução óssea, observaram que o mesmo foi menor quando o vibrador foi posicionado no osso temporal, quando comparado com o osso frontal. Yang et al. (1987) descreveram que quando o vibrador é colocado na região da mastóide em neonatos e criança de um ano, a latência da onda V é menor quando comparado aos ossos frontal e occipital, sendo que estas diferenças são pequenas quando adultos são avaliados.

Na literatura consultada a pesquisa dos PEATEs por condução óssea é um procedimento apresentado como pouco utilizado devido a alguns fatores interferentes, como a presença de artefatos, a faixa de frequência do *click* (1 a 4000Hz) e a necessidade do mascaramento (Campbell et al., 2004). Entretanto, existe o consenso de que sua utilização na avaliação de bebês e crianças é extremamente útil, fornecendo inúmeras informações na avaliação eletrofisiológica do sistema auditivo (Maudin e Jeger, 1979; Campbell, 2004).

Flabiano et al. (2002) realizaram um estudo para verificar a compatibilidade dos resultados obtidos a partir de dois equipamentos diferentes na realização dos PEATEs e observou que houve diferença estatisticamente significativa quanto aos valores das latências absolutas das ondas I, III, V, interpicos I-III e I-V, amplitudes das ondas I, III, V, e da relação da amplitude V/I obtidos com os dois equipamentos estudados. Sendo assim, concluíram que o equipamento de PEATEs utilizado deve ser considerado na análise dos dados, garantindo a obtenção de resultados confiáveis e aumentando a precisão diagnóstica.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a aplicabilidade clínica da pesquisa dos potenciais evocados auditivos do tronco encefálico por condução óssea, caracterizando a normalidade e determinando um protocolo de avaliação.

Método

O presente estudo foi realizado na Clínica do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru Universidade de São Paulo. Todos os voluntários receberam uma carta de informação e assinaram um termo de consentimento a respeito da participação no estudo e divulgação de seus resultados conforme Resolução 196/96. Aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC-USP) - Protocolo de Pesquisa nº 167/2001 em 14/11/2001.

Participaram deste estudo 22 indivíduos, sendo 14 do sexo feminino e 8 do sexo masculino, na faixa etária entre 20 e 30 anos, com audição normal (20dB NA) constatada na avaliação audiológica convencional (audiometria tonal liminar, logaudiometria e medida da imitância acústica). Foi selecionada a população adulta para garantir a precisão dos resultados da avaliação audiológica comportamental e eletrofisiológica, importantes para a análise comparativa dos dados.

Os parâmetros utilizados para a pesquisa dos PEATEs por condução aérea e óssea estão apresentados no Quadro 1.

Foram pesquisados os limiares eletrofisiológicos por condução aérea e óssea, com estimulação apenas em uma orelha, sendo que a definição da orelha a ser testada foi aleatória, ou seja, ora a orelha direita ora a orelha esquerda, para cada indivíduo avaliado. Por tratar-se de indivíduos normais não foi utilizado mascaramento.

Para o registro dos PEATEs foi utilizado o equipamento sistema de potenciais evocados EP25, *Interacoustic*.

Procedimento

O limiar eletrofisiológico obtido por condução aérea foi pesquisado diminuindo a intensidade de 20 em 20dB nHL até não ser mais visualizada a onda V, com aumento da mesma de 5 em 5dB nHL para determinar a última intensidade em que a onda V foi registrada. Por outro lado, por condução óssea, a intensidade foi diminuída de 10 em 10 dB nHL, seguindo-se, então, o mesmo procedimento para determinar o limiar eletrofisiológico porém, com a análise da função latência-intensidade da onda V. Em ambos os casos, a pesquisa foi realizada duas vezes em cada intensidade para verificar a reprodutibilidade das ondas.

Com a finalidade de determinar o melhor posicionamento do vibrador para diminuição do artefato elétrico, o registro foi realizado com o mesmo posicionado na frente e depois na mastóide.

Análise dos resultados

Os resultados passaram por um tratamento estatístico descritivo (média, desvio padrão, mínimo e máximo), teste t de *Student* para comparação entre sexos e teste t pareado para as comparações dentro dos grupos.

Resultados

Não foi possível realizar a pesquisa dos PEATEs por condução óssea nas intensidades de 60 e 55dB nHL em todos os indivíduos pesquisados, devido ao alto nível de rejeição, sendo assim, a pesquisa foi iniciada em 50dB nHL.

A Tabela 1 apresenta os valores dos limiares eletrofisiológicos (dB nHL) obtidos por condução aérea, condução óssea (vibrador posicionado na mastóide e frente), latências absolutas da onda V obtidas por condução óssea com o vibrador posicionado na mastóide, nas intensidades de 50, 40, 30 e 20dB nHL (registros ipsi e contralaterais).

A análise estatística descritiva e o resultado do teste t de *Student* ao comparar os limiares eletrofisiológicos obtidos com o vibrador ósseo posicionado na frente e na mastóide, em todos os indivíduos avaliados, encontra-se na Tabela 2. Não foi observado diferença estatisticamente significativa entre os sexos ao comparar o posicionamento do vibrador.

QUADRO 1. Parâmetros utilizados para a pesquisa dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico por condução aérea e óssea.

Parâmetros	Condução Aérea	Condução Óssea
transdutor	fone de inserção 3A	vibrador B-70
estímulo	<i>click</i>	<i>click</i>
velocidade	21,1 <i>clicks/s</i>	27,7 <i>clicks/s</i>
filtro	30 a 3000Hz	30 a 3000Hz
intensidade do estímulo para início da pesquisa do nível mínimo de resposta	80dB nHL	60dB nHL
posicionamento dos eletrodos	eletrodo ativo em Fz; eletrodos de referência em A1 e A2 (registros ipsilateral e contralateral)	eletrodo ativo em Fz; eletrodos de referência em A1 e A2 (registros ipsilateral e contralateral)
pressão do vibrador	—	entre 400 e 450 gramas

TABELA 1. Limiares eletrofisiológicos (dB nHL) obtidos por condução aérea, condução óssea (vibrador posicionado na mastóide e frente), latências absolutas da onda V (ms) obtida por condução óssea com o vibrador posicionado na mastóide, nas diversas intensidades pesquisadas.

Distribuição da Casuística - Função Latência Intensidade e Limiar Eletrofisiológico											
Indivíduo/Sexo	Intensidade (dB nHL)										
				50		40		30		20	
	LCA	LCO	LCO-Frente	Ipsi (ms)	Contra (ms)	Ipsi (ms)	Contra (ms)	Ipsi (ms)	Contra (ms)	Ipsi (ms)	Contra (ms)
1 / fem	20	20	30	6,60	6,63	7,03	7,03	7,63	7,77	9,33	9,33
2 / masc	20	35	35	---	---	6,97	6,97	---	---	---	---
3 / fem	15	15	40	6,70	6,70	7,17	7,17	---	8,30	8,30	---
4 / fem	15	20	20	7,0	7,0	7,33	7,47	7,93	8,07	---	---
5 / fem	25	25	35	6,40	6,57	6,70	6,83	7,47	7,47	---	---
6 / masc	15	25	35	7,07	7,17	7,80	7,83	8,77	8,83	---	---
7 / fem	20	30	-	---	---	7,17	7,33	8,00	8,00	---	---
8 / fem	20	20	30	6,03	6,13	6,60	6,60	7,03	7,03	7,30	7,30
9 / masc	20	25	40	6,33	6,33	6,97	6,97	7,73	7,73	---	---
10 / masc	25	30	20	6,73	6,73	7,17	7,17	9,03	9,03	---	---
11 / fem	15	15	30	6,60	6,70	6,90	6,90	7,50	7,73	8,10	8,10
12 / masc	20	30	30	7,43	7,43	7,70	7,70	8,37	8,37	---	---
13 / masc	20	25	35	7,27	7,27	7,80	7,80	8,73	8,73	---	---
14 / masc	20	40	25	6,87	6,87	8,17	8,17	---	---	---	---
15 / fem	20	35	35	7,60	7,60	7,73	7,73	---	---	---	---
16 / fem	25	30	35	7,10	---	7,93	7,1	---	7,93	---	---
17 / fem	15	30	40	6,43	6,50	6,70	6,87	7,23	7,23	---	---
18 / fem	20	20	40	6,57	6,57	6,97	7,03	7,47	7,63	8,20	8,20
19 / masc	25	30	40	7,33	7,33	7,83	7,97	8,87	8,87	---	---
20 / fem	15	25	30	6,33	6,40	6,83	6,83	7,30	7,40	---	---
21 / fem	15	25	30	6,80	6,80	7,23	7,23	7,60	7,60	---	---
22 / fem	25	40	30	6,63	6,77	7,47	7,63	---	---	---	---

Legenda: Fem: sexo feminino; Masc: sexo masculino; LCA: limiar eletrofisiológico por condução aérea; LCO: limiar eletrofisiológico por condução óssea (vibrador na mastóide), LCO-frente: limiar eletrofisiológico por condução óssea (vibrador na frente); Ipsi: registro ipsilateral com o vibrador na mastóide; Contra: registro contralateral com o vibrador na mastóide.

As Figuras 1 e 2 apresentam a pesquisa dos limiares eletrofisiológicos, registro ipsilateral, obtidos em um indivíduo do sexo feminino (indivíduo 18 na Tabela 1), com o vibrador posicionado na frente e mastóide, respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos, optou-se pelo vibrador posicionado na mastóide, sendo esta a posição considerada em todas as análises a seguir.

A Tabela 3 apresenta a análise estatística descritiva e o resultado do teste t pareado realizado para comparar os limiares eletrofisiológicos (dB nHL) obtidos por condução aérea e óssea, no sexo feminino, no sexo masculino e com todos os indivíduos agrupados.

Os resultados demonstraram diferença estatisticamente significativa quando comparados os limiares eletrofisiológicos obtidos por condução aérea e óssea, nos sexos feminino e masculino, e com todos os indivíduos agrupados.

Com relação ao tempo de registro para a pesquisa dos limiares eletrofisiológicos, a média foi de 30 minutos tanto para a estimulação por condução aérea quanto por condução óssea, entretanto, para alguns indivíduos este tempo era maior na pesquisa por condução óssea devido ao

artefato elétrico observado, sendo necessária a pesquisa mais que duas vezes em cada intensidade, para melhor definição da presença da onda V. Isto ocorria principalmente nas intensidades mais fracas, nas quais a amplitude dos PEATEs é menor.

Nas intensidades mais fracas, para a definição da presença da onda V, utilizou-se o contingente negativo SN10, assim como a presença da onda V no registro contralateral.

TABELA 2. Limiares eletrofisiológicos com o vibrador ósseo posicionado na frente e mastóide, nos indivíduos avaliados. Resultado do teste t de Student ao comparar os sexos nas diferentes posições do vibrador.

	Limiar Eletrofisiológica por Condução Óssea (dB nHL)			
	Mastóide		Frente	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
média	25,00	30,00	32,69	32,50
DP	7,33	5,34	5,63	7,07
mínimo	15,00	25,00	20,00	20,00
máximo	40,00	40,00	40,00	40,00
p	0,108		0,945	

FIGURA 1. Pesquisa dos limiares eletrofisiológicos obtidos em um indivíduo do sexo feminino, com o vibrador posicionado na frente.

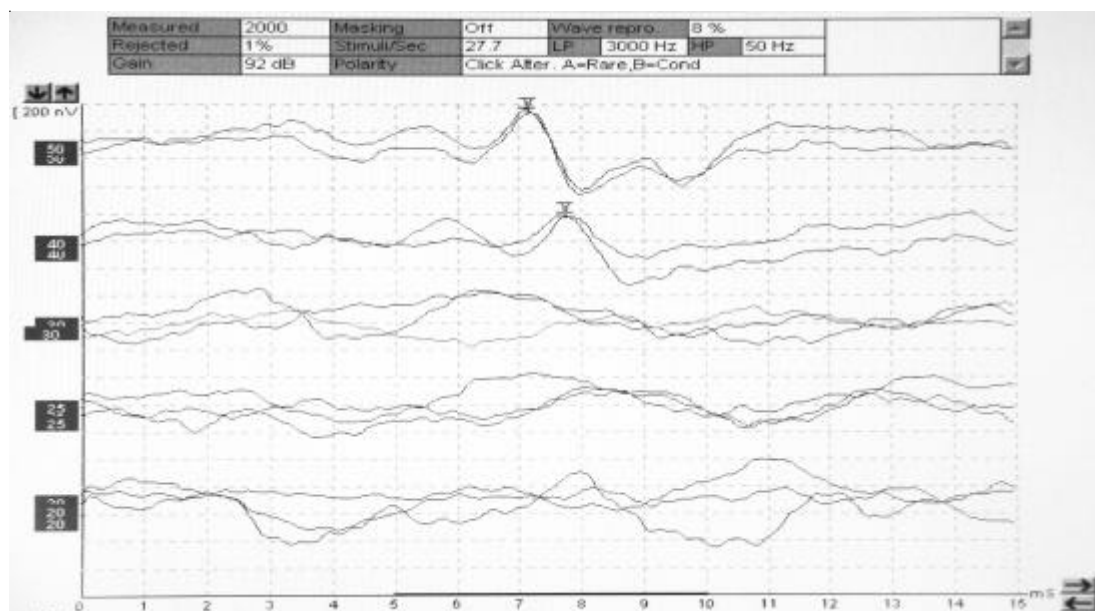


FIGURA 2. Pesquisa dos limiares eletrofisiológicos obtidos em um indivíduo do sexo feminino, com o vibrador posicionado na mastóide.

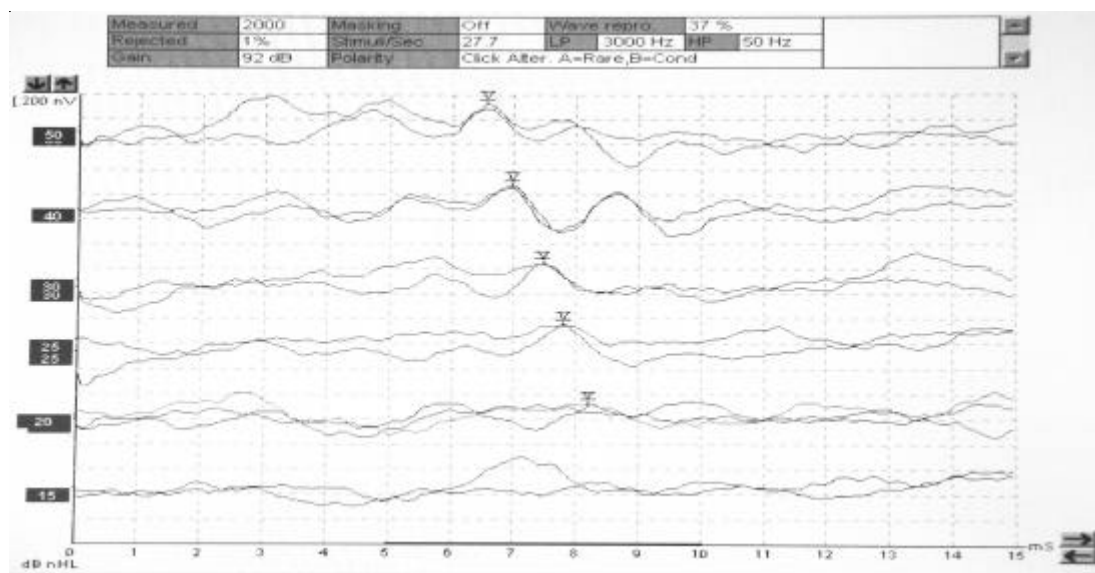


TABELA 3. Análise estatística descritiva dos limiares eletrofisiológicos obtidos por condução aérea e óssea, e teste t pareado para a comparação entre condução aérea e condução óssea.

Limiares Eletrofisiológicos - dB nHL						
	Sexo Feminino		Sexo Masculino		Ambos os Sexos	
	Condução Aérea	Condução Óssea	Condução Aérea	Condução Óssea	Condução Aérea	Condução Óssea
média	18,93	25,00	20,62	30,00	19,54	26,81
DP	4,01	7,34	3,20	5,34	3,75	6,99
mínimo	15,00	15,00	15,00	25,00	15,00	15,00
máximo	25,00	40,00	25,00	40,00	25,00	40,00
P	0,003*		0,002*		0,00001*	

**p 0,05: estatisticamente significativa

Outro dado analisado foi a função latência-intensidade, no registro ipsilateral e contralateral. Na análise dos resultados constatou-se diferença estatisticamente significativa entre os sexos nas latências absolutas da onda V nas intensidades de 40 e 30dB nHL, nos registros ipsilateral ($p = 0,03$ e $p = 0,000006$, respectivamente) e contralateral ($p = 0,08$ e $p = 0,01$, respectivamente). Desta forma, os valores de normalidade neste estudo para a função latência-intensidade da onda V diferem de acordo com o sexo feminino e masculino.

A Tabela 4 apresenta a análise estatística descritiva e o resultado do teste t pareado realizado para comparar os registros ipsilateral e contralateral da latência da onda V nas diversas intensidades pesquisadas, de acordo com os sexos.

Nos indivíduos do sexo feminino foi observada diferença significativa entre as latências absolutas da onda V nos registros ipsilateral e contralateral, nas intensidades de 50 e 30dB nHL.

TABELA 4. Análise estatística descritiva da latência da onda V nas diversas intensidades pesquisadas, de acordo com os sexos, e teste t pareado para comparação dos registros ipsilateral (ipsi) e contralateral (contra).

Função Latência Intensidade da Onda V (ms)											
Intensidade (dB nHL) Condução Óssea		Sexo Feminino					Sexo Masculino				
		Média	DP	Mínimo	Máximo	P	Média	DP	Mínimo	Máximo	P
50	ipsi	6,64	0,39	6,03	7,60	0,008*	7,00	0,39	6,33	7,43	0,355
	contra	6,70	0,36	6,13	7,60		7,02	0,39	6,33	7,43	
40	ipsi	7,13	0,39	6,60	7,93	0,991	7,55	0,45	6,97	8,17	0,260
	contra	7,12	0,33	6,60	7,73		7,57	0,47	6,97	8,17	
30	ipsi	7,52	0,30	7,03	8,00	0,020*	8,58	0,47	7,73	9,03	0,362
	contra	7,59	0,32	7,03	8,30		8,59	0,48	7,73	9,03	
20	ipsi	8,23	0,83	7,30	9,33	----	----	----	----	----	----
	contra	8,23	0,83	7,30	9,33		----	----	----	----	

* $p < 0,05$: estatisticamente significante

Discussão

No presente estudo, utilizou-se o limiar eletrofisiológico por condução óssea para a análise do posicionamento mais adequado do vibrador (mastóide ou frente), ao contrário do trabalho de Yang et al. (1987) que estudou a latência absoluta da onda V.

Do total de indivíduos avaliados, apenas um não apresentou registro dos PEATEs quando o vibrador foi posicionado na frente, como mostra a Tabela 1. Os resultados demonstraram que o limiar eletrofisiológico obtido com o vibrador na frente ($32,69 \pm 5,63$ e $32,5 \pm 7,07$ dB nHL) foi maior do que quando o vibrador foi posicionado na mastóide ($25 \pm 7,33$ e $30 \pm 5,34$ dB nHL), tanto para o sexo feminino quanto para o sexo masculino, respectivamente (Tabelas 1 e 2 e figuras 1 e 2), o que está de acordo com o descrito por Shiraishi et al. (1985) apud Kaga e Tanaka (1995). Portanto, a opção do vibrador posicionado na frente não foi assumida, visto que, além da maioria dos indivíduos relatarem intenso desconforto com o vibrador nesta posição, o fator de correção necessário seria maior, e conseqüentemente, mais uma variável a ser analisada

na pesquisa dos PEATEs por condução óssea. Provavelmente, este achado apresenta justificativas acústica e fisiológica. Primeiro, a calibração do vibrador é realizada na mastóide artificial, ou seja, a intensidade referente ao 0dB nHL para cada frequência é definida considerando esta estrutura particular. Segundo, a estrutura óssea da frente é mais compacta, oferecendo maior impedância a transmissão do som, sendo necessário maior energia para ocorrer a vibração do crânio, justificando assim, o limiar eletrofisiológico elevado. Desta forma, recomenda-se que a pesquisa do limiar eletrofisiológico por meio dos PEATEs por condução óssea seja realizada com o vibrador posicionado na mastóide, como descrito por Shiraishi et al. (1985) apud Kaga e Tanaka (1995).

Neste estudo, o limiar eletrofisiológico obtido por condução óssea apresentou valor de $25 \pm 7,33$ dB nHL com valor mínimo de 15dB nHL no sexo feminino e de $30 \pm 5,34$ dB nHL com valor mínimo de 25dB nHL no sexo masculino (Tabela 2). Apesar do limiar eletrofisiológico por condução óssea nos indivíduos do sexo masculino ser mais elevado, não houve diferença estatisticamente significativa quando comparados os sexos ($p = 0,108$).

Desta forma, para a análise da normalidade do limiar eletrofisiológico por condução óssea utilizouse os dados de todos os indivíduos agrupados. Portanto, adotou-se o valor de $26,81 \pm 6,99$ dB nHL como referência da normalidade.

Outro dado importante é que o limiar eletrofisiológico obtido por condução óssea ($26,81 \pm 6,99$) foi maior que o limiar por condução aérea ($19,54 \pm 3,75$ dB nHL), com diferença estatisticamente significativa, sendo necessária a utilização do fator de correção, que de acordo com os resultados deve ser de aproximadamente 10 dB nHL, ou seja, 10 dB nHL por condução óssea corresponde aproximadamente a 0 dB nHL por condução aérea (Tabela 3). Os achados vão de encontro ao descrito por Cornacchia et al. (1983) e Stuart e Yang (2001).

A Tabela 4 mostra que nos indivíduos do sexo feminino foi observada diferença significativa entre as latências absolutas da onda V no registro ipsilateral e contralateral, nas intensidades de 50 e 30 dB nHL. Apesar dos valores de média das latências da onda V para os registros ipsi e contralaterais terem sido muito próximos nestas intensidades, observou-se que, sempre que houve diferença na latência, esta foi maior no registro contralateral. Este é um fato relevante porque mostra uma tendência da latência ser sempre maior em um sentido, no caso no registro contralateral.

Assim, de acordo com os resultados obtidos, o protocolo proposto para a pesquisa do limiar eletrofisiológico por condução óssea é:

- . vibrador posicionado na mastóide da orelha na qual o limiar eletrofisiológico deverá ser pesquisado;
- . registro ipsilateral à orelha estimulada (utilização de um canal de registro, sendo o eletrodo ativo em Fz e referência em A1 ou A2, ipsilateral à orelha estimulada);
- . valor de normalidade na casuística a ser utilizado para a latência da onda V (ms) no sexo feminino: $6,64 \pm 0,39$ na intensidade de 50 dB nHL; $7,13 \pm 0,39$ na intensidade de 40 dB nHL; $7,52 \pm 0,30$ na intensidade de 30 dB nHL e $8,23 \pm 0,83$ na intensidade de 20 dB nHL. Para o sexo masculino: $7,00 \pm 0,39$ na intensidade de 50 dB nHL; $7,55 \pm 0,45$ na intensidade de 40 dB nHL e $8,58 \pm 0,47$ na intensidade de 30 dB nHL. Não foi registrado a onda V na intensidade de 20 dB nHL em todos os indivíduos avaliados do sexo masculino.

No caso em que o nível de artefato elétrico é muito intenso, interferindo no registro, por exemplo em alguns indivíduos com malformação de orelha externa, no qual o vibrador e eletrodo ficam muito

próximos (vibrador posicionado na mastóide), pode ser utilizado o seguinte protocolo:

- . vibrador posicionado na mastóide da orelha na qual o limiar eletrofisiológico deverá ser pesquisado;
- . registro contralateral à orelha estimulada (utilização de 1 canal de registro, sendo o eletrodo ativo em Fz e referência em M1 ou M2, contralateral à orelha estimulada);
- . padrão de normalidade a ser utilizado para a latência da onda V (ms) no registro contralateral é: para o sexo feminino de $6,70 \pm 0,36$ na intensidade de 50 dB nHL; $7,12 \pm 0,33$ na intensidade de 40 dB nHL; $7,59 \pm 0,32$ na intensidade de 30 dB nHL e $8,23 \pm 0,83$ na intensidade de 20 dB nHL. Para o sexo masculino os valores serão de $7,02 \pm 0,39$ na intensidade de 50 dB nHL; $7,57 \pm 0,47$ na intensidade de 40 dB nHL e $8,59 \pm 0,48$ na intensidade de 30 dB nHL. Não foi registrado a onda V na intensidade de 20 dB nHL em todos os indivíduos avaliados do sexo masculino.

Desta forma, haverá uma redução do artefato elétrico devido ao distanciamento entre o eletrodo e o vibrador. Entretanto, é importante ressaltar que, no registro contra-lateral perde-se o registro da onda I, que em alguns casos de perda auditiva assimétrica ou unilateral auxilia na definição do uso do mascaramento na orelha contralateral.

Outro dado importante, é que o valor para referência da normalidade deve ser analisado considerando o sistema de registro de potenciais que está sendo utilizado, ou seja, a calibração biológica deve ser sempre realizada para a definição de diagnósticos precisos (Flabiano et al. 2002).

A realização da pesquisa dos PEATEs por condução óssea é mais complexa do que quando realizado por condução aérea, exigindo maior cuidado e competência técnica do examinador, para tomadas de decisões para redução do artefato elétrico geralmente presente (Campbell et al. 2004) e principalmente para a análise precisa do registro que apresenta morfologia, em alguns casos, com reprodutibilidade de difícil visualização.

A possibilidade de pesquisar a funcionalidade da orelha interna em indivíduos com malformação por meio dos PEATEs por condução óssea, é de suma importância clínica, visto que, como descrito por Silveira et al. (2003), a caracterização e classificação da perda auditiva nestes indivíduos permitirá que o tratamento seja definido de acordo com o quadro clínico apresentado, destacando que este deve ser iniciado o mais cedo possível.

Conclusão

Diante dos achados deste estudo conclui-se que os potenciais auditivos evocados do tronco encefálico por condução óssea são possíveis de serem realizados na prática clínica e em conjunto com os potenciais por condução aérea aumenta as possibilidades de um diagnóstico mais preciso quanto ao tipo de perda auditiva.

Referências Bibliográficas

CAMPBELL, P.; HARRIS, C.; HENDRICKS, S.; SIRIMANNA, T. Bone conduction auditory brainstem responses in infants. *J. Laryngol Otol.*, London, v. 118, n. 2, p. 117-122, feb. 2004.

CHAPCHAP, M. *Respostas elétricas de tronco encefálico por estimulação aérea e óssea em neonatos*. 2002. 80 f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) - Curso de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

CORNACCHIA, L.; MARTINI, A.; MORRA, B. Air and bone conduction brain stem responses in adults and infants. *Audiol.*, New York, v. 22, n. 5, p. 430-437, sep.-oct. 1983.

DOYLE, K.; KONG, Y.; STROBEL, K.; DALLAIRE, P.; RAV, R. M. Neonatal middle ear effusion predicts chronic otitis media with effusion. *Otol Neurotol.*, Hagerstown, v. 25, n. 3, p. 318-322, may. 2004.

FICHINO, S. *Estudo do potencial evocado auditivo de tronco encefálico por via aérea e via óssea em crianças de até dois meses de idade*. 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) - Faculdade de Fonoaudiologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

FLABIANO, F.; LEITE, R.; MATAS, C. Audiometria de tronco encefálico em adultos audiologicamente normais: comparação das latências absolutas das ondas I, III, V, interpicos I-III, III-V, I-V, amplitudes das ondas I, III, V e relação da amplitude V/I, obtidas em dois equipamentos diferentes. *Acta AWHO*, São Paulo, v. 21, n. 2, abr.-jun. 2002. Disponível em: <http://www.actaawho.com.br/edicao/conteudo.asp?edi_id=58tpc_id=18con_id=11>. Acesso em: 20 ago. 2006.

FREITAS, V.; MORETTIN, M.; AGOSTINHO, R.; SOUZA, E.; ALVARENGA, K.; COSTA, O. Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico por via óssea no diagnóstico audiológico de crianças com malformação de orelha externa e/ou média. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE AUDIOLOGIA, 19., 2004, Bauru. *Anais...* Bauru: Academia Brasileira de Audiologia, 2004. CD-ROM.

FUZETTI, C.; LEWIS, D. Emissões otoacústicas espontâneas e evocadas por estímulo transiente em recém-nascidos. *Pró-Fono R. Atual. Cient.*, Barueri, v. 15, n. 2, p. 189-198, maio-ago. 2003.

GORGA, M.; KAMINSKI, J.; BEAUCHAINE, K.; BERGMAN, B. A comparison of auditory brain stem response thresholds and latencies elicited by air-and bone-conducted stimuli. *Ear Hear.*, Baltimore, v. 14, n. 2, p. 85-94, apr. 1993.

HOF, J.; ANTEUNIS, L.; CHENAULT, M.; VAN DIJK, P. Otoacoustic emissions at compensated middle ear pressure in children. *Int. J. Audiol.*, Hamilton, v. 44, n. 6, p. 317-320, jun. 2005.

JANSSEN, I.; GEHR, D.; KLEIN, A.; MULLER, J. Distortion product otoacoustic emissions for hearing threshold estimation and differentiation between middle-ear and cochlear disorders in neonates. *J. Acoust. Soc. Am.*, Lancaster, v. 117, n. 5, p. 2969-2979, may. 2005.

LUTS, H.; DESLOOVERE, C.; DUMAR, A.; VANDERMEERSCH, E.; WOUTERS, J. Objective assessment of frequency-specific hearing thresholds in babies. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, Amsterdam, v. 68, n. 7, p. 915-926, jul. 2004.

MAULDIN, L.; JERGER, J. Auditory brain stem evoked responses to bone-conducted signals. *Arch. Otolaryngol.*, Chicago, v. 105, n. 11, p. 656-661, nov. 1979.

OOSTENBRINK, P.; VERHAAGEN-WARNAAR, N. Otoacoustic emissions. *Am. J. Electroneurodiagnostic Technol.*, Carroll, v. 44, n. 3, p. 189-198, sep. 2004.

ROBERSON JR., J. B.; O'ROURKE, C.; STIDHAM, K. R. Auditory steady-state response testing in children: evaluation of a new technology. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, Rochester, v. 129, n. 1, p. 107-113, jul. 2003.

SANTIAGO-RODRIGUEZ, E. et al. Auditory steady-state responses in infants with perinatal brain injury. *Pediatr. Neurol.*, New York, v. 32, n. 4, p. 236-240, apr. 2005.

SHIRAIISHI, K.; SDA, T.; KATO, J. Bone ABRs at different stimulus sites. *Audiol.*, Japão, n. 28, p. 451-452, 1985. Apud: 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.*, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 13-21, apr. 1995.

SHEYKHOLESLAMI, K.; MOHAMMAD, H. K.; 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.*, Amsterdam, v. 67, n. 10, p. 1083-1090, oct. 2003.

SILVEIRA, T. da.; CASTIQUINI, E.; SHAYEB, D.; MEYER, A. Adaptação de AASI em paciente portador de agenesia de conduto auditivo externo. *Pró-Fono R. Atual. Cient.*, Barueri, v. 15, n. 1, p. 95-100, jan.-abr. 2003.

SOHMER, H.; FREMAN, S. The latency of auditory nerve brainstem evoked responses to air-and bone-conducted stimuli. *Hear. Res.*, Amsterdam, v. 160, n. 1-2, p. 111-113, oct. 2001.

SOHMER, H.; FREEMAN, S.; GEAL DOR, M.; ADELMAN, C.; SAVION, I. Bone conduction experiments in humans: a fluid pathway from bone to ear. *Hear. Res.*, Amsterdam, v. 146, n. 1 e n. 2, p. 81-88, mês. 2000.

STUART, A.; YANG, E. Gender effects in auditory brainstem responses to air- and bone- conducted clicks in neonates. *Communic. Disord.*, Amsterdam, v. 34, n. 3, p. 229-239, may-jun. 2001.

STUEVE, M.; O'ROURKE, C. Estimation of hearing loss in children: comparison of auditory steady-state response, auditory brainstem response, and behavioral test methods. *Am. J. Audiol.*, Rockville, v. 12, n. 2, p. 125-136, dec. 2003.

SWANEPOEL, D.; HUGO, R.; ROODE, R. Auditory Steady-State response for children with severe to profound hearing loss. *Arch Otolaryngol. Head Neck Surg.*, Chicago, v. 130, n. 5, p. 531-535, may. 2004.

YANG, E.; RUPERT, A.; MOUSHEGIAN, G. A developmental study of bone conduction auditory brain stem response in infants. *Ear Hear.*, Baltimore, v. 8, n. 4, p. 244-251, aug. 1987.