

Aplicação do teste de lateralização sonora em idosos***

Application of the lateralization sound test in elderly individuals

Carolina Battaglia Frota Fonseca*

Maria Cecília Martinelli Iório**

*Fonoaudióloga. Mestre em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina. Endereço para correspondência: Rua Washington Campos do Amaral, 120, apto B1 - São Roque - SP - CEP 18136-010 (cbffonseca@yahoo.com.br).

**Fonoaudióloga. Doutora em Ciências dos Distúrbios da Comunicação Humana - Campo Fonoaudiológico - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina.

***Trabalho Realizado no Ambulatório da Disciplina de Distúrbios da Audição - Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP - EPM).

Abstract

Background: the ability to determine the direction of a sound source is based on the fact that sounds reach both ears at different times, phase, intensity and/or frequency. The perception of a sound source favors speech intelligibility in noisy environments. Aim: to identify the minimum time of interaural delay - produces lateralization to the ear which the stimulus reached first - through ascendant and descendent techniques, using the Sound Lateralization Test in elderly individuals with normal hearing thresholds in the frequencies which are most important for speech comprehension. Method: the Lateralization Test was used in 30 individuals with ages above 60 years, who presented hearing thresholds up to 25 dBHL in 500, 1000 e 2000Hz and with no air-bone gap. Results: mean times of interaural delay in sound lateralization were: a) ascending technique: 125.56sec. (female) and 83.61sec. (male); b) descending technique: 95.06sec. (female) and 61.68sec (male). Conclusion: there is no difference between the mean time of interaural delay in sound lateralization obtained with the ascending or descending technique regarding the variable initial tested ear (right or left ear); the mean time of interaural delay in sound lateralization is smaller in males, when considering both ascendant and descendent techniques; the mean time of interaural delay in sound lateralization obtained with the descendent technique is smaller than that obtained with the ascendant technique; individuals who present hearing losses beginning at 3000Hz have smaller mean times of interaural delay in sound lateralization than normal hearing individuals in both techniques.

Key Words: Hearing; Elderly; Sound Perception.

Resumo

Tema: a habilidade de determinar a direção da fonte sonora está baseada no fato de que os sons chegam às duas orelhas em tempo, fase, intensidade e/ ou frequência diferentes. A percepção da direção da fonte sonora favorece a inteligibilidade de fala em ambientes ruidosos. Objetivo: identificar o menor tempo de atraso interaural, que é capaz de produzir lateralização para a orelha em que o estímulo chegou primeiro, por meio das técnicas ascendente e descendente, utilizando-se o Teste de Lateralização Sonora, em indivíduos idosos, com audição normal nas frequências mais importantes para a compreensão da fala. Método: foi aplicado o Teste de Lateralização Sonora em 30 indivíduos acima de 60 anos de idade, que possuíam limiares de audibilidade até 25dBNA nas frequências de 500, 1000 e 2000Hz, sem gap aéreo-ósseo. Resultados: os tempos médios de atraso interaural de lateralização sonora foram: a) técnica ascendente: 125,56s (sexo feminino) e 83,61 s (sexo masculino); b) técnica descendente: 95,06 s (sexo feminino) e 61,68s (sexo masculino). Conclusão: não há diferença entre o tempo médio de atraso interaural de lateralização sonora, obtido com a técnica ascendente e descendente segundo a variável lado de início do teste (orelha direita ou orelha esquerda); o tempo médio de atraso interaural de lateralização sonora é menor nos indivíduos do sexo masculino, em ambas as técnicas, descendente e ascendente; o tempo de atraso interaural médio obtido por meio da técnica descendente é menor que o obtido na técnica ascendente; os indivíduos que apresentam perda de audição à partir da frequência de 3000Hz têm tempo médio de atraso interaural de lateralização sonora menor que os indivíduos com audição normal, tanto na técnica ascendente quanto na técnica descendente.

Palavras-Chave: Audição; Idoso; Percepção Sonora.

Artigo de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 10.11.2003.
Revisado em 09.09.2003; 13.10.2003;
23.11.2004; 20.01.2006; 03.04.2006;
12.05.2006; 06.07.2006.
Aceito para Publicação em 06.07.2006.

Referenciar este material como:



FONSECA, C. B. F.; IÓRIO, M. C. M. Aplicação do teste de lateralização sonora em idosos. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, Barueri (SP), v. 18, n. 2, p. 197-206, maio-ago. 2006.

Introdução

Ouvir é uma habilidade que depende da capacidade biológica inata e da vivência do indivíduo no meio ambiente. Este processo torna-se importante no aprendizado da linguagem e quando ocorre prejuízo nesta habilidade de ouvir também podem ocorrer dificuldades com a linguagem receptiva ou expressiva.

Processamento auditivo é o termo utilizado para se referir à série de processos que envolvem predominantemente as estruturas do sistema nervoso central: vias auditivas e córtex. O processamento auditivo envolve a detecção de eventos acústicos, capacidade de discriminá-los quanto ao local, espectro, amplitude e tempo (Pereira e Schochat, 1997; Ziliotto et al., 2002).

A localização da fonte sonora é um dos fatores mais importantes na prevenção de acidentes de trabalho, especialmente quando os indivíduos utilizam próteses auditivas ou protetores auriculares para a exposição ao ruído (Inoue, 2001).

Os seres humanos são capazes de discriminar uma fonte sonora que possua somente dois graus de diferença com o plano horizontal e se este estiver localizado à sua frente. A habilidade de determinar a direção da fonte sonora está baseada no fato de que os sons chegam às duas orelhas em tempo, fase, intensidade e/ ou frequência diferentes.

Para sons contínuos, a maior pista para a localização do sinal horizontal (direita - esquerda), de frequências abaixo de 1500Hz, é a diferença de tempo interaural, apresentada nas duas orelhas, enquanto que a maior pista para as frequências altas é a diferença de intensidade interaural e as pistas espectrais (Babkoff et al., 2002).

Quando ambas as pistas sonoras são a favor da mesma orelha (pistas de tempo e maior intensidade), a imagem se funde e é facilmente localizada. Quando as pistas estão em oposição (em uma orelha mais rápida e em outra mais intensa), o ouvinte pode escutar dois sons, um que é dependente da intensidade e o outro do tempo (Ballachanda e Moushegian, 2000).

Os sons cuja fonte se localiza em frente ou atrás, porém com desvio para a direita ou à esquerda, chegam às orelhas com pequena diferença de tempo ou latência, pois o som viajará por distâncias diferentes para chegar às orelhas. Consegue-se detectar latências de 10 a 20 microssegundos.

A cabeça também pode atuar como atenuador e amplificador de som, resultando em uma melhor percepção da direção da fonte (se a diferença de intensidade for de 5 a 15dB a 2kHz). Isso ocorre porque a cabeça serve de obstáculo para a chegada

de sons, em uma das orelhas, chegando em menor intensidade (efeito sombra), enquanto a outra orelha receberá os sons sem anteparo e com reflexão destes, havendo um aumento de intensidade do som (efeito ilusório). Esses efeitos estão mais presentes em frequências acima de 500Hz (Bento et al., 1998).

A localização correta da fonte sonora no espaço requer que o sistema auditivo do ouvinte seja capaz de perceber diferenças interaurais muito pequenas de tempo e intensidade (Ungan et al., 2001). Essas diferenças podem melhorar significativamente a inteligibilidade de fala em ambientes ruidosos.

Como a audição é um processo binaural, o cérebro, por meio da comparação das duas entradas auditivas, pode resolver complexidades acústicas, determinar a direção do som e otimizar um sinal relevante na presença de outros sons ou ruídos (Schweitzer, 2003).

O complexo olivar superior representa a primeira etapa da via auditiva composta de aferências provenientes das duas orelhas, exercendo um papel funcional na localização da fonte sonora e na audição binaural. A audição binaural é exercida por meio da análise de diferenças de intensidade e tempo dos sons recebidos de ambos os lados e do reforço no sistema de transmissão de informações por salvas em períodos de tempo determinado. Suas lesões alteram expressivamente a localização dos sons. No complexo olivar se originam as fibras mais periféricas do sistema auditivo eferente (Munhoz et al., 2000).

Quando os sons são apresentados por meio de fones de ouvido, a fonte sonora, ou as fontes sonoras, parecem estar localizadas, sem exceção, dentro da cabeça do indivíduo. A localização intracraniana (localização dentro da cabeça) é denominada lateralização, em oposição à localização, que é percebida fora da cabeça, de acordo com a direção e distância da fonte sonora.

Para que exista uma precisão tanto na localização quanto na lateralização da fonte sonora, é necessário que o processamento auditivo central e periférico estejam intactos e capazes de utilizar pequenas diferenças interaurais de tempo e intensidade (Lewald e Karnath, 2001; Babkoff et al., 2002; Lewald e Karnath, 2002).

A lateralização sonora e a habilidade de discriminação da fala são intimamente relacionadas à função do sistema auditivo central (Kubo et al., 1998; Kaiser e Lutzenberger, 2001). Em contrapartida, o estudo da lateralização contribui para a avaliação do sistema nervoso central (SNC), pois permite o controle dos estímulos, tarefa que é difícil ser realizada em campo livre. Para entender os vários tipos de

desordens auditivas, tanto periféricas quanto centrais, muitas vezes é necessário relacioná-las à região ou ao local onde a desordem ocorre (Schochat e Musiek, 2002).

A separação física das orelhas impõe um tempo de atraso interaural ao estímulo que chega à membrana timpânica de uma fonte sonora localizada em algum ponto não equidistante das duas orelhas. Quando um sinal binaural é apresentado a um ouvinte, e uma pequena diferença de tempo (< 500s) é introduzida, a percepção é de uma fonte sonora que tem uma localização no lado da cabeça favorecido pela diferença interaural, por exemplo, lado esquerdo para um estímulo em que o sinal da orelha esquerda precedeu o da direita. Essa ilusão auditiva é denominada efeito de precedência (Musiek e Lamb, 1999). Se a diferença interaural de tempo for diminuída gradualmente, a imagem sonora vai se dirigindo para a linha central (Tedesco, 2002).

O aumento da idade pode afetar a audição de várias formas. A presbiacusia é a perda de audição neurosensorial associada com algumas mudanças degenerativas da idade. Os efeitos degenerativos podem envolver tanto a orelha interna quanto o SNC. A presbiacusia é descrita por um declínio estável na sensibilidade para tons puros, especialmente os de alta frequência. A diminuição na discriminação de fala também é relatada. O declínio em outras funções auditivas também está associado com o envelhecimento, como mudanças nos limiares de fusão auditiva e na percepção de diferenças binaurais, o que pode resultar numa perda funcional da habilidade dos idosos localizarem fontes sonoras e compreenderem a fala em condições de escuta desfavoráveis - presença de ruído (Babkoff et al., 2002).

O interesse no exame da relação entre o envelhecimento e o processamento auditivo temporal tem sido crescente, nos últimos anos, por causa da existência de idosos que frequentemente queixam-se de dificuldades para compreender a fala que não guardam relação com o nível de perdas auditivas que apresentam. Ou seja, enquanto alguns idosos com poucas dificuldades para detectar sons com baixa intensidade afirmam ter dificuldades para compreender a fala, principalmente em situações em que há ruídos ou reverberações, outros idosos com evidentes perdas auditivas, nem sempre apresentam tais queixas. Estudos recentes têm evidenciado que tais dificuldades com reconhecimento de fala podem estar relacionadas a perdas da capacidade de realizar o processamento temporal de sons, associadas ao envelhecimento (Neves e Feitosa, 2003).

O presente trabalho apresenta como objetivo identificar o menor tempo de atraso interaural, que é capaz de produzir lateralização para a orelha em que o

estímulo chegou primeiro, por meio das técnicas ascendente e descendente, utilizando-se o Teste de Lateralização Sonora (Tedesco, 2002), em indivíduos idosos, com audição normal nas frequências mais importantes para a compreensão da fala.

Método

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo, conforme consta do ofício número 0955/02. Todos os voluntários da pesquisa primeiramente leram a carta de informação e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os critérios de elegibilidade adotados para seleção dos participantes foram os seguintes:

- . indivíduos com idade superior a 60 anos;
- . já terem realizado avaliação audiológica (audiometria tonal e medidas de imitância acústica);
- . limiares de audibilidade até 25dBNA nas frequências de 500, 1000 e 2000Hz, sem gap aéreo-ósseo;
- . timpanometria com curva tipo A bilateralmente e reflexos acústicos estapedianos presentes nas frequências de 500, 1000 e 2000Hz.

Dessa forma, foram convidados 36 voluntários para participar deste trabalho, assim que terminaram a avaliação audiológica. Com esses, foi realizado o Teste de Lateralização Sonora.

Procedimento:

O Teste de Lateralização Temporal, elaborado por Tedesco (2002), foi gravado em CD e consiste de apresentações binaurais da palavra "paca", com tempos de atraso interaural entre 0 e 500s.

O CD apresenta três faixas, sendo a primeira correspondente ao treino do teste e as demais correspondentes ao teste propriamente dito:

1ª faixa: treino - contém 15 apresentações binaurais da palavra "paca" com diferenças de tempo de 0s, 500s de atraso à direita (D), e 500s de atraso à esquerda (E), arranjadas aleatoriamente.

2ª faixa: contém 20 diferenças de tempo de apresentação (de 454 a 23s) à D e E, totalizando 40 apresentações, em tempo descendente, porém arranjadas aleatoriamente.

3ª faixa: contém 20 diferenças de tempo de apresentação (de 23 a 454s) à D e E, totalizando 40 apresentações, arranjadas aleatoriamente, colocadas de forma ascendente.

Aplicação do teste:

Os indivíduos foram conduzidos a uma sala acusticamente tratada do ambulatório da Disciplina de Distúrbios da Audição do Hospital São Paulo (UNIFESP-EPM). O teste foi aplicado utilizando-se um CD, que foi apresentado em um CD *Compact Player* da marca AIWA. O nível de intensidade

utilizado foi o de maior conforto referido pelo indivíduo, ajustado no controle de volume do próprio CD *Compact Player*.

Como resposta, os pacientes foram orientados a assim que percebessem o estímulo a apontar em si mesmo o local de sensação da origem do som: lado direito, lado esquerdo ou centro da cabeça.

Primeiramente foi realizado o treino do teste (faixa 1 do CD). Dentre todos os voluntários, seis não conseguiram executar o treino, sendo então eliminados da amostra da presente pesquisa.

Desta forma, aos 30 indivíduos que conseguiram realizar o treino corretamente foi apresentado, em seguida, o teste propriamente dito (as faixas 2 e 3 do CD, mantendo-se sempre esta ordem de apresentação).

Finalmente, a casuística da pesquisa foi constituída de 30 indivíduos sendo 16 do sexo feminino e 14 do sexo masculino, e com idades variando entre 61 e 76 anos de idade (com média de 66,46 - Apêndice 1).

O registro de cada resposta do indivíduo foi anotado em um protocolo de respostas, também elaborado por Tedesco (2002), utilizando-se os símbolos D, quando lateralizou o som para o lado direito, E quando lateralizou o som para o lado esquerdo, e C quando sentiu o som no centro da cabeça, isto é, centralizou o som.

O lado em que o som chegou primeiro foi denominado de lado de início ou de orelha que iniciou o teste.

Análise estatística:

Para este trabalho, foi utilizada a técnica estatística comparação de médias univariada (ANOVA). Por ser uma técnica paramétrica, supõe-se que os erros para cada observação devem ter uma distribuição normal com média zero e variância constante.

O resultado de cada comparação possui uma estatística chamada de p-valor. Esta estatística é que ajuda a concluir sobre o teste realizado. Caso esse valor seja maior que o nível de significância adotado (erro ou), conclui-se, portanto, que a (a hipótese nula) é a hipótese verdadeira. Como normalmente adota-se um nível de significância de 0,05 (5%), pode-se dizer que se o p-valor for maior que 0,05 (5%), a conclusão será pela hipótese nula, caso contrário, será por, a hipótese alternativa. Os valores estatisticamente significantes são assinalados nas tabelas com um asterisco.

Também utilizou-se uma outra técnica apenas descritiva, denominada intervalo de confiança, quando quer se verificar o quanto a média pode variar numa determinada probabilidade de confiança.

Resultados

Este item é dividido em duas partes, a saber:

Parte 1: estudo do tempo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo as variáveis: lados de início, sexos e técnicas.

Parte 2: estudo do tempo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo o audiograma.

Parte 1:

A partir do levantamento dos dados (Apêndice 2), foi realizada uma análise descritiva geral das respostas dos 30 indivíduos no teste de lateralização sonora, em relação ao lado de início da apresentação do estímulo (direito e esquerdo) e às técnicas ascendente e descendente (Quadro 1).

QUADRO 1. Análise descritiva dos tempos de atraso interaural de lateralização sonora segundo o lado e a técnica.

Análise Descritiva	Descendente (μ s)		Ascendente (μ s)	
	OD	OE	OD	OE
média	69,67	89,30	94,67	117,30
desvio padrão	50,45	49,01	73,64	74,29
tamanho	30	30	30	30
mínimo	23	23	23	23
máximo	181	204	363	295
limite inferior	51,61	71,76	68,32	90,72
limite superior	87,72	106,84	121,02	143,88

Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda.

Estudo do tempo mínimo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo a variável lado de início (Tabela 1).

É apresentado a seguir o estudo comparativo dos resultados obtidos nos 30 pacientes, segundo a variável lado de início do estímulo orelha direita (OD), orelha esquerda (OE), em ambas as técnicas utilizadas no teste (ascendente e descendente).

Para este estudo, foi utilizado o método estatístico denominado ANOVA.

TABELA 1. Estudo comparativo do tempo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo o lado de início do teste, nas técnicas ascendente e descendente.

Orelhas	Descendente (μ s)		Ascendente (μ s)	
	OD	OE	OD	OE
média	69,67	89,30	94,67	117,30
desvio padrão	50,45	49,01	73,64	74,29
tamanho	30	30	30	30
p-valor	0,132		0,241	

Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda.

TABELA 2. Estudo comparativo do tempo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo a variável sexo.

Sexo	Descendente (µs)		Ascendente (µs)	
	Mulher	Homem	Mulher	Homem
média	95,06	61,68	125,56	83,61
desvio padrão	55,32	37,40	82,81	56,47
tamanho	32	28	32	28
p-valor	0,009*		0,028*	

TABELA 3. Estudo do tempo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo a variável técnica (ascendente e descendente).

Técnicas	Descendente	Ascendente
média	79,48	105,98
desvio padrão	50,30	74,22
tamanho	60	60
p-valor	0,024*	

TABELA 4. Estudo comparativo entre o tempo de atraso interaural médio de lateralização sonora, obtido nos indivíduos com audiometria normal e indivíduos com perda auditiva.

Normal X Perda Auditiva	Tempo Descendente (µs)		Tempo Ascendente (µs)	
	Perda	Normal	Perda	Normal
média	69,63	111,86	91,89	152,29
desvio padrão	48,08	44,81	69,91	71,20
tamanho	46	14	46	14
p-valor	0,005*		0,007*	

A partir do estudo realizado, pode-se afirmar que não há diferença estatisticamente significativa entre o tempo de atraso interaural segundo os lados de início pelas orelhas direita ou esquerda, em ambas as técnicas utilizadas no teste. Dessa forma, para a realização das demais análises, foram agrupados os resultados das duas orelhas - direita e esquerda.

Estudo do tempo mínimo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo a variável sexo (Tab.2):

A seguir realizou-se uma comparação entre o tempo de atraso interaural mínimo de lateralização sonora, obtido nos indivíduos do sexo feminino e masculino, para a técnica ascendente e técnica descendente. Para este estudo utilizou-se o teste estatístico ANOVA.

Este estudo revela que o tempo de atraso interaural de lateralização sonora é significativamente menor nos indivíduos do sexo masculino, em ambas as técnicas, descendente e ascendente.

Estudo do tempo mínimo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo a variável técnica (Tabela 3):

São demonstrados a seguir, os resultados obtidos nos 30 indivíduos (sexo feminino juntamente com sexo masculino), em uma análise comparativa da média das respostas para as duas técnicas estudadas.

A análise estatística demonstra que existe diferença estatisticamente significativa entre o tempo de atraso interaural médio obtido por meio das técnicas ascendente e descendente, sendo que a técnica descendente apresentou tempo menor que a técnica ascendente.

Parte 2

Corresponde a uma análise descritiva completa, segundo a comparação entre o desempenho no teste de lateralização sonora, dos sete indivíduos que apresentavam audiometria com resultados normais em todas as frequências (250 até 8 kHz) e dos 23 indivíduos que apresentavam audição normal nas frequências de 500, 1k e 2kHz, mas com rebaixamento do limiar, nas frequências a partir de 3kHz (Tabela 4).

Segundo a análise estatística realizada, há diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sendo que o grupo de indivíduos que apresenta rebaixamento do limiar à partir da frequência de 3000Hz, obteve tempos menores que o grupo de indivíduos com limiares audiométricos normais, tanto na técnica ascendente quanto na técnica descendente.

Discussão

Para tanto, serão mantidas as mesmas divisões utilizadas na apresentação dos resultados.

Parte 1 - discussão sobre o estudo do tempo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo as variáveis: lados de início, sexo e técnicas:

Na Parte 1 foi realizado o estudo do tempo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo as variáveis: lado de início do teste (orelha direita e orelha esquerda), sexo (feminino e masculino) e tipo de técnica utilizada (ascendente e descendente).

A primeira análise, referente ao lado de início do teste, revelou que os valores encontrados na orelha direita foram menores que os obtidos na orelha esquerda, no entanto, esta mudança não foi estatisticamente significativa quando o primeiro estímulo foi apresentado na orelha direita ou quando o primeiro estímulo foi apresentado na orelha esquerda, isto é, os pacientes apresentaram um desempenho semelhante sob estas duas condições

e em ambas as técnicas, ascendente e descendente, utilizadas no teste (Tabela 1).

Tedesco (2002) aplicou o teste de Lateralização Sonora em 80 jovens, do sexo feminino, com idades variando entre 18 e 25 anos, com audição normal e observou que os limiares da orelha esquerda foram significativamente menores que os limiares da orelha direita, tanto na técnica ascendente quanto na técnica descendente, o que discorda dos achados do presente estudo, que não revelou diferenças segundo a variável lado da orelha.

Ballachanda e Moushegian (2000) estudaram oito mulheres, com audição normal e simétrica. Apresentaram estímulos *tones burts*, com diferenças de tempo e intensidade interaurais, e perceberam que as curvas obtidas do lado direito e do lado esquerdo não eram idênticas, mas eram muito parecidas. Assim, concluíram que existe uma simetria entre os lados.

Lewald e Karnath (2002) avaliaram dez voluntários (com idades variando entre 20 a 35 anos) utilizando tons puros (1kHz, 100ms de duração) com variação de diferença de tempo interaural, apresentados por meio de fones de ouvido, enquanto os sujeitos estavam na posição vertical ou inclinados 45° ou 90° para a esquerda ou direita. Durante a inclinação do corpo, o plano médio auditivo da cabeça, medidos pelos resultados de funções psicométricas, estava sempre deslocado para a orelha de cima, indicando uma mudança da percepção auditiva da orelha de baixo, isto é, na direção da aceleração linear gravitacional. O melhor valor obtido com a inclinação do corpo em 90° foi de 25μs.

Para atingir uma lateralização sonora precisa durante o movimento, o sistema auditivo precisa levar em conta mudanças da posição da cabeça no espaço, especialmente quando o sinal sonoro é curto o bastante, e a resposta de orientação em direção àquele sinal não pode ser executada durante a sua presença (Lewald e Karnath, 2001). Como a audição é um processo binaural, o cérebro, por meio da comparação das duas entradas auditivas, pode resolver complexidades acústicas, determinar a direção do som e otimizar um sinal relevante na presença de outros sons ou ruídos (Schweitzer, 2003). Nas desordens auditivas centrais, torna-se importante relacioná-las à região ou ao local onde a desordem ocorre (Schochat e Musiek, 2002), já que segundo Munhoz et al., (2000), lesões no complexo olivar superior alteram expressivamente a localização dos sons. Além disso, Musiek e Lamb (1999) afirmam que os efeitos de lateralidade, ou de orelha, em pacientes com distúrbio de tronco encefálico mostram considerável variabilidade para as medidas eletrofisiológica e comportamental.

Kaiser e Lutzenberger (2001) afirmaram que considerando-se o processo de linguagem, os contrastes fonéticos entre os sons provocam uma assimetria eletroencefalográfica, com grandes amplitudes e curtas latências do hemisfério esquerdo, quando comparado ao direito. Isto demonstra que apenas na eletroencefalografia a resposta cerebral para mudanças dos estímulos auditivos, é sensível à especialização do córtex temporal esquerdo, durante o processamento da fala. Além disso, a magnetoencefalografia tem demonstrado que diferentes tipos de sons binaurais causam aumento da amplitude no hemisfério oposto ao lado da lateralização do som. Estes achados sugerem que exista uma especialização hemisférica para eventos auditivos no hemicampo contralateral, e podem aparecer muito claramente em respostas cerebrais para mudanças de estímulos.

A segunda análise, diz respeito às possíveis diferenças entre o desempenho dos indivíduos do sexo masculino e do sexo feminino. Observou-se que há diferença estatisticamente significativa entre os limiares de lateralização sonora dos indivíduos do sexo masculino e feminino, sendo que foram significativamente menores nos sujeitos do sexo masculino, nas técnicas ascendente e descendente. O tempo médio de atraso interaural foi de 95,06s no sexo feminino e 61,68s no sexo masculino, para a técnica descendente. Para a técnica ascendente, o tempo médio de atraso interaural foi de 125,56s no sexo feminino e 83,61s no sexo masculino (Tabela 2). Em contrapartida, a autora Tedesco (2002) encontrou limiares de lateralização maiores comparando-se com os obtidos no presente estudo, nos indivíduos do sexo feminino, sendo estes: 201,4s (OD) e 154,6s (OE) na técnica ascendente, e 293,8 s (OD) e 237,1s (OE) na técnica descendente. Os demais autores citados na literatura consultada não realizaram comparações entre os tempos de atraso interaural de lateralização sonora, segundo a variável sexo, em seus estudos.

A terceira análise é referente ao estudo comparativo entre o tempo médio de atraso interaural de lateralização sonora segundo as técnicas ascendente e descendente. A análise estatística demonstrou que existe diferença estatisticamente significativa entre o tempo médio de atraso interaural obtido nas técnicas ascendente e descendente, com uma maior facilidade por parte do indivíduo em responder para a técnica descendente - 79,48s, a qual apresentou tempos menores de lateralização que a técnica ascendente - 105,98s (Tabela 3). Estes achados discordam com os obtidos por Tedesco (2002), a qual encontrou tempos menores com a técnica ascendente com média de diferença interaural mínima de 201,4s (OD) e 154,6s (OE).

Parte 2 - discussão sobre o estudo do tempo de atraso interaural de lateralização sonora, segundo o audiograma:

Nesta etapa foi realizado o estudo comparativo do tempo médio de atraso interaural de lateralização sonora, entre os sete indivíduos que apresentavam audiometria com limiares menores ou iguais a 25 dB em todas as frequências (250 até 8000Hz) e os 23 indivíduos que apresentavam limiares menores ou iguais a 25dB somente nas frequências abaixo de 2000Hz. A finalidade deste estudo comparativo foi tentar constatar a hipótese de que indivíduos com perda de audição neurossensorial apresentariam tempos de atraso interaural de lateralização sonora maiores que os indivíduos com audição normal.

Por meio da análise estatística, pode-se verificar que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sendo que o grupo de indivíduos que apresentava rebaixamento do limiar à partir da frequência de 3000Hz, obteve tempos menores que o grupo de indivíduos com limiares audiométricos normais, em ambas as técnicas. Na técnica descendente, a média de tempo dos sujeitos normais foi de 111,86s e dos indivíduos com perda auditiva foi de 69,63s; e na técnica ascendente, a média de tempo foi de 152,29s para os indivíduos normais e 91,89s para os indivíduos com perda de audição (Tabela 4). Tais achados concordam com a afirmação de Neves e Feitosa (2003) de que a perda auditiva não necessariamente prediz a perda de resolução temporal.

Kubo et al. (1998) investigaram a relação entre a lateralização sonora e a discriminação de fala em pacientes com perdas de audição neurossensorial de etiologia desconhecida ou presbiacusia. Diferenças de tempo e de intensidade interaurais foram medidas e foram calculados os valores máximos de discriminação de fala bilaterais. Os indivíduos com bons valores de percepção de diferenças interaurais (de tempo e de intensidade) também apresentaram boa discriminação de fala e todos os indivíduos com percepção de diferenças interaurais ruim também apresentaram uma discriminação de fala pobre. Além disso, assim como no presente estudo, os autores afirmaram que a configuração audiométrica não afetou a lateralização sonora.

Babkoff et al. (2002) também afirmaram que ouvintes com perda de audição nas altas frequências conseguem localizar os estímulos no plano horizontal normalmente.

Ungan et al. (2001) avaliaram 13 voluntários (de 16 a 55 anos de idade), por meio de *clicks* apresentados dicóticos, com atrasos de tempo interaural ou com diferenças de intensidade interaural. Concluíram que as diferenças de tempo e de

intensidade interaurais são processadas por vias diferentes ou mesmo por em diferentes áreas do córtex auditivo.

Confrontando com resultados encontrados por Tedesco (2002), a qual realizou o teste de Lateralização Sonora com indivíduos jovens, e os resultados encontrados neste trabalho, pode-se dizer que os idosos apresentaram um menor tempo médio de atraso interaural de lateralização sonora em ambas orelhas e em todas as técnicas propostas (ascendente e descendente). Esta diferença pode ser devido principalmente, a um pequeno número de sujeitos idosos que teve limiares de lateralização excepcionalmente altos, enquanto a maioria dos ouvintes idosos apresentou limiares dentro de uma mesma faixa, quer tivessem perdas auditivas ou não.

Neves e Feitosa (2003) descreveram um relato de pesquisa envolvendo o processamento auditivo de jovens e idosos com e sem perdas auditivas. Procuraram verificar se os idosos teriam uma resolução temporal pior do que a de jovens e se este déficit seria restrito a pessoas com perdas auditivas. Os limiares de detecção dos dois grupos de idosos eram semelhantes e ambos tinham limiares mais altos que o grupo de jovens, sendo que a variabilidade dos resultados era maior nos grupos de idosos que no grupo de jovens. Isto permitiu-lhes concluir que a perda de resolução temporal não seria uma consequência inevitável do envelhecimento.

Por último, é importante ressaltar que a maioria dos autores realizou em seus trabalhos uma análise comparativa entre o desempenho de jovens e idosos, em testes de escuta direcional, pelo fato de suporem que com o envelhecimento, a diminuição da habilidade do sistema auditivo para processar diferenças de tempo e de intensidade binaurais, poderia resultar numa perda funcional da habilidade dos idosos localizarem fontes sonoras e compreenderem a fala em condições de escuta desfavoráveis.

Babkoff et al. (2002) avaliaram 78 indivíduos (de 21 a 88 anos de idade), a fim de comparar o desempenho de jovens e idosos na lateralização sonora para *clicks*. No entanto, ao contrário do presente trabalho, os autores relataram que os indivíduos idosos apresentaram um déficit na lateralização sonora para atrasos de tempo interaurais. Como justificativa para tais achados, afirmam que a redução da resolução temporal em indivíduos idosos pode afetar a capacidade de discriminar características básicas da estimulação.

Os processos auditivos centrais são mecanismos e processos do sistema auditivo, responsáveis pelos seguintes fenômenos comportamentais: localização e lateralização do som, discriminação auditiva, entre

outros (Pereira e Schochat, 1997; Ziliotto et al., 2002). A direção da fonte sonora pode ser percebida por meio de algumas pistas (binaurais e espectrais). As pistas binaurais consistem de atrasos interaurais de tempo e diferenças interaurais de intensidade. As pistas espectrais consistem de características espectrais dos estímulos sonoros que têm diferentes componentes de frequência. A precisão da localização sonora depende de como estas pistas estão sendo usadas. Os indivíduos podem utilizar pistas binaurais no plano horizontal (atraso de tempo interaural ou diferenças interaurais de intensidade diferentes de zero), mas não podem utilizá-las no plano hemisférico medial. Para tons puros, os indivíduos não podem utilizar pistas espectrais, já que os tons puros consistem de apenas um componente de frequência (Inoue, 2001). Isso justifica o fato de que neste trabalho foi encontrada uma melhora do desempenho dos idosos utilizando-se estímulos de fala, em comparação com tons puros, o que contrapõe a afirmação de Bento et al. (1998), que afirmaram que a habilidade de discriminar a fonte sonora é melhor em sons transitórios, de baixa frequência e ruídos.

Referências Bibliográficas

BABKOFF, H.; MUCHNIK, C.; BEN-DAVID, N.; FURST, M.; EVEN-ZOHAR, S.; HILDESHEIMER, M. Mapping lateralization of click trains in younger and older populations. *Hear. Res.*, Israel, v. 165, n. 1 e n. 2, p. 117-127, out. 2002.

BALLACHANDA, B. B.; MOUSHEGIAN, G. Frequency-following response: effects of interaural time and intensity differences. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 11, n. 1, p. 1-11, jan. 2000.

BENTO, R. F.; MINITI, A.; MARONE, S. A. M. Semiologia otológica. In: BENTO, R. F.; MINITI, A.; MARONE, S. A. M. *Tratado de Otologia*. São Paulo: USP, 1998. p. 75-134.

INOUE, J. Effects of stimulus intensity on sound localization in the horizontal and upper-hemispheric median plane. *J. Uoeh, Japan*, v. 23, n. 2, p. 127-138, abr. 2001.

KAISER, J.; LUTZENBERGER, W. Location changes enhance hemispheric asymmetry of magnetic fields evoked by lateralized sounds in humans. *Neurosci. Lett*, Tübingen (Germany), v. 314, n. 1 e n. 2, p. 17-20, ago. 2001.

KUBO, T.; SAKASHITA, T.; KUSUKI, M.; KYUNAI, K.; UENO, K.; HIKAWA, C. et al. Sound lateralization and speech discrimination in patients with sensorineural hearing loss. *Acta Otolaryngol.*, Osaka, v. 538, p. 63-69, 1998. Suppl.

LEWALD, J.; KARNATH, H. O. Sound lateralization during passive whole-body rotation. *Eur. J. Neurosci.*, Dortmund (Germany), v. 13, n. 12, p. 2268-2272, abr. 2001.

LEWALD, J.; KARNATH, H. O. The effect of whole-body tilt on sound lateralization. *Eur. J. Neurosci.*, Dortmund (Germany), v. 16, n. 4, p. 761-766, jun. 2002.

MUNHOZ, M. S. L.; CAOVILO, H. H.; SILVA, M. L. G.; GANANÇA, M. M. Neuroanatomofisiologia da audição. In: MUNHOZ, M. S. L.; CAOVILO, H. H.; SILVA, M. L. G.; GANANÇA, M. M. *Audiologia clínica*. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 19-48.

Conclusão

Os menores tempos de atraso interaural obtidos capazes de produzir lateralização sonora para o lado em que o estímulo chegou primeiro são os seguintes: técnica descendente: 95,06s (sexo feminino) e 61,68s (sexo masculino); técnica ascendente: 125,56s (sexo feminino) e 83,61s (sexo masculino).

Não há diferença entre o tempo médio de atraso interaural de lateralização sonora, obtido com a técnica ascendente e descendente segundo a variável lado de início do teste (OD ou OE).

O tempo médio de atraso interaural de lateralização sonora é menor nos indivíduos do sexo masculino, em ambas as técnicas, descendente e ascendente.

O tempo de atraso interaural médio obtido por meio da técnica descendente é menor que o obtido na técnica ascendente.

Os indivíduos que apresentam perda de audição à partir da frequência de 3000Hz têm tempo médio de atraso interaural de lateralização sonora menor que os indivíduos com audição normal, tanto na técnica ascendente quanto na técnica descendente.

MUSIEK, F. E.; LAMB, L. Avaliação auditiva central: uma visão geral. In: KATZ, J. *Tratado de audiologia clínica*. São Paulo: Manole, 1999. p. 195-209.

NEVES, V. T.; FEITOSA, M. A. G. Controvérsias ou complexidade na relação entre processamento temporal auditivo e envelhecimento? *R. Bras. Otorrinolaringol.*, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 1-11, 2003.

PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. *Processamento auditivo central: manual de avaliação*. São Paulo: Lovise, 1997.

SCHOCHAT, E.; MUSIEK, F. Avaliação do processamento auditivo: estudo de caso. *Dist. Comun.*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 207-218, 2002.

SCHWEITZER, C. Considerações binaurais e direcionais para a reabilitação auditiva. In: ALMEIDA, K.; IORIO, M. C. M. *Próteses auditivas: fundamentos teóricos e aplicações clínicas*. 2. ed. São Paulo: Lovise, 2003.

TEDESCO, M. L. F. *Lateralização sonora: diferença interaural mínima de tempo em ouvintes normais*. 2002. 198 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

UNGAN, P.; YAGCIOGLU, S.; GOKSOY, C. Differences between the N1 waves of the responses to interaural time and intensity disparities: scalp topography and dipole sources. *Clin. Neurophysiol.*, Ankara (Turkey), v. 112, n. 3, p. 485-498, nov. 2001.

ZILIOTTO, K. N.; MACHADO, L. P.; RABINOVICH, K.; PERISSINOTO, J.; PEREIRA, L. D.; CHIARI, B. M. Distúrbios de fala e distúrbios do processamento auditivo: relato de caso. *Dist. Comun.*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 307-322, 2002.

Apêndice 1

Distribuição da população segundo as variáveis limiares audiométricos, valores do IPRF, idade e sexo.

Paciente	Sexo	Idade (Anos)	dB	250 Hz	500 Hz	1K Hz	2K Hz	3K Hz	4K Hz	6K Hz	8K Hz	IPRF (%)
1	M	70	OD	15	20	20	25	65	70	95	85	92
			OE	15	25	15	25	60	65	80	85	88
2	M	71	OD	25	20	25	20	30	40	50	55	92
			OE	10	15	20	25	30	35	50	55	96
3	M	64	OD	15	10	5	0	10	10	10	15	92
			OE	20	15	5	10	20	25	30	40	96
4	M	64	OD	10	10	25	20	20	30	40	55	96
			OE	20	20	15	20	20	30	50	55	96
5	M	68	OD	20	15	5	10	15	10	5	10	96
			OE	20	15	5	15	15	20	15	5	96
6	M	76	OD	30	25	20	25	15	25	50	45	88
			OE	15	20	5	15	15	15	45	55	88
7	M	62	OD	10	15	15	5	0	10	15	10	92
			OE	15	10	15	5	0	10	15	10	96
8	M	67	OD	10	10	15	20	30	40	40	55	96
			OE	20	10	10	15	30	30	45	50	92
9	M	65	OD	15	10	5	0	10	10	10	15	92
			OE	20	15	5	10	20	25	30	40	96
10	M	65	OD	10	15	10	10	15	40	35	50	100
			OE	20	15	10	0	5	30	30	25	92
11	M	64	OD	30	25	25	20	25	35	50	55	96
			OE	30	20	20	20	25	35	60	55	100
12	M	72	OD	15	15	20	25	50	60	50	55	92
			OE	20	15	15	25	35	55	55	55	88
13	M	67	OD	15	15	20	15	30	40	45	30	92
			OE	10	10	15	20	40	50	45	40	100
14	M	69	OD	25	25	20	20	20	15	25	15	100
			OE	25	25	20	15	15	20	20	15	100
15	F	62	OD	40	25	25	25	25	30	30	35	92
			OE	35	25	25	25	20	25	40	40	92
16	F	61	OD	20	20	15	10	10	15	15	15	100
			OE	20	20	20	10	15	15	15	25	96
17	F	67	OD	15	15	25	5	5	25	25	50	100
			OE	10	10	10	5	5	5	5	20	96
18	F	63	OD	30	25	15	25	40	40	50	45	88
			OE	15	15	15	25	40	40	45	40	92
19	F	68	OD	15	15	20	15	30	35	55	50	88
			OE	15	15	15	15	35	40	60	55	96
20	F	75	OD	15	15	10	10	25	25	40	30	88
			OE	25	25	15	20	20	35	35	35	88
21	F	73	OD	30	25	25	15	20	20	35	50	80
			OE	40	25	15	20	15	25	55	55	96
22	F	62	OD	30	25	20	25	40	40	50	55	96
			OE	20	25	20	20	35	30	45	55	96
23	F	65	OD	20	15	10	20	15	15	25	65	96
			OE	20	20	10	15	25	15	45	65	92
24	F	61	OD	25	25	20	20	15	10	50	50	88
			OE	30	25	20	20	20	20	40	60	88
25	F	68	OD	20	20	15	15	10	15	30	20	100
			OE	20	25	15	25	20	20	30	25	96
26	F	76	OD	20	25	25	25	25	25	45	55	92
			OE	25	25	25	25	25	40	50	45	92
27	F	61	OD	25	25	25	25	25	35	60	60	88
			OE	20	20	15	15	15	25	25	35	92
28	F	65	OD	25	20	10	15	5	15	20	20	92
			OE	25	25	10	15	15	20	10	10	88
29	F	62	OD	25	25	25	15	20	20	25	20	96
			OE	25	20	20	10	15	25	25	20	96
30	F	61	OD	20	20	10	10	10	15	25	25	96
			OE	25	25	20	15	15	15	15	15	92

Apêndice 2

Distribuição da população segundo as variáveis sexo, idade e respostas no teste em ambas as técnicas.

Paciente	Sexo	Idade (Anos)	Tempo Descendente (us)		Tempo Ascendente (us)	
			OD	OE	OD	OE
1	M	70	23	- 68	91	- 91
2	M	71	23	- 23	23	- 23
3	M	64	23	- 68	91	- 91
4	M	64	23	- 68	91	- 91
5	M	68	91	- 91	91	- 91
6	M	76	68	- 91	91	- 159
7	M	62	68	- 91	68	- 159
8	M	67	45	- 68	23	- 68
9	M	65	23	- 68	23	- 91
10	M	65	23	- 91	91	- 91
11	M	64	23	- 23	23	- 23
12	M	72	23	- 68	45	- 23
13	M	67	45	- 136	23	- 113
14	M	69	113	- 159	204	- 249
15	F	62	23	- 23	23	- 23
16	F	61	91	- 159	204	- 249
17	F	67	159	- 159	91	- 159
18	F	63	68	- 91	45	- 91
19	F	68	23	- 68	23	- 91
20	F	75	68	- 136	23	- 91
21	F	73	159	- 181	91	- 45
22	F	62	45	- 68	159	- 159
23	F	65	91	- 23	113	- 136
24	F	61	68	- 68	159	- 159
25	F	68	159	- 136	136	- 159
26	F	76	23	- 23	91	- 23
27	F	61	159	- 68	363	- 295
28	F	65	91	- 68	91	- 91
29	F	62	181	- 204	159	- 113
30	F	61	68	- 91	91	- 272