



Brazilian Journal of
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Benchmarks for the Dichotic Sentence Identification test in Brazilian Portuguese for ear and age^{☆,☆☆}

Adriana Neves de Andrade*, Daniela Gil, Maria Cecilia Martinelli Iorio

Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 27 de junho de 2013; aceito em 4 de outubro de 2014

KEYWORDS

Hearing;
Hearing tests;
Auditory cortex;
Speech discrimination test;
Validity of tests;
Spatial processing

Abstract

Introduction: Dichotic listening tests should be used in local languages and adapted for the population.

Objective: Standardize the Brazilian Portuguese version of the Dichotic Sentence Identification test in normal listeners, comparing the performance for age and ear.

Methods: This prospective study included 200 normal listeners divided into four groups according to age: 13-19 years (GI), 20-29 years (GII), 30-39 years (GIII), and 40-49 years (GIV). The Dichotic Sentence Identification was applied in four stages: training, binaural integration and directed sound from right and left.

Results: Better results for the right ear were observed in the stages of binaural integration in all assessed groups. There was a negative correlation between age and percentage of correct responses in both ears for free report and training. The worst performance in all stages of the test was observed for the age group 40-49 years old.

Conclusions: Reference values for the Brazilian Portuguese version of the Dichotic Sentence Identification test in normal listeners aged 13-49 years were established according to age, ear, and test stage; they should be used as benchmarks when evaluating individuals with these characteristics.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.07.003>

* Como citar este artigo: Andrade AN, Gil D, Iorio MCM. Benchmarks for the Dichotic Sentence Identification test in Brazilian Portuguese for ear and age. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:459-65.

** Instituição: Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: adriandrad@hotmail.com (A.N. Andrade).

PALAVRAS-CHAVE

Audição;
 Testes auditivos;
 Córtex auditivo;
 Testes de
 discriminação da fala;
 Validade dos testes;
 Processamento
 espacial

Valores de referência para o teste de identificação de sentenças dicóticas em português brasileiro segundo orelha e idade

Resumo

Introdução: Os testes de escuta dicótica devem ser utilizados na língua nativa e adaptados para a população alvo.

Objetivo: Estabelecer critérios de referência para o teste DSI em indivíduos normouvintes segundo a orelha, faixa etária e etapa do teste.

Método: Estudo prospectivo transversal com 200 indivíduos normouvintes, separados em quatro grupos: 13 a 19 anos (GI), 20 a 29 anos (GII), 30 a 39 anos (GIII) e 40 a 49 anos (GIV). O teste DSI foi aplicado em quatro etapas: Treino, integração binaural, escuta direcionada direita e esquerda.

Resultados: Foram observados melhores resultados para a orelha direita nas etapas de integração binaural em todos os grupos avaliados. Houve correlação negativa entre a porcentagem de acertos e a idade, bilateralmente, para as etapas de treino e integração binaural. O pior desempenho, em todas as etapas do teste, foi observado para a faixa etária de 40 a 49 anos de idade.

Conclusões: Os valores de referência para a versão em português brasileiro do teste DSI em indivíduos normouvintes de 13 a 49 anos de idade foram estabelecidos segundo a idade, orelha e etapa do teste e devem ser utilizados como padrões de referência na avaliação dos indivíduos com essas características.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Introdução

A avaliação do processamento auditivo possibilita compreender a função auditiva e sua relação com a comunicação, sendo realizada por meio de testes auditivos comportamentais especiais que visam avaliar o desempenho auditivo do indivíduo em situações próximas às vivenciadas no cotidiano.

Dentre os tipos de estímulo utilizados para a avaliação das habilidades auditivas, encontram-se os testes de escuta dicótica. Nos testes de escuta dicótica com materiais linguísticos, observa-se que a maioria dos indivíduos tende a exibir melhor desempenho nas informações apresentadas para a orelha direita, em comparação com a orelha esquerda.¹

Dentre os testes de escuta dicótica disponíveis no Brasil, há o teste de identificação de sentenças dicóticas (DSI, termo do inglês para *Dichotic Sentence Identification Test*), que foi elaborado originalmente em inglês.²

A versão em português brasileiro do teste DSI³ possui seis faixas: calibração, treino, integração binaural, escuta direcionada à direita, escuta direcionada à esquerda e treinamento. Com esse teste é possível avaliar a habilidade auditiva de figura - fundo para sons verbais (identificar sons de fala na presença de outros sons de fala), sendo o reconhecimento de sons verbais em escuta dicótica o mecanismo fisiológico auditivo subjacente.³ Após a elaboração do instrumento para avaliação do processamento auditivo, os autores⁴ estudaram a incidência de erros nas frases apresentadas no teste DSI em português brasileiro segundo a variável gênero. No estudo, observaram maior incidência de erros quando foi apresentada a sentença “Que ignora o fim principal é ganhar”, independentemente da etapa de apresentação do teste.

Os autores levantaram a hipótese de a alta incidência de erros nesta frase poder estar relacionada a uma dificuldade de processamento visual ou de memória, dependendo da estratégia utilizada pelo indivíduo para apontar a sentença ouvida.⁴

Diversos fatores podem influenciar os resultados dos indivíduos nos testes auditivos comportamentais, dentre eles a idade. Estudos demonstraram que com o aumento da faixa etária pode ocorrer um declínio na produção e compreensão de frases sintaticamente complexas, e também podem surgir mudanças no padrão de funcionamento da memória de trabalho.⁵

Sabe-se que para realizar o diagnóstico de distúrbio de processamento auditivo é necessário utilizar instrumentos validados para a população a ser analisada e adaptados culturalmente, controlando fatores extrínsecos à avaliação.³ A utilização adequada dos testes de processamento auditivo complementa a avaliação auditiva periférica⁶ e deve também ser realizada na avaliação dos indivíduos com perda auditiva, usuários ou não de aparelhos de amplificação sonora individual. Sendo assim, a correta interpretação dos resultados é fundamental para a conclusão diagnóstica e para auxiliar no processo de reabilitação.⁶⁻⁸

Tendo em vista a utilização de testes padronizados para avaliação do processamento auditivo e o efeito da idade e da orelha sobre as tarefas de escuta dicótica, esta pesquisa tem como objetivo estabelecer valores de referência para a versão em português brasileiro do teste DSI em indivíduos normo-ouvintes na faixa etária de 13 a 49 anos de idade, segundo a orelha, a faixa etária e a etapa do teste.

Método

A pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o nº 0322/07. Os indivíduos foram convidados a participar do estudo por meio de anúncios na web, distribuição de folhetos, exposição de cartazes em locais com grande concentração de pessoas (centros comerciais, restaurantes, empresas e instituições de ensino públicas e privadas), convite verbal realizado pelo próprio pesquisador.

dor e/ou por terceiros. Foram utilizados os seguintes equipamentos para o estudo: otoscópio mini Heine 3000, *discman* com MP3 modelo Expanium da marca Philips, audiômetro da marca Grason-Stadler modelo GSI-61 com par de fones supra-aurais modelo TDH-39, imitanciômetro AT 235h, *compact disc* com os testes dicótico de dígitos⁹ e DSI.³

Para inclusão nesta pesquisa, foram adotados os seguintes critérios de elegibilidade: possuir idade entre 13 e 49 anos (ambos os gêneros); ter como língua materna o português; preferência manual direita; leitura fluente; ausência de alteração neurológica e/ou transtorno psíquico evidente; limiares auditivos inferiores a 25 dB; NA entre 250 e 8000 Hz; curvas timpanométricas tipo A e presença de reflexos acústicos com estimulação contralateral; diferença entre os limiares auditivos da orelha direita e esquerda inferior a 10 dB NA em todas as frequências pesquisadas; e desempenho igual ou superior a 95% de acertos no teste dicótico de dígitos.⁹

Em um período de 12 meses, compareceram voluntariamente ao serviço 256 indivíduos, dos quais 56 foram excluídos por não atenderem a todos os critérios de elegibilidade. Participaram do estudo 200 indivíduos, pareados por gênero, com leitura fluente, escolaridade entre 3 e 20 anos (média de escolaridade de 13,1 anos), separados em quatro grupos segundo a faixa etária: GI 50 indivíduos (25 femininos e 25 masculinos) na faixa etária entre 13 e 19 anos de idade; GII 50 indivíduos (25 femininos e 25 masculinos) na faixa etária entre 20 e 29 anos de idade; GIII 50 indivíduos (25 femininos e 25 masculinos) na faixa etária entre 30 e 39 anos de idade; e GIV 50 indivíduos (25 femininos e 25 masculinos) na faixa etária entre 40 e 49 anos de idade.

Todos os sujeitos foram submetidos à avaliação de dominância manual de Edinburg, ^{10,11} avaliação audiológica básica (anamnese, meatoscopia, audiometria tonal liminar, logaudiometria, medidas de imitância acústica e pesquisa dos reflexos acústicos contralaterais) e comportamental do processamento auditivo (teste de localização sonora, teste de memória para sons verbais e não verbais em sequência, teste dicótico de dígitos - aplicados e analisados segundo os critérios propostos por Pereira e Schochat)⁹ para excluir alterações auditivas periféricas e/ou distúrbio do processamento auditivo. Após estes procedimentos, o teste DSI em português brasileiro foi aplicado em quatro etapas: treino,

integração binaural, escuta direcionada direita e escuta direcionada esquerda.

Em todas as etapas do teste, o sujeito avaliado ouviu duas frases simultâneas, uma em cada orelha, e a resposta dependeu da tarefa. Nas etapas de integração binaural (treino e integração binaural), o indivíduo foi solicitado a apontar ambas as frases apresentadas; para as etapas de escuta direcionada (direita e esquerda), o sujeito deveria apontar apenas a sentença apresentada na orelha sob atenção.

A análise dos resultados foi realizada utilizando os programas estatísticos Minitab versão 15 e SPSS versão 11. Em cada teste de hipótese foi fixado o nível de significância de 0,05.

Resultados

As variáveis etapa do teste e orelha foram cruzadas com a covariável idade, utilizando a técnica de análise de covariância com medidas repetidas (ANCOVA). Como resultados, obteve-se uma relação de dependência entre as diferenças das porcentagens médias de acertos em cada etapa do teste ($p = 0,000 *$) e em cada orelha ($p = 0,007 *$).

Para verificar a correlação entre a porcentagem de acertos em cada etapa do teste por orelha e idade utilizou-se o coeficiente de Spearman. Houve correlação estatisticamente significativa entre a idade e as etapas de treino e integração binaural, tanto para a orelha direita quanto para a orelha esquerda ($p \leq 0,001$).

O comportamento das porcentagens de acertos da população avaliada é apresentado nos diagramas de dispersão para o treino (fig. 1), integração binaural (fig. 2) e escuta direcionada (fig. 3). A partir da dispersão das porcentagens de acertos, foi traçada uma curva *lowess* para auxiliar na visualização de possíveis tendências.

Os resultados demonstraram que houve correlação negativa entre a idade e a porcentagem de acertos para as etapas de integração binaural do teste DSI (treino e integração binaural), com queda mais acentuada à esquerda. As porcentagens de acertos nas etapas de escuta direcionada foram maiores do que nas etapas de integração binaural.

Utilizando a técnica de análise de covariância com medidas repetidas (ANCOVA), foi observada uma interação estatística

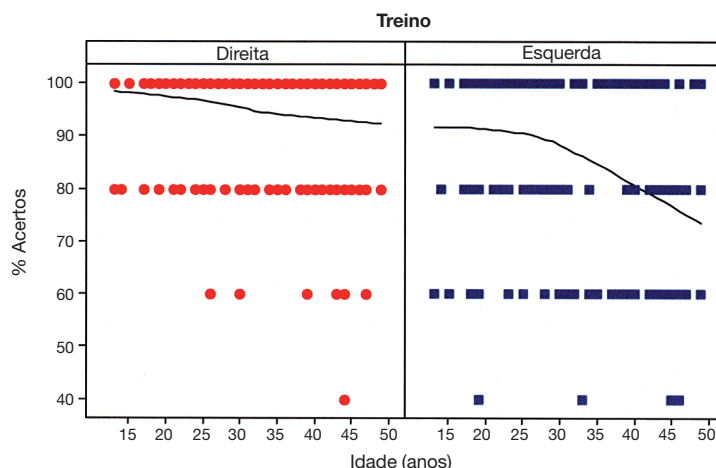


Figura 1 Diagramas de dispersão das porcentagens de acertos no treino por idade e orelha.

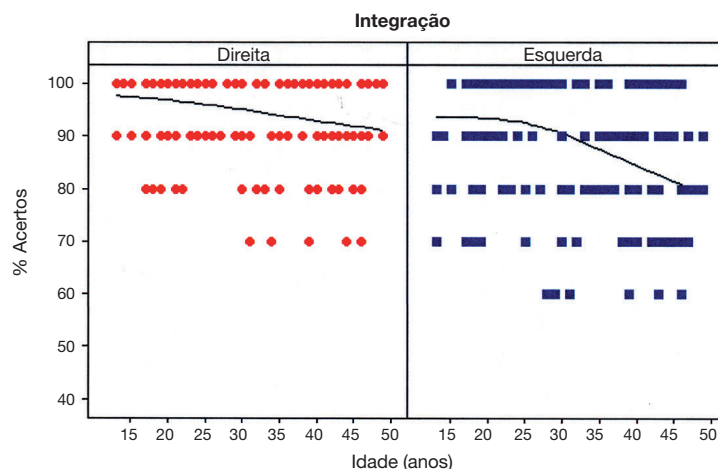


Figura 2 Diagramas de dispersão das porcentagens de acertos na integração por idade e orelha.

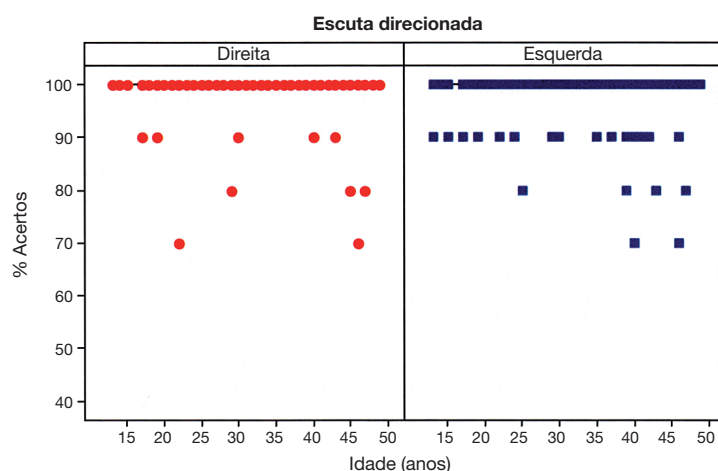


Figura 3 Diagramas de dispersão das porcentagens de acertos na escuta direcionada por idade e orelha.

camente significativa entre as etapas do teste e o lado da orelha avaliado para os indivíduos na faixa etária de 13 a 19 anos de idade ($p = 0,001$), 30 a 39 anos de idade ($p = 0,039$) e 40 a 49 anos de idade ($p = 0,007$).

Após verificar o efeito de interação entre as etapas do teste por orelha e idade, as porcentagens médias de acertos obtidas nas diferentes faixas etárias foram comparadas, segundo a etapa do teste e a orelha, utilizando o teste de Kruskal-Wallis. A faixa etária interferiu no desempenho dos indivíduos para as etapas de integração binaural (treino e integração binaural) do teste DSI ($p \leq 0,004$) e comparações foram realizadas para localizar essas diferenças (tabela 1).

Houve diferenças significativas entre as comparações de desempenho no treino para as faixas etárias extremas para a orelha direita (13 a 19 anos vs. 40 a 49 anos) e para a orelha esquerda (20 a 29 anos vs. 40 a 49 anos). Para a etapa de integração binaural, houve diferenças significativas nas comparações de desempenho entre as faixas etárias de 20 a 29 anos vs. 30 a 39 anos em ambas as orelhas. Por fim, os valores de referência foram estabelecidos segundo a observação do percentil 5 da distribuição da porcentagem de acertos em uma dada faixa etária (tabela 2).

Os valores de referência estabelecidos foram próximos para as faixas etárias de 13 a 29 anos de idade, e o decrés-

cimo do desempenho foi mais acentuado a partir dos 30 anos.

Discussão

A confrontação dos resultados obtidos no teste DSI em português brasileiro foi realizada com os resultados obtidos em outros países, pois a elaboração da versão em português brasileiro é recente, quando comparada às versões em inglês, e ainda é pouco estudada. O desempenho médio no teste DSI em português brasileiro, etapa de integração binaural, foi de 93,70% de acertos à direita e 88,60% à esquerda. Os resultados corroboraram os estudos realizados em outros idiomas,^{2,12} que encontraram porcentagem média de acertos de 94,20% à direita e 93,50% à esquerda para a versão em inglês do teste DSI2, e 98,36% de acertos à direita e 96,29% à esquerda na versão australiana do DSI,¹² em indivíduos sem alterações auditivas.

Com o aumento da idade, houve uma diminuição na porcentagem de acertos para as etapas de integração binaural, evidenciada nos diagramas de dispersão, nos quais a curva *lowess* apresentou uma configuração descendente, com queda mais acentuada à orelha esquerda. A partir de 30 anos de

Tabela 1 Valores obtidos nas comparações múltiplas para localizar o efeito da faixa etária na porcentagem de acertos por etapa do teste e orelha

Etapa teste	Orelha	Comparação	p
Treino	Direita	13 a 19 anos vs. 20 a 29 anos	> 0,999
		20 a 29 anos vs. 30 a 39 anos	0,643
		30 a 39 anos vs. 40 a 49 anos	> 0,999
		13 a 19 anos vs. 40 a 49 anos	0,032 ^a
		13 a 19 anos vs. 30 a 39 anos	0,315
	Esquerda	20 a 29 anos vs. 40 a 49 anos	0,089
		13 a 19 anos vs. 20 a 29 anos	0,597
		20 a 29 anos vs. 30 a 39 anos	0,199
		30 a 39 anos vs. 40 a 49 anos	0,236
		13 a 19 anos vs. 40 a 49 anos	0,063
Integração	Direita	13 a 19 anos vs. 30 a 39 anos	> 0,999
		20 a 29 anos vs. 40 a 49 anos	0,001 ^a
		13 a 19 anos vs. 20 a 29 anos	0,634
		20 a 29 anos vs. 30 a 39 anos	0,011 ^a
		30 a 39 anos vs. 40 a 49 anos	0,711
	Esquerda	13 a 19 anos vs. 20 a 29 anos	0,482
		20 a 29 anos vs. 30 a 39 anos	0,015 ^a
		30 a 39 anos vs. 40 a 49 anos	0,068

^a Método de Bonferroni.

idade, o desempenho no teste tendeu a diminuir em todas as etapas avaliadas. O decréscimo do desempenho com o aumento da idade nos indivíduos avaliados por meio de testes de escuta dicótica já foi reportado anteriormente por vários estudos,¹²⁻²⁰ e foi atribuído a uma alteração na transferência inter-hemisférica da informação auditiva realizada via corpo caloso. Esse panorama apresenta-se mais evidente em indivíduos idosos, pois além da ineficiência da integração inter-hemisférica, podem ocorrer outros déficits, como o declínio cognitivo, que dificultaria ainda mais a habilidade de reconhecer estímulos de fala apresentados à orelha esquerda.

Os indivíduos apresentaram pior desempenho na etapa de integração binaural (treino e integração), quando comparados às etapas de escuta direcionada, e a orelha direita apresentou melhor desempenho do que a orelha esquerda nas

etapas de integração binaural, para todas as faixas etárias, sendo estas diferenças estatisticamente significantes.

A vantagem significativa da orelha direita com o aumento da idade nas três etapas de escuta avaliadas no teste DSI já foi reportada em outro estudo,¹⁴ que verificou que para a etapa de escuta direcionada, a vantagem da orelha direita foi mais acentuada a partir dos 40 anos de idade. Para explicar o efeito da desvantagem da orelha esquerda com o aumento da idade, os autores descreveram três possíveis ocorrências¹⁴:

- Declínio de fatores cognitivos conhecidos, como memória ou estratégias de processamento da informação.
- Comprometimento mais acentuado das estruturas das vias auditivas para a entrada da informação pela orelha esquerda. Uma hipótese seria uma diminuição relativamente

Tabela 2 Valores de referência para o teste DSI segundo a orelha e a faixa etária

Etapa teste	Orelha	Faixa etária			
		13 a 19 anos	20 a 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos
Treino	Direita	80%	80%	60%	60%
	Esquerda	50%	60%	60%	40%
Integração	Direita	80%	80%	70%	70%
	Esquerda	70%	60%	60%	60%
Escuta direcionada	Direita	90%	90%	90%	80%
	Esquerda	90%	90%	90%	70%

maior no hemisfério direito com o aumento da idade, quando comparado ao hemisfério esquerdo.

- Diminuição da eficiência na transferência de informações inter-hemisféricas, devido à redução dos elementos neurais no corpo caloso, gerando desvantagem da informação recebida pela orelha esquerda.

Não houve correlação significativa entre a idade e a porcentagem de acertos nas etapas de escuta direcionada, tanto à direita como à esquerda, e também não foi observado efeito da faixa etária na porcentagem média de acertos em ambas as orelhas na etapa de escuta direcionada. Estes resultados ocorreram, possivelmente, porque as etapas de escuta direcionada revelaram melhores resultados quando comparadas às outras etapas do teste DSI, sendo esta diferença significativa. Este resultado já era esperado, pois os indivíduos incluídos neste estudo não tinham distúrbio do processamento auditivo e, assim, conseguiriam direcionar a atenção auditiva. A capacidade em direcionar a atenção auditiva foi evidenciada por um desempenho médio de 98% de acertos para todas as idades nas etapas de escuta direcionada, tanto à direita como à esquerda.

O teste DSI foi elaborado para avaliação central de indivíduos com alteração auditiva periférica, pois estes sofrem pouca influência da perda auditiva neurossensorial de origem coclear.² Porém, para analisar o desempenho de populações especiais nos testes auditivos comportamentais, tais como os indivíduos com perda auditiva, é necessário estabelecer critérios de normalidade para indivíduos com boa acuidade auditiva sem alterações do processamento auditivo.

Visto a exigência estabelecida nos critérios de inclusão, para a participação no presente estudo, os resultados obtidos podem ser extrapolados para a população de adultos. No entanto, como a idade influencia diretamente nos resultados do teste DSI, sugere-se a realização de novos estudos com indivíduos a partir de 50 anos de idade, para estabelecer critérios de referência para essa população. Também se faz necessária a aplicação do teste DSI em populações especiais, tais como indivíduos com distúrbio do processamento auditivo, alterações de fala e/ou linguagem e perda auditiva neurossensorial.

Conclusões

Após análise crítica dos resultados, os valores de referência estabelecidos para a versão em português brasileiro do teste DSI em indivíduos normo-ouvintes na faixa etária de 13 a 49 anos de idade, segundo a faixa etária, a orelha e a etapa do teste são:

Faixa etária de 13 a 19 anos de idade: 80% de acertos (nas etapas de treino e integração binaural - OD), 50% de acertos (na etapa de treino - OE), 70% de acertos (na etapa de integração binaural - OE) e 90% de acertos (nas etapas de escuta direcionada).

Faixa etária de 20 a 29 anos de idade: 80% de acertos (nas etapas de treino e integração binaural - OD), 60% de acertos (nas etapas de treino e integração binaural - OE) e 90% de acertos (nas etapas de escuta direcionada).

Faixa etária de 30 a 39 anos de idade: 60% de acertos (nas etapas de treino (OD e OD) e integração binaural - OE), 70%

de acertos (na etapa de integração binaural - OD) e 90% de acertos (nas etapas de escuta direcionada).

Faixa etária de 40 a 49 anos de idade: 60% de acertos (nas etapas de treino OD e integração binaural OE), 40% de acertos (na etapa de treino OE), 70% de acertos (na etapa de integração binaural OD), 80% de acertos (na etapa de escuta direcionada OD) e 70% de acertos (na etapa de escuta direcionada OE).

Financiamento

Este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Martin JS, Jerger JF. Some effects of aging on central auditory processing. *J Rehabil Res Dev.* 2005;42 Suppl. 2:25-44.
2. Fifer RC, Jerger JF, Berlin CL, Tobey EA, Campbell JC. Development of a Dichotic Sentence Identification test for hearing-impaired adults. *Ear Hear.* 1983;4:300-5.
3. Andrade AN, Gil D, Lório MCM. Elaboração da versão em português brasileiro do teste de identificação de sentenças dicóticas (DSI). *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010;15:540-5.
4. Andrade AN, Bucuvic EC, Gil D, Lório MCM. Análise de erros nas frases apresentadas na versão em português brasileiro do teste de identificação de sentenças dicóticas. *Distúrb Comun.* 2009;21:179-85.
5. Kemper S. Language and aging. In: Craik F, Salthouse TA, editores. *The handbook of aging and cognition.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; 1992. p. 213-70.
6. Gil D, Lório MCM. Formal auditory training in adult hearing aid users. *Clinics.* 2010;65:165-74.
7. Bamiou DE, Musiek FE, Luxon LM. Etiology and clinical presentations of auditory processing disorders. *Arch Dis Child.* 2001;85:361-5.
8. Chermak GD, Musiek FE. Auditory training: principles and approaches for remediating and managing auditory processing disorders. *Sem Hear.* 2002;23:297-308.
9. Pereira LD, Schochat E. *Processamento auditivo central: manual de avaliação.* 1st ed. São Paulo: Lovise; 1997.
10. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia.* 1971;9:97-113.
11. Brito GNO, Brito LS, Paumgartem FJR, Lins MF. Lateral preferences in Brazilian adults: an analysis with the Edinburgh Inventory. *Cortex.* 1989;25:403-15.
12. Golding M. The development of two speech based tests of central auditory function for Australian use. *Aust New Zeal J Audiol.* 2001;23:1-9.
13. Cooper JC Jr, Gates GA. Hearing in the elderly-the Framingham Cohort, 1983-1985: Part II prevalence of central auditory processing disorders. *Ear Hear.* 1991;12:304-11.
14. Jerger J, Chmiel R, Allen J, Wilson A. Effects of age and gender on Dichotic Sentence Identification. *Ear Hear.* 1994;15:274-86.

15. Jerger J, Alford B, Lew H, Rivera V, Chmiel R. Dichotic-listening, event-related potentials, and interhemispheric-transfer in the elderly. *Ear Hear.* 1995;16:482-98.
16. Jerger J. Asymmetry in auditory function in elderly persons. *Semin Hear.* 2001;22:255-70.
17. Hällgren M, Larsby B, Lyxell B, Arlinger S. Cognitive effects in dichotic speech testing in elderly persons. *Ear Hear.* 2001;22:120-9.
18. Bellis TJ, Wilber LA. Effects of aging and gender on interhemispheric function. *J Speech Lang Hear Res.* 2001;44:246-63.
19. Gootjes L, Strien JWV, Bouma A. Age effects in identifying and localising dichotic stimuli: a corpus callosum deficit? *J Clin Exp Neuropsychol.* 2004;26:826-33.
20. Roup CN, Wiley TL, Wilson RH. Dichotic word recognition in young and older adults. *J Am Acad Audiol.* 2006;17:230-40.