



Brazilian Journal of
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Hearing in Noise Test Brazil: standardization for young adults with normal hearing^{☆,☆☆}

Andressa Forlevis Sbompato, Lilian Cassia Bornia Jacob Corteletti, Adriane de Lima Mortari Moret, Regina Tangerino de Souza Jacob*

Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo (FOB-USP), Bauru, SP, Brasil

Recebido em 29 de janeiro de 2014; aceito em 22 de julho de 2014

KEYWORDS

Speech perception;
Adult;
Noise;
Hearing loss

Abstract

Introduction: Individuals with the same ability of speech recognition in quiet can have extremely different results in noisy environments.

Objective: Standardize speech perception in adults with normal hearing in the open field using the Brazilian Hearing in Noise Test (HINT).

Methods: Contemporary, cross-sectional cohort study. 79 adults with normal hearing and without cognitive impairment participated in the study. Lists of HINT sentences were randomly applied in silence, and with noise in front, noise right, and noise left.

Results: There were no significant differences between right and left ears at all frequencies tested (paired *t*-1 test). Nor were significant differences observed when comparing gender and interaction between these conditions. A difference was observed among the open field positions tested, except in the situations of noise right and noise left.

Conclusion: Results of speech perception in adults with normal hearing in the open field during different listening situations in noise indicated poorer performance during the condition with noise and speech in front, i.e., 0°/0°. The values found in the standardization of the HINT open field can be used as a reference in the development of protocols for tests of speech perception in noise, and for monitoring individuals with hearing impairment.

© 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.2014.07.018>

* Como citar este artigo: Sbompato AF, Corteletti LCBJ, Moret ALM, Jacob RTS. Hearing in Noise Test Brazil: standardization for young adults with normal hearing. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:384-8.

** Instituição: Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo (USP), Bauru, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: reginatangerino@usp.br (R.T.S. Jacob).

PALAVRAS-CHAVE

Percepção da fala;
Adulto;
Ruído;
Perda auditiva

Hearing in Noise Test Brasil: padronização em campo livre – adultos com audição normal**Resumo**

Introdução: Indivíduos com as mesmas habilidades de reconhecimento de fala no silêncio podem apresentar resultados extremamente diferentes em ambientes ruidosos.

Objetivo: Padronizar a percepção da fala em adultos com audição normal em campo livre no Hearing in Noise Test Brazil.

Método: Estudo de coorte contemporâneo com corte transversal. Participaram 79 adultos com audição dentro dos padrões de normalidade (normo-ouvintes), sem alterações cognitivas. Foram aplicadas aleatoriamente listas de sentenças do HINT no silêncio, ruído à frente, ruído à direita, ruído à esquerda.

Resultados: Não houve diferença significativa entre orelhas para todas as frequências testadas, sexo e interação entre as condições. Observou-se diferença entre as condições testadas, exceto entre as situações de ruído à direita e ruído à esquerda.

Conclusão: Os resultados da percepção da fala em adultos com audição normal em campo livre em diferentes situações de escuta no ruído indicaram pior desempenho na situação ruído e fala à frente, ou seja, 0°/0°. Os valores encontrados na padronização do HINT em campo livre poderão ser utilizados como referência na construção de protocolos para utilização de testes de percepção da fala no ruído e no acompanhamento de indivíduos com deficiência auditiva.

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

Introdução**Percepção da fala no ruído**

A compreensão da fala é essencial para o homem em sua integração social, uma vez que possibilita a comunicação com o outro de forma eficiente. A capacidade de compreender a fala na presença do ruído de fundo é um grande desafio para qualquer ouvinte, principalmente para os deficientes auditivos.¹ Assim, a avaliação desta habilidade deve ser considerada um aspecto muito importante a ser mensurado na função auditiva humana, pois permite avaliar a função comunicativa receptiva, fornecendo dados de como o sujeito funciona em situações de escuta diária, por meio de informações facilmente quantificáveis.^{2,3} A fala é um sinal acústico cuja informação é transmitida por meio de mudança de relação de frequência, intensidade e tempo. O sistema auditivo normal possui a capacidade inerente de identificar, processar e codificar essa informação.^{4,5} Os aspectos de variabilidade na fala são bem conhecidos, sendo eles: sexo do falante, velocidade da fala, dialeto, vocabulário, complexidade gramatical.⁶ Assim, no momento da realização de avaliações, fatores como o tipo e nível de apresentação do material e sua resposta, as características do ouvinte, incluindo experiência de linguagem e audição podem afetar diretamente o resultado obtido.⁷⁻⁹

Se analisarmos as situações comunicativas de nosso cotidiano, vamos perceber que boa parte delas ocorre em ambientes cuja escuta é prejudicada pela presença de ruído competitivo.^{4,10} Desta forma, uma vez que os resultados de avaliações de pacientes com as mesmas habilidades de reconhecimento de fala no silêncio podem apresentar-se completamente diferentes em situações ruidosas, salienta-se a importância da realização de testes na presença do ruído.^{3,11}

Para poder dimensionar a dificuldade auditiva do paciente avaliado o fonoaudiólogo precisa lançar mão de uma bateria de testes que não só deverão propiciar a identificação de uma perda auditiva, mas também uma análise da compreensão dos estímulos auditivos, inclusive a fala, em situação clínica e principalmente em condições de comunicação próximas às encontradas no cotidiano.¹²

Pesquisas demonstram que mesmo indivíduos com audição normal têm a percepção de fala afetada pelos ruídos do ambiente.^{3,9,13,14} As queixas de dificuldade de compreensão de fala na presença do ruído tem se tornado cada vez mais frequentes independentemente da existência de um déficit auditivo.¹⁵ Para avaliar e diagnosticar o quão prejudicada está a audição de um indivíduo, são utilizados vários testes na prática clínica. No entanto, estes testes não são capazes de detectar como está a capacidade funcional do paciente para perceber e entender a fala em ambientes ruidosos, visto que são aplicados no silêncio.³

No Brasil, testes de fala em ruído ainda não fazem parte da bateria audiológica convencional e a comparação do desempenho, no silêncio e no ruído, não são realizadas frequentemente com base em protocolos já padronizados e poucos estudos indicam o desempenho de percepção da fala no ruído esperados para adultos com audição normal em campo livre, principalmente com os valores obtidos no *Hearing in Noise Test* (HINT).^{1,16,17}

O HINT é um teste de reconhecimento de fala em ruído que simula situações auditivas similares as do cotidiano e está disponível em várias línguas, inclusive na língua portuguesa falada no Brasil.¹⁸

O HINT avalia a função auditiva por meio da medida da relação sinal/ruído (S/R) para sentenças no silêncio e em três condições de ruído: a) ruído à frente (fala e ruído à frente a 0° azimute); b) ruído à direita (fala na frente e ruído a 90° para a direita), e c) ruído à esquerda (fala à frente e ruído a

90° para a esquerda). O teste HINT contém 12 listas de 20 sentenças cada, totalizando 240 sentenças representativas da fala cotidiana, curtas, fonemicamente balanceadas, de fácil compreensão e com o mesmo grau de dificuldade.¹⁶ No entanto, para a validação o HINT Brasil foi aplicado apenas via fone supra-aural, ou seja, não foram pesquisados os resultados para campo livre,¹⁸ tornando inviável a sua aplicação em usuários de aparelhos de amplificação sonora individuais e/ou implante coclear. Em contrapartida, no cenário internacional muitos estudos utilizam o HINT em campo livre para avaliação do desempenho e de características específicas dos dispositivos auxiliares da audição.¹⁹⁻²³

Calibração do ambiente de teste

As variáveis que afetam o reconhecimento de fala no ruído podem ser divididas em categorias e subcategorias: variáveis do estímulo utilizado – estilo e conteúdo das sentenças, nível de inteligibilidade no ruído, tipo de ruído, alto-falante; variáveis de apresentação do estímulo – método, transdutor; variáveis do sujeito – perda auditiva, processamento auditivo, idade, linguagem, cognição; variáveis da resposta do sujeito – canal de resposta; método de classificação; variáveis do desempenho do sujeito – confiança, validade, sensibilidade e especificidade. Compreender as variáveis que afetam o reconhecimento de fala é útil para orientar o desenvolvimento de novos testes e na identificação de fatores que poderiam explicar resultados que se desviam daqueles já documentados.¹

A calibração para campo livre deve ser estimada *in loco*, visto que resultados obtidos por diferentes pesquisadores variam bastante entre si e esta variação justifica-se por uma série de aspectos que podem interferir nas medidas e que devem ser considerados, tais como tamanho da sala, condições acústicas, existência ou não de superfície refletora, nível de reverberação, calibração e até mesmo, o número de pessoas dentro do ambiente de teste.^{11,24}

Dessa forma, salienta-se a importância do avaliador ter o seu próprio parâmetro no local do teste e considerar a situação em que este está sendo realizado.¹² Autores apontam a necessidade de harmonização de avaliações no ruído em diferentes línguas para o fortalecimento da prática clínica baseada em evidências na comunidade audiológica.²⁵ Para calibrar o teste no ruído em campo livre e compensar os efeitos acústicos do ambiente é recomendada a aplicação do HINT primeiramente em indivíduos com audição normal.²⁴

A partir dessas considerações este estudo teve como objetivo padronizar a aplicação em campo livre em adultos com audição normal do *Hearing in Noise Test Brazil* (HINT Brasil).

Método

O presente estudo, do tipo corte transversal, foi desenvolvido no Laboratório de Audiologia Educacional, no ano de 2011, a partir da aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (Protocolo 129/2010).

Participaram da pesquisa somente os indivíduos que concordaram com a realização dos procedimentos necessários para a execução da pesquisa e que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, após receberem informações sobre o objetivo e a metodologia do estudo proposto.

Foram adotados como critérios de inclusão idade entre 18 e 59 anos, limiares audiométricos dentro dos padrões de normalidade²⁶ e ausência de rolha de cerúmen ou de outras alterações na orelha externa e média capazes de alterar o desempenho no teste.

A amostra foi selecionada por conveniência e constituída de 79 indivíduos adultos, sendo 29 do sexo masculino e 50 do sexo feminino, com idade entre 19 e 44 anos (média 24).

A avaliação audiológica foi realizada após otoscopia realizada pelo médico otorrinolaringologista do serviço e consistiu de audiometria tonal liminar por via aérea nas frequências de 250 a 8.000 Hz. Para a obtenção destas medidas, foi utilizado um audiômetro digital de dois canais, marca Madsen, modelo Midimate 622 com fones supraauriculares TDH35. O teste foi realizado em cabina acústica.

Para avaliar a percepção de fala no ruído, foram utilizados os seguintes equipamentos: HINTPro 7.2 Audiometric System; duas caixas estéreo de campo livre; computador com gravador de CD; impressora; sala com tratamento acústico.

O teste foi realizado em campo livre em sala tratada acusticamente, conforme instruções do manual do HINTPro 7.2 Audiometric System, que é o equipamento com interface conectada ao computador que possibilita a aplicação do HINT. É necessária a instalação do software específico do teste no computador e as caixas estéreo de campo livre estavam acopladas no HINTPro 7.2.

Cada lista de 20 sentenças foi aplicada nas seguintes situações: silêncio (S), ruído de frente (RF); ruído à direita (RD), ruído à esquerda (RE) e o ruído composto (RC). As sentenças foram apresentadas a 0°-0° azimute, sendo que o nível de apresentação foi ajustado inicialmente em 45 dBA e variou em degraus de 4 e 2 dB conforme a repetição correta da mesma.

Já o ruído competitivo foi apresentado a 0°-0°, 0°-90°, 0°-180° e 0°-270° azimute, em intensidade fixa de 65 dBA.²⁷ As listas e ordem de apresentação do ruído ocorreram aleatoriamente. A pontuação foi expressa em dB como sendo o limiar da relação S/R.

Para análise dos dados foram utilizados os testes *t* pareado e ANOVA a dois critérios.

Resultados

Não houve diferença significativa entre orelhas, sexo e interação entre as condições. Foi observada diferença entre as condições testadas (tabela 1).

Tabela 1 Resultados obtidos nas diferentes condições de ruído. Letras iguais não indicam diferença significativa

Condição	Média (dBNA)	dp
Silêncio	10,3 ^a	
RE	-6,47 ^b	1,55
RD	-6,46 ^b	1,63
RC	-4,83 ^c	0,80
RF	-3,20 ^d	0,89

RE, ruído à esquerda; RD, ruído à direita; RC, ruído composto; RF, ruído de frente; dp, desvio padrão.

Discussão

Os sujeitos da presente pesquisa não relataram dificuldade na realização do teste, demonstrando compreenderem as instruções e as cumprindo de forma adequada.

Conforme apresentado na tabela 1, os valores médios obtidos para o Limiar de Reconhecimento de Fala no ruído (LRF – HINT Brasil) variam de -6,47 a -3,20 para as diferentes situações de escuta. A literatura aponta dois estudos^{16,24} informando o desempenho de percepção da fala no ruído esperados para adultos com audição normal, na mesma situação de escuta – em campo livre. O primeiro trabalho¹⁶ propõe valores que se aproximam dos achados do presente estudo para todas as situações do teste, enquanto a outra pesquisa²⁴ aponta resultados melhores, o que pode ser explicado pelo fato de que as características do material de fala e dos indivíduos que participaram do teste pode afetar a inteligibilidade. Estas características incluem a semelhança fonética das palavras, a velocidade da fala e clareza do orador, a naturalidade da voz do locutor, o sexo do falante e seu dialeto.^{24,28}

As habilidades linguísticas do ouvinte interagem com as propriedades gramaticais e lexicais do material (fala). Da mesma forma, as habilidades cognitivas e de memória do ouvinte interagem com a complexidade e a duração do discurso. Além disso, a idade em que a língua foi adquirida e o estado primário ou secundário da língua afetam a inteligibilidade.²⁴ Diferentes oradores que falam em línguas e tons distintos são usados para gravar as sentenças do HINT.

Portanto, os efeitos mascarantes de um ruído de espectro de fala único são imprevisíveis, contribuindo com uma fonte indesejada da variabilidade com as medidas de limiar.²⁴ Outro fator que pode interferir nos resultados é a calibração para campo livre in loco, sendo diferentes as condições de um teste para outro. Em pesquisa sobre o reconhecimento de fala em campo livre e a partir da revisão de literatura realizada foi verificado que os resultados foram diferentes dos demais estudos^{12,16,24} provavelmente em função de possíveis variáveis que podem ser encontradas na avaliação em campo livre, como tamanho da sala, condições acústicas, existência ou não de superfície refletora, nível de reverberação e calibração,¹⁰ sendo que um dos estudos não foi realizado no Brasil.²⁴

A pior relação S/R é obtida quando a fala e o ruído estão na mesma posição, justificando os resultados encontrados para RF. Segundo a literatura, os maiores limiares (piores) ocorrem quando a fala e ruído são apresentados no mesmo local, ou seja, a fala o ruído a 0° em frente ao indivíduo. Os resultados são melhores quando fala e ruído são separados a 90°, com a fala a 0° em frente ao indivíduo e o ruído, à direita ou a esquerda, a 90°.²⁴ As melhores respostas esperadas são na condição ruído e fala separados a 90°, com a fala a 0° em frente ao indivíduo avaliado e o ruído a 90° à direita ou esquerda do indivíduo,^{3,16,29} o que corrobora os achados do presente estudo.

A diferença estatística entre as relações S/R obtidas a 0°-0° em relação às obtidas com ruído posicionado a 0°-90° ocorre porque, ao deslocar-se o ruído da posição frontal para a posição lateral do indivíduo, o estímulo sonoro apresentado lateralmente não é percebido igualmente pelas duas orelhas, ao contrário do que acontece quando a fonte sonora está localizada à sua frente. Essa diferença na percepção deve-se à presença de diferenças interaurais de tempo e de intensidade que ocorrem quando as fontes de fala e de ruído estão espacialmente separadas.^{7,29}

É importante ressaltar que os resultados do ruído composto (RC) são gerados automaticamente pelo software do HINT-Pro seguindo a fórmula $RC = (2 * RF + RD + RE) / 422$. Embora a idade em si não seja um fator essencial na percepção de fala, há relatos na literatura de piora do desempenho na percepção de fala com o aumento da idade, naturalmente associada ao envelhecimento.¹ Considerando que o grupo estudado foi composto por jovens adultos (entre 19 e 44 anos, média 24) sugerem-se novas pesquisas com grupos de adultos mais velhos ou mesmo com idosos.

Na padronização do HINT Brasil¹⁸ com fone de ouvido participaram indivíduos de ambos os gêneros entre 18 e 50 anos. Em teste no ruído, questiona-se a necessidade de adaptações com a introdução de pistas visuais para a população mais velha, mesmo que apenas para treinamento prévio para à aplicação do teste, visto que quando o estímulo é dado apenas auditivamente adultos mais velhos apresentam menos pior desempenho no reconhecimento de fala quando comparado a adultos jovens ou até mesmo em com indivíduos normo-ouvintes.^{30,31} O mesmo ocorre quando são utilizadas apenas pistas visuais.^{30,32,33} De maneira geral, independente da idade, é comum em situações de escuta difícil, o ouvinte realizar leitura orofacial para facilitar a compreensão.^{30,34}

Conclusão

Foram indicados valores na padronização do HINT em campo livre em diferentes situações de escuta no ruído. Os resultados da percepção da fala em adultos com audição normal indicaram pior desempenho na situação ruído e sentença à frente (RF), ou seja, 0°/0°.

Os resultados poderão ser utilizados como referência na construção de protocolos para utilização de testes de percepção da fala no ruído e no acompanhamento de indivíduos com deficiência auditiva.

Financiamento

Este estudo foi financiado pelo PIBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica)/ RUSP (Reitoria da Universidade de São Paulo).

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

PIBIC/RUSP.

Referências

1. Theunissen M, Swanepoel DW, Hanekom J. Sentence recognition in noise: variables in compilation and interpretation of tests. *Int J Audiol.* 2009;48:743-57.

2. Soncini F, Costa MJ, Oliveira TMT, Lopes LFD. Correlação entre os limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio e limiares tonais. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2003;69:672-7.
3. Jacob RTS, Monteiro NFG, Molina SV, Bevilacqua, MC, Lauris, JRP, Moret ALM. Speech perception in children under noisy situations. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2011;15:163-7.
4. Henriques MO, Costa MJ. Reconhecimento de sentenças no ruído, em campo livre, em indivíduos com e sem perda auditiva. *Rev CEFAC.* 2011;13:1040-47.
5. Gatehouse S, Robinson K. Testes fonológicos como mensurações do processo auditivo. Em: Martin M. *Logaudiometria.* 2ª ed. São Paulo: Ed. Santos; 2005. p. 74-87.
6. Soli SD. Some thoughts on communication handicap and hearing impairment. *Int J Audiol.* 2008;47:285-6.
7. Henriques MO, Costa MJ. Limiares de reconhecimento de sentenças em indivíduos normo-ouvintes na presença de ruído incidente de diferentes ângulos. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2011;16:54-8.
8. Ruscetta MN, Arjmand EM, Pratt SR. Speech recognition abilities in noise for children with severe-to-profound unilateral hearing impairment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2005;69:771-9.
9. Markham D, Hazan V. The effect of talker-and listener-related factors on intelligibility for a real-word, open-set perception test. *J Speech Lang Hear Res.* 2004;47:725-37.
10. Wilson RH, Strouse AL. Audiometria com estímulos de fala. Em: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* Barueri: Manole; 2001. p. 21-56.
11. Fallon M, Trehub SE, Schneider BA. Children's perception of speech in multitalker babble. *J Acoust Soc Am.* 2000;108:3023-9.
12. Henriques MO, Miranda EC, Costa MJ. Limiares de reconhecimento de sentenças no ruído, em campo livre: valores de referência para adultos normo-ouvintes. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2008;74:188-92.
13. Gravel JS, Fausel N, Liskow C, Chobot J. Children's speech recognition in noise using omni-directional and dual-microphone hearing aid technology. *Ear Hear.* 1999;20:1-11.
14. Uziel AS, Sillon M, Vieu A, Artieres F, Piron JP, Daures JP, et al. Ten-year follow-up of a consecutive series of children with multichannel cochlear implants. *Otol Neurotol.* 2007;28:615-28.
15. Henriques MO. Limiares e índices percentuais de reconhecimento de sentenças no ruído, em campo livre, para indivíduos adultos [dissertação]. Santa Maria: UFSM; 2006. Disponível em: http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tede_busca/arquivo.php?codArquivo=658
16. Arieta AM. Teste de percepção de fala HINT Brasil, em normo-ouvintes e usuários de aparelhos auditivos - atenção à saúde auditiva [dissertação]. Campinas: UNICAMP; 2009. Disponível em: URL: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000440335&fd=y>
17. Garcia, TM. Percepção da fala e qualidade de vida em usuários de adaptação aberta / [dissertação]. Bauru: FOB/USP; 2014.
18. Bevilacqua MC, Banhara MR, da Costa EA, Vignoly AB, Alvarenga KF. The Brazilian Portuguese Hearing in Noise Test. *Int J Audiol.* 2008;47:364-5.
19. Wise CL, Zaks JA. Effects of expansion algorithms on speech reception thresholds. *J Am Acad Audiol.* 2008;19:147-57.
20. Alworth LN, Plyler PN, Reber MB, Johnstone PM. The effects of receiver placement on probe microphone, performance, and subjective measures with open canal hearing instruments. *J Am Acad Audiol.* 2010;21:249-66.
21. Kreisman BM, Mazevski AG, Schum DJ, Sockalingam R. Improvements in speech understanding with wireless binaural broadband digital hearing instruments in adults with sensorineural hearing loss. *Trends Amplif [Internet].* May 2010 [acessado em 6 de maio de 2014]. Disponível em: <http://tia.sagepub.com/content/14/1/3.full.pdf>
22. Oeding K, Valente M. Sentence Recognition in Noise and Perceived Benefit of Noise Reduction on the Receiver and Transmitter Sides of a BICROS Hearing Aid. *J Am Acad Audiol.* 2013;24:980-91.
23. Wu YH, Stangl E, Bentler RA. Hearing-aid users' voices: A factor that could affect directional benefit. *Int J Audiol.* 2013;52:789-94.
24. Soli SD, Wong LLN. Assessment of speech intelligibility in noise with the Hearing in Noise Test. *Int J Audiol.* 2008;47:356-61.
25. Russo ICM, Pereira LD, Carvalho RMM, Anastácio ART. Encaminhamentos sobre a classificação do grau de perda auditiva em nossa realidade. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2009;14:287-8.
26. World Health Organization. Prevention of blindness and deafness: Grades of hearing impairment. 2014. Disponível em: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en
27. Biologics Systems Corp. HINT Pro 7.2: Hearing in Noise Test Users and Service Manual. Mundelein (IL): Bio-Logic Systems Corp; 2007.
28. Picheny MA, Durlach NI, Braida LD. Speaking clearly for the hard of hearing I: Intelligibility differences between clear and conversational speech. *J Speech Hear Res.* 1985;28:96-103.
29. Dubno JR, Ahistrom JB, Horwitz AR. Spectral contributions to the benefit from spatial separation of speech and noise. *J Speech Lang Hear Res.* 2002;45:1297-310.
30. Gosselin PA, Gagné JP. Older adults expend more listening effort than young adults recognizing audiovisual speech in noise. *Int J Audiol.* 2011;50:786-92.
31. Committee on Hearing, Bioacoustics, and Biomechanics (CHABA). Speech understanding and aging. *J Acoust Soc Am.* 1988;83:859-95.
32. Campbell M, Preminger JE, Ziegler CH. The effect of age on visual enhancement in adults with hearing loss. *J Acad Rehabil Audiol.* 2007;40:11-32.
33. Shoop C, Binnie CA. The effects of age upon the visual perception of speech. *Scand Audiol.* 1979;8:3-8.
34. Grant KW, Braida LD. Evaluating the articulation index for auditory-visual input. *J Acoust Soc Am.* 1991;89:2952-60.