



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO ORIGINAL

Temporal processing and long-latency auditory evoked potential in stutterers[☆]



Raquel Prestes*, Adriana Neves de Andrade, Renata Beatriz Fernandes Santos, Andrea Tortosa Marangoni, Ana Maria Schiefer e Daniela Gil

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

Recebido em 12 de dezembro de 2015; aceito em 16 de fevereiro de 2016
Disponível na Internet em 17 de fevereiro de 2017

KEYWORDS

Stuttering adult;
Auditory processing
disorder;
Auditory evoked
potential

Abstract

Introduction: Stuttering is a speech fluency disorder, and may be associated with neuroaudiological factors linked to central auditory processing, including changes in auditory processing skills and temporal resolution.

Objective: To characterize the temporal processing and long-latency auditory evoked potential in stutterers and to compare them with non-stutterers.

Methods: The study included 41 right-handed subjects, aged 18–46 years, divided into two groups: stutterers ($n=20$) and non-stutters ($n=21$), compared according to age, education, and sex. All subjects were submitted to the duration pattern tests, random gap detection test, and long-latency auditory evoked potential.

Results: Individuals who stutter showed poorer performance on Duration Pattern and Random Gap Detection tests when compared with fluent individuals. In the long-latency auditory evoked potential, there was a difference in the latency of N2 and P3 components; stutterers had higher latency values.

Conclusion: Stutterers have poor performance in temporal processing and higher latency values for N2 and P3 components.

© 2017 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.02.015>

[☆] Como citar este artigo: Prestes R, de Andrade AN, Santos RB, Marangoni AT, Schiefer AM, Gil D. Temporal processing and long-latency auditory evoked potential in stutterers. Braz J Otorhinolaryngol. 2017;83:142–6.

* Autor para correspondência.

E-mails: raquelprestesfono@yahoo.com.br, raquelprestesfono@gmail.com.br (R. Prestes).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

PALAVRAS-CHAVE

Gagueira adulta;
Distúrbio do
processamento
auditivo;
Potencial evocado
auditivo

Processamento temporal e potencial evocado auditivo de longa latência em indivíduos gagos**Resumo**

Introdução: A gagueira é um distúrbio da fluência da fala e pode estar associada a fatores neuro-audiológicos ligados ao processamento auditivo central, entre eles as alterações das habilidades auditivas de processamento e resolução temporal.

Objetivo: Caracterizar o processamento temporal e o potencial evocado auditivo de longa latência em indivíduos gagos e compará-los com indivíduos sem gagueira.

Método: Participaram do estudo 41 indivíduos destros, de 18 a 46 anos, distribuídos em dois grupos: 20 com gagueira e 21 sem gagueira, comparados segundo idade, escolaridade e gênero. Todos os indivíduos foram submetidos aos testes de padrão de duração, teste de identificação de intervalos aleatórios e o potencial evocado auditivo de longa latência.

Resultados: Indivíduos com gagueira apresentaram pior desempenho nos testes de padrão de duração e *Random Gap Detection*, quando comparados com os indivíduos fluentes. No potencial evocado auditivo de longa latência, houve diferença na latência dos componentes N2 e P3, os indivíduos gagos apresentaram maiores valores de latência.

Conclusão: Os indivíduos com gagueira apresentaram processamento temporal com desempenho abaixo do esperado e um maior valor de latência para os componentes N2 e P3.

© 2017 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

As alterações de fala e linguagem podem cursar com alterações no processamento da informação recebida pelo sentido da audição. Estudos demonstraram que existe uma correlação entre o processamento das informações auditivas, as vias visuais e a dificuldade de linguagem expressiva, a qual pode ter manifestação na fluência da fala e ser caracterizada como gagueira.¹⁻³

A gagueira é conhecida como uma ruptura na fluência da fala, é uma desordem multifatorial, na qual aspectos biológicos, psicológicos e sociais se correlacionam de forma complexa.¹ Dentre os aspectos biológicos, estão as alterações na percepção ou processamento da informação auditiva.^{2,4-6}

O processamento da informação auditiva relaciona-se com a temporalização de sons, ritmo e prosódia, aspectos nos quais indivíduos gagos podem apresentar alterações,¹ até hipotetizadas como causas imediatas da gagueira, sobretudo nos graus severos de disfluência, uma vez que o processamento temporal auditivo é fundamental para a percepção da fala, está intimamente relacionado com o processamento da linguagem oral.^{1,7,8} Por esse motivo, torna-se necessária a avaliação dos processos neuroaudiológicos dessa população. A avaliação neuroaudiológica de indivíduos com gagueira pode ser feita com testes auditivos comportamentais e também com o uso de potenciais evocados auditivos.

O processamento auditivo temporal refere-se à capacidade do indivíduo de perceber as mudanças nas características dos sons, tais como duração, intensidade, frequência e pausas entre os estímulos.⁹ Existem vários procedimentos disponíveis para avaliar o processamento temporal do ponto de vista auditivo, tais como os testes de padrão de frequência e duração com tom puro¹⁰⁻¹² e com tom musical.¹³ A discriminação de pausas entre estímulos

pode ser avaliada com o teste de identificação de intervalos aleatórios (RGDT).¹⁴

Em um estudo feito com crianças com gagueira desenvolvimental, no qual foram avaliados os padrões temporais (aspectos de frequência e duração), foi observado que crianças gagas apresentavam pior desempenho e maior número de alterações comparadas com crianças que não apresentavam gagueira.¹ Entre os autores que estudaram a resolução temporal em indivíduos gagos, alguns verificaram pior desempenho em indivíduos gagos.^{15,16}

Entre os procedimentos eletrofisiológicos disponíveis para avaliar os aspectos relacionados a atenção, memória e discriminação auditiva,¹⁷ pode-se citar o potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL). Na literatura que relaciona os temas gagueira e PEALL, há estudos que relatam diferenças nas amplitudes de P3, os indivíduos gagos apresentavam menor amplitude desse componente;^{4,18} em outro estudo, não houve diferenças nas latências e amplitudes do P3 na comparação entre indivíduos gagos e não gagos.¹⁹

Estudos nacionais recentes não evidenciaram diferenças de latências do P300 ao comparar indivíduos gagos e sem gagueira.^{5,6}

Diante desses achados, pode-se notar que existem relações entre a habilidade auditiva de processamento temporal e a ocorrência de gagueira. Contudo, ainda não há um consenso sobre a forma pela qual as habilidades do processamento temporal, os potenciais evocados auditivos de longa latência e a manifestação da gagueira se correlacionam. Uma das hipóteses para a falta de consenso na literatura seria a heterogeneidade dos grupos de gagos em cada pesquisa. Além disso, uma vez que a gagueira, por ser um distúrbio multifatorial, carrega em si influências biológicas, psicossociais e do meio, tais fatores também podem gerar resultados não conclusivos, são necessários mais estudos para aprofundar o conhecimento acerca dessas relações.

Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar o processamento temporal e os potenciais evocados auditivos de longa latência em indivíduos gagos, e comparar com indivíduos sem gagueira.

Método

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o nº 26574/2012. Foi feito um estudo observacional transversal e de inquérito, a amostra de indivíduos gagos foi selecionada em um serviço de avaliação e diagnóstico fonoaudiológico de um hospital-escola. A amostra de indivíduos não gagos, constituída por voluntários, foi selecionada por conveniência, segundo a comparação com os indivíduos gagos, em relação à idade, escolaridade e gênero.

Para participação no estudo, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: ter preferência manual direita; entre 18 e 55 anos; limiares auditivos tonais dentro dos padrões de normalidade (com limiares até 25 dBNA nas frequências sonoras de 250-8 kHz); curva timpanométrica do tipo A e reflexos acústicos estapedianos contralaterais presentes (nas frequências sonoras de 500-4 kHz); e histórico negativo de alterações condutivas e/ou neurológicas.

Além disso, para o grupo de gagos (GG), os indivíduos deveriam apresentar gagueira de grau leve a moderado, segundo o *Stuttering Severity Instrument* – SSI-3;²⁰ e para o grupo comparação GNG (grupo não gagos), os indivíduos não deveriam apresentar disfluências de fala.

A avaliação comportamental do processamento temporal foi feita com o auxílio dos seguintes equipamentos: cabina acústica, *discman* modelo Expanium da marca Philips, audiômetro da marca Grason-Stadler modelo GSI-61 e fones supra-aurais modelo TDH-50P, *compact disc* com os testes de padrão de duração¹¹ e identificação de intervalos aleatórios (RGDT).¹⁴

O teste de padrão de duração com tom puro¹¹ foi apresentado na forma binaural a 50 dB NS, tem como base a média dos limiares auditivos tonais de 500 Hz, 1.000 Hz e 2.000 Hz. Foram apresentadas 30 sequências de forma binaural, com seis possíveis combinações (LLC, CCL, LCL, CLC, LCC e CLL). O indivíduo foi solicitado a identificar a combinação que lhe foi apresentada. O critério de normalidade adotado foi o de 83% de acertos, no mínimo.^{10,11}

O teste RGDT foi apresentado na forma binaural a 50 dBNS, teve como base a média dos limiares auditivos tonais de 500 Hz, 1.000 Hz e 2.000 Hz. O teste teve início com a apresentação de uma faixa treino, com estímulos de 0,5 kHz, na qual os intervalos interestímulos variaram de 0 a 40 ms, que apareceram de forma crescente, ou seja: 0; 2; 5; 10; 15; 20; 25; 30 e 40 ms. Após o treino bem-sucedido, foi iniciada a fase com os subtestes nas frequências de 0,5 k; 1 k; 2 k e 4 kHz. Em cada frequência foram apresentadas sequências de nove estímulos, com os intervalos de interrupções distribuídos de modo aleatório.¹⁴ Para cada estímulo, o indivíduo foi orientado a relatar se havia percebido um ou dois sons, ou seja, sinalizou se percebeu ou não a presença de uma interrupção (*gap*). O critério de normalidade adotado foi o intervalo de *gap* médio menor do que 10 ms.²¹

Para avaliação eletrofisiológica, foi usado o equipamento Smart EP USB Jr de dois canais, da marca *Intelligent Hearing Systems* – IHS, fones de inserção modelo ER-3A, pasta abrasiva, pasta eletrolítica, fita microporosa e eletrodos de

prata. Os potenciais evocados auditivos foram captados em sala acústica e eletricamente tratada, com o indivíduo acomodado confortavelmente em uma poltrona reclinável. Após a limpeza prévia da pele com pasta abrasiva, os eletrodos foram fixados com fita aderente e dispostos, segundo o sistema 10-20,²² no vértex (Cz), nos lóbulos das orelhas (A1 esquerda e A2 direita) e, na frente, o terra (Fpz). Foi então checada a impedância dos eletrodos, cujos valores deveriam encontrar-se menores ou iguais a 5 kohms.²³

Para captação dos PEALL, foi usado o estímulo acústico *tone burst*, apresentado de forma binaural a 70 dB NA, nas frequências de 1.000 Hz (estímulo frequente que representou 80% dos estímulos) e 2.000 Hz (estímulo raro que representou 20% dos estímulos), totalizou 300 estímulos com a velocidade de apresentação de 1,1 segundo, com polaridade alternada, filtros 1-30 Hz e janela de 600 ms. Os componentes N1, P2 e N2 foram analisados no traçado do estímulo frequente, enquanto o P3 foi analisado no traçado resultante da subtração do estímulo frequente pelo raro. A faixa de normalidade para cada componente²⁴ foi: N1: 80-150 ms; P2: 145-180 ms; N2: 180-250 ms; 17-20 anos: 225-365 ms e 30-50 anos: 290-380 ms.

Para análise estatística, buscou-se verificar se houve diferença entre os grupos (GG e GNG) e para tanto foram usados os testes de Mann-Whitney (para TPD), teste de Friedman (RGDT) e o teste de análise de variância não paramétrica com medidas repetidas (PEALL). Foi adotado o nível de significância de 5% e os testes com resultados estatisticamente significantes foram destacados com o símbolo asterisco (*).

Resultados

Participaram da pesquisa 41 indivíduos, na faixa de 18-46 anos, ambos os gêneros, distribuídos em dois grupos: GG (grupo de gagos), constituído por 20 indivíduos com gagueira de grau leve a moderado, nove indivíduos do gênero feminino e 11 do masculino; e GNG (grupo não gagos), formado por 21 indivíduos sem gagueira, dez indivíduos do gênero feminino e 11 do masculino. A média de idade para os dois grupos foi de 30 anos.

Para o TPD foi usado o teste estatístico de Mann-Whitney; para RGDT, o teste de Friedman.

A técnica de análise estatística usada foi análise de variância não paramétrica com medidas repetidas.

Na avaliação do processamento temporal ([tabela 1](#)), foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nos resultados do TPD e RGDT entre os grupos GG e GNG, o GG apresentou menores porcentagens de acertos no TPD e maiores valores de detecção de *gap* quando comparados com o GNG; os valores do TPD e do RGDT mostraram-se alterados no GG e normais no GNG.

Já na avaliação do PEALL ([tabela 2](#)), não foram identificadas diferenças entre os valores de latência nos dois grupos para os componentes N1 e P2. Somente foi observada diferença entre as orelhas direita e esquerda para ambos os grupos no componente N1, a orelha direita apresentou menor latência do que a esquerda para esse componente. Já para os componentes N2 e P3, observou-se que as latências no GG foram maiores do que no GNG. Não houve diferença significativa entre as latências das orelhas direita e esquerda nos dois grupos.

Tabela 1 Medidas descritivas das respostas no TPD (%) e RGDT (ms) nos grupos sem gagueira (GNG) e com gagueira (GG)

Variável	Grupo	N	Média	Desvio padrão	p-valor
TPD (%)	GNG	21	89,2	7,9	0,009^a
	GG	20	74,8	21,5	
RGDT (ms)	GNG	21	7,3	2,7	0,012^a
	GG	20	10,4	7,1	

GG, grupo com gagueira; GNG, grupo sem gagueira; N, tamanho da amostra; RGDT, *Random Gap Detection Test*; TPD, testes de padrão de duração.

^a Estatisticamente significante.

Tabela 2 Medidas descritivas da latência (ms) dos componentes N1, P2, N2 e P3 nos grupos sem gagueira (GNG) e com gagueira (GG), por orelha

Onda	Orelha	Grupo	N	Média	Desvio padrão	p-valor entre os grupos	p-valor entre as orelhas
N1	Direita	GNG	21	99,7	8,8	0,376	0,006 ^a
		GG	20	96,2	10,8		
	Esquerda	GNG	21	99,9	8,7	0,376	
		GG	20	99,7	10,8		
P2	Direita	GNG	21	174,1	26,0	0,902	0,650
		GG	20	167,7	25,1		
	Esquerda	GNG	21	169,0	24,6	0,902	
		GG	20	172,0	25,1		
N2	Direita	GNG	21	221,2	39,9	0,003 ^a	0,526
		GG	20	245,5	48,9		
	Esquerda	GNG	21	214,7	40,1	0,003 ^a	
		GG	20	247,0	45,6		
P3	Direita	GNG	21	293,7	23,0	0,006 ^a	0,438
		GG	20	328,7	56,4		
	Esquerda	GNG	21	289,0	30,4	0,006 ^a	
		GG	20	332,7	61,8		

GG, grupo com gagueira; GNG, grupo sem gagueira; N, tamanho da amostra.

^a Valor estatisticamente significante.

Discussão

No presente estudo, foram avaliados os aspectos comportamentais dos testes de processamento auditivo temporal e o da captação de potencial eletrofisiológico que estão ligados a atenção, discriminação e memória auditiva, foi observada uma defasagem nos indivíduos que apresentavam gagueira em relação aos indivíduos sem gagueira.

Nos testes TPD e RGDT, houve desempenho inferior do GG quando comparado com a GNG ([tabela 1](#)), demonstra que os indivíduos com gagueira apresentaram dificuldade em discriminar padrões sonoros quanto à sua duração e também em identificar os intervalos interestímulo.²⁵ Esses mesmos achados foram descritos por Blood, Andrade e Schochat, Andrade et al., Schiefer e Arcuri,²⁶⁻³⁰ cujos estudos comparavam indivíduos com e sem gagueira. Isso evidencia que a gagueira está relacionada com as alterações dos aspectos temporais do processamento do som.

O GG do presente estudo apresentou maiores limiares de RGDT comparados com o GNG, de forma estatisticamente significativa. A habilidade auditiva avaliada nesse teste está associada ao reconhecimento dos sons da fala e mudanças na duração, pausas e velocidade das sílabas.²⁵ Tais aspectos são importantes para o *feedback* auditivo. Em estudo com modelo computacional que reproduzia a fala gaguejada foi encontrado um atrasado no *feedback* auditivo desse modelo.³¹ Observa-se que não há uma concordância dos achados da literatura em relação à resolução temporal de indivíduos com gagueira. Autores como Gonçalves e

Arcuri^{6,30} não encontraram diferenças entre indivíduos com gagueira e aqueles sem gagueira ao aplicar tais testes em suas amostras; entretanto, estudos como o de Andrade²⁸ encontraram respostas similares ao presente estudo, evidenciaram a relação entre o processamento temporal e a manifestação da gagueira nessa população. O fato de não haver uma concordância quanto à sua associação pode ser justificado, uma vez que estudos anteriores foram feitos com uma amostra não homogênea quanto ao grau de severidade da gagueira, à escolaridade e à idade. Sabe-se que tais fatores interferem nos resultados dos testes de processamento auditivo. A imprecisão temporal na percepção da fala, bem como a alteração no *feedback* auditivo,³² pode contribuir para os momentos de disfluência³³ e justificar o baixo desempenho do GG nos testes TPD e RGDT no presente estudo.

Em relação aos PEALL, foram observadas diferenças significantes nas latência N2 e P3, tanto para a orelha direita como para a orelha esquerda, foi encontrado maior valor de latência para o GG ([tabela 2](#)). Na literatura especializada, alguns autores não observaram diferenças P300 quando comparados indivíduos com e sem gagueira.¹⁹ Em pesquisas mais recentes, foi encontrado maior número de resultados alterados nos indivíduos gagos.^{5,6} Não foram identificados estudos com indivíduos gagos que analisassem o componente N2. Assim, pode-se concluir que indivíduos com gagueira necessitam de mais tempo para eliciar esse componente, que impacta na velocidade da resposta do processamento auditivo do som, o que também justificaria o alto índice

de alteração nos testes que avaliam a habilidade de processamento temporal e que foram aplicados no presente estudo.

Neste estudo, embora tenham sido encontradas diferenças significativas quanto à latência do PEALL, essa não representou alteração nesse potencial, diferentemente dos testes comportamentais. Esses dados podem ser explicados devido à faixa de normalidade para a latência do PEALL ser bastante ampla e os sítios geradores dos componentes serem difusos no sistema nervoso auditivo central. Assim, foi observado que os testes comportamentais do processamento auditivo foram mais sensíveis para essa população.

Ainda que os achados sejam relevantes, este estudo foi feito com uma amostra pequena, na qual a maioria dos indivíduos com gagueira apresentou grau de severidade leve; por esse motivo, mais estudos que relacionem o processamento temporal em indivíduos gogos devem ser feitos e eles devem envolver outros testes de processamento temporal com populações maiores e mais homogêneas em relação à gravidade da gagueira, para que seja possível generalizar os achados a toda população de gogos.

Apesar dessas limitações, o conhecimento mais amplo das inabilidades auditivas da população de gogos contribui para o melhor planejamento terapêutico e uma possível intervenção, a qual pode incluir o treinamento auditivo acusticamente controlado, para que a melhoria nas habilidades auditivas possa refletir em uma melhoria na fluência da fala.

Conclusão

Os indivíduos com gagueira apresentaram resultados abaixo do esperado para os testes comportamentais que avaliaram o processamento temporal, além de maiores valores de latência no potencial evocado auditivo de longa latência.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

Referências

- Silva R, Oliveira CMC, Cardoso ACV. Aplicação dos testes de padrão temporal em crianças com gagueira desenvolvimental persistente. *Rev CEFAC*. 2011;13:902–8.
- Jutras B, Lagacé J, Lavigne A, Boissonneault A, Lavoie C. Auditory processing disorders, verbal disfluency, and learning difficulties: a case study. *Int J Audiol*. 2007;46:33–8.
- Oliveira AMCC, Ribeiro IM, Merlo S, Chiappetta ALML. O que fonoaudiólogos e estudantes de fonoaudiologia entendem por fluência e disfluência. *Rev CEFAC*. 2007;9:40–6.
- Hampton A, Weber-Fox C. Non-linguistic auditory processing in stuttering: evidence from behavior and event-related potentials. *J Fluency Disord*. 2008;33:253–73.
- Angrisani RMG, Matas CG, Neves IF, Sassi FC, Andrade CRF. Avaliação eletrofisiológica da audição em gogos, pré e pós terapia fonoaudiológica. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2009;21:95–100.
- Gonçalves IC. Aspectos audiológicos da gagueira: evidências comportamentais e eletrofisiológicas. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2013. Tese.
- Foundas AL, Corey DM, Hurley MM, Heilman KM. Verbal dichotic listening in developmental stuttering: subgroups with atypical auditory processing. *Cogn Behav Neurol*. 2004;17:224–32.
- Guitar B. Stuttering integrated approach to its nature and treatment. 3rd Ed. MD: Lippincott Williams Wilkins; 2006.
- Musiek F, Shinn J, Jirsa R, Bamio D, Baran J, Zaidan E. The GIN (Gaps in Noise) test performance in subjects with and without confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hear*. 2005;26:608–18.
- Corazza MCA. Avaliação do processamento auditivo central em adultos: testes dos padrões tonais auditivos de frequência e testes de padrões tonais auditivos de duração. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1998.
- Musiek FE. Frequency (pitch) and duration patterns testes. *J Am Acad Audiol*. 1994;26:79–88.
- Auditec evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence. Saint Louis. 1997.
- Taborga MBL. Processos temporais auditivos em músicos de Petrópolis. Rio de Janeiro. Universidade Pontifícia de Petrópolis e Universidade Federal de São Paulo, 1999 monografia.
- Keith RW. Randow Gap Detection Teste Manual. Missouri, USA: Auditec of Saint Louis; 2000.
- Liebetrau RM, Daly DA. Auditory processing perceptual abilities of organic and functional stutterers. *J Fluency Disord*. 1981;6:219–31.
- Kramer MB, Green D, Guitar B. A comparison of stutters and nonstutters on masking level differences and synthetic sentence identification tasks. *J Com Disord*. 1987;20:379–90.
- Schochat E. Potenciais Evocados Auditivos. In: Carvallo RMM. Fonoaudiologia Informação para formação: Procedimentos em audiologia pp. 57-70; 2003.
- Morgan MD, Cranford JL, Burk K. P300 event-related potentials in stutterers and nonstutterers. *J Speech Lang Hear Res*. 1997;40:334–40.
- Khedr M, El Nasser WA, Abdel-Haleem EK, Bakr MS, Trakhan MN. Evoked potentials and electroencephalography in stuttering. *Folia Phoniatr Logop*. 2000;55:178–86.
- Riley GD. Stuttering severity instrument for children and adults-SSI. Austin. 1994.
- Ziliotto K, Pereira LD. Random gap detection test in subjects with and without APD. In: 17th American Academy of Audiology – Annual Convention and Exposition. 2005. p. 30.
- Jasper HA. The ten-twenty system of the international federation. *Electroencephalogr Neurol Clin Neurophysiol*. 1958;10:371–5.
- Hall J. Handbook of Auditory Evoked Responses. Boston: Allyn & Bacon; 2006.
- McPherson DL. Late potentials of the auditory system. San Diego: Singular Publishing Group; 1996, 147 p.
- Schneider BA, Pichora-Fuller K. Age-related changes in temporal processing: implications for speech perception. *Sem Hear*. 2001;22:227–39.
- Blood IM. Disruptions in auditory and temporal processing in adults who stutter. *Percept Mot Skills*. 1996;82:272–4.
- Andrade CRF, Schochat E. Comparação entre os achados neurolinguísticos e neuroaudiológicos das gagueiras. *Pró-fono*. 1999;11:27–30.
- Andrade AN, Gil D, Schiefer AM, Pereira LD. Avaliação comportamental do processamento auditivo em indivíduos gogos. *Pró-fono*. 2008;20:43–8.
- Schiefer AM, Pereira LD, Barbosa LG. Considerações preliminares entre uma possível correlação entre gagueira e os aspectos linguísticos e auditivos. *Pró-fono*. 1999;11:27–31.
- Arcuri CF. Correlação entre gagueira e audição; pesquisa do efeito de supressão e do processamento auditivo. tese. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2012.
- Cai S, Tourville JA, Beal DS, Perkell JS, Guenther FH, Ghosh SS. Diffusion imaging of cerebral white matter in persons who stutter: evidence for network-level anomalies. *Front Hum Neurosci*. 2014;11:2–42.
- Ore C, Stephen MT, Guenther FH. Overreliance on auditory feedback may lead to sound/syllable repetitions: simulations of stuttering and fluency-inducing conditions with a neural model of speech production. *J Fluency Disord*. 2010;35:246–79.
- Meyers SC, Hughes LF, Schoeny ZG. Temporal-phonemic processing skills in adult stutters and no stutters. *J Speech Lang Hear Res*. 1989;32:274–80.