

Role of the Medial Olivocochlear system among children with ADHD

O papel do Sistema Olivococlear Medial em crianças portadoras de TDAH

Valéria Reis do Canto Pereira¹, Maria Ângela Guimarães Feitosa², Luiz Henrique Mourão do Canto Pereira³,
Marisa Frasson de Azevedo⁴

Keywords:

attention deficit disorder with hyperactivity, child, efferent pathways, otoacoustic emissions, spontaneous, supression.

Palavras-chave:

criança, emissões otoacústicas espontâneas, supressão, transtorno do deficit de atenção com hiperatividade, vias eferentes.

Abstract

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) patients show, as one of the main symptoms, an attentional impairment. Selective attention in the hearing process is the ability to understand speech in a noisy environment, which can be evaluated by several methods. One of the main approaches is the functioning of the Medial Olivocochlear Efferent System, which can be accessed by Transient-Evoked Otoacoustic Emissions (TOAE). **Objective:** This study aimed at evaluating the suppression effect of contralateral noise on TOAE in ADHD (study group) and normal subjects (control group). Study Design: Case-control study. **Material and Methods:** A study with 20 children distributed in two, age- and gender-matched groups. **Results:** No differences were found in TOAE responses between the two groups, with and without noise. **Conclusions:** We conclude that there were no functional differences in the Medial Olivocochlear Efferent System in the two groups analyzed.

Resumo

Crianças portadoras de Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) apresentam como um de seus principais sintomas a dificuldade de atenção. Na audição, a Atenção Seletiva que se caracteriza por ser a capacidade de compreender a fala em ambientes ruidosos, pode ser avaliada de várias formas, salientando-se o funcionamento do Sistema Eferente Olivococlear Medial. Este sistema pode ser avaliado pelo exame de emissões otoacústicas (EOA). **Objetivo:** Este trabalho teve por objetivo verificar a ocorrência do efeito de supressão de EOA, caracterizado pela diminuição da amplitude de resposta das emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente (EOAT) em resposta a apresentação de ruído contralateral, em crianças com TDAH (grupo estudo) e normais (grupo controle). Forma de Estudo: Estudo caso-controle. **Material e Método:** Foi realizado um estudo com 20 crianças alocadas em dois grupos de 10 crianças, pareadas por sexo e idade. Foi realizado o exame de EOAET sem e com ruído em ambos os grupos. **Resultados:** Não houve diferença nas respostas das EOAET sem e com ruído, entre os grupos estudados. **Conclusões:** Pôde-se concluir que não há diferenças no funcionamento do Sistema Eferente Olivococlear Medial nas crianças com transtorno do déficit de atenção/hiperatividade em relação às crianças normais.

¹ Doutora em Psicologia (Neurociências e Comportamento) - Universidade de São Paulo (Pesquisadora Colaboradora Pleno do Departamento de Processos Psicológicos Básicos do Instituto de Psicologia - Universidade de Brasília).

² Ph.D. em Psicologia (Psicobiologia) - The University Of Michigan (Professora Titular do Departamento de Processos Psicológicos Básicos do Instituto de Psicologia - Universidade de Brasília).

³ Pós-doutor pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Coordenador Geral de Biotecnologia e Saúde - Ministério da Ciência e Tecnologia).

⁴ Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana - Universidade Federal de São Paulo (Professora Associada Doutora do Departamento de Fonoaudiologia - Universidade Federal de São Paulo).

Endereço para correspondência: Valéria Reis do Canto Pereira. Universidade de Brasília, Instituto de Psicologia - PPB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Caixa Postal: 04500. Brasília - DF. Brasil. CEP: 70910-900.

E-mail: vrcantopereira@unb.br

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 6 de junho de 2011. cod. 8056

Artigo aceito em 22 de setembro de 2011.

INTRODUÇÃO

O Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) é descrito pela *American Psychiatric Association - APA*¹ como “um padrão persistente de desatenção e/ou hiperatividade, mais frequente do que o tipicamente observado em nível equivalente de desenvolvimento”. Segundo a APA, os sintomas de desatenção, hiperatividade/impulsividade manifestam-se em diferentes graus e, para serem classificados como TDAH, devem surgir antes dos 7 anos de idade; além de promoverem interferências no desenvolvimento e desempenho das funções social, acadêmica e ocupacional dos indivíduos, os prejuízos devem estar presentes em pelo menos dois contextos como, por exemplo, em casa e na escola. Ainda segundo a APA, o TDAH é mais frequente no sexo masculino e sua prevalência é estimada entre 3% a 5% em crianças de idade escolar.

Crianças portadoras de TDAH apresentam como um dos principais sintomas a dificuldade de atenção. A atenção desempenha um papel de seleção de determinados estímulos, proporcionando o melhor processamento destes. Na audição, a atenção seletiva é a capacidade de compreender a fala em ambientes ruidosos, podendo ser avaliada de diversas formas, sendo uma delas o funcionamento do Sistema Eferente Olivococlear Medial.

O Sistema Eferente Olivococlear Medial vem sendo estudado especialmente pelo seu papel na atenção seletiva. Este sistema pode ser avaliado pelo exame de Emissões Otoacústicas, que consiste em sons de pequena intensidade captados no meato acústico externo, relacionados à mobilidade e habilidade mecânica das células ciliadas externas e aparentemente gerenciados pelas vias eferentes do sistema olivococlear. As emissões otoacústicas podem ser evocadas por estímulo transiente (clique), que, por conter ampla gama de frequências, estimula a cóclea como um todo (EOAT).

A presença de ruído contralateral afeta as emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente (EOAT) e ativa as vias eferentes do sistema olivococlear, interferindo no processo coclear responsável pela geração das EOAT, o que constitui o efeito de supressão. Esse efeito de supressão foi observado por vários autores como a diminuição do nível de resposta das emissões otoacústicas espontâneas e evocadas com o uso de estimulação acústica contralateral^{2,3}.

Ryan et al.³ referiram que a estimulação acústica contralateral reduz a amplitude das EOAT. Esse fenômeno pode ser mediado pelo sistema eferente olivococlear medial e, sendo assim, sua presença pode ser usada para avaliar a integridade da comunicação neural de uma cóclea à outra.

Algumas funções do sistema eferente olivococlear medial envolvem o papel na eficiência da captação do sinal em presença do ruído simultâneo, na proteção contra lesão por ruído elevado, no controle do estado mecânico da cóclea e na atenção auditiva⁴.

Pillsbury et al.⁵ sugeriram que a redução no desempenho dos testes de processamento auditivo envolvendo

a avaliação do processo binaural pode ser um sensível indicador de “desordem de atenção” em portadores de TDAH. Os autores afirmam que crianças com TDAH têm desempenho ruim nos testes do sinal em presença do ruído, por uma falha neste estágio do processamento auditivo.

Como há possibilidade do funcionamento do sistema eferente olivococlear medial estar relacionado à habilidade de atenção seletiva, houve interesse em estudar a função deste sistema em crianças com diagnóstico de TDAH. Além disso, há escassez de trabalhos que relacionam o efeito de supressão em portadores de TDAH.

O presente estudo teve por objetivo comparar, por meio de EOAT, o efeito de supressão do sistema eferente olivococlear medial pela estimulação auditiva contralateral em crianças normais e portadoras de TDAH.

CASUÍSTICA E MÉTODO

Foram recrutadas 30 crianças, das quais 20 participaram do estudo, sendo alocadas em dois grupos, um composto por 10 crianças portadoras do TDAH e outro grupo composto por 10 crianças sem alterações (controle). O estudo foi do tipo caso-controle. Os dois grupos foram pareados por sexo e idade. Cada grupo foi composto por três crianças do sexo feminino e sete crianças do sexo masculino. A média de idade do grupo estudo foi de 9,8 anos (Desvio Padrão (DP) = 1,8 anos) e do grupo controle foi de 9,7 anos (DP = 1,9 anos). O estudo foi realizado no ambulatório da Universidade, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (protocolo nº 0398/03) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelos responsáveis legais dos participantes de ambos os grupos.

Os participantes apresentavam como queixa principal a dificuldade em prestar atenção e, após terem sido diagnosticados por um médico neurologista infantil como portadoras de TDAH, utilizando os critérios do DSM IV para o diagnóstico, foram encaminhados para avaliação das EOAT. Os critérios de inclusão no grupo controle foram: otoscopia, imitanciometria e audiometria tonal normais bilateralmente e presença de EOAT. Os critérios de inclusão no grupo TDAH foram os mesmos critérios de inclusão do grupo controle; porém, seus participantes apresentavam o diagnóstico de TDAH sem uso de medicamentos para o transtorno. Os critérios de exclusão nos grupos controle e TDAH foram: alterações na otoscopia, imitanciometria, audiometria tonal e ausência de EOAT.

A medida das EOAT foi realizada utilizando-se o analisador de emissões cocleares ILO 96-OTODYNAMICS, versão 5.60, com auxílio de uma sonda adaptada ao meato acústico externo dos indivíduos, e realizada em cabina acústica com isolamento acústico. Foi utilizado o estímulo clique não linear em dBNPS, com pulsos regulares de 80 microssegundos (μ s), de polaridade rarefeita e com frequência de 50 Hertz (Hz). A intensidade do estímulo foi

de 75 a 83 dBNPS, em consonância com procedimentos usados por outros autores^{6,7}. Para a estimulação acústica contralateral, foi utilizado o ruído branco contínuo transmitido por meio de um audiômetro MAICO 17 padrão ANSI-69, por intermédio de fone TDH-39, em intensidade de 50 dBNPS. O fone foi acoplado à orelha contralateral à de captação das emissões otoacústicas anteriormente ao início da medição, evitando, assim, manipulações na sonda entre as diferentes fases da avaliação.

Os critérios de aceitação das respostas foram escolhidos de acordo com os critérios adotados na literatura corrente e foram de valores de reprodutibilidade em porcentagem maiores que 70%^{6,8} e de estabilidade do ajuste da sonda do tom de teste em porcentagem acima de 70%⁹, representando uma comparação do nível de estímulo registrado no meato acústico externo no início do teste até sua conclusão. O número de estímulos utilizados durante o registro da EOAT não sofreu variação (260 séries de quatro cliques), seguindo a ordem de registro da EOAT da orelha direita sem e com ruído branco contralateral, para a orelha esquerda sem e com ruído contralateral.

Foram realizadas EOAT, respectivamente, na ausência e presença de ruído branco contralateral, em ambas as orelhas de todos os indivíduos da amostra. As respostas foram consideradas presentes quando a relação sinal-ruído foi superior a 3 dB nas frequências de 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz e 4000 Hz. A fim de observar o efeito de supressão, registrou-se a EOAT na presença e ausência de ruído e se analisou a ocorrência de mudanças no nível de resposta das EOAT. Considerou-se presença do efeito de supressão quando houve redução maior ou igual a 1 dB do nível de resposta na presença de ruído branco contralateral.

Para a análise estatística, foram aplicados os Testes de Wilcoxon, Mann Whitney Y e Igualdade de Duas Proporções, adotando nível de significância de 0,05%.

RESULTADOS

Para melhor compreensão dos resultados obtidos, sua descrição foi organizada em duas partes, inicialmente verificando o efeito de orelha e, a seguir, o efeito de grupo e condição de estimulação.

Comparação das Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente nos grupos estudo e controle em relação à variável orelha

O resultado mostra a comparação entre as Orelhas Direita (OD) e Orelha Esquerda (OE) para o grupo estudo (Tabela 1) e controle (Tabela 2) em relação à amplitude e diferenças das EOAT sem e com ruído. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Devido a não ter sido encontrada diferença estatisticamente significativa entre as orelhas em relação às variáveis, a análise passou a ser realizada conjuntamente para as duas orelhas.

Tabela 1. Amplitude de resposta das EOAT (em dBNPS) sem e com ruído contralateral e diferenças obtidas sem e com ruído, no grupo estudo.

| Grupo | Estudo | Média | DP | N | p |
|-----------|--------|-------|------|----|-------|
| Sem Ruído | OD | 12,05 | 3,73 | 10 | 0,742 |
| | OE | 11,50 | 3,62 | 10 | |
| Com Ruído | OD | 10,62 | 3,98 | 10 | 0,986 |
| | OE | 10,59 | 3,44 | 10 | |
| Diferença | OD | 1,43 | 1,23 | 10 | 0,388 |
| | OE | 0,91 | 1,39 | 10 | |

Tabela 2. Amplitude de resposta das EOAT (em dBNPS) sem e com ruído contralateral e diferenças obtidas sem e com ruído, no grupo controle.

| Grupo | Controle | Média | DP | N | p |
|-----------|----------|-------|------|----|-------|
| Sem Ruído | OD | 10,85 | 2,64 | 10 | 0,701 |
| | OE | 10,30 | 3,60 | 10 | |
| Com Ruído | OD | 9,30 | 3,03 | 10 | 0,685 |
| | OE | 8,74 | 3,04 | 10 | |
| Diferença | OD | 1,55 | 1,05 | 10 | 0,983 |
| | OE | 1,56 | 1,06 | 10 | |

Comparação das Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente entre os grupos estudo e controle

Nesta etapa, procurou-se verificar se havia diferença na resposta das EOAT sem e com ruído entre crianças do grupo estudo e controle. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Os resultados desta análise estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Amplitude das EOAT sem e com ruído em relação à variável grupo.

| Grupos | Condição | Média | DP | N | p |
|----------|-----------|-------|------|----|-------|
| Estudo | sem ruído | 11,78 | 3,59 | 20 | 0,264 |
| Controle | sem ruído | 10,58 | 3,08 | 20 | |
| Estudo | com ruído | 10,61 | 3,62 | 20 | 0,138 |
| Controle | com ruído | 9,02 | 2,97 | 20 | |

Em seguida, procurou-se verificar se a diferença das EOAT sem e com ruído diferiram nos grupos estudo e controle. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Os resultados desta análise estão na Tabela 4.

Tabela 4. Diferenças entre as EOAT sem e com ruído (em dB) em relação à variável grupo.

| Grupos | Média | DP | N | p |
|----------|-------|------|----|-------|
| Estudo | 1,17 | 1,31 | 20 | 0,307 |
| Controle | 1,56 | 1,03 | 20 | |

Procurou-se investigar a quantificação do efeito de supressão para orelha direita, orelha esquerda e para ambas as orelhas, dos grupos estudo e controle. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Os resultados destas análises estão apresentados na Tabela 5.

DISCUSSÃO

Neste estudo, foram avaliadas dez crianças com TDAH, sendo que sete (70%) eram do sexo masculino, indicando maior prevalência deste distúrbio na população masculina^{1,10,11,12}.

Inicialmente, procurou-se verificar se as amplitudes das EOAT sem e com ruído e as diferenças obtidas sem e com ruído variavam em relação ao lado da orelha (OD X OE), em ambos os grupos. Não houve diferença estatisticamente significativa tanto no grupo estudo (Tabela 1) quanto no grupo de controle (Tabela 2). Após a constatação desses resultados, os dados das duas orelhas foram combinados, conforme Burguetti & Carvalho¹³.

Investigou-se se as amplitudes das EOAT sem ruído e com ruído sofreram variação nos dois grupos (Tabela 3). Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Em ambos os grupos, as respostas com ruído foram inferiores às respostas sem ruído, corroborando os achados de diversos autores^{3,14-16}.

Em seguida, verificou-se se os valores das diferenças obtidas sem e com ruído variavam entre os grupos. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Tabela 4), corroborando outros estudos realizados^{17,18}.

Estudou-se a quantificação do efeito de supressão para as duas orelhas separadamente. A análise estatística realizada para a Orelha Direita (OD), Orelha Esquerda (OE) e ambas as orelhas (OD+OE) não mostrou diferenças significativas entre os grupos estudados (Tabela 5). Apesar de não ter sido objetivo do presente estudo comparar o efeito de supressão entre OD e OE, os estudos de Khalifa & Collet¹⁹ e Fávero²⁰ mostraram que existe uma maior ativalidade do sistema eferente do lado direito; porém, Rabinovich²¹ verificou diferença estatisticamente significante na OE.

De acordo com os resultados observados em nossa pesquisa, sugere-se não haver diferença significante no funcionamento do sistema eferente olivococlear medial no grupo estudado de crianças com TDAH, quando compara-

das a crianças de mesma idade e sem este diagnóstico. Com nossos achados, podemos inferir que o comprometimento atencional prioritário existente nos portadores de TDAH não seja de modalidade sensorial auditiva; porém, para confirmar esta hipótese, seria importante a ampliação do número de casos estudados.

Também podemos questionar se a presença de queixas de atenção auditiva nos portadores de TDAH estão associadas à existência de transtornos comórbidos, como, por exemplo, o Transtorno do Processamento Auditivo Central, visto que em muitos portadores de TDAH esta comorbidade encontra-se presente^{22,23}.

A literatura corrente evidencia estreita relação do complexo olivar superior com a habilidade de localização sonora no espaço²⁴. Partindo desse fato e dos achados encontrados em nossa pesquisa, sugerimos a investigação do sistema eferente olivococlear por meio de outras medidas, como as de natureza comportamental, a fim de verificar eventuais dificuldades na percepção auditiva de portadores de TDAH.

Realizamos o presente estudo partindo do princípio que umas das formas de avaliar a Atenção Seletiva Auditiva ocorre pela análise do funcionamento do Sistema Eferente Olivococlear Medial e que crianças portadoras de TDAH apresentam grandes prejuízos em mecanismos atencionais.

Ao estudar o funcionamento deste sistema em crianças com TDAH e em crianças normais, pôde-se concluir que as respostas das EOAT e as diferenças obtidas sem e com ruído foram comparáveis nos dois grupos estudados. Desta forma, sugeriu-se não haver diferença no funcionamento do sistema eferente olivococlear medial nas crianças com transtorno do déficit de atenção/hiperatividade em relação às crianças normais; porém, há necessidade de aprofundar esta hipótese por meio de outros métodos capazes de avaliar a função auditiva de portadores de TDAH, como, por exemplo, a utilização de medidas comportamentais.

CONCLUSÕES

O efeito de supressão que avalia o funcionamento do sistema eferente olivococlear medial aferido pelas EOAT com e sem ruído em crianças portadoras de TDAH não apresentou diferença quando comparado ao grupo controle, no presente trabalho. Não se encontrou evidência, nesta amostra, de que o sistema eferente olivococlear medial esteja alterado na presença de TDAH.

Tabela 5. Ocorrência do efeito de supressão (em dB) nos grupos estudo e controle para a Orelhas Direita (OD), Orelha Esquerda (OE) e ambas as orelhas (OD+OE).

| Grupos | OD | | | OE | | | OD + OE | | |
|----------|-------|-----------|---------|-------|-----------|---------|---------|-----------|---------|
| | < 1dB | 1 a 1,5dB | > 1,5dB | < 1dB | 1 a 1,5dB | > 1,5dB | < 1dB | 1 a 1,5dB | > 1,5dB |
| Estudo | n=2 | n=1 | n=7 | n=4 | n=1 | n=5 | n=6 | n=2 | n=12 |
| Controle | n=1 | n=3 | n=6 | n=2 | n=1 | n=7 | n=3 | n=4 | n=13 |
| <i>p</i> | 0,531 | 0,264 | 0,639 | 0,329 | 1,000 | 0,631 | 0,256 | 0,376 | 0,744 |

REFERÊNCIAS

1. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 4th Text Revision (DSM-IV-TR). American Psychiatric Association: Washington; 2000.
2. Harrison WA, Burns EM. Effects of contralateral acoustic stimulation on spontaneous otoacoustic emissions. *J Acoust Soc Am*. 1993;94(5):2649-58.
3. Ryan S, Kemp DT, Hinchcliffe R. The influence of contralateral acoustic stimulation on click-evoked otoacoustic emission in humans. *Br J Audiol*. 1991;25(6):391-7.
4. Bonaldi LV, De Angelis MA, Smith RL. Developmental study of the round window region. *Acta Anat (Basel)*. 1997;159(1):25-9.
5. Pillsbury HC, Grose JH, Coleman WL, Conners CK, Hall JW. Binaural function in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1995;121(12):1345-50.
6. Glatke TJ, Robinette MS. Transient evoked otoacoustic emissions. In: Robinette MS, Glatke TJ. *Otoacoustic emissions-clinical applications*. New York-Stuttgart: Thieme; 1997. p.63-81.
7. Silva C. A supressão da emissão otoacústica transiente na presença de ruído branco contralateral [monografia]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 1998.
8. Bonfils P, Uziel A. Clinical applications of evoked acoustic emissions: results in normally hearing and hearing-impaired subjects. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1989;98(5 Pt 1):326-31.
9. Lopes Filho O, Carlos CR. Emissões otoacústicas. In: Lopes Filho O. *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Rocca; 1997. p.221-37.
10. Wolraich ML, Hannah JN, Baumgaertel A, Feurer ID. Examination of DSM-IV criteria for attention deficit/hyperactivity disorder in a county-wide sample. *J Dev Behav Pediatr*. 1998;19(3):162-8.
11. Rohde LA. ADHD in Brazil: The DSM-IV criteria in a culturally different population. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2002;41(9):1131-3.
12. Vasconcelos MM, Werner Junior J, Malheiros AFA, Lima DFN, Santos ISO, Barbosa JB. Prevalência do transtorno do déficit de atenção / hiperatividade numa escola pública primária. *Arq Neuropsiquiatr*. 2003;61(1):67-73.
13. Burguetti FAR, Carvalho RMM. Efferent auditory system: its effect on auditory processing. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2008;74(5):737-45.
14. Collet L, Kemp DT, Veuillet E, Duclaux R, Moulin A, Morgon A. Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro-mechanical properties in human subjects. *Hear Res*. 1990;43(2-3):251-62.
15. Thornton AR, Slaven A. The effect of stimulus rate on the contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions. *Scand Audiol*. 1995;24(2):83-90.
16. Leme VN, Carvalho RMM. Efeito da estimulação acústica contralateral nas medidas temporais das emissões otoacústicas. *Rev CEFAC*. 2009;11(Suppl 1).
17. Berlin CI, Hood IJ, Hurley A, Wen H. The First Jerger Lecture. Contralateral suppression of otoacoustic emissions: an index of the function of medial olivocochlear system. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1994;110(1):3-21.
18. Ryan S, Kemp DT. The influence of stimulus level on the neural suppression of transient evoked otoacoustic. *Hear Res*. 1996;94(1-2):140-7.
19. Khalfa S, Collet L. Functional asymmetry of medial olivocochlear system in humans. Towards a peripheral auditory lateralization. *Neuroreport*. 1996;7(5):993-6.
20. Fávero ML, Sanchez TG, Bento RF, Nascimento AF. Contralateral suppression of otoacoustic emission in patients with tinnitus. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2006;72(2):223-26.
21. Rabinovich K. Estudo do efeito de supressão nas emissões otoacústicas evocadas transientes em indivíduos com audição normal e em portadores de esclerose múltipla. [dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina; 1999.
22. Chermak GD, Hall JW 3rd, Musiek FE. Differential diagnosis and management of central auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. *J Am Acad Audiol*. 1999;10(6):289-303.
23. Keller WD. Auditory processing disorder or attention-deficit? In: Katz J, Stecker N, Henderson D, editors. *Central Auditory Processing: a Transdisciplinary View*. St. Louis: Mosby Yearbook; 1992. p.107-14.
24. Larsen E, Liberman MC. Slow build-up of cochlear suppression during sustained contralateral noise: c-entral modulation of olivocochlear efferents? *Hear Res*. 2009;256(1-2):1-10.