

Cognitive potential of children with attention deficit and hyperactivity disorder

Potencial cognitivo em crianças com transtorno do déficit de atenção com hiperatividade

Ana Carla Leite Romero¹, Simone Aparecida Capellini², Ana Cláudia Figueiredo Frizzo³

Keywords:

attention deficit and hyperactivity disorder; auditory evoked potentials; electrophysiology.

Palavras-chave:

eletrofisiologia; potenciais evocados auditivos; transtorno do déficit de atenção com hiperatividade.

Abstract

The literature has described comorbidities among the symptoms of children with Attention Deficit and Hyperactivity Disorder (ADHD) and the auditory processing changes, and these symptoms have been overlooked in the assessment, and consequently, on the rehabilitation of these individuals. **Objective:** To compare the findings of the long latency auditory evoked potentials in children with and without ADHD. **Method:** This is a historical cohort cross-sectional case-control study, in which we enrolled 30 children with and without ADHD, aged 8-12 years. We performed the long-latency auditory evoked potential test in two scanning procedures through passive and active tasks differing in frequency and duration (MMNf and MMNd) (P300f and P300D). **Results:** When comparing the performance of children with and without ADHD in the electrophysiological test assessment of hearing, we found significant differences concerning the P2 amplitude in the LE - which was higher for the ADHD group; and concerning the N2 amplitude and latency - which were abnormal in the ADHD group. **Conclusion:** This study provided a greater understanding of the central auditory pathways of children with and without ADHD when evaluated from electrophysiological tests.

Resumo

A literatura tem descrito comorbidades entre os sintomas das crianças com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) e as alterações de processamento auditivo e tais sintomas têm sido negligenciados na avaliação e, conseqüentemente, na reabilitação desses indivíduos. **Objetivo:** Comparar os achados do potencial evocado auditivo de longa latência em crianças com e sem TDAH. **Método:** Este estudo é de coorte histórica com corte transversal do tipo caso-controle, no qual participaram 30 crianças, com e sem TDAH na faixa etária de 8 a 12 anos. Foi realizado o potencial evocado auditivo de longa latência em duas varreduras, por meio de tarefas passivas diferindo quanto frequência e duração (MMNf e MMNd) e ativas (P300f e P300d). **Resultados:** Na comparação entre o desempenho das crianças com e sem TDAH no teste de avaliação eletrofisiológica da audição foram observadas diferenças ao nível de significância para a amplitude de P2 da OE, que foi maior para o grupo com TDAH, e para a amplitude e latência de N2, que se mostraram alteradas no grupo com TDAH. **Conclusão:** O presente estudo possibilitou maior conhecimento da via auditiva central das crianças com e sem TDAH quando avaliadas a partir de testes eletrofisiológicos.

¹ Fonoaudióloga (Aluna regular do mestrado em Fonoaudiologia do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista - FFC/UNESP - Marília - SP).

² Professora Livre-Docente em Linguagem Escrita. Professora do Departamento de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da Faculdade de Filosofia e Ciências - FFC/UNESP - Marília - SP.

³ Doutora em Neurologia (Docente do departamento de Fonoaudiologia e Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista - FFC/UNESP - Marília - SP).

Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista - FFC - UNESP - Marília - SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Ana Claudia Figueiredo Frizzo. Av. Hygino Muzzy Filho, nº 737. Campus Universitário. Marília - SP, Brasil. CEP: 17525-900.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) do BJORL em 9 de abril de 2013. cod. 10856.

Artigo aceito em 29 de junho de 2013.

INTRODUÇÃO

Estudos neuropsicológicos relatam que indivíduos com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) apresentam alterações no córtex pré-frontal e em estruturas subcorticais, estando associados a frequentes níveis de desatenção, impulsividade, hiperatividade, desorganização e inabilidade social, envolvendo um déficit do sistema inibitório ou das funções executivas da memória de trabalho^{1,2}.

A literatura tem descrito comorbidades entre os sintomas das crianças com TDAH e as alterações de processamento auditivo (PA) e tais sintomas têm sido negligenciados na avaliação e, conseqüentemente, na reabilitação desses indivíduos^{3,4}.

O distúrbio de processamento auditivo é frequente em crianças com TDAH e pode ser decorrente de um déficit no funcionamento da via auditiva, causada por alterações em algumas das estruturas do sistema nervoso auditivo central (SNAC), ou ainda nos hemisférios cerebrais, podendo ser observadas pelos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL), que avaliam a integridade da via auditiva, desde a porção periférica até o córtex auditivo⁴.

Segundo o DSM-IV⁵, testes que exigem processamento mental concentrado são anormais em grupos de indivíduos com Transtorno do Déficit e Atenção com Hiperatividade, em comparação com sujeitos-controle, mas ainda não está inteiramente claro qual o déficit cognitivo fundamental responsável por isto.

Muitos estudos sugeriram que a disfunção atencional não é a maior causa das alterações comportamentais dos indivíduos com TDAH^{6,7} e que os achados dos potenciais evocados mostraram que vários estágios sensoriais e cognitivos são processados diferentemente em indivíduos com TDAH, sendo que essa aparente discrepância pode ser representada a partir de estudos dos processos cognitivos, por meio dos potenciais evocados que examinam as diversas regiões do cérebro^{8,9}.

Diante do exposto acima, este estudo teve como objetivo comparar os achados do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças com e sem Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH).

MÉTODO

Este projeto de pesquisa foi submetido à análise e apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa dessa Universidade e realizado após sua aprovação de acordo com o protocolo número: 0094/2011. Este estudo foi de coorte histórica com corte transversal do tipo caso-controle.

Participaram deste estudo 30 crianças de ambos os gêneros na faixa etária de 8 a 12 anos, distribuídas em:

- Grupo Controle (GC) - Composto por 15 crianças com bom desempenho acadêmico, selecionadas pelos professores seguindo o critério de desempenho satisfatório em dois bimestres consecutivos em avaliação de leitura e escrita;
- Grupo Pesquisa (GP) - Composto por 15 crianças devidamente diagnosticadas com TDAH por uma equipe interdisciplinar, na qual incluía avaliação fonoaudiológica, neurológica, pedagógica e neuropsicológica, que levava em consideração a presença de pelo menos seis (ou mais) sintomas de desatenção e seis (ou mais) sintomas de hiperatividade-impulsividade persistentes há pelo menos seis meses, segundo os Critérios Diagnósticos para Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade do DSM-IV. Foram aplicados os Instrumentos da bateria neuropsicológica: WISC-III¹⁰ e a bateria neuropsicológica¹¹. Os escolares do GP foram avaliados após um período de 24 horas sem o uso da medicação (metilfenidato), uma vez que a testagem em situação de uso da medicação poderia mascarar o desempenho comportamental das crianças.

As crianças de ambos os grupos foram avaliadas após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos responsáveis. Todas as crianças tinham idade cronológica entre 8 e 12 anos e foram submetidas previamente às avaliações audiológica, oftalmológica e psicológica. Dessa forma, foram excluídas deste estudo os sujeitos que não apresentaram limiares audiométricos dentro dos padrões de normalidade (20 dBNA)¹² e que tinham alteração cognitiva e de acuidade visual.

A avaliação audiológica básica foi realizada em cabina acústica. Para a audiometria tonal limiar, foi utilizado o audiômetro GSI 61 (padrão ANSI 3.6-1989 e S3.43-1992) com fones TDH - 50. Os limiares de audibilidade foram obtidos, por via aérea, nas frequências sonoras de 250 a 8.000 Hz. O critério de normalidade utilizado foi a classificação proposta por Lloyd & Kaplan¹², na qual a média das frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz deve ser igual ou menor a 20 dBNA.

A avaliação do potencial evocado auditivo de longa latência foi realizada com o uso do equipamento *Biologic Navigator Pro* e registrada mediante a utilização de cinco eletrodos descartáveis posicionados em Fz e Cz em referência ao lóbulo direito (A2) e esquerdo (A1), utilizando-se os dois canais de registro do equipamento; o eletrodo terra foi posicionado em Fpz. A impedância foi mantida em um nível inferior a 5 KW.

Os componentes foram pesquisados em duas varreduras, ou seja, primeiramente foi eliciado para estímulos tonais (*tone burst*) diferindo quanto à frequência - MMNF

e P300f (estímulo frequente: frequência de 750 Hz e estímulo raro: frequência de 1.000 Hz), após, para estímulos diferindo quanto à duração - MMNd e P300d (estímulo frequente: 100 ms e estímulo raro: 50 ms; ambos na frequência de 1.000 Hz).

Tanto os estímulos diferindo quanto à frequência, como quanto à duração foram apresentados aleatoriamente, num paradigma *oddball*, numa velocidade de 1,1 estímulos por segundo, com uma probabilidade de ocorrência do estímulo raro de 20% do total de 250 estímulos. O tempo de análise das ondas foi de 500 ms, com filtro de 0,5 a 30 Hz e sensibilidade de 50.000 mV e polaridade alternada.

Para o registro do MMN, o paciente realizou uma tarefa passiva e foi orientado a permanecer sentado, relaxado, porém desperto e assistindo a um vídeo (sem som) para se distrair e não dar atenção ao estímulo sonoro que lhe era apresentado. Já para o registro do P300, o paciente deveria realizar uma tarefa ativa, prestando atenção e discriminando os estímulos, nomeando-os como “fino” durante P300f e “curto” em P300d.

A apresentação dos estímulos foi randomizada em relação à orelha estimulada, alternando-as a fim de evitar vies nos resultados. Além disso, devido às dificuldades inerentes ao comportamento de crianças com TDAH, optou-se por realizar a replicação do exame somente quando necessário e na rotina utilizar os registros de Cz e Fz, a fim de confirmar e garantir a veracidade dos dados.

Para análise final dos resultados, optamos por utilizar os registros obtidos em Cz, uma vez que nesse estudo essa região foi onde os registros foram melhores; além disso, a literatura tem descrito constantemente como a região de melhor visualização desses potenciais.

Para a identificação das ondas do P300, foi utilizado o critério proposto por Junqueira & Colafêmina¹³, que se apresenta a seguir:

- Identificação do complexo N1-P2-N2 - três primeiras ondas que aparecem na sequência e apresentam polaridade negativa - positiva - negativa, respectivamente, ocorrendo na replicação dos traçados, frequente e raro, entre 60 e 300 ms;
- Identificação do P3, maior onda positiva, logo após o complexo N1-P2-N2, ocorrendo na replicação do traçado para o estímulo raro, entre 240 e 700 ms;
- As latências foram marcadas no maior pico, ou seja, no ponto de máxima amplitude da onda;
- As amplitudes foram marcadas do pico da onda até a linha de base e interamplitude no caso da interamplitude N2-P3.

Para a identificação das ondas do MMN, considerou-se a maior onda de polaridade negativa, entre os valores de latência de 100 a 300 ms, visualizada na subtração do traçado do estímulo raro ao traçado do estímulo frequente^{14,15}. Foram

realizadas análises descritivas dos resultados dos testes, a partir da construção de tabelas com valores de média e desvio-padrão, por grupo e por orelha. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk a fim de verificar a normalidade dos dados. A comparação das médias dos testes entre os grupos estudados foi feita a partir da análise de variância - Teste F (ANOVA) e, quando verificada significância, foi confirmada pelo *Tukey Test* (ANOVA), um teste paramétrico que faz comparação de médias utilizando a variância em dados que necessariamente configuram distribuição normal.

O resultado foi descrito como valor de *p*, e o nível de significância adotado foi sempre de 5% ou 0,05 ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Na comparação da avaliação eletrofisiológica da audição da tarefa ativa quando realizada a estimulação com estímulo que variava quanto à frequência, P300f, a orelha direita (OD) mostrou diferença estatisticamente significativa apenas nos valores de Latência de N1, enquanto que a orelha esquerda (OE) não apresentou diferença ao nível de significância em nenhuma das variáveis.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores de média, desvio-padrão e valor de *p* das variáveis Latência e Amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 na avaliação do P300f em ambos os grupos da OD e OE, respectivamente.

Tabela 1. Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de *p* das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300f à OD.

| Variável | Grupo | Média | DP | Valor de <i>p</i> |
|-----------|-------|-------|------|-------------------|
| Lat N1 | GC | 117,7 | 19,7 | *0,0114** |
| | GP | 99,4 | 17,1 | |
| Amp N1 | GC | -4,1 | 2,2 | 0,3699 |
| | GP | -3,3 | 2,4 | |
| Lat P2 | GC | 160,1 | 29,1 | 0,9682 |
| | GP | 159,7 | 36,5 | |
| Amp P2 | GC | -0,5 | 2,2 | 0,2462 |
| | GP | 0,5 | 2,7 | |
| Lat N2 | GC | 207,4 | 31,5 | 0,7113 |
| | GP | 212,5 | 40,9 | |
| Amp N2 | GC | -5,8 | 2,6 | 0,3638 |
| | GP | -5,0 | 2,2 | |
| Lat P3 | GC | 316,0 | 32,2 | 0,6968 |
| | GP | 321,2 | 38,9 | |
| Amp P3 | GC | 4,4 | 1,7 | 0,8271 |
| | GP | 4,6 | 3,2 | |
| Int N2-P3 | GC | 10,5 | 4,2 | 0,6315 |
| | GP | 9,7 | 3,9 | |

Lat: Latência; Amp: Amplitude; Int: Interamplitude; DP: Desvio padrão; OD: Orelha direita; ** *Tukey Test - Minimum Significant Difference* = 13,84.

Tabela 2. Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de *p* das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300f à OE.

| Variável | Grupo | Média | DP | Valor de <i>p</i> |
|-----------|-------|-------|------|-------------------|
| Lat N1 | GC | 112,8 | 25,1 | 0,5622 |
| | GP | 118,3 | 26,0 | |
| Amp N1 | GC | -4,5 | 3,6 | 0,2710 |
| | GP | -3,1 | 2,9 | |
| Lat P2 | GC | 155,6 | 35,9 | 0,4742 |
| | GP | 165,2 | 36,3 | |
| Amp P2 | GC | -1,4 | 3,2 | 0,0986 |
| | GP | 1,2 | 2,2 | |
| Lat N2 | GC | 198,7 | 27,4 | 0,1284 |
| | GP | 219,5 | 43,5 | |
| Amp N2 | GC | -6,1 | 3,3 | 0,2435 |
| | GP | -4,6 | 3,1 | |
| Lat P3 | GC | 329,4 | 32,6 | 0,9329 |
| | GP | 328,5 | 29,8 | |
| Amp P3 | GC | 5,2 | 4,4 | 0,7083 |
| | GP | 5,8 | 3,6 | |
| Int N2-P3 | GC | 12,6 | 5,1 | 0,3919 |
| | GP | 11,0 | 4,8 | |

Lat: Latência; Amp: Amplitude; Int: Interamplitude; DP: Desvio padrão; OE: Orelha esquerda.

Na comparação do P300, quando realizada a estimulação com estímulo que variava quanto à duração, P300d, a OD não mostrou diferença estatisticamente significativa quando comparados os dois grupos com e sem TDAH, enquanto que a OE apresentou significância na comparação da Amplitude de P2 e N2 e Latência de N2.

As Tabelas 3 e 4 apresentam os valores de média, desvio-padrão e valor de *p* das variáveis Latência e Amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300d para a OD e OE, respectivamente.

Na comparação da avaliação eletrofisiológica da audição da tarefa passiva quando realizada a estimulação com estímulo que variava quanto à frequência, MMNf, ambas as orelhas não mostraram diferença ao nível de significância quando comparados os dois grupos com e sem TDAH.

As Tabelas 5 e 6 apresentam os valores de média, desvio-padrão e valor de *p* das variáveis Latência e Amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do MMNf para a OD e OE, respectivamente.

Na avaliação do MMN com estimulação com estímulo que variava quanto à duração, MMNd, não foi possível observar diferença estatisticamente significativa quando comparados os dois grupos com e sem TDAH em nenhuma das variáveis em ambas as orelhas.

As Tabelas 7 e 8 apresentam os valores de média, desvio-padrão e valor de *p* das variáveis Latência

Tabela 3. Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de *p* das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300d à OD.

| Variável | Grupo | Média | DP | Valor de <i>p</i> |
|-----------|-------|-------|------|-------------------|
| Lat N1 | GC | 114,4 | 14,4 | 0,3985 |
| | GP | 107,0 | 29,9 | |
| Amp N1 | GC | -3,3 | 2,0 | 0,8291 |
| | GP | -3,7 | 2,7 | |
| Lat P2 | GC | 160,2 | 21,4 | 0,8283 |
| | GP | 162,9 | 41,4 | |
| Amp P2 | GC | 0,8 | 2,2 | 0,6937 |
| | GP | 1,2 | 2,2 | |
| Lat N2 | GC | 223,2 | 22,6 | 0,2994 |
| | GP | 234,5 | 34,1 | |
| Amp N2 | GC | -6,2 | 2,3 | 0,4603 |
| | GP | -5,5 | 2,4 | |
| Lat P3 | GC | 339,6 | 35,1 | 0,5325 |
| | GP | 331,3 | 36,9 | |
| Amp P3 | GC | 3,9 | 2,6 | 0,2179 |
| | GP | 5,2 | 3,0 | |
| Int N2-P3 | GC | 10,1 | 4,6 | 0,7740 |
| | GP | 9,7 | 3,9 | |

Lat: Latência; Amp: Amplitude; Int: Interamplitude; DP: Desvio padrão; OD: Orelha direita.

Tabela 4. Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de *p* das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300d à OE.

| Variável | Grupo | Média | DP | Valor de <i>p</i> |
|-----------|-------|-------|------|-------------------|
| Lat N1 | GC | 124,6 | 24,4 | 0,1926 |
| | GP | 111,3 | 30,2 | |
| Amp N1 | GC | -4,0 | 2,0 | 0,2610 |
| | GP | -3,0 | 2,5 | |
| Lat P2 | GC | 162,5 | 24,1 | 0,9701 |
| | GP | 163,0 | 35,0 | |
| Amp P2 | GC | -0,9 | 3,2 | *0,0349** |
| | GP | 1,3 | 2,4 | |
| Lat N2 | GC | 208,7 | 21,7 | *0,0213** |
| | GP | 237,2 | 39,6 | |
| Amp N2 | GC | -6,6 | 2,7 | *0,0203** |
| | GP | -4,4 | 2,2 | |
| Lat P3 | GC | 331,7 | 28,8 | 0,5667 |
| | GP | 340,5 | 50,8 | |
| Amp P3 | GC | 4,9 | 2,5 | 0,7665 |
| | GP | 4,6 | 2,9 | |
| Int N2-P3 | GC | 11,5 | 3,6 | 0,0523 |
| | GP | 8,4 | 4,5 | |

Lat: Latência; Amp: Amplitude; Int: Interamplitude; DP: Desvio padrão; OE: Orelha esquerda; ** Tukey Test - Minimum Significant Difference: Amp P2: 2,16, Lat N2: 23,94 e Amp N2: 1,88.

Tabela 5. Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de *p* das variáveis latência e amplitude do MMNf à OD.

| Variável | Grupo | Média | DP | Valor de <i>p</i> |
|----------|-------|-------|------|-------------------|
| Lat OD | GC | 224,1 | 29,9 | 0,8019 |
| | GP | 220,2 | 52,6 | |
| Amp OD | GC | -2,6 | 1,9 | 0,9948 |
| | GP | -2,6 | 2,4 | |

Lat: Latência; Amp: Amplitude; OD: Orelha direita; DP: Desvio padrão.

Tabela 6. Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de *p* das variáveis latência e amplitude do MMNf à OE.

| Variável | Grupo | Média | DP | Valor de <i>p</i> |
|----------|-------|-------|------|-------------------|
| Lat OE | GC | 224,1 | 29,9 | 0,2822 |
| | GP | 213,9 | 29,9 | |
| Amp OE | GC | -3,4 | 2,0 | 0,9568 |
| | GP | -3,4 | 2,2 | |

Lat: Latência; Amp: Amplitude; OE: Orelha esquerda; DP: Desvio padrão; OE: Orelha esquerda.

e Amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 variando quanto à duração do MMNd para a OD e OE, respectivamente.

Tabela 7. Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP), valor mínimo, valor máximo e valor de *p* das variáveis latência e amplitude do MMNd à OD.

| Variável | Grupo | Média | DP | Valor de <i>p</i> |
|----------|-------|-------|------|-------------------|
| Lat OD | GC | 209,5 | 50,1 | 0,8407 |
| | GP | 206,1 | 41,3 | |
| Amp OD | GC | -2,4 | 1,9 | 0,0881 |
| | GP | -4,7 | 2,5 | |

Lat: Latência; Amp: Amplitude; OD: Orelha direita; DP: Desvio padrão.

Tabela 8. Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de *p* das variáveis latência e amplitude do MMNd à OE.

| Variável | Grupo | Média | DP | Valor de <i>p</i> |
|----------|-------|-------|------|-------------------|
| Lat OE | GC | 245,4 | 57,7 | 0,4961 |
| | GP | 232,9 | 40,4 | |
| Amp OE | GC | -3,7 | 2,6 | 0,9253 |
| | GP | -3,6 | 2,6 | |

Lat: Latência; Amp: Amplitude; OE: Orelha esquerda; DP: Desvio padrão.

DISCUSSÃO

Muitos são os estudos que têm avaliado o P300 de crianças com TDAH, porém, poucos têm dado foco aos demais componentes do PEALL, N1, P2 e N2^{16,17}. Nesse estudo, foi verificada diferença estatisticamente significativa nos valores de latência e amplitude entre o P300 do GC e GP tanto na avaliação do P300f quanto na avaliação do P300d quando o foco são os componentes N1, P2 e N2.

No que se refere à avaliação do P300d, a OE apresentou melhor amplitude de P2 para o GP quando comparado ao GC, o que corrobora estudos^{18,19} que demonstraram que o componente P2 é maior em crianças com TDAH em comparação aos controles normais.

A maior amplitude de P2 das crianças do GP desse estudo pode ser justificada por pesquisas^{20,21} que afirmam que essa onda possui geradores em diversas regiões do córtex auditivo primário, secundário e no sistema reticular, as quais estão associadas à atenção que o indivíduo dá ao estímulo sonoro e com a inibição do processamento de estímulos competitivos, assim as crianças com TDAH desse estudo precisariam de maior ativação dessas regiões para garantir que se mantivessem atentas e, conseqüentemente, discriminar os estímulos raros dos frequentes.

Na avaliação do P300d da OE, também foi observada diferença ao nível de significância para a amplitude de N2, na qual o GC apresentou maior negatividade quando comparado ao GP, e na latência do N2, em que o GP teve valores mais alongados. Esses resultados corroboram outros estudos²² e podem ser explicados por possíveis dificuldades pré-atencionais e discriminatórias das crianças com TDAH, já que, segundo McPherson²³ e Näätänen²⁴, a onda N2 aconteceria a partir da atenção e discriminação de uma resposta passiva e automática pré-atencional elicitada pela discriminação do evento raro.

No que se refere à latência do N2, a OE apresentou também diferença estatisticamente significativa quando comparados GC e GP, sendo possível observar valores de latência mais alongados para o GP, corroborando com estudos^{25,26} que analisaram, além da amplitude do N2, também os valores de latência das crianças com TDAH e compararam com os controles normais, verificando que houve um aumento na latência do N2 para o GP.

Nesse estudo, observamos que o componente N2 foi o único que apresentou diferenças ao nível de significância tanto para latência quanto para a amplitude quando comparadas as crianças com e sem TDAH, o que nos faz considerar que as crianças com TDAH desse estudo apresentavam declínio na eficiência das respostas que envolviam processos pré-atencionais e discriminatórios^{19,22}, já que, segundo Näätänen²⁴, a geração do N2 acontece a partir da atenção e discriminação de uma resposta passiva e automática pré-atencional elicitada pela discriminação do evento raro.

Com relação aos achados do componente P3, está de acordo com estudos²⁶⁻²⁸ que observaram em suas pesquisas valores normais de latência e amplitude para o P300 no grupo TDAH, quando comparados aos controles normais, porém, são discordantes de outras literaturas, que têm constantemente descrito um aumento no tempo de latência das ondas do P300^{16,17}, bem como uma diminuição de amplitude^{8-18,19} para os indivíduos com TDAH.

Uma primeira explicação para não serem verificadas diferenças significativas entre o P300 das crianças com e sem TDAH desse estudo é a de que o número de crianças foi pequeno, sendo este um fator limitante para a discussão específica destes achados. Tal limitação neste estudo foi descrita por Brayner²⁶ e Satterfield & Braley²⁸, que sugerem o aumento da amostra para melhor investigação da via auditiva.

Outra possível explicação é a de que as crianças com TDAH apresentam alterações nos processos pré-atencionais e discriminatórios, o que ficou evidente nos resultados encontrados na onda N2, porém, essas crianças passaram a processar essas informações de alguma maneira, que pode ser com auxílio de outras estruturas do sistema nervoso central e/ou por meio da interferência da plasticidade neural, na qual as experiências sensoriais promovem uma melhora na sincronia neural, ou uma reorganização das células nervosas²⁹, já que, segundo a literatura³⁰, uma série de processos cognitivos pode estar envolvida na geração do P300.

No que se refere ao MMN, tanto MMNf quanto MMNd, não foi verificada diferença estatística em nenhuma das variáveis, seja em latência ou em amplitude, quando comparados os dois grupos. Isto sugere que as crianças com TDAH desse estudo apresentam déficits quando precisam, além de manter a atenção sustentada, ou seja, manter-se atentas durante um grande período de tempo, precisam ainda realizar uma tarefa de discriminação. Para a obtenção do MMN, há o envolvimento de processos pré-atencionais que independem da resposta do indivíduo, assim, essas crianças não precisavam realizar nenhum tipo de tarefa, o que contribuiu para os resultados normais do MMN desse estudo^{31,32}.

Segundo a literatura especializada²⁴, o MMN é eliciado da mesma forma que o N2, ou seja, a partir de atividades de atenção e discriminação de uma resposta passiva e automática pré-atencional, eliciada pela discriminação de um evento raro. Além disso, o N2 é registrado na mesma região de latência do MMN³⁰ e tem sido comumente descrito como a representação funcional desse componente^{33,34}. Assim, nesse estudo, inicialmente esperava-se que as crianças com TDAH apresentassem também alterações para o MMN. Uma possível explicação para este resultado é a de que os sujeitos com TDAH desse estudo apresentam ainda déficits de atenção sustentada, já que as alterações mais evidentes dos PEALL foram visualizadas quando foi exigido algum tipo de resposta na qual as crianças precisariam, além de realizar uma tarefa, manter atenção por um período de tempo longo³².

Nesse estudo, verificamos ainda que o maior número de resultados alterados foi proveniente da estimulação à OE, e nos leva a sugerir que, como o processamento dos estímulos não verbais, e dos estímulos variando quanto à duração são processados primeiramente pelo hemisfério

direito^{35,36} e transferidos via corpo caloso ao hemisfério esquerdo, as alterações de atenção e discriminação das crianças desse estudo podem ser provenientes de déficits processuais no hemisfério direito.

CONCLUSÃO

Na comparação entre o desempenho das crianças com e sem TDAH no teste de avaliação eletrofisiológica da audição foram observadas diferenças ao nível de significância para a amplitude de P2 da OE, que foi maior para o grupo com TDAH e para a amplitude e latência de N2 também da OE, que se mostraram alteradas no grupo com TDAH.

No que se refere ao P300 e MMN, não foram observadas diferenças ao nível de significância quando comparados ambos os grupos.

O presente estudo possibilitou maior conhecimento da via auditiva central das crianças com e sem TDAH quando avaliadas a partir de testes de eletrofisiológicos, porém, outros estudos ainda se fazem necessários, principalmente na literatura nacional, a fim de se conhecer melhor o funcionamento da via auditiva dessas populações.

REFERÊNCIAS

1. Aquino AMCM, Bardão R, Barbosa MM, Colafemina JF, Gonçalves AS, Casagrande-Souza VM. O potencial endógeno nos distúrbios de atenção e memória auditiva. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2000;66(3):225-30.
2. Knapp P, Johannpeter J, Lyszkowski LC, Rohde LA. Terapia cognitivo-comportamental no transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: manual do terapeuta. Porto Alegre: Artmed; 2002.
3. Chermak GD, Somers EK, Seikel JA. Behavioral signs of central auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. *J Am Acad Audiol.* 1998;9(1):78-84.
4. Cavadas M, Pereira LD, Mattos P. Efeito do metilfenidato no processamento auditivo em crianças e adolescentes com transtorno do déficit de atenção/hiperatividade. *Arq Neuropsiquiatr.* 2007;65(1):138-43. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2007000100028>
5. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-IV. 4th ed. Washington: American Psychiatric Association; 2000.
6. Halperin JM, Newcorn JH, Shama V, Healey JM, Wolf LE, Pascualvaca DM, et al. Inattentive and noninattentive ADHD children: do they constitute a unitary group? *J Abnorm Child Psychol.* 1990;18(4):437-49
7. Schachar RJ, Tannock R, Logan G. Inhibitory control, impulsiveness, and attention deficit hyperactivity disorder. *Clin Psychol Rev.* 1993;13(8):721-39. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-7358\(05\)80003-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-7358(05)80003-0)
8. Johnstone SJ, Barry RJ. Auditory event-related potentials to a two-tone discrimination paradigm in attention deficit hyperactivity disorder. *Psychiatry Res.* 1996;64(3):179-92. PMID: 8944396 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-1781\(96\)02893-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-1781(96)02893-4)
9. Karayanidis F, Robaey P, Bourassa M, De Koning D, Geoffroy G, Pelletier G. ERP differences in visual attention processing between attention-deficit hyperactivity disorder and control boys in the absence of performance differences. *Psychophysiology.* 2000;37(3):319-33. PMID: 10860410 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1469-8986.3730319>
10. Wechsler D. WISC-III: escala de inteligência para crianças - manual. Adaptação e padronização brasileira de Vera Lúcia Marques de Figueiredo. 3a ed. São Paulo: Casa do Psicólogo; 2002.

11. Tabaquim MLM. Validação do exame neuropsicológico e análise das funções corticais superiores em crianças do ensino fundamental. [Tese de pós-doutorado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas; 2008.
12. Lloyd LL, Kaplan H. Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry. Baltimore: University Park Press; 1978.
13. Junqueira CAO, Colafêmina JF. Investigação da estabilidade inter e intra-examinador na identificação do P300 auditivo: análise de erros. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2002;68(4):468-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992002000400004>
14. Licht R, Horsley TM. Mismatch Negativity as a tool in studying auditory phonological processing in reading disability. In: Licht R, Bouma A, Slot W, Koops W (eds). *Child Neuropsychology, reading Disability and more.* Delft: Eburon, 1998. p.85-105.
15. Näätänen R, Pakarinen S, Rinne T, Takegata R. The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. *Clin Neurophysiol.* 2004;115(1):140-4. PMID: 14706481 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2003.04.001>
16. Tsai ML, Hung KL, Lu HH. Auditory event-related potentials in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Pediatr Neonatol.* 2012;53(2):118-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pedneo.2012.01.009>
17. Borja A, Ponde M. P300: avaliação do potencial evocado cognitivo em crianças com e sem TDAH. *Rev Ciênc Med Biol.* 2009;8(2):198-215.
18. Holcomb PJ, Ackerman PT, Dykman RA. Auditory event-related potentials in attention and reading disabled boys. *Int J Psychophysiol.* 1986;3(4):263-73. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0167-8760\(86\)90035-8](http://dx.doi.org/10.1016/0167-8760(86)90035-8)
19. Satterfield JH, Schell AM, Nicholas T. Preferential neural processing of attended stimuli in attention-deficit hyperactivity disorder and normal boys. *Psychophysiology.* 1994;3(1):1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8986.1994.tb01018.x>
20. Hansen JC, Hillyard SA. Temporal dynamics of human auditory selective attention. *Psychophysiology.* 1988;25(3):316-29. PMID: 3406331 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8986.1988.tb01249.x>
21. Oades RD. Frontal, temporal and lateralized brain function in children with attention-deficit hyperactivity disorder: a psychophysiological and neuropsychological viewpoint on development. *Behav Brain Res.* 1998;94(1):83-95. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4328\(97\)00172-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4328(97)00172-1)
22. Lazzaro I, Gordon E, Whitmont S, Meares R, Clarke S. The modulation of late component event related potentials by pre-stimulus EEG theta activity in ADHD. *Int J Neurosci.* 2001;107(3-4):247-64.
23. Mcpherson DL. Late potentials of the auditory system. San Diego: Singular Publishing Group; 1996. p.147.
24. Näätänen R. Attention and Brain Function. Hillsdale: Erlbaum; 1992.
25. Barry RJ, Johnstone SJ, Clarke AR. A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: II. Event-related potentials. *Clin Neurophysiol.* 2003;114(2):184-98. PMID: 12559225 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1388-2457\(02\)00363-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1388-2457(02)00363-2)
26. Brayner ICS. Aplicação do paradigma auditivo "Oddball" no estudo do P300: normatização para faixa etária de 7-14 anos e avaliação de crianças com dificuldade de aprendizagem com e sem transtorno de déficit de atenção/hiperatividade. [Dissertação de mestrado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2003.
27. Callaway E, Halliday R, Naylor H. Hyperactive children's event-related potentials fail to support underarousal and maturational-lag theories. *Arch Gen Psychiatry.* 1983;40(11):1243-8. PMID: 6639294 DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archpsyc.1983.01790100089012>
28. Satterfield JH, Braley BW. Evoked potentials and brain maturation in hyperactive and normal children. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1977;43(1):43-51. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0013-4694\(77\)90193-6](http://dx.doi.org/10.1016/0013-4694(77)90193-6)
29. Tremblay KL, Burkard R. Aging and auditory evoked potentials. In: Burkard R, Don M, Eggermont J (Eds). *Auditory Evoked Potentials: Scientific Bases to Clinical Application.* Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2007.
30. Hall JW. Handbook of auditory evoked responses. Boston: Allyn & Bacon; 1992. p.871.
31. Barkley RA. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychol Bull.* 1997;121(1):65-94. PMID: 9000892 DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65>
32. van der Meere J, Gunning WB, Stemerink N. Changing a response set in normal development and in ADHD children with and without tics. *J Abnorm Child Psychol.* 1996;24(6):767-86. PMID: 8970909 DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF01664739>
33. Snyder E, Hillyard SA. Long-latency evoked potentials to irrelevant, deviant stimuli. *Behav Biol.* 1976;16(3):319-31. PMID: 1275853 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0091-6773\(76\)91447-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0091-6773(76)91447-4)
34. Näätänen R, Picton TW. N2 and automatic versus controlled processes. In: McCallum WC, Zappoli R, Denoth F. *Cerebral psychophysiology: Studies in event-related potentials.* Amsterdam: Elsevier; 1986. p.169-86.
35. Brandão ML. Psicofisiologia. Rio de Janeiro: Atheneu; 1995. p.195.
36. Pinheiro ML, Musiek FE. Sequencing and temporal ordering in the auditory system. In: Pinheiro ML, Musiek FE. *Assessment of central auditory dysfunction: foundations and clinical correlates.* Baltimore: Williams & Wilkins; 1985. p.219-38.