

A eficácia do treinamento auditivo formal em crianças com transtorno de processamento auditivo (central): avaliação comportamental e eletrofisiológica

Renata Alonso ¹, Eliane Schochat ²

The efficacy of formal auditory training in children with (central) auditory processing disorder: behavioral and electrophysiological evaluation

Palavras-chave: audição, estimulação acústica, plasticidade neuronal, potencial evocado p300.
Keywords: hearing, acoustic stimulation, neuronal plasticity, p300 evoked potential.

Resumo / Summary

Os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência podem ser uma ferramenta útil no monitoramento das mudanças ocorridas no Sistema Nervoso Auditivo Central após Treinamento Auditivo. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi verificar a eficácia do Treinamento Auditivo em crianças com Transtorno de Processamento Auditivo (Central), comparando as medidas comportamentais e eletrofisiológicas antes e após o treinamento. **Material e Método:** Participaram do estudo 29 indivíduos com idades entre oito e 16 anos diagnosticados, por meio de testes comportamentais, com Transtorno de Processamento Auditivo (Central). Após serem submetidos à avaliação do P300, foi realizado com os sujeitos um programa de Treinamento Auditivo em cabina acústica e, ao término, foram realizadas nova avaliação do processamento auditivo (central) e nova gravação do P300. **Resultados:** Quando comparadas as avaliações realizadas antes e depois do Treinamento Auditivo, houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de latência do P300 e entre a porcentagem de acertos nos testes comportamentais utilizados na avaliação do processamento auditivo (central). **Conclusão:** O P300 mostrou-se um instrumento útil no monitoramento das mudanças ocorridas no Sistema Nervoso Auditivo Central após o Treinamento Auditivo, o qual se mostrou eficaz na reabilitação das habilidades auditivas alteradas nas crianças com Transtorno de Processamento Auditivo (Central).

Long Latency Auditory Evoked Potentials can be used to monitor changes in the Central Auditory Nervous System after Auditory Training. **Aim:** The aim of this study was to investigate the efficacy of Auditory Training in children with (Central) Auditory Processing Disorder, comparing behavioral and electrophysiological findings before and after training. **Material and Methods:** twenty nine individuals between eight and 16 years of age with (Central) Auditory Processing Disorder - diagnosed by behavioral tests - were involved in this research. After evaluation with the P300, the subjects were submitted to an Auditory Training program in acoustic booth and, at the end, a new evaluation of (central) auditory processing and a new recording of P300. **Results:** The comparison between the evaluations made before and after the Auditory Training showed that there was a statistically significant difference among P300 latency values and also among behavioral test mean values in evaluation of (central) auditory processing. **Conclusion:** P300 appears to be a useful tool to monitor Central Auditory Nervous System changes after Auditory Training, and this program was effective in the rehabilitation of the auditory skills in children with (Central) Auditory Processing Disorder.

¹ Mestre em ciências da reabilitação pela FMUSP, Pós-graduanda do programa de pós-graduação em ciências da reabilitação da FMUSP.

² Livre Docente do curso de fonoaudiologia da FMUSP.

Centro de Docência e Pesquisa em Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Endereço para correspondência: Renata Alonso - Av. do Anastácio 1820 City América São Paulo SP 05119-000.

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 8 de julho de 2008. cod. 5925

Artigo aceito em 13 de agosto de 2009.

INTRODUÇÃO

O Transtorno de Processamento Auditivo (Central) (TPA(C)) é composto por um grupo complexo e heterogêneo de alterações frequentemente associadas a uma série de déficits auditivos e à sensibilidade auditiva normal¹⁻².

O Treinamento Auditivo (TA) é uma técnica amplamente utilizada na intervenção de indivíduos com TPA(C) e diversos estudos indicam que o TA pode ter influência positiva no processamento temporal de crianças com dificuldades linguísticas e de aprendizagem³⁻⁵. O TA é indicado para melhorar a função do sistema auditivo na resolução de sinais acústicos¹.

Musiek et al.⁶ definem o TA como um conjunto de condições e/ou tarefas designadas para a ativação do sistema auditivo e dos sistemas associados, para que haja alterações benéficas no comportamento auditivo e no Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC).

Treinamentos auditivos otimizam os circuitos neurais por meio do aumento do número de neurônios envolvidos, da mudança no tempo de sincronia neural e do aumento no número de conexões sinápticas⁷.

As mudanças no SNAC ocorridas após o TA são fundamentadas na plasticidade do sistema nervoso central⁸⁻⁹, a qual pode ser definida como as alterações nas células neurais para melhor atender às influências ambientais imediatas, estando estas alterações geralmente associadas a mudanças comportamentais^{10,11}. Estas mudanças dependem, dentre outras variáveis, da qualidade e da consistência da estimulação¹ e envolvem alterações nas conexões neurais e na atividade em múltiplos níveis da via auditiva central¹².

Diversos autores citam a utilidade dos Potenciais Evocados Auditivos (PEA) no monitoramento das mudanças no SNAC ocorridas após o TA^{6,8,11}.

Jirsa¹³ afirma que os PEA oferecem grande vantagem na avaliação do progresso de indivíduos que foram submetidos a programas terapêuticos. De acordo com o autor, as mudanças neurofisiológicas ocorrem anteriormente às mudanças comportamentais advindas da intervenção terapêutica, havendo evidências de que os PEA oferecem vantagem sobre a avaliação comportamental tradicional na verificação do progresso de indivíduos que foram submetidos a programas terapêuticos.

Kraus et al.¹⁴ afirmam que mudanças na neurofisiologia do SNAC evidenciadas após TA podem ser medidas e monitoradas por meio dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL).

O P300 é um PEALL endógeno constituído por uma onda positiva com latência aproximada de 300ms pós-estímulo e reflete a atividade de áreas cerebrais responsáveis por funções específicas, tais como atenção e memória¹⁵⁻¹⁷.

O P300 é frequentemente eliciado por tarefas de discriminação auditiva, nas quais o avaliado deve res-

ponder a estímulos alvo que são apresentados de forma aleatória e em menor número entre estímulos frequentes - paradigma Oddball^{18,21}.

Tremblay et al.²² realizaram estudo com P300 em indivíduos normais e concluíram que, após terapia de discriminação auditiva, houve diminuição na latência da onda de P300 nos sujeitos testados.

Alguns poucos estudos, já citados anteriormente, constataam a existência de mudanças no SNAC após estimulação ou TA, sendo de suma importância a confirmação desses estudos e o conhecimento de outros dados para que se comprove, por meio de medidas eletrofisiológicas de longa latência (como por exemplo, o P300), a eficiência de determinadas tarefas de TA em certos indivíduos com características em comum.

O objetivo desse estudo foi verificar a eficácia do TA em crianças com TPA(C) por meio de avaliação comportamental e das medidas do PEALL P300.

MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo teve seu projeto analisado e aprovado pela comissão de ética da instituição, sob o protocolo de pesquisa nº 707/06.

Participaram do estudo 29 indivíduos com TPA(C), sendo 16 do sexo masculino e 13 do sexo feminino. A faixa etária dos sujeitos foi de oito a 16 anos de idade.

Os critérios de inclusão utilizados na seleção dos sujeitos foram: audiometria tonal, logoaudiometria e imitanciométrica dentro dos limites de normalidade; ausência de queixas atuais ou anteriores de afecções do sistema auditivo; Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) dentro da normalidade e alteração em pelo menos dois testes na avaliação comportamental do processamento auditivo (central).

Todos os responsáveis pelas crianças participantes do estudo assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes do início das avaliações.

Após a confirmação de normalidade na imitanciométrica, na audiometria tonal e na logoaudiometria, os sujeitos foram submetidos aos testes comportamentais para diagnosticar o TPA(C).

A bateria dos testes comportamentais foi constituída de dois testes monóticos e dois testes dicóticos. Dentre os testes monóticos, foi utilizado o teste de identificação de sentenças com mensagem competitiva (PSI em português) ipsilateral, por meio do qual foram avaliadas as habilidades de figura-fundo para sons verbais e de atenção seletiva, e o teste de fala com ruído branco, o qual foi utilizado para a avaliação da atenção seletiva e do fechamento auditivo. Dentre os testes dicóticos, foi utilizado o não-verbal de escuta direcionada com o objetivo de verificar a atenção seletiva por meio de tarefa de separação binaural, e o teste de dissílabos alternados (SSW), onde foram apresentadas

40 seqüências de quatro palavras dissílabas paroxítonas, dentre as quais duas palavras são apresentadas em condição competitiva.

Após a realização dos testes comportamentais, foi realizado, em um ambiente silencioso, o teste eletrofisiológico com a gravação do PEATE (para garantir integridade de tronco encefálico) e do P300.

Os parâmetros utilizados para a aquisição do P300 foram os seguintes: estímulos acústicos monoaurais (tone burst com plateau de 20ms e rise/fall de 5ms) nas frequências de 1000 e 1500 Hz a uma intensidade de 75 dBNA; tempo de análise de 800ms; filtro de 1 a 30 Hz; sensibilidade de 100 μ V. Foram utilizados 500 estímulos, dentre os quais 75% eram frequentes (estímulos em 1000 Hz) e 25% eram raros (estímulos em 1500 Hz). Os estímulos raros e frequentes foram apresentados de forma aleatória (paradigma oddball).

Os eletrodos foram posicionados no vértex (Cz) e em cada um dos lados da orelha (A1 para orelha esquerda e A2 para orelha direita), estando o eletrodo "terra" na orelha contralateral à avaliada. As orelhas direita e esquerda foram avaliadas separadamente.

Antes da colocação dos eletrodos nas áreas citadas acima, as mesmas foram limpas com pasta abrasiva com o objetivo de reduzir a impedância elétrica entre a pele e o eletrodo para menos de 5 ohms.

O P300 foi identificado como a onda com polaridade positiva com latência aproximada de 300ms pós-estímulo, obtida após a subtração do traçado correspondente aos estímulos raros do traçado correspondente aos estímulos frequentes. Foram medidos os valores de amplitude e de latência do P300. É importante ressaltar que a análise do P300 foi realizada pela própria pesquisadora e por um segundo pesquisador (examinador cego), a fim de que não ocorresse influência na avaliação dos dados obtidos antes e após o TA.

Após a confirmação do diagnóstico de TPA(C) por meio dos testes comportamentais e após a gravação do P300, os sujeitos foram submetidos a um programa de TA em cabine acústica baseado num procedimento proposto por Chermak e Musiek²³ e Musiek e Chermak²⁴ e validado por Musiek e Schochat⁴.

O TA foi realizado em oito sessões semanais, com duração de 50 minutos cada. Os pacientes e responsáveis também foram orientados a realizar tarefas em casa, sendo entregue a cada um dos sujeitos uma lista de atividades a serem desenvolvidas em casa.

O nível de dificuldade de cada tarefa proposta no TA foi regulado de forma manual para cada teste e para cada sessão, com o objetivo de manter o índice de sucesso versus erro aproximado de 70/30%⁴. As tarefas de cada sessão do TA eram planejadas com uma semana de antecedência e, para esse planejamento, foram considerados os resultados obtidos pelo sujeito nas sessões anteriores

e as tarefas utilizadas nas sessões anteriores, de forma que o mesmo tipo de tarefa raramente fosse utilizado em sessões seguidas.

Ao término do período de TA, foi realizada uma nova avaliação comportamental do processamento auditivo (central). Após um mês desta reavaliação comportamental, foi realizada uma nova gravação do P300. O aguardo de um mês após o TA para a reavaliação do P300 foi estipulado para garantir a estabilidade das mudanças neurofisiológicas ocorridas com o TA.

Na realização da imitancimetria foi utilizado um analisador de orelha média da marca Grason-Stadler, modelo GSI-33 e na realização da audiometria tonal, da logoaudiometria, da avaliação comportamental do processamento auditivo (central) e do TA foi utilizado o audiômetro de mesma marca, modelo GSI-61, e cabine acústica da marca Siemens. Na avaliação do PEATE e do P300 foi utilizado um equipamento da marca Bio-Logic, modelo Traveler Express.

Na análise dos dados, foram utilizados os testes não paramétricos de Wilcoxon e de Mann-Whitney e os testes paramétricos de ANOVA e T-Student Pareado. O nível de significância adotado foi de 5%. Na complementação da análise descritiva, foi utilizada a técnica de Intervalo de Confiança para Média.

RESULTADOS

Na análise dos dados obtidos na avaliação comportamental e na avaliação eletrofisiológica, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda, mostrando que a orelha testada não é um fator causador de diferenças. Dessa forma, os valores de ambas as orelhas foram considerados juntos.

Na análise dos dados eletrofisiológicos da primeira avaliação (antes do TA), em nove dos 29 sujeitos não foi possível identificar a onda correspondente ao P300. Destes nove sujeitos, quatro não apresentaram P300 quando o estímulo foi apresentado na orelha direita, outros quatro quando o estímulo foi apresentado na orelha esquerda e um sujeito não apresentou P300 em ambas as orelhas.

Na segunda avaliação eletrofisiológica (após o TA), em apenas um dos 29 sujeitos não foi possível identificar a onda correspondente ao P300 apenas na orelha direita.

Nos casos onde não foi encontrada a onda correspondente ao P300, o valor de amplitude considerado na análise estatística foi 0 (zero) μ V e o valor de latência considerado foi de 500ms (simulação).

O valor de 500ms de latência foi adotado devido ao valor máximo de latência encontrado dentre os sujeitos desse estudo (462ms) e aos valores máximos relatados em estudos anteriores realizados com sujeitos da mesma faixa etária: 530ms para Polish et al.²⁵; 540ms no estudo de Oades et al.²⁶ e 450ms para Hirayasu et al.¹⁷.

Observando a Tabela 1, podemos verificar que houve diferença estatisticamente significativa entre os valores da latência do P300 antes e depois do TA, sendo a média dos valores de latência significativamente menor na avaliação final do P300.

Ao observar a Tabela 2, averiguamos que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os valores das médias de amplitude entre a avaliação pré e pós-TA. Mesmo não havendo diferenças estatisticamente significantes, a média dos valores da amplitude foi maior

na segunda avaliação do que na primeira.

Observando a Tabela 3, averiguamos que houve diferença estatisticamente significativa em todos os testes comportamentais da avaliação do processamento auditivo (central) do grupo de sujeitos, quando comparadas as situações pré e pós-TA.

Dentre as crianças diagnosticadas com TPA(C) na avaliação inicial, 72,4% apresentaram avaliação de processamento auditivo (central) dentro dos limites de normalidade na avaliação final (após o TA).

Tabela 1. Comparação das medidas descritivas de latência na 1ª e na 2ª avaliação eletrofisiológica.

Latência (ms)	Inicial	Final
Média	382,66	351,21
Mediana	366	342
Desvio Padrão	65,76	47,13
CV	17,2%	13,4%
Quartil 1	334	324,5
Quartil 3	420	375,5
Tamanho	58	58
IC	16,92	12,13
p-valor	0,001*	

Legenda: CV - Coeficiente de Variação;
IC - Intervalo de Confiança;
*p-valor - considerados estatisticamente significantes

Tabela 2. Comparação das medidas descritivas de amplitude na 1ª e na 2ª avaliação eletrofisiológica.

Amplitude (μ V)	Inicial	Final
Média	5,50	6,74
Mediana	4,67	5,65
Desvio Padrão	4,55	4,59
CV	82,8%	68,2%
Quartil 1	2,63	3,54
Quartil 3	7,61	9,46
Tamanho	58	58
IC	1,17	1,18
p-valor	0,178	

Legenda: CV - Coeficiente de Variação;
IC - Intervalo de Confiança;
*p-valor - considerados estatisticamente significantes

Tabela 3. Comparação da avaliação comportamental pré e pós Treinamento Auditivo.

	PSI		Fala c/ Ruído		DNV		SSW	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Média	66,2%	86,4%	68,8%	80,1%	8,62	10,93	72,0%	89,2%
Mediana	70,0%	90,0%	68,0%	80,0%	9,00	12,00	72,5%	92,5%
Desvio Padrão	17,8%	13,1%	10,8%	7,0%	2,52	1,78	12,0%	11,0%
CV	26,8%	15,1%	15,6%	8,8%	29,2%	16,2%	16,6%	12,4%
Quartil 1	50,0%	80,0%	64,0%	76,0%	7,00	11,00	65,0%	87,5%
Quartil 3	80,0%	100%	76,0%	84,0%	11,00	12,00	82,4%	95,0%
Tamanho	58	58	58	58	58	58	58	58
IC	4,6%	3,4%	2,8%	1,8%	0,65	0,46	3,1%	2,8%
p-valor	<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*	

Legenda: PSI - Teste de Identificação de Sentenças com Mensagem Competitiva;
DNV - Teste Dicótico Não-verbal de Escuta Direcionada;
SSW - Teste de Dissílabos Alternados;
CV - Coeficiente de Variação;
IC - Intervalo de Confiança;
*p-valor - considerados estatisticamente significantes

DISCUSSÃO

Estudos anteriores utilizam os PEALL para avaliar as mudanças neurofisiológicas ocorridas após TA, sendo observada melhora na amplitude, na latência e/ou na morfologia das ondas após o período de estimulação auditiva²⁷⁻³¹.

No presente estudo, quando comparamos os valores das médias de latência dos sujeitos antes e após o TA, verificamos menor valor da média das latências na avaliação final (após o TA) quando comparada à avaliação inicial (antes do TA), sendo essa diferença estatisticamente significativa.

Na comparação entre as médias dos valores de amplitude antes e depois do TA, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, mas notamos maior valor de amplitude na avaliação eletrofisiológica final quando comparada à inicial.

Os dados referentes à amplitude e à latência do P300 no grupo de sujeitos sugerem que a estimulação auditiva realizada durante o TA induziu a mudanças no SNAC, as quais puderam ser monitoradas por meio do P300.

Os resultados descritos no presente estudo concordam parcialmente com os resultados encontrados em um estudo realizado por Jirsa²⁷ em 20 crianças com TPA(C), com idades entre nove e 12 anos, submetidas a um programa de 14 sessões de TA. Após o período de estimulação auditiva, as crianças apresentaram diminuição da latência e aumento da amplitude do P300 e, diferentemente do nosso estudo, o aumento da amplitude encontrado por Jirsa²⁷ foi estatisticamente significativo. Apesar de não ter sido encontrada diferença estatisticamente significativa entre os valores das médias de amplitude do grupo de sujeitos antes e após o TA no presente estudo, houve aumento considerável do valor da amplitude do P300 após o TA. Talvez pudéssemos encontrar diferença estatisticamente significativa entre os valores de amplitude se tivéssemos realizado um número maior de sessões de TA, assim como foi realizado no estudo de Jirsa²⁷ (14 sessões).

Em um estudo de caso publicado por Kozlowski et al.³², foi observada em uma criança de nove anos de idade com diagnóstico de TPA(C) diminuição na latência do P300 após quatro meses de fonoterapia com estimulação auditiva. Mesmo havendo diferença entre o tempo e a forma da estimulação auditiva realizada no nosso estudo e no estudo de Kozlowski et al.³², os autores não relataram diferenças significativas na amplitude do P300 após a estimulação auditiva, assim como foi constatado no presente estudo.

Os resultados deste estudo também concordam com os encontrados por Gil³³, a qual verificou diminuição significativa da latência do P300 em um grupo de 14 indivíduos com deficiência auditiva após serem submetidos a oito sessões de TA em cabina acústica. No estudo de Gil³³ foi

realizado um TA bastante similar ao utilizado no presente estudo e, assim como no nosso estudo, a autora também não encontrou diferença estatisticamente significativa na amplitude do P300 quando comparadas as situações pré e pós TA.

Os dados eletrofisiológicos encontrados no nosso estudo sugerem que, após o TA, devem ocorrer mudanças neurofisiológicas benéficas no SNAC. Essas mudanças, que ocorrem provavelmente em resposta a experiências sensoriais, dão-se por uma melhora na sincronia neural e/ou por uma diferenciação e reorganização da especificidade das células nervosas e/ou por um aumento do número de neurônios que respondem à informação sensorial³⁴, sendo essas mudanças fundamentadas na plasticidade do sistema nervoso central.

Como pudemos constatar, a melhora mais pronunciada na latência do que na amplitude do P300 em indivíduos submetidos a programas de estimulação auditiva também foi encontrada em outros estudos, o que demonstra que a latência do P300, quando comparada à amplitude, deve ser a medida mais sensível deste potencial às alterações neurofisiológicas ocorridas após programas de estimulação auditiva.

A plasticidade do SNAC é a base do sucesso do TA, e os PEALL, dentre eles o P300, são ferramentas úteis no monitoramento das mudanças no SNAC ocorridas após o TA⁶, o que pôde ser confirmado pelos dados eletrofisiológicos encontrados no presente estudo.

Assim como nesse estudo, onde podemos verificar a utilidade do P300 no monitoramento das mudanças ocorridas no SNAC após o TA, diversos outros estudos atuais também demonstram que os potenciais evocados podem ser utilizados no monitoramento de modificações no SNAC resultantes de estimulação auditiva^{11,15,36-39}.

Na comparação dos dados da avaliação comportamental, podemos observar que em todos os testes realizados no grupo de sujeitos houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre a avaliação comportamental realizada antes e após o TA. Esses resultados demonstram que o TA realizado no presente estudo proporcionou uma melhora nas habilidades de figura-fundo auditiva e associação estímulo auditivo-visual; fechamento auditivo e associação e separação binaural para sons linguísticos e não linguísticos.

Os dados do nosso estudo concordam com os resultados encontrados no estudo de Zalczman e Schochat³⁹ que realizaram em crianças com TPA(C) um TA em cabina acústica nos mesmos moldes do treinamento utilizado em nosso estudo. Assim como no presente estudo, Zalczman e Schochat³⁹ encontraram diferença estatisticamente significativa na comparação entre a avaliação do processamento auditivo (central) realizada antes e após o TA, havendo melhora em todos os testes após o TA. As autoras afirmaram que a influência ambiental, mais precisamente o pro-

grama de TA, foi capaz de estimular as estruturas neurais relacionadas ao desempenho nas habilidades auditivas treinadas, e esta afirmação também pode ser confirmada pelos resultados obtidos no presente estudo.

Em estudo realizado por Schochat et al.³⁸, crianças com TPA(C) foram submetidas a um TA nos mesmos moldes do treinamento realizado no presente estudo. Na avaliação comportamental realizada após o TA, também foi verificada melhora em todos os testes, havendo diferença estatisticamente significativa na comparação das médias de acertos pré e pós TA nos testes PSI, fala com ruído, dicótico não-verbal e SSW, assim como foi observado no presente estudo.

No presente estudo também foi constatado que 72,4% dos sujeitos passaram a apresentar avaliação de processamento auditivo (central) dentro dos limites de normalidade após o TA.

Diversos são os estudos que relatam melhoras em testes comportamentais em indivíduos com TPA(C) após serem submetidos a diferentes programas de TA^{22,27-29,32,34}, os quais concordam com os dados encontrados no presente estudo, onde verificamos aumento significativo da porcentagem de acertos em todos os testes da avaliação de processamento auditivo (central) após o TA.

Os resultados encontrados no nosso estudo, ou seja, a melhora proporcionada pelo TA nas diversas habilidades auditivas treinadas, estão diretamente relacionados à capacidade do sistema nervoso central de mudar frente à estimulação ambiental e esta capacidade pode ser definida como plasticidade neural. Dessa forma, podemos afirmar que o programa de TA utilizado no nosso estudo induziu a mudanças benéficas no sistema nervoso central, as quais puderam ser confirmadas pela melhora na performance dos sujeitos nos testes utilizados na avaliação comportamental e pelas alterações ocorridas nas medidas eletrofisiológica após o TA.

CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados obtidos no presente estudo podemos concluir que o programa de TA utilizado foi eficaz na reabilitação das habilidades auditivas alteradas nas crianças com TPA(C) e que o P300 mostrou-se um instrumento útil no monitoramento das mudanças ocorridas no SNAC após o TA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chermak GD, Musiek FE. Auditory Training: Principles and approaches for remediating and managing Auditory Processing Disorders. *Semin Hear.* 2002;23(4):297-308.
2. Putter-Katz H, Said LA, Feldman I, Miran DB, Kushnir DM, Muchnik C, Hildesheimer M. Treatment and evaluation indices of Auditory Processing Disorder. *Semin Hear.* 2002;23(4):357-64.
3. Tallal P, Miller SL, Bedi G, Byma G, Wang X, Nagarajan SS et al. Language Comprehension in Language Learning Impaired Children Improved with Acoustically Modified Speech. *Science.* 1996;271:81-4.
4. Musiek FE, Schochat E. Auditory Training and Central Auditory Processing Disorders. *Semin Hear.* 1998;19(4):357-66.
5. Schochat E, Beluda DA, Silva PML. Habilitando a Audição. In: Pereira LD, Azevedo MF. *Desordens do Processamento Auditivo: Abordagem Terapêutica.* Lovise, São Paulo, no prelo.
6. Musiek FE, Chermak GD, Weihing J. Auditory Training. In: Musiek FE, Chermak GD. *Handbook of Central Auditory Processing Disorder.* Plural Publishing, 2007.
7. Fujioka T, Ross B, Kakigi R, Pantev C, Trainor C. One year of musical training affects development of Auditory Cortical-evoked fields in young children. *Brain.* 2006;129(10):2593-608.
8. Musiek FE, Shinn JMS, Hare CMA. Plasticity, Auditory Training and Auditory Processing Disorders. *Semin Hear.* 2002;23(4):263-75.
9. Bellis TJ. Developing deficit-specific intervention plans for individuals with Auditory Processing Disorders. *Semin Hear.* 2002;23(4):287-95.
10. Musiek FE, Berge BE. A neuroscience view of auditory training/stimulation and central auditory processing disorders. In: Masters MG, Stecker NA, Katz J. *Central auditory processing disorders - mostly management.* Boston: Allyn and Bacon;1998. p. 15-32.
11. Tremblay KL, Kraus N. Auditory Training induces asymmetrical changes in cortical neural activity. *J Speech Lang Hear Res.* 2002;45:564-72.
12. Hayes EA, Warrier CN, Nicol TG, Zecker SG, Kraus N. Neural plasticity following Auditory Training in children with learning problems. *Clin Neurophysiol.* 2003;114:673-84.
13. Jirsa RE. Clinical Efficacy of Electrophysiologic measures in APD management programs. *Semin Hear.* 2002;23(4):349-55.
14. Kraus N, Mcgee TJ, Carrel TD, King C, Tremblay K, Nicol T. Central auditory system plasticity associated with speech discrimination training. *J Cogn Neurosci.* 1995;7:25-32.
15. Knight RT, Scabini D. Anatomic bases of Event-related Potentials and their relationship to novelty detection in humans. *J Clin Neurophysiol.* 1998;15(1):3-13.
16. Kilpeläinen R, Partanen J, Karhu J. What does the P300 brain response measure in children? New insight from stimulus sequence studies. *Neuroreport.* 1999;10(12):2625-30.
17. Hirayasu Y, Samura M, Ohta H, Ogura C. Sex effects on rate of change of P300 latency with age. *Clin Neurophysiol.* 2000;111:187-94.
18. Hood IJ. A review of objective methods of evaluating auditory neural pathways. *Laryngoscope.* 1999;109(11):1745-8.
19. Junqueira CAO. *Investigação da Estabilidade Inter e Intra-examinador na Identificação do P300 Auditivo: Análise de Erros.* [dissertação de mestrado]. Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP; 2001.
20. Wright MJ, Hansell N, Geffen GM, Geffen LB, Smith GA, Martin NG. Genetic influence on the variance in P3 amplitude and latency. *Behav Genet.* 2001;31(6):555-65.
21. Cone-Wesson B, Wunderlich J. Auditory Evoked Potentials from the cortex:audiology applications. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003;11(5):372-7.
22. Tremblay K, Kraus N, Mcgee T, Ponton C, Brian O. Central Auditory Plasticity: Changes in the N1-P2 Complex After Speech-sound Training. *Ear Hear.* 2001;22:79-100.
23. Chermak GD, Musiek FE. Managing central auditory processing disorders in children and youth. *Am J Audiol.* 1992;61-6.
24. Musiek FE, Chermak G. Three commonly asked question about central auditory processing disorders. *Am J Audiol.* 1995;4:15-8.
25. Polich J, Ladish C, Burns B. Normal variation of P300 in children: age, memory span and head size. *Int J Psychophysiol.* 1990;9:237-48.
26. Oades RD, Dittmann-Balcar A, Zerbin D. Development and topography of event-related potentials (ERPs):mismatch and processing negativity in individuals 8-22 years of age. *Psychophysiology.* 1997;34:677-93.
27. Jirsa RE. The clinical utility of the P3 AERP in children with auditory processing disorders. *J Speech Hear Res.* 1992;35:903-12.
28. Tremblay K, Kraus N, Carrel TD, Mcgee T. Central auditory system plasticity: generalization to novel stimuli following listening training. *J Acoust Soc Am.* 1997;102:3762-73.

-
29. Menning H, Roberts LE, Pantev C. Plastic changes in the auditory cortex induced by intensive frequency discrimination training. *Neuroreport*. 2000;11(4):817-22.
 30. Gil D. Treinamento auditivo formal em adultos com deficiência auditiva. [tese de doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2006.
 31. Zalcman TE. Complexo N1-P2-N2 em indivíduos com transtorno de processamento auditivo submetidos ao treinamento auditivo. [dissertação de mestrado]. São Paulo, Universidade de São Paulo, 2007.
 32. Kozłowski L, Wiemes GMR, Magni C, Silvia ALG. A efetividade do treinamento auditivo na desordem do processamento auditivo central: estudo de caso. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2004;70(3):427-32.
 33. Gil D. Treinamento auditivo formal em adultos com deficiência auditiva. [tese de doutorado]. São Paulo, Universidade Federal de São Paulo, 2006.
 34. Tremblay K. Training-related changes in the brain: evidence from human auditory-evoked potentials. *Semin Hear*. 2007;28(2):120-32.
 35. Oates PA, Kurtzberg D, Stapells DR. Effects of sensorineural hearing loss on cortical event-related potentials and behavioral measures of speech-sound processing. *Ear Hear*. 2002;23(5):399-415.
 36. Schochat E. Respostas de longa latência. In: Carvallo RMM. *Fonoaudiologia: informação para a formação - procedimentos em audiologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003;71-85.
 37. Russo NM, Nicol TG, Zecker SG, Ilayes EA, Kraus N. Auditory training improves neural timing in the human brainstem. *Behav Brain Res*. 2005;156:95-103.
 38. Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. The effects of Auditory Training on the middle latency response in children with APD. *J Am Acad Audiol*. no prelo.
 39. Zalcman TE, Schochat E. A eficácia do treinamento auditivo formal em indivíduos com transtorno de processamento auditivo. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2007;12(4):310-4.