



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Marília



CULTURA
ACADÊMICA
Editora

Aplicabilidade das Medidas Eletrofisiológicas para o Diagnóstico Fonoaudiológico

Ana Claudia Figueiredo Frizzo

Como citar: FRIZZO, Ana Claudia Figueiredo. Aplicabilidade das Medidas Eletrofisiológicas para o Diagnóstico Fonoaudiológico. *In:* GIACHETI, Célia Maria; GIMENIZ-PASCHOAL, Sandra Regina. **Perspectivas em Multidisciplinares em Fonoaudiologia: da Avaliação à Intervenção.** Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. p. 233-252.
DOI: <https://doi.org/10.36311/2013.978-85-7983-452-3.p233-252>



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

APLICABILIDADE DAS MEDIDAS ELETROFISIOLÓGICAS PARA O DIAGNÓSTICO FONOAUDIOLÓGICO

Ana Claudia Figueiredo FRIZZO

INTRODUÇÃO

O crescente interesse dos profissionais da fonoaudiologia acerca de procedimentos audiológicos tem colocado a eletrofisiologia em evidência e contribuído para uma mudança significativa na prática profissional. A avaliação e o diagnóstico fonoaudiológicos vêm se ampliando em virtude das interfaces da linguagem, fala e audição, e o estabelecimento de programas terapêuticos na área tem proporcionado cada vez mais a investigação da função auditiva.

Atualmente, a associação das medidas eletrofisiológicas com neuroimagem mudou a realidade do fonoaudiólogo diante da possibilidade de avaliação funcional em diversas patologias e da correlação de aspectos do comportamento a fenômenos fisiológicos observáveis ao nível do sistema nervoso.

Hoje, a aplicação dos métodos eletrofisiológicos auditivos de diagnóstico é consensual, haja vista a recomendação internacional da Asha¹, que inclui as medidas dos potenciais evocados auditivos na bateria mínima de testes para avaliação do processamento auditivo.

Ao longo de sua história, a audiologia evoluiu em paralelo à tecnologia eletrônica, e, a partir da década de 50, técnicas cada vez mais sofisticadas em eletrofisiologia têm permitido a captação e o registro da atividade elétrica neural humana do sistema auditivo.

Os potenciais evocados auditivos (PEA) referem-se às mudanças elétricas ocorridas nas vias auditivas periféricas e centrais, decorrentes de estimulações acústicas. Esses potenciais são classificados de acordo com o tempo em que a via auditiva leva para reagir a um estímulo²: (1) Curta Latência ou Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), quando aparecem num intervalo de 10 milissegundos após o estímulo auditivo; (2) Média Latência ou Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML), se identificados num intervalo entre 10 e 70 milissegundos pós estímulo; (3) Longa Latência ou Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL): Potencial Cognitivo ou Endógeno (P300) e Mismatch Negativity – MMN, quando observados num intervalo entre 100 e 700 milissegundos seguidos do estímulo auditivo (Figura 1).

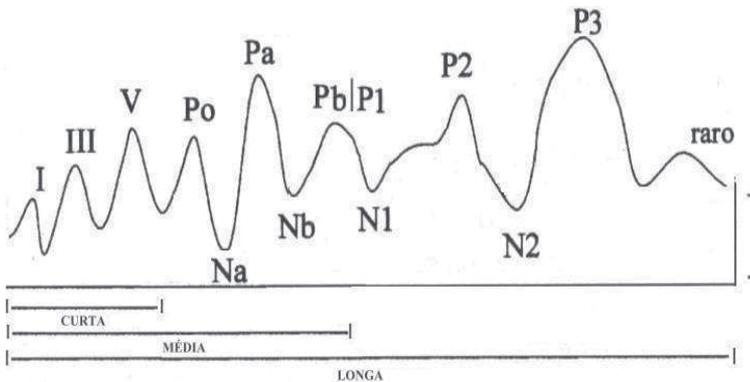


Figura 1: Figura representativa dos Potenciais Evocados Auditivos de Curta Latência (PEATE), de Média Latência (PEAML) e Longa Latência (P300).

Quando classificamos quanto ao tipo, os potenciais, se produzidos por eventos externos relacionados às características dos estímulos que os provocaram (neste caso PEATE, PEAML e complexo P1-N1-P2 do PEALL), são considerados exógenos. Os potenciais relacionados a eventos corticais (ERP), tal como P300, envolvem a realização de uma tarefa cognitiva, por isso são considerados endógenos³.

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEA) são hoje identificados como instrumento diagnóstico promissor, utilizados na avaliação funcional do sistema auditivo integralmente, e contribuem significativamente para o

diagnóstico diferencial entre as patologias do sistema auditivo periférico e central e suas relações com a linguagem humana.

O estudo da amplitude e da latência das ondas permite a mensuração da atividade neuroelétrica em cada sítio da via auditiva central e a observação precisa do processamento da informação auditiva no tempo, em milissegundos⁴.

O PEA é o resultado da ativação sequencial de vários tratos e núcleos que constituem as vias auditivas centrais ascendentes; a captação das respostas de curta latência nos permite investigar a atividade elétrica ao nível do nervo auditivo, tronco encefálico e lemnisco lateral; o registro dos potenciais evocados de média latência garante a visualização da atividade elétrica do córtex auditivo primário e das vias tálamo-corticais auditivas; e a medida das respostas auditivas relacionadas a eventos possibilita a observação da atividade elétrica do córtex auditivo primário e secundário, de regiões auditivas do hipotálamo⁵.

Este capítulo sintetiza as principais técnicas de captação e análise dos potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência, enfatizando a contribuição de cada medida eletrofisiológica para o diagnóstico fonoaudiológico.

A produção científica nacional relativa aos potenciais evocados auditivos esteve em expansão nos últimos anos. Mas ainda é necessário maior esforço entre os pesquisadores da área, especialmente em relação ao controle das variáveis da estimulação, dos parâmetros de registro e da análise do exame, na busca de investigações adaptadas à nossa realidade para a indicação e aplicação segura dos métodos eletrofisiológicos em populações da clínica fonoaudiológica.

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE CURTA LATÊNCIA

Os Potenciais evocados Auditivos de Curta Latência incluem medidas de Eletrococleografia, Respostas Auditivas de Estado Estável e dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE), representadas por potenciais neuroelétricos de curto tempo de surgimento após a apresentação do estímulo, em geral, entre 0 e 15 milissegundos.

Nesta seção, as informações serão restritas aos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE), devido a sua significativa utilidade clínica na fonoaudiologia.

Vale destacar que o uso das Respostas Auditivas de Estado Estável em bebês e crianças, da clínica fonoaudiológica, pode ser promissor como instrumento de diagnóstico na avaliação audiológica infantil, devido à possibilidade de avaliação simultânea de orelhas e de frequências e diminuição do tempo de teste⁶. No entanto, na atualidade, o uso desta medida ainda é restrito e não incluído na rotina clínica, usado apenas em grandes centros de diagnóstico ligados à pesquisa científica.

O PEATE é composto por uma série de 5 a 7 picos, de voltagem positiva, representados por algarismos romanos, de I a VII (Figura 2), que ocorrem nos primeiros 10 milissegundos após a apresentação do estímulo, captados por eletrodos de superfície posicionados na superfície craniana⁵. As ondas I, III e V são mais frequentemente observadas.

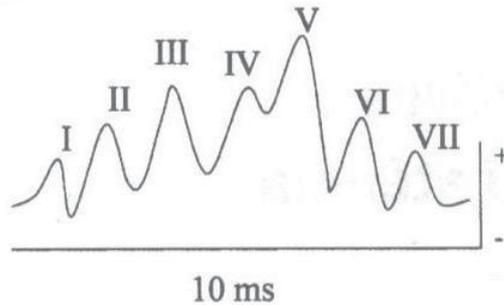


Figura 2: Figura ilustrativa do registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico.

É um exame não-invasivo, indolor e não sofre interferências do uso de sedativos ou do estado de consciência do paciente. Por isso, é bastante empregado na rotina clínica fonoaudiológica.

Em termos de geradores neurais de resposta dentro do sistema auditivo, o PEATE se origina em vários locais dentro do tronco encefálico, as ondas I e II são resultados da atividade elétrica do nervo auditivo, sendo a onda I distal e a onda II proximal. A onda III tem sua origem no núcleo

colear; a onda IV, no complexo olivar superior; a onda V se origina leminisco lateral e colículo inferior; e a onda VI e VII, no corpo geniculado medial⁵.

A morfologia das ondas, geralmente, é modificada em função da intensidade do estímulo e de condições patológicas do sistema auditivo periférico ou central. A observação dos componentes do PEATE mediante *clicks* de intensidade cada vez mais baixas nos dá a possibilidade de visualizar o aumento da latência das ondas em função da intensidade reduzida, o que denominamos função intensidade-latência e que consiste na técnica de determinação do limiar eletrofisiológico auditivo. A onda V (maior em latência e menor em amplitude) será observada até níveis próximos do limiar com uma diferença média de 10 dBNA⁷.

A interpretação dos resultados do PEATE para estudo da integridade das vias auditivas dá-se por meio da identificação das ondas I, III e V em alta intensidade (entre 80 e 90dBNA) e pelo estudo das latências e dos intervalos interlatências I-III, III-V e I-V, observados e comparados a valores previamente estabelecidos em populações clínicas de adultos saudáveis: (1) onda I: entre 1,5 a 1,9 milissegundos; (2) onda III: de 3,5 a 4,1; (3) onda V: entre 5,0 a 5,9 milissegundos². A comparação da diferença interaural de interlatência I-V também é sugerida, a fim de comparar a transmissão da atividade neuroelétrica das vias auditivas direita e esquerda e promover a investigação de patologias retrococleares⁵.

Em termos gerais, o PEATE tem significativa aplicação em populações de diferentes faixas etárias, desde o bebê até o idoso. Já é usado na rotina clínica na pesquisa do limiar auditivo nas frequências de 2000 a 4000 Hz (uso do *click*), fazendo-se útil na avaliação audiológica infantil e em populações difíceis de avaliar, complementando a audiometria comportamental e trazendo maior sensibilidade e especificidade à avaliação². Sua pesquisa também tem sido útil na investigação da via auditiva periférica e central até o tronco encefálico, contribuindo para a detecção de possíveis alterações auditivas retrococleares, como tumores de nervo auditivo e de doenças degenerativas que afetam o sistema auditivo. Pode ser usado no monitoramento de cirurgias cranianas que envolvam a fossa posterior, de pacientes em centro de terapia intensiva, em coma ou sedados, como também avaliação do prognóstico do paciente e auxiliar, inclusive no diagnóstico da morte encefálica⁸.

O quadro seguinte representa a síntese dos parâmetros para o registro dos PEATE.

PARÂMETROS DE REGISTRO
Estímulo Neurodiagnóstico: click (resposta nas frequências agudas) Sensibilidade auditiva: burst (resposta em frequências específicas)
Intensidade Neurodiagnóstico: fixa ≥ 80 dB NAn Sensibilidade auditiva: variável 20 em 20 dB NAn
Polaridade Rarefeita (melhor visualização da onda I) Condensada (confirmação das ondas) Alternada (controle de artefatos)
Eletrodos Impedância: ≤ 5 k ohms Ativos: linha mediana (Fz,Cz) Referências: lóbulo (A1, A2) ou mastóide (M1, M2) Terra: Fronte (FPz)
Registro 02 canais – ipsilateral e contralateral 01 canal – ipsilateral
Amostra 1000 a 2000 estímulos replicados
Janela/tempo de análise 10 a 15 milissegundos
Filtro 30-3000Hz (burst) 100-3000Hz (click)
Sensibilidade 100.000 V
Estado do paciente Em repouso, sonolento ou sedado

* Nota: *adaptado do Audiologists' Desk Reference.*

Fonte: Hall JW, Mueller G. Cortical auditory evoked response. In: Audiologists'desk reference: diagnostic audiology principles and procedures. SanDiego: Singular PublishingGroup;1998;319-87.

Quadro I: Síntese dos parâmetros de registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico*.

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE MÉDIA LATÊNCIA

Os PEAML são respostas bioelétricas evocadas após o estímulo sonoro, e compõem uma série de ondas, negativas (N) e positivas (P), num intervalo entre 10 e 80 milissegundos. A sequência de ondas é simbolizada alfabeticamente em letras minúsculas, que incluem os componentes Po,

Na, Pa, Nb, Pb (Fig. 3). As ondas mais frequentemente analisadas são Na, Pa, Nb, maiores em amplitude e mais consistentes².

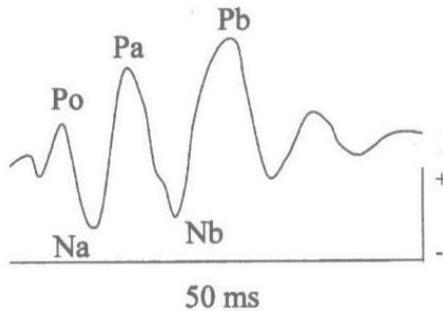
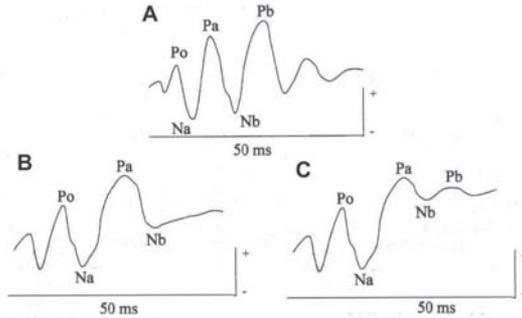


Figura 3: Figura ilustrativa do registro do Potencial Evocado Auditivo de Média Latência.

A onda Po reflete, principalmente, a atividade elétrica da musculatura postauricular e não é considerada um potencial neurogênico, registrado num intervalo de latência entre 12 e 20 milissegundos, consiste numa interferência e pode distorcer os componentes neurogênicos. Recomenda-se a movimentação da cabeça para trás durante o registro do PEAML e a utilização de eletrodos referência no lóbulo da orelha⁴.

A onda Pa é, usualmente, a onda mais robusta e, neste sentido, pode ser comparada à onda V do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico - PEATE, sendo a forma de onda Na-Pa a mais frequentemente utilizada e pesquisada⁹. A onda Pb é altamente variável e pode não aparecer em indivíduos normais, especialmente em crianças².

A morfologia dos PEAML é bastante variada, as ondas Pa e Pb podem surgir bem separadas em dois picos positivos, Pa maior que Pb; a onda Pb pode não ser identificada; já a onda Nb pode apresentar negatividade restrita ou até desaparecer, tornando a onda Pa mais larga¹⁰ (Figura 4).



A = Visualização de dois picos positivos Pa e Pb, bem separados e evidentes; B = Não identificação da onda Pb; C = Onda Nb com negatividade restrita, dificultando a visualização da onda Pb.

Figura 4: Representação ilustrativa da morfologia do Potencial Evocado Auditivo de Média Latência.

A captação desse potencial reflete a atividade cortical auditiva primária, envolvida nas habilidades de reconhecimento, discriminação e figura-fundo, e a não primária, responsável pela atenção seletiva, sequência auditiva e integração auditiva-visual, com colaboração das vias tálamo-corticais auditivas, do colículo inferior e formação reticular¹¹.

A interpretação dos resultados dá-se em termos da análise da presença ou ausência das ondas. O PEAML deve ser considerado presente quando há, na sequência de componentes, um negativo seguido de outro positivo, tendo como referência a linha de base. Em condições de normalidade, a onda Na apresenta primeiro maior pico negativo entre 12 e 27 milissegundos; Pa é o maior pico positivo após Na, entre 25 e 40 milissegundos, mais proeminente dentre as ondas; Nb é o pico negativo logo após Pa, entre 30 e 55 milissegundos².

O estudo integral do funcionamento do sistema auditivo nervoso central exige o uso de ao menos dois eletrodos ativos, para a comparação ipsilateral e contralateral. Além disso, os eletrodos devem estar dispostos sobre cada hemisfério cerebral (esquerdo e direito) nas regiões do lobo temporal (T3, T4), junção têmporo-parietal (C3/C5, C4/C6), para sensibilizar a pesquisa neurodiagnóstica do PEAML e fazer inferências sobre lesões e disfunções¹¹.

A amplitude da onda Na-Pa do PEAML em sujeitos normais é simétrica, ou seja, eletrodos colocados no lobo temporal direito e esquerdo devem obter respostas similares. A análise das ondas deve ser realizada em uma observação comparativa entre as orelhas e os hemisférios para a determinação de normalidade¹².

O quadro 2 apresenta a síntese dos parâmetros utilizados para o registro do PEAML.

Parâmetros de registro
Estímulo Monoaural Binaural (resposta de interação binaural) Neurodiagnóstico: click 100 milissegundos Sensibilidade auditiva: tone pip ou burst
Intensidade Neurodiagnóstico: fixa ≥ 70 dB NAn Sensibilidade auditiva: variável 20 em 20 dB NAn
Taxa de apresentação - rate 5 a 10 est/seg (mais alta para adultos e mais baixa para crianças)
Polaridade Rarefeita (aquisição conjunta PEATE) Alternada (controle de artefatos)
Eletrodos Impedância: ≤ 5 k ohms Ativos: linha mediana (Cz, Pz), junção têmporo-parietal (C3, C4) e temporal (T3, T4) Referências: orelha (A1, A2) ou mastóide (M1, M2) Terra: Fronte (FPz)
Registro Neurodiagnóstico: 02 canais - ipsilateral e contralateral Sensibilidade auditiva: 1 canal – ipsilateral
Amostra 500 a 1000 estímulos replicados
Janela/tempo de análise 50 a 100 milissegundos
Filtro 3-30Hz 3-100Hz, 10-100Hz 10-150Hz 20-200Hz 10-300Hz, 30-300Hz 30-1500Hz (aquisição conjunta PEATE)
Sensibilidade 50.000 a 100.000 V
Estado do paciente Alerta ou desperto

* adaptado do *Auditory Evoked Potentials: basic principles and clinical application*.

Fonte: Martin DA, Tremblay KL, Stapells DR. Principles and applications of cortical auditory Evoked Potentials. In Burkard RF, Don M, Eggermont JJ. Auditory Evoked Potentials: basic principles and clinical application. Baltimore: Lippincott Williamsilsegundos & Wilkins, 2007; 482-507.

Quadro 2: Síntese dos parâmetros de registro do Potencial Evocado Auditivo de Média Latência*.

Grande variação é observada nos valores de filtragem da resposta, independente de marca ou modelo de equipamento (sugere-se atenção às recomendações do fabricante). A escolha desse parâmetro exige cuidado especial, pois o uso de filtros muito estreitos pode causar distorção nas formas de onda e aumentar a latência e diminuir a amplitude⁴.

Quanto à contribuição deste potencial para a prática clínica, a pesquisa dos PEAMLs é um método diagnóstico útil na investigação da via auditiva em pacientes com problemas de aprendizagem e do processamento auditivo e na pesquisa da sensibilidade auditiva, tanto para crianças quanto para adultos. Na prática clínica, a estimulação dos limiares de audibilidade é mais comum pela aplicação do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), uma vez que ele sofre menor interferência dos aspectos maturacionais e não é dependente dos estados de sono e vigília². O PEAML tem se mostrado eficiente na estimulação elétrica para o implante coclear e tem sido usado em estudos internacionais na pesquisa do papel funcional do córtex auditivo no processamento auditivo de pacientes implantados⁴.

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA

Os potenciais evocados auditivos de longa latência ou potenciais corticais ou relacionados a eventos são respostas bioelétricas da atividade do tálamo e do córtex, que ocorrem num intervalo entre 100 e 700 milissegundos¹³ (Figura 5).

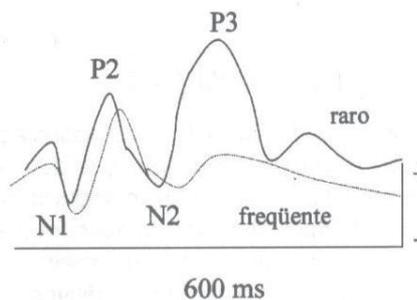


Figura 5: Figura ilustrativa do registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência.

O complexo de componentes P1-N1-P2 é chamado de exógeno ou sensorial, pois reflete as características acústicas e temporais do estímulo. Por isso, esses componentes são utilizados na determinação de limares auditivos pela investigação da resposta auditiva ao nível do córtex. Trazem informações ao nível do córtex, do início do processamento cortical sonoro³

O P300 é denominado potencial endógeno por ser uma resposta objetiva relacionada à função mental de percepção e cognição e por representar fenômenos fisiológicos associados à atenção, discriminação, integração e memória¹⁴. O surgimento da onda P300 ocorre como resultado de uma tarefa cognitiva relevante de reconhecimento consciente de mudanças nos estímulos sensoriais auditivos, da distinção entre um estímulo que se repete de modo frequente e um estímulo diferente/raro apresentado de forma randomizada dentro da série de estímulos frequentes¹³.

O registro do PEALL mostra uma sequência de picos com polaridade negativa-positiva-negativa-positiva (N1-P2-N2-P3) acima e abaixo da linha de base, respectivamente, a seguir; (1) N1: pico negativo ao redor de 100milissegundos; (2) P2: pico positivo em torno de 160 milissegundos; (3) N2: pico negativo próximo a 200 milissegundos; (3) P3; pico positivo ao redor de 300 milissegundos. A análise dos registros em termos de latência de onda é o parâmetro mais importante na análise do PEALL².

A amplitude é outro parâmetro importante na interpretação dos resultados, relativa ao evento ou tarefa envolvida na resposta. É a medição do tamanho da atividade elétrica, medida em microvolts (mV), preferencialmente, da linha de base do registro até o pico da onda, e analisada individualmente¹³.

O Mismatch Negativity (MMN), é um potencial evocado auditivo tardio, associado ao processo pré-atencional passivo relacionado à análise das características acústicas relativas à discriminação do estímulo sonoro. Suas medidas não são afetadas pelo estado de sono e nem pela atenção¹⁵. Nessa sessão, tal medida não será enfatizada devido à aplicação clínica ainda restrita em âmbito nacional, que inviabiliza o foco da discussão.

O quadro 3 apresenta a síntese dos parâmetros utilizados para o registro do PEALL.

Parâmetros de registro
<i>Estímulo</i> Burst (5 a 10 milissegundos rise/fall, 20 a 50 milissegundos plateau) Fala (curta duração) Frequente (80%) Raro (20%)
<i>Intensidade</i> fixa - ≥ 80 dB NAn
<i>Polaridade</i> Rarefeita Condensada (confirmação das ondas) Alternada (controle de artefatos)
<i>Eletrodos</i> Impedância: ≤ 5 k ohms Ativos: linha mediana (Fz, Cz) Referências: lóbulo (A1, A2) ou mastóide (M1, M2) Terra: Fronte (FPz)
<i>Registro</i> 02 canais - ipsilateral e contralateral 1 canal – ipsilateral (padrão)
<i>Amostra</i> 250 a 300 estímulos replicados
<i>Janela/tempo de análise</i> 100 a 700 milissegundos
<i>Filtro</i> 1-30Hz (Burst)
<i>Sensibilidade</i> ≤ 50.000 V
<i>Estado do paciente</i> Alerta, submetido à tarefa cognitiva

(*) adaptado do *Audiology: diagnosis**

*Fonte: Näätänen R, Paavilainen P, Rinne T, Alho K. The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: a review. *Clin Neurophysiol.* 2007;118(12):2544-90.

Quadro 3: Síntese dos parâmetros de registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência

Aplicação das Medidas Eletrofisiológicas na Clínica Fonoaudiológica

Informações atuais da literatura evidenciam os Potenciais Evocados Auditivos (PEA) como instrumento diagnóstico promissor, com grande colaboração para o diagnóstico fonoaudiológico. Investigam o caminho do som da orelha até o córtex auditivo, auxiliam no diagnóstico e na determinação do prognóstico terapêutico.

A integridade do sistema auditivo, desde a captação do sinal sonoro até a interpretação do som ao nível do córtex, é essencial para o desenvolvimento da linguagem, da fala, da leitura e da escrita. A investigação do processo auditivo central e a compreensão das condições patológicas correlatas são fundamentais para a escolha de abordagens adequadas e prevenção e tratamento de distúrbios nos âmbitos da linguagem falada ou escrita.

O potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) é hoje o exame mais empregado dentre os potenciais evocados auditivos. Uma de suas qualidades é a identificação precoce de perdas auditivas em populações infantis, o que faz do PEATE uma valiosa medida da audição. Apesar da interferência da maturação da via auditiva em curso em crianças até os 2 anos de idade, o uso de padrões normativos apropriados à idade permite investigar a audição em recém-nascidos e até mesmo acompanhar o desenvolvimento auditivo nos primeiros anos de vida. Tornou-se um instrumento de avaliação de grande utilidade em virtude da não-interferência do sono e da sedação e da possibilidade de avaliação objetiva em bebês e em crianças não colaboradoras na avaliação audiológica comportamental¹⁶.

De acordo com o Joint Committee on Infant Hearing¹⁷, um protocolo de avaliação de bebês deveria conter o PEATE, devido à possibilidade de avaliação da via auditiva central, o que garantiria maior especificidade e sensibilidade à triagem auditiva.

Na avaliação da integridade da via auditiva, o PEATE permite a comparação da velocidade de progressão do estímulo (latências) em ambas as orelhas e a investigação da presença de lesões retro-cocleares das vias

auditivas (assimetria de traçados, aumento dos intervalos interpicos) em crianças e adultos¹⁸.

O PEATE não é apenas um instrumento de screening auditivo do recém-nascido, mas também de avaliação da função auditiva em bebês e crianças, no qual se realiza o diagnóstico diferencial entre patologias coclear versus retrococleares, e da possibilidade de se determinar os limiares de audibilidade, bem como de inferir sobre o tipo de perda auditiva. Para tanto, é necessário a realização da pesquisa do PEATE por frequência específica, utilizando tom burst e estimulador por via óssea¹⁹.

Um estudo de revisão bibliográfica sobre os métodos utilizados na avaliação do caminho neural auditivo concluiu que medidas eletrofisiológicas são mais sensíveis, objetivas e menos variáveis na avaliação dos transtornos neurais que medidas comportamentais tradicionais, como audiometria usando fala e tom puro²⁰.

A associação das emissões otoacústicas evocadas transientes (EOAT) e potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) permitiu a determinação da prevalência de perda auditiva em crianças gravemente doentes com risco auditivo, elevada nos recém-nascidos desta população²¹.

Um estudos experimental, que promoveu a implantação de um programa de Triagem Auditiva Neonatal Opcional (TANO) para avaliar a função auditiva dos recém-nascidos, mostrou que as alterações auditivas triadas num primeiro momento pela realização das emissões otoacústicas (EOA) foram confirmadas pelo Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE)²².

Os resultados da triagem auditiva neonatal universal em uma maternidade pública do estado do Acre, onde era utilizado PEATE como segundo instrumento de triagem, quando as emissões otoacústicas falhavam, concluíram que houve maior sensibilidade do PEATE enquanto instrumento de triagem²³.

Enfim, na população clínica fonoaudiológica, a contribuição atual do PEATE tem sido seu uso em bebês, a possibilidade de diagnóstico e intervenção precoces e a perspectiva de aquisição normal da linguagem e do desenvolvimento sócio-emocional da criança.

O potencial evocado auditivo de média latência tem tido uma aplicação clínica um pouco mais restrita em âmbito nacional em relação aos potenciais de curta e longa latência. Na literatura da área, observa-se um maior número de estudos relativos à padronização de resposta em pacientes de diferentes faixas etárias e à variação de técnica de registro, especialmente quanto à estimulação.

A cautela no uso clínico do procedimento e a necessidade de melhor definição de dados normativos devem-se a maior variação dos resultados em relação ao PEATE. O PEAML é um potencial exógeno que varia em função da mudança das características acústicas da estimulação. Além disso, é analisado num intervalo de tempo maior e por isso tem dados normativos com intervalos de normalidade mais amplos e desvio padrão também maior em relação às medidas de curta latência.

Como já mencionado anteriormente, o PEAML é um método diagnóstico útil na investigação do funcionamento da via auditiva, indicado para avaliar lesões e disfunções auditivas de etiologias diversas que afetem a via auditiva ao longo do córtex⁴. Utilizado também de modo eficiente no monitoramento da intervenção terapêutica de pacientes com transtorno do processamento auditivo submetidos a treinamento auditivo²⁴.

A pesquisa do PEAML é o método mais apropriado para avaliar crianças com distúrbios de aprendizado, já que, neste caso, se trata de origens neurais mais superiores. Estudos comprovam aumento da latência de Pa em crianças com distúrbio de aprendizagem²⁵. Estudos do PEAMLs em crianças com distúrbio de aprendizado registraram latência mais longa para onda Na e amplitude menor da onda Nb²⁶.

Pacientes com Síndrome de Landau-Kleffner¹ foram avaliados pelo PEAML e todos mostraram algum tipo de alteração, confirmando a eficiência deste procedimento na avaliação da função auditiva²⁷.

Pacientes afásicos avaliados por medidas eletrofisiológicas mostraram diferença hemisférica estatisticamente significativa ao comparar o componente Pa na pesquisa do PEAML registrado em C3 (hemisfério esquerdo) e C4 (hemisfério direito) no grupo experimental, e concluíram que o PEAML demonstrou ser instrumento útil para avaliação de indivíduos afásicos²⁸.

Além disso, o PEAML tem sido empregado no estabelecimento do prognóstico em pacientes pré-implantados, numa abordagem pré-cirúrgica, por meio da estimulação elétrica direta do sistema auditivo, para investigar o funcionamento do córtex auditivo dos futuros pacientes implantados⁴.

O potencial evocado auditivo de longa latência tem sido empregado em populações fonoaudiológicas com disfasia, distúrbio na aprendizagem escolar, usuários de implante cocleares e aparelhos auditivos, quadros neurológicos, sindrômicos e neuropsiquiátricos maiores como a Esclerose Múltipla, Alzheimer, Doença de Parkinson, Síndrome de Down, Síndrome de Asperger e Autismo, para o estudo das funções cognitivas correlatas à linguagem.

A resposta objetiva do PEALL é resultado da tarefa cognitiva de atenção, discriminação, integração e memória auditiva em tempo real, e representa o reconhecimento consciente das características acústicas do estímulo e avaliação integral do funcionamento do sistema cortical auditivo¹⁵. A aprendizagem da linguagem falada e escrita implica a incorporação de elementos acústicos e a representação de suas características fonéticas de uma língua, o que faz do PEALL um potente instrumento de avaliação de pacientes com problemas de linguagem.

Estudo com crianças com queixa escolar e alteração no processamento auditivo (PA), a fim de verificar se apresentavam os PEALL diferentes das crianças normais da mesma faixa etária, demonstraram retardo na latência das crianças com alterações no processamento auditivo, quando comparados aos resultados encontrados nas crianças do grupo controle, fortalecendo a aplicação clínica dos PEALL para um diagnóstico mais preciso do distúrbio do processamento auditivo central²⁹.

Crianças normais e com dificuldades escolares foram avaliadas pelo PEALL e por testes comportamentais do processamento auditivo. Os resultados dessa pesquisa revelaram que a associação entre os dois métodos permitiu um diagnóstico mais preciso de distúrbios de memória curta atenção, presentes nos três indivíduos com problemas de aprendizado escolar que mostraram P300 mais longo³⁰.

A avaliação em crianças com bom e mau rendimento escolar mostrou média de latência do P300 em 336 milissegundos para crianças com bom rendimento escolar e 382 milissegundos para crianças com mau rendimento escolar³¹.

Estudos com crianças disfásicas examinaram a maturação da via auditiva central e observaram grande variabilidade das latências P2 e P3, com prolongamento de P3, em comparação com crianças saudáveis, mostrando alterações na função auditiva central, que foram relacionadas a déficit temporal subjacente à disfasia³².

Crianças implantadas foram avaliadas com o potencial cortical para estudar o tempo de desenvolvimento e a plasticidade das vias auditivas centrais pós-implantação de cóclea. Imediatamente após o implante, latências de resposta cortical se assemelhavam àquelas observadas em recém-nascidos com audição normal. Alguns meses depois, a potencial cortical mostrou rápidas mudanças na morfologia e latência semelhantes àquelas de crianças ouvintes de 8 meses de idade. O estudo concluiu que o desenvolvimento cortical auditivo de crianças implantadas segue mais rápido que crianças com audição normal da mesma idade, mostrando um alto grau de plasticidade da via auditiva durante o desenvolvimento precoce e a sensibilidade do procedimento no acompanhamento da maturação auditiva durante o primeiro ano de vida³³.

Assim como o PEAML, o PEALL também foi usado no monitoramento terapêutico de pacientes com distúrbio de processamento auditivo central pré e pós-reabilitação. Diferenças significativas foram observadas entre os dois grupos: o grupo experimental com maiores valores de latências e amplitudes para as ondas N1, P2, N2 e P3, em relação ao grupo controle na testagem pré-terapia. Na avaliação pós-terapia, a latência do P3 diminuiu e a amplitude aumentou ao nível de significância para o grupo que recebeu intervenção terapêutica, e as medidas de amplitude e latência do P300 foram sensíveis a mudanças clínicas ocorridas em terapia³⁴.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nenhuma das medidas eletrofisiológicas aqui apresentadas é específica para diagnóstico etiológico de patologias, mas fornecem

informações importantes sobre o funcionamento do sistema auditivo, podendo ser utilizada no estudo do processamento temporal de estímulos sonoros e da compreensão da fala, ligados a diversas patologias que afetam a linguagem.

As medidas eletrofisiológicas garantirão aos fonoaudiólogos a possibilidade de associação dos aspectos comportamentais aos funcionais em diversas patologias e a correlação destes aos fenômenos fisiológicos observáveis em tempo real ao nível do sistema nervoso, contribuindo na complementação do diagnóstico e da intervenção terapêutica.

A produção científica nacional relativa aos potenciais evocados auditivos evoluiu muito, nos últimos anos, e grande esforço tem sido dispensado entre os pesquisadores da área. No entanto, sua indicação e aplicação ainda exigirão maior empenho na busca de investigações adaptadas à nossa realidade para a indicação e uso seguro dos métodos eletrofisiológicos em populações da clínica fonoaudiológica.

REFERÊNCIAS

1. Asha Members. Task force on central auditory processing consensus. *Am J Audiol.* 1996;5:80-4. Hall JW. Handbook of auditory evoked responses. Boston: Allyn, Bacon, 2006. Martin DA, Tremblay KL, Stapells DR. Principles and applications of cortical auditory evoked potentials. In Burkard RF, Don M, Eggermont JJ, editors. *auditory evoked potentials: basic principles and clinical application.* Baltimore: Lippincott Williams, Wilkins; 2007; p.482-507.
2. Pratt H. Middle-latency response. In: Burkard RF, Don M, Eggermont JJ, editors. *Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application.* Baltimore: Lippincott Williams, Wilkins; 2007; p.463-481.
3. Hall JW, Mueller G. Cortical auditory evoked response. In: *Audiologists' desk reference: diagnostic audiology principles and procedures.* San Diego: Singular; 1998;p.319-87. Duarte JL, Alvarenga KF, Garcia TM, Costa Filho OA, Lins OG. A resposta auditiva de estado estável na avaliação auditiva: aplicação clínica. *Pró-Fono.* 2008;20(2):105-10.
4. Burkard RF, Don M. The auditory brainstem response. In: Burkard RF, Don M, Eggermont JJ, editors. *Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application.* Baltimore: Lippincott Williams, Wilkins; 2007; p.229-3. Person OC, Marone MR, Jardim M, Rapoport PB. A utilização dos potenciais

- evocados auditivos como método diagnóstico em medicina. *Arq Med ABC*. 2005; 30 (1):5-10.
5. Musiek FE, Lee WW. Potenciais evocados auditivos de média e longa latência. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. Barueri: Manole; 2001; p.239-267.
 6. Ozdamar O, Kraus N. Auditory middle latency responses in humans. *Audiology*. 1983; 22(1):34-49.
 7. Lee YS, Lueders H, Dinner DS, Lesser RP, Hahn J, Klem G. Recording of auditory evoked potentials in man using chronic subdural electrodes. *Brain*. 1984;107(Pt 1):115-31.
 8. Simões MB, Souza RR, Schochat E. Efeito da supressão nas vias auditivas: um estudo com os potenciais de média e longa latência. *Rev CEFAC*. 2009;11(1):150-7.
 9. McPherson DL. *Late potentials of the auditory system*. San Diego: Singular; 1996.
 10. McPherson DL, Ballachanda BB, Kaf W. Middle and Longa Latency evoked potentials In: Roeser RJ, Valente M, Dunn HH. *Audiology: diagnosis*. New York: Thieme; 2008; p.443-477.
 11. Näätänen R, Paavilainen P, Rinne T, Alho K. The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: a review. *Clin Neurophysiol*. 2007;118(12):2544-90.
 12. Kraus N, Nicol T. Auditory evoked potentials. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U, editors. *Encyclopedia of neuroscience*. Berlin: Springer; 2009; p. 214-218.
 13. Joint Committee on Infant Hearing. Year 2000 Position Statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Audiology Today*. 2000;(spec Ed):1-23.
 14. Sousa LCA; Rodrigues LS, Piza MRT, Ferreira DR, Ruiz DB. Achado ocasional de doenças neurológicas durante a pesquisa da surdez infantil através do BERA. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2007; 73(3):424-8.
 15. Purdy SC, Kelly AS. Auditory evoked response testing in infants and children In: Madell JR, Flexer C. *Pediatric Audiology: diagnosis, technology and management* . New York: Thieme, 2008;132-44.
 16. Hood L. A review of objective methods of evaluating auditory neural pathways. *Laryngoscope*. 1999; 109(11):1745-8.
 17. Sassada MMY, Ceccon MEJ, Navarro JM, Vaz FAC. Deficiência auditiva em recém-nascidos internados em unidade de terapia intensiva neonatal. *Pediatria*. 2005; 27(3):163-71.

18. Gatto CI. Triagem auditiva: um programa experimental [dissertação]. Santa Maria (RS): Universidade de Santa Maria; 2008.
19. Borges CAB, Moreira LMO, Pena GM, Fernandes FR, Borges BCB, Otani BH. Triagem auditiva neonatal universal. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2006;10(1):28-34.
20. Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Braz J Med Biol Res*. 2010; 43(8):777-85.
21. Arehole S, Augustine L, Simhadri R. Middle latency responses in children with learning disabilities: pre-liminary findings. *J Commun Disord*. 1995; 28(1):21-38.
22. Purdy SC, Kelly AS, Davies MG. Auditory brainstem response, middle latency response, and late cortical evoked potentials in children with learning disabilities. *J Am Acad Audiol*. 2002; 13(7):367-82.
23. Matas CG, Gonçalves IC, Magliaro FCL, Leite RA, Guilhoto LMFF. Avaliação audiológica e eletrofisiológica da audição na síndrome de Landau-Kleffner. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2007; 12(2):79-85.
24. Alvarenga KF, Lamônica DC, Costa Filho OA, Banhara MR. Estudo eletrofisiológico do sistema auditivo periférico e central em indivíduos afásicos. *Arq Neuropsiquiatr*. 2005; 63(1):104-9.
25. Diniz Júnior, J. Contribuição ao estudo do potencial evocado auditivo de longa latência em crianças [Dissertação]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina de São Paulo; 1996.
26. Aquino AM, Bardão R, Colafemina JF, Gonçalves AS, Casagrande-Souza MR. O potencial endógeno nos distúrbios de atenção e memória auditiva. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2000; 66(3, pt. 1):225-30.
27. Visioli-Melo JF, Rotta NT. Avaliação pelo P300 de crianças com e sem epilepsia e rendimento escolar. *Arq Neuropsiquiatr*. 2000; 58(2B):476-84.
28. Dlouhá O. cortical auditory evoked potentials in children with developmental dysphasia. *Prague Med Rep*. 2008; 109(4):305-14.
29. Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. *Neuroreport*. 2002; 13(10):1365-8.
30. Jirsa R, Clontz K. A long latency auditory event related potentials from children with auditory processing disorders. *Ear Hear*. 1990; 11(3):222-32.