

INVESTIGAÇÃO DA VIA ACÚSTICA PELOS POTENCIAIS EVOCADOS

Rosmaninho Seabra ¹; J. Faria e Almeida²

SUMMARY: Auditory Evoked Potentials (A.E.P.) are of clinical importance in the investigation of the auditory system. In this article the A.E.P. are defined and discussed. The ideal conditions for recording and the characteristics of the stimuli most frequently used are described. The A.E.P. are classified into three types according to the analysis time, into , the short latency Brain Evoked Response Audiometry (B.E.R.A.), the middle latency and the late latency evoked potential, also called Cortical Evoked Response Audiometry (C.E.R.A.). We emphasise the study of the hearing loss in children and the morphofuncional evaluation of the auditory pathways, as the main indications for the Brain Evoked Response Audiometry. These tests are very important in clinical practice and can help to distinguish between conductive, cochlear and retrocochlear hearing loss. Finally, a strategy for interpretation of B.E.R.A. is outlined.

SUMÁRIO: Os Potenciais Evocados Auditivos (P.E.A.) são de enorme importância clínica na investigação do sistema auditivo. Neste artigo os P.E.A. são definidos e discutidos. Descrevem-se as condições ideais para o seu registo e o tipo de estimulação mais frequentemente utilizada. Classificam-se estes potenciais em três tipos, de acordo com o tempo de análise em, curta latência ou Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Cerebral (P.E.A.T.C.), de latência média e de longa latência também chamados Potenciais Evocados Auditivos Corticais (P.E.A.C.). O estudo da surdez infantil e a análise morfofuncional da via auditiva, são duas indicações fundamentais. Estes testes são extremamente importantes na clínica, podendo diferenciar entre uma hipoacusia de transmissão, coclear ou retrococlear. Finalmente, define-se uma estratégia integrada para a interpretação dos P.E.A.T.C..

INTRODUÇÃO

Os potenciais evocados podem ser definidos como modificações na actividade eléctrica cerebral induzidas por uma estimulação sensorial.

Há portanto vários tipos de P.E. , sendo os mais conhecidos e de maior aplicabilidade clínica, os potenciais evocados somestésicos, visuais e auditivos. Em

¹ Assistente Hospitalar de O.R.L. do C. H. V. N. de Gaia

² Director do Serviço de O.R.L. do C. H. V. N. de Gaia

fase de grande desenvolvimento estão os P.E. vestibulares e investigam-se agora no Departamento de Neuro-Otologia da Universidade de Wurzburg, R.F.A., os potenciais evocados olfactivos.

O registo dos P.E. é realizado por intermédio de eléctrodos ao nível da cabeça. A computadorização permite-nos extrair a resposta evocada do ruído de fundo constituído pela muito mais intensa actividade de base do E.E.G. e outros parasitas eventuais, endógenos ou exógenos. Para o registo dos Potenciais Evocados Auditivos (P.E.A.) os eléctrodos colocam-se (fig.1): 1) no vertex (eléctrodo positivo) 2) no lóbulo do ouvido a estimular (eléctrodo negativo) e 3) no lóbulo do outro ouvido (o neutro) .

O exame deve ser realizado com o doente confortavelmente deitado, em local isolado de barulhos, a temperatura agradável e de forma a permitir o seu relaxamento, minimizando a interferência de actividade miogénica. Se, nos adultos, se consegue um bom nível de relaxamento com estas normas simples, para as crianças com mais de 6 meses e menos de 5 anos é muitas vezes necessário recorrer à sedação através de pré-medicação ou mesmo anestesia geral. Nas crianças com menos de 6 meses o exame deve ser programado para o pós-prandial, pois nessa altura será mais fácil adormecê-la, permitindo a execução do exame sem necessidade de recurso a outras manobras.

INDICAÇÕES

As duas grandes indicações para a realização dos P.E.A. são:

1- O estudo do limiar auditivo

Em relação ao estudo do limiar auditivo é necessário dizer que os P.E. não reproduzem um audiograma. Apenas informam sobre o limiar auditivo para os sons com a gama de frequências do som estímulo que é de cerca de 2000 a 4000Hz.

Os P.E.A. são fundamentais na avaliação da acuidade auditiva das crianças.

Outra indicação importante relaciona-se com os variados problemas médico-legais e periciais.

2- O estudo da integridade da via acústica.

A execução dos P.E.A. é mandatória, a nosso ver, em caso de suspeita de lesão ocupando espaço no ângulo ponto-cerebeloso e C.A.I., como sucede na hipoacusia neurosensorial unilateral ou assimétrica, na arreflexia ou hiporreflexia vestibular unilateral importante, e quando persiste uma paralisia facial periférica inexplicada.

São úteis também no despiste de diversas patologias do foro neurológico.

BASES NEURO-FISIOLÓGICAS

CARACTERÍSTICAS DO ESTÍMULO

O estímulo sonoro pode ser definido como uma onda de pressão caracterizada por uma determinada amplitude e frequência. Esta onda sonora será, a nível do órgão receptor, transformada em energia bio-eléctrica.

O estímulo sonoro é caracterizado ainda, em função da intensidade - exprimida em decibéis (dB) - e da forma.

Em relação à **forma** podemos distinguir:

1-**Cliques**, ondas sonoras quadradas caracterizadas por:

1.1) polaridade em função da qual se pode descrever estímulos condicionando um aumento de pressão (cliques de condensação) ou uma diminuição da pressão (cliques de rarefacção) no interior do canal auditivo externo, e

1.2) duração.

Uma característica dos cliques é a sua falta de especificidade frequencial.

Pode, no entanto, grosseiramente afirmar-se que os cliques mais curtos são mais agudos* .

2-Estímulos sinusoidais, diferenciados pela sua morfologia em : tone burstes (envelope trapezoidal) tone pip (envelope triangular).e "logons" (envelope gaussiano).

Os estímulos mais frequentemente utilizados são o **clique** para os PEA do tronco cerebral e os **tone burst** para os PEA de maior latência.

FISIOLOGIA COCLEAR

Na cóclea a energia sonora, mecânica, é transformada em energia bio-eléctrica.

A relação entre a frequência do estímulo sonoro incidente e a zona da cóclea activada tem importantes implicações práticas. A zona basal da cóclea tem-se como mais sensível às frequências mais agudas, enquanto que a região apical o seria em relação às mais graves.

Sendo a estimulação das diferentes regiões da cóclea efectuada através da transmissão de uma onda de pressão, a onda sonora, que necessariamente se processa a uma velocidade limitada, a activação coclear seria mais rápida para os sons agudos (região basal da cóclea) do que para os graves (região apical).

A diferença máxima no tempo de estimulação é estimada, segundo a maioria dos autores, em 4 ms.

* Em teoria um som para ser puro do ponto de vista da frequência deve ser de duração infinita, portanto quanto mais breve for, menor será a especificidade frequencial.

Esta energia bio-eléctrica resultante da activação coclear é transmitida ao S.N.C. em forma de impulso nervoso.

TRANSMISSÃO NERVOSA

As características e modo de transmissão do impulso nervoso resultante da activação coclear, nomeadamente em termos de amplitude e tempo de latência do potencial gerado no nervo auditivo, são função da intensidade sonora e obedecem a uma dupla cinética (fig.2). Para baixas intensidades de estimulação observa-se um rápido encurtamento dos tempos de latência enquanto que a amplitude das curvas aumenta pouco. Para intensidades mais elevadas, o aumento da intensidade de estimulação produz um forte aumento da amplitude enquanto que a alteração no tempo de latência é menos evidente.

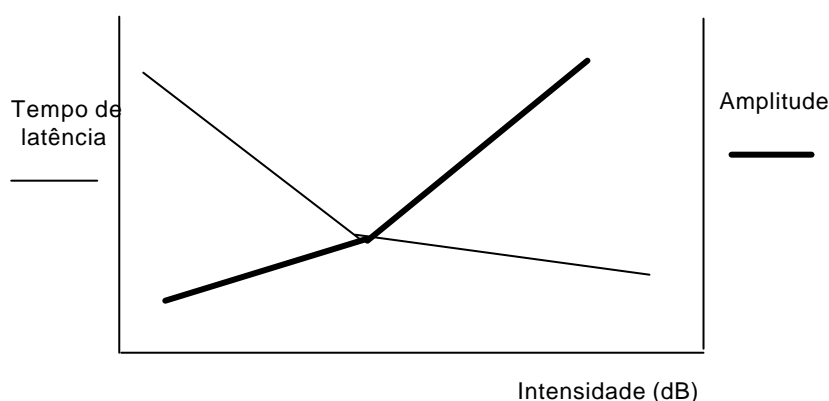


Fig. 2 - Diagrama esquemático representando a variação na amplitude e tempo de latência com a intensidade do estímulo.

Tradicionalmente explicava-se este fenómeno pela existência de duas populações celulares a nível da cóclea, mas dados recentes apontam outra explicação. Demonstrou-se que, para cada axónio existe uma determinada frequência à qual ele é particularmente sensível - a chamada **frequência característica do axónio**. Aumentando a intensidade do estímulo ele começa a

responder a frequências que se afastam dessa frequência característica. Esta resposta a frequências diferentes é mais alargada em relação às frequências mais graves do que a característica, sendo bem menos importante para as frequências mais agudas.

Na prática podemos afirmar que:

1) para um dado axónio, o aumento da intensidade de estimulação acompanha-se de um alargamento do intervalo de frequências ao qual esse axónio responde

2) para uma dada frequência, o aumento da intensidade de estimulação dá lugar à activação de um número crescente de axónios de frequências características diferentes, sendo que, o número de axónios recrutados com frequência característica mais alta, é superior aos de frequência característica mais baixa que o som estímulo.

Admitindo que, quanto maior for o número de axónios, maior será a amplitude da resposta global, um aumento da intensidade de estimulação dará lugar, numa primeira fase a um fraco aumento da amplitude do potencial e para grandes intensidades a um aumento mais evidente.

EXECUÇÃO TÉCNICA

Os parâmetros utilizados para o registo dos P.E.A. estão sumarizados no Quadro 1.

	P.E.A.T.C. Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Cerebral	Potenciais Auditivos Semi-precoces	Potenciais Auditivos Tardios
Estímulo	Cliques - 100/SEG. 80-90 dB HL	Tone Burstes 20ms - 500Hz	Tone Burstes 20ms - 500Hz
Recorrência	21,7/seg.	5,1/seg	1,1/seg.
Electrodos	Cz (+) Ouv.Ipsi (-)	Cz (+) Ouv.Ipsi (-)	Cz (+) Ouv.Ipsi (-)
Tempo de análise	10 ms	70 ms	300 ms
Filtros	150 - 3000 Hz	5 - 500 Hz	1 - 100 Hz
Ganho	100000	40000	20 - 40000

Quadro 1 - Parametros para registo dos P.E.A. - (adaptado de Guerit)

Para a execução dos P.E.A. do tronco cerebral o estímulo utilizado são cliques alternados, de condensação e de rarefacção. Isto porque a onda V se identifica melhor usando os cliques de rarefacção e a onda I os de condensação. Por outro lado a utilização de cliques só de uma polaridade pode dar lugar a artefactos significativos. A intensidade de estimulação quando não se pretende fazer o estudo do limiar auditivo é de 90 dB HL. Para o estudo do limiar utilizam-se as intensidades de 20, 40 60 e 90 dB.

Os P.E.A. semi-precoces e tardios utilizam como estímulo sonoro o tone burst.

OS P.E.A. NA PRÁTICA CLÍNICA

Os **P.E.A. tardios ou corticais**, pouco utilizados na prática clínica diária, são constituídos por três ondas fundamentais: uma onda negativa (N1), envolvida por duas ondas positivas (P1 e P2). Pode ainda descrever-se outra onda negativa (N2), com latência aproximada de 300 ms. Estes potenciais estão relacionados com estruturas cognitivas e são alterados pelo estado de consciência e por drogas. No Quadro 2 estão registados os valores médios, em mili-segundos, para as latências das diferentes ondas dos P.E.A. tardios.

LATÊNCIAS DE ONDA (ms)	
P1	45 - 65
N1	70 - 100
P2	140 - 180
N2	240 - 300

Quadro 2 - Latências de onda dos P.E.A.Corticais.

Os **P.E.A. do tronco cerebral** são constituídos por 7 ondas que surgem nos 10 ms seguintes à aplicação do estímulo, sendo as duas últimas ondas inconstantes.

Classicamente atribuía-se a origem de cada onda ao potencial gerado numa estrutura determinada, mas actualmente sabe-se que isso é falso.

A relação simples uma onda - um gerador não existe. Várias ondas são geradas pela mesma estrutura e várias estruturas podem participar na génese da mesma onda. Parece no entanto que para cada onda é possível definir um gerador dominante.

Assim, actualmente aceita-se que:

- 1) as ondas I e II corresponderiam ao nervo auditivo

2) a onda III a estruturas protuberanciais ipsilaterais (núcleo coclear)

3) a onda V corresponderia também a estruturas protuberanciais muito provavelmente contralaterais (e não como se supunha ao colículo inferior).

Outra noção, a nosso ver importante, é a de que as estruturas geradoras das ondas não são necessariamente activadas a partir da mesma região da cóclea. Com efeito, parece que os geradores da onda I dependeriam mais da estimulação das frequências agudas e os geradores da onda V das frequências graves (a que correspondem zonas mais apicais na cóclea).

A análise da curva dos P.E.A.T.C. deve valorizar:

1) as latências das ondas I, III e V

2) a amplitude das ondas I e V, medida do pico à máxima negatividade seguinte.

Destes parâmetros inferem-se outros como os intervalos I-III, III-V e I-V (IPL= InterPeak Latency) e a relação entre a amplitude das ondas V e I (IPR= InterPeakRatio)

No Quadro 3 pode ver-se os valores normais para as latências de onda, intervalos e relação de amplitude dos P.E.A.T.C. utilizando uma intensidade de estimulação de 90 dB.

Um conceito importante é também a simetria destas medidas, sendo a diferença interaural da latência da onda V, um achado com grande significado clínico.

LATÊNCIAS DE ONDA		INTERVALOS	
I	1,5 - 1,8	I - III	2,0 - 2,6
II	2,5 - 3,0	I - V	3,8 - 4,4
III	3,6 - 4,1	III - V	1,8 - 2,5

IV	4,8 - 5,2		
V	5,5 - 6,0	RELAÇÃO DE AMPLITUDE	
VI	7,6	V / I	> 0,5
VII	9.0		

Quadro 3 -Valores normais nos P.E.A.T.C.para as latências de onda, intervalos de onda e relação de amplitude da onda V e I para uma intensidade de estimulação de 90 dB.

A correlação entre o tempo de latência da onda V e a intensidade de estimulação, é um parâmetro muito importante, demonstrando a possível existência de recobro, característico das lesões que afectam a cóclea.

Os potenciais evocados estão alterados em diversos tipos de patologias e particularmente nas hipoacusias. Assim as alterações mais características nos diversos tipos de hipoacusias são:

1 - HIPOACUSIA DE TRANSMISSÃO

Nas hipoacusias de transmissão a morfologia dos potenciais é normal, mas as latências de onda estão globalmente aumentadas, sendo o intervalo I-V normal. Há um desvio da curva de correlação intensidade de estimulação - tempo de latência da onda V, que é paralela ao normal, não existindo recobro.

A alteração mais evidente é, pois, o aumento global das latências e a normalidade do intervalo I-V.

2 - HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL DE ORIGEM COCLEAR

Nas hipoacusias neurosensoriais de origem coclear, quando se utilizam altas intensidades de estimulação, o traçado pode ser normal, mas para baixas intensidades é notório o aumento das latências. O intervalo I-V é normal e o estudo da evolução da latência da onda V denota a existência de recobro. É esta a característica mais evidente neste tipo de patologia.

3 - HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL RETROCOCLEAR

A patologia retrococlear condiciona um total desarranjo na morfologia do traçado, por vezes mesmo com ausência da onda V. Quando é possível a identificação das diversas ondas, verifica-se um aumento dos intervalos III e IV (I.P.L. de IV > 4,4 ms) quando é possível medi-lo. De realçar também a existência de um aumento patológico da diferença interaural para a latência da onda V (I.T. de I-V > 0,3 ms) que na ausência de hipoacusia que a justifique é altamente sugestiva de patologia retrococlear, nomeadamente neurinoma do acústico.

6- INTERPRETAÇÃO DOS P.E.A.T.C.

A estratégia para a interpretação dos P.E.A. assenta em três pontos fundamentais: 1) identificação das diversas ondas, 2) registo do seu tempo de latência e 3) registo da amplitude das ondas I e V.

Começamos habitualmente por identificar a onda V. Em relação a esta onda três situações podem ocorrer:

1º- A onda V é bem identificável e o seu tempo de latência é normal.

Esta observação torna pouco provável a existência de anomalias a nível do tronco cerebral mas não significa que os PEATC estejam ou sejam normais. Genericamente duas situações podem ocorrer:

1.1• A onda I é bem identificável e o seu tempo de latência é normal.

Procura-se então:

a)- a presença de outras actividades, o carácter normal das interlatências I-III, III-V, e IV, e o "InterPeak Ratio" V-I. Se estes parâmetros são todos normais, o

PEATC é normal (embora certas patologias cocleares possam dar lugar a PEATC normais a altas intensidades).

Em raras circunstâncias, as ondas I e V podem ser normais, assim como a IPL IV enquanto que a onda III está ou ausente ou atrasada. A ausência da onda III deve ser notada e integrada no contexto clínico pois pode estar associada a patologias protuberanciais.

b)- A relação de amplitude V-I está diminuída: 1) por um aumento de amplitude da onda I, reflexo eventual de patologias supraprotuberanciais, mesencefálicas ou hemisféricas (atingimento provável das vias descendentes) ou 2) por uma diminuição da amplitude da onda V ou da onda V_N , reflexo de um problema protuberancial ou mesencefálico

1.2• Onda I não identificável ou tempo de latência aumentado

Muito provável existência de patologia auditiva periférica endococlear. Deve fazer-se a pesquisa do limiar e o exame da curva de recobro da onda V.

2º. Onda V bem identificável mas com tempo de latência aumentado

Três situações podem verificar-se:

2.1• Onda I bem identificável, bem estruturada, com tempo de latência normal.

Esta situação implica, com um alto grau de probabilidade, a existência de patologia retrococlear, ao nível do nervo auditivo ou da protuberancia. O tempo de latência das outras actividades deve ser notado a fim de precisar a localização da lesão.

Se as alterações são apenas do intervalo HIII devemos notar se são uni ou bilaterais. Se unilaterais deve procurar-se sempre patologia focal ipsilateral do nervo auditivo ou da parte lateral da junção bulbo-protuberancial. Se bilateral e simétrico

deve excluir-se primeiro as causas funcionais - etilismo, alterações metabólicas - uma neuropatia sensitiva envolvendo o N VIII, ou uma lesão compressiva extra-troncular.

Se as alterações envolvem de forma homogénea os intervalos III e III-V a primeira hipótese diz respeito à temperatura corporal (particularmente nos doentes comatosos) Outras possibilidades serão alterações funcionais metabólicas ou degenerativas.

2.2• Onda I identificável, bem estruturada e com tempo de latência também aumentado, estando o intervalo I-V normal.

A maior parte das vezes corresponde a patologias auditivas periféricas de transmissão. Confirmar com estudo do limiar e da curva de recobro da onda V.

2.3• Onda I não identificável.

Nenhuma conclusão se pode tirar, sendo impossível diferenciar entre patologia periférica e central.

3º. Onda V não identificável.

Duas situações:

3.1• Onda I bem identificável.

Lesão estrutural do tronco cerebral.

3.2• Ondas I e IV não identificáveis.

Erro técnico? A única conclusão possível é a existência de um desarranjo global desde a periferia

BIBLIOGRAFIA

1. Guerit, Jean-Michel - L'enregistrement et l'interprétation des potentiels évoqués - Principes élémentaires ; Michèle Mayer 1988
2. C.F.Claussen, J.M. Bergmann de Bertora, G.O. Bertora - Potenciales Sensoriales Evocados in OtoNeuroOftalmologia, Modernas Técnicas Topodiagnósticas e Terapêuticas pp73-86
3. C.F.Claussen - NeuroOtology - Sensory System Analysis by Evoked Potentials , Medical Focus, 2 2-8
4. Davis, H. (1976) Principles of electric response audiometry. Annals of Otolaryngology and Laryngology 85 (Suppl. 28) 1-96
5. Davis, H.: Owen J. (1985) Auditory evoked potentials in Evoked Potential testing, edited by J.H.Owen and H. Davis pp55-108.
6. Donchin, E., E.Callaway, R.Cooper, J.E.Desmedt, W.R.Golf, S.A.Hillyard and S.Sutton. (1977) Publication Criteria for studies of Evoked Potentials (EP) in Man. Report of a Committee. Attention, Voluntary contraction and Event-Related Cerebral Potentials. Progr. Clin. Neurophysiol. I.
7. Hecox, K. ; Galambos R.; (1974) Brain Stem Auditory Evoked responses in human infants and adults Archives of Otolaryngology, 99, 30-33
8. Martin L. Hyde; Objective tests of hearing in Scott-Brown's Otolaryngology; pp272-303

