

Estimulação Fótica: Padronização do Método de Acordo com o Consenso Europeu

Fernanda dos Santos Britto, Maria Teresa Castilho Garcia de Santana, Hercília Rosa Xavier de Albuquerque, Carina Gonçalves Pedroso Uchida, Larissa Teles de Souza, Luis Otávio S. F. Caboclo, Elza Márcia Targas Yacubian

Unidade de Pesquisa e Tratamento das Epilepsias, Departamento de Neurologia e Neurocirurgia da Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

RESUMO

Introdução: Embora a fotostimulação intermitente (FEI) seja rotineiramente utilizada nos laboratórios de eletrencefalografia (EEG), raramente é utilizada de forma padronizada. A FEI é um método de ativação utilizado no EEG de rotina que pode desencadear tanto respostas fisiológicas quanto potencialmente patológicas. Historicamente, o termo fotossensibilidade se refere às respostas anormais à estimulação com luz estroboscópica durante o registro do EEG. **Objetivo:** O objetivo desta publicação é revisar os aspectos diagnósticos do procedimento da FEI, baseados no encontro de consenso realizado em Heemstede na Holanda, em 1996, com o propósito de facilitar e padronizar a detecção de pacientes fotossensíveis.

Unitermos: Fotostimulação intermitente; fotossensibilidade; resposta foto-paroxística.

ABSTRACT

Photic stimulation: Standardization of the method based on european consensus

Introduction: Although intermittent photic stimulation (IPS) is a widespread and routinely used procedure in EEG laboratories, only relatively recently has a standardization of the IPS method been proposed. IPS is an activation method used during EEG procedure that may trigger either physiological or potentially pathological responses. Historically, the term photosensitivity is referred to abnormal responses to stroboscopic light during EEG. **Objective:** The purpose of this publication was to provide an overview of the diagnostic aspects of IPS procedure, based on data presented at Consensus Meetings held in Heemstede, the Netherlands, in 1996, with the purpose of facilitating the detection of photosensitive patients.

Keywords: Intermittent photic stimulation; photosensitivity; photoparoxysmal response.

A fotostimulação intermitente (FEI) é um método de ativação utilizado no eletrencefalograma (EEG) de rotina que pode desencadear tanto respostas fisiológicas quanto potencialmente patológicas. Entre as últimas destacam-se as crises epilépticas, sobretudo as generalizadas, principalmente as mioclonias, mas também ausências e crises tônico-clônicas generalizadas. Historicamente, o termo fotossensibilidade se refere às respostas anormais à estimulação com luz estroboscópica durante o registro do

EEG.¹³ Em 1999, um grupo europeu de especialistas, com o apoio da International League against Epilepsy (ILAE), após realizar um inventário em vários laboratórios de EEG de países europeus sobre a prática de realização da FEI, publicou recomendações para padronização deste método para identificação de indivíduos fotossensíveis.⁵ O objetivo dessa medida foi tornar o método seguro, prático e reprodutível, tanto na prática clínica como para fins de pesquisa.

HISTÓRICO

As crises induzidas pelo estímulo luminoso já eram conhecidas desde a antiguidade clássica. Coube a Apuleius, no livro *Apologia*, de 125 a.C., a primeira referência que associou epilepsia à luz intermitente, a partir da seguinte observação: o girar da roda de oleiro poderia provocar crises quando colocada em frente aos olhos de uma pessoa com epilepsia. Este instrumento foi utilizado como técnica de detecção de epilepsia nos romanos, para seleção dos escravos a serem comprados. Há relatos de que algumas crises de Júlio César (102?-44 a.C.) teriam ocorrido durante a exposição ao sol vespertino, brilhando por entre as árvores enquanto andava de biga na via Appia.²

Em 1885, Gowers foi o responsável pela primeira publicação científica sobre crises epiléticas desencadeadas por estímulo luminoso (apud Fiore, 1996).²

Em 1929, nos estudos iniciais de eletrencefalografia, Berger descreveu a modificação do ritmo alfa durante a estimulação luminosa (apud Fiore, 1996).² Os efeitos da FEI no EEG de seres humanos foram primeiro estudados por Adrian e Matthews, em 1934 (apud Zifkin e Kastelein-Nolst Trenité, 2000; apud Fisch e So, 2003; apud Takahashi, 2005).^{3,11,13} Estes autores observaram que os lampejos rítmicos, em frente aos olhos, podiam produzir ondas de frequência idêntica à da estimulação na região occipital.

A idealização da luz estroboscópica, após a II Guerra Mundial, possibilitou avanço no estudo dos efeitos clínicos e eletrencefalográficos da FEI. Em 1946, o método de fotostimulação deixou de ser artesanal, quando foi desenvolvido o estroboscópio eletrônico, aparelho que permitia o controle da frequência do estímulo luminoso aplicado.^{2,13} Cobb (1947) constatou que a estimulação com luz intermitente era mais efetiva que a contínua, no desencadeamento de crises epiléticas (apud Fiore, 1996).² Desde então, a importância da FEI tornou-se mundialmente conhecida.

Gastaut e Rémond (1949) e Bickford (1952) descreveram os dois principais tipos de resposta no EEG à FEI (apud Fisch e So, 2003; apud Takahashi, 2005):^{3,11} a resposta fotoconvulsiva (atualmente denominada resposta fotoparoxística – RFP, já que nem sempre vem acompanhada de crise convulsiva), que estaria relacionada a distúrbios epiléticos e a resposta fotomioclônica, não relacionada à epilepsia. Este último termo também é inadequado, pois este evento não é acompanhado de crise mioclônica.

Após os estudos iniciais nas décadas de 40 e 50, só recentemente, o interesse no estudo das epilepsias com sensibilidade visual foi renovado, depois de documentadas as crises induzidas por televisão, videogame e computador, em crianças previamente hígdas.^{8,13}

O FOTOSTIMULADOR

As respostas à FEI dependem de certas características do aparelho fotostimulador. As especificações requeridas foram listadas para padronização dos métodos de fotostimulação:⁵

- O fotostimulador deve deflagrar lampejos consistentemente luminosos: lâmpada de xenônio com intensidade máxima = 100 Nit-s por lampejo;
- A luminosidade gerada deverá ocupar todo o campo visual do paciente, a uma distância de 30 cm de seus olhos: a lâmpada deve ser preferencialmente circular com 13 cm de diâmetro;
- Capacidade de deflagrar lampejos únicos ou agrupados, com intensidade constante, em frequências de 1 a 60 Hz;
- A lâmpada deve ser alocada em um difusor, a fim de se reduzir ao máximo a variabilidade dos lampejos entre os diversos aparelhos. Desta forma sugere-se: fixação central da lâmpada em difusor granular, semelhante ao do fotostimulador Grass, sem padronagem sobre o difusor, mas com disponibilidade de sua aplicação quando necessário.

Os fotostimuladores Grass PS-22 (Grass-Telefactor; Astro-Med, Inc., West Warwick, Rhode Island, USA) e Sigma Medicin Technick FSA 10-2D foram apontados como os mais adequados para realização da FEI.^{5,13}

A MONTAGEM

O número de canais utilizados no registro deve permitir visualização adequada das respostas à FEI nas regiões anteriores, posteriores e as de projeção generalizada. A montagem bipolar longitudinal de 16 canais preenche estas especificações. Uma montagem referencial com 16 ou mais canais, cobrindo todas as regiões é aceitável.⁵

O MÉTODO DE ESTIMULAÇÃO

Segundo esta proposta, o procedimento da FEI deve ser realizado em um ambiente escurecido, e só deve ser iniciado pelo menos três minutos após o fim da hiperventilação. Os termos padronizados para a realização da FEI são:⁵

1. O fotostimulador deve ser posicionado a uma distância de 30 cm do *nasion* do paciente;
2. Cada frequência deve ser disparada em períodos de 10 s separados por intervalos mínimos de 7 s.
3. Cada período é iniciado com o paciente com os olhos abertos mirando o centro da lâmpada, com fechamento ocular no quinto segundo, mantendo os olhos fechados até completar os 10 s;
4. Preconizam-se disparos com as frequências de forma ascendente até 20 Hz, depois de forma descendente a partir de 60 Hz (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 e depois 60, 50, 40, 30, 25 e 20 Hz). Quando o estímulo desencadeia resposta paro-

xística generalizada, este deve ser interrompido imediatamente.

- Para propósitos clínicos pode ser importante relatar: (a) se a resposta no EEG ultrapassa o estímulo; (b) se são observados sinais/sintomas clínicos; (c) grau de vigília e eventual privação de sono pelo paciente e (d) medicações.

O período de cinco segundos é tempo suficiente para desencadear a RFP em indivíduos susceptíveis e, além disso, é a duração mais curta que é prática de controlar sem desligar o fotostimulador automaticamente. A recomendação de fechamento ocular no quinto segundo é baseada na sensibilidade seletiva de alguns pacientes à abertura ou fechamento ocular, sobretudo a este último.

Por uma questão de segurança e reprodutibilidade do método, é importante identificar a frequência exata à qual um determinado indivíduo é fotossensível. As respostas paroxísticas anormais ocorrem principalmente em resposta às frequências entre 15 e 25 Hz. Por isso são preconizadas duas seqüências que se encerram com frequência de 20 lampejos/s, em parte para evitar crises epiléticas, mas principalmente para observar se a resposta é sustentada após cessado o estímulo, o que tem importância clínica.⁵

PADRÕES DE RESPOSTA

O arrastamento fótico e a resposta fotomioclônica são respostas à FEI não relacionadas à epilepsia. Os eventos considerados patológicos são a RFP, o arrastamento anormal e as pontas gigantes occipitais.⁸

ARRASTAMENTO FÓTICO

O arrastamento fótico é uma resposta fisiológica que consiste em atividade rítmica evocada nas regiões occipitais durante a FEI com frequências entre cinco e 30 Hz. Quanto à resposta, o arrastamento pode ser na mesma frequência, abaixo ou acima da estimulação realizada, recebendo a denominação de infra-harmônico e supra-harmônico, respectivamente. Quando de baixa voltagem ou ausente não implica em anormalidade.^{3,11}

Esta resposta pode ser obtida poucas horas após o nascimento, porém permanece de amplitude relativamente baixa até por volta dos seis anos de idade. Em crianças maiores, essa resposta se torna muito maior, particularmente em baixas frequências.¹¹

A amplitude dessa resposta é maior nas crianças quando comparada à dos adultos, no entanto, tende a aumentar nos idosos.¹¹

Na frequência dos lampejos

Representa potenciais evocados visuais a estímulos sucessivos, o que promove uma atividade regular, na mesma frequência dos lampejos cujo término é determinado pela interrupção da estimulação.⁶ É uma resposta típica, normal (Fig. 1).

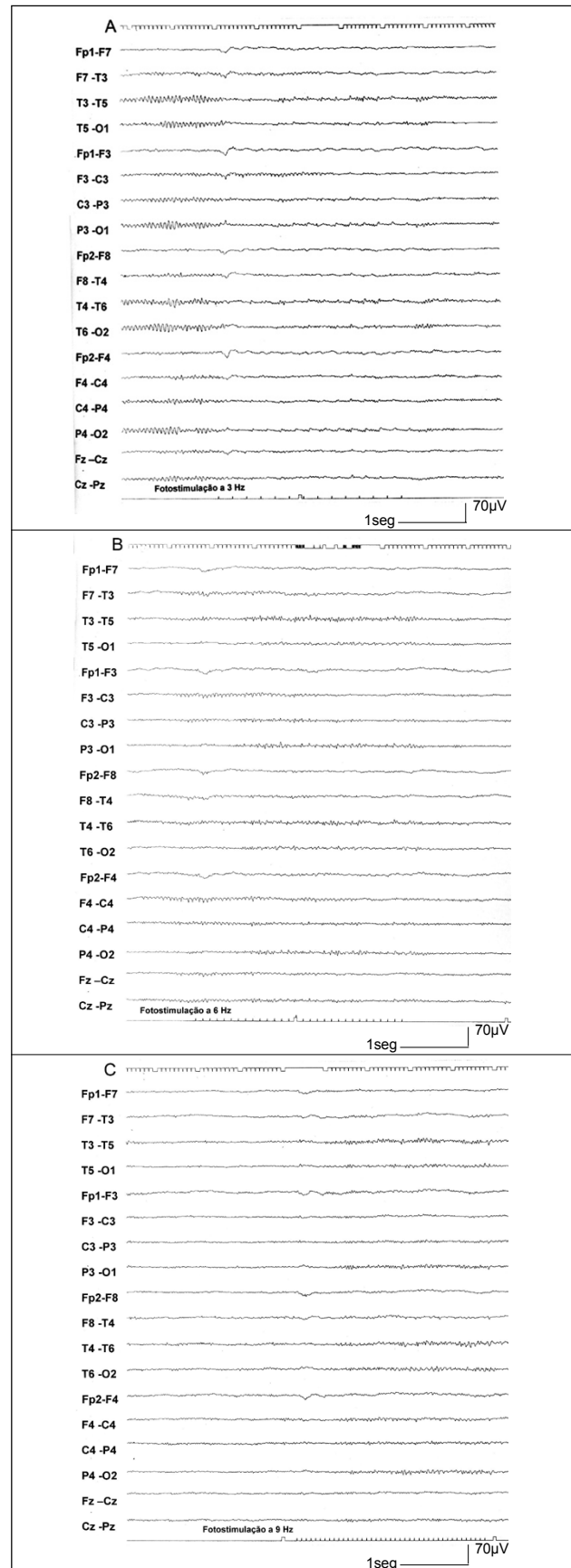


Figura 1. Arrastamento fótico em resposta à fotostimulação intermitente nas seguintes frequências: A. 3 lampejos/segundo; B. 6 lampejos/segundo; C. 9 lampejos por segundo.

Em harmônicos

Trata-se de uma atividade regular em frequência sub ou supra harmônica à dos lampejos, cujo término é determinado pela interrupção da estimulação. Frequentemente se interpõe a alguns que seguem a frequência dos lampejos. É normal, sem significância clínica se simétrica. Em cerca de 5% dos pacientes pode ser encontrada uma resposta de arrastamento assimétrica anormal (>50% de diferença em amplitude).⁶

Respostas anormais de arrastamento fótico

A resposta do arrastamento fótico assimétrica é incomum, mesmo em indivíduos normais, porém deve ser cuidadosamente analisada no contexto do EEG. Respostas persistentemente assimétricas são consideradas anormais.³

Lesões corticais destrutivas podem causar depressão unilateral na amplitude do arrastamento; enquanto lesões corticais irritativas, tais como as de natureza epilética, podem produzir aumento ipsilateral desta resposta.^{3,11}

Arrastamento exacerbado a baixas frequências (0,5 a 3 Hz) geralmente está associado à disfunção neuronal aguda ou subaguda, podendo ser observado em doenças mitocondriais como MELAS e lipofuscinose ceróide.^{3,11}

A resposta H (“Headache”)

Anormalidades inespecíficas no EEG dos pacientes com migrânea já tinham sido observadas desde 1945, por diversos autores, tais como ritmos lentos anormais, na faixa teta e, menos frequentemente, delta, de natureza paroxística. Por este motivo foi sugerido que a “disritmia cerebral” faria parte da etiologia da enxaqueca. Porém, Golla e Winter,⁴ e depois, Smyth e Winter¹⁰ descreveram a “resposta H” como um achado eletrencefalográfico muito característico da migrânea.⁹

A resposta H é um arrastamento fótico de grande amplitude, em frequências de lampejos acima de 18 por segundo, podendo ter frequência idêntica ou harmônica aos mesmos.⁴ Este padrão de resposta é associado ao diagnóstico de migrânea de maneira estatisticamente significativa, sendo observado tanto no período intercristico quanto durante as crises. Porém, não é um achado específico desta patologia, podendo também ser observado em pacientes com traumatismo de crânio, com hemorragia subaracnóidea, hipertensos, e naqueles com distúrbios metabólicos (hipoglicemia, tireotoxicose, acromegalia).¹⁰

RESPOSTA FOTOMIOCLÔNICA OU FOTOMIOGÊNICA

É uma resposta caracterizada pelo aparecimento de potenciais eletromiográficos breves e repetitivos sobre as regiões anteriores do cérebro durante a FEI. Estes geralmente aumentam em amplitude, de forma gradual, à medida que o estímulo luminoso continua, e cessam no momento em que o estímulo é retirado. A resposta também é bloqueada com a abertura ocular (Fig. 2).⁶



Figura 2. Resposta fotomioclônica. Observa-se resposta fotomioclônica durante a fotostimulação intermitente com frequência de 9 lampejos/segundo.

Quanto à sua manifestação clínica, também simultânea a FEI, são vistos abalos musculares na região anterior da cabeça, sobretudo com envolvimento da musculatura palpebral e, algumas vezes, movimentos dos globos oculares associados e, menos frequentemente, movimentos mioclônicos dos membros superiores. A resposta pode ser exacerbada por tensão muscular.^{3,11}

As frequências mais efetivas no desencadeamento da resposta fotomioclônica (RFM) estão entre 12 e 18 Hz segundo Takahashi (2005),¹¹ e entre 8 e 20 Hz, segundo Kasteleijn-Nolst Trenité et al. (2001),⁶ ocorrendo mais frequentemente em adultos, sobretudo nos idosos, e raramente em crianças.⁶

A RFM ocorre em 0,3% de indivíduos normais, 3% de pacientes epiléticos, 13% de pacientes com lesão de tronco encefálico e 17% de indivíduos com distúrbios psiquiátricos.¹⁰ Estudos familiares sugerem que a RFP, acompanhada ou não de mioclonias e a RFM, representam diferentes respostas, dependentes da idade, de fotossensibilidade geneticamente determinada.¹

A RFM é considerada um achado inespecífico, variante da normalidade, por isso alguns autores preferem utilizar o termo resposta fotomiogênica ou foto-oculoclônica.⁶ Ela pode também ser encontrada em casos de abstinência alcoólica ou após retirada abrupta de barbitúricos e algumas classes de sedativos.¹¹

RESPOSTA FOTOPAROXÍSTICA

A resposta fotoparoxística (RFP) corresponde à ocorrência de atividade paroxística com morfologia de espícula, espícula-onda e/ou poliespícula-onda, em resposta à FEI.⁵

Esta deve ser diferenciada da atividade epileptiforme generalizada ocorrendo de forma espontânea ou na hiperventilação, isto porque estudos clínicos e experimentais demonstraram que estes padrões têm diferentes bases fisiológicas e genéticas. Estudos experimentais demonstraram ainda a relação da RFP a um distúrbio no metabolismo da dopamina.¹

A literatura é extensa acerca deste assunto, porém ainda restam muitos aspectos mal esclarecidos e até certo ponto contraditórios, em parte porque não havia muita padronização quanto à técnica do exame nos estudos científicos antes da proposta da ILAE⁵ e em parte pela grande variabilidade de resposta dependendo da intensidade luminosa, frequência da estimulação, idade do examinando e qualidade técnica do aparelho utilizado.

Há ampla evidência em estudos familiares sobre a transmissão genética da RFP.^{1,12} Sua incidência em indivíduos saudáveis está diretamente relacionada à idade, chegando a 14% dos 7 aos 14 anos.¹ Após a puberdade este índice cai abaixo de 1%. Na faixa etária de pico, as meninas são nitidamente mais acometidas que os meninos (14% × 6%).¹

Waltz et al.¹² classificaram a RFP em quatro tipos de acordo com o fenótipo: (1) espículas restritas à região occipital; (2) espículas parieto-occipitais seguidas por onda lenta de morfologia bifásica; (3) espículas parieto-occipitais seguidas por onda lenta bifásica, com difusão para as regiões frontais; (4) espículas ou complexos de espícula-onda generalizados, com maior amplitude nas regiões anteriores. Nesse estudo apenas a resposta tipo 4 foi mais prevalente nos indivíduos com epilepsia e em seus respectivos parentes em comparação aos indivíduos sem epilepsia. Os quatro tipos de RFP são geneticamente homogêneos, apesar de significância clínica variada, e podem significar variações fenotípicas da expressão de um mesmo traço genético (Figuras 3 e 4).

O significado clínico desses padrões também é variável: 80% dos pacientes com RFP tipo 4 apresentam crises epilépticas concordantes com as descargas ativadas enquanto que, incluindo os outros tipos de RFP, este percentual cai para 2%.¹

Uma segunda forma de classificar esse fenômeno é quanto à duração do paroxismo em relação à do estímulo: (a) as descargas cessam prontamente quando a fotoestimulação é interrompida; (b) as descargas cessam antes do fim da estimulação; (c) as descargas tornam-se auto-sustentáveis e ultrapassam a duração do estímulo gerador.¹ Esta última forma tem forte associação com epilepsia e crises induzidas pelo estímulo visual.⁶

PONTAS GIGANTES OCCIPITAIS

As pontas gigantes occipitais ocorrem isoladas ou associadas clinicamente a mioclonias, sendo registradas prin-

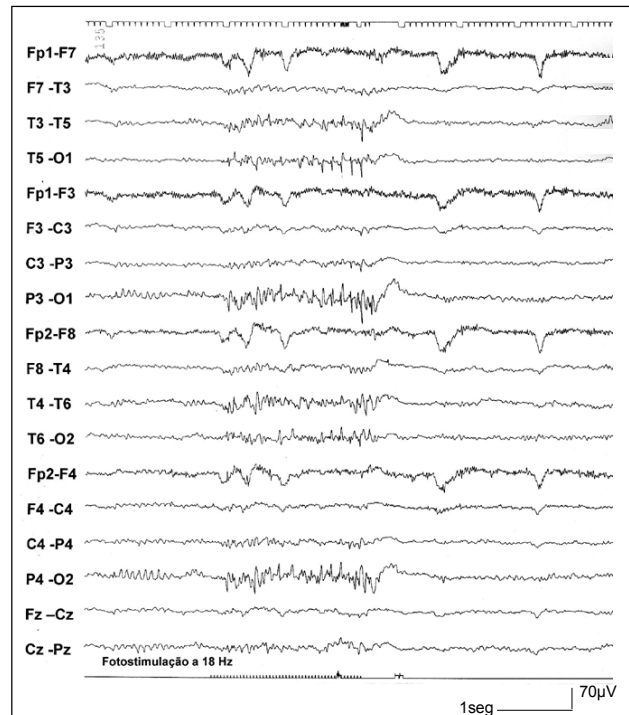


Figura 3. Resposta fotoparoxística tipo I. Observa-se ocorrência de espículas restritas à região occipital em resposta à fotostimulação intermitente com frequência de 18 lampejos/segundo.

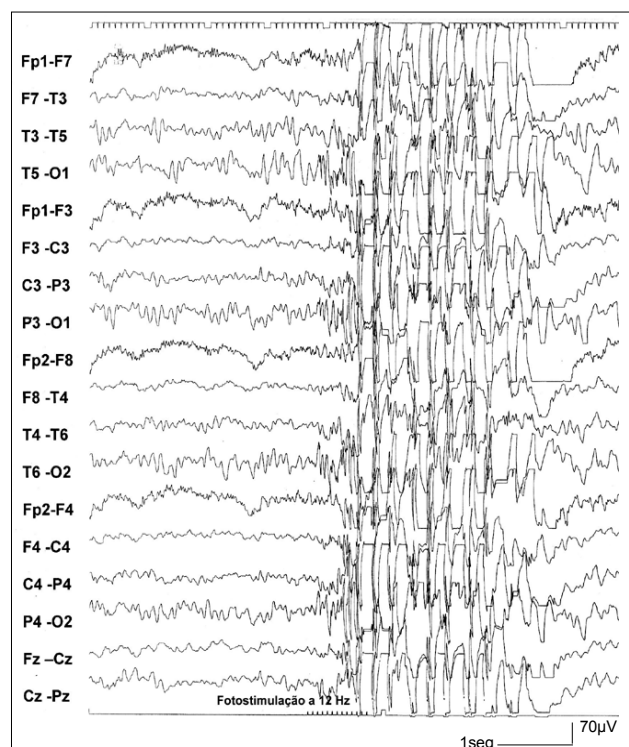


Figura 4. Resposta fotoparoxística tipo IV. Ocorrência de complexos de espícula-onda de projeção generalizada em resposta à fotostimulação intermitente com frequência de 12 lampejos/segundo. Observa-se a manutenção da resposta apesar da interrupção do estímulo.

principalmente nos pacientes com epilepsias mioclônicas progressivas, como lipofuscinose ceróide e doença de Lafora. Correspondem a um potencial evocado visual exagerado, restrito à região occipital.^{6,8} Geralmente acontecem em resposta a uma baixa frequência de lampejos, de 0,5/segundo a 3/segundo, como observado por Pampiglione et al. em 1973.⁷ Este autor constatou que, conforme a frequência dos lampejos era aumentada, a partir de 4/segundo, havia uma diminuição da amplitude das “descargas” evocadas, e as mesmas tendiam a recorrer a uma frequência menor que a dos lampejos (Figs. 5 e 6).⁷

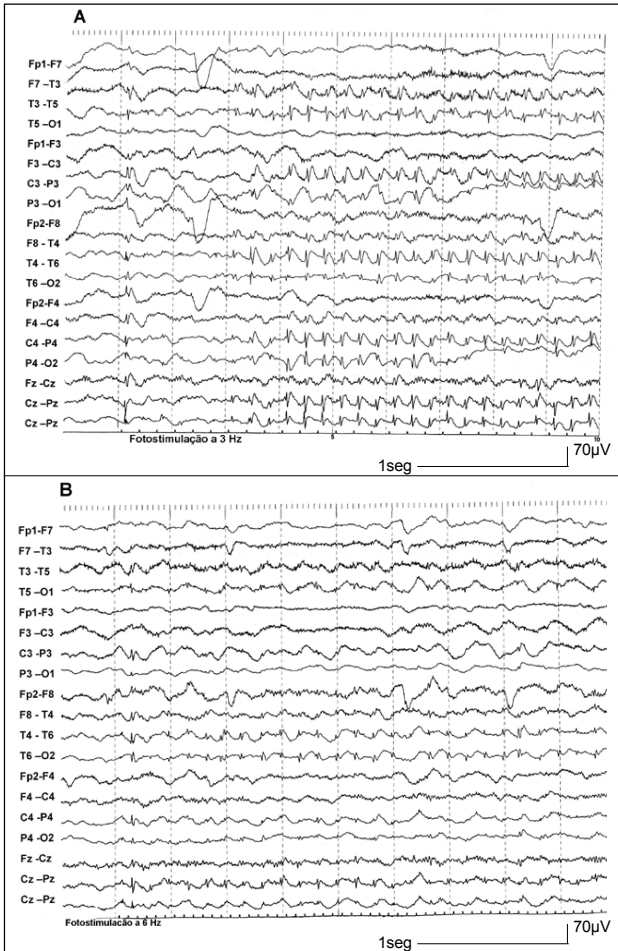


Figura 5. Pontas gigantes occipitais em paciente com lipofuscinose ceróide. **A.** Ocorrência de potenciais evocados gigantes com maior amplitude nas regiões occipitais, em resposta ao estímulo fótico de três lampejos/segundo, com frequência idêntica à estimulação. **B.** Esses potenciais apresentam redução em amplitude e menor correlação com os lampejos conforme a frequência dos últimos é aumentada.

REFERÊNCIAS

1. Doose H. EEG in childhood epilepsy. Montrouge, France: John Libbey Eurotext; 2003. p. 54-71.
2. Fiore LA. Fotossensibilidade e epilepsia: revisão da literatura [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 1996.
3. Fisch BJ, So EL. Activation methods. In: Ebersole JS, Pedley TA, editors. Current Practice of Clinical Electroencephalography. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Press; 2003. p.246-70.

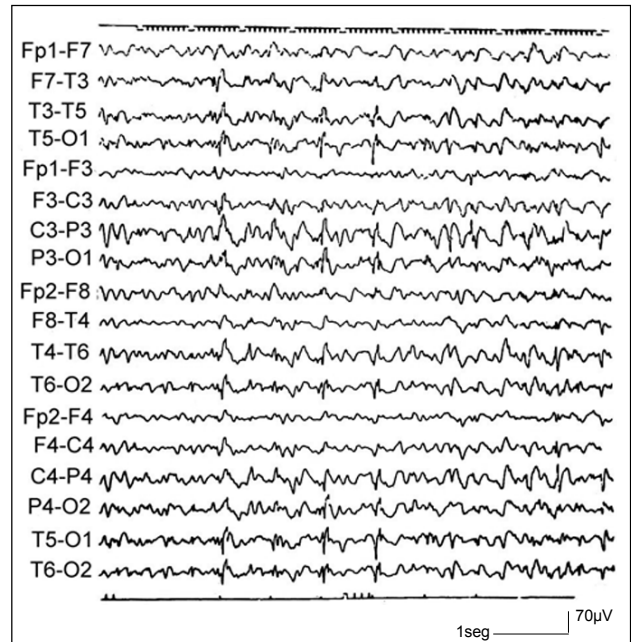


Figura 6. Pontas gigantes occipitais em paciente com doença de Lafora. Ocorrência de potenciais evocados gigantes com maior amplitude nas regiões occipitais, em resposta ao estímulo fótico de 1 lampejo/segundo, com frequência idêntica à estimulação.

4. Golla FL, Winter AL. Analysis of cerebral responses to flicker in patients complaining of episodic headache. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1959; 11: 539-549.
5. Kasteleijn-Nolst Trenité DGA, Binnie CD, Harding GFA, Wilkins A. Photic stimulation: standardization of screening methods. *Epilepsia* 1999; 40(Suppl. 4):75-79.
6. Kasteleijn-Nolst Trenité DGA, Guerrini R, Binnie CD, Genton P. Visual sensitivity and epilepsy: a proposed terminology and classification for clinical and EEG phenomenology. *Epilepsia* 2001; 42(5):692-701.
7. Pampiglione G, Harden A. Neurophysiological identification of late infantile form of ‘neuronal lipidosis’. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1973; 36:68-74.
8. Silva LCB. A fotoestimulação intermitente e a estimulação pelo padrão de listras verticais pretas e brancas no eletroencefalograma de escolares normais (6 aos 18 anos), em Teófilo Otoni, Brasil, nos Anos de 2001 e 2002 [dissertação de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2003.
9. Slatter KH. Some clinical and EEG findings in patients with migraine. *Brain* 1968; 91:85-98.
10. Smyth VO, Winter AL. The EEG in migraine. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1964; 16:194-202.
11. Takahashi T. Activation methods. In: Niedermeyer E, Da Silva FL, editors. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p. 281-303.
12. Waltz S, Christen H-J, Doose H. The different patterns of the photoparoxysmal response – a genetic study. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1992; 83:138-45.
13. Zifkin BG, Kasteleijn-Nolst Trenité DG. Reflex epilepsy and reflex seizures of the visual system: a clinical review. *Epileptic Disord* 2000; 2(3):129-36.

Endereço para correspondência:
 Fernanda dos Santos Britto
 Hospital São Paulo
 Rua Napoleão de Barros, 737, 13º andar – Vila Clementino
 CEP 04024-002, São Paulo-SP, Brasil
 E-mail: fbritto_23@hotmail.com