

AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE AO CONTRASTE EM PACIENTES COM MIGRÂNEA¹

Liana Chaves Mendes
Melyssa Kellyane Cavalcanti Galdino
Jákina Guimarães Vieira
Maria Lúcia de Bustamante Simas
Natanael Antonio dos Santos

Resumo: O objetivo foi medir a Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC) de pacientes com migrânea e de voluntários saudáveis sem a patologia. Participaram dos testes 12 voluntários do sexo feminino, seis com migrânea e seis sem migrânea na faixa etária de 20 a 37 anos. As medidas de FSC foram realizadas utilizando estímulos visuais estáticos de grades senoidais angulares com frequências espaciais de 2, 3, 4, 24 e 64 ciclos/360°. Foi utilizado o método psicofísico da escolha forçada entre duas alternativas temporais, condições de luminância fotópica (luminância média da tela de 41 cd/m²) e visão binocular com pupila natural. Os resultados demonstram que a percepção visual de contraste dos voluntários com migrânea foi menor nas frequências de 2, 3, 4 e 64 ciclos/360°. Esses achados preliminares sugerem alterações na FSC relacionadas a essa patologia.

Palavras-chave: Percepção visual. Sensibilidade ao contraste. Grade senoidal angular. Enxaqueca.

1 Suporte Financeiro: Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley-Universidade Federal da Paraíba – UFPB (Protocolo N° 076/10). Registro da pesquisa no SISNEP: 322719.

A migrânea é uma desordem neurológica comum, caracterizada por cefaleia moderada a severa, unilateral ou bilateral, latejante, com duração média de 4 a 72 horas, comumente acompanhada de fotofobia, fonofobia e náuseas (Wolthausen, Sternberg, Gerloff, & May, 2008). Há uma estreita conexão entre esta patologia e o sistema visual, pois algumas estimulações visuais desencadeiam a migrânea, e alterações neuro-oftálmicas são frequentes durante e entre os episódios (Friedman, 2008; Shepherd, 2000). Estas alterações podem ser causadas por disfunções no processamento subcortical (Drummond & Anderson, 1992; McKendrick, Vingrys, Badcock, & Heywood, 2000) e cortical (Friedman, 2004; McKendrick & Badcock, 2003; Wolthausen et al., 2008).

Os pacientes com migrânea têm demonstrado prejuízos nas técnicas de adaptação e mascaramento (McColl & Wilkinson, 2000; Shepherd, 2000) e alterações no processamento visual de movimento (Graziera, Silva, Snyder, David, & Hadjikhani, 2006; McKendrick & Badcock, 2004), no campo visual (McKendrick & Badcock, 2003; McKendrick & Sampson, 2009), na discriminação de orientação visual (Tibber, Guedes, & Shepherd, 2006) e na sensibilidade ao contraste (McKendrick & Sampson, 2009; Shepherd, 2000).

A Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC) é uma técnica utilizada para o estudo da percepção visual e representa o menor valor de contraste que o sistema visual precisa para detectar cada frequência do espectro visível (Cornsweet, 1970). Frequência espacial é o número de ciclos por grau de ângulo visual ou o número de ciclos por unidade de espaço. Por exemplo, uma frequência de 4 ciclos por grau de ângulo visual (cpg) tem quatro listras claras e quatro escuras em um determinado espaço (Schwartz, 2004).

A FSC também é uma ferramenta útil para avaliar o desenvolvimento do sistema visual (Adams & Courage, 2002; Benedek, Benedek, Kéri, & Janáky, 2003; Santos & França, 2008) e o prejuízo visual provocado por diversas doenças, como glaucoma (Silva & Rodrigues, 2002), catarata (Elliott & Situ, 1998; Maraini et al., 1994), síndrome de Down (Courage, Adams, & Hall, 1997) e esquizofrenia (Kéri, Antal, Szekeres, Benedek, & Janka, 2000; Slaghuis, 1998).

Segundo McKendrick e Sampson (2009), a avaliação da sensibilidade ao contraste pode ajudar na descoberta de quais processamentos visuais e mecanismos neurais são alterados nas pessoas com migrânea. Nesse sentido, pesquisas mencionam o comprometimento ou alterações nas vias visuais parvocelular (P) e magnocelular (M), que levam informação da retina para as áreas corticais. A via P é especializada no processamento de cores e frequências espaciais altas. Enquanto a via M, no processamento de movimento e frequências espaciais baixas (Hubel & Livingstone, 1990).

McKendrick e Badcock (2003), utilizando a técnica do pedestal constante e pulsátil, avaliaram as vias P e M de pessoas com migrânea, que também apresentavam perda no campo visual, e de pessoas sem patologia. Estes autores demonstraram o comprometimento da sensibilidade ao contraste dos participantes com migrânea, principalmente na via M. McKendrick e Sampson (2009) obtiveram resultados semelhantes com a mesma técnica, grupos de voluntários similares e com estímulos visuais de grade senoidal vertical de frequências espaciais de 0,25; 0,5; 1; 2 e 4 cpg.

Benedek, Tajti, Janáky, Vécsei e Benedek (2002) mensuraram a sensibilidade ao contraste com estímulos visuais de grade senoidal vertical de frequências espaciais de 0,5; 1,2; 1,9; 2,9; 3,6; 4,8; 5,7; 7,2 e 14,3 cpg com estímulos estáticos e dinâmicos, nas condições de luminância fotópica e escotópica e encontraram um decréscimo na sensibilidade de pacientes com migrânea, principalmente nas frequências mais baixas na condição escotópica.

Shepherd (2000) utilizou uma escala de contraste supralimiar e observou que os participantes com migrânea apresentaram em média valores mais baixos para perceber contraste, além de um prejuízo na detecção da frequência espacial de 4 cpg. Yenice et al. (2007) avaliaram a sensibilidade ao contraste através de cartelas nas frequências espaciais de 1,5; 3; 6; 12; 18 cpg e demonstraram que o grupo com migrânea obteve menor sensibilidade ao contraste em todas as frequências testadas.

Shibata, Yamane, Iwata e Ohkawa (2005) utilizaram níveis de contraste altos, médios e baixos, estímulos visuais com frequências espaciais de 0,5; 1 e 4 cpg em padrões de tabuleiro de xadrez através do potencial visual evocado. Esses pesquisadores verificaram comprometimento no processamento visual de pessoas com migrânea com e sem aura na frequência de 4 cpg.

Em resumo, os dados dessas pesquisas fundamentam que a migrânea altera a percepção de contraste de estímulos visuais nos mais variados métodos, há um maior comprometimento da via M e das frequências espaciais baixas. Até o momento não foram encontrados estudos que relacionem os efeitos da migrânea e a FSC com o uso do estímulo de grade senoidal angular.

Este estímulo é definido em termos da modulação da amplitude de contraste e de sua frequência espacial. A grade senoidal angular é um padrão cuja luminância varia na direção angular, de acordo com o seno ou o cosseno, em um sistema de coordenadas polares. Esta é um estímulo adimensional, inteiro e sua frequência independe da distância, pois a frequência é definida em função do número de ciclos inteiros por 360°. Maiores informações sobre estímulos de grades angulares, propostos ori-

ginalmente por Simas (1985), podem ser encontradas na literatura (Santos & Simas, 2001; Simas & Santos, 2002).

Neste sentido, o presente estudo se propõe a comparar a função de sensibilidade ao contraste de mulheres diagnosticadas com migrânea e mulheres sem migrânea, utilizando estímulos de grade senoidal angular em condições de luminância fotópica.

Método

Participantes

Fizeram parte do estudo 12 adultos do sexo feminino, na faixa etária de 20 a 37 anos. Seis voluntárias com migrânea, média de idade de $29 \pm 5,4$ (duas com aura visual e quatro sem o referido sintoma) e seis isentas da patologia, média de idade de $27,8 \pm 4$. Todas apresentavam acuidade visual normal ou corrigida, confirmada através da cartela de optotipos "E" de Rasquin. Foram excluídas da amostra as participantes que apresentassem doenças oculares ou qualquer patologia que afetasse as funções visuais.

Uma investigação do histórico da patologia e de seus episódios foi realizada através de um questionário e mostrou que o tempo médio que as participantes apresentavam migrânea era de 17 anos. Todas apresentavam fatores acompanhantes e desencadeadores comuns, como náuseas, fotofobia, fonofobia, estresse, privação de sono e exposição à tela do computador. Cinco voluntárias com migrânea possuíam histórico familiar de cefaleia. Houve predominância de dores bilaterais nas regiões frontal, temporal e occipital com irradiações para a região posterior do pescoço. Para todas as participantes com a patologia a busca pela analgesia se dava através de repouso e do uso de medicamentos, como paracetamol e dipirona sódica.

Durante o período de 15 dias, as participantes registraram seus episódios de migrânea no Diário da Dor, um instrumento de avaliação das crises disponibilizado na página virtual da Sociedade Brasileira de Cefaleia (2009). A caracterização desses episódios demonstra que houve uma média de quatro crises neste período. A qualificação da dor demonstrou um predomínio para intensidade moderada a forte, constante ou latejante, com duração de mais de duas horas.

As medidas de sensibilidade ao contraste aconteceram entre as crises e com um intervalo de no mínimo 48 horas. Portanto, as voluntárias foram submetidas aos testes visuais sem o uso de medicação.

A participação na pesquisa ocorreu mediante a assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido, conforme a resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O trabalho foi registrado no

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde desta universidade.

Equipamentos e Estímulos Visuais

Os equipamentos incluíam um monitor de vídeo (LG) CRT (*Cathodic Ray Tube*) de 19 polegadas, com entrada VGA e DVI, conectado a um processador de vídeo digital, o BITS ++ (*Cambridge Research Systems*). O BITS ++ foi utilizado para aumentar a proporção de alcance dinâmico do monitor, ou seja, os 24 bits por pixel existentes no monitor comum, que equivalem a 256 níveis em escalas de cinza, foram ampliados para 42 bits por pixel, que equivalem a 16384 níveis em escalas de cinza. Este equipamento possibilitou rodar experimentos com alta resolução de contraste em um computador comum. Também foram utilizados: um *mouse* para os participantes responderem aos estímulos visuais apresentados e um fotômetro ColorCAL (*Cambridge Research Systems*) para medir a luminância média da tela do monitor, que foi 41 cd/m^2 , e realizar a correção gamma.

Os estímulos visuais utilizados nos experimentos foram: um estímulo neutro com luminância homogênea, estímulos de grade senoidal angular de frequências espaciais de 2, 3, 4, 24 e 64 ciclos/360° (Figura 1). Estes eram estáticos, gerados em tons de cinza, circularmente simétricos, com diâmetro de aproximadamente 7 graus de ângulo visual a 150 cm (distância-padrão utilizada entre o monitor e o voluntário).

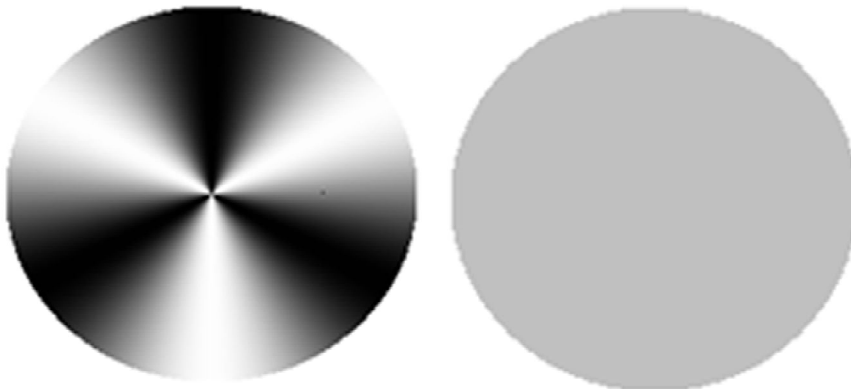


Figura 1. Exemplo de estímulo de grade senoidal angular de frequência espacial de 3 ciclos/360° e estímulo neutro, respectivamente. Estímulos originalmente calibrados para serem vistos a 150 cm de distância.

Procedimento

Foi utilizado o método psicofísico da escolha forçada (Wetherill & Levitt, 1965) entre duas alternativas temporais, no qual a voluntária, com visão binocular, tinha que escolher, entre dois estímulos: um estímulo teste e um estímulo neutro, aquele que continha a frequência de grade senoidal ou angular. Foram realizadas duas sessões experimentais em dias diferentes, para cada frequência. Durante as sessões experimentais, as participantes foram submetidas à discriminação sucessiva simples de pares de estímulos exibidos na tela do monitor. A ordem de apresentação dos estímulos foi aleatória. Cada estímulo foi apresentado por dois segundos, com intervalo de um segundo entre um e outro.

Antes do início dos experimentos, foi realizada uma sessão treino para certificar que as participantes entenderam e respondiam conforme as instruções. As voluntárias eram orientadas a pressionar o botão esquerdo (ou número 1) do *mouse* quando julgassem que o estímulo de teste foi apresentado primeiro, e o botão direito do *mouse* (ou número 2) quando julgassem que o estímulo de teste foi apresentado em segundo lugar.

Cada sessão foi iniciada com o contraste do estímulo teste em nível supralimiar. O critério adotado foi: três acertos consecutivos para diminuir uma unidade de contraste e um erro para aumentar o contraste em uma unidade (20%). O número de apresentações necessárias para a determinação do limiar de contraste variou de acordo com os acertos da observadora até proporcionarem um total de dez reversões (cinco valores máximos e cinco valores mínimos de contraste), requeridas para o final automático da sessão.

Resultados

Os valores de contraste obtidos para cada frequência espacial de grade senoidal angular foram agrupados em planilhas em função de cada grupo (participantes com migrânea e participantes sem migrânea). A grande média foi utilizada como estimativa da sensibilidade ao contraste.

A Figura 2 mostra as curvas de sensibilidade ao contraste em função da frequência de grade senoidal angular, as linhas verticais correspondem ao erro padrão da média para cada frequência. As curvas de sensibilidade ao contraste das voluntárias com migrânea e sem migrânea apresentam perfis semelhantes e a sensibilidade máxima dos dois grupos ocorreu na frequência de 24 ciclos/360°. O grupo sem migrânea foi da ordem de 1,2; 1,13; 1,16 e 1 vezes mais sensível do que o grupo com migrânea nas frequências angulares de 2, 3, 4 e 64 ciclos/360°, respectivamente.

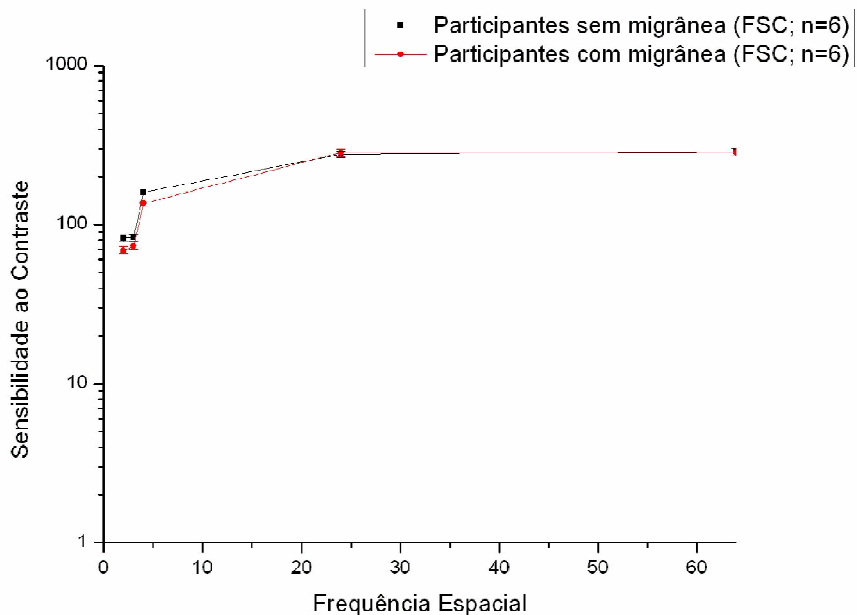


Figura 2. Curvas de sensibilidade ao contraste para estímulos de grade senoidal angular de frequências espaciais de 2, 3, 4, 24 e 64 ciclos/360° de voluntárias com migrânea e sem migrânea. As linhas verticais mostram o erro padrão da média para cada frequência.

A análise de variância para medidas repetidas (ANOVA) para os resultados com os estímulos visuais de grades senoidais angulares mostrou efeito principal de sujeitos ($F_{11,228} = 6,661; p < 0,001$), efeito principal de frequências ($F_{4,912} = 1152,859; p < 0,001$) e efeito de interação sujeitos *versus* frequências ($F_{44,912} = 10,600; p < 0,001$).

As análises com teste *Post Hoc Newman Keuls* mostraram diferenças significantes entre o grupo com migrânea e o grupo sem migrânea nas frequências espaciais de 2, 4, 24 e 64 ciclos/360° ($p < 0,0001$).

Discussão

A proposta inicial desta pesquisa foi investigar os efeitos da migrânea na percepção visual de contraste de adultos do sexo feminino, utilizando a FSC para grades senoidais angulares medida com o método psicofísico da escolha forçada. A hipótese era avaliar se a migrânea altera o processamento visual de grades senoidais angulares em condições de luminância fotópica.

Os resultados mostraram que a sensibilidade máxima de contraste em nível fotópico de luminância ocorreu na frequência de 24 ciclos/360°

nos dois grupos (com migrânea e sem migrânea). Esses resultados já eram esperados porque em níveis de luminância fotópica a faixa de máxima sensibilidade ocorre por volta de 24 ciclos/360° para estímulos angulares (Simas, 1985; Simas & Santos, 2002). Além disso, de acordo com a Figura 2, as curvas de sensibilidade ao contraste de ambos os grupos mostram um perfil semelhante ao padrão geral característico encontrado na literatura para adultos nesta faixa etária (Simas, Nogueira, & Santos, 2005; Simas & Santos, 2002). Ou seja, apresentam um pico nas frequências médias, com redução da sensibilidade para valores abaixo ou acima dessa faixa.

A análise estatística demonstrou que as participantes sem migrânea perceberam melhor as frequências espaciais de 2, 4 e 64 ciclos/360° quando comparadas às participantes com a patologia. Já o grupo com migrânea foi mais sensível do que o grupo sem migrânea na frequência de 24 ciclos/360°. Tais resultados corroboram a hipótese que a migrânea altera o processamento visual de grades senoidais angulares com níveis de contraste fotópico. Este resultado com grade senoidal angular reforça alguns estudos encontrados na literatura, que mostraram perdas na percepção visual de contraste para padrões de grade senoidal vertical (Benedek et al., 2002; McKendrick & Badcock, 2003; McKendrick & Sampson, 2009; Yenice et al., 2007), mesmo alguns destes estudos relataram prejuízos apenas, por exemplo, na frequência espacial 4 cpq (Shepherd, 2000; Shibata et al., 2005).

Por outro lado, os resultados do presente estudo foram diferentes do estudo de Benedek et al. (2002). Os pesquisadores não encontraram prejuízo na percepção de grade senoidal vertical escotópica de pacientes com migrânea. Eles encontraram diferenças apenas para grade senoidal vertical escotópica com frequências baixas. Entretanto, estes estudos não podem ser comparados diretamente, visto que apresentam condições metodológicas e experimentais diferentes. Por exemplo, os estudos realizados até então foram com grade senoidal vertical, exceto o presente estudo, que foi realizado com grade senoidal angular.

Entretanto, a diminuição da sensibilidade nas frequências mais baixas (2, 3 e 4 ciclos/360°) pode ser um indício de comprometimento da via M nos pacientes com migrânea, confirmando alguns estudos (McKendrick & Sampson, 2009; McKendrick, Vingrys, Badcock, & Heywood, 2001; Shepherd, 2000). As frequências baixas correspondem ao formato geral do objeto (Santos & Simas, 2001). Por outro lado, o comprometimento da frequência espacial mais alta testada (64 ciclos/360°) pode relacionar-se a alterações na via P. Não se pode afirmar ainda que a migrânea interaja de forma diferente com níveis de luminância diferentes ou com as vias P e M; novas pesquisas precisam ser realizadas para investigar melhor esta questão.

Os resultados do presente trabalho, utilizando os estímulos de grade senoidal angular, são inéditos na literatura. O sistema visual é, pelo

menos, duas vezes mais sensível para esses estímulos do que para os estímulos do tipo grades senoidais verticais ou lineares, nas respectivas faixas de sensibilidade máxima (Simas & Santos, 2002; Simas, Santos, & Thiers, 1997). Inclusive, estudos mostram que estímulos de grade senoidal vertical e de grade senoidal angular são processados em áreas visuais diferentes; isto é, enquanto a grade senoidal vertical é processada na área visual primária (V1), a grade senoidal angular é processada em áreas visuais extra-estriadas, V4 e no córtex visual temporal inferior – TI (De Valois & De Valois, 1990; Gallant, Connor, Rakshit, Lewis, & van Essen, 1996; Merigan, 1996; Wilson & Wilkinson, 1998). Estes achados, também, são reforçados com técnica de imageamento funcional em humanos (Wilkinson et al., 2000).

Tibber et al. (2006) confirmaram o comprometimento das áreas visuais V4 e TI em voluntários com migrânea, e McKendrick, Badcock, e Gurgone (2006), especificamente em V4. Foram encontradas ainda alterações no processamento das áreas visuais corticais primárias e secundárias (Puca, de Tommaso, Savarese, Genco, & Prudenzano, 1992; Schoenen, 1996), no córtex auditivo (Schoenen, 1996) e no córtex frontal (Kropp & Gerber, 1993; Schoenen, 1992) relacionadas à migrânea.

No estudo em questão, a sensibilidade foi avaliada exclusivamente, em participantes do sexo feminino, o que pode ser justificado pela maior prevalência de migrânea nesta população (Dahlem & Müller, 2003; World Health Organization [WHO], 2005). Estudos com técnicas psicofísicas geralmente utilizam poucos sujeitos e várias medições dos pontos. Este fato pode ser observado também em artigos clássicos (Blakemore & Campbell, 1969; Campbell & Robson, 1968).

Estudos desta natureza têm que considerar algumas variáveis da amostra que podem confundir ou interagir com a migrânea, como, por exemplo, o uso de medicamentos, a frequência e duração das crises, dentre outras (Shepherd, 2000). Diversas pesquisas aqui descritas não mencionavam o controle destas variáveis, porém elas podem influenciar diretamente nos resultados encontrados. Neste estudo, as voluntárias responderam um questionário estruturado, com perguntas sobre o histórico de migrânea, e o Diário da Dor, um instrumento de avaliação das crises. O tempo médio que as participantes apresentavam a patologia era 17 anos, com uma média de quatro crises durante 15 dias e intensidade de dor de moderada a forte. As sessões experimentais para medir a percepção visual ocorreram entre as crises, com um intervalo de no mínimo 48 horas, e a participação não aconteceu sob o efeito de medicação analgésica.

Apenas duas participantes apresentavam o sintoma de aura visual, mas as alterações nas funções visuais das pessoas com migrânea não parecem ser efeito da aura, já que estes prejuízos também foram relatados em participantes com migrânea que não apresentaram aura visual

(McKendrick & Badcock, 2003; McKendrick & Sampson, 2009). A aura visual consiste em um sintoma neurológico que precede, acompanha ou, raramente, sucede a migrânea, caracterizado por escotomas cintilantes, fopsias, hemianopsias uni ou bilaterais, *flashes* luminosos ou linhas coloridas (Queiroz et al., 1997).

Por fim, é um pouco cedo para fazer mais afirmações, novas pesquisas estão sendo conduzidas para estudar de forma mais abrangente e sistemática os efeitos da migrânea na sensibilidade ao contraste, levando em consideração outras variáveis, como estímulos visuais diferentes, e características da amostra, como sexo e uso de medicação.

Evaluation of contrast sensitivity among patients with migraine

Abstract: In this work migraine, the aim was to measure the Contrast Sensitivity Function (CSF) among patients with migraine and healthy volunteers without this pathology. The subjects of the tests were 12 female volunteers, aged 20-37 years – six of them with migraine, and six other ones without migraine. CSF measurements were performed using static visual stimuli of angular sine-wave gratings, with spatial frequencies of 2, 3, 4, 24 and 64 cycles/360°. Method used was the psychophysical one, with forced choice between two temporal alternatives, conditions of photopic luminance (screen average luminance of 41 cd/m²), and binocular vision with natural pupil. The results demonstrate that visual perception of contrast by the volunteers with migraine was lower in the frequencies of 2, 3, 4 and 64 cycles/360°. These preliminary findings suggest changes in the CSF related to this pathology.

Keywords: Visual perception. Contrast sensitivity. Sinusoidal angular grid. Migraine.

Évaluation de sensibilité au contraste chez des patients avec de migraine

Résumé: Dans ce travail, l'objectif était celui de mesurer la Fonction de Sensibilité au Contraste (FSC) chez des patients souffrant de migraine et des volontaires sains sans cette pathologie. Ont participé des tests 12 volontaires du sexe féminin, âgées de 20-37 ans, six avec de la migraine et six sans migraine. Les mesures de FSC ont été réalisées avec des stimuli visuels statiques des grilles d'ondes sinusoidales angulaires, avec des fréquences spatiales de 2, 3, 4, 24 et 64 cycles/360°. La méthode utilisée a été la psychophysique, avec choix forcé entre deux alternatives temporelles, les conditions de luminosité photopique (luminance moyenne par écran de 41 cd/m²) et la vision

binoculaire avec des pupilles naturelles. Les résultats démontrent que la perception visuelle de contraste par les volontaires souffrant de migraine a été plus faible dans les fréquences de 2, 3, 4 et 64 cycles/360°. Ces résultats préliminaires suggèrent des changements dans le FSC liés à cette pathologie.

Mots-clés: Perception visuelle. Sensibilité au contraste. Grille sinusoïdale angulaire. Migraine.

Evaluación de la sensibilidad al contraste en pacientes con jaqueca

Resumen: En este trabajo, el objetivo era medir la función de sensibilidad al contraste (CSF) en pacientes con y voluntarios sanos sin esta patología. Los sujetos de los ensayos fueron 12 mujeres voluntarias, con edades entre 20-37 años – seis de ellos con la migraña, y seis otros sin migraña. Mediciones LCR se realizaron mediante estímulos visuales estáticos de rejilla angular de onda sinusoidal, con frecuencias espaciales de 2, 3, 4, 24 y 64° cycles/360. El método utilizado fue el psicofísico con elección forzada entre dos alternativas temporales, las condiciones de luminosidad fotópica (luminancia de pantalla media de 41 cd / m²) y la visión binocular con pupila natural. Los resultados demuestran que la percepción visual de contraste por los voluntarios con migraña fue menor en las frecuencias de 2, 3, 4 y 64 cycles/360°. Estos hallazgos preliminares sugieren cambios en el LCR en relación a esta patología.

Palabras clave: Percepción visual. Sensibilidad de contraste. Rejilla angular sinusoidal. Jaqueca.

Referências

- Adams, R.J., & Courage, M.L. (2002). Using a single test to measure human contrast sensitivity from early childhood to maturity. *Vision Research*, *42*, 1205-1210.
- Benedek, G., Benedek, K., Kéri, S., & Janáky, M. (2003). The scotopic low-frequency spatial contrast sensitivity develops in children between the ages of 5 and 14 years. *Neuroscience*, *345*, 161-164.
- Benedek, K., Tajti, J., Janáky, M., Vécsei, L., & Benedek, G. (2002). Spatial contrast sensitivity of migraine patients without aura. *Cephalalgia*, *22*, 142-145.
- Blakemore, C., & Campbell, F.W. (1969). On the existence of neurones in the human visual system selectively sensitive to the orientation and size of retinal images. *Journal of Physiology*, *203*, 237-260.
- Campbell, E. W., & Maffei, L. (1974). Contrast and spatial frequency. *Scientific American*, *231*, 106-114.
- Campbell, E.W., & Robson, F.G. (1968). Application of the Fourier analysis to the visibility of gratings. *Journal of Physiology*, *197*, 551-566.
- Cornsweet, T.N. (1970). *Vision perception*. New York: Academy Press.
- Courage, M. L., Adams, R. J., & Hall, E. J. (1997). Contrast sensitivity in infants and children with Down syndrome. *Vision Research*, *37*(11), 1545-1555.
- Dahlem, M. A., & Müller, S. C. (2003). Migraine aura dynamics after reverse retinotopic mapping of weak excitation waves in the primary visual cortex. *Biological Cybernetics*, *88*, 419-429.
- De Valois, R.L., & De Valois, K.K. (1990). *Spatial vision* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.
- Drummond, P.D., & Anderson, M. (1992). Visual field loss after attacks of migraine with aura. *Cephalalgia*, *12*, 349-352.
- Elliott, D.B., & Situ, P. (1998). Visual acuity versus letter contrast sensitivity in early cataract. *Vision Research*, *38*, 2047-2052.
- Friedman, D. (2004). The eye and headache. *Ophthalmology Clinics of North America*, *17*(3), 357-369.
- Friedman, D. (2008). Headache and the eye. *Current Pain and Headache Reports*, *12*(4), 296-304.

- Gallant, J. L., Connor, C. E., Rakshit, S., Lewis, J. W., & van Essen, D. C. (1996). Neural responses to polar, hyperbolic, and cartesian gratings in area V4 of the macaque monkey. *Journal of Neurophysiology*, *76*, 2718-2739.
- Granziera, C., Silva, A. F. M., Snyder, J., David, S. T., & Hadjikhani, N. (2006). Anatomical alterations of the visual motion processing network in migraine with and without aura. *PLoS Medicine*, *3*(10), 1915-1921.
- Hubel, D. H., & Livingstone, M. S. (1990). Color and contrast sensitivity in the lateral geniculate body and primary visual cortex of the macaque monkey. *The Journal of Neuroscience*, *10*(7), 2223-2237.
- Kéri, S., Antal, A., Szekeres, G., Benedek, G., & Janka, Z. (2000). Visual information processing in patients with schizophrenia: Evidence for the impairment of central mechanisms. *Neuroscience Letters*, *293*, 69-71.
- Kropp, P., & Gerber, W. D. (1993). Is increased amplitude of contingent negative variation in migraine due to cortical hyperactivity or to reduced habituation? *Cephalalgia*, *13*, 37-41.
- Maraini, G., Rosmini, F., Graziosi, P., Tomba, M. C., Bonacini, M., Cotichini, R. et al. (1994). Influence of type and severity of pure forms of age-related cataract on visual acuity and contrast sensitivity. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *35*(1), 262-267.
- McColl, S. L., & Wilkinson, F. (2000). Visual contrast gain control in migraine: Measures of visual cortical excitability and inhibition. *Cephalalgia*, *20*, 74-84.
- McKendrick, A. M., & Badcock, D. R. (2003). Contrast-processing dysfunction in both magnocellular and parvocellular pathways in migraineurs with or without aura. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *44*, 442-448.
- McKendrick, A. M., & Badcock, D. R. (2004). Motion processing deficits in migraine. *Cephalalgia*, *24*, 363-372.
- McKendrick, A. M., Badcock, D. R., & Gurgone, M. (2006). Vernier acuity is normal in migraine, whereas global form and global motion perception are not? *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *47*(7), 3213-3219.
- McKendrick, A. M., & Sampson, G. P. (2009). Low spatial frequency contrast sensitivity deficits in migraine are not visual pathway selective. *Cephalalgia*, *29*, 539-549.
- McKendrick, A. M., Vingrys, A. J., Badcock, D. R., & Heywood, J. T. (2000). Visual field losses in subjects with migraine headaches. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *41*, 1239-1247.

- McKendrick, A. M., Vingrys, A. J., Badcock, D. R., & Heywood, J. T. (2001). Visual dysfunction between migraine events. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *42*(3), 626-633.
- Merigan, W. H. (1996). Basic visual capabilities and shape discrimination after lesions of extrastriate area V4 in macaques. *Visual Neuroscience*, *13*, 51-60.
- Puca, F. M., de Tommaso, M., Savarese, M. A., Genco, S., & Prudeniano, A. (1992). Topographic analysis of steady-state visual evoked potentials (SVEPs) in the medium frequency range in migraine with and without aura. *Cephalalgia*, *12*, 244-249.
- Queiroz, L. P., Rapoport, A. M., Weeks, R. E., Sheftell, F. D., Siegel, S. E., & Baskin, S. M. (1997). Characteristics of migraine visual aura. *Headache*, *37*(3), 137-141.
- Santos, N. A., & França, V. C. R. M. (2008). Sensibilidade ao contraste a grades senoidais de frequências espaciais baixas em crianças. *Estudos de Psicologia*, *25*, 177-184.
- Santos, N. A., & Simas, M. L. B. (2001). Função de sensibilidade ao contraste: indicador da percepção visual e da resolução espacial. *Psicologia: Reflexão & Crítica*, *14*(3), 589-597.
- Schoenen, J. (1992). Clinical neurophysiology studies in headache: A review of data and pathophysiological hints. *Functional Neurology*, *7*, 191-204.
- Schoenen, J. (1996). Abnormal cortical information processing between migraine attacks. In M. Sandler, M. Ferrari & S. Harnett (Eds.), *Migraine: Pharmacology and genetics* (pp. 233-246). London: Chapman & Hall.
- Schwartz, S. H. (2004). *Visual perception: A clinical orientation* (3th ed.). New York: McGraw Hill.
- Shepherd, A. J. (2000). Visual contrast processing in migraine. *Cephalalgia*, *20*, 865-880.
- Shibata, K., Yamane, K., Iwata, M., Ohkawa, S. (2005). Evaluating the effects of spatial frequency on migraines by using pattern-reversal visual evoked potentials. *Clinical Neurophysiology*, *116*, 2220-2227.
- Silva, A. C., & Rodrigues, M. de L. V. (2002). Importância do estudo da função da sensibilidade ao contraste no glaucoma. *Revista Medicina*, *35*, 497-504.
- Simas, M. L. B. (1985). *Linearity and domain invariance in the visual system*. Tese de doutorado, Queen's University at Kingston, Ontario, Canada.

- Simas, M. L. B., Nogueira, R. M. T. B. L., & Santos, N. A. (2005). Radial frequency stimuli and sine-wave gratings seem to be processed by distinct contrast brain mechanisms. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *38*, 419-430.
- Simas, M.L.B., & Santos, N.A. (2002). Narrow-band 1, 2, 3, 4, 8, 16 and 24 cycles/360 angular frequency filters. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *35*, 243-253.
- Simas, M. L. B., Santos, N. A., & Thiers, F. A. (1997). Contrast sensitivity to angular frequency stimuli is higher than that for sinewave gratings in respective middle range. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *30*, 633-636.
- Slaghuis, W. L. (1998). Contrast sensitivity for stationary and drifting spatial frequency gratings in positive and negative-symptom schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, *107*(1), 49-62.
- Sociedade Brasileira de Cefaléia. (2009, março). *Diário da cefaléia*. Recuperado em 20 de julho, 2009, de http://www.sbce.med.br/index.php?option=com_content&view=article&id=45:diario-da-cefaleia&catid=25:technology&Itemid=70
- Tibber, M. S., Guedes, A., & Shepherd, A. J. (2006). Orientation discrimination and contrast detection thresholds in migraine for cardinal and oblique angles. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *47*, 5599-5604.
- Wetherill, G. B., & Levitt, H. (1965). Sequential estimation of points on a psychometric function. *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, *48*, 1-10.
- Wilkinson, F., James, T. W., Wilson, H. R., Gati, J. S., Menon, R. S., & Goodale, M. A. (2000). An fMRI study of the selective activation of human extrastriate form vision areas by radial and concentric gratings. *Current Biology*, *10*, 1455-1458.
- Wilson, H. R., & Wilkinson, F. (1998). Detection of global structure in Glass patterns: Implication for form vision. *Vision Research*, *38*, 2933-2947.
- Wolthausen, J., Sternberg, S., Gerloff, C., & May, A. (2008). Are cortical spreading depression and headache in migraine causally linked? *Cephalalgia*, *29*, 244-249.
- World Health Organization. (2005, September). Health topics. how common are headaches? Recuperado em 29 de julho, 2009, de <http://www.who.int/features/qa/25/en/index.html>

Yenice, O., Onal, S., Incili, B., Temel, A., Afşar, N., & Tanridağ, T. (2007). Assessment of spatial-contrast function and short-wavelength sensitivity deficits in patients with migraine. *Eye*, 21(2), 218-223.

Liana Chaves Mendes, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento. Laboratório de Percepção Visual (LabVis). UFPE. Endereço para correspondência: Rua Juvenal Mario da Silva, 377, Apto. 501, Ed. Maria Luiza, Bairro Manaíra, CEP: 58038-510, João Pessoa-PB. Endereço eletrônico: liana_chaves@hotmail.com

Melyssa Kellyane Cavalcanti Galdino, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento. Laboratório de Percepção Visual (LabVis). Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Endereço para correspondência: Rua Vigolvinho Florentino da Costa, 581, Apto. 303, Ed. Lucídia Tavares, Bairro Manaíra. CEP: 58038-580, João Pessoa-PB. Endereço eletrônico: melyssa_cavalcanti@hotmail.com

Jákina Guimarães Vieira, Especialista em Morfologia (UFPE). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento. Laboratório de Percepção Visual (LabVis). UFPE. Endereço para correspondência: Rua Wilson Flávio Moreira Coutinho, 161, Apto. 202, Ed. Monte Sinai, Bairro Jardim Cidade Universitária, CEP: 58052-510, João Pessoa-PB. Endereço eletrônico: jakinag.vieira@gmail.com

Maria Lúcia de Bustamante Simas, Professora do Departamento de Psicologia da UFPE. Laboratório de Percepção Visual (LabVis). Doutora em Psicologia pela Universidade de Queen's em Kingston, Canadá. Endereço para correspondência: Rua Gomes de Matos Junior, 91, Apto. 502, Bairro Encruzilhada, CEP: 52050-420, Recife-PE. Endereço eletrônico: maria.simas@uol.com.br

Natanael Antonio dos Santos, Professor Associado do Departamento de Psicologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC). Doutor em Neurociências e Comportamento pela Universidade Federal de São Paulo (USP). Endereço para correspondência: Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Psicologia, Conjunto Castelo Branco, s/n, Bairro Cidade Universitária, CEP: 58059-900, João Pessoa-PB. Endereço eletrônico: natanael_labv@yahoo.com.br

Recebido em: 21/10/2010

Aceito em: 13/12/2010