

# Medida da função de sensibilidade ao contraste com redes senoidais e E de Snellen em diferentes padrões de perda visual

*Contrast sensitivity function measured with sine-wave gratings and tumbling E in different patterns of visual loss*

Marco Lico e Cividanes <sup>(1)</sup>  
Andre Jucá Machado <sup>(1)</sup>  
Antonio Augusto Velasco e Cruz <sup>(2)</sup>

## RESUMO

A função de sensibilidade ao contraste foi medida em pacientes portadores de catarata, neuropatia óptica e retinopatia diabética mínima, com redes senoidais e com o optotipo E e comparada com os resultados de um grupo controle normal. Nos pacientes com neuropatia óptica, a rede senoidal foi mais sensível para a determinação das perdas visuais em baixa frequência. Nos pacientes com catarata o uso do E amplificou as perdas em altas.

**Palavras-chave:** Sensibilidade ao contraste; Catarata; Neuropatia óptica; Retinopatia diabética; Rede senoidal; Snellen

## INTRODUÇÃO

Dentre as inúmeras variáveis físicas que influenciam a medida da acuidade visual (AV), uma das mais estudadas é o contraste, que exprime a diferença de luminância entre duas superfícies vizinhas iluminadas simultaneamente <sup>1</sup>.

A curva ou função de sensibilidade ao contraste (FSC) é a representação gráfica da menor quantidade de contraste requerida para a resolução de um determinado teste em função do tamanho angular desse alvo <sup>2</sup>. Ela tem sido muito usada como meio semiótico importante para revelar perdas visuais não detectáveis pela simples medida da acuidade visual <sup>1, 2, 4, 6, 7</sup>. Similarmente ao que ocorre na medida da AV, que pode ser feita com diversos optotipos, diferentes estímulos podem ser utilizados para medir a FSC. Na maior parte da literatura, a rede senoidal é o estímulo mais usado para a medida da curva <sup>1</sup>. As redes senoidais consistem em um padrão de barras cuja lumi-

nância varia senoidalmente em direção ortogonal à orientação das barras. O valor angular da rede é comumente especificado em termos de frequência espacial, ou seja, o número de ciclos senoidais por grau de ângulo visual (Ciclos/grau ou  $C/^\circ$ ) <sup>1, 2</sup>. Como a geração desse tipo de padrão não é simples, e as redes impressas em papel frequentemente mostram distorções <sup>3</sup>, a FSC tem sido medida na prática clínica com optotipos <sup>4</sup>.

O objetivo desse trabalho é comparar a medida da FSC, com redes senoidais e optotipos E de Snellen, em pacientes portadores de patologias geradoras de perdas visuais mais importantes em: a) baixas frequências (neuropatia óptica), b) altas frequências (catarata) e c) em todas as frequências (retinopatia diabética).

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

A população de estudo foi constituída por quatro grupos: a) grupo 1, (controle): formado por 10 sujeitos com

Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP.

<sup>(1)</sup> Pós-graduandos

<sup>(2)</sup> Professor Associado.

**Correspondência para correspondência:** Prof. Dr. Antonio Augusto Velasco e Cruz, Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia, Hospital das Clínicas-Campus, Av. Bandeirantes 3900, CEP 14048-900, Ribeirão Preto- SP,

AV igual ou maior que 1 em AO e que não apresentavam história de patologias progressivas que envolvessem o sistema visual. A faixa etária variou entre 45 e 65 anos (mediana = 55), b) grupo 2 (catarata): composto por 10 pacientes portadores de catarata precoce, diagnosticada biomicroscopicamente sob midríase. A acuidade visual variava entre 0,8 a 1,0 e a faixa etária entre 59 e 81 anos (mediana = 70 anos); c) grupo 3 (neuropatia óptica): constituído por 10 pacientes portadores de neuropatia óptica (esclerose múltipla) que apresentavam alterações no exame de potencial visual evocado. A acuidade visual ficou entre 0,9 e 1,0. A faixa etária variou entre 22 e 56 anos (mediana = 39 anos) e d) grupo 4 (retinopatia diabética): compreendia 10 pacientes portadores de diabetes melito e caracterizados por apresentarem mínimas alterações no fundo do olho (engurgitamento venoso e poucos microaneurismas). A acuidade visual foi de 0,9 a 1,0, e a faixa etária variou entre 25 e 63 anos (mediana = 44 anos).

Todos os pacientes passaram por um exame oftalmológico completo e não apresentavam nenhuma outra alteração orgânica ocular ou sistêmica além da patologia do grupo. Os sujeitos do grupo controle também foram examinados oftalmologicamente e não apresentaram nenhuma alteração além de erro de refração.

Todos os sujeitos foram plenamente informados sobre os objetivos e metodologia do trabalho e concordaram com a consecução do mesmo. Eles foram medidos com a melhor correção óptica, que não ultrapassou 3 dioptrias esféricas e/ou 1,5 dioptrias cilíndricas.

Todas as medidas psicofísicas, inclusive as de acuidade visual, foram feitas com o aparelho *B-Vat II-SG Video Acuity Tester* (Mentor, modelo 22 - 4850) a 4 metros de distância. A luminância média do monitor era mantida constante em 85 cd/m<sup>2</sup> e periodicamente aferida com o *Digital Photometer/Radiometer Tektronix J*

17, sonda *J 1803*. As determinações da FSC foram feitas com cinco frequências espaciais: 1,5; 3,0; 6,0; 12,0 e 20,0 C/º. Quando a FSC era medida com o E de Snellen, os valores angulares do optotipo correspondiam a essas mesmas frequências (20,0; 10,0; 5,0, 2,5 e 1,5 minutos de arco). O limiar era automaticamente calculado pelo método psicofísico do *staircase three-alternative forced-choice* (rastreamento tipo escada com três escolhas). Basicamente, o método é o seguinte: o processador gera uma rede de determinada frequência e contraste, com três opções de posição, ou seja, vertical, discretamente inclinada à direita ou à esquerda. Se o paciente informa a posição corretamente, o contraste é reduzido e nova rede é gerada. Se a informação é errada o contraste sobe. A partir de um determinado número de reversões (que no presente trabalho foi igual a 3) o teste termina e o limiar é calculado pelo aparelho por meio da média dos valores de contrastes correspondentes às reversões.

Para cada sujeito, as medidas de FSC foram monoculares e realizadas aleatoriamente, segundo o teste, em duas sessões. No grupo controle selecionou-se aleatoriamente um dos olhos. Nos outros grupos, selecionou-se o olho que apresentava a patologia e em caso de bilateralidade optou-se pelo olho de melhor acuidade visual.

## RESULTADOS

Com a finalidade de se minimizar as variâncias, os contrastes limiares médios foram comparados por meio de transformação logarítmica. Assim, para cada um dos testes foi aplicada uma análise de variância multifatorial (grupo versus frequência) com os valores dos contrastes transformados em log.

Em relação à medida da FSC com a rede, houve diferença significativa entre os grupos ( $F = 8,26$ ,  $p < 0,0001$ ) e entre as frequências ( $F = 25,41$ ,  $p < 0,0001$ ), porém não houve interação significativa

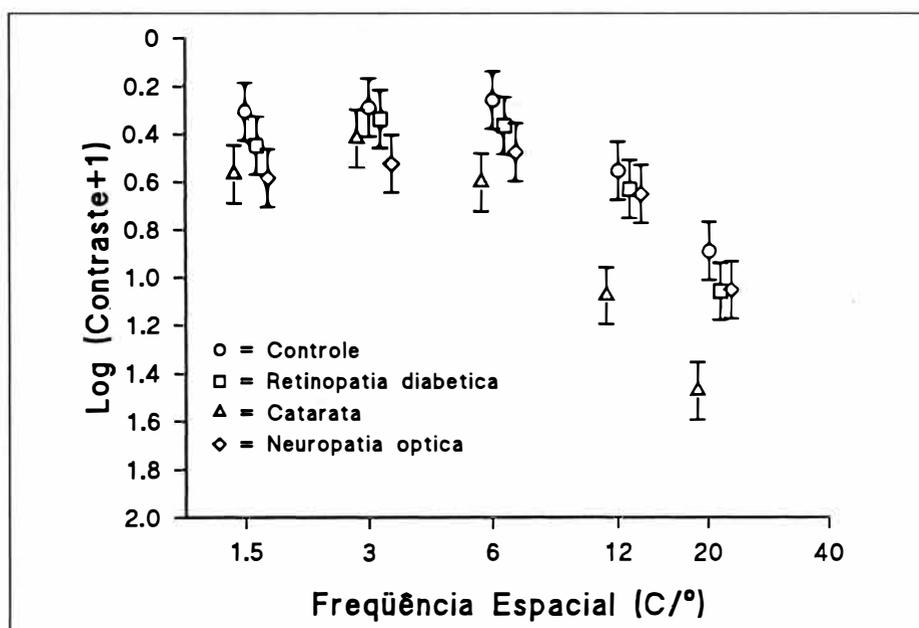


Fig. 1 - Função de sensibilidade ao contraste (log contraste + 1) medida com redes senoidais de 5 diferentes frequências espaciais (ciclos/grau ou C/º) em 4 grupos de sujeitos: normais, e pacientes com catarata, neuropatia óptica e retinopatia diabética. Notar a significativa perda visual em baixa frequência dos pacientes com neuropatia óptica, e a em alta frequência dos pacientes com catarata.

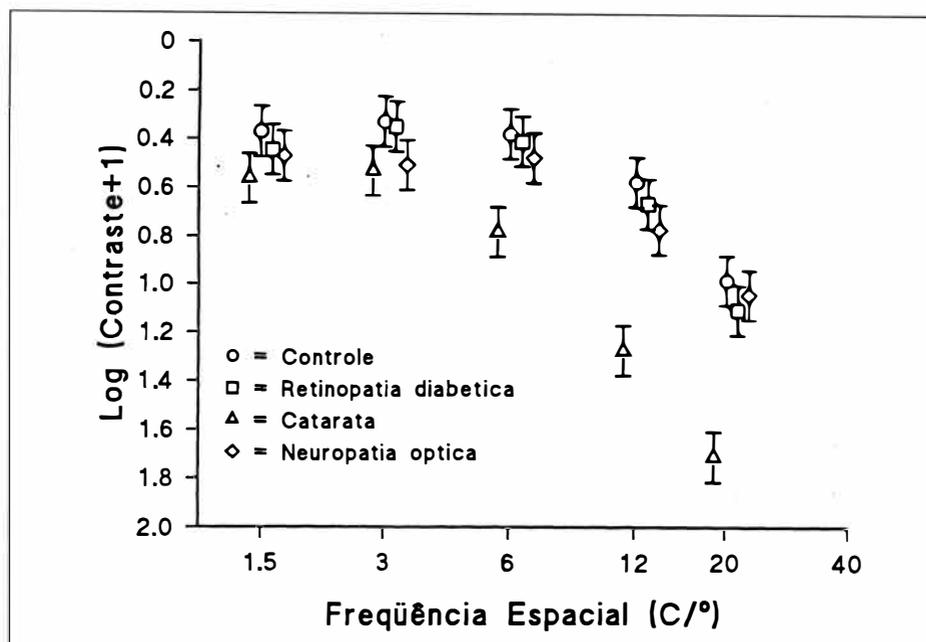


Fig. 2 - Função de sensibilidade ao contraste (log contraste +1) medida com o E de Snellen de cinco diferentes tamanhos angulares (ciclos/grau ou C/º) em 4 grupos de sujeitos: normais, e pacientes com catarata, neuropatia óptica e retinopatia diabética. Notar a amplificação do déficit visual em altas frequências dos pacientes com catarata e a não evidencição da perda em baixa frequência dos pacientes com neuropatia óptica.

entre os dois fatores. Com o E de Snellen, também houve diferença significativa entre os grupos ( $F = 18,25$ ,  $p < 0,0001$ ) e entre as frequências ( $F = 48,01$ ,  $p < 0,0001$ ), porém a interação entre os dois fatores foi significativa.

Análise *Post Hoc*, com o teste de Newman-Keuls, mostrou que, com a rede, o grupo controle foi diferente dos grupos com catarata e neuropatia óptica, os quais foram diferentes entre si. Com o E de Snellen, o grupo controle não diferiu do da neuropatia óptica e ambos foram diferentes do grupo da catarata. Com ambos os testes, o grupo com diabetes só foi diferente do grupo com catarata.

A diferença entre os dois testes está evidenciada na comparação entre as figuras 1 e 2. Na figura 1 (rede senoidal), além dos valores do log dos contrastes do grupo com a catarata serem bem mais altos nas altas frequências que os dos demais grupos, o grupo com neuropatia difere do controle nas baixas frequências. Já com o E de

Snellen (figura 2), a diferença entre o grupo controle e o da neuropatia desaparece e a diferença entre o grupo com catarata e os demais é amplificada.

#### DISCUSSÃO

O padrão de luminância do E de Snellen é mais complexo que o da rede senoidal. Pela análise de Fourier, o optotipo E é constituído de uma onda fundamental somada a ondas secundárias de frequência espacial mais alta (harmônicos). A rede senoidal, ao contrário é um estímulo puro e cada frequência é definida apenas pelo fundamental<sup>5</sup>.

Os nossos dados sugerem que essa diferença de configuração espacial da luminância da rede e do E Snellen pode ser importante em determinadas situações clínicas. Sistemas ópticos desfocalizados perdem basicamente contraste na transmissão de altas frequências espaciais<sup>6</sup>. A opacificação incipiente do cristalino funciona como um filtro óptico indutor de aberrações

ópticas. Dessa maneira, na catarata as ondas de alta frequência são as mais prejudicadas. Os nossos dados mostram que nestes pacientes, a FSC foi muito mais afetada quando medida com o E de Snellen.

A rede senoidal, por ser um padrão elementar, é menos sensível para demonstrar perdas em altas frequências como as provocadas pela catarata. Por outro lado, ela se mostrou mais adequada que o E de Snellen para evidenciar perdas de resolução em baixas frequências como as provocadas pela neuropatia óptica<sup>7</sup>. Nesses pacientes, a medida da FSC com o E de Snellen pode mascarar o déficit visual em baixas frequências, pois os pacientes detectam o estímulo por algum componente de alta frequência espacial.

Outro aspecto relevante na discussão da medida da FSC em situações clínicas é a simplicidade do exame. Por exemplo, é importante decidir se o teste vai ser feito utilizando uma única frequência espacial, ou todo o espectro de frequências dando uma amostra completa da F.S.C. Certamente, a segunda proposta é a mais utilizada pois, desse modo, consegue-se uma descrição mais completa do desempenho visual. Porém, é duvidoso se a medida completa da FSC fornece ganho clínico real em relação a uma única medida de sensibilidade de baixa frequência. A figura 1 mostra que a perda visual do grupo com neuropatia óptica poderia ser bem detectada com uma única medida entre 3 e 1,5 C/º, o que simplificaria sobremaneira o exame. Desta forma, juntamente com a medida de acuidade visual, a utilização de apenas uma frequência espacial já seria suficiente para se obter uma idéia global do desempenho resolutivo do paciente.

#### SUMMARY

*The contrast sensitivity function was measured with sine-wave gratings and the tumbling E in patients with*

cataract, optic neuropathy and background diabetic retinopathy and compared with a normal control group. For the patients with optic neuropathy the low-frequency losses were more evident with sine-wave gratings. On the other hand, the high spatial frequency losses showed by the patients with cataract were greater with the tumbling E.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAMPBELL, F. W. & MAFFEI, L. - Contrast and spatial frequency. *Scientific Am.*, **231**: 2-8, 1974.
2. CRUZ, A. A. V. & MACHADO, A. J. - Sensibilidade ao contraste. *Arq. Bras. Oftal.*, **58**: 384-386, 1995.
3. GREEVES, A. L.; COLE, B. L.; JACOBS, R. J. - Reability and validity of simple photographic plate tests of contrast sensitivity. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* **64**: 832-841, 1987.
4. REGAN, D. - Low-contrast letter charts and sinewave grating tests in ophthalmological and

neurological disorders. *Clin. Vis. Sci.*, **2**: 187-189, 1988.

5. DE VALOIS, R. & DE VALOIS, K. K. - Linear Systems Analysis. IN: DE VALOIS, R. & DE VALOIS, K. K. *Spatial Vision*. Oxford University Press, New York, 1990, pp. 3-22.
6. CAMPBELL, F. W. & GREEN, D. G. - Optical and retinal factors affecting visual resolution. *J. Physiol.*, **181**: 576-593, 1965.
7. REGAN, D.; SILVER, R.; MURRAY, T. J. - Visual acuity and contrast sensitivity in multiple sclerosis-hidden visual loss: an auxiliary diagnostic tes. *Brain*, **100**: 563-579, 1977.

## Simpósio de Patologia Concurso de Melhor Caso Clínico com Anatomia Patológica

#### Coordenadores:

Maria Cristina Martins  
Maria Carmem M. Santos  
Silvia Pasternack

#### Comissão Julgadora:

Miguel Burnier  
Clélia Maria Erwenne  
Maria Cristina Martins  
Ruth Santo  
Jacobso Melamed Cattán  
Paulo Góes Manso  
Sílvia Pasternack  
José Cursino

#### 20 CASOS

	Nota (0-10)
Tema (originalidade)	
Apresentação	
Qualidade do material	
Discussão	
<b>Total</b>	

- 1º lugar:** Linfoma Extra-Nodal com apresentação Clínica de Tumor de Coróide  
Autores: **Cristina Macieli**, Rubens Belfort, Maria Cristina Martins, Ana Stella Sant'Anna, Miguel Burnier
- 2º lugar:** Granuloma Tuberculóide Ocular e Ganglionar  
Autores: **Martha Motono Chojniak**, Clélia Maria Erwenne, Sandra Regina Morini, Lucilaine Ferrazoli, Norma Allemann
- 3º lugar:** Apresentação Atípica de Leishmaniose Ocular  
Autores: **Suzana Matayoshi**, Leda M. Takei, Christiane Baddini-Caramelli, Mauro Goldbaum, Ruth M. Santo, Michel Honda, Jacyr Pasternack, Aurílio Luiz da Silva, Cláudio Roberto Cernea, Newton Kara José
- 4º lugar:** Distrofia Corneana Mista  
Autores: **Saira Vélez**, Maria Emília Xavier Araújo, Moacyr P. Rigueiro, Maria Cristina Martins, Maria do Carmo Pinheiro, Denise de Freitas
- 5º lugar:** Metástase de Tumor Carcinóide para Conjuntiva  
Autores: **Maria Carmen M. Santos**, Maria Cristina Martins, Miguel Burnier, Lorenz E. Zimmerman, Clélia Maria Erwenne