

Mensuração da sensibilidade ao contraste em crianças pré-escolares com método psicofísico e estímulos radiais

Valtenice de Cássia Rodrigues de Matos França

Natanael Antonio dos Santos

Aline Mendes Lacerda

Universidade Federal da Paraíba – UFPB

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi utilizar o método psicofísico da escolha forçada para mensurar a função de sensibilidade ao contraste para frequências radiais (FSCr) na faixa de 0,25-2 cpg em crianças pré-escolares. Foram estimados limiares de contraste para 15 participantes (dez crianças e cinco adultos). Todos os participantes apresentavam acuidade visual normal e se encontravam livres de doenças oculares identificáveis. Os resultados mostraram diferenças significantes entre as curvas de FSCr de crianças de 4 anos, 5 anos e adultos. Os resultados mostram ainda que as curvas de FSCr de crianças de 4 e 5 anos apresentam perfis semelhantes a dos adultos. Estes resultados sugerem que o método psicofísico da escolha forçada pode ser utilizado para mensurar a FSCr de crianças a partir dos 4 anos.

Palavras-chave: Sensibilidade ao contraste; desenvolvimento visual; criança pré-escolar; frequência radial; método da escolha forçada.

ABSTRACT

Contrast sensitivity measuring in preschool children with psychophysical method and radial stimuli

The aim of this work was to use the psychophysical forced-choice method to measure contrast sensitivity function for radial frequencies (rCSF) in the range between 0.25-2 cpd in preschool children. We measured the contrast thresholds of 15 participants (ten children and five young adults). All participants had normal visual acuity and were free from identifiable ocular diseases. The results showed significant differences among the curves rCSF of 4 and 5 years old children and adults. The results showed yet that the curves rCSF of 4 and 5 years old children and adults were similar in general profiles. These results suggest that the psychophysical forced-choice method can be used to measure the rCSF for children over 4 years old.

Keywords: Contrast sensitivity; visual development; preschool children; radial frequency; forced-choice method.

A função de sensibilidade ao contraste (FSC) é definida na literatura como a recíproca da quantidade mínima de contraste necessária para detectar um objeto com uma dada frequência espacial (Cornsweet, 1970). Isto é, a FSC determina o limiar ou a menor quantidade de contraste que o sistema visual precisa para detectar uma determinada frequência espacial. Frequência espacial é o número de ciclos ou amplitudes máximas e mínimas de luminância por grau de ângulo visual (cpg). Já o contraste é a relação entre a diferença da luminância máxima e luminância mínima dividida pela soma das duas.

A FSC é um indicador da percepção visual e um dos instrumentos mais importantes na análise teórica e clínica de estruturas da visão (Adams e Courage, 2002; Montés-Micó e Ferrer-Blasco, 2001). Ela des-

creve de forma eficiente o desempenho do sistema visual em níveis diferentes de contraste, fornecendo uma das descrições mais completas na avaliação do sistema visual humano (Adams e Courage, 2002; Richman e Lyons, 1994; Van Sluyters, Atkinson, Held, Hoffman e Shatz, 1990). A FSC tem sido uma das ferramentas mais utilizadas para detectar e avaliar alterações nas vias sensoriais visuais produzidas por vários transtornos, como por exemplo: esquizofrenia (Slaghuis e Thompson, 2003), síndrome de Down (Suttle e Turner, 2004), ambliopia (Polat, Sagi e Norcia, 1997), catarata (Elliott e Situ, 1998), intoxicação por mercúrio (Ventura et al., 2005), dentre outros.

No presente estudo, utilizamos o método psicofísico da escolha forçada e estímulos visuais de frequências radiais para determinar a sensibilidade ao

contraste de crianças de 4 e 5 anos. O objetivo principal foi utilizar o método psicofísico da escolha forçada, geralmente utilizado em pesquisas com adultos, para caracterizar o limiar de contraste para estímulos radiais (FSCr) e verificar se este método pode ser utilizado para avaliar a percepção visual de crianças pré-escolares. Neste sentido, mediu-se ainda a FSCr de adultos jovens (19-23 anos) como parâmetro para avaliar a consistência das medidas de sensibilidade e do desenvolvimento da percepção visual de contraste de crianças pré-escolares com o método psicofísico, pois já era esperado que a sensibilidade ao contraste dos adultos fosse maior do que a de crianças de 4 e 5 anos (Benedek, G., Benedek, K., Kéri e Janáki, 2003; Ellemberg, Lewis, Liu e Maurer, 1999). Pesquisas com frequências radiais são raras com adultos (Simas e Santos, 2002) e não foi encontrado nenhum estudo na literatura que utilizasse o método psicofísico da escolha forçada e estímulos radiais na avaliação da visão de crianças pré-escolares.

Estudos desta natureza permitem que valores normativos de limiares de contraste sejam estabelecidos e utilizados com fins de diagnóstico de possíveis alterações nas vias visuais de crianças de 4 e 5 anos.

MÉTODO

Participantes

Participaram do estudo 15 voluntários de ambos os sexos, dez crianças e cinco adultos jovens. Os mesmos foram distribuídos em três grupos etários com cinco participantes [4 anos ($N = 5$; $M = 4,4$; $DP = 0,3$), 5 anos ($N = 5$; $M = 5,4$; $DP = 0,3$) e adultos jovens de 19-23 anos ($N = 5$; $M = 21,3$ anos; $DP = 0,9$)]. Os símbolos M e DP representam a idade média e o desvio padrão de cada grupo, respectivamente. Todos os participantes apresentavam acuidade visual normal ou corrigida e não tinham história de patologia ocular ou neurológica. A acuidade foi medida com a cartela de optotipos "E" de Rasquin.

A participação na pesquisa ocorreu mediante assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido conforme a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Ministério da Saúde), que trata das diretrizes e normas de pesquisas envolvendo seres humanos. No caso das crianças, o termo foi assinado pelo responsável. Projeto aprovado pelo Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba.

Estudo desta natureza com limiar sensorio, método psicofísico e medidas repetidas, como é peculiar às pesquisas em percepção visual, envolve um número pequeno de voluntários em cada condição e o critério

de amostragem não é crítico, uma vez que se avalia aspecto mais automático da percepção (ou processos sensoriais). Neste sentido, a amostra foi composta por crianças da Creche da UFPB, cujos pais ou responsáveis assinaram o termo de consentimento Livre e Esclarecido.

Equipamentos e estímulos

Os estímulos foram gerados num monitor de vídeo monocromático CLINTON MEDICAL de 21 polegadas, tela plana, digital, de alta resolução, controlado por um microcomputador. As medições foram feitas à distância de 150 cm da tela do monitor com visão binocular. A luminância média da tela foi de $0,7 \text{cd/m}^2$ ajustada por um fotômetro do tipo SPOT METTER, com precisão de um grau, ASAHI PENTAX. A luminância mínima da tela foi de $0,5 \text{cd/m}^2$ e a máxima de $0,9 \text{cd/m}^2$. O ambiente do Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC/UFPB), local onde os dados foram coletados, era cinza para melhor controle da luminância.

Os estímulos de frequências radiais circularmente simétricos e acromáticos utilizados para mensurar a FSCr foram 0,25; 0,5; 1 e 2cp/g. O estímulo neutro utilizado foi um círculo cinza homogêneo com luminância média de $0,7 \text{cd/m}^2$. Todos os estímulos tinham um diâmetro de 7 graus de ângulo visual (Figura 1).

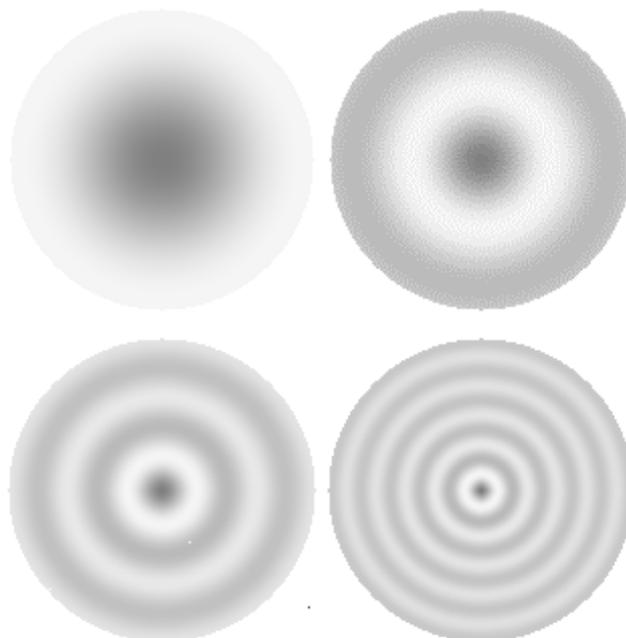


Figura 1 – Exemplos de estímulos de frequências radiais (acima, da esquerda para a direita, 0,25 e 0,5cp/g e embaixo, da esquerda para direita, 1 e 2cp/g). Estímulos originalmente calibrados para serem vistos a 150cm de distância.

Procedimento

As estimativas foram realizadas com método psicofísico da escolha forçada (Santos, Nogueira e Simas, 2005; Santos, Simas e Nogueira, 2003, 2004). Este método se baseia no cálculo da probabilidade de acertos consecutivos por parte do voluntário, ou seja, em cerca de 100 apresentações de escolhas entre os dois estímulos (estímulo de teste e estímulo neutro), a frequência radial (estímulo de teste) foi percebida, por exemplo, em 79% das vezes pelo voluntário. O estímulo neutro foi sempre um padrão homogêneo com luminância média de 0,7cd/m². O procedimento para medir o limiar para cada frequência consistiu na apresentação sucessiva simples do par de estímulos, no qual um deles era o estímulo teste, que deveria ser identificado pelo participante. O critério adotado para variar o contraste da frequência radial de teste era o de três acertos consecutivos para decrescer uma unidade e um erro para crescer da mesma unidade (0,08%). A sessão experimental terminou automaticamente ao completar cinco reversões.

Durante cada sessão experimental foi apresentada uma seqüência de estímulos iniciada com um sinal sonoro acompanhado imediatamente pela apresentação do primeiro estímulo por 2s, seguido de um intervalo entre estímulos de 1s e pela apresentação do segundo estímulo por 2s e da resposta do participante. A ordem de apresentação dos estímulos era aleatória. Os participantes foram instruídos a pressionar o botão do lado esquerdo (ou número 1) do *mouse* quando a frequência radial era apresentada primeiro e o botão do lado direito (ou número 2) quando era apresentada em segundo lugar, isto é, após o estímulo neutro.

Todos os participantes receberam a seguinte instrução: “será apresentada uma seqüência de pares de figuras (ou desenhos), uma com círculos claros e escuros e outra totalmente cinza. Você deverá escolher sempre a figura (ou desenho) que contém os círculos, pressionando o botão do lado esquerdo (botão número 1) do *mouse* quando o desenho com círculos for apresentado primeiro e, o botão do lado direito (botão número 2), quando for apresentado em segundo lugar (após o desenho cinza)”. É importante mencionar que cada sessão foi iniciada com o estímulo teste com contraste em nível supralimiar e que os experimentos só começaram quando o experimentador certificou-se que os participantes entenderam e responderam conforme as instruções. Neste sentido, a instrução foi repetida, em uma sessão de treino e ambientação com as condições experimentais, até as crianças compreenderem as instruções e discernirem entre o estímulo com círculos claros-escuros e o estímulo homogêneo em tom de cinza.

O *mouse* era sinalizado com os números 1 (botão esquerdo) e 2 (botão direito). Se a resposta do voluntário fosse correta, era seguida por outro sinal sonoro e um intervalo de 3 s para a seqüência se repetir. O sinal sonoro que indicava o início da apresentação do par de estímulos e o que indicava a escolha correta eram diferentes. A duração de cada sessão experimental variou entre 5 e 10 minutos, dependendo dos erros e acertos do participante até proporcionarem um total de cinco reversões (ou cinco valores de contraste) conforme requerido para o final automático da mesma.

Cada uma das frequências radiais da curva de FSCr foi estimada pelo menos duas vezes (duas sessões experimentais), em dias diferentes, por cada um dos participantes. Em média, dez curvas foram medidas para cada grupo de voluntários totalizando 30 curvas. Todas as estimativas foram medidas à distância de 150cm, com visão binocular.

Após cada sessão, o programa produziu uma folha de resultados com a situação experimental e os cinco valores de contraste conseguidos pelas reversões. Os valores de contraste obtidos para cada frequência foram agrupados em planilhas por faixa etária e a grande média utilizada como estimativa do limiar de contraste (ou sensibilidade ao contraste) em função de cada frequência radial testada.

RESULTADOS

A Figura 2 mostra a FSCr média para cada uma das três faixas etárias (crianças de 4 e 5 anos e adultos jovens). Os limiares de contrastes são apresentados em função da frequência radial. A sensibilidade ao contraste (FSCr) é o inverso do limiar de contraste (1/FSCr). Logo, quanto menor o limiar de contraste maior a sensibilidade do sistema visual humano e vice-versa. Assim, os menores valores de limiares correspondem aos maiores valores de sensibilidade ao contraste. As barras verticais em cada uma das curvas de FSCr indicam os erros padrões das médias.

Os resultados mostram que a sensibilidade máxima ocorreu na frequência radial de 0,25cpg para as três faixas etárias (Figura 2). Entretanto, a sensibilidade das crianças de 4 anos na frequência de 0,25cpg foi da ordem de 1,2 vezes menor do que a das crianças de 5 anos que foi da ordem de 2,3 vezes menor do que a sensibilidade dos adultos. A ANOVA simples revelou diferenças significantes entre as idades [$F_{(2, 910)} = 622,6$; $p < 0,0001$]. As análises com o teste post-hoc Tukey HSD mostraram diferenças significantes entre 4 e 5 anos ($p < 0,0001$), 5 anos e adultos ($p < 0,0001$) e 4 anos e adultos ($p < 0,0001$). No geral, estes resultados mostram que a FSCr melhora gradativamente e de forma significativa com o aumento da idade e que a

FSCr de crianças até 5 anos é diferente da FSCr de adultos. Isto é, a maturação da FSCr se estende para idades maiores do que aquelas utilizadas nesta pesquisa.

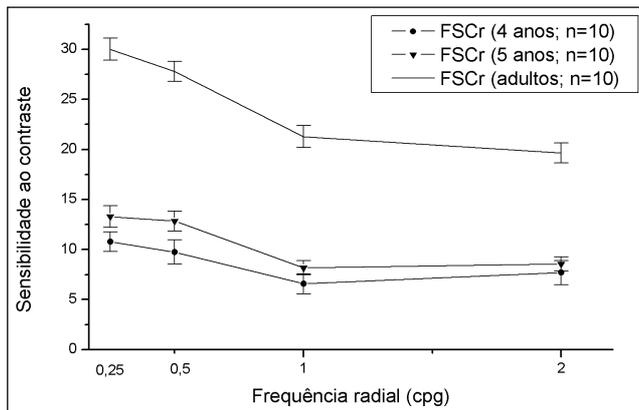


Figura 2 – Funções de sensibilidade ao contraste de crianças de 4 e 5 anos e adultos para frequências radiais. As linhas verticais mostram o erro padrão da média para cada frequência (0,25; 0,5; 1 e 2cp/g). O “n” representa o número de curvas mensuradas para cada faixa etária.

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo mostraram que o método psicofísico da escolha forçada, tradicionalmente utilizado nas pesquisas com adultos, pode ser utilizado de forma confiável para medir a FSCr de crianças a partir dos 4 anos (Figura 2). A curva de FSCr das crianças de 4 anos é consistente uma vez que ela apresenta um perfil geral muito semelhante às curvas de FSCr de crianças de 5 anos e adultos jovens (19-23 anos). A diferença entre a FSCr das crianças de 4 anos, 5 anos e adultos pode ser relacionada ao domínio da sensibilidade ao contraste que aumenta gradativamente com o aumento da idade. Este fato é relevante porque a medição da FSC com método psicofísico tem uso limitado quando lida com crianças em idades pré-escolares de 3 a 5 anos (Richman e Lyons, 1994). A dificuldade de medir a sensibilidade de crianças em idade pré-escolar é tal que não conseguimos mensurar a FSCr de crianças com menos de 4 anos (três crianças com idades entre 40-47 meses não conseguiram fazer os experimentos). É possível relacionar a falta de sucesso das crianças com menos de 4 anos ao tipo de tarefa proposta e a atenção (Benedek et al., 2003; Elleberg et al., 1999). É tanto que Richman e Lyons (1994) só conseguiram mensurar a FSC de crianças de 3 anos com método psicofísico mais simples. Estes autores utilizaram um procedimento, no qual os estímulos visuais do tipo grade senoidal eram apresentados em cartões (Vistech Chart) e a criança precisava apenas olhar ou apontar na dire-

ção do cartão que continha a grade com determinada frequência espacial. Este aspecto pode explicar porque esses autores conseguiram mensurar a sensibilidade ao contraste para crianças mais jovens. Não acreditamos na influência dos estímulos visuais utilizados, pois embora grade senoidal seja um estímulo espacial clássico, estímulos radiais são padrões que apresentam vantagens, como por exemplo, um centro de fixação central claro (Simas e Santos, 2002) e segundo alguns autores são naturalmente mais apropriados para estudar o sistema visual considerando a simetria aproximadamente circular da retina (Kelly, 1960; Kelly e Magnuski, 1975).

Por outro lado, embora a mensuração da sensibilidade ao contraste de crianças seja mais comum com potencial visual evocado de varredura (Norcia e Tyler, 1985; Norcia, Tyler e Hamer, 1990). Podemos concluir, baseados em resultados com estímulo do tipo grade senoidal (Bradley e Freeman, 1982; Richman e Lyons, 1994) e neste estudo com estímulos de frequência radial, que é possível utilizar o método psicofísico da escolha forçada e estímulos radiais para caracterizar e acompanhar a resposta do sistema visual de crianças pré-escolares. É nesta perspectiva que prosseguiremos com as nossas investigações.

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 Letters*, 345, 161-164.
- Bradley, A., & Freeman, R. D. (1982). Contrast sensitivity in children. *Vision Research*, 22, 953-959.
- Cornsweet, T. N. (1970). *Vision perception*. New York: Academic Press.
- Elleberg, D., Lewis, T. L., Liu, C. H., & Maurer, D. (1999). Development of spatial and temporal vision during childhood. *Vision Research*, 39, 2325-2333.
- Elliott, D. B., & Situ, P. (1998). Visual acuity versus letter contrast sensitivity in early cataract. *Vision Research*, 38, 2047-2052.
- Kelly, D. H. (1960). J_0 stimulus patterns for vision research. *Journal of the Optical Society of America*, 50, 1115-1116.
- Kelly, D. H., & Magnuski, H. S. (1975). Pattern detection and the two dimensional Fourier transform: Circular targets. *Vision Research*, 15, 911-915.
- Montés-Micó, R., & Ferrer-Blasco, T. (2001). Contrast sensitivity function in children: Normalized notation for the assessment and diagnosis of diseases. *Documenta Ophthalmologica*, 103, 175-186.
- Norcia, A. M., Tyler, C. W., Hamer, R. D., & Wesemann, W. (1989). Measurement of spatial contrast sensitivity with the swept contrast VEP. *Vision Research*, 29, 5, 627-637.
- Norcia, A. M., Tyler, C. W. & Hamer, R. D. (1990). Development of contrast sensitivity in the human infant. *Vision Research*, 30, 10, 1475-1486.

- Polat, U., Sagi, D., & Norcia, A. M. (1997). Abnormal long-range spatial interactions in amblyopia. *Vision Research*, 37, 737-744.
- Richman, J. E., & Lyons, S. (1994). A forced choice procedure for evaluation of contrast sensitivity function in preschool children. *Journal of the American Optometric Association*, 65, 12, 859-864.
- Santos, N. A., Simas, M. L. B., & Nogueira, R. M. T. B. L. (2003). Processamento visual da forma em idosos: Curvas de limiar de contraste para frequências angulares e senoidais. *Psicologia: Reflexão & Crítica*, 16, 2, 271-277.
- Santos, N. A., Simas, M. L. B., & Nogueira, R. M. T. B. L. (2004). Comparison of angular frequency contrast sensitivity in young and older adults. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 37, 375-378.
- Santos, N. A., Nogueira, R. M. T. B. L., & Simas, M. L. B. (2005). Processamento visual da forma: Evidências para canais múltiplos de frequências angulares em humanos. *Psicologia Reflexão e Crítica*, 18, 1, 98-103.
- Simas, M. L. B., & Santos, N. A. (2002). Contrast sensitivity to radial frequencies modulated by Jn and jn Bessel profiles. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 35, 1357-1366.
- Slaghuis, W. L., & Thompson, A. K. (2003). The effect of peripheral visual motion on focal contrast sensitivity in positive- and negative-symptom schizophrenia. *Neuropsychologia*, 41, 968-980.
- Suttle, C. M., & Turner, A. M. (2004). Transient pattern visual evoked potentials in children with Down's syndrome. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 24, 91-99.
- Van Sluyters, R. C., Atkinson, M. S., Held, R. M., Hoffman, K., & Shatz, C. J. (1990). The development of vision and visual perception. In S. W. Spillmann & J. S. Werner (Orgs.), *The Neurophysiological Foundations* (pp. 349-379). New York: Academic Press.
- Ventura, D. F., Simões, A. L., Tomaz, S., Costa, M. F., Lago, M., Costa, M. T. V., Canto-Pereira, L. H. M., de Souza, J. M., Faria, M. A. M., & Silveira, L. C. L. (2005). Colour vision and contrast sensitivity losses of mercury intoxicated industry in Brazil. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 19, 523-529.

Recebido em: ago./2007. Aceito em: jan./2008.

Autores:

Valtenice de Cássia Rodrigues de Matos França – Psicóloga, mestranda em Psicologia Experimental, Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, USP. Bolsista FAPESP. valtenice@usp.br

Natanael Antonio dos Santos – Doutor em Psicologia, área de concentração Neurociência e Comportamento, pelo Instituto de Psicologia da USP. Professor do Departamento de Psicologia da UFPB. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq (Processo: 304716/2007-3).

Aline Mendes Lacerda – Psicóloga, mestre em Psicologia Social pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), doutoranda em Psicologia, área de concentração Neurociência e Comportamento, Instituto de Psicologia da USP. Bolsista CAPES.

Suporte financeiro: CNPq.

Endereço para correspondência:

NATANAEL ANTONIO DOS SANTOS
Rua Manoel Belarmino de Macedo, 355, apto 402, Ed. Camburiu – Jd. Cidade Universitária
CEP 58052-290, João Pessoa, PB, Brasil
E-mail: natanael_labv@yahoo.com.br