Cristiane Maria Gomes Martins

**Impacto da catarata congênita na sensibilidade ao
contraste espacial de luminância em crianças**
(versão corrigida)

São Paulo

2012

Cristiane Maria Gomes Martins

**Impacto da catarata congênita na sensibilidade ao
contraste espacial de luminância em crianças**

(versão corrigida)

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Psicologia, área de concentração: Neurociências e Comportamento. Orientador: Prof^o. Dr^o. Marcelo Fernandes da Costa.

São Paulo

2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL
DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU
ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE
CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação

Biblioteca Dante Moreira Leite

Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Martins, Cristiane Maria Gomes.

Impacto da catarata congênita na sensibilidade ao contraste espacial de luminância em crianças / Cristiane Maria Gomes Martins; orientador Marcelo Fernandes da Costa. -- São Paulo, 2012.

80 f.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Psicofísica 2. Catarata (Congênito) 3. Contraste I. Título.

BF237

Cristiane Maria Gomes Martins

Impacto da catarata congênita na sensibilidade ao contraste espacial de luminância em crianças

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Psicologia, área de concentração: Neurociências e Comportamento. Orientadora: Prof^º. Dr^º. Marcelo Fernandes da Costa.

Orientador:

Prof^º. Dr^º. Marcelo Fernandes da Costa.

Instituto de Psicologia, USP

Examinadores:

Prof^ª. Dr^ª. Mirella Gualtieri
Instituto de Psicologia, USP

Dr^ª Ana Laura de Araujo Moura
Departamento de oftalmologia da Faculdade de Medicina - ABC

Dissertação defendida e aprovada em: ____/____/____

Agradecimentos

Ao meu marido pela força e ajuda em todos os momentos deste trabalho.

Aos meus pais e irmão pelo apoio e compreensão.

Aos meus tios, primos e amigos que entenderam minha ausência e desejaram meu êxito.

As amigas Marcia C. B. Lopes, Valéria Duarte e Valtenice França que foram além da amizade e estavam sempre disponíveis para ajudar.

Ao meu orientador Marcelo pela paciência, apoio e ensinamentos durante o trabalho.

Aos pais dos pacientes que participaram disponibilizando seu tempo e tornando possível a execução deste trabalho.

Aos médicos responsáveis pelos ambulatórios de catarata congênita da Santa Casa de Misericórdia, UNIFESP e HC por permitirem minha presença nos ambulatórios e o contato com os pacientes.

À todos os colegas do laboratório.

Apoio financeiro

C A P E S

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Resumo

MARTINS, C.M.G. Impacto da catarata congênita na sensibilidade ao contraste espacial de luminância em crianças. Dissertação de Mestrado. Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2012.

A opacificação do cristalino presente ao nascimento ou nos primeiros meses de vida é denominada de Catarata Congênita (CC). As primeiras semanas de vida são importantes no desenvolvimento visual, já que há diferença significativa no desempenho visual de crianças que passaram pela cirurgia até seis semanas de vida (com melhor desempenho visual) em relação às crianças que realizaram a cirurgia após seis semanas de vida. Crianças que tiveram privação visual durante a primeira infância por catarata bilateral apresentam redução da visão espacial. O objetivo deste trabalho foi verificar o impacto na Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC) em crianças de tratamento cirúrgico de Catarata Congênita, durante a fase de desenvolvimento visual. Foram avaliados três grupos: 11 crianças do grupo controle (média idade =6,83; DP=1,38), 9 crianças do grupo CC (média idade =6,87; DP=2,03) e 15 indivíduos adultos (média idade =27,63; DP=4,16). Foi utilizado o software Metropsis para avaliação da sensibilidade ao contraste de luminância de grade senoidal nas frequências espaciais de 0,2 cpg; 0,5 cpg; 1,0 cpg; 2,0 cpg; 4,2 cpg e 8,9 cpg e luminância média de 34,4 cd/m². Houve redução em toda a curva de sensibilidade ao contraste (SC) do grupo CC quando comparado ao grupo controle e não houve relação entre o tempo de privação e a redução da SC

Abstract

Martins, C.M.G. Impact of congenital cataract in spatial contrast sensitivity to luminance in children. Master dissertation. Institute of Psychology, University of Sao Paulo, Sao Paulo, 2012.

The opacification of the lens present at birth is called Congenital Cataract (CC). The first weeks of life are important in visual development since there is not any significant difference in visual performance of children who had surgery within six weeks of life (with better visual performance) compared with children who underwent surgery after this period. Children who have visual deprivation during infancy due to bilateral cataracts have reduced spatial vision. The aim of this study was to assess the impact on Contrast Sensitivity Function (CSF) in children with Congenital Cataract surgery during the visual development age range. We evaluated three groups: 11 control children (mean age = 6.83, SD = 1.38), 9 children in the CC group (mean age = 6.87, SD = 2.03) and 15 adults (mean age = 27.63, SD = 4.16). Metropsis software was used to evaluate sensitivity to luminance contrast of the sinusoidal grating spatial frequencies of 0.2 cpd, 0.5 cpd, 1.0 cpd, 2.0 cpd, 4.2 cpd and 8.9 cpd with an average luminance of 34.4 cd / m². There was a reduction in the contrast sensitivity function (CSF) of the CC group compared to the control group and there was no correlation between the duration of deprivation and the impairment in the SC.

Lista de figuras

Figura 1. Ilustração dos tipos de catarata (Foster *et al*, 2006).

Figura 2. Ilustração da anatomia do olho (www.hospitalsiriolibanes.org.br acessado em 05/10/2012).

Figura 3. Ilustração da dispersão de luz na retina, Função de Espalhamento Pontual. (webvision.med.utah.edu acessado e modificado 15/04/2012).

Figura 4. Ilustração da FTF de uma grade senoidal: em vermelho a variação de luminância do objeto e em azul a variação de luminância da imagem do respectivo objeto (Applegate *et al*, 2001).

Figura 5. – Ilustração da relação entre FMT e a influência do tamanho da pupila. A área amarela representa as frequências espaciais e níveis de contrastes que podem ser detectados no olho normal (Applegate e Hilmantel, 2001).

Figura 6. Gráfico que representa a diferença na distribuição de cones e bastonetes na retina. *Fonte:* webvision.med.utah.edu

Figura 7. Ilustração das células que compõem a retina. *Fonte:* webvision.med.utah.edu

Figura 8. Representação do tamanho do estímulo projetado na retina (Applegate *et al*, 2001).

Figura 9. Exemplo do comportamento dos campos receptores ao estímulo de grade senoidal em baixa, média e alta frequência espacial (Moreira, 2010).

Figura 10. Representação da via retino-geniculo-cortical (Polyak, 1957 apud Hubel e Wiesel, 1977).

Figura 11. a) Representação da onda quadrada de frequência espacial média e (b) representação da onda de grade senoidal de frequência média.

Figura 12. Ilustração da variação de frequência espacial e o grau de visão. Fonte: webvision.med.utah.edu.

Figura 13. Função Psicométrica (Strasburger, 2001).

Figura 14. Curva da Função de Sensibilidade ao Contraste. Fonte: webvision.med.utah.edu.

Figura 15. Representação gráfica da variação da SC entre as idades de 4 a 7 anos e adultos do estudo de Elleberg et al, 1999.

Figura 16. Foto ilustrativa do monitor onde o estímulo é apresentado.

Figura 17. Distância entre sujeito e o monitor

Figura 18. Controle utilizado pelos indivíduos para realizar o teste.

Figura 19. Ilustração da Tabela ETDRS para o teste de AV.

Lista de gráficos

Gráfico 1: Valor individual de cada olho das crianças do grupo controle em cada frequência espacial testada.

Gráfico 2: Valores da SC de cada olho das crianças do grupo CC para cada frequência espacial.

Gráfico 3: Valores da média da simulação do grupo de adultos.

Gráfico 4: Média da simulação do grupo de adultos e os valores individuais do grupo de adultos.

Gráfico 5: A média do grupo controle e a média do grupo controle de crianças.

Gráfico 6: A média da simulação do grupo controle de crianças e os valores individuais do grupo controle de crianças.

Gráfico 7: A média da simulação do grupo controle de crianças e a dispersão dos valores individuais do grupo de crianças com sequela de CC.

Lista de tabelas

Tabela 1: Descrição dos valores de média e desvio padrão dos limiares de contraste para todas as frequências espaciais testadas no grupo de adultos, da simulação (B) e dos valores reais.

Tabela 2: Descrição dos valores de média e desvio padrão dos limiares de contraste para todas as frequências espaciais testadas no grupo controle de crianças, da simulação (B) e dos valores reais.

Tabela 3: Descrição dos valores de média e desvio padrão dos limiares de contraste para todas as frequências espaciais testadas no grupo controle de crianças, da simulação (B) e dos valores reais.

Lista de Siglas

LIO- Lente intraocular

CC- Catarata congênita

SC- Sensibilidade ao contraste

FTO- Função de transferência óptica

FMT- função de modulação de transferência óptica

FTF- função de transferência de fase

CGL- corpo geniculado lateral

o- olho

no- nervo óptico

to- trato óptico

ro- radiação óptica

str- córtex estriado

Cw- contraste de Weber

L- luminância

L_f luminância de fundo

C_m contraste de Michelson

L_{min} luminância mínima

L_{max} luminância máxima

CL- contraste limiar

FSC- função de sensibilidade ao contraste

AV- acuidade visual

dB- decibel

cpg- ciclo por grau

Sumário

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Catarata	16
1.1.1 Catarata congênita	16
1.2 Sistema visual	19
1.2.1 Sistema óptico	20
1.2.2 Retina	23
1.2.3 Vias neurais	27
1.3 Contraste	28
1.3.1 Visão espacial	29
1.3.2 Função de sensibilidade ao contraste	32
1.3.3 Desenvolvimento da sensibilidade ao contraste	34
1.4 Sensibilidade ao contraste e catarata congênita	36
2 JUSTIFICATIVA	38
3. OBJETIVO	39
4. MÉTODOLOGIA	40
4.1 Participantes	40
4.2 Sensibilidade ao Contraste	41
4.2.1 Equipamento	41
4.2.2 Procedimento	42
4.3 Análise dos resultados	45
5. RESULTADOS	46
6. DISCUSSÃO	55
7. CONCLUSÃO	58
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	66

1 INTRODUÇÃO

1.1 Catarata

A catarata é uma opacificação resultante da alteração na composição protéica do cristalino (Graw, 2004; Churchill e Graw, 2011). Segundo a Sociedade Brasileira de Oftalmopediatria (<http://www.sbop.com.br>) o cristalino mantém transparência devido a sua desidratação relativa ao meio que o rodeia, e qualquer alteração na sua cápsula altera este estado eletrolítico e assim interfere no desenvolvimento normal desta lente ou na sua transparência.

A prevalência de catarata em 1999 estava entre os cinco problemas a serem enfrentados no projeto da OMS VISION 2020. No último levantamento da OMS, de 2010, a catarata é a segunda causa de deficiência visual reversível em todas as idades. O tratamento da catarata é cirúrgico e há substituição do cristalino por uma lente intraocular (LIO), óculos ou ambos.

1.1.1. Catarata Congênita

A opacificação do cristalino presente ao nascimento é denominada de Catarata Congênita (CC) e após o nascimento até 16 anos o termo utilizado é infantil ou pediátrico (Churchill e Graw, 2011), mas essa diferença dos termos segundo a idade de aparecimento não é consenso na literatura. Em muitos dos casos de CC não é possível determinar a sua etiologia, mas há estudos que descrevem causas hereditárias como mutações que alteram o curso do desenvolvimento do tecido ocular (Francis *et al*, 2000; Graw, 2004), e estas são responsáveis por 25% dos casos de CC (Roche *et al*, 2006). Mas o resultado de malformação ocular pode ser por infecção intra-uterina, síndromes genéticas, alterações sistêmicas como erros inatos do metabolismo, hereditariedade, uso de

medicamentos, radiação ou classificada como idiopática quando a causa não é conhecida (Francis *et al*, 2000; Oliveira *et al*, 2004; Mahalakshmi *et al*, 2010).

Existem diferentes classificações na literatura que levam em conta diversos aspectos como etiologia, morfologia e idade. Assim consideramos a classificação da Sociedade Brasileira de Oftalmologia: *“Podemos classificar as cataratas em: congênitas, de aparecimento precoce ou tardio, e adquirida, onde incluímos todas as demais formas de catarata inclusive a relacionada à idade. De acordo com a sua localização, poderá ser nuclear, cortical ou subcapsular, e de acordo com o grau de opacidade, poderá receber a denominação de incipiente, madura ou hipermadura”* (www.sboportal.org.br)

O estudo de Foster e colaboradores (2006) descreve a classificação quanto a morfologia da CC (figura 1).

Cataract type	Morphology	
Total
Nuclear
Posterior polar
PHPV (PFV)
Cortical
Lamellar
Posterior lenticonus
Sutural
Anterior polar

Figura 1– Ilustração da classificação da Catarata Congênita quanto a sua morfologia (Foster *et al*, 2006).

Oliveira e colaboradores, 2004, realizaram levantamento das características da CC em um serviço de atendimento onde houve predomínio de ocorrência bilateral e de causas infecciosas e idiopáticas.

Os efeitos da catarata na criança são diferentes do que no adulto. Uma criança sem alteração visual ao nascimento utiliza essa informação sensorial a todo o momento nos seus primeiros meses de vida. As crianças com alteração visual ao nascimento não apresentam uma imagem nítida durante esses primeiros meses e isso altera o seu desenvolvimento visual e como consequência altera o seu

desenvolvimento global (Figueiredo e Iwabe, 2007; Navarro et al, 2004; Gagliardo e Nobre, 2001).

A privação visual no início da vida acarreta alterações morfológicas e fisiológicas das vias visuais. Há um período vulnerável durante o desenvolvimento visual e uma vez prejudicada a visão durante este período as perdas são permanentes nas vias visuais (Wiesel e Hubel, 1963, Hubel e Wiesel, 1970). Porém o desenvolvimento da visão, assim como de outros órgãos sensoriais, é conduzido pela maturação do sistema neural e da aprendizagem (experiências ambientais) (Gagliardo *et al*, 2004).

A intervenção precoce em crianças de baixa visão é de extrema importância, uma vez que iniciado o processo de reabilitação assim que diagnosticada a deficiência visual há uma grande chance de sucesso no comportamento e desenvolvimento global do paciente (Carlson *et al*, 1986, Gagliardo e Nobre, 2001)

A privação visual durante a infância causa redução na Sensibilidade ao contraste (SC). O déficit é maior com o aumento da frequência espacial (Ellemberg *et al*, 1999b; 2000; Goldberg *et al*, 2001). Desta forma, o tratamento cirúrgico em crianças é classificado de urgência, diferente do caso adulto (Preventing Blindness in Children, 1999-WHO/PBL). Birch et al, 1996, concluiu que a intervenção cirúrgica na CC antes das 6 semanas de vida, pode minimizar os efeitos da privação no desenvolvimento do sistema visual.

1.2 Sistema Visual

O sistema visual pode ser dividido em três partes:

- Sistema óptico;

- Retina
- Vias neurais

1.2.1 Sistema óptico

Iniciaremos este tópico com uma breve recordação da anatomia do olho.

Num corte sagital do olho é possível visualizar as estruturas como na figura 2. O olho possui três camadas:

- Camada externa formada pela esclera e córnea;
- Camada intermediária dividida em parte anterior (Íris e corpo ciliar) e parte posterior (coróide);
- Camada interior formada pela retina (parte sensorial do olho).

Além disso, o olho é dividido em três câmaras: Anterior (entre a córnea e a íris) e a Posterior (entre íris e cristalino) e a Câmara do Vítreo (Sobotta, 1988; Netter, 2011).

Figura 2- Corte sagital do olho humano. Ilustra as estruturas descritas no texto e as câmaras que compõem o olho (www.hospitalsiriolibanes.org.br acessado em 05/10/2012).

Destas estruturas anatômicas apresentadas na figura 2 a córnea, a pupila e o cristalino formam um sistema óptico. No mundo não existe um sistema óptico que produza uma imagem com total eficiência. Isso também é verídico quando discutimos o sistema óptico humano onde há aberrações no processo de condução da imagem.

Este sistema óptico funciona como um conjunto de lentes que permite a refração da luz e o seu foco na fóvea, área da retina de melhor resolução espacial. Porém este sistema apresenta fatores que limitam o desempenho do sistema visual.

Uma forma de quantificar os limites ópticos da visão é através da função de transferência óptica (FTO), que é a medida de qualidade da imagem formada na retina (Kronbauer et al, 2008). Esta medida é composta pela função de modulação de transferência óptica (FMT) e a função de transferência de fase (FTF). A FTO também depende do tamanho da pupila (Aplegate *et al* , 2001; Kronbauer *et al*, 2008).

A FMT é a razão entre o contraste do objeto e o contraste da imagem formada na retina. É calculada pela Análise de Fourier da Função de Espalhamento Pontual (figura 3), que é a dispersão da luz que incide na retina. Com o aumento da frequência espacial a função de espalhamento da imagem faz com que a distribuição da luz na retina seja uniforme e a resolução impossível (Westheimer, 1960; Aplegate *et al*, 2001).

Figura 3- Dispersão da luz na retina, Função de Espalhamento Pontual. (webvision.med.utah.edu acessado e modificado 15/04/2012).

A FTO utiliza a FMT junto com os efeitos espaciais das interações nos mecanismos neurais da retina que mostra a relação entre o contraste da imagem e o contraste do objeto (Campbell e Robson, 1968).

A FTF é a alteração da fase entre o objeto e a imagem projetada na retina, ou seja, a mudança da localização da imagem com a respectiva localização do objeto, como mostra a figura 4 (Aplegate *et al*, 2001):

Figura 4- A FTF de uma grade senoidal: em vermelho a variação de luminância do objeto e em azul a variação de luminância da imagem do respectivo objeto. (Aplegate *et al*, 2001).

A importância do tamanho da pupila na imagem formada na retina está representada na figura 5, mostra a alteração da FMT em relação ao tamanho da pupila (Westheimer, 1960; Aplegate *et al*, 2001):

Figura 5- A relação entre FMT e a influência do tamanho da pupila. A área amarela representa as frequências espaciais e níveis de contrastes que podem ser detectados no olho normal (Aplegate *et al*, 2001).

A difração tem efeito na FMT como visto na figura 5, mas não altera a FTF. A FTF é influenciada pela aberração óptica.

O impacto no contraste da imagem formada na retina e o resultado da percepção visual são conseqüências das mudanças na fase espacial induzidas pelas aberrações ópticas. A perda de foco faz com que as barras claras tornem-se escuras e vice-versa, este fenômeno é nomeado como resolução espúria (Aplegate *et al*, 2001).

1.2.2 Retina

A retina é o órgão sensorial de alta organização estrutural. As células sensoriais que compõem a retina são os fotorreceptores de dois tipos: cones e bastonetes. Eles transformam a energia luminosa que chega até a retina em energia elétrica, fenômeno conhecido como transdução (Kandel, 2000; Schiffman, 2005, Bears *et al*, 2007 e Schmidt *et al*, 2011).

Os fotorreceptores são morfologicamente diferentes e sua concentração é diferente na retina. Há predomínio de cones na região da fóvea e na periferia há predomínio de bastonetes (figura 6).

Figura 6- O gráfico representa as diferentes concentrações de cones e bastonetes na retina. Os cones representados pela linha vermelha apresentam pico de concentração na região da fóvea. Já os bastonetes representados pela linha preta estão em maior concentração na periferia da retina (webvision.med.utah.edu acessado e modificado 15/04/2012).

Os terminais sinápticos de cones e bastonetes são transferidos para células bipolares e horizontais. As células horizontais permitem a interação de informação na camada plexiforme externa da retina. As células bipolares que são de dois tipos denominados centro ON e centro Off transferem o sinal para camada plexiforme interna, para as células amácrinas e ganglionar. As células amácrinas são interneurônios inibitórios. As células ganglionares captam as informações das células bipolares e amácrinas, e seus axônios formam o nervo óptico, transmitindo os sinais para as vias visuais (figura 7) (Kandel *et al*, 2000, e Wassle, 2004). A ação das células horizontais e amácrinas é modulatória.

Figura 7- Ilustração representativa das células da retina mencionadas no texto. Pelo esquema é possível ver a convergência através das conexões desde os fotorreceptores (cones e bastonetes) até as células ganglionares (webvision.med.utah.edu acessado e modificado 15/04/2012).

Além desta arquitetura celular, na retina há convergência da informação visual já que um grupo de fotorreceptores transfere esta informação para uma célula bipolar correspondente, e a informação de um grupo de células bipolares transfere a informação para uma célula ganglionar. Esta convergência é diferente para cones e bastonetes. O número de cones que faz conexão com as células bipolares é menor em relação aos bastonetes. Por isso a fóvea, onde há predomínio de cones, é a região de resolução espacial (Valberg, 2005; Coren et al. 1994).

Devido esta organização da retina as células ganglionares apresentam um campo receptivo do tipo centro-ON e centro-OFF. O centro-ON responde a estímulo luminoso, ou seja, excitando o centro e sua região periférica responde de forma oposta, as células centro-OFF não respondem ao estímulo luminoso no seu centro, mas na periferia apresenta comportamento oposto (Wassle, 2004).

Existe um limite retiniano para resolução espacial. Este limite está relacionado com o tamanho dos fotorreceptores (figura 8). Se o estímulo é projetado dentro de um fotorreceptor ele é suprimido. Quando o estímulo é projetado sobre um grupo de fotorreceptores o sistema visual é capaz de detectá-lo (Applegate *et al*, 2001).

Figura 8- A letra E quando incide em um receptor provoca uma resposta insuficiente para gerar potencial de ação. Em Yb a letra E incide em um grupo de fotorreceptores gera uma resposta ao estímulo (Imagem de Aplegate *et al*, 2001).

Os campos receptivos ganglionares também apresentam limite em detectar os estímulos (figura 9).

Figura 9- As três células de cima representam células de centro ON e a três células de baixo representam células de centro OFF. As duas da esquerda ilustram a relação do tamanho do campo receptivo e da alta freqüência espacial. As duas do meio ilustram a relação entre campo receptivo e a média freqüência espacial. As duas da direita ilustram a relação do tamanho do receptor e largura das barras escura e clara da baixa freqüência espacial (Ilustração da dissertação de Moreira, 2010).

Em baixas frequências espaciais de padrão simples de listras, as barras claras e escuras são largas e uma barra clara, por exemplo, estimula simultaneamente o centro e a periferia, e diminui a resposta ao estímulo. Nas frequências espaciais altas também há limite na detecção pelo tamanho dos fotorreceptores que não conseguem distinguir margens entre as grades claras e escuras, mesmo com 100% de contraste, além dos fatores ópticos já discutidos anteriormente (Westheimer, 1960).

1.2.3 Vias neurais

A via visual é composta pela retina, núcleo geniculado lateral e o córtex estriado. O nervo óptico passa pelo quiasma óptico, as fibras que saem dele formam o trato óptico que segue em direção ao núcleo geniculado lateral (NGL). O NGL é dividido em seis camadas, a dorsal, média e ventral. Os axônios do trato óptico cominucam-se com as células destas camadas (figura 10) (Hubel e Wiesel, 1977).

Figura 10: Via retino-geniculado-cortical. o, olho; no, nervo óptico; to, trato óptico; ngl, núcleo geniculado lateral; ro, radiação óptica; str, córtex estriado (Polyak, 1957 apud Hubel e Wiesel, 1977).

Em todas as camadas do NGL há organização em campos receptivos semelhantes aos das células ganglionares da retina. Assim estes campos perceptivos também apresentam a organização centro ON e centro OFF (Hubel e Wiesel, 1961).

Os axônios que saem do NGL seguem para o córtex visual. Lá a organização celular é diferente da organização na retina e no NGL. A organização no córtex segue um arranjo sem um padrão, mas apresentam uma região excitatória e uma região inibitória, e são estimuladas de acordo com a orientação do estímulo. Ou seja, são campos de eixo de orientação. Há ainda células mais complexas que não seguem uma organização centre/periferia, apresentam um arranjo excitatório/inibitório, mas também são estimuladas pela orientação do estímulo (Hubel e Wiesel, 1962, Hubel e Wiesel, 1974).

1.3 Contraste

O contraste é a variação da luminância entre 2 superfícies. A luminância é a intensidade de luz refletida pelas superfícies (Schiffman, 2005).

O contraste de luminância é representado matematicamente baseado na comparação das luminâncias presentes nas superfícies. Para uma área em campo homogêneo utiliza-se o Contraste de Weber:

$$Cw = (L - L_f) / L_f$$

Onde L é a luminância da área a ser diferenciada e L_f é a luminância do fundo.

A forma mais utilizada para avaliar o contraste de luminância é por um padrão simples de grade senoidal. Este é expresso pelo Contraste de Michelson:

$$Cm = (L_{max} - L_{min}) / (L_{max} + L_{min})$$

Onde luminância máxima (L_{max}) e luminância mínima (L_{min}) são respectivamente a luminância do primeiro plano e do fundo da cena.

Os estudos psicofísicos demonstram duas características que influenciam a visibilidade da cena: o nível da luminância média da cena e a relativa variação de luminância pelo reflexo do objeto (objeto e fundo) (Purpura *et al*, 1988).

1.3.1 Visão Espacial

A visão espacial é a variação de luminância, movimento e cor através do espaço que pode ser disposto em grades verticais e horizontais. Este sinal de grade consiste na alternância de barras claras e escuras (figura 11). Se a transição entre claro e escuro é gradual a representação será uma onda senoidal, caso essa transição seja abrupta a representação será uma onda quadrada (Schwartz, 2010).

Figura 11- (a) representação da onda quadrada de frequência espacial média e (b) representação da onda de grade senoidal de frequência média (webvision.med.utah.edu acessado e modificado 15/04/2012).

A descrição destes padrões espaciais é dada por uma medida conhecida como ciclos por graus, que significa o número de alternância do padrão (por exemplo, preto e branco) que cabem na medida de 1 grau de ângulo visual. Assim, uma frequência espacial de 2 ciclos por grau, significa que em 1 grau de

ângulo visual cabem 2 padrões escuros e 2 padrões claros. Em uma frequência espacial de 10 ciclos por grau, temos 10 padrões escuros e 10 padrões claros. Com isso fica claro que, conforme aumentamos o número de ciclos que cabem dentro de 1 grau de ângulo visual, diminuimos o tamanho dos padrões (figura 12).

Figura 12- Ilustração da variação de frequência espacial e o grau de visão. Quanto maior a frequência espacial mais ciclos estão presente em um grau de visão (webvision.med.utah.edu acessado e modificado 15/04/2012).

Os ciclos ilustrados acima representam uma função periódica que pode ser estudada matematicamente pelas Séries de Fourier. A análise de Fourier é a construção de padrões complexos pela soma de grades senoidais de diferentes frequências, orientações, modulações e fase. Por outro lado objetos podem ser decompostos em uma série de grades senoidais de várias frequências, orientações, modulações e fase. Tal decomposição permite a modulação de cada componente de frequência de um objeto ser reduzido para refletir o impacto do sistema visual num objeto de contraste (Aplegate *et al*, 2001).

As altas frequências espaciais podem ser utilizadas como uma avaliação quantitativa da função dos sistemas óptico e neurais envolvidos na percepção visual (Campbell e Green, 1965)

O limiar é um ponto na função psicométrica onde a intensidade (nível) do estímulo pode ser percebida por uma proporção de vezes que o mesmo é

apresentado, ou seja, ora o observador percebe o estímulo, ora não percebe. A função psicométrica é a relação entre a proporção de respostas corretas e o nível do estímulo (figura 13) (Corso, 1963; Strasburger, 2001).

Figura 13: Função psicométrica. No eixo da abscissa representa o nível do estímulo e no eixo ordenada representa a proporção de respostas corretas frente ao estímulo (Strasburger, 2001).

No caso deste trabalho o limiar é definido como a quantidade mínima de contraste necessário para detectar um objeto qualquer de um determinado padrão espacial.

A sensibilidade ao contraste é a capacidade de ver detalhes de cenas e objetos quando neles há diferença nos níveis de luminância (Campbell e Maffei, 1970). Alternativamente, utiliza-se a medida da Sensibilidade ao Contraste que é a recíproca do Contraste Limiar (Campbell e Robson, 1968; Owsley e Sloane, 1987), definida pela fórmula:

$$SC = 1/CI$$

onde, SC é a sensibilidade ao contraste e CI o contraste limiar.

1.3.2 Função de Sensibilidade ao Contraste

A habilidade de perceber os detalhes nas cenas visuais é determinada tanto pelo tamanho quanto pelo contraste do detalhe presente na superfície observada (Campbell e Robson, 1968).

A Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC) é a variação da sensibilidade ao contraste em relação a uma gama de frequências espaciais (Campbell e Robson, 1968). Então, uma vez que determinada a medida da sensibilidade ao contraste, pode-se imaginar o que acontece quando é realizada esta medida para diferentes tamanhos de padrões espaciais. Se apresentada graficamente a sensibilidade ao contraste em função das frequências espaciais dos objetos medidos resulta na função de sensibilidade ao contraste (FSC).

Gomes e colaboradores (2006) mencionam:

“A avaliação da visão espacial acromática baseia-se na capacidade de diferenciar a quantidade de luz entre duas áreas adjacentes, ou seja, alguma forma de medir o número de fótons oriundos de locais próximos no campo visual. No domínio das frequências, corresponde à avaliação da sensibilidade ao contraste de luminância numa determinada frequência espacial.”

A FSC é um indicador da percepção visual e um dos instrumentos mais importantes na análise teórica e clínica de estruturas visuais, como os fatores ópticos e neurais já mencionados no trabalho (Adams e Courage, 1996).

A Sensibilidade ao contraste esta relacionada com muitos fatores do desempenho visual e por isso pode prejudicar atividades diárias (Stifer *et al*, 2006; Hong *et al*, 2010). Disfunções visuais como o glaucoma, catarata, neurite óptica e

retinopatia diabética, podem evoluir com diminuição da sensibilidade ao contraste, apesar da acuidade visual (AV) não se alterar (Maia, 2007). Isso porque métodos que medem a AV testam a habilidade do olho em perceber padrão de alto contraste (próximos a 100%), mas não avalia os outros níveis de contraste. E por isso não aponta alteração da visão que justifique a insatisfação do paciente em relação a seu desempenho visual (Elliott e Situ, 1998; França e Santos, 2006).

Na FSC é possível perceber que a sensibilidade ao contraste diminui exponencialmente com o aumento da frequência espacial (Campbell e Green, 1965). A FSC apresenta uma curva de formato bem definido para o sistema visual humano (figura 14). Caracterizada por apresentar um pico de sensibilidade máxima nas frequências médias e atenuações nas extremidades da curva que representam as frequências baixas e altas. (Campbell e Robson, 1968).

Figura 14- Curva da Função de sensibilidade ao contraste. (webvision.med.utah.edu acessado 15/04/2012)

A redução da sensibilidade ao contraste das frequências espaciais baixas ocorre devido aos limites retinianos, ou seja, o mecanismo de inibição lateral que atenua o gradiente de contraste nessas frequências (Campbell e Robson, 1968). Com o aumento da frequência espacial há redução da sensibilidade ao contraste

(Campbell e Green, 1965). Esta diminuição da sensibilidade nas altas frequências ocorre pelas questões ópticas e retinianas, ou seja, o tamanho dos fotorreceptores na retina e a limitação do próprio sistema visual que perde resolução com a diminuição do contraste com o aumento da frequência espacial (Campbell e Green, 1965; Consweet, 1970; Rovamo *et al*, 1999).

1.3.3 Desenvolvimento da Sensibilidade ao Contraste

A SC varia com a idade, assim em lactentes e crianças é menor em relação ao adulto. Isto se deve a vários fatores como imaturidade dos fotorreceptores, densidade de fotorreceptores na fóvea e ao tamanho dos olhos (Kelly *et al*, 1997, Brown e Lindsey, 2009), além da imaturidade das vias visuais centrais (Schwartz, 2010, Brown e Lindsey, 2009). Assim a SC melhora de desempenho com o aumento da idade no curso do desenvolvimento da visão (Brown e Lindsey, 2009).

Entre 1 e 3 meses de vida há desenvolvimento na alta frequência espacial (Banks e Salapatek, 1981). Porém a baixa frequência espacial na SC tem desenvolvimento mais rápido com o aumento da idade em relação à alta frequência espacial (Atkinson *et al* 1977, Richman e Lyons, 1994). A atenuação da curva de SC na baixa frequência espacial em adultos já está presente em crianças a partir de 2 meses (Banks e Salapatek, 1981).

A curva da FSC é constante em relação a seu formato durante o desenvolvimento, o que muda é o seu deslocamento para cima na escala da sensibilidade ao contraste e o seu deslocamento para direita na escala da frequência espacial com o aumento da idade (Movshon e Kiorpes, 1988; Teller, 1998; Ellemberg, 1999).

O estudo de Elleberg e colaboradores (1999) confirma a afirmação acima, com a curva da mesma forma em todas as idades estudadas e com o deslocamento para cima na escala da SC e o deslocamento para direita na escala da frequência espacial. Para ilustrar melhor a figura 15 mostra o comportamento da SC neste estudo. Podemos observar que aos 6 anos a SC é maior em relação aos 5 anos, e que aos 7 anos a SC é maior que aos 6 anos. Mas não há diferença entre as idades de 4 e 5 anos, e entre 7 anos e adultos. Já no trabalho de Santos e França (2006) acharam diferença significativa em todas as idades exceto entre 5 e 6 anos. Essas diferenças na FSC entre as idades podem ser relacionadas à imaturidade da retina e da via geniculoesfria (Elleberg *et al*, 1999a).

Figura 15- Representação gráfica dos resultados da pesquisa de Elleberg et al, 1999. Foram avaliadas crianças de 4 a 7 anos e um grupo de adultos. Este gráfico mostra as médias, de cada idade, do desempenho da SC.

A FSC em crianças no primeiro ano de vida é reduzida e deslocada para esquerda na frequência espacial quando comparada a adultos. Eles não respondem ao baixo contraste e a detalhes finos (Teller, 1998).

Os estudos de SC que comparam resultados de crianças com adultos concordam com a redução na curva de FSC, mas divergem quanto às frequências que estão deslocadas e quanto à idade que se aproxima do adulto (Arundale, 1978; Elleberg et al, 1999; França *et al*, 2006, Santos e França, 2006). Isto se deve a diferença de equipamentos e protocolos utilizados em cada trabalho.

1.4 Sensibilidade ao Contraste e Catarata Congênita

Em geral pacientes de catarata inicial apresentam muitas queixas da visão, apesar da AV ser muito boa. (França e Santos, 2006). Nestes casos, os pacientes reclamam de visão pobre, e isto pode estar relacionado ao déficit de visão de contraste nas frequências médias e baixas, mas não para as altas frequências espaciais. (Santos e Simas, 2001; Schwartz, 2010; Bour e Apkarian, 1996). Mesmo quando o estudo realiza a simulação de erro refrativo, é possível mostrar que a acuidade visual não é tão afetada quanto à sensibilidade ao contraste (Elliott *et al*, 1996; Bour e Apkarian, 1996). Em situações de baixa luminância há dificuldade em tarefas funcionais de orientação e mobilidade, reconhecimento de face e expressões faciais (Elliott *et al*, 1996).

Crianças que tiveram privação visual durante a primeira infância por catarata bilateral apresentam perda da visão espacial e temporal (Elleberg *et al*, 2000). Quando submetidas a cirurgia tardia para a remoção da catarata evoluem com ambliopia e baixa AV (Moreno *et al*, 2005). O tratamento da CC é mais eficaz quando a cirurgia é conduzida precocemente, pois há um rápido declínio no desempenho visual devido a tratamentos tardios. As primeiras semanas de vida são

importantes no desenvolvimento visual, já que há diferença significativa no desempenho visual de crianças que passaram pela cirurgia até as 6 semanas de vida (com melhor desempenho visual) em relação as crianças que realizaram a cirurgia após as 6 semanas de vida (Birch *et al*, 1993; Birch e Stager, 1996).

A SC de luminância espacial é reduzida em crianças com seqüela de CC em relação a crianças sem alteração oftalmológicas, com pequena perda da sensibilidade em baixas e médias freqüências espaciais e maior perda nas altas freqüências espaciais (Ellemberg *et al*, 1999b). Esses efeitos na SC são maiores quando a privação ocorre desde o nascimento (Goldberg *et al*, 2001). No estudo de Maurer e colaboradores, 2006, foi realizado re-teste após 1 ano e 2 anos do primeiro teste da SC em crianças com seqüela de CC, ou seja, que passaram pelo tratamento cirúrgico. Houve redução da SC nas freqüências médias e altas, já as baixas freqüências apresentaram melhora quando comparados os testes, ou seja, há uma melhora nas baixas freqüências espaciais com o aumento da idade.

Além do contraste, temos que levar em consideração a integridade dos fatores ópticos, fisiológicos e psicológicos (Santos e Simas, 2001).

O tratamento da CC é cirúrgico, mas mesmo com os avanços das técnicas, a recuperação visual da criança ainda é um desafio (Oliveira *et al*, 2004). O resultado visual de crianças que passaram pela cirurgia de catarata depende da idade de início da catarata, da idade em que a cirurgia foi realizada, do tipo morfológico da catarata e o tratamento e acompanhamento. Considera-se sucesso no tratamento quando a AV final obtida é igual ou melhor que 20/40 Snellen em crianças com idade superior a 4 anos (Ferraz, 2009).

2. JUSTIFICATIVA

A pesquisa é relevante, pois fornecerá a informação da Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC) do grupo que será estudado. As crianças submetidas a cirurgia de catarata apresentam baixa visão e os resultados desta pesquisa trarão informações que podem auxiliar em adaptações necessárias para as atividades do cotidiano, como orientação e mobilidade e as atividades escolares. Já que muitas vezes há bons resultados na avaliação clínica, mas há queixas da família sobre o desempenho global da criança no cotidiano.

3. OBJETIVO

Verificar o impacto na Função de Sensibilidade ao Contraste em crianças submetidas a tratamento cirúrgico de Catarata Congênita, durante a fase de desenvolvimento visual.

4. METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Laboratório de Psicofisiologia Sensorial, Departamento de Psicologia Experimental do Instituto de Psicologia e vinculado ao Programa de Pós-graduação em Neurociências e Comportamento da Universidade de São Paulo. Seguiu os princípios da Declaração de Helsinque e foi encaminhado para aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de São Paulo. Todos os participantes foram informados e orientados quanto aos objetivos e importância da pesquisa, através do termo de consentimento livre e esclarecido (ou será lido para os mesmos), concordando e assinando, permitindo assim a utilização dos dados neste estudo.

4.1 Participantes

Os participantes foram divididos em três grupos: crianças com diagnóstico de CC, crianças sem alteração oftalmológica (grupo controle) e adultos sem alterações oftalmológicas.

Foram incluídas no grupo de crianças de catarata congênita:

- Diagnóstico de CC;
- Crianças de 5 a 10 anos;
- Sem alteração neurológica ou outras doenças sistêmicas

associadas.

Foram excluídas do grupo de crianças de CC:

- Presença de outras alterações visuais associadas;
- Presença de alteração no desenvolvimento neuropsicomotor.

No grupo CC há 9 crianças (média da idade= 6,87; DP= 2,03). Destas 7 crianças têm CC bilateral e 2 têm CC unilateral. As características destas crianças está presente no anexo 1.

No grupo controle há 11 crianças sem doenças oftalmológicas, ou outras alterações sistêmicas e neurológicas, na mesma faixa etária do grupo de crianças com catarata congênita (média da idade = 6,83; DP= 1,38).

No grupo de adultos há 15 indivíduos sem alteração oftalmológica, ou outras alterações sistêmicas, na faixa etária de 20 a 35 anos (mediada idade = 27,63; DP= 4,16).

A opção por avaliar a sensibilidade ao contraste de indivíduos adultos com o propósito de comparar com os resultados do grupo de crianças controle visando acompanhar o desenvolvimento destas.

4.2. Sensibilidade ao Contraste de Luminância

4.2.1 Equipamento

Para a avaliação da sensibilidade ao contraste de luminância foi utilizado o software Metropsis Cambridge Research Systems. O Metropsis é utilizado pelo sistema Cambridge Research Systems (CRS), em um micro-computador Dell com monitor View Sonic PF775 de 19 polegadas, resolução 1312x985, taxa de varredura de frames de 81Hz.

A acuidade visual dos sujeitos foi avaliada através da tabela ETDRS (Xenonio Ltd, Brasil). Esta é transluminada a 100 cd/m² e suspensa em um suporte adequado. Os optotipos apresentam tamanho que variam entre 1,0 (equivalente Snellen de 20/200) e -3,0 (20/10) logMAR na distância de 4 metros. Os passos entre

as linhas da tabela apresentam uma variação de 0,1 logMAR e há o mesmo número de optotipos (cinco) em todas as linhas.

4.2.2 Procedimento

O teste foi realizado nos dois olhos nos grupos de CC e crianças controle. Já no grupo de adultos o teste foi no melhor olho. Foi utilizado o método psicofísico de escada (Cornsweet, 1962) que é uma “adaptação” do método de limites, pois neste o estímulo é previsível e tem componente de habituação, o indivíduo tende dar a mesma resposta.

O método de escada envolve tentativas ascendentes e descendentes, ou seja, o contraste diminui com as respostas corretas e o contraste aumenta com as respostas erradas. O limiar é determinado pela média das reversões. Este método de escada é composto de 12 reversões, e para determinar o limiar foram utilizadas as 6 últimas. As variações de contraste seguem um critério pré-estabelecido, quando há uma resposta errada o estímulo é apresentado com uma intensidade maior em 3 dB e, em caso de resposta certa, o estímulo é apresentado em uma intensidade menor em 1 dB.

Foi utilizado o contraste de Michelson, pelo fato do estímulo ser de grade senoidal vertical acromática em frequências espaciais de 0,2 cpG (contraste inicial de 20%); 0,5 cpG (contraste inicial de 15%); 1,0 cpG (contraste inicial de 10%); 2,0 cpG (contraste inicial de 10%); 4,2 cpG (contraste inicial de 10%) e 8,9 cpG (contraste inicial de 50%) e luminância média de 34,4 cd/m².

O paradigma experimental é de escolha forçada com 2 alternativas. Este é um paradigma clássico em estudos de não-verbais pois se mostrou eficiente na avaliação de crianças pré-escolares e escolares (Richman e Lyons, 1994; França *et al*, 2006, Ellemberg *et al*, 1999a, Ellemberg *et al*, 1999b, Goldberg *et al*, 2001;

Maurer *et al*, 2006, Lewis *et al*, 2007). O estímulo aparece por 3000 ms em um dos lados do monitor e o sujeito deve escolher entre lado direito ou esquerdo (figura 16). Foram realizadas 70 tentativas e a cada 15 apresenta da uma tentativa motivacional.

Figura 16- Foto ilustrativa do monitor onde o estímulo de frequência espacial é apresentado. No lado esquerdo do monitor temos o estímulo.

O indivíduo foi posicionado a 2,47 metros de distância do monitor em sala escurecida (figura 17), e recebeu orientação para manter fixação do olhar na cruz azul de 0,24 graus localizada no centro da tela do monitor durante todo o teste. Um estímulo sonoro avisava o momento em que o estímulo visual aparecia e em seguida o indivíduo apertava o botão direito ou esquerdo de acordo com o lado que julgava estar o estímulo (figura 18). O controle foi manuseado pelo sujeito, tanto nos testes das crianças quanto nos testes dos adultos.

Figura 17- distância entre sujeito e o monitor.

Figura 18- controle utilizado.

Antes de aplicar o teste foi realizada a avaliação da acuidade visual na tabela ETDRS (figura 19).

Figura 19- Foto ilustrativa da Tabela ETDRS (LogMAR) com optotipo E (www.sussexvision.co.uk acessado e modificado em 27/04/2012).

No teste de AV o método de escada envolveu tentativas ascendentes e descendentes, ou seja, a resolução diminuiu com as respostas corretas e aumentou com as respostas erradas. O limiar foi determinado pela média das reversões. Nesta avaliação o método de escada foi composto de 6 reversões, e para determinar o limiar foi utilizado calculo da média aritmética dos valores das 3 últimas reversões. O paradigma experimental é de escolha forçada com 4 alternativas (Costa e França, 2009).

O sujeito foi posicionado a 4 metros da tabela e deverá identificar a orientação do optotipo E, que varia em quatro possibilidades: para cima, para baixo, para esquerda e para direita.

4.3. Análise dos resultados

Os dados originais coletados foram armazenados em planilhas eletrônicas (Microsoft Excel 2007) e as análises estatísticas foram realizadas no Software Estatística (versão 6.0).

O parâmetro considerado para a Sensibilidade ao Contraste foi o limiar de discriminação para diferentes frequências espaciais (02-0,5-1,0-2,0-4,2-8,9). Total de seis valores para cada sujeito.

Os resultados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para investigar o efeito principal de grupo. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 0,05. Para comparar os dados entre a simulação Bootstrap e o valor real dos limites da SC de cada indivíduo foi aplicado o Teste *t* para amostra dependente. Para a correlação entre os resultados da SC e a idade de cirurgia foi utilizado o teste de correlação de Spearman.

5. RESULTADOS

Realizada a avaliação da sensibilidade ao contraste para 18 olhos do grupo controle (10 crianças), 15 olhos do grupo CC (9 crianças) e 15 olhos do grupo adulto (15 indivíduos). Três olhos do grupo CC não foram avaliados pelos seguintes motivos: duas crianças tinham diagnóstico de CC unilateral e uma das crianças com CC bilateral tinha descolamento de retina no olho direito.

No gráfico 1 está representado o valor individual da SC do grupo controle de crianças. Os resultados individuais deste grupo são próximos.

Gráfico 1: Valor individual de cada olho das crianças do grupo controle em cada frequência espacial testada.

No gráfico 2 há os valores individuais da SC do grupo CC. É observado que as curvas são dispersas comparadas com as curvas do grupo controle de crianças do gráfico 1.

Gráfico 2: Valores da SC de cada olho das crianças do grupo CC para cada frequência espacial.

Como a amostra dos três grupos é pequena, houve necessidade de realizar uma simulação com o Bootstrap. Bootstrapping (ou simplesmente bootstrap, em inglês algo como "cintas das botas") é um método de reamostragem proposto por Bradle Efron em 1979. Utiliza-se para aproximar distribuição na amostra de um levantamento estatístico. Usa-se frequentemente para aproximar o viés ou a variância de um conjunto de dados estatísticos, assim como para construir intervalos de confiança ou realizar contrastes de hipóteses sobre parâmetros de interesse. Na maior parte dos casos não pode obter-se expressões fechadas para as aproximações bootstrap e, portanto é necessário obter reamostragens em um ordenador para por em prática o método (Efron e Tibshirani, 1994; Davison e Hinkley, 1997).

Com esta simulação os grupos tornaram-se homogêneos, mas mantiveram suas distribuições reais. As tabelas 1, 2 e 3, abaixo, descrevem os valores de limiar de contraste da simulação (B) e valores do limiar de contraste obtidos nos indivíduos avaliados, em todas as frequências espaciais.

Tabela 1: Descrição dos valores de média e desvio padrão dos limiares de contraste para todas as frequências espaciais testadas no grupo de adultos, da simulação (B) e dos valores reais.

	Média	DP	t	p
B0,2CPG	4,446	0,571		
0,2CPG	4,491	2,248	-0,071	0,944
B0,5CPG	5,070	0,608		
0,5CPG	4,729	1,649	0,875	0,397
B1,0CPG	1,670	0,159		
1,0CPG	1,689	0,638	-0,101	0,921
B2,0CPG	0,790	0,092		
2,0CPG	0,845	0,313	-0,749	0,466
B4,2CPG	0,732	0,095		
4,2CPG	0,768	0,473	-0,266	0,794
B8,9CPG	2,228	0,485		
8,9CPG	2,375	1,660	-0,275	0,787

Tabela 2: Descrição dos valores de média e desvio padrão dos limiares de contraste para todas as frequências espaciais testadas no grupo controle de crianças, da simulação (B) e dos valores reais.

	Média	D.P.	t	p
B0,2CPG	6,216	0,489		
0,2CPG	6,162	2,308	0,103	0,919
B0,5CPG	6,831	0,521		
0,5CPG	7,182	2,533	-0,555	0,586
B1,0CPG	2,804	0,362		
1,0CPG	2,828	1,384	-0,068	0,946
B2,0CPG	1,860	0,216		
2,0CPG	1,944	1,302	-0,268	0,792
B4,2CPG	1,361	0,167		
4,2CPG	1,390	0,839	-0,143	0,888
B8,9CPG	4,726	0,868		
8,9CPG	4,535	4,254	0,180	0,859

Tabela 3: Descrição dos valores de média e desvio padrão dos limiares de contraste para todas as frequências espaciais testadas no grupo CC, da simulação (B) e dos valores reais.

	Média	D.P.	t	p
B0,2CPG	26,686	7,266		
0,2CPG	26,809	28,197	-0,016	0,987
B0,5CPG	13,802	4,152		
0,5CPG	15,021	22,819	-0,207	0,839
B1,0CPG	10,761	3,787		
1,0CPG	10,906	16,349	-0,034	0,974
B2,0CPG	14,103	6,034		
2,0CPG	13,602	24,246	0,078	0,939
B4,2CPG	14,471	3,214		
4,2CPG	13,939	14,493	0,129	0,899
B8,9CPG	42,733	5,226		
8,9CPG	43,085	24,158	-0,052	0,960

As médias dos limiares de contraste são similares as médias dos limiares da simulação nas três tabelas. Isto prova que a simulação manteve a distribuição das frequências dos limiares de contraste em relação aos limiares reais. O desvio padrão dos limiares da simulação diminuiu significativamente, tornando os dados homogêneos. O gráfico 3 apresenta a média dos dados da simulação dos adultos descritos na tabela 2:

Gráfico 3: A linha contínua na cor preta é a média da simulação do grupo de adultos, as linhas pontilhadas, inferior e superior à média representam o limite inferior e superior respectivamente.

O gráfico 4 mostra a média da simulação do grupo adulto com a distribuição individual dos sujeitos do mesmo grupo. Os valores individuais estão na média da simulação para o grupo de adultos.

Gráfico 4: A linha contínua na cor preta é a média da simulação do grupo de adultos, as linhas pontilhadas inferior e superior à média representam o limite inferior e superior respectivamente. Os pontos em cinza representam os valores individuais do grupo de adultos.

O valor das médias entre o grupo de adultos e o grupo controle de crianças mostra que a forma da curva é idêntica para os dois grupos, mas a média do grupo controle de criança é reduzida em todas as frequências espaciais comparada ao grupo de adultos (gráfico 5):

Gráfico 5: A linha contínua preta representa a média do grupo controle e as linhas cinza pontilhadas representam o limite inferior e superior desta média. A linha contínua em verde representa a média do grupo controle de criança e as linhas pontilhadas em verde representam o limite inferior e superior desta média.

Com os dados do gráfico 5, fica claro que a faixa etária estudada está em fase de desenvolvimento, já que o desempenho visual para SC não é igual a do adulto.

A média da simulação do grupo controle de criança e os valores de SC individuais deste grupo são apresentados no gráfico 6. A distribuição individual está dentro da média da simulação.

Gráfico 6: A linha contínua na cor preta é a média da simulação do grupo controle de crianças, a linha pontilhada inferior e superior à média representa o limite inferior e superior respectivamente. Os pontos em cinza representam os valores individuais do grupo controle de crianças.

Na análise do grupo controle de criança com o grupo de CC para os valores reais encontramos redução significativa da SC na CC nas frequências 0,2 cp/g ($F=9,63$; $p=0,004$)-4,2 cp/g ($F= 13,52$; $p<0,001$)-8,9 cp/g ($F= 44,46$; $p<0,001$). Já as frequências de 1,0 cp/g ($F=4,38$; $p=0,044$) e 2,0 cp/g ($F=4,17$; $p=0,049$) também foram significantes, porém muito próximo do limite da significância. A frequência espacial 0,5 cp/g ($F=2,11$; $p=0,16$) não foi significativa. Quando o teste é aplicado para a simulação do grupo controle em relação à simulação do grupo CC há redução

significativa em todas as frequências espaciais testadas: 0,2 cpg ($F=8501,04$; $p<0,001$)- 0,5 cpg ($F=1924,07$; $p<0,001$)- 1,0 cpg ($F=4001,96$; $p<0,001$)- 2,0 cpg ($F=3710,25$; $p<0,001$)-4,2 cpg ($F=11757,71$; $p<0,001$) e 8,9 cpg ($F=41195,38$; $p<0,001$).

O gráfico 7 apresenta o valor da média da simulação do grupo controle de crianças (com respectivos limites inferior e superior da média) e a dispersão dos valores individuais do grupo de CC:

Gráfico 7: Resultados da média da simulação do grupo controle de crianças faixa cinza e a dispersão dos valores individuais do grupo de crianças com seqüela de CC. Os dados que estão acima do limite superior do grupo controle nas baixas frequencias são das crianças de 10 e 11 anos, com idade superior as outras.

No gráfico 7 é observado que as crianças com seqüela de CC estão abaixo da média dos controles, apenas com alguns pontos dentro do limite para baixa e média frequência espacial.

Não houve correlação dos dados de SC com a idade que as crianças apresentavam na data da cirurgia em nenhuma das frequências espaciais:

0,2 cpg ($r=0,32$; $p=0,256$)-0,5 cpg ($r=-0,01$; $p=0,974$)-1,0 cpg ($r=-0,01$; $p=0,974$)- 2,0 cpg ($r=0,37$; $p=0,189$)-4,2 cpg ($r=0,42$; $p=0,134$) e 8,9 cpg ($r=0,47$; $p=0,91$).

6. DISCUSSÃO

Os resultados mostram que houve redução na SC em todas as freqüências espaciais, principalmente na alta freqüência espacial quando usamos como base os dados reais do grupo CC. A catarata afeta a SC em todas as freqüências (Stifer *et al*, 2006).

A literatura confirma a redução na SC na alta freqüência espacial, mas relata que a baixa e média freqüência não apresentam redução significativa comparada ao grupo controle (Elliott e Situ, 1998; Ellemberg *et al*, 1999b; Maurer *et al*, 2006). Neste estudo as crianças dos dois grupos do nosso trabalho têm média de idade inferior ao dos estudos citados anteriormente, elas estão em desenvolvimento em relação ao grupo de adultos e por isso podem acarretar a diferença entre os resultados deste trabalho com os resultados da literatura. Estudos detectaram desenvolvimento da baixa freqüência espacial com o aumento da idade (Richman e Lyons, 1994; Maurer *et al*, 2006). Portanto pode haver uma mudança nesta freqüência com o aumento da idade das crianças, assim como aconteceu com as duas crianças de 10 e 11 anos que apresentaram nas baixas freqüências espaciais um resultado melhor que a média das crianças do grupo controle. A alta freqüência espacial na SC desenvolve mais gradualmente, sua maturidade acontece mais tarde em relação a baixa freqüência espacial (Ellemberg *et al*, 2000).

No desenvolvimento normal da visão a alta freqüência espacial apresenta desenvolvimento a partir dos 2 meses de idade (Banks e Salapatek, 1981). Com o aumento da idade há melhora da SC (Ellemberg *et al*, 1999a; Maurer *et al*, 2006)

No grupo de CC tivemos duas crianças com CC unilateral. Nos casos de CC unilateral há suposição clínica de grandes diferenças nos resultados de

testes de avaliação visual em relação às crianças com CC bilateral. Mas estudos mostram que não há diferenças significativas entre a CC bilateral e unilateral na SC (Ellemberg *et al*, 2000). Os resultados que apontam a diferença entre CC bilateral e unilateral podem ter relação com outros fatores que podem influenciar no resultado da SC como o tipo de catarata e o tempo de tratamento cirúrgico.

O tipo de catarata influencia nos resultados de testes psicofísicos. Porém em estudos com adultos não há concordância sobre qual o tipo de catarata que causa maior prejuízo ou menor prejuízo nas funções visuais como SC espacial e temporal entre outras. Mas todos eles concordam que a SC ao contraste na prática clínica pode oferecer informações relevantes em relação ao desempenho visual e evolução do tratamento de pacientes com catarata, chegando a determinar prejuízos mesmo quando a acuidade visual está normal (Stifer *et al*, 2006; Bal *et al*, 2011).

Em crianças o tempo de privação influencia no desenvolvimento da visão. Muitos estudos descrevem a diferença entre testes psicofísicos quando comparam crianças com tratamento precoce e tratamento tardio. As crianças de tratamento precoce apresentam bom desempenho visual em relação às de tratamento tardio (Birch *et al*, 1993; Birch e Stager, 1996; Ellemberg *et al*, 2000). Alguns estudos não definem o tempo de privação que é considerado como precoce. Apenas o estudo de Birch e colaboradores, 1993 e Birch e Stager, 1996, consideram o tempo ideal antes das 6 semanas de vida, pois estas crianças alcançam nos testes psicofísicos valores iguais ou próximos dos valores normais. O estudo de Goldberg e colaboradores, 2001, que avaliou a capacidade de atenção de crianças com CC, observou que as crianças com cirurgia após os 4 meses de vida apresentaram maior déficit na atenção. Assim a definição de tempo de privação também pode variar com

a característica do instrumento de avaliação e com qual o sistema está sendo avaliado.

Já o estudo de Ellemborg e colaboradores, 1999b, não encontrou relação entre o tempo de privação e a frequência espacial afetada nas crianças de CC bilateral. No presente estudo não houve relação entre o tempo de privação e os resultados da SC, apesar do tempo de privação da amostra do grupo CC variar entre 3 meses e 90 meses, onde 2 crianças receberam o tratamento cirúrgico antes do primeiro ano de vida e 7 crianças após o primeiro ano de vida.

7. CONCLUSÃO

O presente estudo objetivou verificar a SC em crianças que passaram por cirurgia para tratamento da CC sem alterações, outra alteração ocular, sistêmica e neurológica. A SC é deficiente no grupo estudado.

De acordo com o objetivo proposto, as conclusões foram:

- ✓ A redução na sensibilidade ao contraste espacial de luminância ao contraste ocorreu nas frequências baixas, médias e altas;
- ✓ O tempo de privação não teve relação com a redução na SC.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dificuldades operacionais: foi realizado o levantamento de crianças com seqüela de CC no ambulatório de Catarata Congênita da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e Hospital das Clínicas (FM/USP). Os prontuários dessas instituições não são acessíveis, com exceção do ambulatório de CC do Hospital das Clínicas, por isso a necessidade de acompanhar os ambulatórios semanalmente para contato com os pais dos pacientes da UNIFESP e Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. No primeiro momento o levantamento era apenas na UNIFESP, após quatro meses não houve adesão dos pacientes encaminhados para o teste. Este resultado nos levou a procurar outros ambulatórios. Tivemos uma boa adesão dos pacientes da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. Apesar dos ambulatórios serem específicos de Catarata Congênita, em média eram realizados de 2 a 3 contatos por semana. A maioria das crianças não estava dentro dos critérios de inclusão tanto pela idade quanto pelas alterações sistêmicas ou oftalmológicas associadas.

A literatura que aborda a seqüela da CC na SC com testes psicofísicos em crianças é muito reduzida. O tema é pouco estudado e há dificuldade em encontrar crianças com CC sem a associação de outra alteração ocular, sistêmica e neurológica. Por isso há necessidade de continuar pesquisando o tema para o melhor entendimento do impacto da CC nas funções visuais.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, R. J. & Courage, M. L. Monocular contrast sensitivity in 3- to 36-month-old human infants. **Optometry and Vision Science**. v 73, pp546-55, 1996.

Applegate, R. A.; Thibos, L.N.; Hilmantel, G. Optics of aberroscopy and super vision. **J. Cataract Refract Surg**. v. 27, Jul 2001.

Arundale, K. An Investigation into the variation of human contrast sensitivity with age and ocular pathology. **Br. J. Ophthalmol**. v.62, 1978.

Atkinson, J.; Braddick, O.; Moar, K. Contrast sensitivity of the human infant for moving and static patterns. **Vision Res**. v 17, n 9, pp 1045-1047, 1977.

Bal, T.; Coeckelbergh, T.; Loooveren, J.V.; Rozema, J.J.; Tassignon, M.J. Influence of cataract morphology on Straylight and contrast sensitivity and its relevance to fitness to drive. **Ophthalmologica**, v 225, pp105-111, 2011.

Banks, M.S.; Salapatek, P. Infant Pattern vision: a new approach based on the contrast sensitivity function. **Journal of Experimental Child Psychology**. v 31, n 1, pp 1-45, 1981.

Bears, M.F.; Connors, B.W.; Paradiso, M.A. **Neuroscience: exploring the brain**. 3ª edição 2007 – Editora Lippincott Williams & Wilkins.

Birch, E.E.; Swanson, W.H.; Stager, D.R.; Woody, M.; Everett, M. Outcome after very early treatment of dense congenital unilateral cataract. **Invest Ophthalmol Vis Sci** v. 34, n. 13, 1993.

Birch, E.E.; Stager, D.R. The Critical Period for Surgical Treatment of Dense Congenital Unilateral Cataract. **Invest Ophthalmol Vis Sci**. v 37, n 8, pp 1532-1538, 1996.

Bour, L.J. e Apkarian, P. Selective Broad-Band Spatial Frequency Loss in Contrast Sensitivity Functions: comparison With a Model Based on Optical Transfer Functions. **Invest Ophthalmol Vis Sci**. v. 37, n 12, 1996.

Brown, A.M.; Lindsey, D.T. Contrast Insensitivity: The critical immaturity in infant visual performance. **Optometry and Vision Science**. v. 86, n 6, Jun 2009.

Campbell, F.W.; Green, D.G. Optical and retinal factors affecting visual resolution. **J. Physiol.**, 181, p 576-593, 1965.

Campbell, F.W.; Robson, J.G. Application of Fourier Analysis to the visibility of gratings. **J. Physiol.** 197, pp 551-566, 1968.

Campbell, F.W.; Maffei, L. Electrophysiological evidence for the existence of orientation and size detectors in the human visual system. **J. Physiol.** 207,635-652, 1970.

Carlson, S.; Hyvarinen, L.; Raninen, A. Persistent behavioural blindness after early visual deprivation and active visual rehabilitation: a case report. **Br. J. Ophthalmol.** v 70, 1986.

Churchill, A; Graw, J. Clinical and experimental advances in congenital and paediatric cataracts. **Phil. Trans. R. Soc. B.** v 366, pp 1234-1249, 2011.

Coren, S.; Ward, L.M.; Enns, J.T. **Sensation and perception.** Orlando: Harcourt Brace & Company, pp. 76 -184, 1994.

Cornsweet, T. N. The staircase-method in psychophysics. **Am J Psychol.** V 75, pp485-91, Sep 1962.

Corso, J.F. A theoretico-historical review of the threshold concept. **Psychological Bulletin.**v. 60, n. 4, pp 356-370, 1963.

Costa, M.F.; França, V.C.R.M. Diferenças de acuidade visual por três métodos psicofísicos na tabela ETDRS. **Neurociências.** v 5 n 3, Jul/Set 2009.

Davison, A. C. and Hinkley, D. V. **Bootstrap Methods and Their Application.** Cambridge, England: Cambridge University Press, 1997.

Efron, B. and Tibshirani, R. J. **An Introduction to the Bootstrap.** Boca Raton, FL: CRC Press, 1994.

Ellemberg, D.; Lewis, T.L.; Liu, C.H.; Maurer, D. Development of spatial and temporal vision during childhood. **Vision Res.** v 39; pp 2325–2333, 1999a

Ellemberg, D; Lewis, T.L.; Maurer, D.; Liu, C.H.; Brent, H.P. Spatial and temporal vision in patients treated for bilateral congenital cataracts. **Vision Res.** v 39; pp 3480–3489, 1999b.

Ellemberg, D.; Lewis, T.L.; Maurer, D; Brent, HP - Influence Of Monocular Deprivation During Infancy on the Later Development of Spatial and Temporal Vision. **Vision Res.**, v 40, pp 3283–3295, 2000.

Elliott,D.B.; Bullimore, M.A.; Patla, A.E.; Whitaker, D. Effect of a cataract simulation on clinical and real world vision. **Br. J. Ophthalmol.**v 80, pp 799-804, 1996.

Francis, P. J.; Berry, V.; Bhattacharya, S.S.; Moore, A.T. The genetics of childhood cataract. **J Med Genet.** v 37, pp 481-488, 2000.

Ferraz, P.R.P.; Sugano, D.M.; Fernandes,C.L. -Função Visual de Crianças Pseudofácicas por Catarata Infantil. **Rev Bras Oftalmol.** V 68, n 5, pp 278-83, Out/2009.

Figueiredo, M.O.; Iwabe, C. Análise do equilíbrio em crianças com visão normal e com deficiência visual congênita. **Rev. Neurociênc.** v 15, n 4, pp 284-291, 2007.

Foster, J. E.; Abadi, R. V.; Muldoon, M.; Lloyd, I. C. Grading infantile cataracts. **Ophthalm. Physiol. Opt.** V 26, pp 372–379, 2006.

França, V.C.R.M.; Santos, N.A.; Mendes, L.C. – Sensibilidade ao Contraste em Crianças Pré-escolares com Método Psicofísico. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v 22, n.3, pp. 335-338. Set-Dez 2006.

Gagliardo, H.G.R.G.; Nobre, M.I.R.S. Intervenção precoce na criança com baixa visão. **Rev. Neurociênc.** V. 9, n 1, pp 16-19, 2001.

Gagliardo, H. G. R. G.; Gonçalves, V.M.G.; Lima, M.C.M.P. Método para avaliação da conduta visual de lactentes. **Arq. Neuropsiquiatr.** V 62, n 2^a, pp 300-306, 2004.

Goldberg, M.C.; Maurer, D.; Lewis, T.L.; Brente, H.P. The Influence of Binocular Visual Deprivation on the Development of Visual-Spatial Attention. **Developmental neuropsychology**, 19(1), 53–81, 2001

Gomes, B.D.; Souza, G.S.;Rodrigues A.R.; Saito, C.A.; Filho, M.S.; Silveira, L.C.L. Estimativa da Sensibilidade ao Contraste Espacial de Luminância e Discriminação de Cores por Meio do Potencial Provocado Visual Transiente. **Psicologia USP.** V 17, n 4, pp 63-85, 2006.

Graw, J. Congenital hereditary cataracts. **Int. J. Dev. Biol.** V. 48, pp. 1031-1044, 2004.

Hong,Y.T.; Kim,S.W.; Kim, E.k.; Kim, T. Contrast sensitivity measurement with 2 contrast sensitivity tests in normal eyes and eyes with cataract. **J Cataract Refract Surg.** v36, pp 547–552, 2010;.

Hubel, D.H.; Wiesel, T.N. Integrate action in cat's Lateral Geniculate Body. **J. Physiol.** v 155, pp 385-398, 1961.

Hubel D.H.; Wiesel T.N. Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in cat's visual cortex. **J. Physiol.** v. 160, pp 106-154, 1962.

Hubel D.H.; Effects of visual deprivation on morphology and physiology of cells in the cat's lateral geniculate body. **J. Neurophysiol.** 1963.

Hubel, D.H.; Wiesel, T.N. The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens. **J Physiol** 206:419-36, 1970.

Hubel, D.H., Wiesel, T.N. Uniformity of monkey striate cortex: a parallel relationship between field size, scatter and magnification factor. **J. Comp. Neur.** V 158, pp 295-306, 1974.

Hubel, D.H., Wiesel, T.N. Functional architecture of macaque monkey visual córtex. **R. Soc.Lond.B.** v. 198, pp. 1-59, 1977.

Kandel, E.R.; Schwartz, J.H.; Jessell, T.M. **Fundamentos da Neurociência e do Comportamento.** 1ª edição. Editora Guanabara Koogan, 2000.

Kelly, J.P.; Borchert, K.; Teller, D.Y. The Development of Chromatic and Achromatic Contrast Sensitivity in Infancy as Tested with the Sweep VEP. **Vision Res.** v. 37, n. 15, pp. 2057-2072, 1997.

Kronbauer, A.L.; Schor, P.; Carvalho, L.A.V. Medida da visão e testes psicofísicos. **Arq Bras Oftalmol.** V 71, n 1, pp 122-7, 2008.

Lewis, T.L.; Kingdon, A.; Ellemberg, D.; Maurer, D. Orientation discrimination in 5-years-olds and adults tested with luminance-modulated and contrast-modulated gratings. **Journal of Vision.** V 7, n 4, Març 2007.

Lloreda, M.J.H.; Mecanismos de detección Del contraste cromático y de luminancia em el sistema visual humano. **Anales de Psicología.** v. 17, n. 2, pp. 219-233, 2001.

Mahalakshmi, B.; Therese, K.L.; Devipriya, U.; Pushpalatha, V.; Margarita, S.; Madhavan,H.N. Infectious aetiology of congenital cataract based on TORCHES screening in a tertiary eye hospital in Chennai, Tamil Nadu, India. **Indian J.Med. Res.** v 131, pp 559-564, 2010.

Maia, O.O.; Takahashi, W.Y.; Sampaio, M.W.; Hokazono, K.; Misawa, A.K. Sensibilidade ao Contraste na Retinopatia Diabética Tratada por Panfotocoagulação com Laser de Argônio. **Arq Bras Oftalmol.** V 70, n 5 pp 763-6, 2007.

Maurer, D.; Ellemberg, D.; Lewis, T.L. Repeated measurements of contrast sensitivity reveal limits to visual plasticity after early binocular deprivation in humans. **Neuropsychology**, v 44, pp 2104–2112, (2006)

Moreira, S.M.C.F.**Desenvolvimento da Sensibilidade ao Contraste de luminância espacial e temporal.**Dissertação (Mestrado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.2010.

Moreno, L.M.; Tartarella, M.B.; Leal, F.A.M. - Estudo Refracional em Crianças Pseudofácicas. **Arq Bras Oftalmol.** V 68, n 3, pp 373-5, 2005.

Movshon, J.A.; Kiorpes, L. Analysis of the development of spatial contrast sensitivity in monkey and human infants. **J. Opt. Soc. Am. A.** v.5, n. 12, 1988.

Muhit M. Childhood cataract: home to hospital. **Community Eye Health.** V. 17, n 50. pp. 19-22, 2004.

Navarro, A.S.; Fukujima, M.M.; Fontes, S.V.; Matas, S.L.A.; Prado, G.F. Coordenação motora e equilíbrio não são totalmente desenvolvidos em crianças cegas com 7 anos de idade. **Arq. Neuropsiquiatr.** v 62, n 3, pp 654-657, 2004.

Oliveira, M.L.S.; Di Giovanni, M.E.; Neto Jr, F.P.; Tartarella, M.B. Catarata congênita: aspectos diagnósticos, clínicos e cirúrgicos em pacientes submetidos a lensectomia. **Arq Bras Oftalmol.** V 67, n 6, pp 921-6, 2004.

Owsley, C.; Sloane, M.E. Contrast sensitivity, acuity and the perception of “real-world” targets. **Br. J. Ophthalmol.** v 71, pp 791-796, 1987.

Purpura, K.; Kaplan, E.; Shapley, R. M. Background light and the contrast gain of primate P and M retinal ganglion cells. **Proc. Natl. Acad. Sci.** v. 85, pp. 4534-4537, 1988.

Richman, J. E.; Lyons, S. A forced choice procedure for evaluation of contrast sensitivity function in preschool children. **Journal of the American Optometric Association.** v 65, n 12, p. 859-864, Dec 1994.

Robbins, **Patologia Estrutural e Funcional**, 7 edição Elsevier: Génova, 2006.

Roche, O.; Beby, F.; Orssaud, C.; Monod, S.D.; Dufier, J.L. Cataracte Congénitale. **J Fr Ophtalmol**, v 29, n 4, pp 443-455, 2006.

Santos, A.S.; Simas, M.L.B. – Função de Sensibilidade ao Contraste: Indicador da Percepção Visual da Forma e da Resolução Espacial. **Psicologia: Reflexão e Crítica** 14 (3), pp. 589-597, 2001.

Santos, N.A.; França, V.C.R.M. Desenvolvimento da Sensibilidade ao Contraste para Frequências Espaciais em crianças. **Psicologia em Estudo.** 2006 – Set/Dez. n. 3, v. 11, p.599-605.

Schiffman, H.R. **Sensação e Percepção.** 5ª edição, Editora LTC, 2005..

Schwartz, S.H. **Visual Perception:** a clinical orientation. 4ª edição. USA: McGraw-Hill Professi, 2010.

Schmidt, T.M.; Chen, S.; Hattar, S. Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells: many subtypes, diverse function. **Trends in Neuroscience**, pp 1-9, 2011.

Shamanna B.R., Muralikrishnan, R. Childhood cataract: magnetude, management, economics and impact. **Community Eye Health**. V. 17, n 50, pp. 17-18, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE OFTALMOLOGIA – Disponível em:
<www.sboportal.org.br>. Acesso em 10 de jul 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE OFTALMOLIGIA PEDIÁTRICA – Disponível em:
<www.sbop.com.br>. Acesso em 10 de jul 2011.

Stifer, E.; Sacu, S.; Thaler, A.; Weghaupt, H. Contrast acuity in cataracts of different morphology and association to self-report visual function. **Invest Ophthalmol Vis Sci**. v 47, n 12, 2006

Strasburger, H. Converting between measures of slope of the psychometric function. *Perception and Psychophysics*. V. 63, n. 8, pp 1348-1355, 2001.

Teller, D.Y. Spatial and temporal aspects of infant color vision. **Vision Res**. v 38, pp 3275–3282, 1998.

Valberg, A.. **Light vision color**..Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, pp.103-278, 2005.

Wassle, H. Parallel Processing in the Mammalian Retina. **Nature**. v. 5, Oct 2004.

Westheimer, G. Modulation Thresholds for sinusoidal light distributions on the retina. **J. Physiol**. 1960.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Preventing Blindness in Children, 1999-WHO/PBL disponível em <www.who.int>, acesso em Out/2011.

Wiesel T.N., Hubel D.H. Effects of visual deprivation on morphology and physiology of cells in the cats lateral geniculate body. **J Neurophysiol** 26:978-93, 1963.

Wiesel T.N., Hubel D.H. Comparison of the effects of unilateral and bilateral eye closure on cortical unit responses in kittens. **J Neurophysiol** 28:1029-40, 1965.

Yorston, D. Surgery for congenital cataract. **Community Eye Health**, V 17, n 50. pp. 23-25, 2004.

ANEXOS

ANEXO 1 -Tabela dos dados de cada indivíduo do grupo CC

Indivíduo	Diagnóstico	tipo de CC	idade no teste	idade na cirurgia	implante de LIO	AV	outras alterações
1	CC unilateral (OE)	----	91m	OD-90m	OE-90m	20/132	não
2	CC bilateral	----- -----	95m	OD-43m OE- 12m	OD-43m OE-não	20/105 20/50	não não
3	CC unilateral (OD)	PHPV	88m	OD-3m	OD-24m	20/93	não
4	CC bilateral	OD densa total OE densa parcial	70m	OD-12m OE-4m	OD-não OE-não	20/36 20/105	não não
5	CC bilateral	OD-nuclear OE-nuclear	72m	OD-60m OE-60m	OD-60m OE-60m	20/28 20/36	não não
6	CC bilateral	----- -----	62m	----- -----	OD-não OE-não	20/200 20/180	não não
7	CC bilateral	OD-PHPV OE-PHPV	70m	OD-68m OE-69m	OD-68m OE-69m	20/180 20/142	não não
8	CC bilateral	OD-nuclear OE-nuclear	129m	OD-48m OE-24m	OD-48m OE-24m	20/24 20/26	não não
9	CC bilateral	----- -----	134m	OD-48m OE-48m	OD-48m OE-48m	- 20/90	Retinopatia não

ANEXO 2- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

IMPACTO DA CATARATA CONGÊNITA NA SENSIBILIDADE AO CONTRASTE

Justificativa e Objetivo da pesquisa: Sabemos que a catarata influencia a curva de Sensibilidade ao Contraste, desta forma, o desafio do estudo é entender qual o comportamento desta curva em crianças de 5 a 10 anos com Catarata Congênita que foram submetidas à cirurgia.

O procedimento desta pesquisa não é invasivo. Será aplicado um teste psicofísico da Função de Sensibilidade ao Contraste através de um monitor e a utilização do software Metropsis. O estímulo é apresentado em uma tela dividida em dois lados, onde o estímulo, um quadrado com grades alternando listras brancas e pretas, aparece em um desses lados. O protocolo utiliza um método de avaliação onde a pessoa escolhe o lado onde aparece o quadrado com grades através de um controle.

Não há desconforto e riscos para este teste. O sujeito receberá o resultado do teste para informações clínicas.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para esclarecimento de eventuais dúvidas. Além da liberdade de retirar o consentimento a qualquer momento e, portanto, deixar de participar do estudo. Salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade. A principal investigadora é *Cristiane Maria Gomes Martins*, que pode ser encontrada no endereço – Av: Profº Mello Moraes, 1721 - Cidade Universitária. Telefone(s) 11-3091 4263 ou 11- 8323 3799.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da USP (CEP-HU) no endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 2565 – Cidade Universitária – CEP: 05508-000 – São Paulo – SP - Telefone: 3091-9457 – Fax: 3091-9452 - Email: cep@hu.usp.br.

Caso seja detectado no sujeito que está sendo selecionado algum problema de saúde previamente ao início da pesquisa, ele será encaminhado ao Sistema Único de Saúde (SUS) para tratamento. Se houver intercorrência de saúde com o sujeito participante decorrente da pesquisa, este será atendido no HU/USP segundo o critério de assistência do mesmo (hospital de atendimento secundário). Se houver necessidade de atendimento de maior complexidade, o pesquisador deverá encaminhá-lo ao SUS.

A duração do teste é de aproximadamente 20 minutos.

Nome do participante: _____

ou

Nome do Responsável: _____

Número do documento de identidade: _____

Data nascimento: __/__/____

Sexo: ()F ()M

Endereço: _____

Telefone: _____

“Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.”

São Paulo data __/__/____

Assinatura Participante: _____

ou

Assinatura do Responsável (menor de 18 anos ou incapacitado): _____

Assinatura Pesquisador: _____

Cristiane M. G. Martins
Instituto de Psicologia (IP-USP)

Anexo 3 – Aprovação do CEP

Plataforma Brasil - Ministério da Saúde

Hospital Universitário da Universidade de São Paulo - HU/USP**PROJETO DE PESQUISA****Título:** IMPACTO DA CATARATA CONGÊNITA NA SENSIBILIDADE AO CONTRASTE**Pesquisador:** Cristiane Maria Gomes Martins**Versão:** 1**Instituição:** INSTITUTO DE PSICOLOGIA ((USP))**CAAE:** 00786312.8.0000.0076**PARECER DO COLEGIADO****Número do Parecer:** 16323**Data da Relatoria:** 16/03/2012**Apresentação do Projeto:**

VIDE O PROJETO

Objetivo da Pesquisa:

VIDE O PROJETO

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

VIDE O PROJETO

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

excelente

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE OK

Recomendações:

Necessitamos discriminação de onde serão captados os 80 sujeitos de pesquisa. 20 adultos normais, 30 cças sem alteração oftalmológica ou sistêmica e as 30 com catarata congênita corrigida. Também definir se está previsto auxílio para sua locomoção. Este é o 3º parecer feito. Os 2 anteriores foram perdidos pela Plataforma Brasil. Então este vai de forma telegráfica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Necessitamos discriminação de onde serão captados os 80 sujeitos de pesquisa. @0 adultos normais, 30 cças sem alteração oftalmológica ou sistêmica e as 30 com catarata congênita corrigida. Também definir se está previsto auxílio para sua locomoção. Este é o 3º parecer feito. Os 2 anteriores foram perdidos pela Plataforma Brasil. Então este vai de forma telegráfica.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto pode ser iniciado, apenas solicitamos a pesquisadora discriminar onde serão captados os patientes e controles. Pareceu-nos ao ler o projeto que provavelmente será na UNIFESP.

SAO PAULO, 27 de Abril de 2012

Assinado por:
Mauricio Seckler