

Refração e síndrome de fadiga visual no uso de sistema de televisão ULTRA- HD-3D- 4K de tela curva

Refraction and visual fatigue syndrome on watching the ULTRA HD 4k television curved screen system

Nadyr Antonia Damasceno¹, Eduardo de França Damasceno²

RESUMO

Objetivo: Avaliar uma possível desordem de sensibilidade ocular (similar a glare), com sintomas de fadiga visual, através da observação de tela de televisão ULTRA HD- 3D- 4K de tela curva de 55 polegadas, em voluntários com exame oftalmológico normal. **Métodos:** Um estudo prospectivo, longitudinal, caso-controle, com formação de grupos por faixa etária e com critérios de inclusão e exclusão. Uma comparação de um vídeo documentário gravado com resolução HD 4K e o mesmo documentário gravado em FULL HD antes e após a tele-audiência anterior consistindo numa avaliação de três fases do estudo com os mesmos critérios. A fadiga visual foi analisada por meio de um questionário padronizado de queixas de síndrome de fadiga visual comuns e comparado a teste de sensibilidade ao contraste, teste de amplitude de acomodação e convergência, teste de frequência de piscar e teste de movimentos sacádicos conjugados oculares de grande amplitude. Equipamentos acessórios como *tablets* com câmara digitais serão utilizados para gravação de vídeos da frequência de piscar, e de movimentos oculares sacádicos durante toda a audiência televisiva. Análise estatística com Teste de Qui quadrado, teste t de Student, teste de Tukey e teste F com análise de Variância foram feitos para dados em tabelas de contingência e gráficos caixa em Box Plot. Nível de significância estimado em 5%. **Resultados:** Oitenta voluntários normais foram avaliados e avaliados como inferência de expressividade estatística alpha (α) de 10%, sem obter significância de 5% para as queixas de um questionário de Síndrome de Fadiga Visual. Outros testes estatísticos revelam dados de significância de 5% numa inferência global da pesquisa quanto à frequência de piscar e de movimentos sacádicos conjugados oculares de grande amplitude. **Conclusão:** Telas de televisão de alta resolução ULTRA HD 4K, podem provocar queixas de fadiga visual numa população de características pouco comuns (com baixa frequência de piscar palpebral e movimentos sacádicos conjugados), mas existentes. O baixo índice de estatística significativa poderá revelar-se de maior expressão no uso de uma amostragem de pesquisa mais numerosa. Os autores chamam a atenção para a possibilidade de incremento desse efeito de fadiga visual no futuro advento de Sistema de Televisão ULTRA HD 8K.

Descritores: Refração; Recursos audiovisuais; Sensibilidade de contraste; Astenopia; Acomodação ocular; Piscadela; Movimentos sacádicos oculares; Visão ocular/fisiologia

¹ Hospital Naval Marcílio Dias, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Departamento de Oftalmologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

Instituição de Pesquisa: Hospital Universitário Antônio Pedro, Niterói, RJ, Brasil.

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Recebido para publicação em 28/06/2016 - Aceito para publicação em 12/07/2016

ABSTRACT

Purpose: To evaluate eye sensitivity disorder (similar to glare), with symptoms of visual fatigue, through watching television ULTRA HD-3D-55-inch 4K curved screen among volunteers with normal eye examination. **Methods:** A prospective, longitudinal, case-control study, with inclusion and exclusion criteria and groups formation enrolled by age range. A comparison of a video documentary presented with the ULTRA HD TV 4K and with the FULL HD TV before and after the previous tele-audience, consisting of an evaluation of three phases of the study regarding the case-control criteria. The main variable analyzed was a questionnaire of visual fatigue syndrome complaints which was compared with secondary variables as the contrast sensitivity test, amplitude of accommodation test, blink frequency test, and test of conjugated saccadic eye movements of big amplitude. Tablets with digital camera equipment were used for video recording of the blink frequency, and saccadic eye movements throughout the television audience. Statistical analysis with Chi Square test. **Results:** Eighty healthy volunteers were evaluated and assessed as expressiveness of statistical inference alpha (α) of 10%, without obtaining significance of 5% for complaints of a questionnaire Visual Fatigue Syndrome. Other statistical tests showed 5% of significance of data in a global inference research on the frequency of blinking and combined saccadic movements of great amplitude. **Conclusion:** High resolution television screens ULTRA HD 4K may cause complaints of eyestrain in a population with some uncommon characteristics (low eyelid blink frequency and conjugated saccades movements). The low statistical significant index could be increased in a research with a higher number of participants. The authors call attention to the possibility of increasing this visual fatigue effect in the future advent of Television System ULTRA HD 8K.

Keywords: Refraction; Audiovisual aids; Contrast sensitivity; Asthenopia; Accommodation, ocular; Blinking; Saccades; Vision, ocular/physiology

INTRODUÇÃO

Na atualidade, televisores de alta definição com telas de grande extensão em polegadas têm sido uma tendência de consumo do mercado mundial. Muitos destes sistemas são montados como 3D-HD (Imagem em Estereopsia de Alta Densidade de Resolução), a qual é apregoada a vantagem de apresentar a melhor visão estereoscópica das imagens televisivas¹.

Este tipo de recurso atinge um máximo de resolução com o sistema de televisão 4K, também denominado de ULTRA HD. Este expediente é proclamado com detentor de um recurso visual de 3 campos de planos de distinção de imagens, obtendo-se com isto, uma elevada resolução em imagem estereoscópica. Esta conveniência é ainda mais realçada na presença de uma tela encurvada, disposta em uma grande dimensão, como de 55 polegadas.

No entanto, algumas pessoas comentam determinado desconforto visual após longo tempo de exposição ao assistir determinada tela de TV, embora fascinados com a beleza de cores e imagens².

Este trabalho possui o objetivo de avaliar este tipo de perspectiva, através de testes psicofísicos como sensibilidade ao contraste, acomodação e convergência, teste de frequência de piscar e teste de movimentos sacádicos conjugados de grande amplitude. Esses testes foram avaliados anteriormente, logo após e a no dia seguinte; depois de assistir o mesmo programa de TV (por 60 minutos) em tal tela de resolução 4 K.

Deste modo, destacou-se como hipótese a ser estudada de uma possível sensibilidade ocular ofuscante (tipo *glare*), como uma suposta similaridade a queixas de síndrome de fadiga visual ao se observar telas de computadores, *tablets*, *laptops* e *notebooks*.

Para não haver dúvidas, quanto a qualquer influência de desordem ocular patológica, foi realizado esse tipo de estudo entre voluntários com exame oftalmológico normal, principalmente com ênfase aos aspectos de refração.

MÉTODOS

O presente estudo avaliou 80 participantes (40 homens e 40 mulheres) por meio de um estudo prospectivo, longitudinal, de caso-controle, com formação de grupos por faixa etária.

O estudo obedeceu as normas para pesquisa com seres Humanos (Resolução do Conselho de Saúde 196/ 1996) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Todos os voluntários assinaram o termo de consentimento informado.

Critérios de seleção

O critério de inclusão foi todos os participantes serem emétopes e com acuidade visual de 20/20 para longe e J1 para perto.

Os critérios de exclusão foram: não haver queixa de cefaleia ou cansaço visual, possuir a televisão ULTRA HD- 3D- 4K de tela curva, possuir sintoma de astenopia, usuários de lentes de contato coloridas, portadores de pterígio, usuários de colírios lubrificantes oculares, teste de Break up time (BUT) < ou igual a 15 segundos, usuários de antialérgicos e colírios para glaucoma.

O estudo foi realizado no ambulatório de Oftalmologia do Hospital Antônio Pedro no período entre novembro e dezembro de 2015.

Os voluntários realizaram exame de refração e teste de perfeita estereopsia (teste de Titmus); Biomicroscopia em lâmpada de fenda (Topcon SL-1E) para avaliar a exclusão de olho seco ou blefarite; teste de Break up time (BUT), teste com coloração com fluoresceína (Alcon Brasil).

Formação dos grupos

Os participantes foram distribuídos em quatro grupos de faixa etária: menor ou igual a 20 anos, 21 a 30 anos, 31 a 40 anos e maior de 41 anos de idade.

Para adequar as variáveis de ordem pessoal como sexo pelo fator hormonal (menarca), foram determinados os mesmos números de voluntários para homens e mulheres: 10 indivíduos (masculino/ feminino) para cada grupo.

Os participantes assistiram a um DVD de um documentário de turismo com resolução 4K e na televisão ULTRA HD – 3D-4K- de 55 polegadas de tela curva (LG) compatível com o referido DVD. O programa televisivo teve duração de 60 minutos e apresentou várias imagens coloridas estáticas e em movimento, focalizadas a distância ou em close up, com áudio em inglês e legenda de tradução em português na parte inferior da tela. O documentário foi apresentado sempre no mesmo horário (às 09:00 horas da manhã), em sala climatizada, com controle de temperatura (24 ° C) e umidade.

A televisão foi posicionada à 10 metros dos telespectadores. Os espectadores se sentaram em cadeiras com antebraços e mesa de apoio a frente (semelhante as cadeiras escolares). As cadeiras foram dispostas em fileiras com 10 cadeiras.

Todo equipamento adicional para auxílio da pesquisa como *tablets* (CCE), lápis, formulários de questionários foram dispostos sobre essa mesa. Como critério de caso-controle, antes e após assistir a televisão (ULTRA HD- 3D- 4K), foram coletados os dados referentes as mesmas variáveis pesquisadas no estudo.

Fases do estudo

A pesquisa foi realizada em três fases de etapas:

- **1ª fase do estudo:** Após o processo de seleção e formação de grupos de pesquisa, estes voluntários foram avaliados por meio de audiência do mesmo programa televisivo em televisão FULL HD (LG), 24 horas previamente a submissão do procedimento televisivo e objetivo deste estudo

- **2ª fase do estudo:** Procedimento de pesquisa – Audiência do programa de 60 minutos de duração em televisão ULTRA HD – 3D – 4K de tela curva de 55 polegadas (LG). Todos os voluntários selecionados assistiram ao mesmo programa televisivo sob condições de sala de audiência estandardizadas no mesmo horário para todos.

- **3ª fase do estudo:** No dia seguinte, os mesmos voluntários foram submetidos a audiência do mesmo programa televisivo de 60 minutos em FULL HD, no mesmo horário.

Nestas etapas, os voluntários foram submetidos as mesmas variáveis pesquisadas.

Variáveis investigadas

Foram avaliadas variáveis que pudessem demonstrar uma possível sensibilidade ocular ofuscante (Glare), com sintomas de fadiga visual ao assistir a tela de televisão ULTRA HD- 3D- 4K de tela curva (LG).

Variável principal

- Questionário de queixas de síndrome de fadiga visual e olho seco (Anexo 1)

Variáveis secundárias

- Frequência de piscar palpebral: observado através de vídeo focalizado sobre o rosto do voluntario, em especial sobre ambos os olhos.

- Movimentos sacádicos conjugados de grande amplitude: observado através de vídeo focalizado sobre o rosto do voluntario, em especial sobre ambos os olhos.

- Teste de sensibilidade ao contraste visual: Método de tabela de Pelli-Robertson: leitura realizada logo após o término da audiência do programa de TV ULTRA HD 4K

- Amplitude de acomodação: Método refratométrico com uso de refrator de Greens e cartão de leitura de Jaegger.

Equipamentos

Cada voluntário na ocasião do estudo, diante de si, sobre a mesa auxiliar de sua cadeira para audiência, teve um *Tablet* digital (CCE) de 6 polegadas com câmera digital posicionado para sua face, em especial para seus olhos. A finalidade deste equipamento foi filmar o piscar palpebral e seus movimentos oculares sacádicos conjugados de grande amplitude durante toda a audiência do programa televisivo nas três fases deste estudo.

Foi contado, checado e recontado com precisão a frequência de piscar de cada voluntário e a frequência de movimento ocular sacádico conjugado deste mesmo voluntário.

Análise estatística

Este estudo apresentou a formação de 3 grupos de pesquisa baseados na faixa etária e quatro testes de avaliação, divididos em três etapas. Usou-se inicialmente análise estatística univariada com significância de 5% ($p < 0,05$).

As variáveis estatisticamente significativas foram posteriormente avaliadas através do teste F (ANOVA) para se avaliar a variável mais expressiva entre estas. Estes dados foram dispostos sob a forma de Box Plot ou em gráfico caixa para demonstrar a sua distribuição. Foram dispostos em tabelas as variáveis na seguinte distribuição: questionário de queixas de síndrome de fadiga visual com dados qualitativos (teste Qui Quadrado- análise tabular); frequência de piscar e movimento sacádico e teste de sensibilidade ao contraste visual como dados intervalares com média e Desvio padrão (teste *t* de Student Bonferroni e Tukey).

Por questão de adequação estatística e para se atingir um número de amostra apropriada para comparação, foram agrupados os indivíduos de faixa etária de 21 a 30 anos e de 31 a 40 anos num só grupo (somatório dos grupos 2 e 3). Assim, se determinou três grupos de faixa etária para pesquisa estatística: Grupos I (21 a 30 anos), Grupo II (somatório) e Grupo III (maior de 41 anos).

RESULTADOS

Os resultados do questionário sobre queixas de Síndrome de Fadiga Visual (SFV) como variável primária, foram dispostos na tabela 1:

Tabela 1

Frequência dos 3 grupos de voluntários com queixas de SFV através de questionário presente nas três fases da pesquisa.

SFV / Questionário	Grupo I			Grupo II			Grupo III		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Fases do estudo									
Sexo	M F	M F	M F	M F	M F	M F	M F	M F	M F
Sinais presentes	0 0	2 2	0 0	0 0	1 3	0 0	0 0	2 3	0 1
Sinais ausentes	1 1 0 0	8 8	1 1 0 0	2 2 0 0	1 1 9 7	2 2 0 0	1 10 0	8 7 7	1 9 0
X ² quiquadro		NS			NS			0,10*	NS

NS: Não significativo. * : P valor apenas expressivo para inferência alfa (") de 0,10 (não significativo para significância de 5%). Teste estatístico: Qui quadrado com correção de Yates

O total da amostra de pacientes com algum tipo de queixa visual ao questionário de síndrome de fadiga visual foi de 16,5% (13/80 voluntários). Nenhum destes pacientes assinalou qualquer queixa de SFV na 1ª fase do estudo. Apenas 1 voluntário descreveu algum sinal de SFV na etapa de pós controle (3ª fase).

Mesmo assim, somente entre pacientes do Grupo III na fase 2 (pesquisa na TV 4K) do estudo se pronunciaram com alguma inferência estatística expressiva, embora não houvesse significância na comparação global dos dados tabulares durante

a pesquisa (apenas expressivo na estatística para inferência alpha de 0,10).

Sinais específicos de Glare (ofuscamento) foram relatados apenas em 7 pacientes (8,75%), sendo os outros sinais descritos por voluntários como pouco específicos e de moderada a tênue intensidade.

A tabela 1 apresentou estes resultados positivos de SFV em relação as variáveis secundárias. A tabela foi distribuída nos grupos I, II e III, de acordo com sinais presentes e ausentes de SFV.

Tabela 2
Distribuição de acordo com as variáveis secundárias pesquisadas

Variáveis Secundárias	Grupo I			Grupo II			Grupo III											
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª									
Fases do estudo	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª									
SFV	SFV+	SFV-																
Movimento Sacádico Conjugado	1869,1 ±102,21	2198,9 ±299,47	1798,4 ±9934	2200,1 ±159,4	1868,2 ±162,3	2159,6 ±326,4	1961 ±46,77	2273 ±225,2	1943 ±56,43	2222,1 ±32,12	1997 ±65,42	2291,5 ±87,65	2032,4 ±176,2	2108,9 ±171,8	1997,6 ±87,34	2084,8 ±162,21	2041,3 ±112,3	2134, ±102,3
Teste t Student/ Tukey	Não Significativo		Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Não Significativo	Não Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Não Significativo
Frequência de Piscar	622,5 ±33,4	5721,4 ±97,79	615,7 ±45,13	712,7 ±96,51	689,1 ±59,43	731,4 ±76,2	769,1 ±85,63	764,3 ±99,79	664,33 ±43,21	734,72 ±88,43	679,4 ±67,98	764,3 ±99,79	713,5 ±44,15	760,75 ±76,69	643,4 ±14,5	705 ±67,32	721,5 ±67,23	713,2 ±50,37
Teste t Student/ Tukey	Significativo	Significativo	Significativo	Não Significativo	Não Significativo	Não Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Não Significativo	Não Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Não Significativo
Amplitude de Acomodação	- 025 ±0,25	- 0,07 ±0,23	0,01	0,15 ±0,20	0,17 ±0,09	- 0,03 ±0,14	0,20 ±0,32	0,17 ±0,13	0,31 ±0,16	0,35 ±0,26	0,34 ±0,11	0,23 ±0,22	0,55 ±0,25	0,65 ±0,25	0,95 ±0,35	0,89 ±0,25	0,75 ±0,25	0,67 ±0,20
Teste t Student/ Tukey	Não Significativo																	
Sensibilidade ao Contraste	1,79 ±0,05	1,82 ±0,04	1,75 ±0,04	1,80 ±0,03	1,80 ±0,05	1,81 ±0,04	1,80 ±0,07	1,81 ±0,03	1,79 ±0,05	1,82 ±0,04	1,81 ±0,05	1,82 ±0,04	1,80 ±0,05	1,82 ±0,05	1,79 ±0,05	1,80 ±0,04	1,81 ±0,05	1,82 ±0,04
Teste t Student / Tukey	Não Significativo																	

SFV + pacientes com queixa de Síndrome de Fadiga Visual relatadas ao questionário.
 SFV - pacientes sem queixas de Síndrome de Fadiga Visual relatadas ao questionário.
 Valores expressos em média e desvio padrão. Teste estatístico: Teste t de Student - Tukey

As amostras referentes a frequência de piscar e frequência de movimentos sacádicos conjugados foram as variáveis mais comuns envolvidas de forma significativa dentre os casos dos pacientes com queixas de síndrome de fadiga visual.

Na tabela 2, demonstrou-se a evidência desta afirmação, principalmente nas condições nas quais há maior exigência visual, como na fase 2 do estudo, onde surgiram com maior frequência as queixas no questionário de SFV.

As variáveis como amplitude de acomodação ou sensibilidade de contraste visual não revelaram padrão de significativa participação estatística.

Embora de padrão estatístico de variáveis não significativas, a amplitude de acomodação possui caráter fisiológico progressivo, conforme maior incremento de faixa etária e seus Grupos I, II e III.

Os gráficos Caixa tipo Box-Plot apresentaram um grupo de voluntários com uma frequência de piscar e frequência de movimentos sacádicos conjugados menores, mesmo numa condição de evento que não haja uma maior exigência visual (subgrupos destacados com asteriscos).

Entretanto, quando em maior exigência de esforço visual, houve uma percepção de fadiga tênue, não revelando propriamente nenhuma morbidade refracional.

Os gráficos caixas (box plot) 1, 2, 3 e 4 avaliaram a análise multivariada secundária global de toda a pesquisa, correspondente a variáveis secundárias.

As definições para Significância estatística foram referentes a Frequência de Piscar Palpebral e Frequência de Movimentos Sacádicos Conjugados.

DISCUSSÃO

Os sintomas de síndrome de fadiga visual são descritos com apreciações vagas relacionados a sintomas de olho seco e associado a queixas de astenopia³.

Devido a atenção de leitura, há uma redução da frequência de piscar natural. Isto ainda é mais realçado ao observar-se a tela de computadores, *Tablets* e *Notebooks*³.

Entretanto esta queixa de fadiga visual, embora amplamente pesquisada relacionando-se à leitura e acomodação visual, também é descrita na forma de observação de telas de computadores a distância e principalmente ao observar-se telas de televisão.

Yano e Acosta relatam a possibilidade de apresentação de queixas de fadiga visual ao assistir telas de televisão, sendo relacionado à estereopsia, a sua correlação de hipótese de seu principal fator imputado^{4,5}.

Porem estes artigos científicos foram baseados em televisão tipo HDTV- 3D , de telas de cristal-liquido ou plasma. Na atualidade sua maior resolução acontece com telas de LED (FULL HD), e com sistema de imagem ULTRA HD- 4k.

A principal característica da imagem de tela de Televisão 4K é sua resolução de imagem (ULTRA HD) de 3840 X 2160 dpi, maior do que o padrão FULL HD de 1920 X 1080 dpi. Suas características de brilho, contraste e matiz de cores individualizadas ponto a ponto fazem com que a sua percepção de estereopsia 3-D, seja como uma visualização de três planos de imagens em relevo¹.

Mesmo assim, alguns telespectadores relatam sensação de imagens em movimento relacionado de uma as outras, oque requer maior atenção e mobilização de foco ocular constantemente.

Este tipo de fadiga pouco relacionado a acomodação ocular seria mais similar ao cansaço ocular produzido após um longo período de um exame de Perimetria ou Campimetria, ao mensurar o campo visual, quer central ou periférico. Isto é algumas vezes referido pelo pacientes⁶.

Nesta pesquisa observou-se a possibilidade de haver um grupo de pessoas, com condição de exame ocular normal, que naturalmente possuem uma frequência de piscar palpebral, bem como movimento sacádico ocular conjugado em menor grau de constância^{7,8}.

No entanto, somente um estudo standardizado com voluntários normais, comprovadamente avaliados através de refração e testes psicofísicos complementares, poderia revelar alguma evidencia desta tendência.

Este tipo de estudo possui a sua importância, porque já existe pesquisa para desenvolvimento de telas de televisão e mesmo computadores de resolução ULTRA HD 8K, com provável resolução de imagem de 4220 X 2980 dpi. Nesta percepção, a imagem em 3D apresentaria uma impressão visual em quatro planos de relevo. Este fato implicaria num maior esforço visual, no qual para distância, não requerendo acomodação ou astenopia, sofreria envolvimento sobre a frequência de piscar e movimentos sacádicos conjugados⁹.

Como limitações do estudo, está a parcialidade de se medir esforço visual por meio de questionário, o qual pode variar

devido a subjetividade das questões. Por isso o questionário utilizado nesta pesquisa foi de caráter binário: presente ou ausente (não se utilizando ordens de intensidade). Mesmo assim, a maioria dos voluntários pesquisados com resposta positiva para fadiga visual relatou queixas de ténue intensidade.

Outra questão está na mensuração de movimentos sacádicos oculares de grande amplitude na qual sua perfeita mensuração está descrita com equipamentos digitais de focalização através de reflexos pupilares de iluminação corneana com luz a laser¹⁰.

A gravação de vídeo dos olhos dos voluntários, entretanto, facilita sua contagem e recontagem por mais de um pesquisador, diminuindo qualquer viés de erro metodológico que possa haver na pesquisa¹¹.

Concluindo, os autores advogam que telas de televisão de alta resolução ULTRA HD 4K , podem provocar queixas de fadiga visual numa população de características pouco comuns (com baixa frequência de piscar palpebral e movimentos sacádicos conjugados), mas existentes.

O baixo índice de estatística significativa poderá revelar-se de maior valor no uso de uma amostragem mais numerosa.

O advento futuro de telas de TV de resolução 8K podem incrementar este dilema e ,embora o relato de Glare entre os voluntários queixosos nesta pesquisa seja mínimo, poderá haver alguma vantagem ao adicionar telas anti-reflexo nestes tipos de dispositivos¹².

REFERÊNCIAS

1. Tranton P. 4K TV Guide 2016. A Beginner's guide (2016). Kindle Ed. USA: Createspace Independent Publishing Platform; 2015.
2. Blehm C, Vishnu S, Khattak A, Mitra S, Yee RW. Computer vision syndrome: a review. *Survey Ophthalmol.* 2005; 50: 253-62.
3. Rosenfield M. Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. *Ophthalmic and Physiological Optics.* 2011; 31: 502-515.
4. Yano S, Ide S, Mitsuhashi T, Thwaites H. A study of visual fatigue and visual comfort for 3D HDTV/HDTV images. *Displays.* 2002; 23(4):191-201.
5. Acosta MC, Gallar J, Belmonte C. The influence of eye solutions on blinking and ocular comfort at rest and during work at video display terminals. *Exp Eye Res.* 2011; 68(6):663-9.
6. Chen C, Wang J, Li K, Liu Y, Chen X. Visual fatigue caused by watching 3DTV: an fMRI study. *Biomed Eng Online.* 2015;14 Suppl 1:S12.
7. Hirota M, Uozato H, Kawamorita T, Shibata Y, Yamamoto S. Effect of incomplete blinking on tear film stability. *Optometry Vis Sci.* 2013; 90(7): 650-7.
8. Cardona G, Garcya C, Seres C, Vilaseca M, Gispets J. Blink rate, blink amplitude, and tear film integrity during dynamic visual display terminal tasks. *Cur Eye Res.* 2011; 36(3):190-7.
9. Solimini AG. Are there side effects to watching 3D movies? A prospective crossover observational study on visually induced motion sickness. *PLoS One.* 2013; 8(2):e56160.
10. Tosi Rodrigues S. O movimento dos olhos e a relação percepção-ação [Internet]. 2010. [citado 2015 Out 10]. Disponível em: http://www2.fc.unesp.br/livia/pdfs/35_br.pdf
11. Zambarbieri D, Carniglia E. Eye movement analysis of reading from computer displays, eReaders and printed books. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2012; 32(5):390-6.
12. Lambooi M, IjsselsteijnW, Fortuin M, Heynderickx I. Visual discomfort and visual fatigue of stereoscopic displays: a review. *J Imaging Sci Technol.* 2009; 53(3):030201-030214

ANEXO 1

Questionário de Pesquisa de Síndrome de Fadiga Visual

Após audiência do documentário da Televisão, assinale a resposta:

1) Você sentiu algum tipo de desconforto visual:
 SIM NÃO

2) Caso positivo, de qual tipo:

- Ardência dos olhos
- Visão embaçada
- Dor nos olhos
- Dor-de-cabeça
- Ofuscamento (Glare)
- Náusea ou enjoo
- Cansaço
- Sensação difícil de definir

Frequência de Piscar Palpebral

Observado através de vídeo focalizado sobre o rosto do voluntário, em especial sobre ambos os olhos.

• Somente foi computado no estudo, avaliações com piscar completo, havendo extrema atenção para diferencia-los de movimentos sacádicos conjugados.

Frequência de Movimentos Sacádicos Conjugados

Observado através de vídeo focalizado sobre o rosto do voluntário, em especial sobre ambos os olhos.

• Somente foi computado no estudo, avaliações com movimentos sacádicos conjugados completos, havendo extrema atenção para diferencia-los de piscar palpebral. Recontagens foram feitas ao analisar-se os vídeos novamente quando necessários.

Teste de Sensibilidade ao Contraste

Método de tabela de Pelli-Robertson

• Leitura realizada logo após o término da audiência do programa de TV ULTRA HD 4K

Amplitude de Acomodação

Método refratométrico com uso de refrator de Greens e cartão de leitura de Jaeger.

• Início com lentes negativas até completa indefinição de leitura para perto e depois uso de lentes positivas até completa definição de leitura em J1.

• Anotação de diferença de graduação dióptrica como resultado de amplitude de acomodação.

Autor correspondente:

Eduardo Damasceno
Rua Marques do Paraná 303, Niterói, RJ, Brasil.
Tel: (21) 25687728
E-mail: e_damasceno@yahoo.com