

AValiação DO DIâMETRO PUPILAR DURANTE A ATENÇÃO ESPONTânea EM CRIANÇAS EM IDADE PRÉ-ESCOLAR

EVALUATION OF PUPIL DIAMETER DURING SPONTANEOUS ATTENTION IN PRESCHOOL CHILDREN

Aluno-autor: Marcelo Mendes Lavezzo¹

Orientador: Silvana Artioli Schellini²

¹ Bolsista PIBIC/CNPq do 5º. ano do curso de Medicina da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP – *Campus* de Botucatu (SP).

² Professora Livre Docente do Deptº. de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP – *Campus* de Botucatu (SP).

Endereço para correspondência: Silvana Artioli Schellini. Deptº. de OFT/ORL/CCP da Faculdade de Medicina de Botucatu –UNESP – *Campus* de Botucatu. CEP: 18618-970. E-mail: sartioli@fmb.unesp.br

RESUMO

Introdução: A pupila pode se alterar por vários fatores. Há poucos dados quantitativos sobre o diâmetro pupilar, sobretudo, em crianças. **Método:** Foram avaliados diâmetro (DP) e área pupilares (AP) de 200 crianças normais, de 4 a 6 anos, em dois momentos: com e sem atenção. As imagens foram gravadas por filmadora Sony Lithium, processadas por computador MacIntosh G4 e pelo programa iMovie e submetidas ao filtro *Invert* do programa Adobe Photoshop®. Foram feitas três medidas consecutivas dos DP e AP dos dois olhos, nos dois momentos, calculando-se a média aritmética de cada parâmetro, pelo programa NIH 1,55. Expressaram-se as medidas em pixels. Analisaram-se os dados pelo teste t-Student. **Resultados:** O DP médio foi semelhante para ambos os olhos, com valores de 18,50 pixels, para crianças atentas, e de 15,42 pixels, quando distraídas. Também a AP foi semelhante para os dois olhos, com valores médios de 311,67 pixels, em atenção, e 237,62 pixels, quando distraídas. Não houve diferença quanto ao sexo. Entretanto, as crianças de 6 anos apresentaram DP e AP menores, nos dois momentos. **Conclusões:** O DP e a AP foram maiores em estado de atenção, sendo semelhantes para os dois olhos e ambos os sexos. Entretanto,

as crianças maiores tiveram DP e AP menores, demonstrando que pode haver diferenças de dimensões pupilares relacionadas com a idade.

Palavras-chave: Diâmetro pupilar; Área pupilar; Atenção espontânea; Pré-escolares; Imagem digital.

ABSTRACT

Introduction: The pupil may be altered by several factors. There are few quantitative data about pupil diameter, specially in children. **Methods:** Pupil diameter and area of 200 preschool children, aged 4 to 6 years, were evaluated during two times: attention and spontaneously. A Sony Lithium camera was used. The images were recorded, transferred to a personal computer (MacIntosh G4), processed with the iMovie software and submitted to the *Invert* filter of Adobe Photoshop® software. Three consecutives measures were taken, for each parameter (pupil diameter and area), for both eyes, during attention and spontaneously. The arithmetic mean of each parameter was calculated by NIH 1,55 software. These data were expressed in pixels and submitted to t-Student test. **Results:** The mean pupil diameter was similar for both eyes, presenting values of 18,50 pixels, during attention and 15,42 pixels, spontaneously. The mean pupil area was also similar for both eyes, presenting values of 311,67 pixels, during attention and 237,62 pixels, spontaneously. There was no difference between the sexes. However, six years old children had lower pupil diameter and area, during both moments of evaluation. **Conclusions:** Pupil diameter and area were higher during attention and similar for both eyes and sexes. Nevertheless, older children had lower pupil diameter and area, showing that there could be some differences of pupil dimensions related to the age.

Keywords: Pupil diameter; Pupil area; Spontaneous attention; Preschool children; Digital image processing.

INTRODUÇÃO

A estimulação dos nervos parassimpáticos excita o músculo esfíncter da pupila, diminuindo, desse modo, a abertura pupilar, o que é chamado de **miose**. Por outro lado, a estimulação dos nervos simpáticos excita as fibras radiais da íris, ou seja, o músculo dilatador da pupila e causa o aumento do diâmetro pupilar, o que é chamado de **midríase**¹.

Obter uma medida acurada do diâmetro pupilar pode ser difícil, uma vez que a pupila é dinâmica, com seu diâmetro variando com a iluminação, acomodação, *status* emocional, medicações sistêmicas^{2,3}.

Assim, as constantes variações, aliadas a dificuldades metodológicas, fazem com que pouco se conheça sobre valores quantitativos do diâmetro pupilar.

O fato de as pupilas serem extremamente dinâmicas e assimétricas gera dificuldade na mensuração pupilar^{4,5}. Entretanto, de acordo com um estudo realizado com ambos os olhos, de 21 homens e 23 mulheres, as médias máxima e mínima dos diâmetros pupilares foram de $4,42 \pm 0,98$ mm e $5,59 \pm 1,05$ mm, respectivamente⁶.

Na presente pesquisa, pretendeu-se avaliar o diâmetro pupilar, utilizando imagens digitais. Desta forma, procurou-se testar uma alternativa menos dispendiosa e mais prática de mensuração pupilar, excluindo a necessidade de aparelhos sofisticados que, embora de acurácia comprovada, podem representar um ônus considerável.

OBJETIVOS

Avaliar o diâmetro e a área pupilares de crianças normais em idade pré-escolar de 4 a 6 anos, comparando os dados obtidos durante dois diferentes momentos de observação: com e sem atenção.

PACIENTES E MÉTODOS

Do presente estudo participaram 200 crianças normais, de 4 a 6 anos, avaliando-se o diâmetro e a área pupilares por meio de análise de imagens digitais, em dois momentos: com e sem atenção. Os critérios de inclusão adotados foram: avaliação de crianças saudáveis, sem doenças ou cirurgias oculares ou palpebrais prévias.

As imagens foram tomadas usando uma filmadora Sony Lithium, no plano frontal, em estado de vigília e em posição primária do olhar, estando o objeto de observação localizado na altura da pupila. As mesmas foram gravadas em fitas 8mm, transferidas para um computador MacIntosh G4, processadas pelo programa iMovie, após serem submetidas ao filtro *Invert* do programa Adobe Photoshop® versão 5,0 (Figura 1). Foram feitas três medidas consecutivas do diâmetro e da área pupilares dos olhos direito (OD) e esquerdo (OE), nos dois momentos de avaliação (com e sem atenção), calculando-se a média aritmética de cada parâmetro, através do programa NIH 1,55. As medidas pupilares foram expressas em pixels.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise estatística. Os resultados apresentados foram avaliados por meio do teste t-Student para amostras dependentes, bem como pela técnica de análise de variância para o modelo com medidas repetidas em grupos independentes.



Figura 1 – A: Imagem dos olhos da criança com as cores originais no momento de atenção.

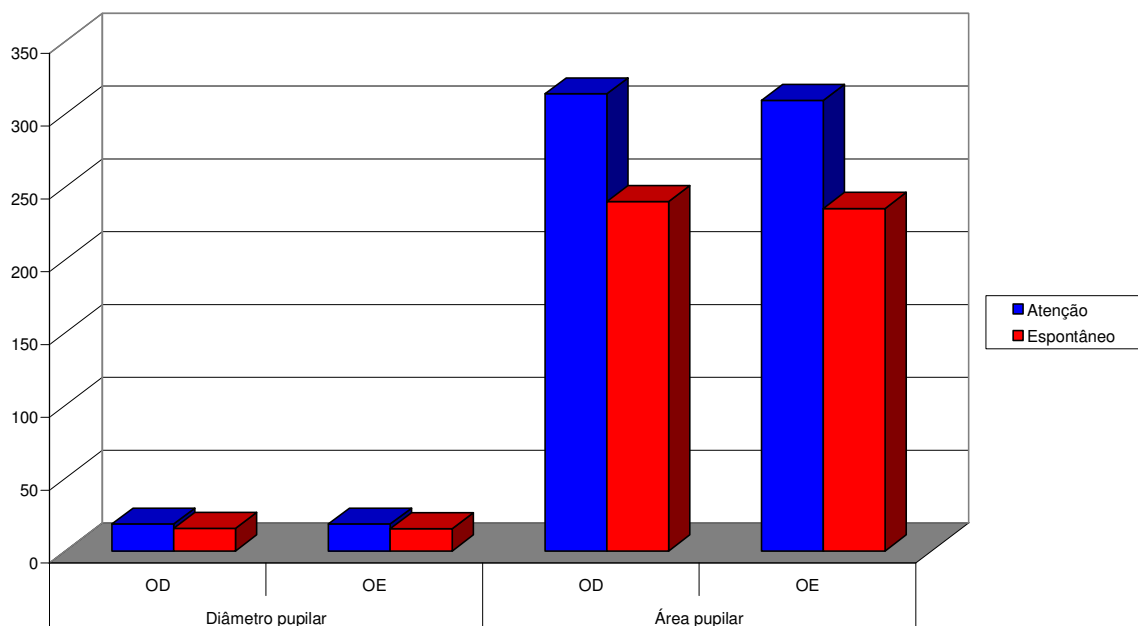
B: Imagem dos olhos da criança com aspecto “negativo de película fotográfica” no momento de atenção (utilização do filtro *Invert* do programa Adobe Photoshop® versão 5,0).

C: A linha tracejada, referente ao olho esquerdo da criança em questão, representa o modo através do qual foi medido o diâmetro pupilar. A área compreendida pela circunferência tracejada, referente ao olho direito da criança em questão, representa a maneira através da qual foi medida a área pupilar. Tais medidas referem-se ao momento de atenção.

RESULTADOS

Como resultado, a avaliação do diâmetro pupilar, segundo o olho e o momento de avaliação, mostrou que o diâmetro pupilar foi semelhante em ambos os olhos, com valores médios de 18,50 pixels, para OD e 18,51, para OE, quando a criança foi avaliada em estado de atenção. Também quando a criança estava distraída, não houve diferença entre os olhos, com valores médios de 15,51 e 15,34 pixels, para o OD e OE, respectivamente. O mesmo pode-se dizer a respeito da área pupilar, com valores semelhantes para o OD e OE e maiores ($p < 0,001$), para quando a criança foi avaliada em condições de atenção (Gráfico 1).

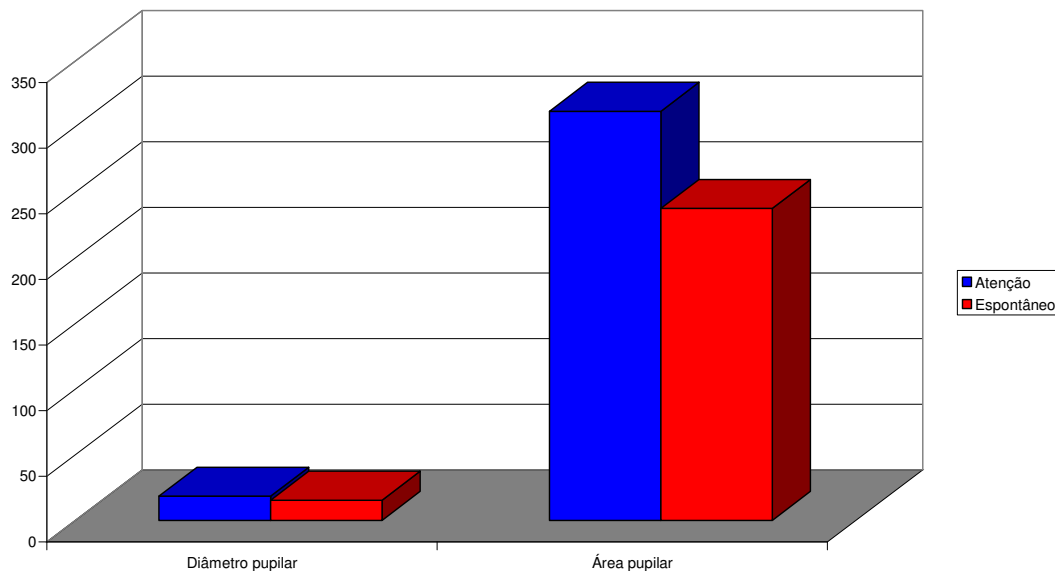
Gráfico 1 - Comparação entre os olhos quanto ao diâmetro e à área pupilares de pré-escolares nos momentos analisados (valores médios) ($P < 0.001$).



Como para o diâmetro e área pupilares não se constataram diferenças entre os olhos, em cada um dos dois momentos de observação (atenção e espontâneo), foram considerados como

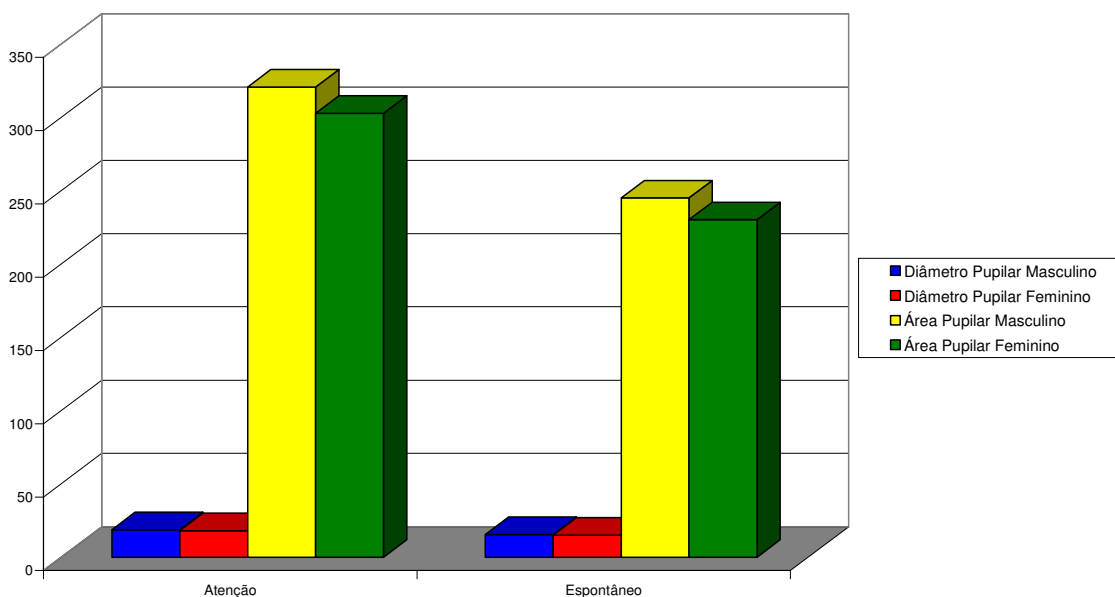
valores médios 18,50 pixels, para o diâmetro pupilar em atenção e 15,42 pixels, para quando a criança estava distraída. A média da área da pupila em atenção foi de 311,67 pixels e distraída, 237,62 pixels (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Comparação quanto ao diâmetro e à área pupilares de pré-escolares nos momentos analisados (valores médios) ($P < 0,001$).

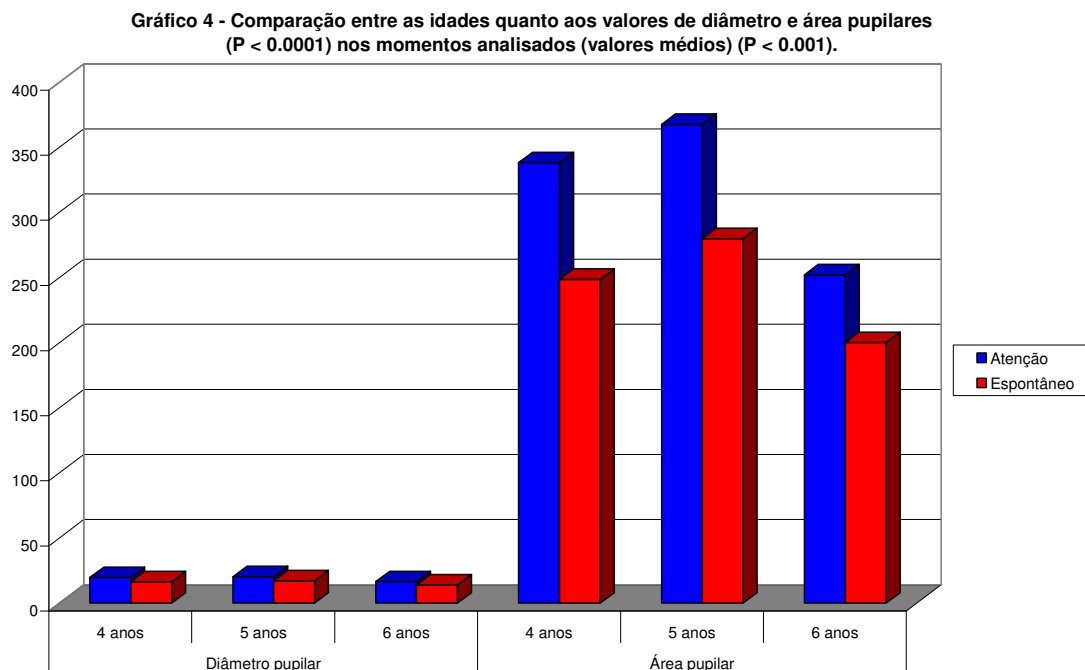


As medidas foram semelhantes em ambos os sexos (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Comparação entre os sexos quanto aos valores de diâmetro e área pupilares de pré-escolares ($P > 0.05$), nos momentos analisados (valores médios) ($P < 0.001$).



Entretanto, com relação à idade das crianças, a análise mostrou que existe diferença estatística significativa, sendo que as crianças de 6 anos apresentaram diâmetro e área pupilares menores que as demais, tanto na avaliação sob atenção, como distraídas (Gráfico 4).



DISCUSSÃO

A proposta deste trabalho foi a de utilizar imagens digitais para avaliação, das dimensões pupilares, registrando-se com uma filmadora digital as imagens de crianças em duas situações distintas: em estado de atenção e quando as mesmas encontravam-se distraídas.

Houve certa dificuldade em avaliar as pupilas, especialmente nos olhos com íris escuras, tendo-se usado o recurso de inversão das cores das imagens, o que permitiu um maior contraste da pupila em relação à íris, recurso presente no programa Adobe Photoshop®.

Há outros métodos de mensuração das pupilas, usando pupilômetro⁶, sistemas infravermelhos⁷⁻¹⁰, videoceratoscópio¹¹, aberrômetro Asclepion®, *WaveScan Wavefront Analyzer*®, entre outros. Contudo, há diferenças dos resultados obtidos^{4,10,12}, além do que estes equipamentos não são disponíveis e são onerosos.

Quando se altera a fixação de um objeto distante para um próximo, além da acomodação e da convergência, a pupila se contrai. Assim que ocorre a fixação para um objeto mais distante, a pupila lentamente dilata¹³. É mister considerar tais fatos no momento de analisar as medidas pupilares.

A anisocoria não é uma situação incomum e poderia estar presente em nossa amostra, o que motivou a realização de medidas em ambos os olhos. Entretanto, a análise estatística nos mostrou que as medidas não diferiram.

Resolveu-se utilizar dois parâmetros para a realização da pesquisa: diâmetro e área pupilares, sendo os resultados semelhantes, porém com precisão maior quando se avaliou o diâmetro pupilar. Provavelmente, a variabilidade maior observada, quando se estudou a área das pupilas, ocorreu por uma imprecisão mais acentuada neste tipo de medição, em decorrência da necessidade de se circundar exatamente a região da pupila. Desse modo, assumiu-se que o contorno pupilar fosse circular, proporcionando uma estimativa da área pupilar. Entretanto, embora a maioria dos estudos com pupilômetros comerciais suponha esta condição, sabe-se que a pupila não é circular e apresenta irregularidades usualmente visíveis a olho nu¹⁴. Portanto, para estudos futuros, a sugestão é de que se utilize a medida do diâmetro pupilar.

As crianças maiores diferiram das mais novas com relação ao diâmetro e área pupilares, demonstrando que pode haver diferenças pupilares relacionadas com a idade. Sabe-se que ao longo da segunda década de vida, o tamanho pupilar aumenta quase 1,5 mm^{15,16}.

Sabe-se que o Sistema Nervoso Autônomo (SNA) Simpático é, particularmente, ativado de forma intensa em muitos estados emocionais, como, por exemplo, situações de raiva, estresse ou alarme, desencadeando a chamada *reação de luta ou fuga*¹⁷. A estimulação dos nervos simpáticos excita as fibras radiais da íris, ou seja, o músculo dilatador da pupila, e causa o aumento do diâmetro pupilar (e, conseqüentemente da área pupilar), chamada de **midríase**¹. Também já se havia observado que, quando uma pessoa está acordada e em estado de alerta, suas pupilas são maiores, enquanto que, durante o sono, elas são menores¹⁸.

Sendo assim, o presente estudo avaliou crianças pré-escolares em dois momentos de observação: atenção e espontaneidade. No momento de atenção, as crianças estavam com o olhar fixo na câmera, objeto distinto, sendo manipulado por um examinador também desconhecido, podendo, assim, ser caracterizada como uma situação de relativo estresse. Posteriormente, as crianças foram se habituando à presença do pesquisador, bem como começaram a explorar o ambiente no qual estavam inseridas, assinalando um momento de espontaneidade.

Na situação de estresse, conforme o exposto acima, era de se esperar uma maior atuação do SNA Simpático. Os resultados observados confirmaram esta hipótese, uma vez que, comparando-se ambos os momentos avaliados (atenção e espontaneidade), houve diferença significativa, sendo o diâmetro e a área pupilares maiores no primeiro momento (atenção) em relação ao segundo (espontaneidade).

CONCLUSÕES

No presente estudo, obtiveram-se as seguintes conclusões:

- 1) o uso do recurso *Invert* do programa Adobe Photoshop®, proporcionando o aspecto de “negativo de película fotográfica”, mostrou ser de grande utilidade para melhorar o contraste entre as pupilas e as íris, facilitando a análise das imagens.
- 2) tanto o diâmetro quanto a área pupilares foram maiores, no momento de atenção, em relação ao de espontaneidade.
- 3) observando-se a variabilidade das medidas, o diâmetro pupilar pareceu ser mais preciso em relação à área, para a análise das imagens.
- 4) não houve diferenças entre os olhos direito e esquerdo quanto aos parâmetros analisados.
- 5) não houve diferença entre os sexos quanto aos parâmetros analisados.
- 6) as crianças maiores (6 anos) diferiram das mais novas (4 e 5 anos) com relação ao diâmetro e área pupilares, demonstrando que pode haver diferenças nas dimensões pupilares relacionadas com a idade.

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Titular Carlos Roberto Padovani do Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP – *Campus* de Botucatu pelo auxílio com a análise estatística.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guyton, A.C.; Hall, J.E.. O olho III: Neurofisiologia central da visão. In: **Guyton & Hall Tratado de Fisiologia Médica**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 551-60, 2002 (a).
2. Thompson, H.S.. The pupil. In: Hart, W.M.Jr., ed, **Adler's Physiology of the Eye**, 9th ed. St Louis, MO, Mosby, 412-41, 2002.
3. Miller, N.R.. **Walsh and Hoyt's Clinical Neuro-Ophthalmology**, 4th ed. Baltimore, MD, Williams & Wilkins, 414-41, 1985.
4. Rosen, E.S.; Gore, C.L.; Taylor, D. et al.. Use of digital infrared pupillometer to assess patient suitability for refractive surgery. **J Cataract Refract Surg**, 28:1433-8, 2002.
5. Winn, B.; Whitaker, D.; Elliot, D.B.; Phillips, N.J.. Factors affecting light-adapted pupil size in normal human subjects. **Invest Ophthalmol Vis Sci**, 35:1132-7, 1994.
6. Wickremasinghe, S.S.; Smith, G.T.; Stevens, J.D.. Comparison of dynamic digital pupillometry and static measurements of pupil size in determining scotopic pupil size before refractive surgery. **J Cataract Refract Surg**, 31:1171-6, 2005.

7. Obstfeld, H.; Chou, B.R.. A study of the accuracy of corneal reflection pupillometers. **Ophthalm Physiol Opt**, 18(6):527-31, 1998.
8. Schnitzer, E.M.; Baumeister, M.; Kohnen, T.. Scotopic measurement of normal pupils: Colvard versus video vision analyser infrared pupillometer. **J Cataract Refract Surg**, 26(6):859-66, 2000.
9. Pop, M.; Payette, Y.; Santoriello, E.. Comparison of the pupil card and pupillometer in measuring pupil size. **J Cataract Refract Surg**, 28:283-8, 2002.
10. Kohnen, T.; Terzi, E.; Bühren, J.; Kohnen, E.M.. Comparison of a digital and a handheld infrared pupillometer for determining scotopic pupil diameter. **J Cataract Refract Surg**, 29:112-7, 2003.
11. Wachler, B.S.B.; Krueger, R.R.. Agreement and repeatability of pupillometry using videokeratography and infrared devices. **J Cataract Refract Surg**, 26(1):35-40, 2000.
12. Schmitz, S., Krummenauer, F.; Henn, S.; Dick, H.B.. Comparison of three different technologies for pupil diameter measurement. **Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol**, 241:472-7, 2003.
13. Ishikawa, H.; Asakawa, K.; Yoshitomi, T.. Pupillary near reflex. **Neuro-Ophthalmology Japan**, 21(3):280-5, 2004.
14. Wyatt, H.J.. The form of the human pupil. **Vis Res**, 35(14):2021-36, 1995.
15. MacLachlan, C.; Howland, H.C.. Normal values and standard deviations for pupil diameter and interpupillary distance in subjects aged 1 month to 19 years. **Ophthalmic and Physiological Optics**, 22(3):175-82, 2002.
16. Zoethout, W.D. **Physiological Optics**. The Professional Press, Chicago, 1935.
17. Guyton, A.C.; Hall, J.E.. O sistema nervoso autonômico e a medula adrenal. In: **Guyton & Hall Tratado de Fisiologia Médica**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 649-59, 2002 (b).
18. Yoss, R.E.; Moyer, N.J.; Hollenhorst, R.W.. Pupil size and spontaneous pupillary waves associated with alertness, drowsiness, and sleep. **Neurology**, 20:545-54, 1970.