

Estudo do coeficiente de asfericidade e aberração esférica longitudinal da superfície corneana

Study of asphericity coefficient and longitudinal spherical aberration surface corneal

Abrahão da Rocha Lucena¹, Daniel da Rocha Lucena², David da Rocha Lucena³, Thiciana Barcelos F Guariguasi⁴, Davyson Sampaio Braga⁴, Maríllia Teixeira Bueno Machado⁴

RESUMO

Objetivo: Correlacionar o coeficiente de asfericidade com a aberração esférica longitudinal na superfície corneana, correlacionando também cada uma dessas variáveis com a ceratometria média. **Métodos:** Realizou-se um estudo observacional através da coleta de dados pré-operatórios nos prontuários de indivíduos candidatos a facectomia. Os dados coletados se referiam ao sexo e idade, além do Q, LSA da superfície corneana e ceratometria média (Km). Foram excluídos do estudo os pacientes que realizaram qualquer procedimento cirúrgico corneano, por alterar as medidas da Q, LSA e Km. O topógrafo selecionou, de maneira fixa, uma área 4,5mm da superfície anterior da córnea para medida do Q e da LSA, tendo como ponto central o eixo pupilar. A ocorrência da LSA é relevante em ambientes de penumbra, em indivíduos com pupila maior que 3mm. **Resultados:** A amostra foi composta por 70 olhos de 35 indivíduos: 24 (68,6%) mulheres e 11 (31,4%) homens. A idade variou de 48 a 89 anos (média de $69,97 \pm 8,29$). A Km variou de 41,00D a 46,50D com média de $43,94 \pm 1,48D$. Na avaliação do Q da superfície corneana se observou uma média de $-0,15 \pm 0,15$. Seis (8,57%) córneas apresentaram desenho esférico com $Q=0$ e apenas uma córnea apresentou desenho asférico com $Q=-0,50$, gerando $LSA=0,0\mu m$. Em relação a LSA da superfície corneana se observou média de $+0,33 \pm 0,14 \mu m$. Quarenta e dois olhos (60,0%) apresentaram LSA entre $+0,31$ a $+0,64\mu m$ e 19 (27,15%) entre $+0,16$ a $+0,30\mu m$. Não houve correção entre a Km e o Q ($r=-0,005 / p=0,965$), assim como entre Km e a LSA ($r=0,167 / p=0,170$). Observou-se correlação ($r=0,962 / p=0,000$) entre as variáveis Q x LSA. **Conclusão:** Foi observada correlação entre o Q e a LSA da superfície corneana. Não foi observado correlações entre o coeficiente de asfericidade ou aberração esférica longitudinal com a ceratometria média.

Descritores: Topografia da córnea; Córnea / fisiologia; Fenômenos fisiológicos oculares; Ceratometria

ABSTRACT

Objective: To correlate the asphericity coefficient (Q) with longitudinal spherical aberration (LSA) of the corneal surface, also correlating each of these variables with the average keratometry. **Methods:** An observational study was conducted by collecting preoperative data from the medical records of individuals candidate cataract surgery, i.e., patient sex and age, as well as Q, LSA of the corneal surface and mean keratometry (Km). Patients who had been subjected to any corneal surgical procedure who would alter Q, LSA and Km measurements were excluded. The corneal topograph selected, fixedly, a 4.5 mm area of the anterior surface of the cornea for the measurement of Q and LSA, having the pupillary axis as the central point, since the occurrence of LSA is relevant in dim environments in individuals with a pupil wider than 3 mm. **Results:** The sample consisted of 70 eyes of 35 individuals, 24 of them women (68.6%) and 11 men (31.4%) ranging in age from 48 to 89 years (mean: 69.97 ± 8.29). Km ranged from 41.00 to 46.50 D, with a mean of $43.94 \pm 1.48D$, and mean Q of the corneal surface was -0.15 ± 0.15 . Six corneas showed a spherical design ($Q=0.0$) and only one showed an aspheric design with $Q=-0.50$, generating an LSA of 0.0. Mean LSA of the corneal surface was $+0.33 \pm 0.14 \mu m$. Only one eye showed an LSA equal to $0.0\mu m$, and five showed an LSA of $+0.10$ to $+0.30\mu m$. No eye showed a negative LSA of the corneal surface. There was no correlation between Km and Q ($r=-0.005 / p=0.965$) or between Km and LSA ($r=0.167 / p=0.170$). A correlation ($r=0.962 / p=0.000$) was observed between Q and LSA. **Conclusion:** There was a correlation between Q and LSA of the corneal surface. There was no correlation between the sphericity coefficient or longitudinal spherical aberration with the average keratometry.

Keywords: Corneal topography; Cornea/physiology; Ocular physiological phenomena; Keratometry

¹Setor de Catarata e Refrativa, Escola Cearense de Oftalmologia, Fortaleza, CE, Brasil.

²Setor de Retina, Vítreo e Uvéites, Escola Cearense de Oftalmologia, Fortaleza, CE, Brasil.

³Setor Catarata, Centro Avançado de Retina e Catarata, Santa Casa de Misericórdia, Fortaleza, CE, Brasil; Setor de Catarata, Escola Cearense de Oftalmologia, Fortaleza, CE, Brasil.

⁴Curso de especialização em Oftalmologia, Escola Cearense de Oftalmologia, Fortaleza, CE, Brasil.

Instituição: Escola Cearense de Oftalmologia

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Recebido para publicação em 19/06/2016 - Aceito para publicação em 07/12/2016.

INTRODUÇÃO

A evolução técnica na cirurgia de catarata e o aperfeiçoamento no desenho das lentes intraoculares trouxeram melhorias na qualidade visual dos indivíduos submetidos a facectomia.

O coeficiente de asfericidade (Q) é definido como a taxa de variação de curvatura em uma lente a medida que se afasta do seu centro. Normalmente a córnea possui um desenho prolapado, ou seja, diminui sua curvatura a medida que se aproxima da periferia, sendo assim asférica com um Q negativo.⁽¹⁾ Já as lentes esféricas possuem mesmo raio de curvatura em qualquer parte da sua superfície, assim apresenta um Q igual a zero.⁽²⁾

A aberração esférica longitudinal (LSA) é um fenômeno óptico gerado quando a frente de onda atinge tangencialmente a periferia de uma lente esférica, potencializando seu efeito de convergência, produzindo um segundo foco anterior (LSA positiva) ao foco principal. A medida da LSA é feita pela diferença, em dioptrias, entre os raios incidentes na periferia da lente e os raios da região paracentral.² É uma aberração de alta ordem, fisiológica, mas muito sintomática em indivíduos com pupila maior que 3mm, gerando halos ao redor das luzes, induzindo ofuscamentos e baixa na sensibilidade ao contraste. No jovem, naturalmente é neutralizada por uma LSA negativa gerada pelo cristalino.^(3,4)

As lentes intraoculares (LIOs) podem ser esféricas, geradoras de LSA positiva⁽⁵⁾, e asféricas. Essas últimas se dividem em asféricas neutras, que não induzem nenhum tipo de LSA e asféricas negativas, que induzem uma LSA negativa. A existência dessas LIOs dá ao cirurgião a oportunidade de manipular, com o implante, a LSA corneana do seu paciente, melhorando sua qualidade de visão.^(6,7)

O objetivo desse estudo foi correlacionar o coeficiente de asfericidade com a aberração esférica longitudinal na superfície corneana, correlacionando também cada uma dessas variáveis com a ceratometria média.

MÉTODOS

Realizou-se um estudo observacional através da coleta de dados pré-operatórios nos prontuários de indivíduos candidatos a facectomia em um serviço de referência de Fortaleza- Ceará. Os dados coletados se referiam ao sexo e idade, além de índices fornecidos pelo topógrafo CSO® como: coeficiente de asfericidade da superfície corneana (Q), aberração esférica longitudinal da superfície corneana (LSA, Figura 1) e ceratometria média (Km).

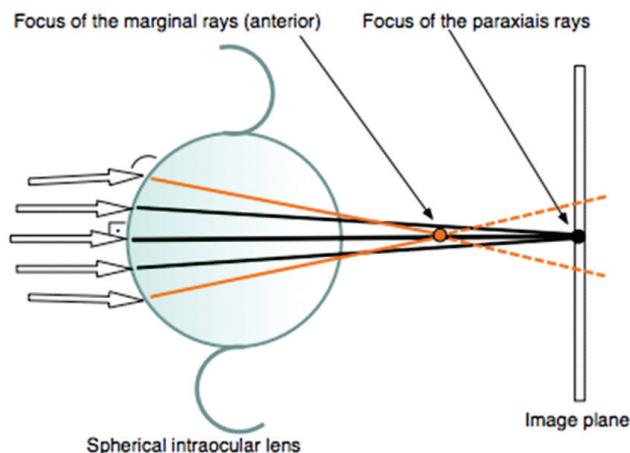
Tabela 1

Distribuição do coeficiente de asfericidade (Q) da superfície corneana por olhos

Valor do Q	Quantidade	%
-0,47 a -0,50	02	2,84
-0,40 a -0,30	15	21,42
-0,29 a -0,20	15	21,42
-0,19 a -0,10	17	24,28
-0,09 a 0,0	12	17,14
+0,01 a +0,09	07	10,00
+0,13 a +0,14	02	2,85
Total	70	100

Tabela 2
Distribuição da aberração esférica longitudinal (LSA) da superfície corneana por olhos

Valor da LSA (µm)	Quantidade	%
+0,0 a +0,15	09	12,85
+0,16 a +0,30	19	27,15
+0,31 a +0,64	42	60,00
Total	70	100



Longitudinal spherical aberration: difference of the distance between the marginal and paraxial rays.

Figura 1: Aberração esférica longitudinal (LSA)

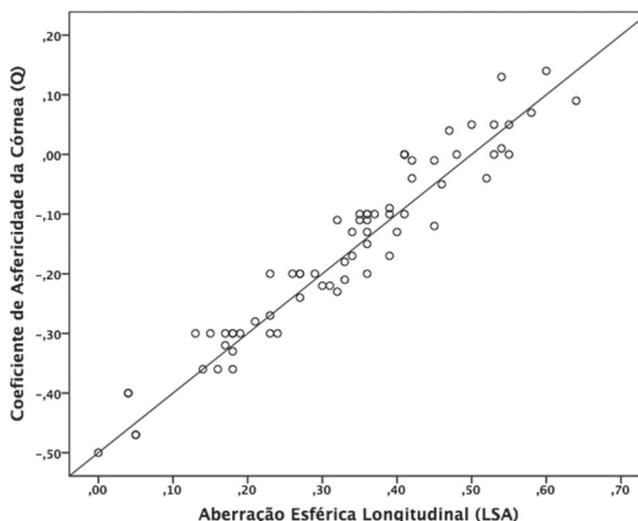


Figura 2: Superfície corneana: Correlação do coeficiente de asfericidade (Q) x Aberração esférica longitudinal (LSA)

Foram excluídos do estudo os pacientes que realizaram algum tipo de procedimento cirúrgico corneano (cirurgia refrativa, transplante de córnea, facectomia, cirurgia de pterígio etc), por alterar as medidas da asfericidade, aberração esférica e ceratometria.

O topógrafo selecionou, de maneira fixa, 4,5mm da superfície anterior da córnea para medida do Q e da LSA, isso corresponde ao diâmetro mesópico fisiológico dos indivíduos idosos.⁽⁸⁾ teve como

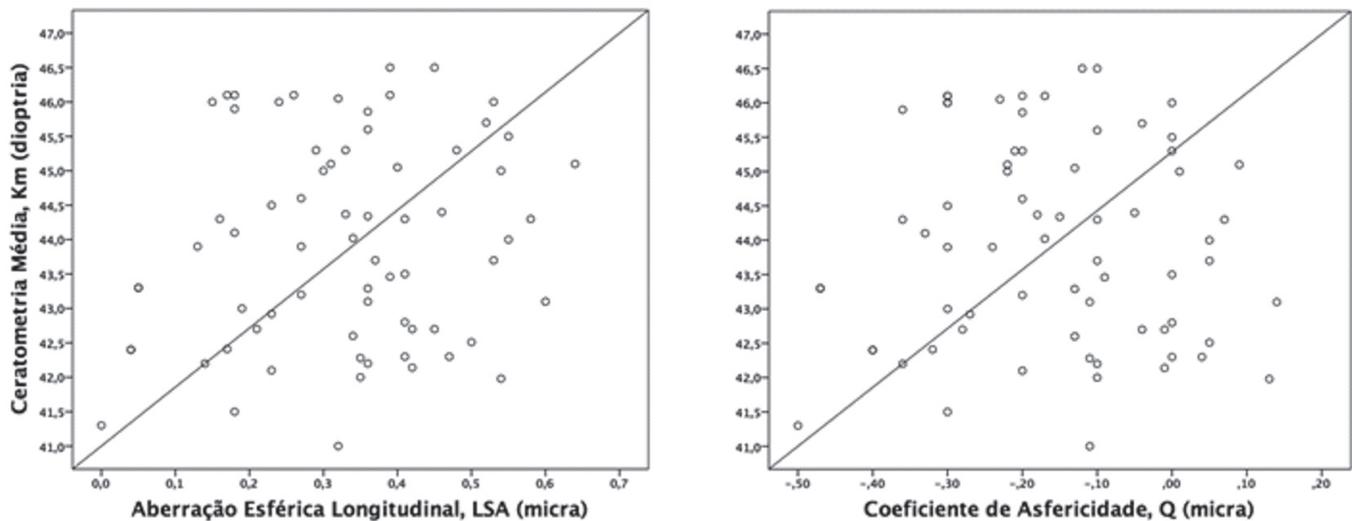


Figura 3: Ceratometria média (Km): correlação com aberração esférica longitudinal (LSA) e coeficiente de asfericidade (Q)

ponto central o eixo pupilar. A ocorrência da LSA é relevante em ambientes de penumbra, em indivíduos com pupila maior que 3mm.⁽⁹⁾

Os dados foram tratados utilizando técnicas de estatística descritiva e analítica através do programa SPSS. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade na distribuição das variáveis quantitativas contínuas. Para a análise de correlação ser considerada significativa foi adotado $p = 0,01$. O índice de significância para restante das análises foi 0,05.

RESULTADOS

A amostra foi composta por 70 olhos de 35 indivíduos assim distribuídos: 24 (68,6%) mulheres e 11 (31,4%) homens. A idade variou de 48 a 89 anos com média de $69,97 \pm 8,29$.

Na avaliação do Q da superfície corneana se observou uma média de $-0,15 \pm 0,15$ (IC 95,0% = $-0,19$ a $-0,12$). Seis (8,57%) córneas apresentaram desenho esférico (Q= 0,0) e apenas uma (1,42%) apresentou desenho esférico com Q= $-0,50$ gerando uma LSA= 0,0 (Tabela 1).

Em relação a LSA da superfície corneana se observou média de $+0,33 \pm 0,14 \mu\text{m}$ (IC 95,0% = $+0,29$ a $+0,36$). Apenas um (1,40%) olho apresentou LSA igual a 0,0 e nenhum olho apresentou LSA negativa (Tabela 2).

Se observou correlação ($r = 0,962 / p = 0,000$) entre as variáveis Q x LSA (Figura 2).

A Km variou de 41,00D a 46,50D com média de $43,94 \pm 1,48\text{D}$ (IC 95,0% = 43,70D a 44,41D). Não houve correção entre a Km e o Q ($r = -0,005 / p = 0,965$), assim como entre Km e a LSA ($r = 0,167 / p = 0,170$), Figura 3.

DISCUSSÃO

Para avaliação do coeficiente de asfericidade (Q) e aberração esférica longitudinal (LSA) foi escolhida uma amostra de indivíduos com uma idade média elevada no departamento de catarata. Assim seria possível fazer projeções dos possíveis implantes de LIOs de acordo com a LSA gerada para essa faixa etária de indivíduos.

A córnea normal não possui um desenho esférico perfeito. Essa “imperfeição” pode gerar LSA positiva nos indivíduos que possuem pupila maior que 3mm, ocasionando visão de halos com

ofuscamentos e baixa na sensibilidade ao contraste.⁽¹⁰⁾ Considerando uma altura ideal do objeto a nível da linha de visão, topografias otimizadas vão se tornando mais plana em direção as extremidades (asfericidade negativa), minimizando ou corrigindo essa LSA positiva.⁽¹¹⁾ Na literatura pertinente se encontra valores de Q variando entre $-0,18$ a $-0,30$, gerando aberração esférica positiva.^(12,13) Por um lado isso pode ser bom, pois essa aberração, apesar de deletéria para visão mesópica, gera um foco anterior à retina, melhorando a visão para perto.^(14,15) Nesse estudo foi encontrado um desenho prolado da superfície anterior da córnea com um Q médio de $-0,15$, e uma LSA positiva com média de $+0,33\mu\text{m}$. Qualquer lente, e aqui se inclui a córnea, que varie sua curvatura (não esférica), pode ser chamada de asférica. Comercialmente se associou a nomenclatura asférica como sinônimo de lentes com alta qualidade óptica, não geradora de aberração esférica (LSA zero), no entanto nem todas as lentes asféricas se encaixam nesse perfil. Nessa pesquisa apenas uma córnea apresentou LSA zero com Q de $-0,50$, ou seja, um desenho asférico “perfeito”. Todo o restante gerou algum nível de LSA positiva. Não foi encontrado nenhum olho com LSA negativa. Esse achado pode ser justificado pela exclusão da pesquisa dos olhos que tenham se submetido a cirurgia refrativa ou apresentado ectasia corneana. Córneas muito proladas, que tenha se submetido a cirurgia refrativa a LASER para hipermetropia ou que possuam ceratocone central tendem a apresentar uma LSA elevadamente negativa por possuir um desenho hiperprolado (Q muito negativo). Especialmente para esses casos faz-se indicação de LIOs esférica que possuem naturalmente uma LSA positiva, com média de $+0,18\mu\text{m}$.⁽¹⁶⁾ Ao contrário, indivíduos que realizam uma cirurgia refrativa para miopia, geralmente apresentam uma córnea com Q e a LSA positivos, induzindo visão de halos com ofuscamento e baixa na sensibilidade ao contraste. Nesses, para minimizar essa LSA positiva exagerada, se indica o implante de uma LIO asférica com um valor de LSA o mais negativo possível ($-0,27\mu\text{m}$).

O benefício do implante da LIO asférica neutra consiste na melhoria da sensibilidade ao contraste e ofuscamento em condições mesópicas.⁽⁸⁾ Essas LIOs possuem um Q negativo, em torno de $-0,50$, gerando uma LSA zero. Sugere-se que indivíduos que possuam LSA corneana entre $-0,15$ a $+0,15\mu\text{m}$ recebam uma LIO asférica neutra (Q em torno de $-0,50$), ou seja, livre de LSA. Os que possuem LSA corneana entre $+0,16$ e $+33,0\mu\text{m}$ podem receber

uma LIO esférica (mais prolada com $Q > -0,50$) geradora de uma LSA também negativa por volta de $-0,20\mu\text{m}$. Já os que possuem LSA corneana positiva acima de $+0,33\mu\text{m}$ devam receber uma LIO esférica (ainda mais prolada com Q mais negativo ainda) geradora de LSA em torno de $-0,27\mu\text{m}$. (17) Neste levantamento a maioria dos olhos, 42 (60,0%) olhos, apresentaram LSA maior que $+0,30$ sendo sugerido implante de uma LIO esférica com LSA negativa de $-0,27\mu\text{m}$. Dezenove (27,15%) olhos apresentaram LSA entre $+0,16$ e $+0,30\mu\text{m}$ sugerindo-se uma LIO esférica com LSA negativa de $-0,20\mu\text{m}$. Nove (12,85%) olhos apresentaram LSA entre zero e $+0,15\mu\text{m}$ sendo indicado uma LIO esférica neutra.

Nessa amostra, o valor médio da ceratometria (K_m) anterior da córnea não se correlacionou com o Q nem com a LSA, indicando que a variação na K_m não modifica a relação entre a curvatura periférica e paracentral da córnea. Assim, a indicação da aberração esférica da LIO de acordo com a ceratometria média não possui correspondência real. Este estudo sugere não se indicar o implante de LIOs, seja esférica ou esférica, baseados apenas na K_m , devendo-se medir rotineiramente a LSA gerada pelo Q de cada indivíduo para indicação da LIO mais adequada.

CONCLUSÃO

Houve correlação entre o coeficiente de asfericidade corneana e a aberração esférica longitudinal. Não foi observado correlação entre o coeficiente de asfericidade ou da aberração esférica longitudinal com a ceratometria média.

REFERÊNCIAS

1. Franco SMB, Almeida JMB, Mato MP. Determinação óptica da estrutura tridimensional da córnea. Janeiro 2005. Doutorado em Ciências. Universidade do minho. Portugal.
2. Glasser A, Campbell MC. Presbyopia and the optical changes in the human crystalline lens with age. *Vision Res.* 1998; 38(2):209-29.
3. Applegate RA, Thibos LN, Hilmantel G. Optics of aberrosopy and super vision. *J Cataract Refract Surg.* 2001; 27(7):1093-107.
4. Smith G, Cox MJ, Calver R, Garner LF. The spherical aberration of the crystalline lens of the human eye. *Vision Res.* 2001;41(2):235-43.
5. Miller JM, Anwaruddin R, Straub J, Schwiegerling J. Higher order aberrations in normal, dilated, intraocular lens, and laser in situ keratomileusis corneas. *J Refract Surg.* 2002;18(5): S579-83.
6. Johanson B, Sundelin S, Wikberg-Matsson A, Unsbo P, Behndig A. visual and optical performance of the akreos adapt advanced optics and tecnis Z9000 intraocular lenses: Swedish multicenter study. *J Cataract Refract Surg.* 2007; 33(9):1565-72.
7. Caporossi A, Martone G, Casprini F, Rapisarda L. Prospective randomized study of clinical performance of 3 aspheric and 2 spherical intraocular lenses in 250 eyes. 2007;23(7):639-48.
8. Rocha KM. Aberrações ópticas em olhos pseudofácios e com catarata (tese). São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2007.
9. Packer M, Fine IH, Hoffman RS, Piers PA. Prospective randomized trial of an anterior surface modified prolate intraocular lens. *J Refract Surg.* 2002;18(6):692-6.
10. Applegate RA. Limits to vision: can we do better than nature? *J Refract Surg.* 2000; 16(5): S547-51.
11. Pereira WG, Zacharias CR. Otimização da asfericidade de superfícies refratoras conicoidais [dissertação]. Guaratinguetá(SP): Universidade Estadual Paulista; 2006
12. Guillon M, Lydon DP, Wilson C. Corneal topography: A clinical model. *Ophthal Physiol Opt.* 1986; 6(1):47-56.
13. Lam A, Douthwaite W. Measurement of posterior corneal asphericity on Hong Kong Chinese: A pilot study. *Ophthal Physiol Opt.* 1997; 17(4): 348-56.
14. Nio YK, Jansonius NM, Fidler V, Geraghty E, Norrby S, Kooijman AC. Spherical and irregular aberrations are important for the optical performance of the human eye. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2002; 22(2):103-12.
15. Cheng H, Barnett JK, Vilupuru AS, Marsack JD, Kasthurirangan S, Applegate RA, et al. A population study on changes in wave aberrations with accommodation. *J Vis.* 2004;4(4):272-80.
16. Wang L, Koch DD. Custom optimization of intraocular lens asphericity. *J Cataract Refract Surg.* 2007; 33(10):1713-20.
17. Beiko G. Aspheric IOLs: matching corneal and IOL wavefront. In: Chang DF, editor. Mastering refractive IOLs: the art and science. Thorofare, NJ: Slack; 2008. p. 278-81.

Endereço para correspondência:

Abraão Rocha Lucena
Av Oliveira Paiva 1599, Cidade dos Funcionários, Cep 60822-131, Fortaleza, Ceará, Brasil.
E-mail: abrahaorlucena@gmail.com