

Avaliação das alterações biomecânicas da córnea antes e após lasik em pacientes míopes e hipermetrópes utilizando Moria[®] Sub-Bowman's Keratomileusis (SBK)

Differences in early biomechanical properties after myopic and hyperopic lasik using mechanical microkeratome Sub-Bowman's Keratomileusis (SBK)

Bruno de Freitas Valbon^{1,2}, Jorge Siqueira Silva¹, Isaac C. Oliveira Ramos¹, Rosane Correa¹, Ana Laura Canedo¹, Rodrigo Teixeira Santos¹, Renato Ambrósio Jr.¹

RESUMO

Objetivo: Avaliar e comparar as alterações biomecânicas da córnea por meio do *Ocular Response Analyzer*[®] (ORA Reichert Ophthalmics Instruments, Buffalo, New York, USA) antes e após Lasik com Moria[®] Sub Bowman Keratomileusis (SBK) One Use Plus (OUP) em pacientes míopes e hipermetrópes. **Métodos:** Foram estudados 33 olhos, sendo 19 olhos míopes e 14 olhos hipermetrópes submetidos à cirurgia refrativa com técnica Lasik com flap fino (100 µ) utilizando Moria[®] SBK OUP. O ORA foi realizado no pré-operatório e 1 mês após a cirurgia para avaliar a biomecânica da córnea. O CH (Corneal Hysteresis), CRF (Corneal Resistance Factor), IOPg (goldmann gold standard, Goldmann correlated intraocular pressure) a IOPcc (corneal compensated intraocular pressure) e mais 38 variáveis biomecânicas da córnea derivadas do sinal de resposta foram avaliados. O Teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar a distribuição normal. O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar as variáveis antes e após a cirurgia para cada grupo. As diferenças entre as medidas pré e pós-operatórias dos olhos míopes foram comparadas com as diferenças obtidas nos olhos hipermetrópes, utilizando-se o teste de Mann-Whitney. Foi considerado como estatisticamente significativo $p < 0,05\%$. **Resultados:** Houve diferença significativa antes e após Lasik em olhos míopes e hipermetrópes na variável IOPg (Wilcoxon, $p < 0,05$), porém não houve em IOPcc. Somente em olhos míopes houve diferenças significativas em CH e CRF, antes e após Lasik com Moria[®] SBK OUP, como também 9 parâmetros derivados do ORA Waveform_Sinal Gráfico (aspect1, h1, dive1, path1, p1area1, W11, H11, and w2 path11; Wilcoxon, $p < 0,05$). Em olhos hipermetrópes houve diferenças antes e após Lasik das seguintes variáveis: aspect2, h2, dive2, mslew2 e H21 (Wilcoxon $p < 0,05$). Diferenças nas variáveis IOPg e p1area, antes e após Lasik foram maiores em olhos míopes do que hipermetrópes (Mann-Whitey, $p < 0,05$). **Conclusão:** Existem alterações das propriedades biomecânicas da córnea após Lasik com Moria[®] SBK OUP. Em geral, o impacto da biomecânica da córnea após Lasik em olhos míopes é maior do que em olhos hipermetrópes. As mudanças das variáveis relacionadas ao primeiro pico de aplanção (ORA waveform) são mais vistas em olhos míopes e as relacionadas ao segundo pico de aplanção em olhos hipermetrópes.

Descritores: Córnea/fisiologia; Biomecânica; Miopia/cirurgia; Hiperopia/cirurgia; Ceratomileuse assistida por excimer laser in situ; Técnicas de diagnóstico oftalmológico

¹Grupo de Estudos de Tomografia e Biomecânica de Córnea do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil

²Pós Graduando - Nível Doutorado da Universidade de São Paulo, USP, Brasil

Os autores declaram inexistir conflitos de interesse

Recebido para publicação em 17/4/2012 - Aceito para publicação em 28/9/2012

ABSTRACT

Purpose: To evaluate biomechanical changes measured with the ORA (Ocular Response Analyzer®; Reichert Ophthalmic Instruments, Buffalo, New York, USA) after Lasik with the Moria One Use Plus and to compare the biomechanics changes after myopic and hyperopic ablations. **Methods:** Fourteen eyes for hyperopia (H) and 19 eyes for myopia (M) were evaluated with the ORA preoperatively and 1 month after Lasik with thin flap (100 microns) using SBK-OUP (Sub-Bowman Keratomileusis - One Use Plus, Moria®). CH (Corneal Hysteresis), CRF (Corneal Resistance Factor), IOPg (gold-standard, Goldmann correlated Intraocular pressure), IOPcc (Corneal compensated Intraocular pressure) and more 38 variables derived from the corneal biomechanical response signal of the ORA were analyzed. The Wilcoxon test was used to assess differences between the variables before and after surgery for each group and the differences between the pre and postoperative (1 month) myopic eyes were compared with those obtained in hyperopic eyes, using the Mann-Whitney test. **Results:** There was a significant difference before and after Lasik in myopic and hyperopic eyes in IOPg (Wilcoxon, $p < 0.05$), but not in IOPcc. Only myopic eyes showed a significant difference in CH and CRF measurements before and after LASIK, as well as 9 other biomechanical parameters (aspect1, h1, dive1, path1, p1area1, W11, H11, and w2 path11; Wilcoxon, $p < 0, 05$), 8 of these being related to the first sign of flattening. Five parameters related to the sign of the second appplanation showed significant variation only in the eyes before and after hyperopic Lasik (aspect2, h2, dive2, mslew2 and H21; Wilcoxon, $p < 0,05$). There was a difference in both myopic and hyperopic on three parameters related to the appplanation signal areas (p1area, and p2area p2area1; Wilcoxon, $p < 0.05$). Differences in IOPg and p1area, before and after surgery were significantly higher in myopic eyes than in hyperopic eyes (Mann-Whitney, $p < 0.05$). **Conclusion:** There are several significant differences in biomechanical parameters after Lasik with Moria OUP_SBK. Overall, the impact of myopic LASIK on corneal biomechanics is higher than of hyperopic Lasik. The parameters derived from the first sign of the ORA are more affected in myopic LASIK, whereas parameters derived from the second appplanation are more affected in hyperopic LASIK.

Keywords: Cornea/physiology; Biomechanics; Myopia/surgery; Hyperopia/surgery; Keratomileusis, laser in situ; Diagnostic techniques, ophthalmological

INTRODUÇÃO

Devido ao constante avanço tecnológico da cirurgia refrativa, como a introdução de novos microcerátomos com confecção de flaps mais finos e o laser de femtosegundo, há uma necessidade cada vez maior de conhecimento da estrutura, arquitetura e biomecânica da córnea. Recentes estudos⁽¹⁻³⁾ demonstram as alterações referentes as propriedades biomecânicas da córnea após fotoablação com *Excimer Laser* pelos métodos *Laser in situ keratomileusis* (Lasik), Ceratectomia Fotorrefrativa (PRK), Ceratectomia Fototerapêutica (PTK), e outros procedimentos fotoablativos, sendo assim este assunto tem gerado grande interesse em artigos e pesquisas. Luce⁽⁴⁾ foi o primeiro a demonstrar que há uma diminuição das propriedades biomecânicas da córnea após Lasik e em casos de ectasia como ceratocone, por meio do *Ocular Response Analyzer* (ORA).

A ectasia pós-Lasik corneana progressiva é uma complicação rara, porém grave, sendo uma das principais causas de processos médicos nos EUA^(4,5). O entendimento dos seus fatores de risco⁽⁶⁾, como o estudo da biomecânica, tornam-se importantes para sua prevenção. O relato de ectasia em pacientes hipermetrópes é menor do que em pacientes míopes submetidos à cirurgia refrativa com *excimer laser*^(6,7). O perfil de ablação em míopes e hipermetrópes são diferentes. Em míopes, a ablação é preferencialmente no centro da córnea e a ablação hipermetrópica envolve predominantemente a periferia da córnea, onde a córnea estruturalmente é mais espessa e com maior entrecruzamento de fibras de colágeno com o limbo e a esclera⁽⁸⁾. Estas observações sugerem que tanto o volume e o perfil ablado, são importantes fatores na estabilidade biomecânica da córnea⁽⁹⁾.

Este estudo em questão mostra que existem diversas diferenças nos parâmetros biomecânicos da córnea antes e após a cirurgia fotoablativa em míopes e hipermetrópes por meio do método Lasik com flap fino utilizando Moria® *Sub Bowman One Use Plus*.

MÉTODOS

Este foi um estudo observacional e prospectivo onde foram avaliados 33 olhos de 33 pacientes, sendo 19 olhos míopes e 14 olhos hipermetrópes submetidos à cirurgia refrativa com técnica Lasik com flap fino (100 µ) utilizando Moria® *Sub Bowman Keratomileusis One Use Plus* com o mesmo procedimento e *excimer laser* aplicado. Todos os pacientes foram avaliados com exame oftalmológico completo, incluindo acuidade visual sem e com correção não ciclopegiada e ciclopegiada, tonometria de aplanção, biomicroscopia, fundo de olho, mapeamento de retina e além de exames complementares como topografia corneana, tomografia corneana que nos permite avaliar o mapa paquimétrico, curva de progressão paquimétrica e a face posterior da córnea. A análise da aberrometria foi realizada com *wavefront* e a análise da biomecânica da córnea por meio do *Ocular Response Analyzer*® (Ocular Response Analyzer, Reichert Ophthalmic Instruments, Buffalo, NY, USA) que fora realizado novamente no primeiro mês após a cirurgia. O ORA é um tonômetro de sopro que utiliza um pulso de ar, com fases ascendentes e descendentes simétricas. Este desencadeia uma deformação na superfície da córnea que sofre uma primeira aplanção, demonstrado no primeiro pico no gráfico (Figura 1 - momento 1). Após tal momento, a córnea ainda sofre a pressão do pulso de ar até ficar ligeiramente côncava (Figura 1 - momento 2) e retorna ao seu estado original de modo a passar por um segundo momento de aplanção (Figura 1 - momento 3). O CH (Corneal Hysteresis), CRF (Corneal Resistance Factor), IOPg (goldmann gold standard, Goldmann correlated intraocular pressure) a IOPcc (corneal compensated Intraocular pressure) e mais 38 variáveis biomecânicas da córnea derivadas do sinal de resposta (Figura 2) foram os parâmetros estudados.

O Teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar a distribuição normal. O teste de Wilcoxon foi utilizado para

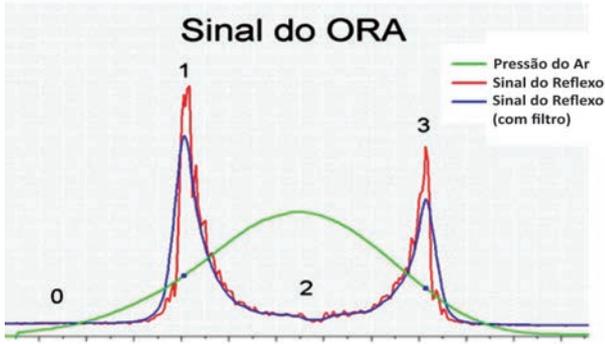


Figura 1: Sinal do ORA; momentos 1, 2 e 3

Tabela 1
Parâmetros do ORA antes e após Lasik
(médias e desvios padrões)

Myopic LASIK	IOPg	IOPcc	CRF	CH
Wilcoxon (p value)	0,00006	0,123	0,0005	0,001
Average Pre	15,55789	16,22105	10,26842	10,21579
Stand. Dev Pre	3,464152	3,028857	1,693469	1,317937
Average Post	12,41579	15,24737	7,984211	8,626316
Stand. Dev Post	3,142409	2,666118	1,676393	1,351066
Hyperopic LASIK	IOPg	IOPcc	CRF	CH
Wilcoxon (Valor p)	0,02	0,15	0,43	0,75
Average Pre	13,19286	13,98571	9,757143	10,43571
Stand. Dev Pre	1,992858	2,07025	0,875051	0,858986
Average Post	12,45	13,19286	9,607143	10,54286
Stand. Dev Post	3,055071	3,076328	1,021661	0,925464

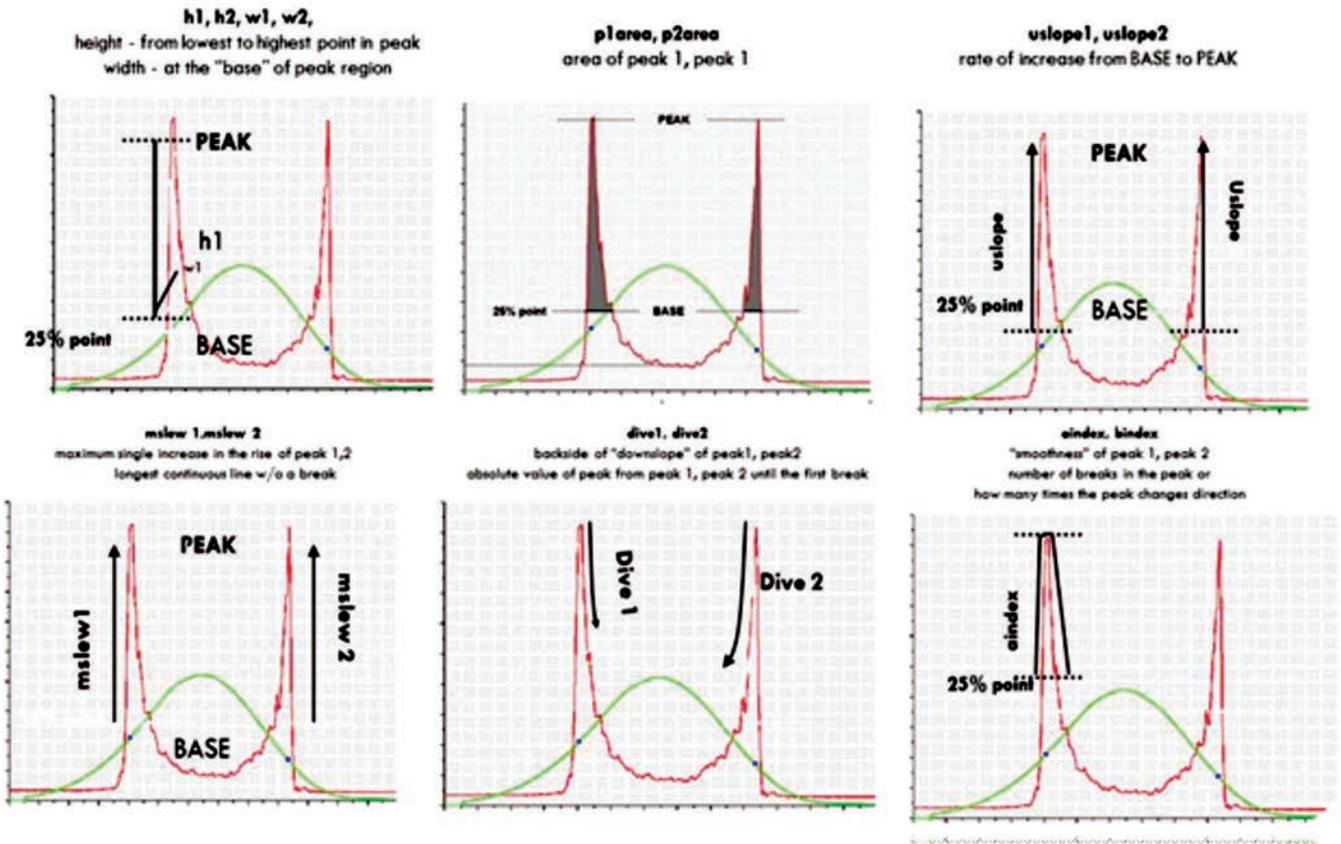


Figura 2: ORA Waveform; alguns dos 38 parâmetros derivados do sinal gráfico

comparar as variáveis antes e após a cirurgia para cada grupo. As diferenças entre as medidas pré e pós-operatórias dos olhos míopes foram comparadas com as diferenças obtidas nos olhos hipermetrópes, utilizando-se o teste de Mann-Whitney. Foi considerado como estatisticamente significante $p < 0,05\%$.

RESULTADOS

Após a coleta de dados e análise dos mesmos por meio dos testes estatísticos, verificou-se que dentre os parâmetros

principais do ORA (CH, CRF, IOPcc e IOPg) como podemos observar na tabela 1, houve resultados estatisticamente significantes da CH, CRF e IOPg em olhos míopes e somente IOPg em olhos hipermetrópes antes e após cirurgia (Teste de Wilcoxon $p < 0,05$).

Em relação as variáveis do sinal de resposta (ORA Waveform - o aspect1, h1, dive1, path1, p1area1, w11, h11, path11 e w2) foram estatisticamente significante em olhos míopes (Wilcoxon, $p < 0,05$), sendo 8 destes relacionados com o sinal da primeira aplanção.

Cinco parâmetros relacionados com o sinal da segunda aplanção apresentaram variação significativa apenas em olhos hipermetrópes antes e após Lasik (aspect2, h2, dive2, mslew2 e h21; Wilcoxon, $p < 0,05$).

Houve diferença tanto em míopes quanto em hipermetrópes em três parâmetros relacionados com as áreas do sinal de aplanção, são eles: p1 área, p2 área e p2 área1 (Wilcoxon, $p < 0,05$).

As diferenças de IOPg e p1 área antes e após a cirurgia foram significativamente maiores em olhos míopes que em olhos hipermetrópes (Mann-Whitney, $p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Estudos recentes das propriedades biomecânicas da córnea após Lasik, PRK, Lasek e Epilasik^(2,3,10-12) demonstram alterações importantes de CH e CRF decorrentes das mudanças estruturais do processo fotoablativo e mostram que a técnica cirúrgica escolhida pode ser um fator que contribua para estas alterações biomecânicas. O estudo do Kirwan et al.⁽¹⁰⁾ mostrou que CH diminuiu aproximadamente 17% em Lasik e 21% em pacientes submetidos à Lasek, comparados aos valores pré-operatórios, já Kamiya et al.⁽³⁾ relataram em seu estudo que houve maior diminuição da CH após Lasik comparada com a técnica de PRK e o estudo do Ryan e cols.¹² demonstrou que há uma diminuição de CH e CRF após Epi-Lasik num período de seguimento de 1 ano.

Nosso estudo avaliou as alterações referentes as propriedades biomecânicas da córnea após fotoablação com *Excimer Laser*, pelo método Lasik com flap fino (Moriá *SBK OUP*) por meio da medida do *Ocular Response Analyzer - Waveform* em míopes e hipermetrópes. De Medeiros et al.⁽⁹⁾, em um estudo relevante, observaram que o perfil de ablação de míopes provocam maiores alterações em CH e CRF do que o perfil de ablação em hipermetrópes. Este mesmo estudo relata que os valores biomecânicos pré-operatórios, volume de ablação e a distribuição espacial de ablação são importantes fatores que afetam a resistência da córnea e a capacidade de absorção e dissipação de energia. Estes resultados são bem similares com o nosso estudo, que apresenta maiores alterações dos principais parâmetros do ORA em pacientes míopes do que em hipermetrópes. O CH, CRF e IOPg foram estatisticamente significantes em míopes e apenas IOPg em hipermetrópes. Concordamos que o perfil de ablação pode ser determinante para esta diferença, porém ressaltamos que o mecanismo de medida do ORA pode também ter um impacto nessas diferenças em CH e CRF em míopes e hipermetrópes após ablação. O ORA⁽¹⁾ é um equipamento que utiliza um jato de ar, semelhante ao utilizado em tonômetros de sopro, gerando uma força/pressão diretamente na córnea. Um sistema eletro-óptico monitora a curvatura corneana nos 3 mm centrais durante os 20 milissegundos da aferição, logo pode fornecer uma leitura mais efetiva em mudanças estruturais paracentrais do que mudanças na periferia.

Em relação às medidas pressóricas do ORA, a IOPg (gold-mann gold standard, *Goldmann correlated intraocular pressure*) apresentou valores estatisticamente significantes (Wilcoxon, $p < 0,05$) em ambos os grupos antes e após a correção refrativa, isso pode demonstrar a fragilidade do atual padrão-ouro de aferição frente aos pacientes com córneas em pacientes submetidos à cirurgia refrativa^(13,14), assim como foi demonstrado em pós-cirurgia de catarata por facoemulsificação⁽¹⁵⁾. A IOPcc (corneal compensated Intra-ocular pressure) não sofreu variação com Lasik miópico ou hipermetrópico, isso

demonstra o elevado grau de importância em se estabelecer o real valor da pressão intraocular, retirando a interferência da córnea nesta aferição.

Ao observamos as alterações referentes ao sinal gráfico do ORA *Waveform* (Figura 2), notamos que as mudanças das variáveis relacionadas ao primeiro pico de aplanção são mais vistas em olhos míopes e as variáveis relacionadas ao segundo pico de aplanção em olhos hipermetrópes. Estes achados não apresentam ainda explicações objetivas na literatura atual, sendo um importante alvo para futuras pesquisas. Porém, se entendermos que a remoção do tecido paracentral acarreta mais mudanças no primeiro pico de aplanção e que o cálculo da CH é determinado pela diferença entre P1 e P2⁽¹⁾.

CONCLUSÃO

Concluimos que se existe uma maior alteração em míopes no primeiro sinal de aplanção, haverá uma maior diminuição da CH nestes casos do que em hipermetrópes, havendo assim uma maior alteração estrutural e biomecânica em processos fotoablativos em míopes; isso pode ser um fator que contribua e leva-nos a pensar por qual motivo a incidência de ectasia em hipermetrópes é menor comparado com pacientes míopes.

REFERÊNCIAS

1. LuceDA. Determining invivobiomechanicalpropertiesofthe corneawithan ocularresponseanalyzer. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31(1):156-62.
2. Chen MC, Lee N, Bourla N, Hamilton DR. Corneal biomechanical measurements before and after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(11):1886-91.
3. Kamiya K, Shimizu K, Ohmoto F. Comparison of the changes in corneal biomechanical properties after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *Cornea.* 2009;28(7):765-9. Comment in *McMonnies CW. Keratectasia, rubbing, yoga, weightlifting, and intraocular pressure. Cornea.* 2010;29(8):952; *author reply 952-3.*
4. Seiler T, Quorke AW. Iatrogenic keratectasia after LASIK in a case of forme fruste keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 1998;24(7):1007-9. Comment in *Muravchik J. Keratectasia after LASIK. J Cataract Refract Surg.* 2000;26(5):629-30.
5. Binder PS, Lindstrom RL, Stulting RD, Donnenfeld E, Wu H, McDonnell P, et al. Keratoconus and corneal ectasia after LASIK. *J Refract Surg.* 2005;21(6):749-52.
6. Binder PS. Analysis of ectasia after laser in situ keratomileusis: risk factors. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33(9):1530-8. Comment in *Binder PS. Risk factors for ectasia after LASIK. J Cataract Refract Surg.* 2008;34(12):2010-1. Comment on *Binder PS. Analysis of ectasia after laser in situ keratomileusis: risk factors. J Cataract Refract Surg.* 2007;33(9):1530-8.
7. Randleman JB, Banning CS, Stulting RD. Corneal ectasia after hyperopic LASIK. *J Refract Surg.* 2007;23(1):98-102.
8. Komai Y, Ushiki T. The three-dimensional organization of collagen fibrils in the human cornea and sclera. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1991;32(8):2244-58.
9. de Medeiros FW, Sinha-Roy A, Alves MR, Wilson SE, Dupps WJ Jr. Differences in the early biomechanical effects of hyperopic and myopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(6):947-53.
10. Kirwan C, O'Keefe M. Corneal hysteresis using the Reichert ocular response analyser: findings pre- and post-LASIK and LASEK. *Acta Ophthalmol.* 2008;86(2):215-8.

11. Hamilton DR, Johnson RD, Lee N, Bourla N. Differences in the corneal biomechanical effects of surface ablation compared with laser in situ keratomileusis using a microkeratome or femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(12):2049-56.
12. Ryan DS, Coe CD, Howard MA, Edwards JD, Bower KS. Corneal biomechanics following epi-LASIK. *J Refract Surg.* 2011;27(6):458-64.
13. Pepose JS, Feigenbaum SK, Qazi MA, Sanderson JP, Roberts CJ. Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following Lasik using static, dynamic, and noncontact tonometry. *Am J Ophthalmol.* 2007;143(1):39-47.
14. Gargozi HJ, Chung HS, Lang Y, Kagemann L, Harris A. Intraocular pressure and photorefractive keratectomy: a comparison of three different tonometers. *Cornea.* 2001;20(1):33-6.
15. Valbon BF, Silva RS, Jardim D, Canedo AL, Palis M, Ambrosio Júnior R. Avaliação da pressão intraocular através do ocular response analyzer antes e após cirurgia de facoemulsificação. *Rev Bras Oftalmol.* 2011;70(1):11-5.

Autor correspondente:

Bruno de Freitas Valbon
Av. Beira Mar, nº 2767 - apto. 102
Bairro Bento Ferreira
CEP 29052121 - Vitória (ES), Brasil.
Tel: (21)8103-7117
E-mail: valbonbruno@ig.com.br