

Hipertensão ocular “mascarada” por edema de córnea após cirurgia da catarata

Ocular hypertension confounded by corneal edema after cataract surgery

Bruno de Freitas Valbon¹, Frederico Guerra², Renata Siqueira da Silva³, Ana Laura Canedo⁴, Renato Ambrósio Junior⁵

RESUMO

Com base em modelos matemáticos e estudos experimentais estima-se que as medidas da PIO sejam linearmente hiperestimadas em córneas com maior espessura e menor ceratometria por meio de tonometria de aplanção de Goldmann (TAG). Entretanto, tal influência se dá de uma maneira mais complexa que a prevista por estes parâmetros geométricos, sendo diretamente relacionada com propriedades biomecânicas. O sistema de não contato ORA (Ocular response analyzer – Reichert) permite estudo das propriedades biomecânicas juntamente com a medida pressórica calibrada para a TAG e a compensada da córnea. Adicionalmente, o estudo tomográfico com reconstrução tridimensional do mapa paquimétrico caracteriza a córnea de forma mais completa que a ceratometria anterior e espessura central. Neste artigo, relatamos um caso de dor ocular, fotofobia e baixa visão, 28 dias após cirurgia de facoemulsificação com implante de lente intraocular sem complicações em paciente feminina de 81 anos. Na primeira visita da paciente, enquanto a TAG era de 16 mmHg, o valor da PIO compensada da córnea (PIOcc), obtido com o ORA, era 25,6 mmHg. A histerese e fator de resistência da córnea eram baixos, 4,1 e 6,1mmHg respectivamente, apesar da paquimetria central ser relativamente mais elevada, de 601 micra. O padrão de distribuição espacial da espessura era atenuado, compatível com edema corneano que era observado também por meio das imagens de Scheimpflug (Pentacam). Com base nestes dados, foi feito diagnóstico de quadro de uveíte hipertensiva, associado à edema corneano, instituindo-se tratamento tópico com combinação fixa de maleato de timolol e brimonidina associado ao acetato de prednisolona. Três semanas após, a paciente apresentou-se com grande melhora da acuidade visual, resolução do edema corneano, e dos sintomas, normalizando os parâmetros biomecânicos, geométricos da córnea e de PIO.

Descritores: Propriedades biomecânicas; Edema de córnea; Tomografia de córnea; Espessura corneana; Facoemulsificação; Relatos de casos

¹ Pós-graduando (Mestrado) da Universidade Federal Fluminense – UFF – Rio de Janeiro (RJ), Brasil;

² Colaborador do Setor de Segmento Anterior do Instituto Benjamin Constant – Rio de Janeiro (RJ), Brasil;

³ Colaboradora do Setor de Glaucoma e Catarata do Hospital de Ipanema – Rio de Janeiro (RJ), Brasil;

⁴ Fellow de Refrativa do Instituto de Olhos Renato Ambrósio – Rio de Janeiro (RJ), Brasil;

⁵ Coordenador do Grupo de Estudos de Tomografia e Biomecânica de Córnea do Rio de Janeiro - Brasil.

Recebido para publicação em: 11/8/2009 - Aceito para publicação em 9/12/2009

INTRODUÇÃO

A tonometria de aplanção por Goldmann (TAG), padrão ouro para a Oftalmologia é o método de aferição mais utilizado no mundo para medida da pressão intraocular (PIO), que se baseia no princípio de Imbert-Fick. Com isso, sofre influência de características da córnea, destacando-se a espessura^(1,3). De modo geral, assume-se que quanto mais fina seja a córnea, menor será sua resistência, causando uma menor medida da pressão, ou seja, valor hipoestimado. Por outro lado, quanto mais grossa a córnea, maior seria sua resistência e maior a pressão medida, valor hiperestimado por meio da TAG. Além da espessura, outras características como a curvatura da córnea, também são reconhecidas importantes, de modo que córneas mais planas tendem a apresentar maior resistência para a aplanção e gerar valores mais elevados^(4,5). Entretanto, a medida da pressão intra-ocular sofre influência da córnea de forma mais complexa. Em um modelo matemático, Liu e Roberts⁵, observaram uma maior influência de variações relacionadas com a tensão da superfície relacionadas pela resistência da córnea (módulo de Young), potencialmente determinando maior “erro” na TAG, comparando-se com os efeitos relacionados com a espessura central e com a ceratometria.

O estudo das propriedades biomecânicas da córnea, tema de crescente interesse e objetivo de importantes estudos relacionados com córnea, glaucoma e cirurgia refrativa, era limitado a modelos matemáticos e estudos experimentais até a introdução do *Ocular response analyzer* (ORA – Reichert), em 2005 por Luce, PhD⁶. O ORA monitora dinamicamente a resposta de aplanamento da córnea pelo jato de ar, de modo a determinar propriedades biomecânicas da córnea, juntamente com as medidas da pressão intraocular. Além da medida da PIO calibrada de acordo com o “padrão ouro”, TAG (IOPg – *gold standard, Goldmann correlated Intraocular pressure*), existe um cálculo para determinar uma pressão compensada da córnea de acordo com as propriedades biomecânicas encontradas (IOPcc – *corneal compensated Intraocular pressure*). Além das medidas pressóricas, IOPg e IOPcc, o ORA determina a histerese corneana (CH – *Corneal Hysteresis*) que é um parâmetro relacionado com a visco-elasticidade da córnea e o fator de resistência corneana (CRF – *corneal resistance factor*)⁽⁶⁻⁹⁾.

De forma paralela ao progresso relacionado com a caracterização das propriedades biomecânicas da córnea, o estudo tomográfico representa uma evo-

lução na avaliação da geometria e arquitetura da córnea⁽¹⁰⁻¹³⁾. A abordagem tomográfica possibilita reconstrução do mapa paquimétrico, com informações da espessura corneana de limbo a limbo. Com isso, é possível identificar o ponto central e determinar seu valor e localização. Considerando-se que a córnea seja um menisco, mais fino na região central e mais espesso na periferia, um método gráfico para descrever o perfil de progressão paquimétrico foi proposto por Ambrósio, juntamente com o Grupo de Estudos de Tomografia e Biomecânica de Córnea do Rio de Janeiro (CTSP – *Corneal Thickness Spatial Profile*) em colaboração com a Oculus^(11,12). Os gráficos foram incorporados no programa de análise do Pentacam⁽¹²⁾. Com isso, foi possível caracterizar uma variação populacional normal Gaussiana na taxa de aumento da espessura do ponto mais fino em direção a periferia. Adicionalmente, observamos diferenças significativas na distribuição espacial da paquimetria entre córneas normais e com ectasia, que apresentam um padrão mais acelerado de engrossamento do ponto mais fino em direção a periferia, bem como entre córneas normais e com edema, que apresentam uma atenuação no padrão de aumento da espessura⁽¹²⁾. Em outras palavras, é possível com esta análise se diferenciar uma córnea fina normal de uma afinada ectásica e uma córnea grossa normal, de uma córnea com edema⁽¹³⁾.

Neste artigo, relatamos um caso de uveíte hipertensiva pós-cirurgia de catarata, realizada por facoemulsificação e implante de lente intraocular (LIO) sem intercorrências. O quadro era mascarado por uma medida de TAG mais baixa por diminuição da resistência da córnea por causa de edema leve (subclínico). Paradoxalmente, no caso de edema, apesar do aumento da espessura, ocorre diminuição das propriedades biomecânicas devido à maior presença de água entre as lamelas de colágeno no estroma, que se comporta como uma esponja. Adicionalmente o edema era compatível com relativa transparência estromal, mas dificultava a avaliação do *flare* e de células na câmara interior. Estes fatores e características clínicas combinados tornam o caso bastante peculiar e relevante como exemplo para a importância da propedêutica com base na avaliação tomográfica e biomecânica da córnea.

Relato de caso

Paciente do sexo feminino, 81 anos, aposentada, natural do Rio de Janeiro, sem comorbidades sistêmicas ou oculares pré-existentes, foi encaminhada para segun-

da opinião devido a quadro de dor ocular, fotofobia e má visão em olho esquerdo. A paciente havia realizado cirurgia de catarata há 28 dias sem sabidas intercorrências cirúrgicas, estando em uso irregular de acetato de prednisolona (Predfort).

Ao exame oftalmológico na primeira visita, realizada em 28 de abril, a paciente apresentava acuidade visual corrigida de 20/20 em OD e 20/200 em OE, sem melhoras com refração manifesta. A TAG era de 14 e 16 mmHg em OD e OE respectivamente, às 15 horas. Ao exame da lâmpada de fenda (biomicroscopia), observou-se sem alterações notáveis em OD, salvo catarata nuclear insipiente. Observou-se em OE:

- pálpebras e anexos sem alterações; hiperemia conjuntival leve, mais acentuada na região pericerática, sem secreções;
- córnea transparente porém com aspecto de edema corneano leve e difuso 1+/4+, sem dobras de Descemet, ausência de lesões epiteliais coradas com fluoresceína e presença de ponto simples corneano presumidamente de mononylon 10-0 na região superior;
- filme lacrimal espesso, com presença moderada de partículas, tempo de rotura do filme lacrimal com BUT menor que 10 segundos;
- pupila fotorreagente provocando fotofobia moderada, detalhes da íris visíveis, mas discretamente não nítidos, lente intraocular de câmara posterior em posição adequada;
- vítreo limpo, sem opacidades e polo posterior sem alterações notáveis.

Realizaram-se os exames de não contato e avaliação biomecânica com sopro de ar (ORA) e tomografia de córnea e segmento anterior por fotografias Scheimpflug rotacionais (Pentacam). O ORA em OE revelou IOPcc de 25,6mmHg, enquanto a IOPg foi de 18,8mmHg. O CH e CRF foram de 4,1 e 6,1mmHg respectivamente (Figura 1A). O exame tomográfico revelou paquimetria central (Pentacam) de 591 micra (μm), com gráfico de progressão espacial apresentando padrão atenuado, compatível com edema (Figura 2A). Por meio do estudo das imagens de Scheimpflug, observou-se aumento da refletividade corneana, mais acentuadamente a nível epitelial que estromal, discreto edema estromal e LIO em posição (Figura 3A). O padrão de progressão paquimétrica espacial mostrou-se retificado, característico de edema leve (Figura 4A).

Considerando os achados, foi feito o diagnóstico de uveíte anterior hipertensiva associado à edema após cirurgia de catarata em OE, sendo prescrito colírio de

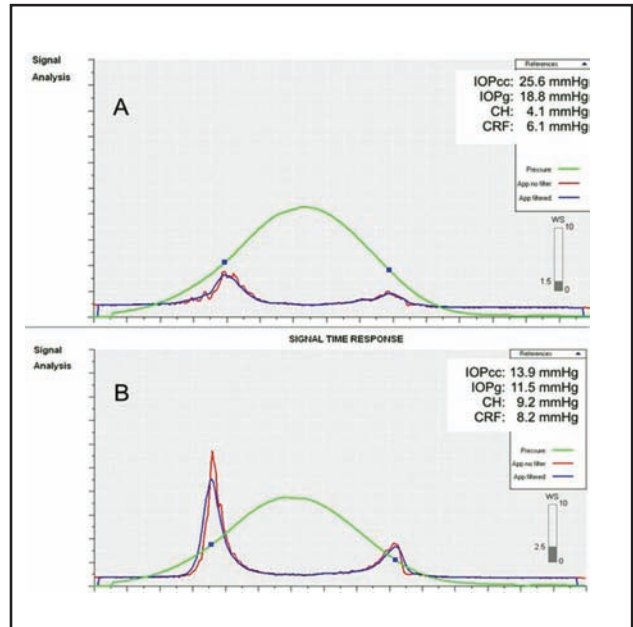


Figura 1: Parâmetros e gráficos do ORA (Ocular response analyzer)

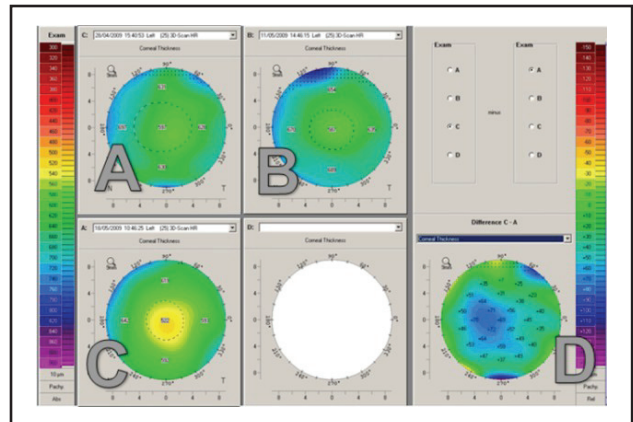


Figura 2: Mapa diferencial paquimétrico

combinação fixa de maleato de timolol associado à brimonidina (Combigan), 2 vezes ao dia e acetato de prednisolona (Predfort) de 4/4 horas.

A paciente retornou 1 semana após início do tratamento, relatando melhora parcial da dor e discreta melhora da visão, que era de 20/100 em OE. Ao exame biomicroscópico, observou-se ceratopatia ponteada no terço inferior da córnea, porém com redução importante do quadro da hiperemia e redução leve do edema corneano, permitindo observação de discreto flare na câmara anterior. A paquimetria central (Pentacam) era de 587 μm , ainda com padrão de atenuação da progressão espacial (Figura 2B). A TAG foi 12mmHg (14h), IOPcc 12,9mmHg, IOPg 11,5mmHg, CH 9,0mmHg e

CRF 8,0mmHg. Optou-se por manter medicação tópica anti-hipertensiva ocular e iniciar desmame do corticóide com loteprednol 0,5% (Lotepronol), bem como adicionar lubrificação tópica com lágrima artificial a base de HP Guar e com Polyquad como conservante (Oftane) 4 vezes ao dia e suplementação alimentar com ácidos graxos essenciais tipo ômega 3 a base de linhaça em cápsulas de 1g, 2 vezes ao dia durante as refeições.

Três semanas após a primeira avaliação, a paciente retornou relatando redução importante dos sintomas e melhora da visão que era, sem correção, de 20/20 em OE. A paciente fazia uso da suplementação alimentar recomendada, Loteprol 2 vezes ao dia e Oftane irregularmente, tendo descontinuado por conta própria o Combigan há 5 dias.

O ORA revelou IOPcc 13,9 mmHg, IOPg 11,5 mmHg, CH 9,2 e CRF 8,2 (Figura 1B). A espessura central (Pentacam) foi de 522µm (Figura 2C). A diferença da espessura corneana pode ser observada no mapa diferencial (Figura 2D). Observou-se redução significativa da refletividade (*scattering*) da córnea e restauração da transparência corneana e resolução do quadro de edema estromal, que se correlacionou com os achados das imagens de Scheimpflug (Figura 3B). O padrão de progressão espacial estava dentro dos limites da normalidade (Figura 4B). Ao exame da lâmpada de fenda, observou-se ainda leve ceratopatia ponteadada no 1/3 inferior.

Considerando-se a evolução clínica e os achados, optamos por manter desmame do corticóide, orientar a paciente sobre a importância da lubrificação e da suplementação alimentar para tratamento da disfunção lacrimal e retornar para controle pressórico em um mês.

Com isso, a paciente retornou neste período sem queixas, em uso da suplementação alimentar recomendada e Oftane 4 vezes ao dia. A acuidade visual sem correção era de 20/20 em OE. O exame do segmento anterior revelava olho esquerdo calmo pseudofácico, sem alterações notáveis. A TAG era de 15mmHg às 15 horas. O ORA revelou IOPcc 15,1mmHg, IOPg 13,3mmHg, CH 9,3 e CRF 8,1. A espessura central (Pentacam) foi de 529µm. O exame da microscopia especular revelou contagem de 2.617 células/mm² em OD, com mosaico celular normal e 1.960 células em OE, com moderados polimegatismo e pleomorfismo. A paciente foi orientada para retornar em 3 meses para controle clínico e acompanhamento ou antes, em caso de alguma sintoma novo.

DISCUSSÃO

A influência da córnea nas medidas da TAG é sabida desde a introdução do método por Goldmann e

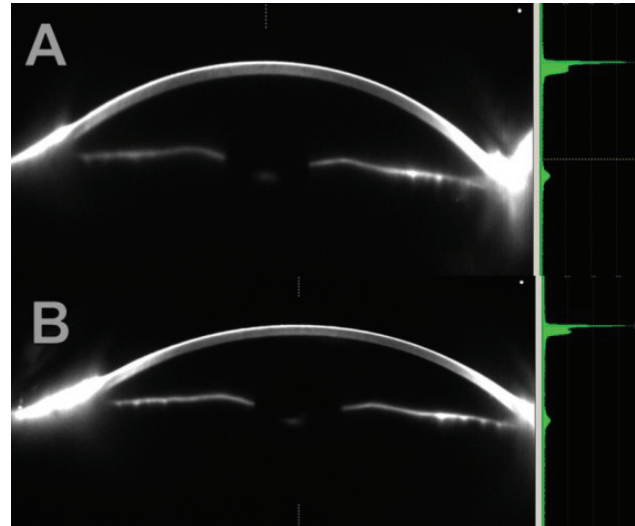


Figura 3: Tomografia de segmento anterior com imagens de Scheimpflug (Pentacam)

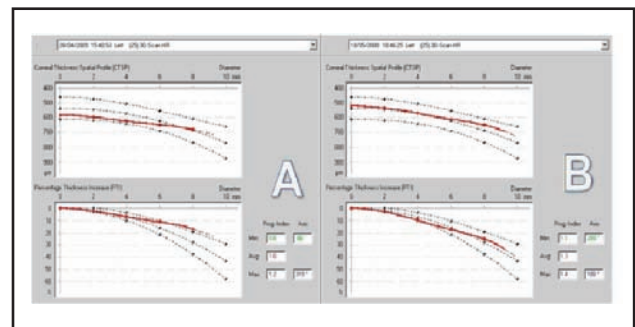


Figura 4: Gráfico de Progressão Paquimétrica Espacial: A – Na primeira consulta com edema subclínico; B – Após o tratamento

Schimidt, em 1957⁽¹⁾. Entretanto, somente após a publicação do estudo OHTS (Ocular Hypertension Treatment Study), em junho de 2002, que identificou em análise multivariada a espessura central da córnea (ECC) como o mais importante fator preditivo para o desenvolvimento de lesão glaucomatosa do nervo óptico em pacientes hipertensos oculares, que houve a popularização do reconhecimento desta variável⁽¹⁴⁾. Fórmulas de correção da TAG foram propostas com base em análises de regressão linear com a ECC⁽¹⁵⁻¹⁸⁾. Entretanto, Gunvant et al. demonstraram que tais fórmulas podem hipercorrigir a medida da pressão em córneas finas⁽¹⁹⁾. Por outro lado, córneas com aumento da espessura por edema apresentam uma resistência reduzida e portanto um efeito na TAG similar a córneas com menor espessura⁽¹⁶⁻²⁰⁾. Com isso, recomenda-se muito cuidado no uso de qualquer fórmula baseada em uma suposta relação sempre linear entre a espessura da córnea, sua resistência e seu efeito

na TAG⁽⁵⁻⁹⁾. Adicionalmente, considerando-se os achados de Liu e Roberts, variações relacionadas com a tensão da superfície referidas pela resistência da córnea (módulo de Young) potencialmente determinam maior impacto na TAG, que a espessura central e a ceratometria⁽⁵⁾.

Com a introdução do ORA, iniciamos uma nova fase no entendimento das propriedades biomecânicas da córnea⁽⁶⁾. Até então, o conhecimento nesta área era limitado a estudos experimentais e modelos matemáticos^(8,21). Fontes et al. reportaram as variações da CH e CRF em população brasileira normal, bem como suas relações com diversos parâmetros clínicos⁽²²⁾. A CH teve valores médios de 10,17, com desvio-padrão de 1,82, enquanto o CRF médio foi de 10,14, com desvio-padrão de 1,8.

Um recente artigo de del Buey et al. demonstra que córneas com distrofia endotelial de Fuchs, com espessura significativamente maior (média de 606µm, com desvio-padrão de 20, variando entre 578-635µm), apresentam menores CH e CRF e maiores diferenças entre IOPcc que IOPg²³. Adicionalmente, uma redução da CH e CRF foi encontrada após cirurgia da catarata, devido ao edema pós-operatório⁽²⁴⁻²⁶⁾. Tal alteração se mostrou transitória, retornando aos patamares pré-operatórios entre 1 e 3 meses^(25,26).

A ECC pode ser medida por meio de sistema de ultrassom e óptico, não havendo diferenças significativas entre os métodos quando bem calibrados e realizados com metodologia correta⁽²⁷⁾. A ECC varia de forma ampla na população normal, havendo algumas diferenças em populações de diferentes regiões^(22,28,29). Por exemplo, na população norte-americana, o valor médio de ECC é de 556µm, com desvio-padrão de 35⁽²⁷⁾ e na população brasileira, 545µm com desvio-padrão de 34⁽²²⁾, sendo que a variação foi semelhante em ambas as populações, de 454 a 669µm. Existe, portanto, uma superposição de valores em córneas normais e com edema por Distrofia de Fuchs⁽³⁰⁾. Entretanto, edema pode ser identificado com o padrão de atenuação da progressão espacial da paquimetria, com menor diferença entre a região mais fina e a periferia da córnea, o que é possível e facilitado pelos gráficos do Pentacam, CTSP e PTI^(12,13).

No presente caso relatado, observamos edema corneano apesar da espessura central ser inferior a 600µm. A retificação da progressão espacial da paquimetria, juntamente com a maior refletividade do estroma corneano e as medidas de CH e CRF mais baixas que os valores normais possibilitam a identificação clínica de edema. A IOPcc foi fundamental para

o diagnóstico de hipertensão ocular.

Hipertensão ocular é uma complicação reconhecida após cirurgia de catarata, mesmo quando realizada sem complicações ou intercorrências per-operatórias^(31,32). A diminuição das propriedades biomecânicas da córnea está relacionada à dificuldade na capacidade de detectar o aumento da PIO⁽²⁴⁻²⁶⁾. Uma forma alternativa de se detectar tal aumento seria a tonometria de contorno dinâmico (PASCAL), que sofre menor influência das características da córnea por não ser necessário aplanção, mas apenas contato do sensor pressórico com a superfície⁽³³⁻³⁵⁾.

Optamos pela associação de betabloqueador com alfa 2 agonista no tratamento da hipertensão ocular associada à edema de córnea após cirurgia da catarata, uma vez que era desejada uma redução acentuada da PIO e tratar-se das melhores escolhas em termos de medicações para o caso. Em casos de doença endotelial, evitamos o uso de inibidor da anidrase carbônica tópico pela possível atuação na função endotelial, que pode causar ou agravar o edema⁽³⁶⁻³⁸⁾. Considerando o quadro clínico da paciente, acreditamos que a causa da hipertensão ocular estaria relacionada com o processo inflamatório não controlado adequadamente, sendo também contraindicado o uso de prostaglandinas ou derivados. O tratamento da inflamação a base de corticóide geralmente é muito eficaz, devendo ser associado e ter o seu desmame bem controlado. Optamos por substituir o colírio de acetato de prednisolona por etabonato de lotoprednol para o desmame do corticóide, pois existe menor chance de hipertensão cortisônica⁽³⁹⁾. O desenvolvimento de sinais e sintomas relacionados com a disfunção lacrimal pode estar relacionado à presença de cloreto de benzalcônio como conservante nos colírios utilizados⁽⁴⁰⁾. O tratamento com suplementação alimentar a base de ácidos graxos insaturados essenciais tipo ômega 3 tem se mostrado eficaz em diversos estudos⁽⁴¹⁻⁴³⁾. O uso de colírio lubrificante a base de HP Guar é indicado no tratamento de disfunção lacrimal, principalmente se estiver relacionado com ceratopatia ponteadas, bem como alterações da camada mucóide do filme lacrimal⁽⁴⁴⁻⁴⁵⁾.

Relatamos um caso de hipertensão ocular associado à edema de córnea após cirurgia de catarata em que a medida da pressão ocular por meio de TAG era hipoestimado. A documentação propedêutica com o ORA e Pentacam para avaliação biomecânica e tomográfica mostraram-se fundamentais para o diagnóstico, de modo a guiar o tratamento e acompanhamento clínico do caso.

ABSTRACT

Goldmann applanation tonometry (GAT) overestimates intraocular pressure (IOP) measurements in cases with thick and flatter corneas. This is thought to occur linearly based on mathematical and on experimental studies. However, such influence does exist, but this is more complex than the one anticipated by pachymetry and keratometry because it is related to corneal biomechanical properties. The ocular response analyzer (ORA – Reichert) provides the data related to the biomechanical properties of the cornea along with the IOP measurements that are calibrated for correlating to the Goldmann applanation and also compensated from corneal properties. Also corneal tomography with a pachymetric map evaluation characterizes the cornea beyond central thickness and anterior curvature. In this article, we report a case of a 77 years old female patient with low vision, photophobia and ocular pain 28 days after phacoemulsification and intraocular lens implant. In the first visit, GAT was 14mmHg, while IOPcc (ORA corneal compensated IOP) was 25,6mmHg. Corneal hysteresis and resistance factor were low: 4,1 and 6,1mmHg respectively despite a central thickness of 601 micron. Corneal thickness spatial profile was attenuated with an edematous pattern that was also observed by the Scheimpflug images (Pentacam). Hypertensive uveitis was diagnosed and the patient was started on a fixed combination of timolol and brimonidine associate with prednisolone acetate. Three weeks after, the patient referred resolution of photophobia and marked improvement of vision. Clinically, edema was resolved as observed by corneal tomography and biomechanical findings.

Keywords: *Biomechanical properties; Corneal edema; Corneal tomography; Corneal thickness; Phacoemulsification; Case reports*

REFERÊNCIAS

1. Goldmann H, Schmidt T. [Applanation tonometry]. *Ophthalmologica*. 1957;134(4):221-42. German.
2. Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol*. 2000;44(5):367-408.
3. Dueker DK, Singh K, Lin SC, Fechtner RD, Minckler DS, Samples JR, Schuman JS. Corneal thickness measurement in the management of primary open-angle glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2007;114(9):1779-87.
4. Sánchez-Tocino H, Bringas-Calvo R, Iglesias-Cortiñas D. [Correlation between intraocular pressure, pachymetry and keratometry in a normal population]. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2007;82(5):267-72. Spanish.
5. Liu J, Roberts CJ. Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement: quantitative analysis. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31(1):146-55. Comment in: *J Cataract Refract Surg*. 2006;32(7):1073-4; author reply 1074.
6. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31:156-62.
7. Kotecha A, Elsheikh A, Roberts CR, Zhu H, Garway-Heath DF. Corneal thickness- and age-related biomechanical properties of the cornea measured with the ocular response analyzer. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006;47(12):5337-47.
8. Alonso RS, Ventura MP, Ambrósio Jr R. Aspectos práticos da avaliação biomecânica da córnea. In: Vieira Netto M, Ambrósio Júnior R, Schor P, Chalita MR, Chamon W, editores. *Wavefront, topografia e tomografia da córnea e segmento anterior: atualização propedêutica em cirurgia refrativa*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2006.
9. 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.
10. Souza MB, Medeiros FM, Ruiz-Alves M. Conceitos em tomografia do segmento anterior. In: Vieira Netto M, Ambrósio Júnior R, Schor P, Chalita MR, Chamon W, editores. *Wavefront, topografia e tomografia da córnea e segmento anterior: atualização propedêutica em cirurgia refrativa*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2006.
11. Luz A, Ursulio M, Castañeda D, Ambrósio Jr. R. Progressão da espessura corneana do ponto mais fino em direção ao limbo: estudo de uma população normal e de portadores de ceratocone para criação de valores de referência. *Arq Bras Oftalmol*. 2006;69(4):579-83.
12. Ambrósio R Jr, Alonso RS, Luz A, Coca Velarde LG. Corneal thickness spatial profile and corneal-volume distribution: tomographic indices to detect keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2006;32(11):1851-9.
13. Ambrósio Jr R. Enhanced Screening for Refractive Candidates Based on Corneal Tomography and Biomechanics. ASCRS 2008 Online Poster - awarded as Best Poster Category: Cornea. [cited 2009 Jun 11]. Available from: <http://ascrs2008.abstractsnet.com/acover.wcs?entryid=000116>
14. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2002;120(6):714-20; discussion 829-30. Comment in: *Arch Ophthalmol*. 2004;122(7):1088-9; author reply 1089.
15. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1975;53(1):34-43.
16. Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol*. 1993;38(1):1-30.
17. Orssengo GJ, Pye DC. Determination of the true intraocular pressure and modulus of elasticity of the human cornea in vivo. *Bull Math Biol*. 1999;61(3):551-72.
18. Shah S, Chatterjee A, Mathai M, Kelly SP, Kwartz J, Henson D, McLeod D. Relationship between corneal thickness and measured intraocular pressure in a general ophthalmology clinic. *Ophthalmology*. 1999;106(11):2154-60. Comment in: *Ophthalmology*. 2000;107(10):1803. *Ophthalmology*. 2001;108(8):1364-6.
19. Guntvant P, O'Leary DJ, Baskaran M, Broadway DC, Watkins RJ, Vijaya L. Evaluation of tonometric correction factors. *J Glaucoma*. 2005;14(5):337-43.

20. Simon G, Small RH, Ren Q, Parel JM. Effect of corneal hydration on Goldmann applanation tonometry and corneal topography. *Refract Corneal Surg.* 1993;9(2):110-7.
21. Roberts C. Biomechanical customization: the next generation of laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31(1):2-5.
22. Fontes BM, Ambrósio R Jr, Alonso RS, Jardim D, Velarde GC, Nosé W. Corneal biomechanical metrics in eyes with refraction of -19.00 to +9.00 D in healthy Brazilian patients. *J Refract Surg.* 2008;24(9):941-5.
23. del Buey MA, Cristóbal JA, Ascaso FJ, Lavilla L, Lanchares E. Biomechanical properties of the cornea in Fuchs' corneal dystrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009;50(7):3199-202.
24. Hager A, Loge K, Füllhas MO, Schroeder B, Grossherr M, Wiegand W. Changes in corneal hysteresis after clear corneal cataract surgery. *Am J Ophthalmol.* 2007;144(3):341-6.
25. Kucumen RB, Yenerel NM, Gorgun E, Kulacoglu DN, Oncel B, Kohen MC, Alimgil ML. Corneal biomechanical properties and intraocular pressure changes after phacoemulsification and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(12):2096-8.
26. Valbon B, Ventura MP, Salomão M, Ambrósio R Jr. Correlation between central corneal thickness and biomechanical properties after phacoemulsification. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49:E-Abstract 656.
27. Alonso RS, Maranhão SB, Luz A, Castañeda DN, Ambrósio Júnior R. Comparação entre as medidas da espessura corneana central obtidas pela paquimetria ultrassônica e pelo sistema Pentacam. *Rev Bras Oftalmol.* 2005;64(4):227-31.
28. Ambrósio R Jr, Klyce SD, Wilson SE. Corneal topographic and pachymetric screening of keratorefractive patients. *J Refract Surg.* 2003;19(1):24-9.
29. Aghaian E, Choe JE, Lin S, Stamper RL. Central corneal thickness of Caucasians, Chinese, Hispanics, Filipinos, African Americans, and Japanese in a glaucoma clinic. *Ophthalmology.* 2004;111(12):2211-9.
30. Ambrósio R Jr, Netto MV, Wilson SE. Surgery in patients with Fuchs'. *Ophthalmology.* 2006;113(3):503; author reply 504.
31. Alves MC, Faria RM, Raskin E, Raskin DG, Eredia GC, Andrade BBA. Hipertensão intra-ocular após facoemulsificação e implante de lente intra-ocular. *Rev Bras Oftalmol.* 2001;60(6):432-6.
32. Dayanir V, Ozcura F, Kir E, Topalođlu A, Ozkan SB, Aktunç T. Medical control of intraocular pressure after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31(3):484-8.
33. 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.
34. Hager A, Loge K, Schroeder B, Füllhas MO, Wiegand W. Effect of central corneal thickness and corneal hysteresis on tonometry as measured by dynamic contour tonometry, ocular response analyzer, and Goldmann tonometry in glaucomatous eyes. *J Glaucoma.* 2008;17(5):361-5. Erratum in: *J Glaucoma.* 2008;17(7):604. Annette, Hager [corrected to Hager, Annette]; Kristina, Loge [corrected to Loge, Kristina]; Bernd, Schroeder [corrected to Schroeder, Bernd]; Mark-Oliver, Füllhas [corrected to Füllhas, Mark-Oliver]; Wolfgang, Wiegand [corrected to Wiegand, Wolfgang].
35. Boehm AG, Weber A, Pillunat LE, Koch R, Spoerl E. Dynamic contour tonometry in comparison to intracameral IOP measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49(6):2472-7.
36. Wirtitsch MG, Findl O, Heinzl H, Drexler W. Effect of dorzolamide hydrochloride on central corneal thickness in humans with cornea guttata. *Arch Ophthalmol.* 2007;125(10):1345-50.
37. Zhao JC, Chen T. Brinzolamide induced reversible corneal decompensation. *Br J Ophthalmol.* 2005;89(3):389-90.
38. Adamsons I. Irreversible corneal decompensation in patients treated with topical dorzolamide. *Am J Ophthalmol.* 1999;128(6):774-6.
39. Bartlett JD, Horwitz B, Laibovitz R, Howes JF. Intraocular pressure response to loteprednol etabonate in known steroid responders. *J Ocul Pharmacol.* 1993;9(2):157-65.
40. Leung EW, Medeiros FA, Weinreb RN. Prevalence of ocular surface disease in glaucoma patients. *J Glaucoma.* 2008;17(5):350-5.
41. Ambrósio RJ, Stelzner SK, Boerner CF, Honan PR, McIntyre DJ. Nutrition and dry eye: the role of lipids. *Rev Refract Surg.* 2002:29-32.
42. Pinheiro Jr. MN, Santos PM, Santos RCR, Barros JN, Passos LF, Cardoso Neto JC. Uso oral do óleo de linhaça (*Linum usitatissimum*) no tratamento do olho seco de pacientes portadores da síndrome de Sjögren. *Arq Bras Oftalmol.* 2007;70(4):649-55.
43. Macsai MS. The role of omega-3 dietary supplementation in blepharitis and meibomian gland dysfunction (an AOS thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2008;106:336-56.
44. Gifford P, Evans BJ, Morris J. A clinical evaluation of Systane. *Cont Lens Anterior Eye.* 2006;29(1):31-40.
45. Rolando M, Autori S, Badino F, Barabino S. Protecting the ocular surface and improving the quality of life of dry eye patients: a study of the efficacy of an HP-guar containing ocular lubricant in a population of dry eye patients. *J Ocul Pharmacol Ther.* 2009;25(3):271-8.

Endereço para correspondência

Renato Ambrósio Jr.

Rua Conde de Bonfim, nº 211/712 – Tijuca

CEP 20520-050 – Rio de Janeiro - RJ

Tel: (21) 2274-5694

e-mail: renatoambrosiojr@wavefront.com.br