

# Biomecânica da córnea após laser de femtossegundo na cirurgia de catarata

## *Changes of corneal biomechanical after femtosecond laser-assisted for cataract surgery*

Bruno Freitas Valbon<sup>1,3,4</sup>, Renato Ambrósio Jr<sup>2,3</sup>, Luca Gualdi<sup>3</sup>, Allan Luz<sup>2,3</sup>, Milton Ruiz Alves<sup>1</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar as alterações da biomecânica da córnea após laser de femtossegundo na cirurgia de catarata e comparar os parâmetros biomecânicos derivados do Corvis ST (*Oculus Corvis ST, Scheimpflug Technology; Wetzlar, Germany*) entre as técnicas do laser de femtossegundo e a facoemulsificação convencional após a cirurgia de catarata. **Métodos:** Estudo observacional, prospectivo envolvendo 151 olhos de 127 pacientes com diagnóstico de catarata nuclear. Setenta olhos de 65 pacientes foram submetidos à técnica do laser de femtossegundo (*Alcon LenSx, Aliso Viejo, USA*) e 76 olhos de 62 pacientes por meio da facoemulsificação convencional (*Alcon Infinit, Fort Worth, USA*). O sistema de tonometria de não contato integrado com a câmera ultrarrápida de Scheimpflug (*Oculus Corvis ST, Scheimpflug Technology; Wetzlar, Germany*) foi utilizado para avaliação da biomecânica da córnea antes e após a cirurgia de catarata pelas técnicas do laser de femtossegundo e a facoemulsificação convencional. Os parâmetros biomecânicos utilizados foram: deformidade de amplitude (DA), pressão intraocular, 1st A time, tempo de concavidade máxima, 2nd A time, 1st A Length, 2nd A Length, raio de curvatura de maior alcance, raio de curvatura normal, velocidade de entrada (Vin) e de saída (Vout). A densitometria do cristalino (*scattering*) através do PNS (*Pentacam Nucleus Staging*) foi realizado pela tomografia de córnea e segmento anterior (*Pentacam® – Oculus, Wetzlar, Germany*) em todos os pacientes para diagnóstico objetivo da opacidade do cristalino. Os critérios de exclusão foram: doença corneana, doenças da retina e/ou nervo óptico e cirurgia ocular prévia. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar a distribuição normal. O teste de Wilcoxon e o test-T foram utilizados para avaliação entre o pré-operatório e o primeiro dia de pós-operatório (D1) nos grupos do laser de femtossegundo (LFS) e do faco convencional (FC), respectivamente. O teste de Mann-Whitney foi realizado para avaliar as diferenças dos parâmetros biomecânicos da córnea derivados do Corvis ST entre os dois grupos (LFS; FC) após a cirurgia de catarata (D1). Foi considerado como estatisticamente significante  $p \leq 0,05\%$ . **Resultados:** A média de idade dos pacientes do grupo do LFS foi de 67,6 anos ( $\pm 9,9$ ) e do grupo do FC foi de 68,4 anos ( $\pm 11,8$ ). A média do PNS entre todos os pacientes (análise objetiva do cristalino) foi de 0,62 ( $\pm 0,67$ ). No grupo do LFS, 9 dos 11 parâmetros foram estatisticamente significativos entre o Pré e D1; e no grupo do FC, 7 dos 11 parâmetros estudados foram estatisticamente significativos entre o Pré e D1. De todos os parâmetros biomecânicos derivados do Corvis ST estudados, somente o tempo de concavidade máxima da córnea (HC-time;  $p \leq 0,0387$ ) foi diferente entre os dois grupos (laser de femtossegundo x faco convencional) em D1. **Conclusão:** O laser de femtossegundo para cirurgia de catarata e a técnica de facoemulsificação convencional induziram alterações nas propriedades biomecânicas da córnea pelo Corvis ST no D1. Apenas 1 dos 11 parâmetros biomecânicos estudados foi diferente estatisticamente entre os grupos do LFS e FC.

**Descritores:** Catarata; Biomecânica da córnea; Laser de femtossegundo; Facoemulsificação, Scheimpflug

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SP), Brasil;

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação, Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (SP), Brasil;

<sup>3</sup> Grupo de estudos de tomografia e biomecânica de córnea do Rio de Janeiro (RJ), Brasil;

<sup>4</sup> Faculdade de Medicina da Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória (ES), Brasil.

**Os autores declaram não haver conflitos de interesse**

Recebido para publicação em 31/12/2014 - Aceito para publicação em 28/04/2015

## ABSTRACT

**Purpose:** To evaluate the changes of corneal biomechanical after femtosecond laser-assisted cataract and to compare the parameters derived by Corvis ST between standard phacoemulsification and femtosecond laser-assisted in cataract surgery. **Methods:** This is a prospective study. 151 eyes of 127 patients were underwent cataract surgery. 75 eyes of 65 patients were with femtosecond laser-assisted (FS) (Alcon LenSx, Aliso Viejo, USA) and 76 eyes of 62 patients with standard phacoemulsification (SP) (Alcon Infinit, Fort Worth, USA). Lens scattering was evaluated using Scheimpflug Anterior Segment Tomography, using the new software PNS. The Scheimpflug images were taken with an ultra high-speed camera during each measurement by the Corvis ST. The deformation amplitude (DA) and other parameters (e.g., pachyapex, intraocular pressure, 1st A time, highest concavity-time, 2nd A time, 1st A Length, 2nd A Length, curvature radius highest concavity, curvature radius normal, Vin, Vout) measured by the Corvis ST were studied in groups FLS and SP before an after cataract surgery. Exclusion criteria: corneal disease, retinal or optic nerves disease or previous ocular surgery. This is study analyzed was Kolmogorov-Smirnov for Normality. The Wilcoxon-test and t-test were utilized to evaluate the differences between pre and day 1 in FS and SP, respectively. The Mann-Whitney test was used to compare the differences of parameters derived by Corvis ST - biomechanical properties between two groups (FS; SP). The p value less than 0.05 was considered statistically significant. **Results:** The mean age from patients of group FS was 67.6 y ( $\pm 9.9$ ) and the group SP was 68.4 y ( $\pm 11.8$ ). The mean PNS was 0.62 ( $\pm 0.67$ ). In group of FS, 9 of 11 parameters derived from Corvis ST were statistically significant. In group of SP, 7 of 11 parameters derived from Corvis ST were statistically significant. Only the HC-time was statistically significant between two groups (FS; SP) with  $p \leq 0.0387$ . **Conclusion:** The use of the femtosecond laser-assisted system for cataract surgery and standard phacoemulsification induced changes of biomechanical properties of the cornea by Corvis ST. Only 1 of 11 parameters studied was different statistically in two groups.

**Keywords:** Cataract; Corneal biomechanical; Femtosecond laser; Phacoemulsification

## INTRODUÇÃO

A cirurgia de catarata altera as propriedades biomecânicas da córnea<sup>(1)</sup>. Embora os mecanismos não são completamente entendidos a estrutura da córnea alterada pode influenciar os resultados refrativos da cirurgia de catarata. O uso de energia (US-ultrasound) na cirurgia de facoemulsificação convencional leva perigo às células endoteliais e consequentemente ao edema corneano<sup>(2)</sup>. Valbonet al.<sup>(3)</sup> demonstraram que há aumento da espessura central corneana e uma diminuição das propriedades biomecânicas da córnea no pós-operatório da cirurgia de facoemulsificação convencional. O avanço da tecnologia com a introdução do laser de femtossegundo possibilitou uma fragmentação do núcleo do cristalino que por sua vez reduz os níveis de energia<sup>(4,5)</sup> favorecendo assim uma menor perda de células endoteliais e uma recuperação visual mais rápida<sup>(6)</sup>. No entanto, não existem estudos sobre os efeitos do laser de femtossegundo nas propriedades estruturais e viscoelásticas da córnea na cirurgia de catarata.

O Corvis ST (Oculus Corvis ST, Scheimpflug Technology; Wetzlar, Germany) é um novo sistema de tonometria de não contato integrado com a câmera ultrarrápida de Scheimpflug permitindo uma nova abordagem de avaliação biomecânica por meio de captura de várias imagens dinâmicas de aplanamento da córnea frente a um sopro de ar.

Este é o primeiro estudo no mundo que estuda as propriedades biomecânicas da córnea após o laser de femtossegundo para a cirurgia de catarata e que compara as alterações viscoelásticas da córnea no pós operatório imediato entre as técnicas de facoemulsificação convencional e o laser de femtossegundo.

## MÉTODOS

Este foi um estudo observacional e prospectivo onde foram avaliados 151 olhos de 127 pacientes, com diagnóstico de catarata nuclear pelo *Lens Opacification Classification System III* e pela densitometria do cristalino (scattering), através do PNS (Pentacam Nucleus Staging) fornecido pela tomografia de córnea e segmento anterior (Pentacam® – Oculus, Wetzlar, Germany). Setenta e cinco olhos de 65 pacientes foram submetidos à técnica

do laser de femtossegundo (Alcon LenSx, Aliso Viejo, USA) e 76 olhos de 62 pacientes por meio da facoemulsificação convencional (Alcon Infinit, Fort Worth, USA).

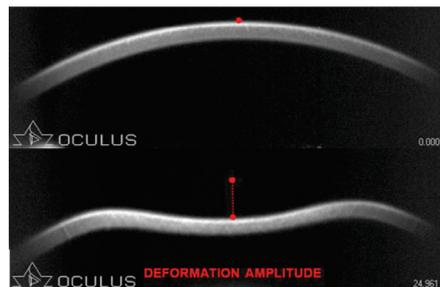
O estudo foi desenvolvido respeitando as normas e orientações estabelecidas na Declaração de Helsinki e as orientações e normas do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, número 278/12.

Os critérios de inclusão do estudo foram todos aqueles pacientes com diagnóstico de catarata nuclear avaliados pelo mesmo médico.

Os critérios de exclusão foram todos aqueles pacientes que apresentaram doença e/ou opacidade corneana, doenças retiniana e/ou do nervo óptico e cirurgia ocular prévia.

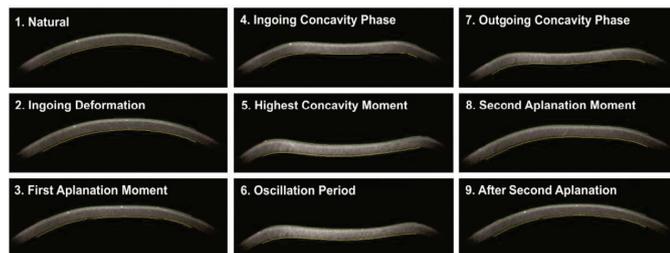
Após o exame oftalmológico de rotina, como acuidade visual sem e com correção, biomicroscopia do segmento anterior e posterior, medida da pressão intraocular e exames complementares, todos os pacientes incluídos no estudo foram avaliados pelos métodos do Corvis ST (Corneal Visualization Scheimpflug Technology; Oculus, Wetzlar, Germany) e pela Tomografia de Córnea e Segmento Anterior (Pentacam® – Oculus, Wetzlar, Germany) antes e após a cirurgia de catarata.

O Corvis ST é uma nova abordagem de avaliação biomecânica por meio da captura de várias imagens dinâmicas de aplanamento da córnea frente a um sopro de ar, combinando dados do tonômetro de não contato com os de uma câmera de Scheimpflug de altíssima velocidade. Nos permite observar, dentre outros parâmetros, a deformidade de amplitude (figura 1) e oscilações que a córnea são



**Figura 1:** Imagem de Scheimpflug no momento da deformação de amplitude da córnea

submetidas. Apresenta um enorme potencial em pesquisa para detecção de doenças, avaliação de córneas susceptíveis a ectasia, observação do comportamento de córneas antes e após ablação em cirurgia refrativa e o uso do crosslinking. Com cobertura de 8 mm no meridiano horizontal, ele é capaz de captar a resposta de deformação da córnea causada pelo jato de ar. Este sistema de imagem permite a visualização dinâmica do processo de deformação real durante a tonometria de não contato (figura 2). Algoritmos avançados para detecção dos contornos da córnea são aplicados.



**Figura 2:** Visualização dinâmica do processo de deformação da córnea. Fases do exame do Corvis Scheimpflug Technology (Cortesia *Oculus*)

A gravação da imagem começa com a córnea na forma convexa natural. O sopro de ar obriga a córnea a aplanar (fase de entrada) e até que atinge o pico de maior concavidade. Existe um período de oscilação antes da fase de saída ou retorno. A córnea é submetida então a uma segunda aplanação antes de atingir a sua forma natural, quando há assim uma possível oscilação. O tempo e a pressão correspondente ao sopro de ar e o momento do pico máximo de concavidade são identificados. A pressão intraocular é calculado com base no tempo do evento da primeira aplanação. A deformidade de amplitude é detectada como o deslocamento máximo do ápice da forma natural (inicial) até o máximo de concavidade da córnea. O raio de curvatura da mais alta concavidade é identificado. O comprimento de aplanação e a velocidade da resposta da córnea são registrados durante as fases de entrada e saída.

Os parâmetros utilizados foram: deformidade de amplitude (DA), pressão intraocular (IOP Corvis), *1st A time*, tempo de concavidade máxima (HC-time), *2nd A time*, *1st A Length*, *2nd A Length*, raio de curvatura de maior alcance (CRHC), raio de curvatura normal (CRN), Velocidade de entrada (Vin) e de saída (Vout) (tabela 1).

**Tabela 1**

**Parâmetros biomecânicos derivados do Corvis ST e suas definições.**

Corvis ST - Parâmetros clínicos	Definição
Pressão intraocular (mmHg)	É baseada na medida da velocidade da primeira aplanação da córnea (1st aplanation)
1st A-time (ms)	Momento da primeira aplanação da córnea
Tempo de concavidade máxima (ms) ( <i>Highest Concavity-time; HC-time</i> )	É o tempo desde o início até a concavidade máxima da córnea é alcançada
2nd A-time (ms)	Momento da segunda aplanação da córnea
1st A length (mm)	É o comprimento da primeira aplanação da córnea
2nd A length (mm)	É o comprimento da segunda aplanação da córnea
Deformidade de Amplitude (mm)	Amplitude máxima da deformação da córnea
Raio de curvatura de maior alcance (mm) ( <i>Curvature Radius HC; CRHC</i> )	Raio da curvatura central no momento de concavidade máxima
Raio de curvatura normal (mm) ( <i>Curvature Radius Normal; CRN</i> )	Distância entre os dois picos da córnea na concavidade máxima
Velocidade de entrada (m/s) (Velocity (in) -Vin)	Velocidade da córnea durante o primeiro momento de aplanamento
Velocidade de saída (m/s) (Velocity (out) -Vout)	Velocidade da córnea durante o segundo momento de aplanamento

## RESULTADOS

Foram avaliados 151 olhos de 127 pacientes divididos em 2 grupos. Setenta e cinco olhos de 65 pacientes foram submetidos à técnica do laser de femtosegundo e 76 olhos de 62 pacientes por meio da facoemulsificação convencional.

A média de idade dos pacientes do grupo do LFS foi de 67,6 anos ( $\pm 9,9$ ) e do grupo do FC foi de 68,4 anos ( $\pm 11,8$ ). A média do número de células endoteliais pela microscopia especular no grupo do LFS foi de 2453,06 ( $\pm 336,23$ ) e no grupo do FC foi de 2418,30 ( $\pm 327,83$ ). Não havendo diferença estatística entre os grupos ( $p = 0,4844$ ).

A média do LOCS III entre NO1 e NO6 foi de 1,2 ( $\pm 1,15$ ).

A média do PNS (*pentacam nucleus staging*) foi de 0,62 ( $\pm 0,67$ ).

A tabela 2 mostra as médias de todos os parâmetros derivados do Corvis ST no pré-operatório (Pré) e no primeiro dia (D1) de pós do grupo do LFS (teste de Wilcoxon; valor p). A tabela 3 mostra as médias de todos os parâmetros derivados do Corvis ST no pré e no D1 do grupo FC (t-test; valor p). No grupo do laser de femtosegundo, 9 dos 11 parâmetros estudados foram estatisticamente significantes entre o Pré e o D1; e no grupo do faco convencional, 7 dos 11 parâmetros estudados foram estatisticamente significantes entre o Pré e o D1 como pode ser visto nas tabelas 2 e 3, respectivamente.

Na tabela 4, podemos visualizar as diferenças entre os parâmetros biomecânicos derivados do Corvis ST entre os dois grupos (LFS; FC) através do teste de Mann-Whitney. De todos os parâmetros biomecânicos derivados do Corvis ST estudados, somente o tempo de concavidade máxima da córnea (*HC-time*;

Tabela 2

Média e desvio padrão dos parâmetros derivados do Corvis ST no pré e D1 do grupo do LFS e Teste de Wilcoxon utilizado para avaliar as diferenças entre o Pré x D1 (LFS)

Corvis ST (Laser de Femtossegundo)	PIO	1st A Time	HC Time	2nd A Time	1st A Length	2nd A Length	Def. Amp.	CRHC	CRN	Vin	Vout
Pré	16.94 (2.52)	7.60 (0.34)	16.47 (0.92)	21.34 (0.63)	1.72 (0.25)	1.90 (0.58)	1.08 (0.14)	7.38 (1.20)	7.42 (1.23)	0.14 (0.03)	-0.37 (0.11)
D1	22.61 (8.02)	8.32 (0.99)	16.34 (0.61)	20.63 (0.86)	1.82 (0.20)	1.94 (0.39)	0.93 (0.19)	8.48 (2.31)	8.56 (2.32)	0.12 (0.03)	-0.28 (0.10)
Valor p	≤0.0001	≤0.0001	0.0558	≤0.0001	≤0.0001	0.1248	≤0.0001	≤0.0001	≤0.0001	≤0.0001	≤0.0001

Tabela 3

Média e desvio padrão dos parâmetros derivados do Corvis ST no pré e D1 do grupo do FC e T- Teste utilizado para avaliar as diferenças entre o Pré x D1 (FC)

Corvis ST (Laser de Femtossegundo)	PIO	1st A Time	HC Time	2nd A Time	1st A Length	2nd A Length	Def. Amp.	CRHC	CRN	Vin	Vout
PRÉ	16.87 (2.77)	7.63 (0.43)	17.40 (0.99)	22.04 (0.63)	2.02 (0.15)	1.98 (0.56)	1.10 (0.10)	8.08 (1.10)	8.10 (2.40)	0.15 (0.02)	-0.35 (0.11)
D1	21.71 (6.50)	8.14 (0.85)	16.56 (0.49)	20.84 (0.78)	1.85 (0.21)	1.97 (0.40)	0.95 (0.16)	8.74 (2.42)	8.71 (2.17)	0.13 (0.03)	-0.28 (0.09)
Valor p	≤0.0001	≤0.0001	0.3253	≤0.0001	0.0971	0.1228	≤0.0001	≤0.0001	0.0558	≤0.0001	≤0.0001

Tabela 4

Teste de Mann-Whitney para avaliar as diferenças viscoelásticas da córnea no primeiro dia de pós-operatório na cirurgia de catarata entre os grupos de LFS e FC

Corvis ST (Mann-Whitney test)	PIO	1st A Time	HC Time	2nd A Time	1st A Length	2nd A Length	Def. Amp.	CRHC	CRN	Vin	Vout
Valor p	0.4190	0.3791	0.0387	0.1921	0.3256	0.7809	0.7522	0.5376	0.5961	0.7608	0.5793

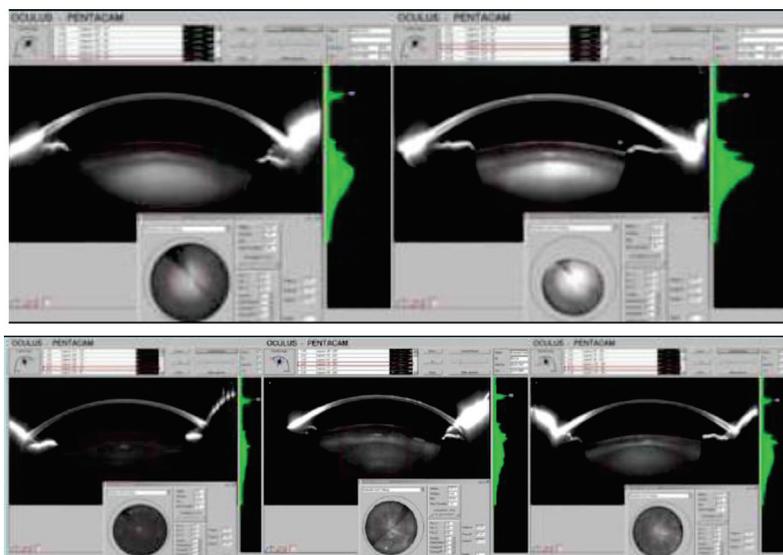
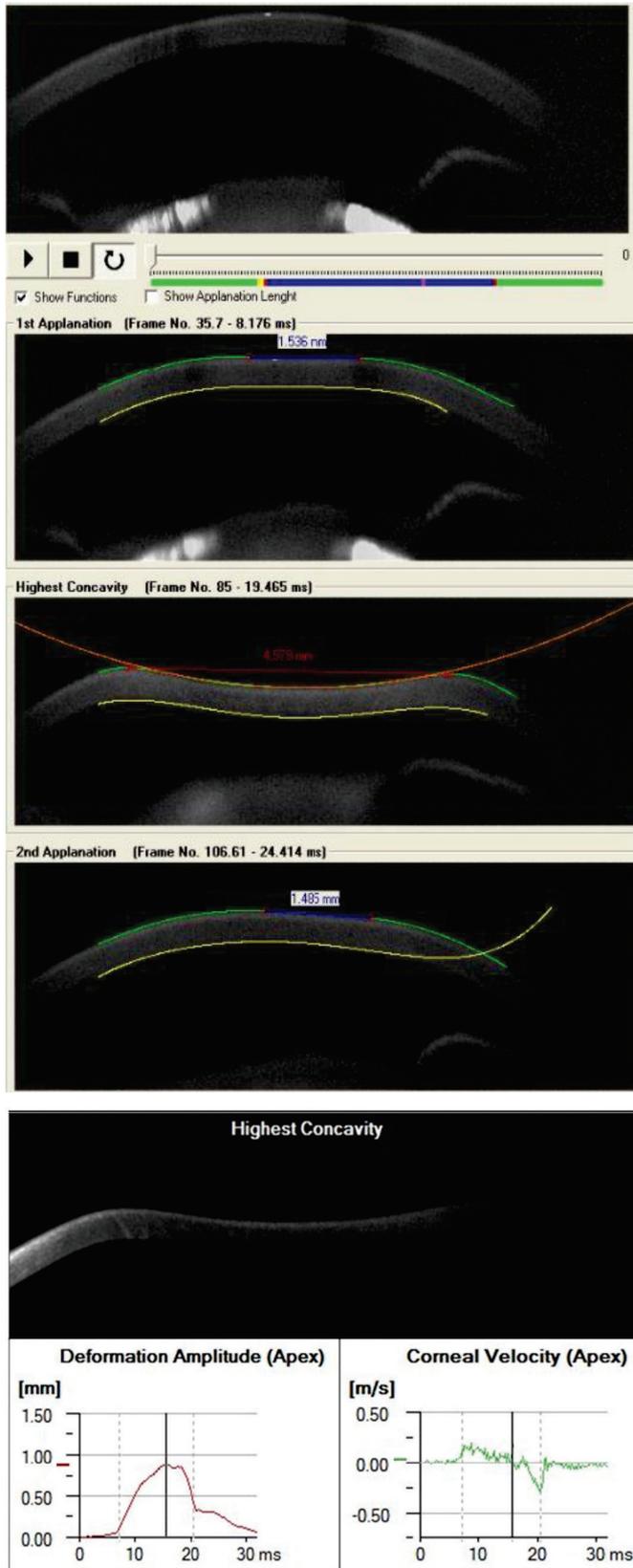


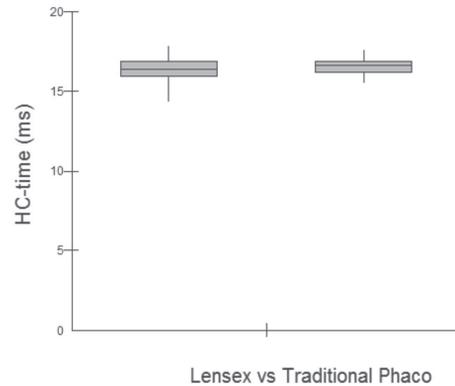
Figura 3: Imagens de Scheimpflug e a classificação da densitometria do cristalino (PNS)



**Figura 4:** Imagem de Scheimpflug no momento de máxima concavidade alcançada e gráficos da amplitude e velocidade de deslocamento do ápice corneano. A linha vermelha horizontal mostra a medida do HC-time (4.579 mm)

**Gráfico 1**

Visualizamos o box-plot do parâmetro HC-time nos grupos do LFS e FC. Sendo este, o único parâmetro biomecânico estudado com o valor *p* estatisticamente significativo ( $p \leq 0.0387$ ) no primeiro dia de pós-operatório entre as duas técnicas (LFS;FC)



$p \leq 0.0387$ ) (gráfico 1; figura 4) foi diferente entre os dois grupos (laser de femtosegundo x faco convencional) em D1.

### DISCUSSÃO

A introdução de novas tecnologias se tornam indispensáveis para o entendimento e conhecimento qualitativo real das alterações da performance visual em olhos com catarata<sup>(7)</sup>. Com aumento do uso das lentes intra-oculares premium associado a uma expectativa cada vez mais elevada dos pacientes, as técnicas cirúrgicas necessitam evoluir para proporcionar uma melhor performance visual através da previsibilidade, precisão e por conseguinte evitar complicações. O laser de femtosegundo pode ser a evolução, pois aumenta a acurácia do procedimento cirúrgico, e por sua vez podendo melhorar os resultados refracionais e o prognóstico visual da cirurgia de catarata<sup>(8)</sup>.

A cirurgia de catarata por facoemulsificação e implante de lente-intra ocular altera as propriedades biomecânicas da córnea. Porém, o entendimento dos mecanismos não são conhecidos. Muitos estudos reportaram reduções significativas na Histerese corneana (HC) e Fator de Resistência Corneana (FRC) pelo ORA (Ocular Response Analyzer, Reichert Ophthalmic Instruments, Buffalo, NY, USA) após facoemulsificação. Hageret al.<sup>(9)</sup> avaliaram as mudanças de HC e FRC no pós-operatório imediato (D1) e observaram que o edema corneano pós operatório desempenhou um papel importante na redução da capacidade do amortecimento da córnea. Valbonet al.<sup>(3)</sup> relataram que o edema de córnea pós faco regrediu (espessura central corneana - ECC) aos valores normais do pré operatório juntamente com a HC, porém o FRC permaneceu alterado. Os autores descrevem que a permanência do FRC alterado pode ser explicada pelo tamanho da incisão (2,75 mm), quando comparados a outros trabalhos que utilizaram uma incisão de 2,4 mm na paracentese. Uma das teorias a ser pensada neste caso é que houve mais alteração da estrutura da arquitetura da córnea nos casos de 2.75 mm, havendo assim um possível deslocamento maior das fibras de colágeno ou até mesmo a não cicatrização completa da paracentese. Segundo Alió et al.<sup>(10)</sup>, um dos mecanismos não conhecidos, além das alterações da córnea

relacionadas com a idade, o edema pós-operatório que reduz a capacidade da córnea em absorver e dissipar a energia frente a um sopro de ar através do ORA, é o tamanho e o tipo de incisão na córnea, que pode ser um fator de confusão na medida da viscoelasticidade da córnea. Neste mesmo estudo, Alió et al.<sup>(10)</sup> demonstram que as microincisões (1,8 mm) promovem maior estabilidade nas propriedades biomecânicas da córnea do que a cirurgia de facoemulsificação coaxial com paracentese de 2,75 mm.

O Corvis ST é uma nova abordagem da avaliação da córnea e com potencial para detalhar de formas sem precedentes a elasticidade e viscoelasticidade do tecido corneano. Temos a oportunidade de observar a inspeção dinâmica do processo de deformação da córnea durante a tonometria de não contato com registro digital das faces anterior e posterior durante a medida. Estudos têm demonstrado a importância desta nova abordagem em diagnóstico de ectasia<sup>(11)</sup>, avaliação dos resultados de crosslinking do colágeno corneano em ceratocone<sup>(12)</sup> e o impacto da pressão intraocular na deformação da córnea num estudo experimental<sup>(13)</sup>.

Nosso estudo é o primeiro no mundo a avaliar as propriedades biomecânicas da córnea pelo Corvis ST após facoemulsificação e o primeiro após a aplicação do laser de femtossegundo na cirurgia de catarata. As duas técnicas demonstraram que alteram as propriedades biomecânicas da córnea. As alterações provocadas em ambas as técnicas são bem semelhantes, porém o uso do laser de femtossegundo proporcionou alterações em dois parâmetros a mais derivados do Corvis ST que a técnica de facoemulsificação que são o 1st A Length e o CRN. O primeiro se refere ao comprimento da primeira aplanção da córnea e o segundo a distância entre os dois picos da córnea na concavidade máxima. Todos os parâmetros relacionados a velocidade de aplanção e de deformação foram alterados nas duas técnicas. Sabemos, que em estudos preliminares (*dados ainda não publicados*) alguns parâmetros podem ser influenciados pela espessura corneana e pressão intraocular apesar de terem uma baixa correlação.

Apesar do avanço tecnológico do laser de femtossegundo, os pacientes submetidos a esta técnica tiveram seu olho mais manipulado do que a técnica de facoemulsificação, como exemplo a colocação da interface no globo ocular e a confecção das incisões arqueadas chegando a quase 80% de profundidade do estroma em alguns destes pacientes. Importante salientar, que não podemos esquecer a curva de aprendizado no uso do femto-laser que gera mais manipulação do globo ocular no início e a confecção de mais incisões do que a técnica de facoemulsificação. Adicionalmente, se torna fundamental relatar que foram feitas em média 3 incisões corneanas no grupo do laser de femtossegundo (2 laser e 1 manual). Logo, acreditamos que esses fatores podem ter sido as causas da maior indução de mudanças biomecânicas da córnea no uso do laser de femtossegundo, pois não houve diferença entre o edema corneano no pós- imediato, entre as técnicas. O único parâmetro diferente estatisticamente quando comparamos as duas técnicas é o HC-time que significa o tempo desde o início da deformação até a concavidade máxima alcançada da córnea, este achado pode ser explicado pela confecção das incisões corneanas, que corrobora com estudo de Alió et al.<sup>(10)</sup>.

Entendemos que a cirurgia de catarata com o laser de femtossegundo pode ser um procedimento seguro, eficaz e reprodutível. Estudos demonstram menor perda endotelial com redução de energia quando comparados a técnica de facoemulsificação convencional, havendo assim uma recuperação visual mais rápida<sup>(6)</sup>. Acreditamos que com o efeito aprendido na manipulação da interface e nas confecções das incisões corneanas o laser de femtossegundo trará benefícios engrande-

cedores na performance visual dos pacientes submetidos a esta técnica com a redução das alterações viscoelásticas da córnea.

Concluimos neste estudo, que o laser de femtossegundo para cirurgia de catarata e a técnica de facoemulsificação convencional induziram alterações nas propriedades biomecânicas da córnea pelo Corvis ST no pós operatório imediato (D1). Apenas 1 dos 11 parâmetros biomecânicos estudados foi diferente estatisticamente entre os grupos do LFS e FC.

## REFERÊNCIAS

1. 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.
2. Pereira ACA, Porfírio F Jr, Freitas LL, Belfort R Jr. Ultra sound energy and endothelial cell loss with stop-and-chop and nuclear preslice phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(10):1661-6.
3. de Freitas Valbon B, Ventura MP, da Silva RS, Canedo AL, Velarde GC, Ambrósio R Jr. Central corneal thickness and biomechanical changes after clear corneal phacoemulsification. *J Refract Surg.* 2012;28(3): 215-9.
4. Chang JS, Chen IN, Chan WM, Ng JC, Chan VK, Law AK. Initial evaluation of a femtosecond laser system in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2013; 40(1): 29-36.
5. Bali SJ, Hodge C, Lawless M, Roberts TV, Sutton G. Early experience with the femtosecond laser for cataract surgery. *Ophthalmology.* 2012; 119(5):891-899.
6. Conrad-Hengerer I, Al Juburi M, Schultz T, Hengerer FH, Dick HB. Corneal endothelial cell loss and corneal thickness in conventional compared with femtosecond laser-assisted cataract surgery: three-month follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(9):1307-13.
7. Valbon BF, Alves MR, Ambrósio Jr R. Correlações entre straylight, aberrometria, opacidade e densitometria do cristalino em pacientes com catarata. *Rev Bras Oftalmol.* 2013; 72(4):244-8.
8. Chang JS, Chen IN, Chan WM, Ng JC, Chan VK, Law AK. Initial evaluation of a femtosecond laser system in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(1):29-36.
9. 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.
10. Alió JL, Agdeppa MC, Rodríguez-Prats JL, Amparo F, Piñero DP. Factors influencing corneal biomechanical changes after microincision cataract surgery and standard coaxial phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(6):890-7.
11. Ambrósio R, Jr., Nogueira LP, Caldas DL, et al. Corneal Biomechanical Assessment using Dynamic Ultra High-Speed Scheimpflug Technology Non-Contact Tonometry (UHS-ST NCT): Preliminary Results [Poster]. *ASCRS 2011.* San Diego; 2011.
12. Roberts CJ. Biomechanical and topographic analysis in crosslinking [Paper]. *ESCRS 2012,* Milan, Italy.
13. Correia FF, Ramos I, Roberts CJ, Steinmueller A, Krug M, Ambrósio R Jr. Impacto f chambre pressure and material properties on the deformation response of corneal models measured by dynamic ultra-high-speed Scheimpflug imaging. *Arq Bras Oftalmol.* 2013;76 (5): 278-81.