

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO**

**Análise dos efeitos da direção do bisel da caneta  
de facoemulsificação no endotélio corneal**

**EDUARDO RASKIN**

**RIBEIRÃO PRETO  
2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**EDUARDO RASKIN**

**Análise dos efeitos da direção do bisel da caneta  
de facoemulsificação no endotélio corneal**

Dissertação apresentada à da Faculdade de  
Medicina de Ribeirão Preto da Universidade  
de São Paulo para obtenção do Título de  
Mestre em Ciências Médicas.

**Área de Concentração:** Mecanismos  
Fisiopatológicos nos Sistemas Visual e  
Audio-Vestibular.

**Orientador: Prof. Dr. Roberto Pinto Coelho**

**RIBEIRÃO PRETO**

**2009**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Raskin, Eduardo

Análise dos efeitos da direção do bisel da caneta de facoemulsificação no endotélio corneal. Ribeirão Preto, 2009.

82p.: il.; 30 cm

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de Concentração: Mecanismos Fisiopatológicos nos Sistemas Visual e Audio-Vestibular.

Orientador: Coelho, Roberto Pinto

1. bisel, 2. facoemulsificação; 3. cirurgia de catarata; 4. técnica; 5. complicações.

**Apoio Financeiro:**

**Instituto Raskin Sociedade  
Beneficente.**

## *Dedicatória*

*Esta dissertação é dedicada à minha família, que me apoiou e incentivou em todos os momentos.*

*À minha amada esposa, Érika, que me fez crescer como ser humano.*

*Aos meus filhos, Michel, Daniel e Rachel, razão da minha existência.*

*Aos meus pais, Boris e Silvia, que me ensinaram, não só com palavras, mas principalmente com seus exemplos de vida.*

# **AGRADECIMENTOS**

## **Prof. Dr. Roberto Pinto Coelho**

Pela inspiração, pelo incentivo, pela orientação e, principalmente pela confiança a mim depositada, como pesquisador e como ser humano.

## **Prof. Dr. Antônio Augusto Velasco e Cruz**

Pessoa extraordinária, brilhante pesquisador e professor incansável, pela oportunidade da pós-graduação e na coorientação.

## **Prof. Dr. Jayter de Paula**

Pela atenciosa revisão do trabalho, pelas sugestões e colaborações.

## **Prof. Dra. Monica A. de Paula**

Pelo inestimável auxílio nas avaliações dos pacientes e sugestões no trabalho.

## **Dra. Karla Oda**

Pelo auxílio nas avaliações dos pacientes.

## **Dr. Luis Galliardo**

Pelo auxílio nas avaliações dos pacientes.

## **Dr. David Groissmann Raskin**

Pelo exemplo, pelos ensinamentos e por permitir a realização do estudo nas dependências do Instituto Raskin Sociedade Beneficente.

## **Dr. Simão Raskin**

Pelo exemplo, pelos ensinamentos e por permitir a realização do estudo nas dependências do Instituto Raskin Sociedade Beneficente.

**Funcionários do Departamento de Oftalmologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto**

Pela paciência e auxílio, sem os quais, seria impossível realizar a Dissertação.

**Funcionários do Instituto Raskin Sociedade Beneficente**

Pelo auxílio na execução e acompanhamento das cirurgias.

**Pacientes que participaram do estudo**

Pelo espírito de cooperação.



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

---

<b>µm-</b>	micrômetro
<b>atm-</b>	atmosferas
<b>AT-Pase</b>	adenosina triphosphatase
<b>CP-</b>	cápsula posterior
<b>G 1-</b>	Grupo 1
<b>G 2-</b>	Grupo 2
<b>Na-K</b>	Sódio Potássio
<b>SAS-</b>	<i>Statistical Analysis System</i>
<b>TAJ<sub>50</sub>-</b>	<i>thin asymmetric junction</i>

## **LISTA DE FIGURAS**

---

<b>Figura 1:</b> Ilustração esquemática da anatomia microscópica do cristalino.....	21
<b>Figura 2:</b> Secção parasagital do olho humano fático <i>postmortem</i> .....	21
<b>Figura 3:</b> Desenho esquemático do cristalino humano e os tipos de catarata mais comuns.....	25
<b>Figura 4:</b> Sistema de facoemulsificação.....	27
<b>Figura 5:</b> Ilustração dos componentes da caneta de facoemulsificação.....	28
<b>Figura 6:</b> Ilustração do mecanismo de facoemulsificação.....	30
<b>Figura 7:</b> Turbulência do fluido à frente da ponteira.....	31
<b>Figura 8:</b> Bolhas de cavitação em meio viscoelástico.....	31
<b>Figura 9:</b> Ilustração de vários tipos de aberturas e biselamentos das ponteiras de facoemulsificação.....	33
<b>Figura 10:</b> Ilustração de diversos modelos de ponteiras de facoemulsificação.....	34
<b>Figura 11:</b> Caneta de facoemulsificação.....	35
<b>Figura 12:</b> Microscopia óptica da zona central da córnea.....	36
<b>Figura 13:</b> Microscopia eletrônica de varredura do endotélio corneal.....	36
<b>Figura 14:</b> Microscopia especular do endotélio corneal.....	38
<b>Figura 15:</b> Representação da emulsificação de um pedaço do núcleo de catarata com a abertura do bisel da ponta da caneta de facoemulsificação direcionada para o endotélio corneal. A energia é direcionada para do endotélio.....	41
<b>Figura 16:</b> Representação da emulsificação de um pedaço do núcleo de catarata com a abertura do bisel da ponta da caneta de facoemulsificação direcionada para o núcleo. A energia é direcionada para baixo.....	42
<b>Figura 17:</b> Contagem pré-operatória das células do endotélio corneal em mm <sup>2</sup> , suas médias, medianas e desvios padrão.....	54
<b>Figura 18:</b> Tempo médio das cirurgias em minutos divididos em G 1 e G 2....	54

<b>Figura 19:</b> Tempo efetivo de facoemulsificação medido em segundos.....	55
<b>Figura 20:</b> Número médio das células endoteliais corneais por mm <sup>2</sup> e suas variações nos diversos tempos do estudo.....	56
<b>Figura 21:</b> Variações da espessura corneal .....	59

## **LISTA DE TABELAS**

---

<b>Tabela 1-</b> Parâmetros padronizados do aparelho de facoemulsificação Legacy 20000® ..	48
<b>Tabela 2-</b> Análise descritiva e comparação da acuidade visual final entre as técnicas. ....	51
<b>Tabela 3-</b> Tamanho Amostral para Média (Estudo Descritivo - Variável Quantitativa).....	53
<b>Tabela 4-</b> Valores absolutos das complicações intra e pós-operatórias.....	55
<b>Tabela 5-</b> Valores de F e p segundo os quatro tempos do estudo .....	56
<b>Tabela 6-</b> Valores médios, medianos, mínimo, máximo e desvio padrão das células endoteliais nos diferentes tempos de estudo nos dois grupos analisados .....	57
<b>Tabela 7-</b> Análise descritiva e comparação da espessura da córnea (micrômetro) entre as técnicas e tempos .....	57
<b>Tabela 8-</b> Análise descritiva e comparação da espessura da córnea (micrômetro) entre as técnicas e tempos .....	58

**RESUMO**

---



RASKIN, E. **Análise dos efeitos da direção do bisel da caneta de facoemulsificação no endotélio corneal**. 82f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.

O estudo compara a extensão da perda das células endoteliais corneais em dois grupos de olhos submetidos à cirurgia de facoemulsificação. O primeiro grupo de olhos (G 1) foi submetido à técnica cirúrgica tradicional, em que se direciona a abertura do bisel da ponteira de facoemulsificação para o endotélio corneal. No segundo grupo (G 2) foi utilizada a técnica oposta no olho contralateral, em que a reversão da posição de abertura permite o direcionamento da energia de emulsificação para o núcleo.

Este estudo prospectivo foi realizado em 25 pacientes com catarata bilateral, que foram submetidos à cirurgia para remoção de catarata por meio da técnica de facoemulsificação. As cataratas foram classificadas clinicamente pelo seu grau de dureza. Foram estudados os seus efeitos sobre a córnea e as possíveis complicações. O trabalho foi dividido em quatro tempos: pré-operatório, 1, 3 e 6 meses de pós-operatório. Após as cirurgias foram estudados: perda endotelial, tempo total de cirurgia, tempo efetivo de faco e paquimetria central.

Os resultados mostraram dois grupos homogêneos, com tempo médio de cirurgia: G 1 = 10 minutos (DP=2,46) e G 2 = 9,86 (DP=2,17) ( $p=0,6267$  - teste t-pareado), tempo efetivo médio de facoemulsificação: G 1 = 8,1 segundos (DP=6,8) e G 2 = 7,0 (DP=5,8) ( $p=0,1792$  - teste t-pareado). Após seis meses de acompanhamento, a perda média de células endoteliais foi de 11,1% e 8,55%, respectivamente, revelando significância estatística. As complicações foram semelhantes nos dois grupos.

O estudo concluiu que a variação da manobra apresentada é segura e pode minimizar as perdas no endotélio corneal, podendo ser uma opção na cirurgia da catarata, de acordo com as preferências pessoais do cirurgião.

**Palavras-chave:** bisel, facoemulsificação, cirurgia de catarata, técnica, complicações.

## **ABSTRACT**

---

RASKIN, E. **Comparison of the effect of bevel position on the corneal endothelium in phacoemulsification.** 82f. (Dissertation) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.

**Purpose:** To compare the extent of corneal endothelial cell loss changes in 2 groups of patients who had cataract removal by phacoemulsification with conventional bevel-up tip position in 1 eye and bevel-down tip position in the contralateral eye. **Setting:** Department of Ophthalmology, School of Medicine of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brazil. **Methods:** This prospective clinical study comprised 25 patients with bilateral cataract having lens removal using phacoemulsification with conventional bevel-up tip position (Group I) in 1 eye and bevel-down tip position (Group II) in the contralateral eye. The nuclei were graded clinically on the basis of hardness. The endothelial cell count (ECC) were evaluated before surgery and 1, 3 and 6 months after surgery; surgery time, effective phaco time and complications were calculated in each group, with differences between right and left eyes analyzed using the paired t test. **Results:** The mean effective surgery time G I = mean 10 minutes (SD 2,46) and G II = 9,86 (SD=2,17) ( $p=0,6267$  - paired t-test), effective phaco time G I = mean 8,1 seconds (SD=6,8) and G II = mean 7,0 (SD=5,8) ( $p=0,1792$  paired t-test). The mean corneal endothelial cell loss was 11,1% and 8,55%, respectively, at the end of 6 months. The difference between groups was significant after 1, 3, and 6 months. Complications were similar and there was no significant difference in all parameters between groups. **Conclusion:** After 1, 3, and 6 months, there was significant decrease of the endothelial cell count using phacoemulsification with conventional bevel-up tip position (Group I) when comparing with bevel-down tip position (Group II).

**Key words:** bevel, phacoemulsification, cataract extraction, technique, complications.

# SUMÁRIO

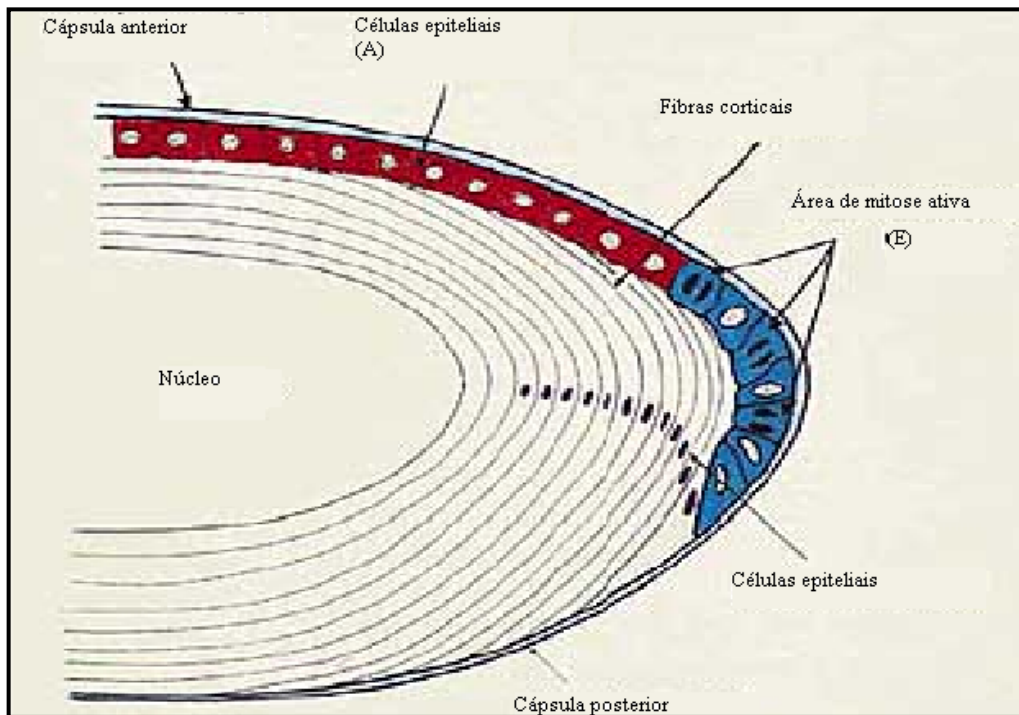
<b>1- INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
1.1. ESTRUTURA DO CRISTALINO.....	20
1.2. CATARATA .....	22
1.2.1. Epidemiologia da catarata.....	22
1.2.2. Etiologia da catarata.....	22
1.2.3. Classificação da catarata .....	24
1.3. TRATAMENTO DA CIRURGIA DE CATARATA .....	25
1.3.1. Histórico .....	25
1.3.2. Facoemulsificação.....	26
1.3.3. Ultrassom .....	28
1.3.3.1. Duração do ultrassom.....	30
1.3.3.2. Ponteiras.....	32
1.3.3.3. Emulsificação.....	34
1.4. ENDOTÉLIO CORNEAL .....	35
1.5. CIRURGIA DE CATARATA E A PERDA ENDOTELIAL .....	37
<b>2- OBJETIVO.....</b>	<b>43</b>
<b>3- MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
3.1. POPULAÇÃO ESTUDADA .....	46
3.1.1. Critérios de exclusão .....	46
3.2. MÉTODOS .....	46
3.2.1. Análise quantitativa das imagens endoteliais coletadas .....	46
3.2.2. Cirurgia de facoemulsificação .....	47
3.2.3. Descrição da técnica .....	48
3.2.4. Facoemulsificador .....	50
3.2.5. Pós-operatório.....	50
3.3. ESTATÍSTICA .....	50
<b>4- RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
<b>5- DISCUSSÃO.....</b>	<b>60</b>
<b>6- CONCLUSÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>68</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

# **1. INTRODUÇÃO**

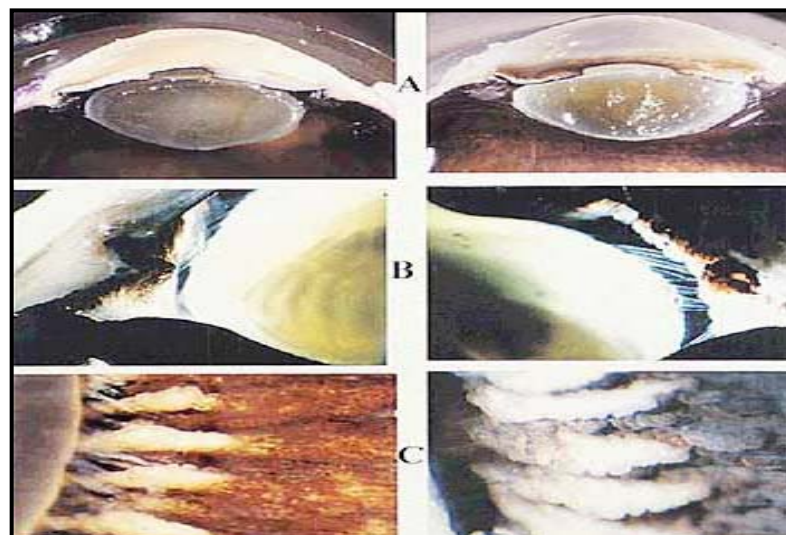
---

## 1.1. ESTRUTURA DO CRISTALINO

O cristalino é uma lente transparente, biconvexa, de forma elíptica, situada posteriormente à íris e anteriormente ao corpo vítreo. Mantém-se nessa posição com o auxílio das fibras zonulares. Externamente é delimitado por uma membrana basal transparente e elástica, a cápsula. Sua espessura é de 11 a 18 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ), sendo mais delgada no equador e nos pólos (SALZMANN, 1912). É formada por colágeno tipo IV, fibronectina, laminína entactina, proteoglicana de sulfato de heparan. Abaixo da cápsula localiza-se o epitélio. Este é formado por uma camada simples de células cubóides que se estende desde o pólo anterior até o equador. Seu cito-esqueleto é formado por filamentos de actina e miosina. Nas suas membranas laterais (região apical) existem bombas de NA-K ATPase (sódio-potássio ATPase) e fosfatase ácida. Essas células vão se diferenciando em direção ao equador, alongando-se, dando origem às fibras. Suas células estão unidas por desmossomos e junções comunicantes (FAWCETT, 1994) (Figuras 1 e 2).



**Figura 1:** (A) Ilustração esquemática da anatomia microscópica do cristalino onde se observam células do epitélio anterior. (E) Células epiteliais germinativas equatoriais.



**Figura 2:** Secção parasagital do olho humano fálico *postmortem*. O cristalino está suspenso pela zônulas ciliares. (A) Cristalino e zônulas. (B) Imagem magnificada do cristalino, corpo ciliar e das zônulas. (C) Visão posterior do corpo ciliar e das zônulas.

---

Internamente, o cristalino é formado por fibras. Essas se originam da diferenciação das células epiteliais e possuem um cito-esqueleto de proteínas denominadas cristalinas. Essas proteínas são responsáveis pelo alto índice refrativo do cristalino. Entre suas membranas celulares notam-se, à microscopia eletrônica, junções comunicantes e tipo TAJ<sub>50</sub> (*thin asymmetric junction*). Próximas às suturas existem fusões entre suas membranas celulares (FAWCETT, 1994).

## **1.2. CATARATA**

A catarata é uma perda progressiva da transparência do cristalino que limita a entrada de luz para dentro do olho e pode diminuir a visão (DUKE-ELDER, 1972; BLODI, 1996).

### **1.2.1. Epidemiologia da Catarata**

A catarata é uma patologia muito comum na população. Estudos mostram sua presença em 50% das pessoas com 60 anos ou mais e quase a totalidade na faixa etária acima de 80 anos (CHATTERJEE; MILTON; THYLE, 1982). Mudanças na transparência do cristalino, desde leves a mais avançadas, estão presentes em 42% das pessoas de 52-64 anos. Essa prevalência aumenta para 91% nas pessoas de 75-85 anos. Essa alteração é acompanhada de baixa acuidade visual (<20/40) em 4% das pessoas com idade de 52-64 anos, aumentando para 46% das pessoas com idade de 75-85 anos (AREDS, 2001).

### **1.2.2. Etiologia da Catarata**

Essa alteração pode ocorrer por diversas causas como: trauma, distúrbios metabólicos, uso de medicamentos, uveíte intermediária, alta miopia, crises de glaucoma agudo, radiações, dermatite atópica, distrofias miotônicas e



sindrômicas (DUKE-ELDER, 1972). Outros fatores de risco foram estudados e correlacionados com seu surgimento como:

A escolaridade foi descrita em Punjab, na Índia, como fator de risco de catarata, com três vezes mais chance de aparecimento entre pessoas com baixa escolaridade, em relação a grupo com ensino médio (CHATTERJEE; MILTON; THYLE, 1982). Em estudos de Hiller, Sperduto e Ederer notou-se que o menor tempo de estudo escolar apresentou prevalência 1,8 vezes maior de catarata- (HILLER; SPERDUTO; EDERER, 1983, 1986).

O sexo feminino pode ter maior correlação com a formação de catarata cortical, como exposto no estudo de prevalência Beaver Dam (KAHN et al., 1977; CHATTERJEE; MILTON; THYLE, 1982). Nesse mesmo estudo, observou-se que o uso de reposição hormonal pode ser fator protetor para esse tipo de catarata (HILLER; SPERDUTO; EDERER, 1983).

O fumo foi apontado como fator de risco em estudos de West et al. (1989). Fumantes, classificados como “pesados”, tiveram associação ainda maior (WEST et al., 1989). No estudo Beaver Dam foi observado aumento da prevalência de catarata sub-capsular posterior, principalmente nos homens (KLEIN et al., 1993).

O álcool também foi descrito como fator de risco. Em Oxfordshire notou-se associação de duas vezes maior risco de catarata em alcoólatras (HARDING; VAN HEYNINGEN, 1988, 1989).

A associação com hipertensão arterial foi notada no estudo de Framingham, comparando-se grupos de mesmo sexo e idade (KAHN et al., 1977).

O raio ultravioleta tipo B também foi associado com a catarata em áreas onde existe maior tempo de sol, segundo Hiller, Sperduto e Ederer. Observou-se maior incidência de catarata cortical, tendo como cofatores, não só o trabalho com exposição solar, como também a falta de uso de chapéus e óculos protetores (HILLER; SPERDUTO; EDERER, 1983, 1986).

O diabetes é outro cofator importante para o aparecimento da catarata (EDERER; HILLER; TAYLOR, 1981). Os estudos de Framingham e Oxfordshire

apresentaram três a quatro vezes maior risco de catarata em grupo com idade menor que 65 anos (KAHN et al., 1977; HARDING; HARDING; SEGERTON, 1989). Em estudo de Wisconsin observou-se associação do tempo de doença com o aparecimento da catarata (KLEIN; KLEIN; MOSS, 1985).

A herança genética pode influir na formação de cataratas, principalmente as congênitas. As mutações autossômicas dominantes são mais frequentes nas populações não consanguíneas, podendo também ocorrer mutações recessivas e ligadas ao cromossomo X. Essas podem ser determinadas por alterações nos genes responsáveis pelas proteínas cristalinas  $\alpha$  e suas subunidades,  $\beta$  e  $\gamma$  e pelas proteínas de transporte de membrana, como aquaporina 0 e conexinas (REDDY et al., 2004).

Diversos estudos tentaram avaliar o efeito de drogas sobre a evolução da catarata. Em um grupo de 50000 enfermeiras, o uso de Vitamina A e C por 10 anos reduziu o risco de catarata em 45%. Entretanto, nesse estudo, não se observou redução do risco com uso de multivitaminas (HANKINSON et al., 1992). Alguns medicamentos foram implicados na opacidade do cristalino. Em 1960, Black et al. notaram aumento da formação de catarata em pacientes com artrite reumatóide que usavam corticosteróides orais. Notaram aparecimento de catarata sub-capsular posterior (BLACK et al., 1960). Outras doenças associadas ao uso crônico de corticosteróides foram implicadas como asma, pênfigo, nefrose, lúpus e pacientes transplantados renais (HOVLAND; ELLIS, 1967).

### **1.2.3. Classificação da Catarata**

Sua intensidade pode ser parcial ou total, acometendo uma ou diversas camadas do cristalino, sendo classificada como: polar anterior e posterior, subcapsular anterior e posterior, lamelar, sutural, puerulenta cortical anterior e posterior e nuclear (CHYLACK et al., 1988). Para padronizar a sua classificação e intensidade, Chylack et al. (1993) utilizaram um sistema de fotos que dividiu as cataratas em nuclear, cortical, subcapsular posterior e as

subdividiu de acordo com sua intensidade. Isso possibilitou realizar comparações entre diversos estudos. Podemos observar a Figura 3 que retrata o sistema de classificação de catarata LOC III (CHYLACK et al., 1993).



**Figura 3:** Sistema de classificação de catarata do estudo LOCS III.

### 1.3. TRATAMENTO DA CIRURGIA DE CATARATA

#### 1.3.1. Histórico

A primeira descrição de tratamento cirúrgico para a catarata foi dada por Susruta (BLODI, 1996). Utilizava a técnica de “couching”, em que, por meio de dois instrumentos pontiagudos, o cristalino era deslocado para a cavidade vítrea, inteiro e com cápsula íntegra. Portanto, o eixo visual era liberado, ficando os pacientes afácicos. Em relato do romano Aulus Cornélius (o mais antigo ainda preservado), o procedimento foi descrito assim: o paciente era posicionado olhando para o sol, sua cabeça era fixada por um assistente e com

um instrumento pontiagudo penetrava-se na câmara anterior através da região corneoescleral rompendo fibras zonulares e deslocando o cristalino para a cavidade vítrea (BLODI, 1996).

As técnicas foram evoluindo com o passar do tempo e em 1753 Jacques Daviel apresentou a técnica em que através de uma incisão limbar inferior, removia o cristalino (DAVIEL, 1753). O núcleo era removido com pressão, os restos corticais com uma cureta e a incisão era deixada sem suturas.

Em 1864, Albrecht Von Graefe apresentou a forma extracapsular de extração do cristalino, que mantinha a CP íntegra, removendo núcleo, córtex e epinúcleo do cristalino. Entretanto, devido à maior ocorrência de complicações, como a pós-catarata (opacificação da cápsula posterior pós-cirúrgica), sua utilização foi limitada (BLODI, 1996).

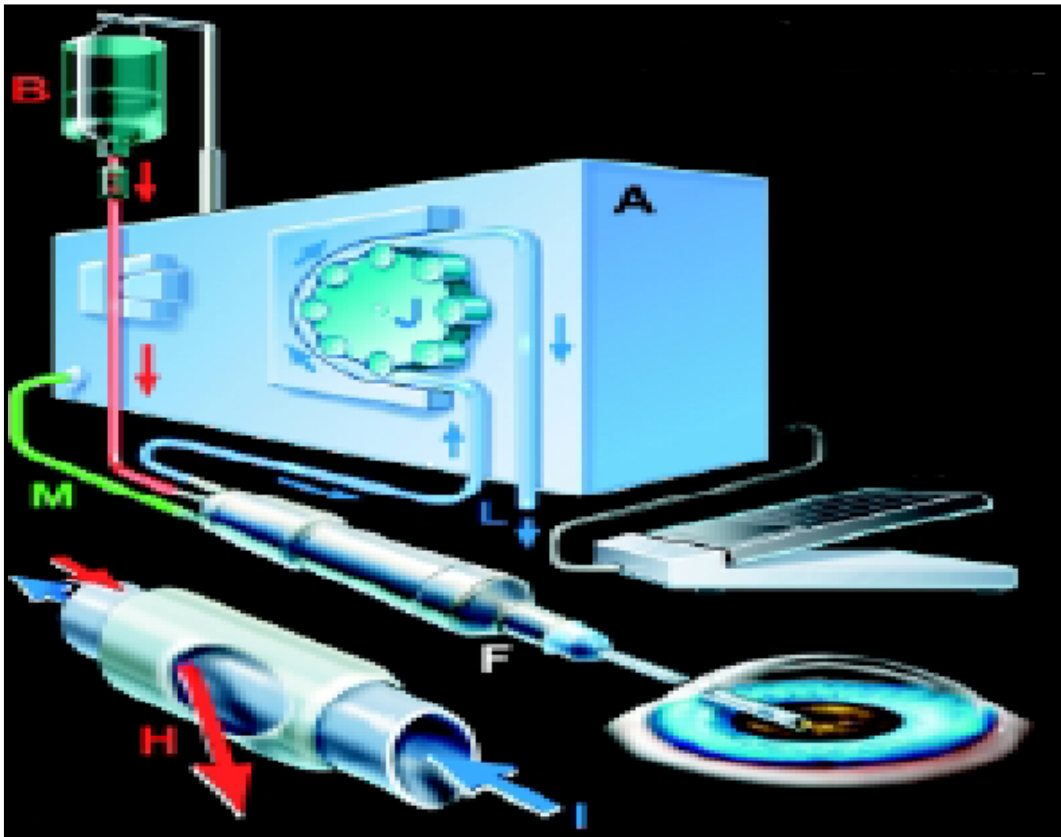
A extração intracapsular teve seu uso e desenvolvimento popularizado no início de século XX, devido à menor incidência de complicações. Em 1958, Barraquer desenvolveu a zonulose química, que facilitava a remoção do cristalino (BARRAQUER; CANADELL, 1959). Krwawicz, em 1961, descreveu a crio-extração do cristalino (KRWAWICZ, 1961). A cirurgia extracapsular voltou à tona com o advento do microscópio cirúrgico e das lentes intra-oculares, possibilitando a diminuição das complicações intra-operatórias e melhorando a recuperação visual (BLODI, 1996).

Em 1967, Kelman apresentou o primeiro estudo de técnica, no qual, através do ultrassom, a catarata era emulsificada para posterior aspiração, mantendo a CP íntegra. O seu novo método permitia a remoção do conteúdo nuclear com pequena incisão (KELMAN, 1967),

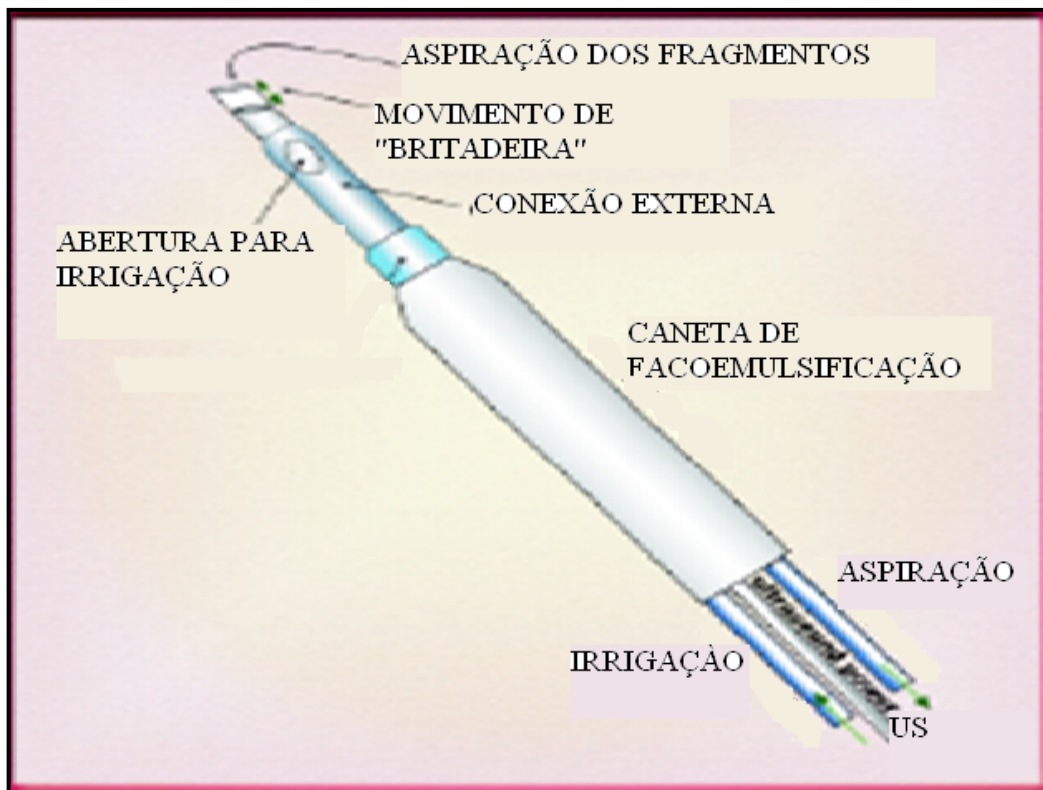
### **1.3.2. Facoemulsificação**

A facoemulsificação tem como princípio a conversão da corrente elétrica em ondas sonoras de alta frequência (40000 Hertz) (DAVIS, 1993). Consequentemente, ondas acústicas são formadas produzindo emulsificação do cristalino (550atm) e formação de microbolhas. Secundariamente, ondas de

fluido e aumento da temperatura local colaboram com o processo (SUSLICK, 1989) (Figuras 4 e 5).



**Figura 4:** Sistema de facoemulsificação. A irrigação (**vermelho**) mantém a pressão e o fluxo intraocular. A solução balanceada sai do frasco (**B**) e passa pela caneta de facoemulsificação (**F**). A solução balanceada sai pela abertura (**H**) da conexão externa ("sleeve"). A aspiração (**azul**) entra pela ponta da caneta (**I**), passa por tubos internos e é controlada pela velocidade da bomba (**J**). O ultrassom (**verde**) é controlado por cabo de energia. Fonte: (BOYD, 2000).



**Figura 5:** Componentes da caneta de facoemulsificação. Fonte: (BOYD, 2000).

### 1.3.3. Ultrassom

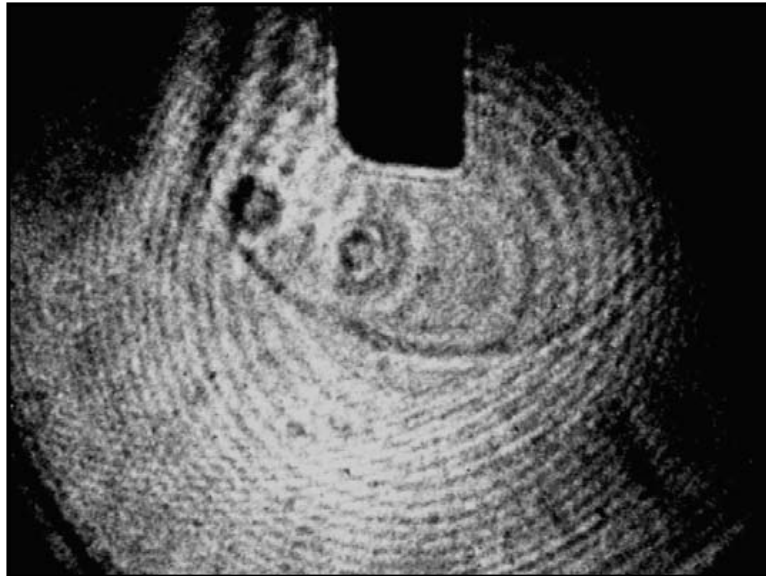
O ultrassom é fundamental para emulsificação da catarata. Esse é gerado por cristais com propriedade de contração quando expostos à corrente elétrica (efeito pizzoelétrico). A corrente alternada gera oscilação dos cristais e da agulha de titânio ligada a eles. Essa oscilação produz “efeito de britadeira” (PACIFICO, 1994; PACKER et al., 2005).

A aceleração da ponta de titânio sobre o núcleo pode provocar dano tecidual (BOND; CIMINO, 1996). Além disso, a oscilação produz “ondas de choque” à frente da ponteira que geram colapso de microbolhas do soro resultando em altíssimas pressões e temperaturas (PACIFICO, 1994), como observado na Figura 6. Com isso, gera-se luz (sonoluminescência) e radicais

livres, que dissociam as moléculas dos tecidos (TOPAZ et al., 2002; PACKER et al., 2005).

Kelman, em 1967, calculou a intensidade de ultrassom emitido por uma ponteira ( $0,0034 \text{ W/cm}^2$ ) que considerou segura (KELMAN, 1967). Baum (1956) reportou aumento da permeabilidade endotelial reversível com  $0,2 \text{ W/cm}^2/5 \text{ min}$  (BAUM, 1956).

Olson et al. (1978a) demonstraram em trabalhos experimentais com ratos que o ultrassom gerou perdas endoteliais progressivas, que iniciavam com 10 segundos de exposição. Nessa fase, a microscopia eletrônica mostrou contração da membrana plasmática celular ou até mesmo sua ruptura, associada a células laterais saudáveis. Com o aumento progressivo do tempo de ultrassom, as perdas endoteliais aumentavam formando falhas (áreas sem a cobertura endotelial). Finalmente, com exposições acima de cinco minutos, notaram-se grandes perdas e, até mesmo, protrusão de parte da camada endotelial sobre a câmara anterior. Na microscopia de transmissão foram observadas rupturas nas membranas celulares, nos corpúsculos de Golgi e nos ribossomos (OLSON et al., 1978a). Nas perdas maiores foi encontrada ruptura na camada de Descemet. Em um segundo estudo, Olson et al. (1978b) observaram a dinâmica do reparo endotelial, após o uso do ultrassom em ratos, que iniciava com expansões citoplasmáticas na direção da área perdida após 1h, e assumia aspecto de roseta, com cobertura total de 1 a 6h. Nas perdas maiores de endotélio, à microscopia eletrônica, as células adjacentes à área da lesão passavam a ter característica fibroblástica-símile com dissociação das suas vizinhas e migração celular para o centro da lesão. Encontraram toda a área lesada recoberta após 24h e, em 48h, perda da característica fibroblástica do endotélio de reparação. Após sete dias, volta para as características iniciais do endotélio hexagonal (OLSON et al., 1978b).

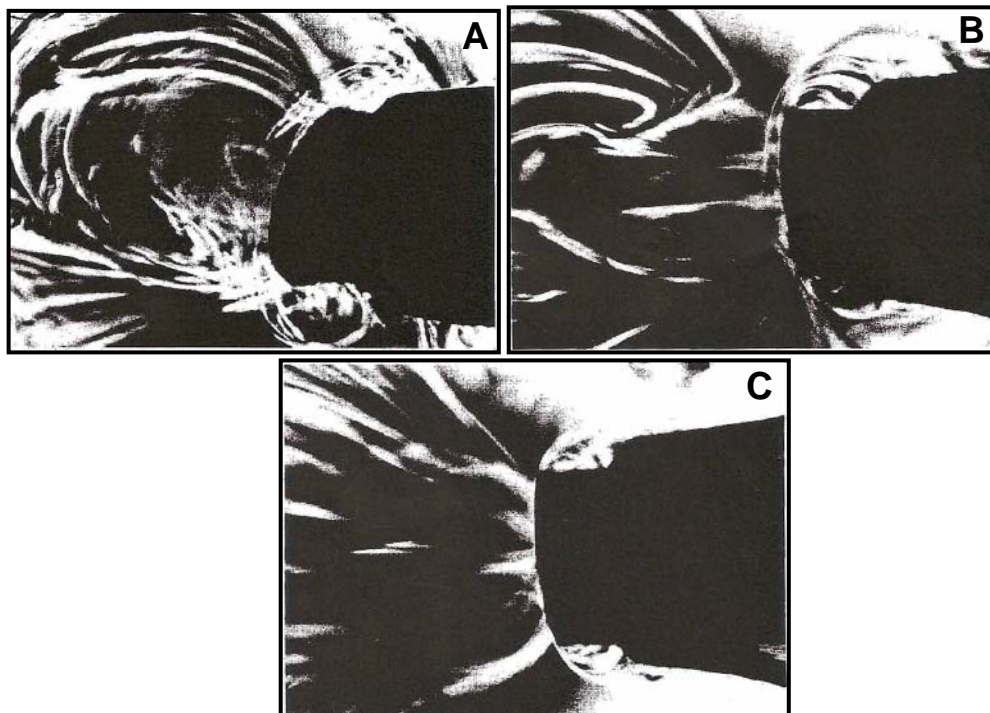


**Figura 6:** Emissão de ultrassom no meio líquido, mostrando as ondas de propagação e pretensas bolhas de cavitação. Fonte: (TOPAZ et al., 2002; PACKER et al., 2005).

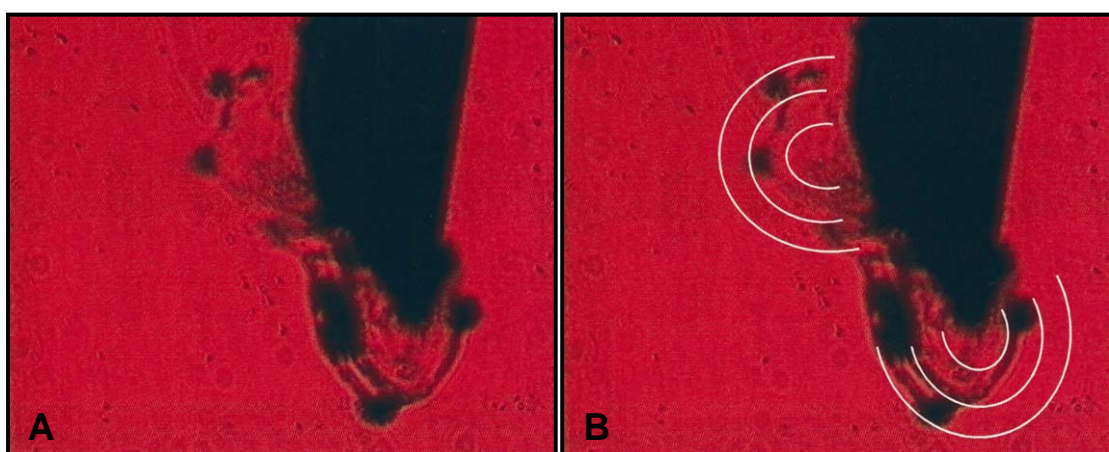
### 1.3.3.1. Direção do ultrassom

O ultrassom pode se propagar para todas as direções, a partir da ponteira do facoemulsificador. Krey (1989) sugeriu em estudo “in vitro” que pode haver variação na propagação da energia, no tipo de turbulência produzida e na distância propagada da ponteira. Com uma potência de 20% de ultrassom notou uma zona de turbulência à frente da ponteira. Aumentando-a para 50% formou-se uma espiral de turbulência a 2 ou 3mm do orifício da ponteira. Com intensidades maiores, a propagação ocorreu para todas as direções, até 50mm do orifício da ponta (Figura 7) (KREY, 1989). Na mesma linha, Tognetto et al. avaliaram a formação de bolhas de cavitação através de imagens de coerência óptica em meio viscoelástico. Puderam visualizar bolhas de cavitação na abertura da ponteira a partir de 30% de potência. Com o aumento da potência, essas últimas se expandiram em duas direções: para frente da ponteira e inferiormente (TOGNETTO, et al., 2005) (Figura 8).





**Figura 7:** Turbulência apresentada no fluido à frente da ponteira da caneta de facoemulsificação. **(A)** Intensidade baixa (20% de potencia) turbulência circular à frente da ponteira. **(B)** Intensidade média (50%) 2mm da ponteira. **(C)** intensidade máxima ocupando toda câmara de teste (5mm). Fonte: (KREY, 1989).



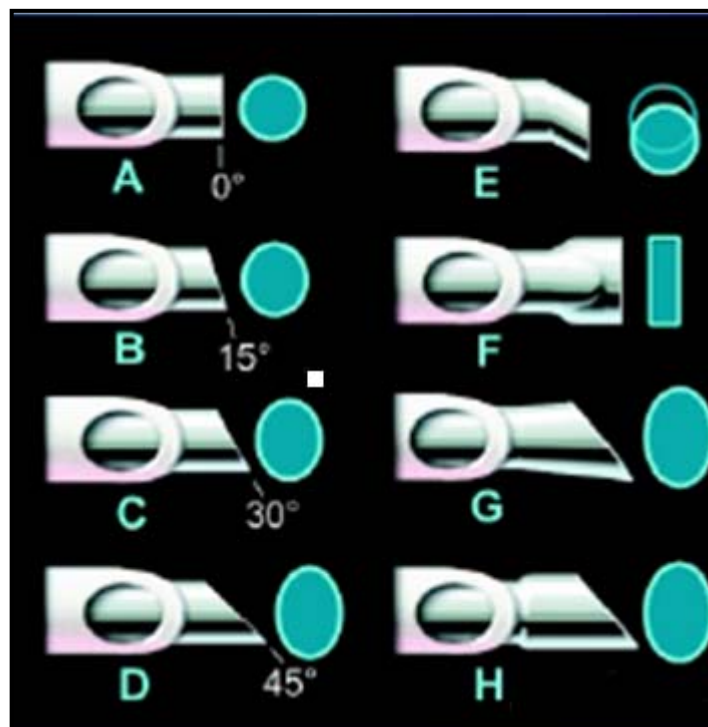
**Figura 8:** Bolhas de cavitação em meio viscoelástico. **(A)** Baixa Intensidade de potência de phaco (30%) produz bolhas à frente da ponteira, **(B)** Alta intensidade produz bolhas à frente e inferiormente ao bisel da ponteira. Fonte: (TOGNETTO et al., 2005)

Em estudo termográfico, a dispersão de energia dentro da câmara anterior de ratos mostrou aumento da temperatura que variou de acordo com o tipo de viscoelástico (JUROWSKI et al., 2005; JUROWSKI et al., 2006).

### 1.3.3.2. Ponteiras

As ponteiras podem assumir diversos tipos de largura, modelos e formas. Isso pode influir diretamente na entrega de energia dentro da câmara anterior e da incisão. A abertura da ponteira pode ser biselada ou não biselada (angulação de 0°). O bisel pode variar em diversos graus, sendo mais comum o uso da abertura de 35° e 45° (Figura 9). Em estudo comparativo entre o uso das ponteiras biselada e não biselada observou-se a diminuição do tempo de cirurgia e da quantidade de energia com a forma não biselada (0°) (WETZEL, 2001). O diâmetro da abertura externa pode variar: 0,85mm (Mackool), 0,9mm (“microtip”) e 1,1mm (“standard”). Tsubotta et al. (1988) compararam três ponteiras: “standard”, “microtip” e Mackool. Usando videotermografia notaram maior temperatura na ponteira tipo “standard”, com maior diâmetro, principalmente se deslocada sobre a incisão (BISSEN-MIYAJIMA; SHIMMURA; TSUBOTA, 1999). Sua abertura externa pode ser mais larga em relação ao seu corpo, como no tipo “flare”. McNeill (2001) comparou a ponta “standard” de 30° (diâmetro externo de 1,1mm e interno 1,0mm) com o tipo “flare” (diâmetro externo de 1,30 a 1,35 mm) e observou diminuição de 15% do tempo total e 18% do tempo efetivo de facoemulsificação (MCNEILL, 2001). Outro autor comparou a ponta “standard” com o “microtip” de 45° e o tipo “flare” com ABS, notando facilidade cirúrgica no último tipo (DAVISON, 2002). A ponteira também pode assumir forma reta ou angulada em relação ao seu próprio eixo. Essa foi introduzida por Kelman, em 1967, com o objetivo de facilitar a emulsificação e minimizar o uso de energia. A forma angulada é utilizada, principalmente, com inclinação de 12° e 20°. Essa angulação pode permitir o deslocamento lateral da ponteira, facilitando a emulsificação e aumentando o poder de corte (Ozil® torsional). Quanto maior a inclinação, maior o deslocamento lateral. Por outro lado, quanto maior o biselamento da abertura

da ponteira, maior será a área de adesão ao núcleo, maior a área de corte, mais fácil de visualizar a emulsificação e menor o entupimento da ponteira pelos restos nucleares (PACIFICO, 1994) (Figura 10).



**Figura 9:** Ponteiros de facoemulsificação: pontas retas (A-D), com aberturas que podem ser não biseladas (A) ou biseladas (B-D); pontas anguladas (E) ou seu orifício externo pode ser dilatado (F-H). Fonte: (PACIFICO, 1994).

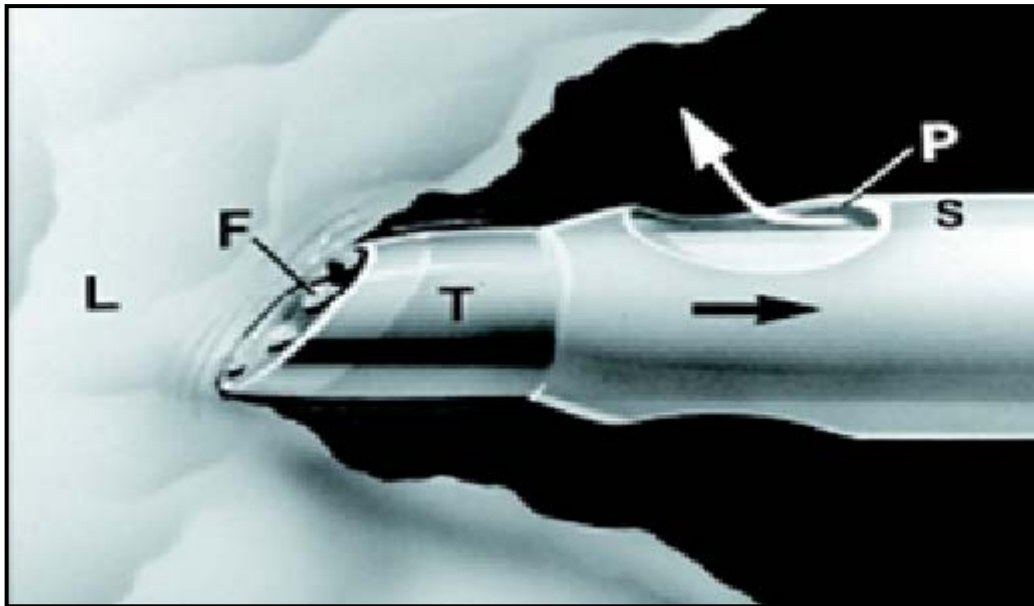


**Figura 10:** Modelos de ponteiros de facoemulsificação: padrão (A), Mackool (B), com sistema de abertura lateral (C), “flare” (D) e Kelman (E). Fonte: (PACIFICO, 1994).

### 1.3.3.3. Emulsificação

Para emulsificar o cristalino, diversas técnicas foram descritas com pequenas variações entre elas, podendo-se dividi-las em etapas:

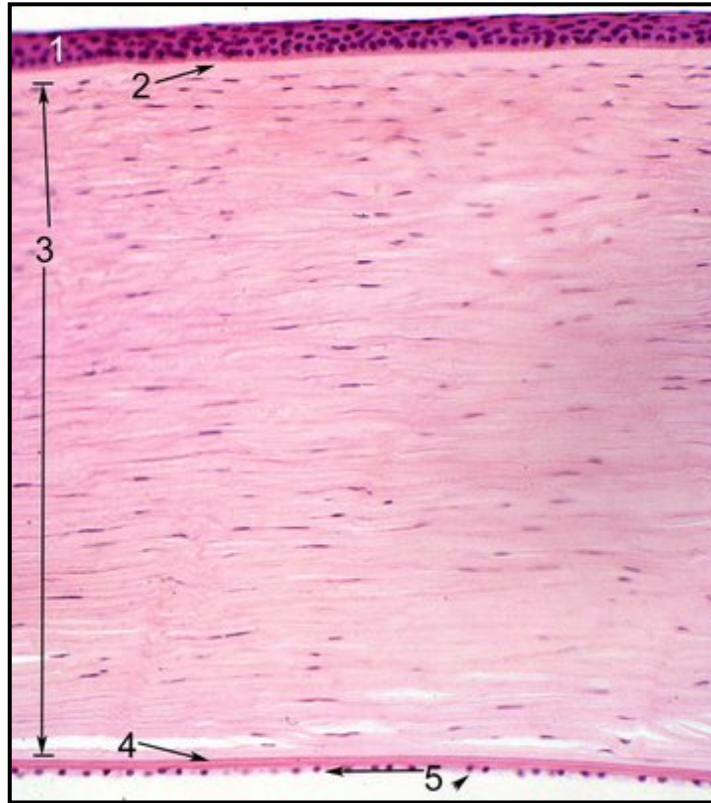
1. Escultura do núcleo central em forma de buraco ou vala para facilitar sua fratura ou para criar espaço para manipulação de fragmentos do núcleo nas fases seguintes da cirurgia;
2. Fratura o núcleo central;
3. Quebra o núcleo em diversas partes;
4. Emulsificação dos pedaços quebrados (Figura 11).



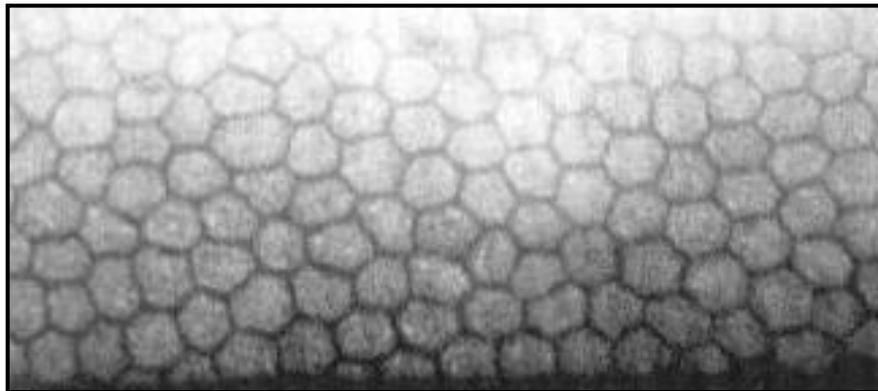
**Figura 11:** Caneta de facoemulsificação. A ponta (**T**) vibra em alta frequência, produz efeito de “britadeira” e aumenta a temperatura do local resultando na ruptura do núcleo da catarata (**L**) em fragmentos (**F**). Os fragmentos são aspirados pelo centro da ponteira (seta preta). O fluido passa pela abertura (**P**) da conexão externa (**S** - “sleeve”). Fonte: (BOYD, 2000).

#### 1.4. ENDOTÉLIO CORNEAL

O endotélio é formado por uma camada simples de células cubóides, com aspecto de mosaico hexagonal com a camada de Descemet, como observado nas Figuras 12 e 13. Apresenta adesões especializadas na sua região basal, junto da membrana de Descemet. Lateralmente tem interdigitações e poucos desmossomos. Apicalmente é achatado, podendo apresentar um cilium nos jovens. Sua ultraestrutura é dotada de aparato para intenso trabalho metabólico, principalmente para bomba de Na-K, presente na região basolateral da célula (JOYCE, 1982).



**Figura 12:** Microscopia óptica da zona central da córnea, corada por hematoxilina-eosina, onde se observam as camadas do epitélio (1); a camada de Bowman (2); o estroma (3); a membrana de Descemet (4) e o endotélio córneo (5) (80x).



**Figura 13:** Microscopia eletrônica de varredura do endotélio corneal com células de aspecto hexagonal e tamanho uniforme. Aumento de 750x; Bar = 10 $\mu$ m.

## 1.5. CIRURGIA DE CATARATA E A PERDA ENDOTELIAL

A perda das células endoteliais da córnea é uma das complicações na cirurgia de catarata. Pode comprometer a função tecidual, provocando edema e alterando a transparência corneal. Assim, com o objetivo de minimizar a perda endotelial, as condições da cirurgia foram aprimoradas.

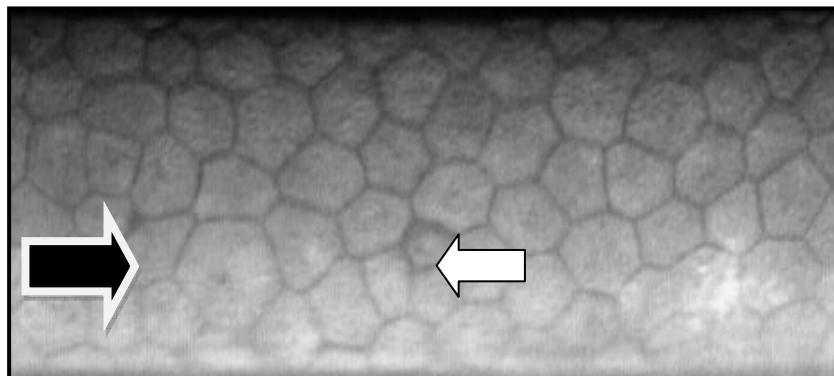
A facoemulsificação foi evoluindo com diversos equipamentos, viscoelásticos para emulsificação (HOLMBERG; PHILIPSON, 1984), lentes intra-oculares (IRVINE; KRATZ; O'DONNELL, 1978; KRAFF; SANDERS; LIEBERMAN, 1980), soluções fisiológicas para irrigação e técnicas cirúrgicas (TSUBOTA et al., 1988; DOUGHTY, 1992). As cirurgias intra-oculares podem provocar perda endotelial (RAO; LOHMAN; AQUAVELLA, 1982). Essa pode ser avaliada pelo grau de polimorfismo e polimegatismo celular e pela perda do número de células endoteliais, como observado na Figura 14 (HODSON; SHERRARD, 1988). As alterações são observadas no pós-operatório imediato com estabilização em cerca de três meses a um ano. Existem trabalhos descritos com perdas progressivas endoteliais em até 10 anos de cirurgia (SCHMITT-BERNARD; ARNAUD, 1997; BOURNE; NELSON; RHODGE, 1994).

Diversos fatores colaboram, individualmente, com a perda celular e a alteração em sua morfologia. Descreveremos alguns fatores que levam à perda de células endoteliais durante a facoemulsificação:

- Estado endotelial prévio à cirurgia (EHLERS, 1974);
- Extensão e localização incisão (DICK et al., 1996);
- Característica do material viscoelástico (KOCH et al., 1993);
- Contato direto e mecânico de instrumentos, implante e fragmentos de cristalino com os tecidos (SCHULTZ et al., 1986). Segundo Hayashi, Nakao e Hayashi (1994), a perda endotelial é menor com instrumentos de fraturas, a despeito da manipulação intra-ocular, pois utilizam menos ultrassom (HAYASHI; NAKAO; HAYASHI, 1994);



- Agentes farmacológicos usados na irrigação da câmara anterior (TSUBOTA et al., 1988; DOUGHTY, 1992);
- Bolhas de ar (TSUBOTA et al., 1988);
- Implantes intra-oculares podem apresentar contato mecânico na sua introdução constituindo trauma mecânico direto. Irvine, Kratz e O'Donnel (1978) sugeriram um aumento de 6% na perda endotelial com uso de LIO. Se postados na câmara anterior, constituem maior risco de perda (IRVINE; KRATZ; O'DONNELL, 1978; KASSAR; VARNELL, 1980);
- Localização da emulsificação (BEESLEY; OLSON; BRADY, 1986; KOCH et al., 1993);
- Tempo de ultrassom (OLSON et al., 1978a, 1978b; DICK et al., 1996);
- Calor gerado por falta de irrigação da sonda de ultrassom e pela falta de resfriamento da mesma pode ultrapassar 40°C e danificar estruturas (DICK et al., 1996);
- Radicais livres, como os superóxidos (HOLST et al., 1993);
- Complicações pós-cirúrgicas, como hipertonia, contato crônico com LIO, atalamia e vítreo (SCHMITT-BERNARD; ARNAUD, 1997).



**Figura 14:** Microscopia especular do endotélio corneal. Notam-se células com tamanhos variados e perda do aspecto hexagonal (setas). Aumento 1,5x.



A transparência do endotélio corneal é uma barreira para a sua visualização (BOURNE; ENOCH, 1976). Vogt (1920) demonstrou ser possível visualizar o endotélio corneal a partir da luz de reflexão de uma lâmpada de fenda. Entretanto, essa técnica era limitada pela magnificação do aparelho e movimentação ocular (VOGT, 1920; BOURNE; ENOCH, 1976; SUGAR, 1979).

Em 1968, Maurice desenvolveu um microscópio vertical com magnificação de 400X, usando os princípios de Vogt e o denominou de Microscópio Especular (MAURICE, 1968).

Laing, Sandstrom e Leibowitz (1975) dispuseram o aparelho na direção horizontal, o que possibilitou o uso em pacientes. Bourne e Kaufman (1976) simplificaram-no para exames de rotina com uma magnificação de 200X e o adaptaram para registro fotográfico (LAING; SANDSTROM; LEIBOWITZ, 1975; BOURNE; KAUFMAN, 1976).

As imagens captadas são em média de  $0,04\text{mm}^2$ , correspondendo a 0,05% da área total do endotélio. A amostra mínima de células em cada foto, para ser considerada como significativa do total, é de 50 a 100, dependendo do estudo considerado (LAING et al., 1976; SPERLING; GUNDERSEN, 1978).

Diversos estudos demonstram que as variações nas técnicas empregadas podem determinar perdas endoteliais diferentes. Pirazzoli et al. (1996) compararam “dividir e conquistar” e “phaco chop”. Nesse estudo, a quebra direta do núcleo mostrou menor tempo de ultrassom e menor perda endotelial (4,72% DP 1,2% contra 13,8% DP 4,3%). A comparação da ponteira de  $0^\circ$  do “phaco chop” com  $30^\circ$  ou  $45^\circ$  do “dividir e conquistar” pode ter funcionado como fator de viés.

Hayashi, Nakao e Hayashi (1994) compararam cirurgias com e sem procedimentos de fratura. Notaram perdas endoteliais significativamente menores no grupo com fratura, após três meses (HAYASHI; NAKAO; HAYASHI, 1994).

DeBry, Olson e Crandall (1998) compararam a técnica “phaco chop” e “dividir e conquistar” e observaram menor uso de energia nas cirurgias realizadas com “phaco-chop” ( $782\pm 446\text{J}$  contra  $3264\pm 1218\text{J}$  e  $p<0,00001$ ) e,

portanto, menor perda endotelial (DEBRY; OLSON; CRANDALL, 1998). Na mesma linha, Ram et al. (1998) compararam “phaco chop” e “fratura in situ” e observaram menor tempo de phaco no primeiro grupo ( $0,91 \pm 0,37$  contra  $1,56 \pm 0,89$  minutos e  $p < 0,015$ ) (RAM et al., 1998).

Vajpayee et al. (2000) compararam “phaco chop” e “stop and chop” e após três meses de estudo não notaram variações estatísticas entre as técnicas (VAJPAYEE et al., 2000).

Pereira et al. (2006) compararam “phaco chop” e “nuclear preslice” e não observaram variação significativa na perda endotelial entre os dois grupos (8,7% contra 8,72% e  $p = 0,669$ ) (PEREIRA et al., 2006).

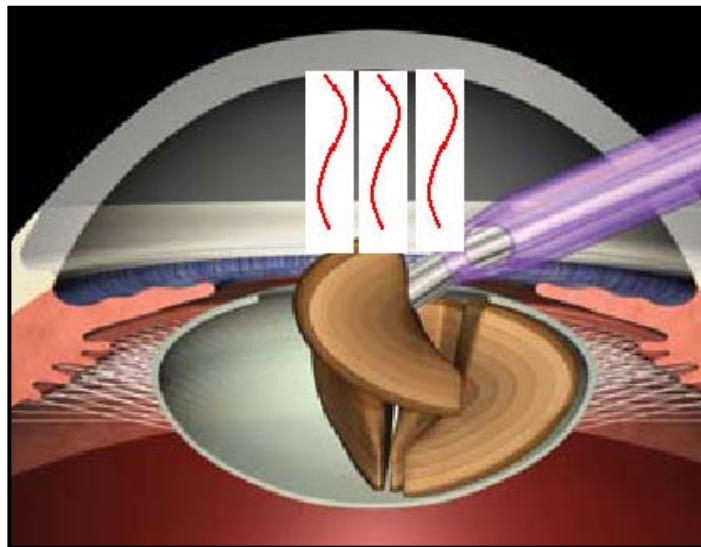
A variação na direção do bisel da ponteira pode influir na perda endotelial. Em estudo experimental, Frohn et al. utilizaram uma córnea artificial e um sensor de choque intracameral notando intensidade média de energia de  $30.12 \pm 2.4$  mV (DP) com o bisel direcionado para a córnea e  $29.97 \pm 2.0$  mV (DP) com o bisel direcionado para a catarata e  $p = 0,78$ . Entretanto, se distanciaram do ambiente cirúrgico, não utilizando córnea humana (polimetilmetacrilato) e não empregando viscoelástico no experimento, o que pode produzir um resultado diferente do encontrado no experimento clínico (FROHN; DICK; FRITZEN, 2002).

Kohlhass et al. (1998) avaliaram o efeito sobre o endotélio corneal modificando a direção da abertura do bisel, comparando a técnica “Reversed Tip and Snip” e “dividir e conquistar”. Em estudo randomizado e prospectivo, 60 pacientes foram divididos em dois grupos. Após três meses, observaram 10% de perda endotelial no grupo onde a abertura do bisel fora direcionado para o núcleo ( $2391 \pm 520$ ) e 15% de perda no grupo “dividir e conquistar” ( $2191 \pm 501$ ). Essa diferença foi considerada significativa ( $p < 0.001$ ). O “tempo de phaco” também foi avaliado e observado menor tempo na técnica reversa ( $22 \pm 6$  contra  $29 \pm 10$ ) e  $p < 0,005$  (KOHLHAAS et al., 1998).

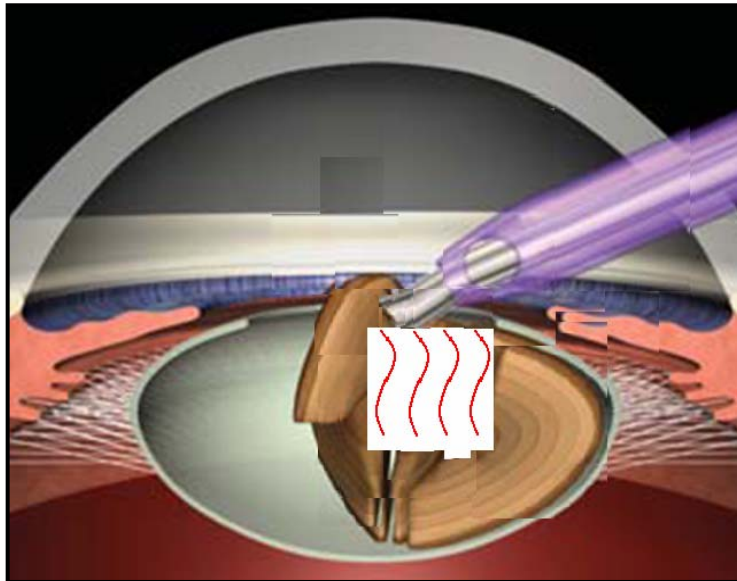
O presente trabalho visa avaliar o dano endotelial provocado pela mudança na direção do bisel da ponta da caneta de facoemulsificação. Como já referido, não há concordância na literatura sobre esse quesito. À luz dos

estudos atuais, a abertura do bisel é frequentemente direcionada para o endotélio corneal, em nome da segurança (Figura 15). Entretanto, nos parece mais lógico que a abertura seja voltada para o núcleo, permitindo que toda a energia de ultrassom seja utilizada sobre o núcleo a ser emulsificado, aumentando seu aproveitamento (Figura 16). Por outro lado, a menor dispersão de energia sobre o endotélio corneal pode diminuir a sua perda pós-operatória.

Para o melhor entendimento desses questionamentos foi elaborado um estudo experimental, randomizado e prospectivo onde a variação da manobra foi analisada.



**Figura 15:** Representação da emulsificação de um pedaço do núcleo de catarata com a abertura do bisel da ponta da caneta de facoemulsificação direcionada para o endotélio corneal. A energia é direcionada para do endotélio.



**Figura 16:** Representação da emulsificação de um pedaço do núcleo de catarata com a abertura do bisel da ponta da caneta de facoemulsificação direcionada para o núcleo corneal. A energia é direcionada para baixo.

## **2. OBJETIVO**

---

O objetivo deste estudo é comparar o efeito da mudança da posição do bisel da ponta da caneta do facoemulsificador sobre:

- a) a perda de células endoteliais na cirurgia de facoemulsificação do cristalino 1, 3 e 6 meses após a cirurgia;
- b) a variação da espessura corneal após 1, 3 e 6 meses da cirurgia;
- c) tempo cirúrgico;
- c) tempo efetivo de facoemulsificação;
- e) complicações cirúrgicas.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

---

### **3.1. POPULAÇÃO ESTUDADA**

Vinte e cinco pacientes sadios, com diagnóstico de catarata bilateral, simétrica, com classificação NC3 e NC4, baseadas no critério de LOCS III (Lens Opacities Classification System III) foram selecionados para o trabalho. Por sorteio, um olho recebeu a técnica em que a abertura da ponteira do facoemulsificador é direcionada para cima que, a partir deste momento será denominada de G 1, e outra, direcionada para baixo, G 2 (CHYLACK et al., 1993).

Cataratas bilaterais e simétricas permitiram formar grupos em condições homogêneas, em que a única variação significativa foi a da manobra. Todos os pacientes foram acompanhados por seis meses.

#### **3.1.1. Critérios de exclusão**

Os critérios de exclusão foram: contagem endotelial menor que 1500 células/mm<sup>2</sup>, doenças ou distrofia corneal, cicatrizes corneais centrais, uveíte crônica, número de células endoteliais com diferença de até 10% entre os dois olhos, história de glaucoma, diabetes mellitus, trauma ou cirurgia ocular anterior.

### **3.2. MÉTODOS**

#### **3.2.1. Análise Quantitativa das Imagens Endoteliais Coletadas**

O estudo das células endoteliais foi realizado por meio de exame de microscopia especular. Esse consistiu na captação da imagem de reflexão especular utilizando-se o aparelho Tomey Specular Microscope EM-1000 com imagem magnificada 10x (Tomey Corporation, JPN) e analisado com o



programa Tomey EM-1100, version 1,50, (Tomey Corporation, JPN). Pelo menos três fotografias foram gravadas para análise. Todas as imagens coletadas das células endoteliais foram analisadas por um especialista em córnea, que também realizou contagem endotelial de, pelo menos, 50 células por exame. Os resultados foram colocados em um banco de dados, separados por paciente, por olho e divididos em quatro tempos.

### **3.2.2. Cirurgia de Facoemulsificação**

Todas as cirurgias foram realizadas com a técnica “Phaco Chop”, como descrito por Nagahara, com incisão alocada na região temporal da córnea (NAGAHARA, 1993). Ao final, 50 cirurgias foram realizadas e estudadas. Todos os pacientes foram submetidos a exame de Acuidade Visual corrigida, exame biomicroscópico em que a característica da catarata foi definida, tonometria de aplanção, fundoscopia sob midríase, paquimetria central e contagem das células endoteliais na região central. Esses exames foram repetidos no pós-operatório de 1, 3 e 6 meses, sempre por examinador independente, sem conhecimento da manobra realizada.

Os protocolos de estudo e o projeto foram submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (Anexo 1).

Todos os pacientes foram informados sobre todas as etapas do estudo, seu caráter experimental e possíveis complicações. Tiveram a opção de sair do mesmo ou passar por cirurgia convencional. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2).

A tabela abaixo apresenta os parâmetros utilizados para realização das cirurgias deste estudo separados em dois grupos: Grupo 1 (G 1) e Grupo 2 (G 2). Esses incluem: altura da garrafa, poder de phaco, vácuo, taxa de fluxo de aspiração e  $p$ , divididos em duas fases distintas: fase de fratura ou conquista e fase de irrigação e aspiração do córtex.

**Tabela 1-** Parâmetros padronizados do aparelho de facoemulsificação Legacy 20000<sup>®</sup>, divididos em dois grupos (G 1 e G 2) e nas fases da cirurgia.

<b>GRUPOS</b>	<b>G 1</b>	<b>G 2</b>	<b>p*</b>
<b><i>Fase de fratura/conquista</i></b>			
Altura da garrafa (cm)	110	110	>0,05
Poder (%)	60-70	60-70	>0,05
Vácuo (mm Hg)	+500	+500	>0,05
Taxa de fluxo de aspiração (cm <sup>3</sup> /min)	45	45	>0,05
Frequência de pulsos (pulsos/seg)	15	15	>0,05
<b><i>Fase de Irrigação e aspiração</i></b>			
Altura da garrafa (cm)	105	105	>0,05
Vácuo (mm Hg)	+500	+500	>0,05
Taxa de fluxo de aspiração (cm <sup>3</sup> /min)	40	40	>0,05

\*teste t-student

### 3.2.3. Descrição da Técnica

Todas as cirurgias foram realizadas pelo mesmo cirurgião seguindo os procedimentos descritos abaixo:

- Dilatação pupilar com tropicamina e fenilefrina 10%, por três vezes, de 5 em 5 minutos, 30 minutos antes da cirurgia;
- Anestesia tipo peribulbar;
- Uso de clorexidine 0,5%;
- Assepsia e colocação dos campos;
- Colocação de blefarostato;
- Lavagem da conjuntiva com soro fisiológico 0,9%;
- Posicionamento do cirurgião no setor temporal do paciente;

- 
- Duas paracenteses no limbo cirúrgico, em um plano, com bisturi de diamante, nas posições 5 e 1h (quando a cirurgia era no olho direito) ou 11 e 7h (quando a mesma era no olho esquerdo);
  - Preenchimento da câmara anterior com metilcelulose 4% (Ophthalmos<sup>®</sup>);
  - Incisão principal em três planos de aproximadamente 1,8mm de extensão, com lâmina (triangular) de 2,8mm;
  - Preenchimento da câmara anterior com metilcelulose 4%;
  - Capsulorexis contínua e circular de aproximadamente 6,0mm de diâmetro;
  - Hidrodelineação e hidrodissecção com solução balanceada;
  - Rotação do núcleo com cystítilmo;
  - Preenchimento da câmara anterior com metilcelulose 4% (Ophthalmos<sup>®</sup>);
  - Introdução da caneta de facoemulsificação na câmara anterior e início da emulsificação do núcleo na sua área central penetrando o suficiente para que núcleo ficasse seguro;
  - Introdução do “chopper” de Nagahara através da paracentese, para fratura do núcleo em duas partes;
  - Com auxílio de um gancho Sinsky, um hemisfério do núcleo era rodado e posicionado no setor nasal do saco capsular;
  - Apreensão de uma das partes do núcleo pela ponta do facoemulsificador;
  - Sequência de fratura e emulsificação nuclear;
  - Aspiração ativa bi manual do córtex;
  - Preenchimento da câmara anterior e do saco capsular com metilcelulose 2% (Ophthalmos<sup>®</sup>);
  - Ampliação da incisão com faca de 3,0mm;
  - Introdução da LIO no saco capsular;
  - Aspiração da metilcelulose e uso de carbacol;
  - Sutura simples com fio nylon 10-0;

- Injeção subconjuntival de dexametasona e gentamicina;
- Retirada do blefarostato;
- Oclusão ocular.

#### **3.2.4. Facoemulsificador**

O aparelho utilizado foi o Legacy<sup>®</sup> 20000 (Alcon<sup>®</sup>) com cassete MaxVac<sup>®</sup>. A ponteira utilizada foi padronizada com Microtip<sup>®</sup> ABS<sup>™</sup> com bisel de 30°.

#### **3.2.5. Pós-operatório**

Foi utilizado colírio de tobramicina 0,3% associado à dexametasona 0,1% (Tobradex<sup>®</sup>). Sua posologia foi de 6/6h nos primeiros quatro dias, passando a acetato de prednisolona 1% (Falcon) do 5° ao 15° dia pós-operatório.

### **3.3. ESTATÍSTICA**

Os dados foram analisados por técnicas de estatística descritiva clássica.

Inicialmente foi realizado estudo descritivo de variável quantitativa para aferir o tamanho amostral (CONOVER, 1971). Também foi realizado estudo piloto com N = 25 para validação da análise. O parâmetro utilizado foi o de contagem das células endoteliais, pilar central do estudo. Devido ao pareamento do estudo e à baixa variabilidade dos dados foi calculado N mínimo de 11 pacientes para um  $\alpha = 0,05$  (Tabela 2).

Segue-se a Tabela para cálculo do tamanho amostral por meio de estudo descritivo da variável quantitativa. Para tal fixou-se uma estimativa de desvio padrão, erro amostral e alfa.

**Tabela 2-** Tamanho Amostral para Média (Estudo Descritivo - Variável Quantitativa).

<b>S</b>	123,7	136,4	200,7
<b>d</b>	95,8	89,8	120,8
<b>alfa</b>	0,05	0,05	0,05
<b>N</b>	7	9	11

**S** = estimativa do desvio-padrão da variável de interesse  
**d** = diferença desejada entre média amostral e média populacional (erro amostral)  
**alfa** = nível de significância (bilateral)

Após a validação da amostra realizamos análise descritiva com apresentação de medidas de posição e dispersão para variáveis contínuas (MONTGOMERY, 1991). Para comparação das medidas pré-operatórias entre as técnicas foi utilizado o teste t-student pareado. Para comparação do tempo de cirurgia e da medida pré-operatória entre as técnicas foi utilizado o teste de Wilcoxon para amostras relacionadas (CONOVER, 1971).

Os dados coletados de microscopia especular e paquimetria nos quatro tempos foram divididos em dois grupos. Foram analisados tempo a tempo, entre os dois grupos, tomando cuidado para comparar as médias dos olhos contralaterais.

Para comparação das medidas de microscopia especular avaliadas entre as técnicas e em vários tempos foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas e O teste de Tukey. Foram considerados dois fatores repetidos: a técnica e o tempo. A transformação por postos foi aplicada devido ao tamanho da amostra e à sua variabilidade. Isto é, como o número amostral era pequeno, não se poderia afirmar com certeza se os dados eram paramétricos. A análise com transformação por postos permite avaliação não paramétrica através da ANOVA, minimizando possíveis falhas no grupo amostral do estudo, principalmente nos valores discrepantes (MONTGOMERY, 1991). Todos os dados foram organizados em planilhas e analisados através do programa SAS System for Windows (Statistical Analysis System), versão 9.1.3 Service Pack 3. (SAS Institute Inc, 2002-2003, Cary, NC, USA). O nível de significância adotado para os testes estatísticos foi de 5%.

## **4. RESULTADOS**

---

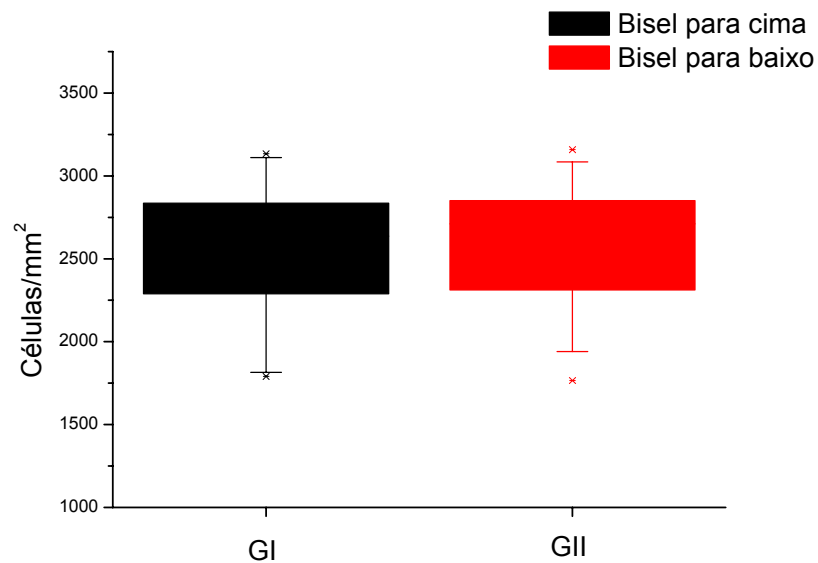
A idade dos pacientes variou de 42 a 84 anos (média de 64,68 anos, e 12,5 de desvio padrão). A acuidade pré-operatória corrigida no G 1 foi 0,2 (DP=0,18) e no G 2, 0,2 (DP=0,13) e a acuidade pós-operatória corrigida no G 1 foi 1,0 (DP=0,20) e no G 2, 1,0 (DP=0,20) p-valor=0.8594 (Wilcoxon para amostras relacionadas) (Tabela 3).

**Tabela 3-** Análise descritiva e comparação da acuidade visual final entre as técnicas.

Variável	n	média	desvio padrão	mínimo	mediana	máximo
<b>Grupo 1</b>	25	0.9	0.2	0.4	1.0	1.0
<b>Grupo 2</b>	25	0.9	0.2	0.4	0.9	1.0
<b>G 2-G 1</b>	25	0.0	0.1	-0.2	0.0	0.3

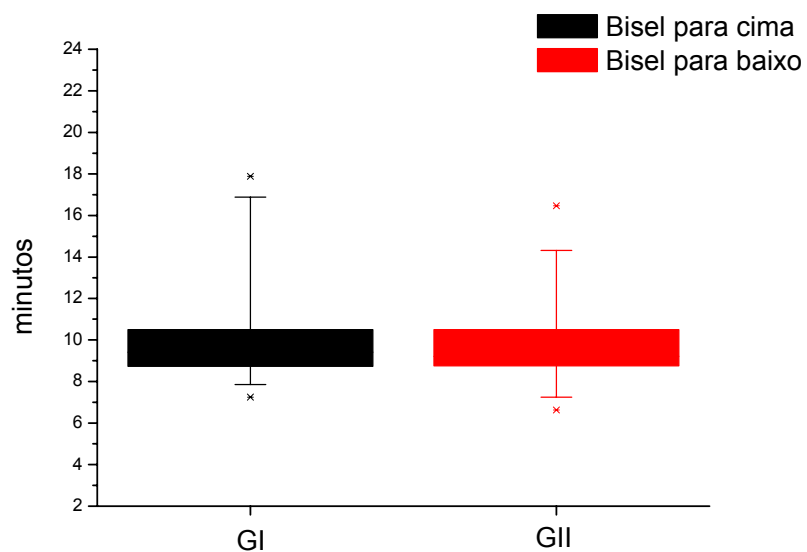
**G 2-G 1=acuidade visual G 2 - acuidade visual G 1**  
**p-valor=0.8594 (Wilcoxon para amostras relacionadas)**

A contagem endotelial prévia à cirurgia apresentava média no G 1 de 2467,24 (DP=372,69) e no G 2, de 2520,8 (DP=384,45) e p=0,619 (não significativo), como observado na Figura 17.



**Figura 17:** Contagem pré-operatória das células do endotélio corneal em mm<sup>2</sup>, suas médias, valores mínimos, máximos e desvios padrão ( $p=0,4035$ ).

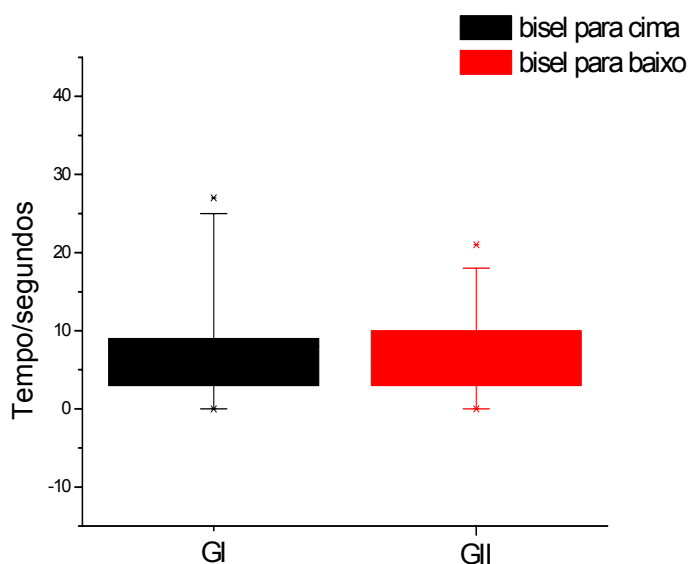
Os resultados intra-operatórios apresentaram tempo de cirurgia no G 1 com média de 10 minutos (DP=2,46) e no G 2, média de 9,86 (DP=2,17) (Figura 18).



**Figura 18:** Duração média das cirurgias (minutos), tempo mínimo e máximo divididos em G 1 e G 2 ( $p=0,6267$ ).



O tempo efetivo de facoemulsificação no G 1 teve média de 8,08 segundos (DP=6,75) e no G 2, média de 7,0 segundos (DP=5,75) (Figura 19).



**Figura 19:** Tempo efetivo de facoemulsificação (segundos), valores máximos e mínimos, divididos em dois grupos ( $p=0,1792$ ).

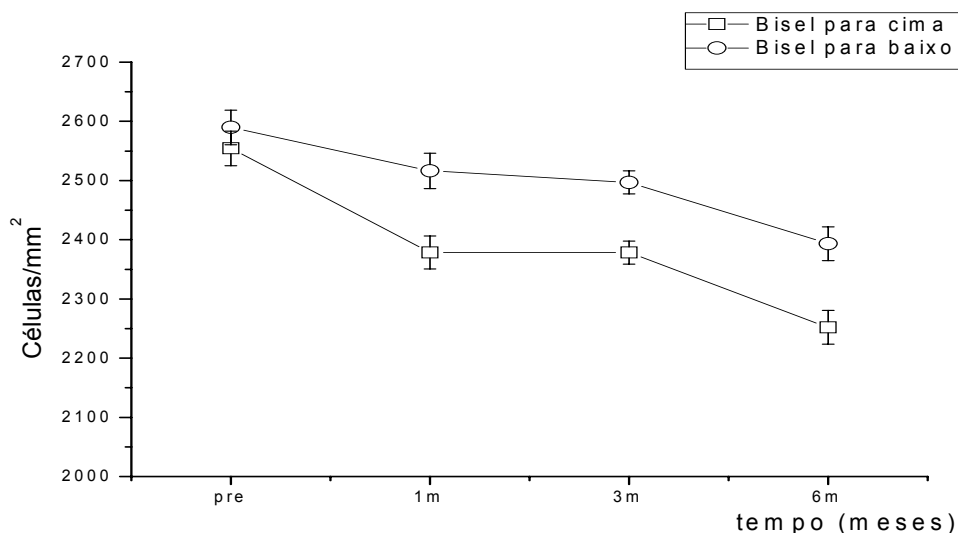
A Tabela abaixo separa em dois grupos as complicações observadas no estudo e descreve os valores absolutos das complicações e seu p.

**Tabela 4-** Valores absolutos das complicações intra e pós-operatórias.

Complicações	Grupo 1	Grupo 2	p Valor*
Ruptura de cápsula posterior	1	0	>0,05
Inflamação exacerbada pós-operatório	0	1	>0,05
Edema macular transitório	1	1	>0,05
Opacificação da cápsula posterior	6	6	>0,05

A perda média de células endoteliais após 1, 3 e 6 meses de estudo no G 1 foi de 289 (DP=215,9) e no G 2 de 222 (DP=22,7) e a percentagem de perda celular em relação à inicial no G 1 teve média de 11,10% (DP=8,54) e no

G 2 de 8,55% (DP=7,86). A Figura abaixo ilustra a variação da contagem endotelial nos Grupos I e II, suas médias e erro padrão nos diversos tempos do estudo: pré-operatório, 1, 3 e 6 meses após a cirurgia (Figura 20).



**Figura 20:** Número médio das células endoteliais corneais por mm<sup>2</sup> e suas variações nos diversos tempos do estudo.

**Tabela 5-** Valores de F e p segundo os quatro tempos do estudo.

Tempo	0	1	2	3
Teste F	0.72 <sup>ns</sup>	5.52*	12.66**	11.73*
p	0.4035	0.0319	0.0026	0.0023

\*estatisticamente significativo  
ns não significativo

O teste de Tukey foi utilizado para comparar os números médios de células endoteliais dos G 1 e G 2.

A Tabela abaixo mostra as médias, desvios padrão, valores mínimos e máximos da contagem de células endoteliais do centro da córnea, medidas em mm<sup>2</sup>. Foram separadas em dois grupos: G 1 e G 2. Além disso, esses dados

estão divididos nos tempos 1, 2 e 3 do estudo e suas diferenças também são representadas.

**Tabela 6-** Valores médios, medianos, mínimo, máximo e desvio padrão das células endoteliais nos diferentes tempos de estudo nos dois grupos analisados.

<b>Variável</b>						
<b>Grupo 1</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
ME 1 mês	25	2388.1	467.4	1615.0	2587.0	2985.0
ME 3 meses	25	2354.4	389.8	1791.0	2438.0	2985.0
ME 6 meses	25	2253.9	468.2	1542.0	2363.0	2886.0
<b>Grupo 2</b>						
ME 1 mês	25	2483.8	474.5	1741.0	2736.0	3010.0
ME 3 meses	25	2444.2	445.6	1766.0	2637.0	2985.0
ME 6 meses	25	2374.7	485.5	1592.0	2488.0	2960.0
<b>G 1-G2</b>						
1 mês	25	95.8	123.7	-100.0	50.0	249.0
2 meses	25	89.8	136.4	-74.0	50.0	398.0
3 meses	25	120.8	200.7	-75.0	49.0	574.0

**ME = contagem endotelial corneal por mm<sup>2</sup>**

Na Tabela abaixo, a espessura corneal pré-operatória está organizada em dois grupos: G 1 e G 2. Além disso, descreve-se: N, média, desvio padrão, valores mínimos e máximos, p e as sua diferenças intergrupos.

**Tabela 7-** Análise descritiva e comparação da espessura da córnea (micrômetro) entre as técnicas no tempo pré-cirurgia.

<b>Variável</b>	<b>n</b>	<b>média</b>	<b>desvio padrão</b>	<b>mínimo</b>	<b>mediana</b>	<b>máximo</b>
Grupo 1	18	530.3	35.8	466.3	527.0	600.0
Grupo 2	18	534.2	37.0	460.5	533.0	603.0
G 2-G 1	18	3.9	11.3	-16.0	4.5	29.0

G 2-G 1 = paquimetria G 1-paquimetria G 2  
p-valor=0.1557 (Wilcoxon para amostras relacionadas)

Na Tabela abaixo, a espessura corneal ( $\mu\text{m}$ ) está organizada em dois grupos: G 1 e G 2 e foram descritas as variações nos diversos tempos do estudo, N, média, desvios padrão, valores mínimos e máximos, p e as suas diferenças intergrupos. Ao final, após análise com o método ANOVA para medidas repetidas e com a transformação por postos estudou-se o efeito dos fatores: técnica e tempo.

**Tabela 8-** Análise descritiva e comparação da espessura da córnea (micrômetro) entre as técnicas e tempos.

Variável	n	média	desvio padrão	mínimo	mediana	máximo
PQPREG 1	18	530.3	35.8	466.3	527.0	600.0
PQ1MG 1	18	534.8	33.0	493.0	530.8	603.5
PQ3MG 1	18	522.3	39.9	453.5	516.5	612.5
PQ6MG 1	18	518.8	37.2	453.5	506.8	597.5
PQPREG 2	18	534.2	37.0	460.5	533.0	603.0
PQ1MG 2	18	533.4	37.0	473.5	525.3	605.0
PQ3MG 2	18	520.3	37.7	460.5	512.8	599.5
PQ6MG 2	18	511.5	33.3	446.5	502.8	588.0

Resultados da ANOVA para medidas repetidas, com transformação por postos

Efeito	p-valor
Técnica	0.4929
Tempo	<b>&lt;0.0001</b>
Técnica*tempo	0.1748

Tempos diferentes: pré e 3; pré e 6; 1 e 3; 1 e 6; 3 e 6 (teste de perfil por contrastes)

**PQ = paquimetria**

**PRE = fase pré-operatória**

**G = grupo**

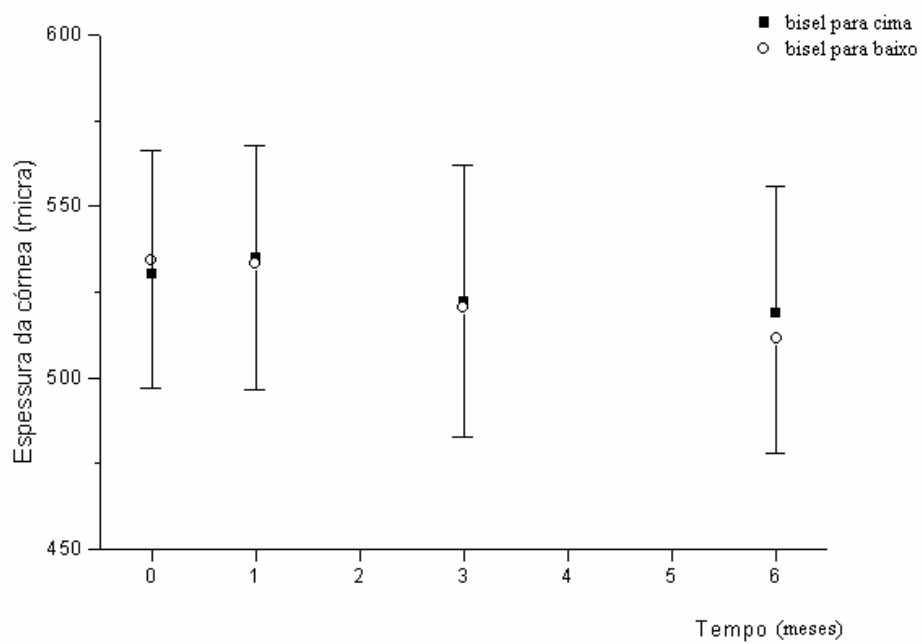
**1M = 1 mês**

**3M = 3 meses**

**6M = 6 meses**

A Figura abaixo apresenta as médias das espessuras corneais centrais ( $\mu\text{m}$ ) e seus respectivos desvios padrões divididos em dois grupos: G 1 (bisel para cima) e G 2 (bisel para baixo). As variações da espessura, de acordo com

os tempos do estudo, são representadas (pré-operatório, 1, 3 e 6 meses após a cirurgia).



**Figura 21:** Variações da espessura corneal, nos tempos 0 (PRE), 1, 3 e 6 meses, divididos nos G 1 (bisel para cima) e G 2 (bisel para baixo).

## **5. DISCUSSÃO**

---

---

A cirurgia de facoemulsificação atual tem como padrão o uso da abertura da ponteira do facoemulsificador para cima e, com isso, a maior exposição de energia para as células endoteliais.

Este estudo visou realizar uma análise crítica do pilar central da cirurgia de facoemulsificação que é a própria emulsificação do núcleo da catarata. Avaliou-se a posição da abertura do bisel do facoemulsificador e, portanto, a direção da energia que sai deste. Avaliou-se também a posição que se julga ser padrão e comparamos com uma posição oposta, mais lógica, de mais fácil execução e que pode ser mais eficiente.

Diante dessa premissa realizou-se análise de diversos parâmetros pré, intra e pós-cirúrgicos, da sua viabilidade de execução e dos seus efeitos no olho do paciente, mais especificamente, do endotélio corneal. Este último, que é considerado um importante método para dimensionar o insulto cirúrgico (KRAFF; SANDERS; LIEBERMAN, 1980).

A seleção de pacientes com cataratas bilaterais e simétricas foi fundamental para apresentar um grupo homogêneo. Com isso, uma possível causa de viés foi minimizada.

A análise dos resultados permitiu comparações interpessoais e intrapessoais. Duas técnicas diferentes puderam ser estudadas em um mesmo indivíduo, e assim, suas possíveis consequências no tecido ocular, melhor compreendidas. Além disso, os resultados foram comparados entre indivíduos diferentes.

Utilizou-se o sistema de classificação de catarata de LOC III (CHYLACK et al., 1993), NO3, NC3, e NOC4 e NC4, por ser um método que permite comparações objetivas, pois as imagens do estudo incluem seis grupos; permite também subdivisões e diferenciações de cor e opacidade (CHYLACK et al., 1993).

As patologias oculares que alteram a função, a morfologia ou a natural perda do endotélio corneal no pós-cirúrgico formaram os critérios de exclusão

como distrofias corneais, cirurgias prévias e diabetes mellitus (SCHULTZ et al., 1984; 1986; BOURNE; NELSON; RHODGE, 1994)

A análise quantitativa realizada com microscópio especular foi fundamental para aferir a perda endotelial. Com os resultados de exames seriados realizados pode-se formar uma curva de perda celular nos diversos tempos do estudo. A contagem das células endoteliais por um médico independente de, pelo menos, 50 células por exame, colaborou para minimizar vieses nessa etapa crucial do estudo (BOURNE; BRUBAKER, 1983).

As técnicas de facoemulsificação sofreram avanços significativos desde a descrição inicial de Kelman (1967). Podemos citar “Dividir e Conquistar”, Fratura *in situ*, “Phaco Chop”, “Stop and Chop”, “Crack and flip”, “Chip and flip” e “Phaco Prechop” como exemplos, em que a maneira de obtenção da primeira fratura do núcleo variou. A direção da energia, nesses exemplos, foi sempre a mesma (KELMAN, 1967; NAGAHARA, 1993); (KOCH; KATZEN, 1994); (AKAHOSHI, 1998).

Neste estudo inverteu-se o bisel, de forma que o ultrassom pudesse ser utilizado de maneira mais efetiva. Sugar, Mitchelson e Kraff (1978), em um estudo com animais, sugeriram não haver diferenças na perda endotelial com o direcionamento convencional ou para o endotélio (SUGAR; MITCHELSON; KRAFF, 1978; SUGAR, 1979).

Kohlhass et al. (1998) utilizaram “Reverse tip and snip” e compararam com “Dividir e Conquistar”, observando menores perdas endoteliais na forma reversa. Esses achados compararam duas técnicas distintas e é plausível que as diferenças estatísticas estejam na diferença da técnica e não da direção da energia (KOHLHAAS et al., 1998; KOHLHAAS; WALTER, 1998). Experimentalmente, Frohn, Dick e Fritzen utilizaram uma córnea artificial e um sensor de detecção de ondas de choque e não observaram diferenças significativas nas duas direções e não foram estudadas outras variáveis como: eficiência, turbulência do fluxo ou impactos dos fragmentos sobre a córnea (FROHN; DICK; FRITZEN, 2000; 2002). O material empregado para confecção da córnea e a ausência do viscoelástico para proteção do endotélio podem ter



determinado vieses, pois alteram a propagação do ultrassom (FROHN; DICK; FRITZEN, 2000; 2002; JUROWSKI et al., 2005; JUROWSKI; OWCZAREK; GRALEWICZ, 2005; JUROWSKI et al., 2006).

No presente estudo, a amostra mostrou-se homogênea. A variação da manobra pôde ser melhor avaliada, já que as duas técnicas foram empregadas no mesmo indivíduo. Esse modelo não foi utilizado em nenhum outro estudo anterior. Os resultados pré e intra-operatórios foram equivalentes em muitos pontos, como no grau da catarata, idade dos pacientes, contagem endotelial no primeiro tempo, diâmetro anteroposterior, tempo de cirurgia e tempo de facoemulsificação efetiva. Novamente, o desenho do estudo proporcionou esse equilíbrio.

Observaram-se taxas de perda celular com valores compatíveis como muitos estudos prévios. Essa perda permitiu esboçar uma curva de contagem endotelial nos diversos tempos do estudo. Nessa análise notou-se diferença estatística entre o primeiro e o segundo tempo do estudo, nos dois grupos, isto é, entre as medidas pré e pós-cirúrgicas (1 mês). Também se observou que o G 1 obteve perda maior nos tempos após 1, 3 e 6 meses do estudo. Após análise estatística, a diferença clínica se traduziu também como diferença estatisticamente significativa. Portanto, após comparação entre olhos contralaterais que receberam manobras diferentes, permite-se afirmar menor perda endotelial no G 2. O trabalho de Joo e Kim (1997) referiu melhor apreensão e eficiência da emulsificação dos pedaços do núcleo, porém isso não refletiu com melhoria nos tempos cirúrgicos e efetivos de facoemulsificação (JOO; KIM, 1997).

As manobras de emulsificação do núcleo mostraram-se facilitadas no G 2. A abertura do bisel, quando é direcionada diretamente para o núcleo, pode permitir menor “perda do vácuo”, já que toda a abertura da ponta fica alocada contra a superfície nuclear diminuindo possíveis falhas na apreensão e fixando melhor os pedaços nucleares. A ponteira fica ocluída em um tempo maior permitindo médias de vácuo, possivelmente maiores. Com isso há aumento na

estabilidade do núcleo ou dos pedaços nucleares evitando mobilização dos mesmos contra a superfície endotelial.

O efeito de “britadeira” tem a tendência de empurrar o núcleo ou os pedaços nucleares para frente (PACKER et al., 2006). Com a melhora na apreensão do núcleo diminui a mobilização do mesmo para essa direção. Por outro lado, no caso de haver perda da adesão, os pedaços nucleares não irão para o endotélio, e sim, para o coxim cortical posterior (JOO; KIM, 1997). Ademais, com o direcionamento de toda a energia para o núcleo há aumento da eficiência da emulsificação e evita o direcionamento da energia contra o endotélio.

No G 1 observou-se que é comum ter parte da abertura da ponteira para fora do núcleo, pois esse pode não ser grande o suficiente ou pode ter pouca espessura. Essa abertura libera energia para o endotélio, como observado em outros estudos (TOGNETTO et al, 2005; KREY, 1989).

O presente estudo sugere que a conduta reversa é mais efetiva e com semelhantes níveis de complicações. Pode-se inferir que a menor perda endotelial no G 2 deveu-se a esse conjunto de fatores supracitados.

A segurança do procedimento foi um importante item de questionamento. Inicialmente, a revisão da literatura com trabalhos experimentais mostraram que a inversão da abertura da ponteira não produziu risco aumentado para o endotélio. Joo e Kim advogaram que o córtex posterior funciona como barreira anatômica para a CP, protegendo-a de rupturas inadvertidas (JOO; KIM, 1997).

Como a energia é direcionada posteriormente, supõe-se que o risco de ruptura da CP e luxação do núcleo para a cavidade vítrea é aumentado. Entretanto, no G 2, a ponteira posiciona-se mais afastada da CP com a interpolação do núcleo entre a ponteira e a CP (Figura 16). Por outro lado, no G 1, a ponteira está mais próxima da CP sem a interpolação do pedaço nuclear. De qualquer forma, a emulsificação da CP com o bisel, para cima ou para baixo, produzirá ruptura da mesma, independentemente da direção da ponteira.

Diante disso, deve-se, em qualquer técnica utilizada, evitar emulsificar a cápsula.

Nas cirurgias realizadas notamos alguns momentos em que a CP foi aspirada. No G 1, a ruptura observada deveu-se, não pela emulsificação, mas durante a aspiração da cápsula. Observou-se que, com o bisel para cima, a cápsula foi distorcida, rompendo, e não possibilitou tempo hábil para cessar a aspiração ou usar retrofluxo de soro. Nas cirurgias do G 2, em que houve a aspiração da CP, não observamos rupturas, já que não houve distorção capsular. O objetivo deste estudo não incluiu análise específica de aspiração capsular e, por isso, não permite conclusões específicas.

Concluiu-se que as técnicas empregadas não demonstraram taxas de complicações aumentadas em relação à literatura.

## **6. CONCLUSÕES**

---

1. O grupo com bisel voltado para baixo revelou taxas menores de perda celular após 1, 3 e 6 meses de pós-cirúrgico, em relação ao grupo com bisel voltado para cima. Essa diferença revelou significância estatística.
2. Comparando a espessura corneal *in vivo*, em resposta à exposição cirúrgica de ultrassom, não foi observada variação estatística.
3. Não se verificaram diferenças estatísticas entre variáveis específicas estudadas, como tempo efetivo de facoemulsificação, tempo total de cirurgia e complicações.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

AKAHOSHI, T. Phaco prechop: manual nucleofracture prior to phacoemulsification. **Operative Tech Cataract Refract Surg**, p. 69-91, 1998.

AREDS (AGE-RELATED EYE DISEASE STUDY RESEARCH GROUP). Risk factors associated with age-related nuclear and cortical cataract: a case-control study in the Age-Related Eye Disease Study, AREDS Report nº 5. **Ophthalmology**, v. 108, nº8, p. 1400-1408, 2001.

BAUM, G. The effect of ultrasonic radiation upon the eye and ocular adnexa. **Am J Ophthalmol**, v.42, n.5, p. 696-706. 1956.

BARRAQUER, J.; CANADELL, J. M. Enhancing effect of corticotrophin upon exophthalmos produced by thyrotrophic hormone. **Am J Ophthalmol**, v. 48, 803-807, 1959.

BEESELEY, R. D.; OLSON, R. J.; BRADY, S. E. The effects of prolonged phacoemulsification time on the corneal endothelium. **Ann Ophthalmol**, v. 18, nº 6, p. 216-219, 222, 1986.

BISSEN-MIYAJIMA, H.; SHIMMURA, S.; TSUBOTA, K. Thermal effect on corneal incisions with different phacoemulsification ultrasonic tips. **J Cataract Refract Surg**, v. 25, nº 1, p. 60-64, 1999.

BLACK, R. L.; OGLESBY, R. B.; VON SALLMANN, L.; BUNIM, J. J. Posterior subcapsular cataracts induced by corticosteroids in patients with rheumatoid arthritis. **JAMA**, v. 174, p. 166-171, 1960.

BLODI, F. C. **Cataract Surgery**. London, Blackwell Science, p. 165-175, 1996.

BOND, L. J.; CIMINO, W. W. Physics of ultrasonic surgery using tissue fragmentation: Part II. **Ultrasound Med Biol**, v. 22, nº 1, p. 101-117, 1996.

BOURNE, W. M.; ENOCH, J. M. Some optical principles of the clinical specular microscope. **Invest Ophthalmol**, v. 15, nº 1, p. 29-32, 1976.

BOURNE, W. M.; KAUFMAN, H. E. Specular microscopy of human corneal endothelium in vivo. **Am J Ophthalmol**, v. 81, nº 3, p. 319-223, 1976.

BOURNE, W. M.; BRUBAKER, R. F. Decreased endothelial permeability in transplanted corneas. **Am J Ophthalmol**, v.96, n.3, Sep, p.362-7. 1983.

BOURNE, W. M.; NELSON, L.; RHODGE, D. O. Continued endothelial cell loss ten years after lens implantation. **Ophthalmology**, v.101, n.6, Jun, p.1014-22; discussion 1022-3. 1994.

BOYD, B. F. In: **The Art and the Science of Cataract Surgery**. Eds. Highlights of Ophthalmology. Editora Slack, U.S.A., 1ª Ed., 2000, 300p.

CHATTERJEE, A.; MILTON, R. C.; THYLE, S. Prevalence and aetiology of cataract in Punjab. **Br J Ophthalmol**, v. 66, nº 1, p. 35-42, 1982.

CHYLACK Jr., L. T.; LESKE, M. C.; SPERDUTO, R.; KHU, P.; MCCARTHY, D. Lens Opacities Classification System. **Arch Ophthalmol**, v. 106, nº 3, p. 330-334, 1988.

CHYLACK Jr, L. T.; WOLFE, J. K.; SINGER, D. M.; LESKE, M. C.; BULLIMORE, M. A.; BAILEY, I. L.; FRIEND, J.; MCCARTHY, D.; WU, S. Y. The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. **Arch Ophthalmol**, v.111, nº 6, p.831-836, 1993.

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. New York, John Wiley & Sons Inc, 462 p., 1971.

DAVIEL, J. Sur une nouvelle methode de guerir la cataracte par l'extraction du cristallin. **Mem Acad Roy Chir** (Paris), v. 2, p. 337, 1753.

DAVIS, P. L. Phaco transducers: basis principles and corneal thermal injury. **Eur J Implant Refract Surg**, nº 5, p. 109-112, 1993.

DAVISON, J. A. Performance comparison of the Alcon Legacy 20000 straight and flared 0.9 mm Aspiration Bypass System tips. **J Cataract Refract Surg**, v. 28, nº 1, p. 76-80, 2002.



---

DeBRY, P.; OLSON, R. J.; CRANDALL, A. S. Comparison of energy required for phaco-chop and divide and conquer phacoemulsification. **J Cataract Refract Surg**, v. 24, nº 5, p. 689-692, 1998.

DICK, H. B.; KOHNEN, T.; JACOBI, F. K.; JACOBI, K. W. Long-term endothelial cell loss following phacoemulsification through a temporal clear corneal incision. **J Cataract Refract Surg**, v. 22, nº 1, p. 63-71, 1996.

DOUGHTY, M. J. Quantitative evaluation of the effects of a bicarbonate and glucose-free balanced salt solution on rabbit corneal endothelium in vitro. **Optom Vis Sci**, v. 69, nº 11, p. 846-857, 1992.

DUKE-ELDER, S. **Congenital Deformities**. Textbook of Ophthalmology. London, Henry Kempton III, p. 1-53, 1972.

EDERER, F.; HILLER, R.; TAYLOR, H. R. Senile lens changes and diabetes in two population studies. **Am J Ophthalmol**, v. 91, nº 3, p. 381-395, 1981.

EHLERS, N. Graft thickness after penetrating keratoplasty. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 52, p. 893-903, 1974.

FAWCETT, D. W. **Bloom and Fawcett's Textbook of Histology**. New York, Chaptman, Hall, 964p., 1994.

FROHN, A.; DICK, H. B.; FRITZEN, C. P.; BREITENBACH, M.; THIEL, H. J. Ultrasonic transmission in viscoelastic substances. **J Cataract Refract Surg**, v. 26, nº 2, p. 282-286, 2000.

FROHN, A.; DICK, H. B.; FRITZEN, C. P. Corneal impact of ultrasound and bevel position in phacoemulsification. **J Cataract Refract Surg**, v. 28, nº 9, p. 1667-1670, 2002.

HANKINSON, S. E.; STAMPFER, M. J.; SEDDON, J. M.; COLDITZ, G. A.; ROSNER, B.; SPEIZER, F. E.; WILLETT, W. C. Nutrient intake and cataract extraction in women: a prospective study. **BMJ**, v. 305, nº 6849, p. 335-339, 1992.

HARDING, J. J.; VAN HEYNINGEN, R. Drugs, including alcohol, that act as risk factors for cataract, and possible protection against cataract by aspirin-like analgesics and cyclopentiazide. **Br J Ophthalmol**, v.72, n.11, p. 809-14, 1988.

HARDING, J. J.; VAN HEYNINGEN, R. Beer, cigarettes and military work as risk factors for cataract. **Dev Ophthalmol**, v.17, p.13-6. 1989.

HARDING, J. J.; HARDING, R. S.; EGERTON, M. Risk factors for cataract in Oxfordshire: diabetes, peripheral neuropathy, myopia, glaucoma and diarrhoea. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 67, n° 5, p. 510-517, 1989.

HAYASHI, K.; NAKAO, F.; HAYASHI, F. Corneal endothelial cell loss after phacoemulsification using nuclear cracking procedures. **J Cataract Refract Surg**, v. 20, n° 1, 44-47, 1994.

HILLER, R.; SPERDUTO, R. D.; EDERER, F. Epidemiologic associations with cataract in the 1971-1972 National Health and Nutrition Examination Survey. **Am J Epidemiol**, v. 118, n° 2, p. 239-249, 1983.

HILLER, R.; SPERDUTO, R. D.; EDERER, F. Epidemiologic associations with nuclear, cortical, and posterior subcapsular cataracts. **Am J Epidemiol**, v. 124, n° 6, p. 916-925, 1986.

HODSON, S. A.; SHERRARD, E. S. The specular microscope: its impact on laboratory and clinical studies of the cornea. **Eye**, v. 2, Suppl, p. S81-97, 1988.

HOLMBERG, A. S.; PHILIPSON, B. T. Sodium hyaluronate in cataract surgery. II. Report on the use of Healon in extracapsular cataract surgery using phacoemulsification. **Ophthalmology**, v. 91, n° 1, p. 53-59, 1984.

HOLST, A.; ROLFSEN, W.; SVENSSON, B.; OLLINGER, K.; LUNDGREN, B. Formation of free radicals during phacoemulsification. **Curr Eye Res**, v. 12, n° 4, p. 359-365, 1993.

HOVLAND, K. R.; ELLIS, P. P. Ocular changes in renal transplant patients. **Am J Ophthalmol**, v. 63, n° 2, p. 283-289, 1967.

IRVINE, A. R.; KRATZ, R. P.; O'DONNELL, J. J. Endothelial damage with phacoemulsification and intraocular lens implantation. **Arch Ophthalmol**, v. 96, nº 6, p. 1023-1026, 1978.

JOO, C. K.; KIM, Y. H. Phacoemulsification with a bevel-down phaco tip: phaco-drill. **J Cataract Refract Surg**, v. 23, nº 8, p. 1149-1152, 1997.

JOYCE, N. C. Cell biology of the corneal endothelium. In: ALBERT, D. M.; JAKOBIEC, F. A. (eds). **Principles and Practice of Ophthalmology**. Philadelphia, Lippincott, 1982, cap. 2, p. 17-37.

JUROWSKI, P.; GOS, R.; OWCZAREK, G.; GRALEWICZ, G. Z. Corneal endothelial cells' protection against thermal injury: influence of ophthalmic viscoelastic substances in experimental study on rabbits. **Eur J Ophthalmol**, v. 15, nº 6, p. 674-679, 2005.

JUROWSKI, P.; OWCZAREK, G.; GRALEWICZ, G. Application of thermovision in the assessment of thermal properties ophthalmic viscoelastic substances. **Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc**, v. 1, p. 282-285, 2005.

JUROWSKI, P.; GOS, R.; KUSMIERCZYK, J.; OWCZAREK, G.; GRALEWICZ, G. Quantitative thermographic analysis of viscoelastic substances in an experimental study in rabbits. **J Cataract Refract Surg**, v. 32, nº 1, p. 137-140, 2006.

KAHN, H. A.; LEIBOWITZ, H. M.; GANLEY, J. P.; KINI, M. M.; COLTON, T.; NICKERSON, R. S.; DAWBER, T. R. The Framingham Eye Study. II. Association of ophthalmic pathology with single variables previously measured in the Framingham Heart Study. **Am J Epidemiol**, v. 106, nº 1, p. 33-41, 1977.

KASSAR, B. S.; VARNELL, E. D. Effect of PMMA and silicone lens materials on normal rabbit corneal endothelium: an in vitro study. **J Am Intraocul Implant Soc**, v. 6, nº 4, p. 344-346, 1980.

KELMAN, C. D. Phaco-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. **Am J Ophthalmol**, v. 64, nº 1, p. 23-35, 1967.

---

KLEIN, B. E.; KLEIN, R.; MOSS, S. E. Prevalence of cataracts in a population-based study of persons with diabetes mellitus. **Ophthalmology**, v. 92, nº 9, p. 1191-1196, 1985.

KLEIN, B. E.; KLEIN, R.; LINTON, K. L.; FRANKE, T. Cigarette smoking and lens opacities: the Beaver Dam Eye Study. **Am J Prev Med**, v. 9, nº 1, p. 27-30, 1993.

KOCH, D. D.; LIU, J. F.; GLASSER, D. B.; MERIN, L. M.; HAFT, E. A comparison of corneal endothelial changes after use of Healon or Viscoat during phacoemulsification. **Am J Ophthalmol**, v. 115, nº 2, p. 188-201, 1993.

KOCH, P. S.; KATZEN, L. E. Stop and chop phacoemulsification. **J Cataract Refract Surg**, v. 20, nº 5, p. 566-570, 1994.

KOHLHAAS, M.; KLEMM, M.; KAMMANN, J.; RICHARD, G. Endothelial cell loss secondary to two different phacoemulsification techniques. **Ophthalmic Surg Lasers**, v. 29, nº 11, p. 890-895, 1998.

KOHLHAAS, M.; WALTER, A. Experiences with reversed tip and snip phacoemulsification. **Ophthalmologe**, v. 95, nº 7, p. 478-481, 1998.

KRAFF, M. C.; SANDERS, D. R.; LIEBERMAN, H. L. Specular microscopy in cataract and intraocular lens patients. A report of 564 cases. **Arch Ophthalmol**, v. 98, nº 10, p. 1782-1784, 1980.

KREY, H. F. Ultrasonic turbulences at the phacoemulsification tip. **J Cataract Refract Surg**, v. 15, nº 3, p. 343-344, 1989.

KRWAWICZ, T. Intracapsular Extraction of Intumescent Cataract by Application of Low Temperature. **Br J Ophthalmol**, v. 45, nº 4, p. 279-283, 1961.

LAING, R. A.; SANDSTROM, M. M.; LEIBOWITZ, H. M. In vivo photomicrography of the corneal endothelium. **Arch Ophthalmol**, v. 93, nº 2, p. 143-145, 1975.

---

LAING, R. A.; SANSTROM, M. M.; BERROSPI, A. R.; LEIBOWITZ, H. M. Changes in the corneal endothelium as a function of age. **Exp Eye Res**, v. 22, nº 6, p. 587-594, 1976.

MAURICE, D. M. Cellular membrane activity in the corneal endothelium of the intact eye. **Experientia**, v. 24, nº 11, p. 1094-1095, 1968.

MCNEILL, J. I. Flared phacoemulsification tips to decrease ultrasound time and energy in cataract surgery. **J Cataract Refract Surg**, v. 27, nº 9, p. 1433-1436, 2001.

MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. New York, John Wiley & Sons, 1991, 3ª ed., 649p.

NAGAHARA, K. Phaco-chop Technique eliminates central sculpting and allows faster, safer phaco. **Ocular Surgery News**, p. 12-13, 1993.

OLSON, L. E.; MARSHALL, J.; RICE, N. S.; ANDREWS, R. Effects of ultrasound on the corneal endothelium: I. The acute lesion. **Br J Ophthalmol**, v. 62, nº 3, p. 134-144, 1978a.

OLSON, L. E.; MARSHALL, J.; RICE, N. S.; ANDREWS, R. Effects of ultrasound on the corneal endothelium: II. The endothelial repair process. **Br J Ophthalmol**, v. 62, nº 3, p. 145-154, 1978b.

PACIFICO, R. L. Ultrasonic energy in phacoemulsification: mechanical cutting and cavitation. **J Cataract Refract Surg**, v. 20, nº 3, p. 338-341, 1994.

PACKER, M.; FISHKIND, W. J.; FINE, I. H.; SEIBEL, B. S.; HOFFMAN, R. S. The physics of phaco: a review. **J Cataract Refract Surg**, v. 31, nº 2, p. 424-431, 2005.

PACKER, M.; HOFFMAN, R. S.; FINE, I. H.; DICK, H. B. Refractive lens exchange. **Int Ophthalmol Clin**, v. 46, nº 3, p. 63-82, 2006.

PEREIRA, A. C.; PORFIRIO Jr., F.; FREITAS, L. L.; BELFORT Jr., R. Ultrasound energy and endothelial cell loss with stop-and-chop and nuclear

preslice phacoemulsification. **J Cataract Refract Surg**, v. 32, nº 10, 1661-1666, 2006.

PIRAZZOLI, G.; D'ELISEO, D.; ZIOSI, M.; ACCIARRI, R. Effects of phacoemulsification time on the corneal endothelium using phacofracture and phaco chop techniques. **J Cataract Refract Surg**, v. 22, p. 967-969, 1996.

RAM, J.; WESENDAHL, T. A.; AUFFARTH, G.; UAPPLE, D. J. Evaluation of in situ fracture versus phaco chop techniques. **J Cataract Refract Surg**, v. 24, n.11, p.1464-1468, 1998.

RAO, G. N.; LOHMAN, L. E.; AQUAVELLA, J. V. Cell size-shape relationships in corneal endothelium. **Invest Ophthalmol Vis Sci**, v. 22, nº 2, p. 271-274, 1982.

REDDY, M. A.; FRANCIS, P. J.; BERRY, V.; BHATTACHARYA, S. S.; MOORE, A. T. Molecular genetic basis of inherited cataract and associated phenotypes. **Surv Ophthalmol**, v. 49, nº 3, p. 300-315, 2004.

SALZMANN, M. **The Anatomy and Histology of the Human Eyeball**. Deuticke. Chicago, Deuticke, 1912, 48p.

SCHMITT-BERNARD, C. F.; ARNAUD, B. Factors of endothelial cell loss during phacoemulsification. Update. **J Fr Ophthalmol**, v. 20, nº 8, p. 628-639, 1997.

SCHULTZ, R. O.; MATSUDA, M.; YEE, R. W.; EDELHAUSER, H.; FSCHULTZ, K. J. Corneal endothelial changes in type I and type II diabetes mellitus. **Am J Ophthalmol**, v.98, n.4, p.401-410. 1984.

SCHULTZ, R. O.; GLASSER, D. B.; MATSUDA, M.; YEE, R. W.; EDELHAUSER, H. F. Response of the corneal endothelium to cataract surgery. **Arch Ophthalmol**, v. 104, nº 8, p. 1164-1169, 1986.

SPERLING, S.; GUNDERSEN, H. J. The precision of unbiased estimates of numerical density of endothelial cells in donor cornea. **Acta Ophthalmol (Copenh)**, v. 56, nº 5, p. 793-802, 1978.

SUGAR, J.; MITCHELSON, J.; KRAFF, M. The effect of phacoemulsification on corneal endothelial cell density. **Arch Ophthalmol**, v. 96, n° 3, p. 446-448, 1978.

SUGAR, A. Clinical specular microscopy. **Surv Ophthalmol**, v. 24, n° 1, p. 21-32, 1979.

SUSLICK, K. S. The chemical effects of ultrasound. **Sci Amer**, p. 80-86, 1989.

TOGNETTO, D.; SANGUINETTI, G.; SIROTTI, P.; BREZAR, E.; RAVALICO, G. Visualization of fluid turbulence and acoustic cavitation during phacoemulsification. **J Cataract Refract Surg**, v. 31, n° 2, p. 406-411, 2005.

TOPAZ, M.; MOTIEI, M.; ASSIA, E.; MEYERSTEIN, D.; MEYERSTEIN, N.; GEDANKEN, A. Acoustic cavitation in phacoemulsification: chemical effects, modes of action and cavitation index. **Ultrasound Med Biol**, v. 28, n° 6, p. 775-784, 2002.

TSUBOTA, K.; LAING, R. A.; CHIBA, K.; KENYON, K. R. Effects of air and irrigating solutions on the corneal endothelium. **Cornea**, v. 7, n° 2, p. 115-121, 1988.

VAJPAYEE, R. B.; KUMAR, A.; DADA, T.; TITIYAL, J. S.; SHARMA, N.; DADA, V. K. Phaco-chop versus stop-and-chop nucleotomy for phacoemulsification. **J Cataract Refract Surg**, v. 26, n° 11, p. 1638-1641, 2000.

VOGT, A. H. Die sichtbarkeit des lebenden Hornhaut-endothels. Albrecht von Graefes. **Arch Ophthalmol**, p. 123-144, 1920.

WEST, S.; MUNOZ, B.; EMMETT, E. A.; TAYLOR, H. R. Cigarette smoking and risk of nuclear cataracts. **Arch Ophthalmol**, v. 107, n° 8, p. 1166-1169, 1989.

WETZEL, W. Erbium: YAG laser phacoemulsification. Comparison of 2 different application systems. **Ophthalmologe**, v. 98, n° 4, p. 376-379, 2001.

## **8. ANEXOS**

---



## ANEXO 1

### APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

**Prezado Senhor:**

O trabalho intitulado **“ANÁLISE DA FUNÇÃO E MORFOLOGIA DO ENDOTÉLIO CORNEANO, APÓS REALIZAÇÃO DE DUAS TÉCNICAS DE FACOEMULSIFICAÇÃO”**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 222ª Reunião Ordinária realizada em 03/04/2006, e enquadrado na categoria: **APROVADO, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, de acordo com o Processo HCRP nº 11162/2005.

Aproveito a oportunidade para apresentar a Vossa Senhoria protestos de estima e consideração.

  
**DR<sup>a</sup> MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA**  
**Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa do**  
**HCRP e da FMRP-USP**

Ilustríssimo Senhor  
**EDUARDO RASKIN**  
**PROF. DR. ROBERTO PINTO COELHO (Orientador)**  
Depto. de Oftalmo, Otorrino e Cirurgia de Cabeça e Pescoço  
Disciplina de Oftalmologia  
Em mãos

## ANEXO 2

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, declaro ciência, que o médico Dr. Eduardo Raskin, CRM 80497 e a sua equipe, apresentou proposta de estudo dos resultados da cirurgia de catarata.

#### **Princípios e indicações:**

A catarata é uma lente natural de dentro do olho, que com passar do tempo, fica branca ou opaca. Com isto, a luz que faz enxergar não consegue entrar dentro do olho e por isto, perde a visão. É como a lente de uma máquina fotográfica, que fica preta, e por isto, a luz não consegue entrar na câmara, produzindo fotos embaçadas...

O que se faz, é trocar a lente embaçada por outra artificial, para deixar a luz entrar no olho.

A cirurgia da catarata (facectomia) tem o objetivo de melhorar total ou parcialmente a visão do olho afetado. A melhor visão vai depender da existência ou não de outras doenças dentro do olho (doenças da córnea, doenças de retina e do nervo óptico, principalmente) e, igualmente, dos riscos e complicações que podem ocorrer durante e pós a cirurgia.

#### **Princípio do Estudo Realizado:**

O método tradicional da cirurgia de catarata utiliza um corte feito no limbo (branco do olho) de pelo menos nove milímetros, sendo necessários, pelo menos, cinco pontos ao final da cirurgia. Como a abertura é maior, tem maior chance de infecção ou de saída do conteúdo do olho com esforços físicos.

A cirurgia a ser realizada seguirá técnica aprovada e descrita em livros e estudos científicos, denominada facoemulsificação, sendo considerada por muitos, padrão mundial para cirurgia de catarata.

A FACOEMULSIFICAÇÃO consiste na aspiração da catarata através de aparelho denominado facoemulsificador, através de ultrassom. Permite remoção do cristalino (catarata) através de menor abertura do olho e recuperação mais rápida.

Os exames a serem realizados, nos períodos pré e pós-operatório, servirão para melhor acompanhar os pacientes, podendo servir para ajudar no seu tratamento (Paquimetria Ultrassônica e Microscopia Especular).

**Compromisso de Sigilo:**

Os resultados deste estudo poderão ser utilizados para exposição em simpósios ou revistas de publicação médica, mas os nomes dos pacientes ficarão em sigilo (segredo), só sendo vinculados com expressa autorização.

**Objetivos e Procedimentos do Estudo:**

Durante a cirurgia, a caneta que aspira a catarata pode ser colocada com sua abertura (boca) para cima ou para baixo.

Através de sorteio, se escolherá qual direção terá a boca da caneta do aparelho. Normalmente fica voltada para cima.

Durante estudo, manter-se-á técnica padrão de facoemulsificação. Poderá haver variação de manobra cirúrgica, dentro da técnica padrão, porém se mantendo dentro dos preceitos já estudados em livros e artigos de publicação científica.

Objetiva-se avaliar possíveis vantagens para o paciente, com a modificação da direção da energia do aparelho, podendo-se diminuir energia dispensada dentro do olho para cirurgia.

Visa-se estudar os pacientes tanto nos períodos pré como pós-operatório e incluso, e avaliar melhor manobra para reabilitação visual.

A qualquer momento do estudo, o paciente poderá optar de sair do mesmo, sem prejuízo do seu acompanhamento.

**Riscos e complicações:**

A cirurgia da catarata (facectomia) necessita da abertura do globo ocular e isso expõe o olho a riscos de hemorragias e infecções.

O trauma cirúrgico, mesmo sem intercorrências, pode precipitar, em olhos predispostos, complicações no fundo do olho - retinianas (edema, hemorragias e descolamento de retina), corneais (lesões endoteliais, edemas) e processos inflamatórios (uveites).

A colocação da lente intra-ocular, procedimento padrão, pode não ser possível ou aconselhável, sempre que isso puder concorrer para aumentar as chances de complicações que venham comprometer o olho e diminuir a possibilidade de recuperação da visão.

Campinas-SP, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2.00\_\_.

---

---

Assinatura do paciente: \_\_\_\_\_

Identidade: \_\_\_\_\_ Órgão emissor: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Assinatura do responsável: \_\_\_\_\_

Nome completo: \_\_\_\_\_

Identidade: \_\_\_\_\_ Órgão emissor: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Grau de Parentesco: \_\_\_\_\_

Assinatura do cirurgião: \_\_\_\_\_

CRM: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Testemunhas:

Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome completo: \_\_\_\_\_

Identidade: \_\_\_\_\_ Órgão emissor: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome completo: \_\_\_\_\_

Identidade: \_\_\_\_\_ Órgão emissor: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

## **ANEXO DE PUBLICAÇÃO**

---

---

**Ophthalmology Volume 115, Number 12, December 2008, p. 2315-2315.e1**

Copyright © 2008 American Academy of Ophthalmology Published by Elsevier Inc.

**Letter to the Editor**

### **Tip Position during Phaco**

**Roberto Pinto Coelho MD<sup>a</sup>, Eduardo Raskin MD<sup>a</sup>, Jayter S. Paula PhD<sup>a</sup> and Antonio A. Cruz PhD<sup>a</sup>**

Sao Paulo, Brazil

Available online 27 November 2008.

#### **Article Outline**

Since the introduction of phacoemulsification as a technique to remove cataracts, endothelial cell loss has been a major concern of surgeons. During phacoemulsification, mechanical factors related to fragmentation of lens material are unavoidable. Direct mechanical cutting (jackhammer effect) and implosion of microcavitation bubbles produce brief instances of extreme heat and pressure.<sup>1</sup> The causes of endothelial injury have been related to these mechanical effects of ultrasound, movements of lens fragments and air bubbles, high fluid turbulence in the anterior chamber, and as reactive oxygen species.<sup>2</sup>

In most phacoemulsification techniques, ultrasound energy is directed at the corneal endothelium (CE) because of the bevel-up tip position. The direction of the energy load could be an important reason for cell loss. The few authors who have described variations in the position of the phacoemulsification tip have suggested that the bevel facing down would cause less turbulence of lens fragments and a better contact between cataract tissue and the phaco tip.<sup>[3]</sup> and <sup>[4]</sup> In addition, this technique variation may prevent CE damage, improving the efficacy of the procedure. Although these studies showed significant differences regarding endothelial cell loss, the effect of bevel position as an isolated factor was not studied. Changes in both bevel position and in other surgical details were used, and their effects on CE may have been attributable to any of these factors. Although bevel-down techniques already have been reported, there

is no well-controlled study comparing the effect of bevel tip position on the CE and other surgical parameters. We are aware of only 1 study that used an artificial model and did not detect any effect of bevel position on the CE. However, the experimental situation was completely different from a real surgical situation.<sup>5</sup>

We evaluated 25 consecutive patients ranging in age from 42 to 84 years (mean±standard deviation, 64.7±12.5 years) with 50 bilateral and symmetric senile cataracts. The position of the bevel tip in the first eye operated on was randomized for each patient. For the second eye of the same patient, the position of the tip was necessarily the opposite one. Thus, 2 groups of eyes paired according to bevel tip position were obtained for the 25 patients: group 1, bevel up; and group 2, bevel down.

The follow-up period was 3 months. Specular microscopy was performed before surgery and 1 and 3 months after surgery. Effective ultrasound time, total surgical time, and complications also were recorded.

Statistical analysis of changes in endothelial cell count between the preoperative and postoperative period was performed by a 1-way analysis of variance for repeated measures with post hoc analysis with the Tukey test. For the other parameters, a paired *t* test was used. Data are presented as mean±standard deviation, with the level of significance set at  $P<0.05$ .

The paired *t* test revealed no statistical differences between groups for mean effective ultrasound time (group 1, 8.08±6.75 seconds; group 2, 7.00±5.75 seconds) or mean total surgical time (group 1, 10.01±2.46 minutes; group 2, 9.86±2.17 minutes). Complications also were quite similar between groups (Table 1, available at <http://aaojournal.org>). Mean CE cell loss was 6.9% in group 1 and 3.6% in group 2 at 3 months after surgery (Fig 1, available at <http://aaojournal.org>). Comparison of endothelial cell count by the Tukey test showed statistically significant differences between groups during the postoperative period (Table 2, available at <http://aaojournal.org>).

The present study showed a significantly greater endothelial cell count loss in phacoemulsification with the conventional bevel-up tip position when compared with the results using the bevel-down tip position. Moreover, we believe that the bevel-down position is an easier technique that can facilitate the attachment of the lens fragments.

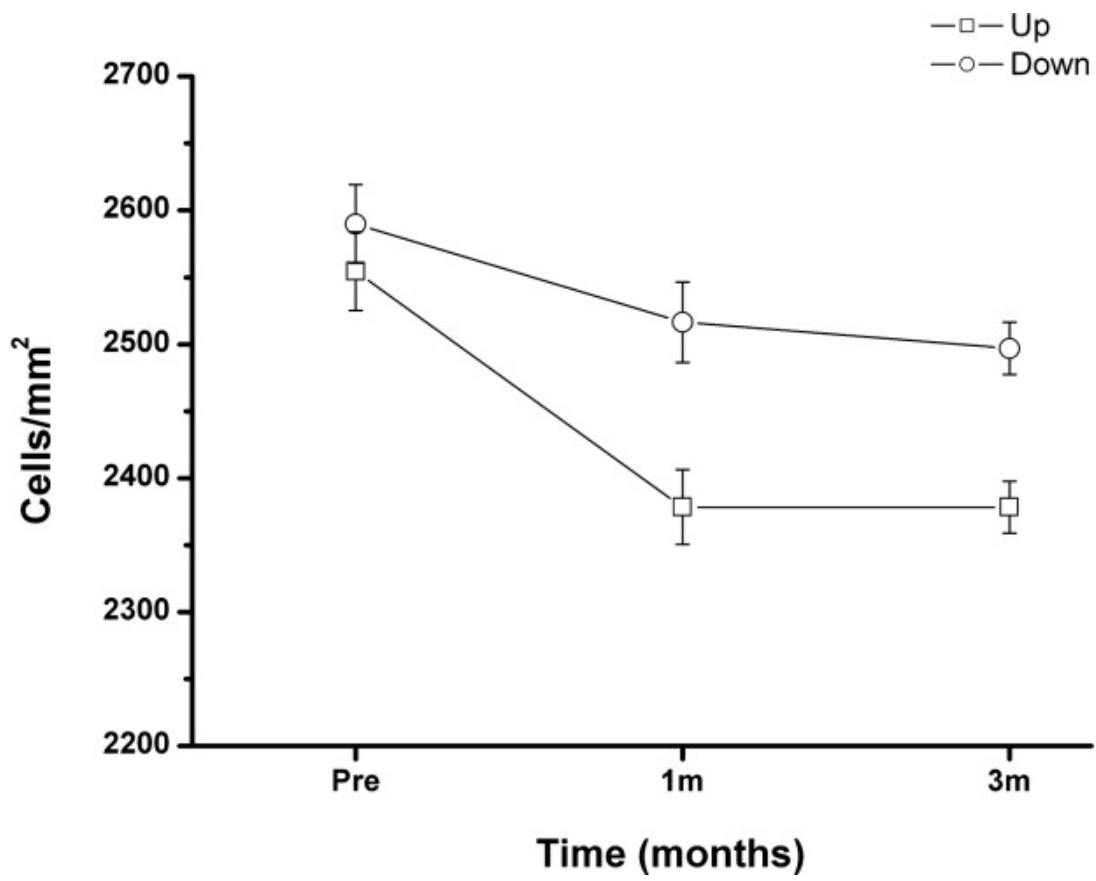
The safety of this approach may be an important concern. A posterior direction of the ultrasound wave may rupture the posterior capsule and dislocate pieces of the nucleus to the vitreous cavity. However, with this technique, the epinucleus may act as a barrier, preventing these complications. Our data support this hypothesis, because we did not observe differences in complications between these 2 approaches.

Because other surgical parameters showed similar findings, we conclude that both techniques may be used, according to the surgeon preference. Because bevel-down tip position had fewer negative effects on the corneal endothelium, it should be considered as a safe option in noncomplicated phacoemulsification.

### References

- 1 M. Packer, W.J. Fishkind and I.H. Fine *et al.*, The physics of phaco: a review, *J Cataract Refract Surg* **31** (2005), pp. 424–431.
- 2 K. Hayashi, H. Hayashi, F. Nakao and F. Hayashi, Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification, *J Cataract Refract Surg* **22** (1996), pp. 1079–1084.
- 3 C.K. Joo and Y.H. Kim, Phacoemulsification with a bevel-down phaco tip: phaco-drill, *J Cataract Refract Surg* **23** (1997), pp. 1149–1152. 4 F.M. Gregg, Bevel-down phaco, *J Cataract Refract Surg* **24** (1998), p. 147.
- 5 A. Frohn, H.B. Dick and C.P. Fritzen, Corneal impact of ultrasound and bevel position in phacoemulsification, *J Cataract Refract Surg* **28** (2002), pp. 1667–1670.





**Figure 1.** Mean CE cell loss.

**Table 1.** Intraoperative and Postoperative Complications.

<b>Complication</b>	<b>Group 1</b>	<b>Group 2</b>
Posterior capsule rupture	1	0
Exacerbated postoperative inflammation	0	1
Transitory macular edema	1	1
Posterior capsule opacification	6	6

**Table 2.** Mean Values of Endothelial Cell Count.

<b>Technique</b>	<b>Before Surgery</b>	<b>1 Month after Surgery</b>	<b>3 Months after Surgery</b>
Bevel up	2554.48	2378.39	2378.41
Bevel down	2589.76	2516.47	2496.94
<i>F</i> test	0.72 (NS)	5.52*	12.66*
<i>P</i> value	0.4035	0.0319	0.0026

NS = not significant.

\*Statistically significant.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)