



**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO
DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA**

DIVISÃO DE ENSINO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Avaliação da eficácia do segmento de anel corneano de
300 graus de arco na correção do astigmatismo
ceratométrico em olhos com ceratocone**

TÍTULO DO ARTIGO

MEDICINA AEROESPACIAL

LINHA DE PESQUISA

FREDERICO BICALHO DIAS DA SILVA CAP QOMED

ALUNO

NARCISO FERREIRA DE ANDRADE CAP QODENT

INSTRUTOR ORIENTADOR

CAP 2/2013

CURSO E ANO

PLANO DE PESQUISA REVISADO

Avaliação da eficácia do segmento de anel corneano de 300 graus de arco na correção do astigmatismo ceratométrico em olhos com ceratocone

TÍTULO DO PLANO

MEDICINA AEROESPACIAL

LINHA DE PESQUISA

11 DE OUTUBRO DE 2013

DATA

IDENTIFICAÇÃO DO PLANO

Este documento é o resultado dos trabalhos do aluno do Curso de Aperfeiçoamento da EAOAR. Seu conteúdo reflete a opinião do autor, quando não for citada a fonte da matéria, não representando, necessariamente, a política ou prática da EAOAR e do Comando da Aeronáutica.

1 ASPECTOS INICIAIS

O ceratocone (do Grego: “kerato”= chifre, córnea; e “konos”= cone) é uma doença que gera baixa visão por induzir miopia e astigmatismo, além de alterar a regularidade e a transparência da córnea¹. Sua incidência na população é controvertida, variando de 1:500 até 1:2000 indivíduos (ZADNIK, 1998). À medida que a irregularidade corneana aumenta, o paciente começa a perceber uma piora da visão, a qual pode variar desde um comprometimento leve (corrigido com óculos ou lentes de contato) até quadros de cegueira.

Em 1936, o oftalmologista espanhol Ramón Castroviejo Briones conseguiu realizar, com sucesso, o primeiro transplante de córnea para o tratamento do Ceratocone (CASTROVIEJO, 1937). Desde então, essa passou a ser a única opção terapêutica para casos avançados da doença.

Em 1949, José Ignacio Barraquer iniciou o uso de implantes intracorneanos com finalidade de correção de miopia (BARRAQUER, 1949).

Inspirado nas idéias de Barraquer, o oftalmologista brasileiro Paulo Ferrara de Almeida Cunha desenvolveu um implante corneano que passou a ser conhecido pelo nome de Anel de Ferrara (CUNHA, 1995). Em 1995, ele iniciou o uso desses dispositivos para o tratamento de córneas irregulares, dentre as quais, as com ceratocone. Avaliações retrospectivas mostraram a relevância da correção do astigmatismo corneano em córneas irregulares (COSCARELLI, 2012), o que foi enfatizado no livro publicado por Paulo Ferrara Cunha em 2006 (CUNHA, 2006).

Nos últimos anos, foram lançados no mercado segmentos únicos de mais de 180 graus de comprimento de arco (FERRARA, 2009). A técnica cirúrgica para a introdução desses novos dispositivos (que podem chegar a 355 graus de arco²) é bem mais difícil e demorada que a técnica tradicional que implanta 1 ou 2 segmentos menores de aproximadamente 155 graus de arco.

Ainda não existem estudos, publicados na literatura, que comprovem que esses segmentos únicos, maiores de 180 graus de arco, são capazes de produzir

¹ A córnea é a estrutura mais anterior do bulbo ocular. Ela é transparente e funciona como uma lente para dar foco às imagens captadas pelo olho.

² MEDIPHACOS OPHTHALMIC PROFESSIONALS. **Introducing Keraring 355°**. Disponível em: <<http://www.mediphacos.com.br/br/img/keraring355.jpg>>. Acesso em: 29 set. 2013.

melhores resultados que os 2 segmentos menores usados na técnica tradicional. A inquietude a ser elucidada nesse trabalho é a de analisar a validade do uso destes segmentos novos de grande comprimento de arco no tocante à significância dos resultados obtidos na correção do astigmatismo e à dificuldade técnica inerente a seu uso. Em função do quão recente é a temática abordada, não existem trabalhos na literatura para elucidar essa questão.

De acordo com a “Federal Aviation Administration” (FAA): “a visão é o sentido mais importante para o piloto na obtenção de informações de referência durante o voo” (ANTUÑANO, 2002). É por isso que este estudo, por contribuir no tratamento de uma patologia que pode limitar a capacidade visual, torna-se muito importante para Força Aérea Brasileira. Também, vale ressaltar que o ceratocone surge entre a adolescência e o início da vida adulta, ou seja, exatamente na idade onde se realiza a formação de nossos pilotos.

Como este trabalho teve por escopo analisar a eficácia de um novo tipo de tratamento para uma doença que interfere na capacidade visual do piloto, enquadra-se na linha de pesquisa: Medicina Aeroespacial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O médico brasileiro Paulo Ferrara de Almeida Cunha deu uma grande contribuição para a oftalmologia ao desenvolver um implante corneano que passou a ser conhecido pelo seu nome: “Anel de Ferrara”³ (CUNHA, 1995).

No início dos anos 90, este dispositivo era usado para a redução da miopia (o que era conseguido através da redução da ceratometria⁴). Naquele momento, não ocorreu uma grande valorização deste procedimento, especialmente porque existiam outras técnicas cirúrgicas que apresentavam resultados mais reprodutíveis, como é o caso do “Excimer Laser”⁵ (CUNHA, 2006).

Em 1995, o Dr Paulo Ferrara passou a experimentar estes implantes no tratamento de córneas irregulares, dentre as quais, as com ceratocone. Como os

³ O termo “anel”, o qual acabou popularizado na prática clínica, foi derivado do fato de que o implante é formado por fragmentos de uma estrutura circular (semelhante a um anel).

⁴ Ceratometria é a medida da curvatura da córnea. Seu valor está intimamente relacionado com a quantidade de miopia apresentada.

⁵ O “Excimer Laser” é uma opção terapêutica que realiza a correção da miopia, astigmatismo ou hipermetropia pela emissão de raio laser. Seu resultado é bastante preciso e reprodutível.

portadores desta doença não podem ser submetidos ao “Excimer Laser”, o anel corneano apareceu como uma das poucas alternativas cirúrgicas de melhora. Aos poucos, esta opção terapêutica foi sendo aperfeiçoada e os resultados foram melhorando, o que acabou por atrair o interesse de médicos de várias partes do mundo (CUNHA, 2013).

Publicações posteriores do Dr. Paulo Ferrara Cunha, Dr. Coscarelli, dentre outros, começaram a levantar a hipótese de que a redução do astigmatismo corneano era de grande relevância no tratamento de pacientes com córneas irregulares. Em um de seus trabalhos, o implante de segmentos corneanos reduziu o astigmatismo pré-operatório de 3,37 D (dioptrias) para 1,69 D (49,5% de redução) (COSCARELLI, FERRARA, ALFONSO et al, 2012). A importância em se obter uma redução do astigmatismo, como forma de permitir uma boa adaptação de lentes de contato ou melhora da visão com óculos, foi enfatizada no livro publicado por Paulo Ferrara Cunha em 2006 (CUNHA, 2006) e foi corroborada por outros autores (SILVA, 2013).

Os conceitos teóricos do Dr. Ferrara, os quais orientam o uso dos segmentos corneanos para a correção do astigmatismo ceratométrico, irão permear todo este estudo. Desta forma, a redução do astigmatismo será usada como parâmetro de eficácia da cirurgia.

3 ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA E DA PESQUISA

Este trabalho foi construído para elucidar o seguinte problema: No tratamento do ceratocone, em que medida a redução do astigmatismo ceratométrico ao se implantar um segmento único de anel corneano de 300 graus de arco é mais eficaz que a estratégia cirúrgica tradicional?

Com a finalidade de responder ao problema proposto foram delineadas as seguintes questões norteadoras:

QN1 – Qual a diferença entre os valores de ceratometria encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao novo implante de segmento corneano de 300 graus de arco?

QN2 – Qual a diferença entre os valores de ceratometria encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante tradicional de 2 segmentos de arco de 155 graus?

QN3 – Qual a diferença entre os valores de astigmatismo corneano encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao novo implante de segmento corneano de 300 graus de arco?

QN4 – Qual a diferença entre os valores de astigmatismo corneano encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante tradicional de 2 segmentos de arco de 155 graus?

QN5 – Qual a significância estatística das diferenças encontradas entre o grupo que recebeu os segmentos de 300° de arco e o que recebeu os de 155° no que se refere às questões norteadoras mencionadas anteriormente?

Com a finalidade de solucionar o problema proposto, foi definido o seguinte objetivo geral para a pesquisa: em olhos com ceratocone, analisar as diferenças nos resultados obtidos na redução do astigmatismo corneano ao se utilizar duas estratégias cirúrgicas distintas: implante de 1 segmento de anel de 300° de arco versus o implante de 2 segmentos de anel de 155° de arco cada.

Foram elaborados os objetivos específicos:

OE1 – Identificar a diferença entre os valores de ceratometria encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao novo implante de segmento corneano de 300 graus de arco.

OE2 – Identificar a diferença entre os valores de ceratometria encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante tradicional de 2 segmentos de arco de 155 graus.

OE3 – Identificar a diferença entre os valores de astigmatismo corneano encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao novo implante de segmento corneano de 300 graus de arco.

OE4 – Identificar a diferença entre os valores de astigmatismo corneano encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante tradicional de 2 segmentos de arco de 155 graus.

OE5 – Identificar a significância estatística das diferenças encontradas entre o grupo que recebeu os segmentos de 300° de arco e o que recebeu os de 155° no que se refere às questões norteadoras mencionadas anteriormente.

4 METODOLOGIA

Para que seja possível a realização deste trabalho, serão selecionados pacientes portadores de ceratocone que foram submetidos à cirurgia de implante de anel corneano⁶ e que apresentaram (na consulta pré-operatória) os seguintes critérios de inclusão: córnea transparente, baixa acuidade visual com óculos (visão pior que 20/30), intolerância ao uso de lentes de contato rígidas e ceratometria com valores iguais ou inferiores a 60 D (CUNHA, 2006).

A fim de melhor caracterizar a amostra, serão coletadas informações dos pacientes referentes à idade, sexo e qual dos olhos foi operado.

Os pacientes serão divididos em 2 grupos: A e B. No Grupo A, estarão os pacientes submetidos ao implante do novo segmento de 300 graus de arco. No Grupo B, considerado como “grupo controle”, estarão os pacientes submetidos à técnica tradicional de implante de 2 segmentos de 155 graus de arco cada.

Serão observadas as alterações sofridas na ceratometria e no astigmatismo corneano antes e após a cirurgia, em cada um dos grupos. Para a coleta de dados pós-operatórios, será considerado o último exame realizado dentro de, no máximo, 12 meses após a intervenção.

Será analisada, também, a diferença entre o astigmatismo corneano do pré e o do pós-operatório nos dois grupos. A diferença na redução desta variável, entre os dois grupos, será submetida ao teste “t de Student”⁷. O nível de significância considerado foi de 5% ou “p” < 0,05 (FISHER, 1954; STIGLER, 2008).

Para facilitar a compreensão e a análise, os resultados obtidos serão dispostos em tabelas e gráficos.

Por fim, será realizada uma análise crítica sobre a utilização do novo segmento de 300 graus de arco, levando-se em consideração as diferenças nos resultados obtidos entre o Grupo A e o Grupo B e as dificuldades técnicas da cirurgia.

⁶ Todos os segmentos de anel implantados foram produzidos pela empresa Visiontech Medical Optics Ltda (Belo Horizonte – MG), no modelo Cornealring, em acrílico transparente, espessura de 250 micra e largura de base de 600 micra.

⁷ O teste “t de student” é um teste paramétrico que serve para comparar duas médias quando os dados assumirem a distribuição normal (GADDIS, 1990). Ele pode ser usado nesse estudo, pois, na população, o astigmatismo e a ceratometria possuem distribuição gaussiana (SORSBY, 1960).

ARTIGO CIENTÍFICO

Avaliação da eficácia do segmento de anel corneano de 300 graus de arco na correção do astigmatismo ceratométrico em olhos com ceratocone

TÍTULO DO ARTIGO

MEDICINA AEROESPACIAL

LINHA DE PESQUISA

FREDERICO BICALHO DIAS DA SILVA CAP QOMED

ALUNO

11 DE OUTUBRO DE 2013

DATA

CAP 2/2013

CURSO E ANO

Este documento é o resultado dos trabalhos do aluno do Curso de Aperfeiçoamento da EAOAR. Seu conteúdo reflete a opinião do autor, quando não for citada a fonte da matéria, não representando, necessariamente, a política ou prática da EAOAR e do Comando da Aeronáutica.

Avaliação da eficácia do segmento de anel corneano de 300 graus de arco na correção do astigmatismo ceratométrico em olhos com ceratocone

Frederico Bicalho Dias da Silva, Capitão Médico da Aeronáutica formado pela Faculdade de Medicina da UFMG, em dezembro de 1995. Doutorado em Oftalmologia pela Faculdade de Medicina da UFMG em 2004. Belo Horizonte, MG.
Contato: fredericobicalho@hotmail.com.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar em que medida o segmento de anel de 300° de arco é mais eficaz que os tradicionais segmentos de 155° de arco na redução do astigmatismo ceratométrico em portadores de ceratocone. Para tanto, foram selecionados 30 pacientes com ceratocone, os quais foram divididos em 2 grupos, cada um com 15 indivíduos. O primeiro grupo (Grupo A) foi submetido ao implante de um novo segmento de anel de 300° de arco. O segundo grupo (Grupo B) recebeu 2 segmentos de 155° de arco (técnica tradicional). Dados de ceratometria e astigmatismo corneano foram coletados no pré-operatório e na última consulta pós-operatória (até no máximo 12 meses após o procedimento). As reduções obtidas nestes parâmetros foram comparadas entre os grupos através do "teste t de Student", considerando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Após a análise dos dados, foi observada que a redução na ceratometria média do Grupo A (6,9%) foi maior que a do Grupo B (3,8%), mas esta diferença não foi considerada como estatisticamente significativa ($p = 0,14$). A redução no astigmatismo corneano do Grupo A (51,6%) também foi maior que a do Grupo B (25,2%). Neste caso, esta diferença de 26,4 pontos percentuais foi estatisticamente significativa ($p = 0,000013$). Tais resultados permitiram concluir que o novo segmento de anel corneano de 300° de arco é realmente mais eficaz que os dispositivos de 155° da técnica tradicional para a redução do astigmatismo ceratométrico, devendo seu uso ser recomendado.

Descritores: Ceratocone. Implante corneano. Ceratometria. Astigmatismo ceratométrico.

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the extent to which the ring segment with 300° arc length is more effective than the traditional segments with 155° arc length in reducing astigmatism of keratoconus patients. For this, 30 patients with keratoconus were selected and divided into 2 groups, each one containing 15 subjects. The first group (Group A) was submitted to implantation of a single 300° arc segment. The second group (Group B) received two 155° arc segments (surgical traditional method). Keratometry and corneal astigmatism were evaluated pre and postoperatively (maximum follow-up: 12 months). Reductions achieved in these parameters were compared between groups using the "Student t test", considering a significance level of 5% ($p < 0,05$). Analyzing the data collected, we observe that the mean keratometric reduction induced by surgery in Group A (6.9%) was higher than in Group B (3.8%), but this difference was not considered statistically significant (p -value=0.14). The corneal astigmatic reduction induced by surgery in Group A (51.6%) was also higher than in Group B (25.2%). In this case, these 26.4 percentage points difference, was statistically significant (p -value=0.000013). These results showed that the new 300° arc segment is actually more effective than the 155° arc device (used in the traditional method) to reduce the corneal astigmatism. So, its use should be recommended.

Keywords: Keratoconus. Corneal inlay. Keratometry. Keratometric astigmatism.

INTRODUÇÃO

O ceratocone (do Grego: “kerato”= córnea; e “konos”= cone) é uma patologia hereditária, geralmente bilateral, que gera baixa visão por induzir miopia¹ e astigmatismo², além de alterar a regularidade e a transparência da córnea³.

Sua incidência na população é controvertida na literatura, variando de 1:500 até 1:2000 indivíduos (ZADNIK, 1998).

Na maior parte dos casos, tem início na adolescência e pode evoluir até aproximadamente os 35 anos de idade. No início, o simples uso de óculos é suficiente para devolver uma boa visão para o paciente. Com o desenvolvimento da enfermidade, os óculos passam a não ter mais valor e as lentes de contato rígidas se tornam o único recurso capaz de produzir imagens nítidas. No entanto, quando o astigmatismo corneano se torna importante, ele impede a adaptação destas lentes, as quais se tornam muito incômodas ou caem dos olhos com frequência. Nas fases mais avançadas, as únicas opções efetivas são os procedimentos cirúrgicos, entre eles o implante do segmento de anel corneano e o transplante de córnea. Não havendo possibilidade de tratamento cirúrgico, alguns pacientes podem evoluir para a cegueira.

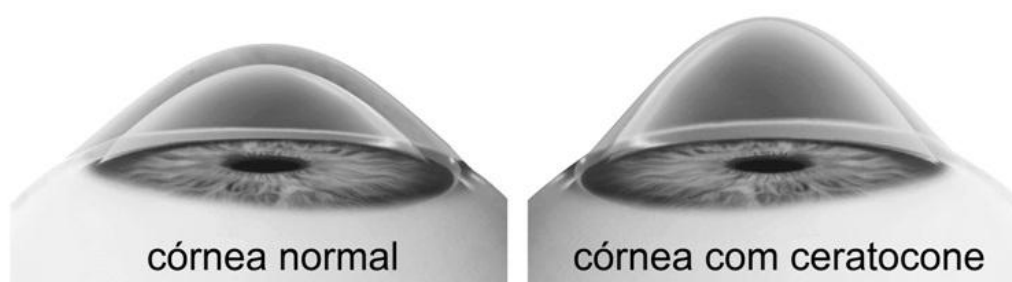


Figura 1: Ilustra como o olho com ceratocone (à direita) apresenta a córnea mais fina e mais curva que a córnea do olho normal (à esquerda).

Fonte: Centro catarinense de tratamento do ceratocone

Em 1936, o oftalmologista espanhol Ramón Castroviejo Briones

¹ Miopia é o distúrbio de refração que dificulta a visão de objetos ao longe. No ceratocone, é provocada pelo aumento da curvatura da córnea.

² Astigmatismo é um distúrbio de refração que gera imagens distorcidas, com sombras e fantasmas. No ceratocone, é provocado pela irregularidade da córnea (astigmatismo corneano ou ceratométrico), a qual deixa de ser esférica para tomar uma forma mais elíptica.

³ A córnea é a estrutura mais anterior do bulbo ocular. Ela é transparente e funciona como uma lente para dar foco às imagens captadas pelo olho.

conseguiu realizar, com sucesso, o primeiro transplante de córnea para o tratamento do Ceratocone (CASTROVIEJO, 1937). Desde então, essa passou a ser a única opção terapêutica para casos avançados da doença.

Em 1949, José Ignácio Barraquer iniciou o uso de implantes intracorneanos com finalidade de correção de miopia (BARRAQUER, 1949). Suas descobertas fundamentam os princípios para a seleção do segmento de anel corneano adequado para remodelar cada córnea. É conhecida como Lei de Barraquer: “Toda vez que um tecido for adicionado à periferia ou removido do centro da córnea, um correspondente aplanamento é obtido” (BARRAQUER, 1966 *apud* MOREIRA, 2004). Seguindo esta orientação, podemos concluir que, quanto maior a protrusão e a irregularidade corneana (quanto mais avançado for o ceratocone), mais espesso deve ser o dispositivo a ser implantado.

Inspirado nas ideias de Barraquer, o oftalmologista brasileiro Paulo Ferrara de Almeida Cunha desenvolveu um implante corneano que passou a ser conhecido pelo nome de “Anel de Ferrara” (CUNHA, 1995). O nome “anel” deriva do fato de se tratar de 2 segmentos que, juntos, compõem uma estrutura circular, semelhante a um anel. Em 1995, ele iniciou o uso desses dispositivos para o tratamento de córneas irregulares, dentre as quais, as com ceratocone. Aos poucos, esta nova modalidade terapêutica foi sendo refinada por melhores técnicas cirúrgicas e equipamentos, melhorando em eficácia e reprodutibilidade, além de atrair o interesse de médicos de várias partes do mundo (CUNHA, 2013).

Trabalhos posteriores do Dr Paulo Ferrara Cunha, Dr Coscarelli, dentre outros, começaram a salientar a relevância da correção do astigmatismo corneano em córneas irregulares (COSCARELLI, FERRARA, ALFONSO et al, 2012). Esta correção é importante como forma de permitir uma boa adaptação de lentes de contato ou promover uma melhora da visão com óculos. Tal ênfase é encontrada no livro publicado por Paulo Ferrara Cunha em 2006 (CUNHA, 2006). A partir de então, cada vez mais atenção vem sendo dada à necessidade de se corrigir o astigmatismo corneano para a reabilitação visual do paciente com ceratocone (SILVA, 2013).

O aumento atual no consumo dos segmentos de anel corneano acabou por despertar, ainda mais, o interesse das empresas que os fabricam. Como forma de tentar ganhar maior fatia deste mercado emergente, estas indústrias começaram a lançar modelos de segmentos de anel com pequenas modificações, na expectativa

de que produzissem melhores resultados e ganhassem a preferência de compra dos médicos especialistas em ceratocone. Como parte desta estratégia de inovação, nos últimos anos, foram lançados no mercado segmentos maiores, com mais de 180 graus de comprimento de arco (FERRARA, 2009). No entanto, ainda não existem estudos publicados na literatura, que comprovem que estes segmentos maiores são capazes de produzir melhores resultados que os 2 segmentos menores (com arco de 155 graus) usados na técnica tradicional. Outro problema é que a técnica cirúrgica para a introdução destes novos dispositivos (que podem chegar a 355 graus de arco⁴) é bem mais difícil e demorada que a técnica de implante dos segmentos tradicionais. Assim, a aceitação destes novos dispositivos pelos médicos depende da superação de duas barreiras: o aumento da dificuldade na técnica cirúrgica e a ausência de comprovação de sua maior eficácia na reabilitação visual do paciente com ceratocone. É importante enfatizar que a reabilitação visual depende, em grande parte, da redução do astigmatismo corneano, o que deve ser o alvo do tratamento desta doença (SILVA, 2013).

A inquietude que estimulou a realização desse trabalho foi a de analisar a validade do uso destes segmentos novos de grande comprimento de arco no tocante à significância dos resultados obtidos na correção do astigmatismo e à dificuldade técnica inerente a seu uso. Tratou-se de uma oportunidade para contribuir no preenchimento de uma lacuna existente na literatura oftalmológica, uma vez que o dispositivo de 300° de arco foi recentemente lançado no mercado e ainda não havia sido devidamente estudado. A viabilidade deste estudo ocorreu pelo fato deste novo implante já estar sendo utilizado no Serviço de Saúde da Aeronáutica.

De acordo com a “Federal Aviation Administration” (FAA): “a visão é o sentido mais importante para o piloto na obtenção de informações de referência durante o voo” (ANTUÑANO, 2002). É por isso que este estudo, por contribuir no tratamento de uma patologia que pode limitar a capacidade visual, torna-se muito importante para Força Aérea Brasileira. Também, vale ressaltar que o ceratocone surge entre a adolescência e o início da vida adulta, ou seja, exatamente na idade onde se realiza a formação de nossos pilotos.

Como este trabalho teve por escopo analisar a eficácia de um novo tipo

⁴

MEDIPHACOS OPHTHALMIC PROFESSIONALS. **Introducing Keraring 355°**. Disponível em: <<http://www.mediphacos.com.br/br/img/keraring355.jpg>>. Acesso em: 29 set. 2013.

de tratamento para uma doença que interfere na capacidade visual do piloto, enquadra-se na linha de pesquisa: Medicina Aeroespacial.

Este trabalho foi construído para elucidar o seguinte problema: No tratamento do ceratocone, em que medida o implante de um segmento único de anel corneano de 300 graus de arco é mais eficaz na redução do astigmatismo ceratométrico que os segmentos tradicionais de 155 graus de arco?

Com a finalidade de responder ao problema proposto foram delineadas as seguintes questões norteadoras:

QN1 – Qual a diferença entre os valores de ceratometria encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao novo implante de segmento corneano de 300 graus de arco?

QN2 – Qual a diferença entre os valores de ceratometria encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante tradicional de 2 segmentos de arco de 155 graus?

QN3 – Qual a diferença entre os valores de astigmatismo corneano encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao novo implante de segmento corneano de 300 graus de arco?

QN4 – Qual a diferença entre os valores de astigmatismo corneano encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante tradicional de 2 segmentos de arco de 155 graus?

QN5 – Qual a significância estatística das diferenças encontradas entre o grupo que recebeu os segmentos de 300° de arco e o que recebeu os de 155° no que se refere às questões norteadoras mencionadas anteriormente?

Com a finalidade de solucionar o problema proposto, foi definido o seguinte objetivo geral para a pesquisa:

Em olhos com ceratocone, analisar as diferenças nos resultados obtidos na redução do astigmatismo ceratométrico ao se utilizar duas estratégias cirúrgicas distintas: implante de 1 segmento único de anel corneano de 300 graus de arco versus o implante de 2 segmentos de anel corneano de 155 graus de arco cada.

Foram elaborados os objetivos específicos:

OE1 – Identificar a diferença entre os valores de ceratometria encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao novo implante de segmento corneano de 300 graus de arco.

OE2 – Identificar a diferença entre os valores de ceratometria encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante tradicional de 2 segmentos de arco de 155 graus.

OE3 – Identificar a diferença entre os valores de astigmatismo corneano encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao novo implante de segmento corneano de 300 graus de arco.

OE4 – Identificar a diferença entre os valores de astigmatismo corneano encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante tradicional de 2 segmentos de arco de 155 graus.

OE5 – Identificar a significância estatística das diferenças encontradas entre o grupo que recebeu os segmentos de 300° de arco e o que recebeu os de 155° no que se refere às questões norteadoras mencionadas anteriormente.

1 CONCEITUALIZAÇÕES

1.1 Ceratometria.

É a medida da curvatura da córnea, a qual é rotineiramente feita sobre os meridianos mais curvo e mais plano desta estrutura. A unidade de medida pode ser dioptrias (D) ou raio de curvatura em milímetros (mm). O aumento da curvatura corneana promove o aumento da miopia.

Originalmente, o aparelho que media a curvatura da córnea era o “Ceratômetro”. Hoje, existem aparelhos computadorizados e sofisticados chamados de “Topógrafos” que realizam múltiplas análises da córnea, dentre as quais, uma simulação da ceratometria (“ceratometria simulada”) (ALVES, 2005).

1.2 Astigmatismo ceratométrico (= Astigmatismo corneano).

É a diferença entre a curvatura do meridiano mais curvo e a do meridiano mais plano da córnea (medidos pela ceratometria). Assim, se uma córnea for perfeitamente esférica (todos os meridianos com a mesma curvatura), ela não

apresentará astigmatismo ceratométrico. Esse distúrbio promove a redução da qualidade da visão, com formação de “imagem fantasma”, sombra e deformação nos objetos. Quando existe em pequena quantidade, ele pode ser corrigido com óculos. Para os astigmatismos mais altos, apenas as lentes de contato rígidas são capazes que devolver uma visão de qualidade (ALVES, 2005).

1.3 Cirurgia de implante de segmentos de anel corneano.

Trata-se de uma técnica cirúrgica que consiste na introdução de dispositivos semicirculares (segmentos de anel) na córnea para alterar a sua forma. É especialmente útil para reduzir o astigmatismo ceratométrico, o qual costuma ser muito alto em algumas doenças, como é o caso do ceratocone.

Para a implantação dos segmentos de anel, é necessária a criação de um túnel na córnea, o que pode ser feito com instrumentos cirúrgicos (técnica manual) ou utilizando um aparelho de “Laser de Femtosegundo” (SILVA, 2013).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O médico brasileiro Paulo Ferrara de Almeida Cunha deu uma grande contribuição para a oftalmologia ao criar e desenvolver um dispositivo para ser implantado na córnea, o qual passou a ser conhecido pelo seu nome: “Anel de Ferrara”⁵ (CUNHA, 1995).

No início dos anos 90, o objetivo das cirurgias que empregavam esse dispositivo era a redução da miopia (o que era conseguido através da redução da ceratometria⁶). Naquele momento, não ocorreu uma grande valorização deste procedimento, especialmente porque existiam outras técnicas cirúrgicas que apresentavam resultados mais reprodutíveis, como é o caso do “Excimer Laser”⁷ (CUNHA, 2006).

Em 1995, o Dr. Paulo Ferrara passou a experimentar estes implantes no tratamento de córneas irregulares, dentre as quais, as com ceratocone. Como os

⁵ O termo “anel”, o qual acabou popularizado na prática clínica, foi derivado do fato de que o implante é formado por fragmentos de uma estrutura circular (semelhante a um anel).

⁶ Ceratometria é a medida da curvatura da córnea. Seu valor está intimamente relacionado com a quantidade de miopia apresentada.

⁷ O “Excimer Laser” é uma opção terapêutica que realiza a correção da miopia, astigmatismo ou hipermetropia pela emissão de raio laser. Seu resultado é bastante preciso e reprodutível.

portadores desta doença não podem ser submetidos ao “Excimer Laser”, o anel corneano apareceu como uma das poucas alternativas cirúrgicas de melhora. Aos poucos, esta opção terapêutica foi sendo aperfeiçoada e os resultados foram melhorando, o que acabou por atrair o interesse de médicos de várias partes do mundo (CUNHA, 2013).

Publicações posteriores do Dr. Paulo Ferrara Cunha, Dr. Coscarelli, dentre outros, começaram a levantar a hipótese de que a redução do astigmatismo corneano era de grande relevância no tratamento de pacientes com córneas irregulares. Em um de seus trabalhos, o implante de segmentos corneanos reduziu o astigmatismo pré-operatório de 3,37 D (dioptrias) para 1,69 D (49,5% de redução) (COSCARELLI, FERRARA, ALFONSO et al, 2012). A importância em se obter uma redução do astigmatismo, como forma de permitir uma boa adaptação de lentes de contato ou melhora da visão com óculos, foi enfatizada no livro publicado por Paulo Ferrara Cunha em 2006 (CUNHA, 2006) e foi corroborada por outros autores (SILVA, 2013).

Os conceitos teóricos do Dr. Ferrara, os quais orientam o uso dos segmentos corneanos para a correção do astigmatismo ceratométrico, irão permear todo este estudo. Desta forma, a redução do astigmatismo será usada como parâmetro de eficácia da cirurgia.

3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foram selecionados pacientes portadores de ceratocone, submetidos à cirurgia de implante de anel corneano⁸ e que apresentaram (na consulta pré-operatória) os seguintes critérios de inclusão: córnea transparente, baixa acuidade visual com óculos (visão pior que 20/30), intolerância ao uso de lentes de contato rígidas e ceratometria com valores iguais ou inferiores a 60 D (CUNHA, 2006).

Todos os procedimentos cirúrgicos foram realizados por um único médico, utilizando a técnica manual de tunelização.

⁸ Todos os segmentos de anel implantados foram produzidos pela empresa Visiontech Medical Optics Ltda (Belo Horizonte – MG), no modelo Cornealring, em acrílico transparente, espessura de 250 micra e largura de base de 600 micra.

A escolha de qual tipo de segmento deveria ser usado em cada caso foi feita de acordo com a orientação da empresa fabricante. Esta recebeu os exames dos pacientes para análise e devolveu um relatório com o planejamento cirúrgico que deveria ser seguido, incluindo as características do implante mais adequado.

Todos os pacientes foram orientados sobre as características do procedimento e suas dúvidas foram esclarecidas. Por fim, assinaram um termo de consentimento autorizando a realização da cirurgia.

Para melhor caracterizar a amostra, foram coletadas informações dos pacientes referentes à idade, sexo e qual dos olhos foi operado.

Os pacientes foram divididos em 2 grupos: A e B. No Grupo A, foram colocados os pacientes submetidos ao implante do novo segmento de 300° de arco. No Grupo B, considerado como “grupo controle”, ficaram os pacientes submetidos à técnica tradicional de implante de 2 segmentos de 155° de arco cada.

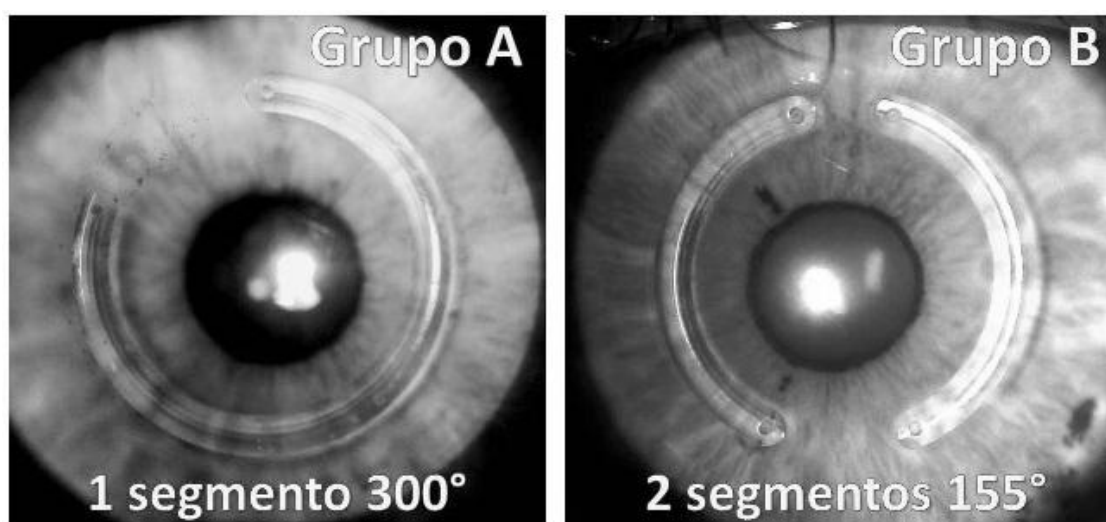


Figura 2: À esquerda: aspecto pós-operatório de um olho que foi submetido ao implante de 1 segmento de anel corneano com 300° de comprimento de arco (Grupo A). À direita: aspecto pós-operatório de um olho que foi submetido ao implante de 2 segmentos de anel corneano, cada um com 155° de comprimento de arco (Grupo B).

Fonte: Autor

Foram observadas as alterações sofridas na ceratometria e no astigmatismo corneano antes e após a cirurgia, em cada um dos grupos. Para a coleta de dados pós-operatórios, foi considerado o último exame realizado dentro de, no máximo, 12 meses após a intervenção.

Foi analisada, também, a diferença entre o astigmatismo corneano do pré e o do pós-operatório dentro de cada grupo. Em seguida, a diferença na redução

desta variável, ao se comparar os dois grupos, foi submetida ao teste “t de Student”⁹. O nível de significância considerado foi de 5% ou “p” < 0,05 (FISHER, 1954; STIGLER, 2008).

Para facilitar a compreensão e a análise, os resultados obtidos foram dispostos em tabelas e gráficos.

Por fim, foi realizada uma análise crítica sobre a utilização do novo segmento de 300° de arco, levando-se em consideração as diferenças nos resultados obtidos entre os Grupos A e B e as dificuldades técnicas da cirurgia.

Este trabalho pode ser classificado como um estudo analítico, intervencional, do tipo ensaio clínico, por se tratar da comparação do efeito de diferentes opções terapêuticas em seres humanos.

[...] Ensaio clínico consiste em qualquer forma de experimento planejado que envolve pessoas doentes, e é formulado para determinar o tratamento mais apropriado nos futuros pacientes com a mesma doença. Objetiva testar a eficiência de um tratamento por fármacos, por tratamento cirúrgico ou por outro tipo de intervenção. Esse ensaio, que compara simultaneamente dois grupos de indivíduos, um dos quais recebe a intervenção de interesse e o outro é um grupo controle, é denominado de ensaio paralelo (geralmente, é omitido o termo paralelo) [...]. (HOCHMAN, 2005)

4 DISCUSSÕES E ANÁLISES

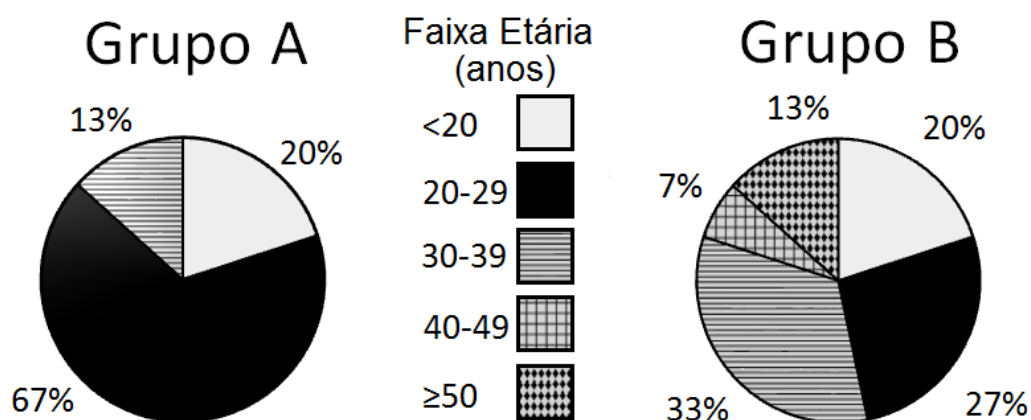
A amostra foi composta por 30 olhos com ceratocone, divididos em grupos conforme o tipo de procedimento ao qual foram submetidos:

Grupo A: formado por 15 olhos que receberam o implante de 1 segmento de anel corneano de 300 graus de arco cada.

Grupo B: formado por 15 olhos que receberam o implante de 2 segmentos de anel corneano de 155 graus de arco cada. Este é o método tradicional e já consagrado pela medicina (CUNHA, 2006).

A distribuição etária da amostra, em cada um dos grupos, foi a seguinte:

⁹ O teste “t de student” é um teste paramétrico para comparar duas médias quando os dados assumirem a distribuição normal (GADDIS, 1990). Ele pode ser usado nesse estudo, pois, na população, o astigmatismo e a ceratometria possuem distribuição gaussiana (SORSBY, 1960).



Figuras 3: Distribuição etária em cada grupo em anos

Fonte: Autor

Tabela 1: Distribuição etária em cada grupo (anos)

Idade (anos)	mínima	Máxima	Média	desvio padrão
Grupo A	14	32	22,73	5,46
Grupo B	15	51	30,07	12,28

Fonte: Autor

Como o ceratocone é uma patologia que se desenvolve em jovens (CUNHA, 2006), a maior parte dos pacientes, nos dois grupos, possuíam idades inferiores a 40 anos. A distribuição etária do Grupo A mostra com clareza como o tratamento do ceratocone acaba por ocorrer em pessoas bastante jovens, normalmente estudantes ou entrando no mercado de trabalho (o indivíduo mais velho do Grupo A não ultrapassou 32 anos de idade).

No entanto, no Grupo B, a idade máxima chegou a 51 anos, o que desviou para cima a média etária e foi responsável por um gráfico de distribuição diferente do que seria o esperado. É raro um paciente com idade mais avançada (>40 anos) ser submetido à cirurgia de implante de anel corneano, uma vez que sua doença já se encontra estabilizada e algum tipo de intervenção já deveria ter sido feita há vários anos. Um estudo com uma amostra maior poderia trazer a distribuição etária do Grupo B para mais próximo dos valores esperados.

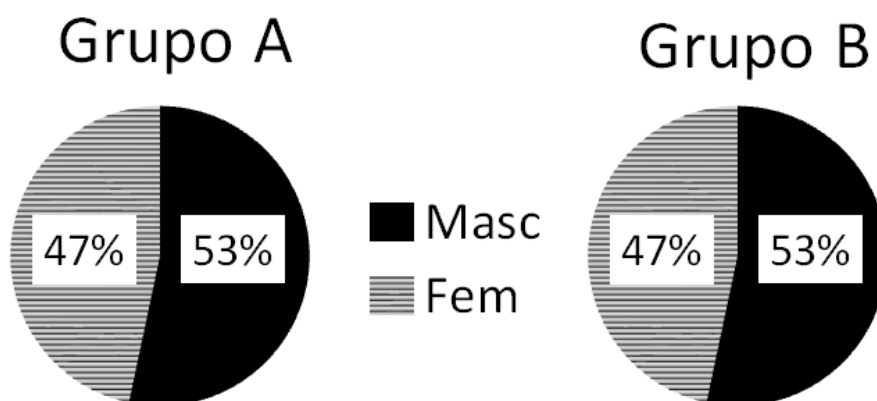


Figura 4: Distribuição por gênero em cada grupo
Fonte: Autor

Os dois grupos possuíam uma quantidade de indivíduos do sexo masculino discretamente maior que os do sexo feminino. A maioria dos autores relata não existir uma incidência diferente do ceratocone em relação ao sexo (RABINOWITZ, 1998). No entanto, alguns estudiosos acreditam que esta doença progride mais rapidamente no sexo masculino ou que os homens tenham maior tendência a procurar uma solução cirúrgica do que as mulheres (IHALAINEN, 1986).

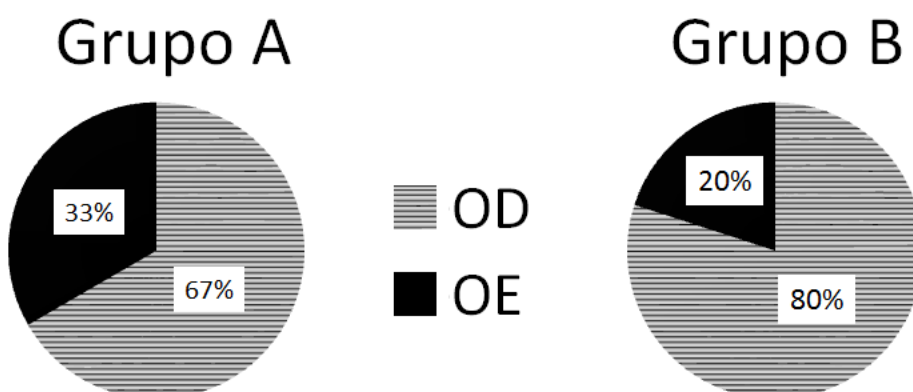


Figura 5: Distribuição por olho operado
Fonte: Autor

Na amostra estudada, em ambos os grupos, a quantidade de olhos direitos operados foi maior que a quantidade de olhos esquerdos. A porcentagem de olhos direitos operados nesse estudo foi de 67% no Grupo A e de 80% no Grupo B.

Alguns trabalhos mostram que o ceratocone desenvolve mais frequentemente do lado da mão dominante do paciente, por ser a preferida para coçar os olhos. Isso reforça a ideia de que o trauma pode ser um fator predisponente

para o desenvolvimento da doença (HARRISON, 1989). Como a maioria das pessoas são destros, isto poderia explicar a distribuição desigual encontrada.

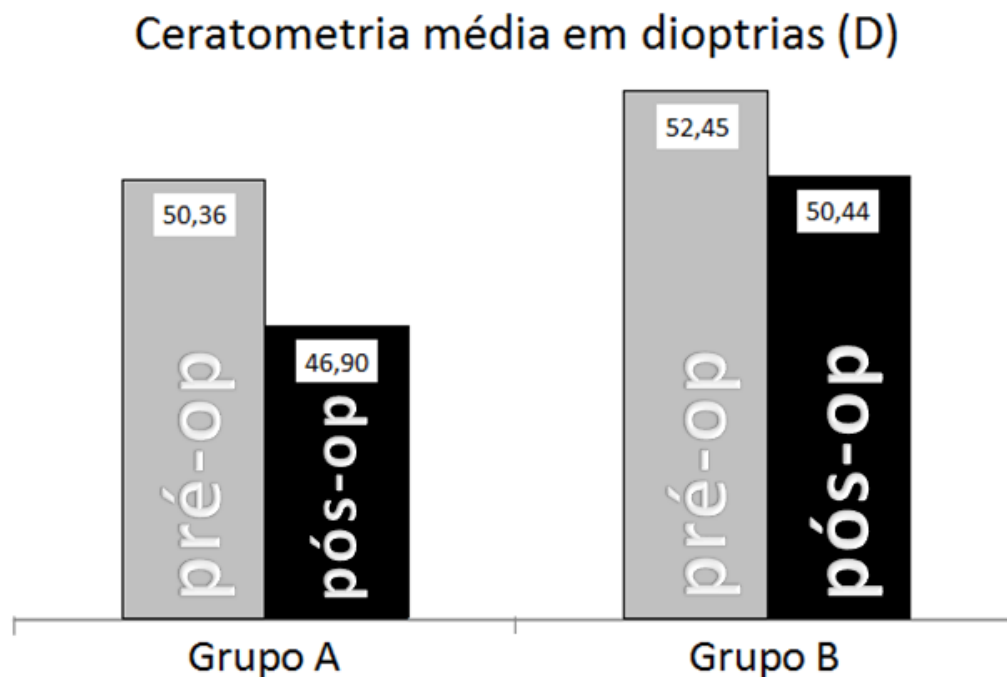


Figura 6: Comportamento da ceratometria pré e pós-operatória nos 2 grupos (dioptrias)
 Fonte: Autor

Tabela 2: Ceratometria média pré e pós-operatória em dioptrias (D)

Ceratometria Média (D)	Pré-op	Pós-op	Redução %	significância "p"
Grupo A	50,36	46,90	6,9	0,14
Grupo B	52,45	50,44	3,8	

Fonte: Autor

A avaliação dos dados de ceratometria mostrou que ambos os grupos tiveram comportamento semelhante, ou seja, ocorreu um aplanamento da córnea sem diferença estatística relacionada ao tipo de segmento corneano implantado. Este comportamento era esperado, pois de acordo com a “Lei de Barraquer”: “Toda vez que um tecido for adicionado à periferia ou removido do centro da córnea, um correspondente aplanamento é obtido” (BARRAQUER, 1966 *apud* MOREIRA, 2004).

Como os dois segmentos de 155°, se somados, seriam equivalentes a um segmento de 310° (155° + 155°) a quantidade de “tecido” implantado se aproximaria a aquela do segmento único de 300° de comprimento de arco.

A diferença na redução da ceratometria encontrada ao se comparar os

grupos A e B não possui significância estatística por apresentar um valor “p” de 0,14 (maior que 0,05).

O estudo da ceratometria, neste trabalho, foi uma etapa necessária para prosseguir para o próximo passo: a avaliação do astigmatismo corneano. Isso, pois o astigmatismo corneano é calculado pela diferença entre a ceratometria do meridiano mais plano e a do mais curvo da córnea.

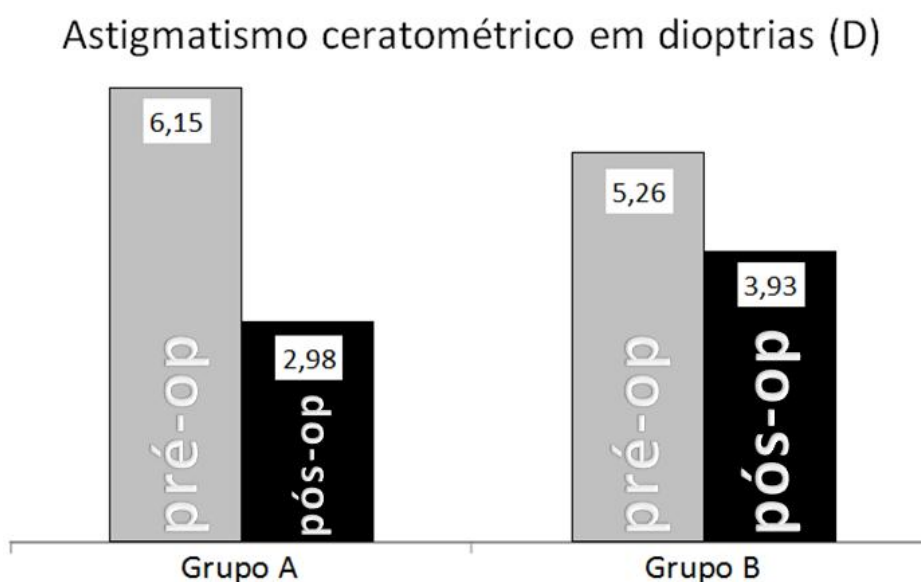


Figura 7: Comportamento do astigmatismo ceratométrico médio pré e pós-operatório
Fonte: Autor

Tabela 3: Astigmatismo ceratométrico médio pré e pós-operatório em dioptrias (D)

Astigmatismo Médio (D)	Pré-op	Pós-op	Redução %	significância “p”
Grupo A	6,15	2,98	51,6	0,000013
Grupo B	5,26	3,93	25,2	

Fonte: Autor

Nos 2 grupos, o implante do anel corneano foi capaz de reduzir o astigmatismo corneano, confirmando o resultado dos estudos do Dr Paulo Ferrara Cunha (referencial teórico deste trabalho) (CUNHA, 2006). A redução do astigmatismo ceratométrico foi mais pronunciada no Grupo A (51,6%) do que no Grupo B (25,2). Esta diferença de 26,4 pontos percentuais foi estatisticamente significativa, com um valor “p” de 0,000013 (menor que 0,05).

É importante ressaltar que a cirurgia de implante do segmento de 300° de arco envolve um aumento significativo na dificuldade operatória. Isso ocorre, pois a

cada fração de segmento que entra no túnel corneano, maior é a aderência e mais força tem que ser feita para o seu deslocamento. No entanto, esta força não pode ser exagerada para evitar que ele quebre. Assim, ao perceber que o avanço do implante cessou, torna-se prudente não insistir. O implante deve ser removido e uma nova tunelização (mais larga que a anterior) deve ser realizada. Este procedimento deverá ser repetido, quantas vezes forem necessárias, até que a introdução completa do segmento seja alcançada com relativa facilidade (SILVA, 2013). O tempo do procedimento poderá se estender até 1 hora, enquanto que a cirurgia tradicional com implante de segmentos de 155° de arco, normalmente acaba em menos de 15 minutos.

Como este estudo aponta para a superioridade do segmento de 300° na eficácia da redução do astigmatismo corneano, torna-se necessária uma revisão desta técnica cirúrgica, a fim de torná-la menos difícil. Novas tecnologias podem ser bastante úteis para facilitar este tipo de cirurgia. Especialmente o “Laser de Femtosegundo” pode dar grande contribuição na construção de túneis corneanos mais regulares e perfeitamente centralizados (LEÓN, 2005).

Neste trabalho, foi considerado o valor de 5% como sendo o nível de significância ($p < 0,05$). Sendo assim, caso este experimento seja repetido, com uma amostra semelhante à utilizada, a chance do resultado obtido não se repetir será menor que 5%. Esse valor pode ser alterado pelo pesquisador de acordo com o rigor necessário para a confirmação ou não da existência de diferença entre os grupos estudados (para evitar que a diferença tenha sido gerada pelo acaso). Em trabalhos da área médica, o nível de significância considerado mais adequado (e, portanto, mais utilizado) é o de 5% ($p > 0,05$) (FISHER, 1954; STIGLER, 2008).

CONCLUSÃO

Sabendo que a visão é o sentido mais importante para o desempenho de atividades aéreas, sua preservação se torna de grande importância para a aeronáutica. Dentre as diversas doenças que podem comprometer os olhos, o ceratocone chama a atenção por acometer jovens e poder levar à cegueira. Para o seu tratamento, novas opções terapêuticas (como o implante de um novo segmento

de anel corneano com 300° de arco) foram lançadas no mercado sem a devida comprovação de sua capacidade corretiva.

Assim, este trabalho foi elaborado para contribuir na solução do seguinte problema: No tratamento do ceratocone, em que medida o implante de um segmento único de anel corneano de 300 graus de arco é mais eficaz na redução do astigmatismo ceratométrico que os segmentos tradicionais de 155 graus de arco?

Com a finalidade de solucionar o problema proposto, foram delineados os cinco objetivos específicos:

O primeiro buscou identificar a diferença entre os valores de ceratometria encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante do segmento de 300 graus de arco. Antes da cirurgia, a ceratometria média encontrada foi de 50,36 D e, ap+os, este valor foi para 46,90 D (redução de 6,9%).

O segundo objetivo era o de identificar a diferença entre os valores de ceratometria encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante tradicional de 2 segmentos de arco de 155 graus. Antes da cirurgia, a ceratometria média encontrada foi de 52,45 D e depois da cirurgia este valor foi para 50,44 D (redução de 3,8%).

O terceiro objetivo buscou identificar a diferença entre os valores de astigmatismo corneano encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao novo implante de segmento corneano de 300 graus de arco. Antes da cirurgia, o astigmatismo corneano médio encontrado foi de 6,15 D e depois da cirurgia este valor foi para 2,98 (redução de 51,6%).

O quarto objetivo era o de Identificar a diferença entre os valores de astigmatismo corneano encontrados no pré e no pós-operatório no grupo de pacientes submetidos ao implante tradicional de 2 segmentos de arco de 155 graus. Antes da cirurgia, o astigmatismo corneano médio encontrado foi de 5,26 D e depois da cirurgia este valor foi para 3,93 (redução de 25,2%).

O quinto objetivo buscou identificar a significância estatística das diferenças encontradas entre o grupo que recebeu os segmentos de 300° de arco e o que recebeu os de 155°. Para isso, foi utilizado o “teste t de Student” com nível de significância de 5%. O resultado foi que não há diferença estatisticamente significativa quanto à redução da ceratometria ao se comparar os Grupos A e B (“p”=0,14). No entanto, ao se analisar a redução do astigmatismo corneano, a

diferença obtida nos 2 grupos (26,4 pontos percentuais) teve confirmada sua significância estatística com “p”=0,000013.

Analisando os dados coletados foi possível perceber que realmente o segmento de 300° de arco é mais eficaz que os segmentos tradicionais de 155° na redução do astigmatismo corneano. Assim, mesmo levando em consideração tratar-se de uma tecnologia nova, com técnica cirúrgica difícil, a sua utilização deve ser recomendada.

Diante do exposto, é importante a divulgação dos resultados deste estudo dentro e fora da FAB. Assim, as unidades de saúde da aeronáutica serão alertadas para a capacidade superior de correção dos segmentos de 300° de arco, os quais devem ter preferência de uso sobre os segmentos tradicionais de 155° no tratamento cirúrgico do ceratocone.

Como sugestão para pesquisas futuras, visto que a manutenção da boa visão é de alta relevância para a FAB, seria interessante o aprofundamento do estudo do tema abordado neste trabalho, especialmente usando amostras com um maior número de olhos e acompanhando os resultados por um período mais longo.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.A. **Refração**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2005.

ANTUÑANO, M.J. **Pilot Vision**. Federal Aviation Administration – Bruchures. 2002. http://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/media/Pilot_Vision.pdf [Acessado em 21 set 2013]

BARRAQUER, J.I. **Queratoplastia refractiva**. Est Inform Oft, v. 2, p.10-30, 1949.

BARRAQUER, J.I. **Modification of refraction by means of intracorneal inclusion**. Int Ophthalmol Clin, v.6, p.53-78, 1966.

CENTRO CATARINENSE DE TRATAMENTO DO CERATOCONO. **O que é ceratocone?** Disponível em: <<http://www.cctc.com.br/web/index.php/ceratocone/ver/ceratocone>> Acesso em: 02 out. 2013.

COSCARELLI, S.; FERRARA, G.; ALFONSO, J.F.; FERRARA, P.; LLOVES, J.M.; ARAÚJO, L.P.N.; MACHADO, A.P.; LYRA, J.M.; TORQUETTI, L. **Intrastromal corneal ring segment implantation to correct astigmatism after penetrating keratoplasty**. J Cataract Refract Surg, v. 38, pp. 1006-1013, 2012.

CUNHA, P.F.A. **Anel Intraestromal em miopia**. Rev Bras Oft, v.54, p.19-30, 1995.

CUNHA, P.F.A.; ALVES, E.A.F.; SILVA, F.B.D.; CUNHA, G.H.A. **Estudo das modificações oculares induzidas pelo implante estromal do anel Corneano em portadores de ceratocone**. Arq Bras Oftalmol; v.66, 2003.

CUNHA, P.F.A.; SILVA, F.B.D. **Anel de Ferrara**. RJ: Cultura Médica; 2006.

CUNHA, P.F.A. **O Anel**. 2013. Disponível em: <<http://www.ferrararing.com.br/pt/produtos>> Acesso em: 03 out. 2013.

FISHER, R.A. **Statistical methods for research workers**. 12. Ed. New York: Hafner, 1954.

GADDIS, G.M.; GADDIS, M.L. **Introduction to biostatistics: part 4, statistical inference techniques in hypothesis testing**. Ann Emerg Med, v.19, p.820-825, 1990.

HOCHMAN, B.; NAHAS, F.X.; OLIVEIRA FILHO, R.S.; FERREIRA, L.M.. **Desenhos de pesquisa**. Acta Cir Bras, v. 20, supl. 2, p. 2-9, 2005.

IHALAINEN A. **Clinical and epidemiological features of keratoconus genetic and external factors in the pathogenesis of the disease**. Acta Ophthalmol Suppl. v. 178, pp.64, 1986.

LEÓN, F.S.; NARANJO, R. **The femtosecond laser technology can assist with the placement of intracorneal ring segments in eyes with keratoconus and post-LASIK ectasia**. Cataract & Refract. Surg. Today. July, pp.48-50, 2005.

MOREIRA, H.; OLIVEIRA, C.S.; GODOY, G.; WAHAB, S.A.. **Anel intracorneano de Ferrara em ceratocone**. Arq Bras Oftalmol, v. 65, p. 59-63, 2002.

SILVA, F.B.D. **Anel Corneano**. Belo Horizonte: Editora Dimensão; 2013.

SILVA, F.B.D. **Estudo das modificações oculares induzidas pelo implante de segmentos de anel corneano**. 2013. Disponível em: <<http://artigocientifico.uol.com.br/artigos/?mnu=1&smnu=5&artigo=3968>> Acesso em: 03 out. 2013.

SORSBY, A.; SHERIDAN, M.; LEARY, G.A. **Vision, visual acuity and ocular refraction of young men**. Br Med J, v.1, n.1394, 1960.

STIGLER, S. **Fisher and the 5% level**. Chance. v.21, n.4, p.12, 2008.

ZADNIK, K.; BARR, J.T.; EDRINGTON, T.B.; EVERETT, D.F.; JAMESON, M.; MCMAHON, T.T.; SHIN, J.A.; STERLING, J.L.; WAGNER, H.; GORDON, M.O. **Baseline findings in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study**. Invest Ophthalmol Vis Sci, v.39, n.13, pp.2537-2546, 1998.