

Comparação entre os resultados do implante de um segmento de arco longo versus dois segmentos de arco tradicional no tratamento de pacientes com ceratocone

Comparison between the results of implanting a long-arch segment versus two standard arch segments for treatment of keratoconus patients

Frederico Bicalho Dias da Silva¹, Nathalie Dalloul Daher², Felipe Alves Botelho³

¹ Hospital das Clínicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Instituto Oftalmológico Paulista, São Paulo, SP, Brasil.

³ Fundação Técnico-Educacional Souza Marques, Cascadura, RJ, Brasil.

Como citar:

Silva FB, Daher ND, Botelho FA. Comparação entre os resultados do implante de um segmento de arco longo versus dois segmentos de arco tradicional no tratamento de pacientes com ceratocone. Rev Bras Oftalmol. 2023;82:e0016.

doi:

<https://doi.org/10.37039/1982.8551.20230016>

Descritores:

Ceratocone; Topografia da córnea; Astigmatismo; Refração ocular; Próteses e implantes

Keywords:

Keratoconus; Corneal topography; Astigmatism; Ocular refraction; Prostheses and implants

Recebido:
20/8/2022

Aceito:
23/12/2022

Autor correspondente:

Nathalie Dalloul Daher
201 S 11th Street
Philadelphia, PA 19107, United States
E-mail: nathaliedalloul Daher@hotmail.com

Instituição de realização do trabalho:
Hospital das Clínicas, Universidade Federal
de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG,
Brasil.

Fonte de auxílio à pesquisa:
trabalho não financiado.

Conflitos de interesse:
não há conflitos de interesses.



Copyright ©2023

RESUMO

Objetivo: Analisar retrospectivamente as alterações na ceratometria e no astigmatismo corneano obtidas após cirurgia de implante de anel intraestromal, comparando o uso de um segmento de arco longo versus o implante de dois segmentos de comprimento de arco tradicional.

Métodos: A partir de um estudo transversal, obtivemos os dados de 94 olhos de pacientes diagnosticados com ceratocone, que foram submetidos ao implante de anel corneano. Eles foram divididos em dois grupos, dependendo do tipo de implante recebido: Grupo A, um segmento de arco longo; Grupo B, dois segmentos tradicionais. Todos os segmentos implantados possuíam 250µ de espessura. Os dados do pré-operatório dos dois grupos foram comparados, para garantir que as amostras eram similares (as diferenças encontradas entre os dois grupos não eram estatisticamente significativas). As variáveis analisadas no pré e no pós-operatório foram acuidade visual com correção, ceratometria, astigmatismo corneano e refração.

Resultados: A amostra que recebeu apenas um segmento de arco longo (Grupo A) obteve redução da ceratometria média de 4,42D (8,7%) e do astigmatismo corneano de 2,43D (40,4%). Já na amostra dos olhos que receberam dois segmentos de arco tradicional (Grupo B), houve redução média de 2,66D (5,1%) em relação à ceratometria média e redução média de 2,11D (34,8%) em relação ao astigmatismo corneano. A redução obtida na ceratometria média no Grupo A foi maior que a obtida no Grupo B (diferença estatisticamente significativa). A redução obtida no astigmatismo do Grupo A não foi estatisticamente significativa, se comparada com o resultado obtido no Grupo B (considerando $p \leq 0,05$).

Conclusão: Foi demonstrado que o uso de um segmento de arco longo possui maior capacidade de aplanar a córnea, se comparado com o uso de dois segmentos com comprimento de arco tradicional. Em relação à redução do astigmatismo, os dois grupos mostraram resultados equivalentes.

ABSTRACT

Purpose: To retrospectively analyze the changes in corneal keratometry and astigmatism after intrastromal ring surgery, comparing the use of one long arch segment versus two traditional arc length segments.

Methods: A cross-sectional study obtained data from 94 eyes of patients diagnosed with keratoconus that underwent surgical treatment with corneal ring implant. They were divided into two groups according to the type of implant received: one long-arch segment (Group A) or two traditional segments (Group B), both 250 microns thick. Preoperative data from the two groups were compared to ensure that the samples were similar (the differences between the two groups were not statistically significant). The variables (pre and post-operatively) analyzed were: best corrected visual acuity, keratometry, corneal astigmatism and refraction.

Results: Group A, which received one long arch segment, showed a Km decrease of 4.42D (8.7%) and a corneal astigmatism reduction of 2.43D (40.4%). Group B, where the eyes acquired two traditional arch segments, showed an average Km decrease of 2.66D (5.1%) and corneal astigmatism reduction of 2.11D (34.8%). The mean keratometry (Km) reduction obtained was statistically significant ($p \leq 0.05$) when comparing both groups (A and B). The mean corneal astigmatism reduction was not statistically significant ($p \leq 0.05$) when comparing both groups (A and B).

Conclusions: One long-arch segment has been demonstrated to have a greater capacity to reduce corneal curvature when compared to the use of two traditional-sized arch segments. No significant differences were found regarding the reduction of corneal astigmatism after comparing the results obtained in both groups.

INTRODUÇÃO

Entre as ectasias corneanas, o ceratocone é a mais frequente. Nessa patologia, há um afinamento do estroma central, com consequente prejuízo da acuidade visual ao induzir astigmatismo irregular.⁽¹⁾ É uma desordem bilateral, não inflamatória e assimétrica, cursando com protrusão anterior da córnea, geralmente inferior.^(1,2) Nos casos mais avançados, prejudica a visão intensamente, comprometendo a qualidade de vida e o desempenho de atividades laborais. Em muitos concursos públicos, ser portador de ceratocone é fator de exclusão do certame. À medida que a doença avança, o uso de óculos passa a já não fornecer visão suficiente, devendo o paciente iniciar o uso de lentes de contato (LC). No entanto, nos casos mais graves, o uso de LC fica restrito, seja por questões financeiras (algumas lentes são quase tão caras quanto as cirurgias), seja por desenvolvimento de intolerância ao seu uso. Nesses casos, o implante de anel corneano surge como opção interessante, pois ele pode melhorar a acuidade visual desses pacientes com óculos. Assim, essa cirurgia pode evitar que os pacientes sejam submetidos ao transplante de córnea, cujas complicações per e pós-operatórias são maiores.⁽³⁾ Apesar de carecer de melhores evidências científicas, muitos oftalmologistas acreditam que o implante do anel também contribui para retardar ou evitar a progressão da ectasia, tanto de forma isolada quanto de forma sinérgica, ao ser associado ao *crosslinking*.⁽⁴⁾

Barraquer, em 1949, demonstrou que quando é adicionado tecido na periferia da córnea ou quando tecido é removido do seu centro, há achatamento da córnea e vice-versa, o que ficou conhecido como Lei de Barraquer.⁽⁵⁾ Seus estudos demonstraram que esse aplanamento central é diretamente proporcional à espessura e inversamente proporcional ao diâmetro do implante usado.⁽⁶⁻⁹⁾ Assim, os anéis nasceram como uma opção para o tratamento da miopia, o que o autor denominou ceratoplastia refrativa.⁽¹⁰⁾

O presente estudo teve como objetivo comparar a redução da ceratometria e do astigmatismo corneano gerados pelo uso de dois diferentes modelos de segmentos de anel corneano: um segmento de arco longo (de 300 ou 320° de arco) versus dois segmentos de anel de arco tradicional (comprimento de arco variando de 155 a 160°).

MÉTODOS

Foi realizado um estudo clínico transversal, em que foram coletados dados do pré e pós-operatório de pacientes diagnosticados com ceratocone, os quais foram submetidos ao implante de anel intracorneano. Essa cirurgia tem

como principal indicação a melhora da visão com óculos para olhos intolerantes ao uso de LC.

Os casos foram selecionados dentre as 2.055 cirurgias cadastradas no banco de dados *Keratoconus Study Group* (www.keratoconusstudygroup.com).⁽¹¹⁾ O estudo comparou a eficácia de dois modelos de anel especificamente em sua capacidade em reduzir a curvatura corneana (ceratometrias médias [Km]) e o astigmatismo ceratométrico. Dessa forma, foram criados dois grupos experimentais: Grupo A, com um segmento de arco longo (de 300 a 320° de arco) e espessura de 250µ; e Grupo B, com dois segmentos de arco tradicional (155 ou 160°) e espessura de 250µ.

É importante observar que os olhos de ambos os grupos receberam aproximadamente a mesma quantidade de material implantado, diferindo apenas no modelo dos segmentos: no Grupo A, foi implantado um segmento de arco longo, enquanto no Grupo B, foram utilizados dois segmentos de arco tradicional (a soma do comprimento de arco de dois segmentos tradicionais se equipara ao comprimento de arco de um segmento de arco longo). Todos os segmentos possuíam a espessura de 250µ. Os segmentos de anel utilizados foram do modelo Ferrara Ring (Ferrara Ophthalmics, Brasil/AJL, Espanha) e Cornealring (Visiontech, Brasil).

Por se tratar de um estudo do tipo antes e depois, o grupo controle foi construído com os dados coletados no exame pré-operatório de todos os pacientes. O grupo controle torna-se, então, a base para análise do efeito promovido pela intervenção (cirurgia de implante de anel) realizada em cada paciente.

Os dois grupos foram montados de forma que seus dados pré-operatórios fossem similares, sem diferenças estatisticamente significativas em relação à curvatura corneana (Km) e ao astigmatismo ceratométrico (análises realizadas pelo teste *t* de Student, com significância $p > 0,05$).

Para tornar os dois grupos mais homogêneos, foram estabelecidos critérios de exclusão rigorosos, de forma a eliminar casos discrepantes, que não representassem a maior parte da amostra. Assim, os critérios de exclusão utilizados foram: presença concomitante de outra patologia ocular (catarata, glaucoma, degeneração macular relacionada à idade etc.); presença de leucomas (podendo significar tratar-se de ceratocone avançado – grau IV de Amsler); Km (ceratometria simulada média) <46D ou >60D; K2 (maior valor da ceratometria simulada) <48D ou >62D; astigmatismo ceratométrico <1,5D ou >12D; história de cirurgias oculares anteriores (*crosslinking*, reoperação

etc.); idade <10 anos ou >55 anos; ocorrência de qualquer tipo de complicação no intra ou no pós-operatório; implante de qualquer modelo de segmento de anel que não fosse do escopo deste estudo e implante de anel realizado não alinhado com o meridiano mais curvo da córnea (técnica tradicional).

Das 2.055 cirurgias analisadas, 94 foram consideradas aptas para ingressar neste estudo, sendo divididas de forma a constituir dois grupos de igual tamanho (47 casos em cada grupo). Os dados dos exames pré e pós-operatórios foram obtidos do exame oftalmológico (refração e acuidade visual), da topografia corneana (ceratometria simulada e astigmatismo corneano) e da paquimetria. Apenas o último exame coletado no primeiro ano após a cirurgia foi considerado para análise. Assim, se o paciente foi avaliado 6 meses e 1 ano depois do implante do anel, apenas os dados da última consulta foram utilizados neste estudo.

Os valores de acuidade visual com correção (AVCC) foram registrados na escala de Snellen. Esses dados foram convertidos para a escala logMar para a realização das análises matemáticas.

As cirurgias foram feitas tanto pela técnica manual quanto com o auxílio do laser de femtosegundo para a tunelização. A ocorrência de complicações foi fator de exclusão do paciente. Todos os segmentos foram implantados em zona óptica de 5mm.

RESULTADOS

Os pacientes selecionados possuíam entre 11 e 54 anos (média de 26,32 anos) e nunca tinham sido submetidos à cirurgia ocular. Em relação à lateralidade, 50 eram olhos direitos e 44 eram olhos esquerdos. Em relação ao sexo, 52 pacientes eram do sexo masculino e 42 do sexo feminino. Nenhuma córnea possuía opacidades ou outras alterações.

A média da acuidade visual corrigida no pré-operatório foi de 20/59 (equivalendo a 0,34 na escala decimal) no Grupo A e 20/102 (equivalendo a 0,20 na escala decimal) no Grupo B. No pós-operatório, a média da acuidade visual corrigida foi de 20/30 (equivalendo a 0,66 na escala decimal) no Grupo A e 20/45 (equivalendo a 0,45 na escala decimal) no Grupo B (Figura 1).

Avaliando o total de casos, no pré-operatório, as Km compreenderam valores entre 46,00D e 59,20D e o astigmatismo corneano variou entre 1,59D e 12,00D. Avaliando cada um dos grupos experimentais, temos que, no Grupo A, a Km foi de 51,03D, no pré-operatório, e de 46,61D, no pós-operatório, correspondendo à redução de 8,7%. Tal

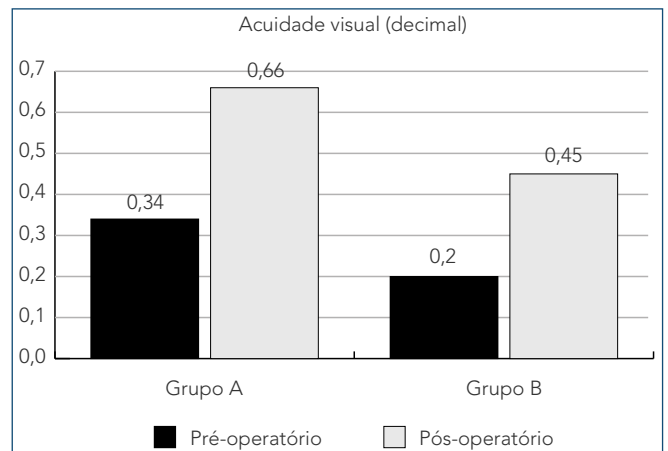


Figura 1. Variação da acuidade visual corrigida nos Grupos A e B (valores do pré e pós-operatório).

redução foi considerada como estatisticamente significativa pelo teste t de Student, com valor $p < 0,05$. No Grupo B, a Km foi de 51,72D, no pré-operatório, e 49,06D, no pós-operatório, correspondendo à redução de 5,1% (Figura 2). Tal redução foi considerada como estatisticamente significativa pelo teste t de Student, com valor $p < 0,05$.

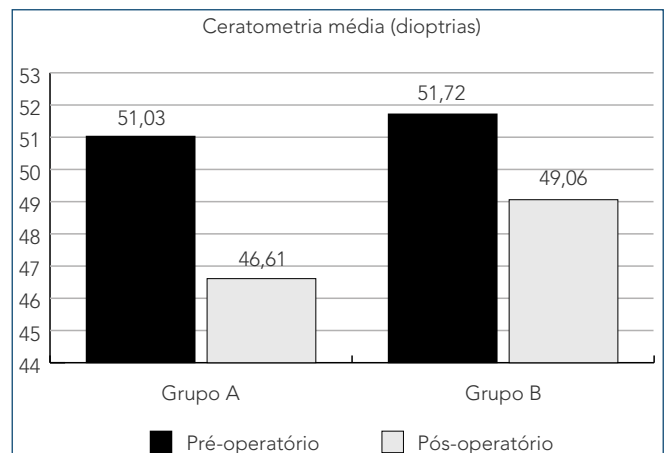


Figura 2. Variação da ceratometria média nos Grupos A e B (valores do pré e pós-operatório).

Em relação à redução do Km, ao confrontar o resultado obtido no Grupo A versus o do Grupo B, temos que a redução ceratométrica advinda do implante de um segmento de arco longo foi maior que a observada ao se utilizarem dois segmentos de arco de tamanho tradicional. Essa diferença foi estatisticamente significativa, com $p = 0,0144$ (ou seja, $p < 0,05$).

No Grupo A, o astigmatismo corneano médio variou de 6,03D, no pré-operatório, para 3,60D, no pós-operatório, correspondendo à redução de 40,4%. Tal redução foi considerada como estatisticamente significativa pelo teste t de Student, com valor $p < 0,05$. No Grupo B, o astigmatismo corneano médio foi de 6,07D no pré-operatório

para 3,96D no pós operatório, correspondendo à redução de 34,8% (Figura 3). Tal redução foi considerada como estatisticamente significativa pelo teste *t* de Student, com valor $p < 0,05$.

Em relação à redução do astigmatismo corneano, ao confrontar os resultados obtido no Grupo A versus o obtido no Grupo B, a redução advinda do implante de um segmento de arco longo foi maior que a observada ao se utilizarem dois segmentos de arco de tamanho tradicional. No entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa, com $p = 0,68$ (ou seja, $p > 0,05$).

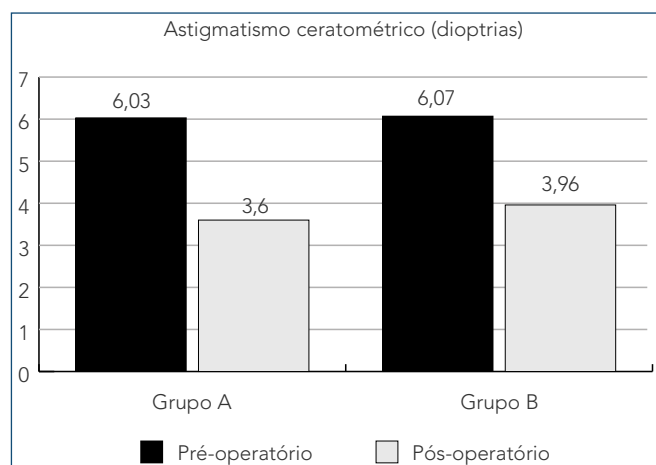


Figura 3. Variação do astigmatismo ceratométrico nos Grupos A e B (valores do pré e pós-operatório).

Para a análise estatística dos valores do pré e pós-operatório dos fatores analisados, foi utilizado o teste *t* de Student pareado em cada um dos dois grupos (A e B). Foram consideradas como estatisticamente significativas as comparações que resultassem em $p < 0,05$. Não foram relatadas complicações ou intercorrências no intra ou pós-operatório nos casos deste estudo.

DISCUSSÃO

O objetivo do implante do anel intraestromal é melhorar a acuidade visual obtida com óculos, por meio de alterações promovidas na morfologia corneana. Dentre as principais modificações obtidas, estão a redução da Km e a redução do astigmatismo corneano, com consequente modificação de sua refração final. Com esse procedimento, também é observado um deslocamento do ápice do cone em direção ao centro da córnea, sendo preservada sua morfologia esférica.⁽¹²⁾

É um procedimento reversível, permitindo a remoção dos segmentos com o retorno das características similares às existentes no pré-operatório. Também é um

procedimento ajustável, permitindo a substituição de segmentos para alterar sua espessura/arco ou até mesmo para modificar seu posicionamento/profundidade.⁽¹³⁾

Essa cirurgia possui limitações para uso em casos muito avançados. De acordo com as diretrizes do Conselho Federal de Medicina (CFM), o anel é contraindicado em pacientes com ceratocone avançado ($K2 > 70D$), paquimetria $< 400\mu$ na área de inserção, histórico de hidropisia aguda, opacidades ou cicatrizes corneanas significativas, infecção corneana ativa, distrofias corneanas e transplante corneano descentrado.^(14,15)

Ainda existe uma carência de estudos científicos sobre a cirurgia de implante de anel corneano. Tal carência é, em parte, explicada pela dificuldade em se obter uma amostra adequada de pacientes, tendo em vista que o ceratocone não é uma patologia muito frequente, nem todos os pacientes necessitam ser submetidos a procedimentos cirúrgicos, e os pacientes possuem características muito heterogêneas em relação à idade, ao grau evolutivo da doença, à paquimetria, à morfologia da córnea etc. Assim, para se obter uma amostra homogênea para ser estudada, é necessário ter um banco de dados bastante generoso.

Raros são os trabalhos sobre a cirurgia de implante de anel estromal que comparam os resultados obtidos por dois diferentes modelos de segmentos de anel. Nos poucos artigos publicados com esse perfil, dificilmente os autores conseguiram comparar os grupos a serem estudados no pré-operatório de forma a garantir que estavam partindo de grupos estatisticamente idênticos, para depois serem submetidos a abordagens distintas. Essa foi uma preocupação deste trabalho, existindo o cuidado de analisar e confrontar os Grupos A e B no pré-operatório, de forma a poder observar que eram idênticos em relação à Km e ao astigmatismo corneano.

Outro ponto interessante foi a possibilidade de criar um grupo controle. Nos estudos do tipo antes e depois, o grupo controle é obtido com os valores coletados no exame pré-operatório, antes da aplicação do fato interveniente.

Neste estudo, foi observada uma redução significativa da Km e do astigmatismo corneano, quando realizada a cirurgia de implante de anel, independentemente do comprimento de arco utilizado. Entretanto, o Grupo A, no qual os olhos receberam um único implante de arco longo (300 ou 320°), apresentou maior redução da Km quando comparado ao Grupo B, no qual foram utilizados dois segmentos de arco tradicional (155 ou 160°). É importante frisar que a quantidade de massa implantada foi semelhante nos dois grupos, uma vez que dois segmentos de arco

tradicional equivalem ao comprimento e um segmento de arco longo. Essa diferença pode ser relacionada ao fato de que uma estrutura de peça única deve resistir mais às pressões do estroma corneano do que o implante de fragmentos de anel, os quais podem ser forçados a inclinar, a aproximarem uns dos outros etc.

Em relação   redução do astigmatismo corneano, os Grupos A e B apresentaram desempenho semelhante (os dois tipos de segmentos foram muito eficazes, mas as diferenças entre eles não foram estatisticamente significativas). Apesar de não existir trabalho publicado para demonstrar o fato, existe uma crença no meio médico de que os segmentos de arco longo não são adequados para serem usados em pacientes com alto astigmatismo, imaginando que são pouco eficientes para esse tipo de correção. Na mesma linha de raciocínio, muitos acreditam que os segmentos de arco curto (120  ou 140 ) são mais eficientes na correção do astigmatismo que os segmentos com arcos maiores, apesar de não existir trabalho publicado confrontando os resultados obtidos por esses diferentes segmentos de anel. Assim, o resultado deste trabalho pode representar uma quebra de paradigma, uma vez que demonstra que os segmentos de arco longo podem ser indicados também com o objetivo de obter a redução do astigmatismo corneano, tal que ocorre com os segmentos de arco tradicional.

O fato de os segmentos de arco longo apresentarem um poder de aplanção maior que os segmentos de tamanho de arco tradicional, aliado ao fato de serem igualmente eficazes na correção do astigmatismo, ajuda a explicar o uso cada vez maior desses segmentos pela comunidade oftalmológica. Os segmentos de arco longo também apresentam outras vantagens, como a facilidade de planejamento cirúrgico (uma vez que não está sujeito à possibilidade de associação com outro segmento, com suas centenas de combinações possíveis) e maior independência de posicionamento (a incis o pode ser realizada onde for mais c modo para o cirurg o), dentre outras.

Como desvantagem, o segmento de arco longo é mais difícil de ser implantado, especialmente pela técnica da tunelização manual, sendo frequente a necessidade de retunelizar para permitir sua progressão.

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados deste trabalho, pode-se concluir que o segmento de arco longo (300 ou 320 ) possui maior capacidade de redução da ceratometria média do que o uso de dois segmentos de arco tradicional. Em relação   eficácia na redução do astigmatismo corneano, os dois grupos apresentaram resultados similares (sem diferença estatisticamente significativa). Seria interessante a realização de mais trabalhos, com amostra maior, para comprovar os resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

1. Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol*. 1998;42:297-319.
2. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related non-inflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol*. 1984;28(4):293-322.
3. Lopes AC, Pinto AC, Sousa BA. Ceratocone: uma revis o. *Revista de Medicina e Saúde de Brasília*. 2015;4(2):219-32.
4. Silvestrini TA, Mathis ML, Loomas BE, Burris TE. A geometric model to predict the change in corneal curvature from the intrastromal corneal ring (ICR). *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1994;35:2023.
5. Barraquer JI. Modification of refraction by means of intracorneal inclusions. *Int Ophthalmol Clin*. 1966;6(1):53-78.
6. Ali  J, Salem T, Artola A, Osman A. Intracorneal rings to correct corneal ectasia after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28(9):1568-74.
7. Ambr sio J nior R, Salgado-Borges JM, Costa-Ferreira C. Intrastromal corneal ring segments for keratoconus: results and correlation with preoperative corneal biomechanics. *Revista Brasileira de Oftalmologia*. 2021;71(2):89-99.
8. Ferrara P, Torquetti L. Ferrara Ring. In: Barbara A. *Textbook on keratoconus: new insights*. Delhi: JP Medical; 2011.p.163-74.
9. Torquetti L, Berbel RF, Ferrara P. Long-term follow-up of intrastromal corneal ring segments in keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Oct;35(10):1768-73.
10. Barraquer JI. Queratoplastia Refractiva. *Est e Inf Oftal*. 1949;2:10-30.
11. Keratoconus Study Group. [cited 2022 Dec 23]. Available from: www.keratoconusstudygroup.com.
12. Silva FB, Alves EA, Cunha PFA. Utiliza  o do Anel de Ferrara na estabiliza  o e correção da ectasia corneana p s PRK. *Arq Bras Oftalmol*. 2000;63(3):215-8.
13. Burris TE, Baker PC, Ayer CT, Loomas BE, Mathis ML, Silvestrini TA. Flattening of central corneal curvature with intrastromal corneal rings of increasing thickness: an eye-bank eye study. *J Cataract Refract Surg*. 1993;19 Suppl:182-7.
14. Cunha PF. T cnica cir rgica para correção de miopia. Anel cornano intrastromal. *Rev Bras Oftalmol*. 1995;54(8):578-88.
15. Coskunseven E, Jankov MR 2nd, Hafezi F, Atun S, Arslan E, Kymionis GD. Effect of treatment sequence in combined intrastromal corneal rings and corneal collagen crosslinking for keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(12):2084-91.