

Resultados visuais, topográficos e refrativos do implante de segmentos assimétricos de anel corneano intraestromal em ceratocone

Visual, topographic, and refractive outcomes of the implantation of asymmetric segments of the intrastromal corneal ring in keratoconus.

Evandro Ribeiro Diniz^{1,2} , Aline Silveira Moriyama² , Júlia Carvalho Barbosa Torres³ , Ana Carolina Itano Horita² ,
Adriana dos Santos Forseto² , Milton Ruiz Alves¹ 

¹ Programa de Pós-Graduação, Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

² Banco de Olhos de Sorocaba, Hospital Oftalmológico de Sorocaba, Sorocaba, SP, Brasil.

³ Iris Oftalmologia e Associados, Ouro Preto, MG, Brasil.

Como citar:

Diniz ER, Moriyama AS, Torres JC, Horita AC, Forseto AS, Alves MR. Resultados visuais, topográficos e refrativos do implante de segmentos assimétricos de anel corneano intraestromal em ceratocone. Rev Bras Oftalmol. 2024;83:e0051.

doi:

<https://doi.org/10.37039/1982.8551.20240051>

Descritores:

Ceratocone; Astigmatismo; Topografia da córnea; Acuidade visual; Anel assimétrico

Keywords:

Keratoconus; Astigmatism; Corneal topography; Visual acuity; Asymmetric ring

Recebido:
30/04/2024

Aceito:
20/7/2024

Autor correspondente:

Milton Ruiz Alves
Rua Capote Valente, 432, conjunto 155 –
Cerqueira César
CEP 04529-001 – São Paulo, SP, Brasil
E-mail: miltonruizcbo@gmail.com

Instituição de realização do trabalho:
Banco de Olhos de Sorocaba, Hospital
Oftalmológico de Sorocaba, Sorocaba,
SP, Brasil

Fonte de auxílio à pesquisa:
trabalho não financiado.

Conflitos de interesse:
não há conflitos de interesses.

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-graduação em Oftalmologia, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, SP, Brasil, para obtenção do título de Doutor em Ciências.
Este trabalho está disponível no Repositório da Produção Científica da Universidade de São Paulo.



Copyright ©2024

RESUMO

Objetivo: Avaliar os resultados visuais, topográficos e refrativos do implante de segmentos assimétricos (AS) de anel intracorneano (ICRS) em olhos com ceratocone e astigmatismo irregular/assimétrico (fenótipos tipo 2 Duck e 3 Snowman pela classificação morfológica do ceratocone de Fernandez-Vega/Alfonso).

Métodos: Estudo clínico prospectivo realizado com 60 pacientes (60 olhos) com ceratocone que tiveram segmentos assimétricos de Kearing selecionados e implantados de acordo com o nomograma Mediphacos (<http://kearing.online>) com laser femtosegundo. As avaliações pré-operatórias e pós-operatórias incluíram medida de acuidade visual não corrigida, melhor acuidade visual corrigida, astigmatismo refracional, equivalente esférico e astigmatismo topográfico, Kmax e coma, medidos com o Galilei (Ziemer, Port, Suíça). Todos os parâmetros foram avaliados no pré-operatório e aos 3 e 6 meses de pós-operatório.

Resultados: A média de idade dos pacientes foi de 26,34±8,49 anos; 28 (56,7%) eram do sexo feminino, 34 olhos apresentavam ceratocone de fenótipo tipo 2 e outros 26 olhos de fenótipo tipo 3. Aos 6 meses de pós-operatório, os olhos de fenótipo tipo 2 obtiveram ganhos na acuidade visual não corrigida e melhor acuidade visual corrigida de 0,30 LogMAR e 0,15 LogMAR, respectivamente; e reduções de 2,45D no astigmatismo topográfico; 2,30D no Kmax; 0,32µm no coma; 1,63D no astigmatismo refracional e 1,88D no equivalente esférico. Aos 6 meses, os olhos de fenótipo tipo 3 obtiveram ganhos na acuidade visual não corrigida e na melhor acuidade visual corrigida de 0,50 logMAR e 0,10 LogMAR, respectivamente; e reduções de 3,00D no astigmatismo topográfico; 5,20 D no Kmax; 0,09µm no coma; 2,00D no astigmatismo refracional e 4,25D no equivalente esférico. Os resultados das comparações entre 3 e 6 meses de pós-operatório não foram estatisticamente significativos para nenhuma das variáveis avaliadas, o que denotou a estabilidade do procedimento nesse tempo de seguimento.

Conclusão: O implante de segmentos assimétricos de Kearing em olhos com ceratocone e astigmatismo irregular/assimétrico (fenótipos tipo 2 e 3) melhoraram os parâmetros visuais, topográficos e refrativos com segurança e eficácia clínica.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the visual, topographic, and refractive outcomes of the implantation of asymmetric segments (AS) of the ICRS intracorneal ring in eyes with keratoconus and irregular/asymmetric astigmatism (phenotypes type 2 Duck and 3 Snowman by morphological classification of Fernandez-Vega/Alfonso Keratoconus).

Methods: Prospective clinical study including 60 patients (60 eyes) with keratoconus who underwent implantation of the Kearing ICRS selected and implanted according to the Mediphacos nomogram (<http://kearing.online>) with femtosecond laser. Preoperative and postoperative evaluations included uncorrected visual acuity, best corrected visual acuity, refractive astigmatism, spherical equivalent, and topographic astigmatism, Kmax, and coma measured with the Galilei (Ziemer, Port, Switzerland). All parameters were assessed preoperatively and at 3 and 6 months postoperatively.

Results: Overall mean age was 26.34 ± 8.49 years; 28 (56.7%) were female, 34 eyes had keratoconus of type 2 phenotype and another 26 eyes of type 3 phenotype. At 6 months postoperatively, eyes with type 2 phenotype obtained gains in uncorrected visual acuity and best corrected visual acuity of 0.30 LogMAR and 0.15 LogMAR, respectively; and reductions of 2.45D in topographic astigmatism; 2.30D in Kmax; 0.32µm in coma; 1.63D in refractive astigmatism and 1.88D in spherical equivalent. At 6 months, eyes with type 3 phenotype obtained gains in UDVA and CDVA of 0.50 logMAR and 0.10 LogMAR, respectively; and reductions of 3.00D in topographic astigmatism; 5.20D in Kmax; 0.09µm in coma;

2.00D in refractive astigmatism and 4.25D in spherical equivalent. The results of the comparisons at 3 and 6 months postoperatively were not statistically significant for any of the variables evaluated, which denotes the stability of the procedure in this follow-up time.

Conclusion: Implantation of the asymmetric Kearing in eyes with keratoconus and asymmetric/irregular astigmatism (type 2 and 3 phenotypes) improved visual, topographic, and refractive parameters with safety and clinical efficacy.

INTRODUÇÃO

O ceratocone é uma condição patológica que dá a córnea uma forma cônica e protrusa, devido ao seu afilamento progressivo, com início tipicamente na segunda década de vida.⁽¹⁾ À medida que a afecção progride, ocorre deterioração da função visual pelo aumento do astigmatismo irregular da córnea, pela alta miopia e por aberrações visuais de alta ordem que impactam negativamente na qualidade de vida dos pacientes.^(2,3)

Nas últimas duas décadas, houve mudança de paradigma no manejo do ceratocone.⁽⁴⁾ O tratamento expandiu-se significativamente do uso de óculos, lentes de contato (LC)⁽⁵⁾ e ceratoplastia penetrante⁽⁶⁾ para muitas outras modalidades terapêuticas e refrativas, incluindo o *cross-linking* corneano (CXL), associadas ou não à fotoablação da córnea e à implantação de segmentos de anel corneano intraestromal (ICRS),^(7,8) ceratoplastia lamelar anterior profunda (DALK)^(9,10) e, mais recentemente, o transplante de camada de Bowman,^(11,12) a ceratofacia estromal⁽¹³⁾ e a regeneração estromal.^(14,15)

Os ICRS estão disponíveis em vários comprimentos de arco, diâmetros e espessuras. O efeito do aplanamento corneano correlaciona-se com a espessura do segmento de ICRS.⁽¹⁶⁾ Segmentos assimétricos de ICRS foram recentemente desenvolvidos com a espessura, aumentando gradualmente de uma extremidade à outra. Com esses segmentos assimétricos, o efeito de aplanamento pode ser maior numa extremidade do segmento, tornando possível personalizar o tratamento e aumentar sua efetividade em padrões assimétricos de ceratocone. Dada a atualidade e a relevância do tema, objetiva-se, nesta investigação, avaliar os resultados visuais, topográficos e refrativos do implante de AS de anel intracorneano em olhos com ceratocone e astigmatismo irregular/assimétrico (fenótipos tipo 2 Duck e 3 Snowman pela classificação morfológica do ceratocone de Fernandez-Vega/Alfonso).⁽¹⁷⁾

MÉTODOS

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo sob CAAE 06996818.3.3002,0068. Realizou-se estudo clínico, prospectivo, de série de casos, com

intervenção. A população do estudo foi composta de 60 pacientes (60 olhos) portadores de ceratocone submetidos ao implante de AS-ICRS Kearing (Medidphacos, Belo Horizonte, Brasil), no Hospital Oftalmológico de Sorocaba – Banco de Olhos de Sorocaba, na cidade de Sorocaba (SP), entre janeiro de 2019 e fevereiro de 2023.

Foram incluídos pacientes portadores de ceratocone dos fenótipos 2 e 3,⁽¹⁷⁾ com indicação para o implante de ICRS, de acordo com os critérios preestabelecidos na rotina do Hospital Oftalmológico de Sorocaba: ceratocone grau 1-3 (Amsler-Krumeich, AK), estável, paquimetria corneana em ponto mais fino $\geq 400\mu\text{m}$, paquimetria em zona de implantação dos segmentos $\geq 450\mu\text{m}$, pacientes de ambos os sexos, maiores de 18 anos de idade, intolerantes ao uso de LC, com o eixo visual transparente e capacidade para compreender e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram excluídos os portadores de ceratocone com comorbidades oculares (afeção ativa de natureza alérgica, inflamatória ou infecciosa) e/ou sistêmicas (doenças do tecido conjuntivo-vascular); pessoas submetidas à cirurgia ocular prévia; com eixo visual com opacidade, hidropisia aguda e aqueles com sinais de progressão do ceratocone e/ou indicação para a associação de ICRS com CXL.

Os participantes do estudo foram submetidos a exame oftalmológico completo, com medida da acuidade visual (AV) de longe e perto, sem e com a melhor correção, tomografia de segmento anterior por método Scheimpflug e aberrometria Galilei (Ziemer, Port, Suíça), refratometria ocular, biomicroscopia do segmento anterior ocular, medida da pressão intraocular (PIO) e fundoscopia.

O nomograma Medidphacos (<http://kearing.online>) estabelece regras diferentes para a seleção dos segmentos de anéis assimétricos para os ceratocones dos fenótipos tipos 2 e 3. Nos olhos com ceratocone de fenótipo tipo 2, em que os hemimeridianos mais curvos não estão alinhados e apresentam diferença de 30° a 60° entre o eixo topográfico mais plano e o eixo do coma, o nomograma sugere a inserção de segmento de AS-ICRS com a parte mais espessa orientada para o hemimeridiano mais curvo e a porção mediana centrada no eixo topográfico mais plano, com ou sem a implantação de um segundo segmento de anel de espessura padrão implantado a 180°.

Para os olhos com ceratocone paracentral de fenótipo tipo 3, em que ambos os hemimeridianos estão alinhados, mas com o hemimeridiano inferior mais curvo que o superior e com eixo topográfico mais plano e o eixo do coma a 90° um do outro, orienta-se o implante de um ou de ambos os segmentos assimétricos.

Os segmentos assimétricos do Kearing AS-ICRS foram escolhidos de acordo com o nomograma da Mediphacos TM e confirmados pelo cirurgião. O implante do Kearing AS-ICRS foi feito com *laser* de femtosegundo (LenSx®, Alcon), seguindo os passos cirúrgicos habituais da técnica na rotina do hospital: profundidade de confecção do túnel padronizada para todos os casos em 120µm a menos do que a espessura mínima medida na zona de implantação dos segmentos – 5 ou 6mm, com profundidade mínima de 330µm e máxima de 400µm. A espessura do segmento implantado não ultrapassou 60% da espessura mínima na zona de implantação.

A avaliação pós-operatória incluiu consultas no primeiro, sétimo, trigésimo, nonagésimo dia e finalmente com 6 meses de pós-operatório. Em todas as consultas, foi realizado exame oftalmológico de rotina, incluindo medida de AV de longe e perto, sem e com a melhor correção, biomicroscopia, tonometria e fundoscopia.

As avaliações tomográficas e de aberrometria (método Scheimpflug) foram realizadas com 30 dias e repetidas, com 3 e 6 meses. O exame de tomografia de coerência óptica de segmento anterior (OCT-SA) foi realizado com 30 e 180 dias, a fim de avaliar a profundidade dos segmentos de AS-ICRS implantados.

Para a análise dos dados, foi criado um banco de dados no programa Microsoft Excel 365. As medidas de AV foram convertidas para unidades de LogMAR para serem analisadas. As variáveis categóricas foram expressas em termos de medianas, primeiro e terceiro quartis para aquelas que não apresentaram distribuição normal gaussiana. A normalidade da distribuição das variáveis

numéricas foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk. Para avaliar se houve diferença significativa entre as medidas pareadas, aplicou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon. Os resultados dos valores das medianas das medidas pré-implante e aos 3 e 6 meses de pós-operatório tiveram avaliado o tamanho do efeito r , considerando-se o tamanho de efeito alto se $r > 0,80$, médio para $r > 0,50$ e baixo para $r > 0,20$.⁽¹⁸⁾ Todas as análises foram realizadas ao nível de significância de 0,05 e utilizou-se o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows, versão 23.0, na obtenção dos resultados.

RESULTADOS

Participaram do estudo 60 pacientes com média de idade de 26,34 ($\pm 8,49$) anos. Eram do sexo masculino 32 (53,3%) pacientes. Foram classificados como portadores de ceratocone morfologia tipo 2 56,7% dos pacientes e 43,3% como portadores de ceratocone morfologia tipo 3.

Na tabela 1, apresentam-se as comparações entre as variáveis do estudo nos momentos pré-operatório e de 3 meses de pós-operatório.

Os resultados das comparações pré e pós-operatório de 3 meses para os ceratocones de morfologia tipo 2 foram estatisticamente significativos para todas as variáveis do estudo, exceto para astigmatismo refracional ($p=0,125$). As variáveis com diferenças significativas foram logMAR AVSC ($p < 0,001$), logMAR AVCC ($p=0,006$), astigmatismo topográfico ($p < 0,001$), Kmax ($p < 0,001$), coma ($p=0,007$) e equivalente esférico ($p=0,004$).

Os resultados dos valores das medianas demonstram que as medidas no pós-operatório de 3 meses foram significativamente menores (em módulo) do que no pré-operatório, com tamanho de efeito alto ($r > 0,80$) para as variáveis LogMAR AVSC, astigmatismo topográfico e Kmax, e tamanho de efeito médio ($r > 0,5$) para as variáveis LogMAR AVCC, astigmatismo topográfico, Kmax e equivalente esférico.

Tabela 1. Comparação entre as variáveis do estudo nos momentos pré e 3 meses de pós-operatório – ceratocone fenótipo tipo 2 (n=34)

Variável	Pré-operatório	3 meses Pós-operatório	Z	Valor de p	Tamanho de efeito r
LogMAR AVSC	0,70 (0,55-1,30)	0,40 (0,30-0,55)	-3,634	<0,001*	0,79
LogMAR AVCC	0,40 (0,20-0,55)	0,30 (0,10-0,40)	-2,746	0,006*	0,51
Astigmatismo topográfico	4,80 (3,20-5,80)	2,70 (1,80-3,48)	-3,785	<0,001*	0,73
Kmax	56,40 (54,20-59,90)	54,20 (51,80-55,00)	-3,606	<0,001*	0,79
Coma	1,74 (1,31-2,28)	1,38 (1,03-2,02)	-2,694	0,007*	0,57
Astigmatismo refracional	-4,13 (-4,93--2,00)	-2,50 (-3,50--2,00)	-1,533	0,125	0,31
Equivalente esférico	-5,13 (-7,09--2,44)	-2,88 (-5,41--1,44)	-2,906	0,004*	0,57

*Valor de $p < 0,05$.

Teste não paramétrico de Wilcoxon. Z = estatística do teste de Wilcoxon.

Resultados expressos como mediana (primeiro quartil-terceiro quartil).

AVSC: acuidade visual sem correção; AVCC: acuidade visual com correção.

Tabela 2. Comparação entre as variáveis do estudo nos momentos pré e 6 meses de pós-operatório – ceratocone fenótipo tipo 2 (n=34)

Variável	Pré-operatório	6 meses Pós-operatório	Z	Valor de p	Tamanho de efeito r
LogMAR AVSC	0,70 (0,55-1,30)	0,40 (0,30-0,58)	-2,807	0,005*	0,81
LogMAR AVCC	0,40 (0,20-0,55)	0,25 (0,10-0,45)	-2,300	0,021*	0,51
Astigmatismo topográfico	4,80 (3,20-5,80)	2,50 (1,95-3,73)	-3,261	0,001*	0,75
Kmax	56,40 (54,20-59,90)	53,95 (51,20-59,00)	-3,140	0,002*	0,84
Coma	1,74 (1,31-2,28)	1,42 (1,05-2,03)	-1,988	0,047*	0,51
Astigmatismo refracional	-4,13 (-4,93--2,00)	-2,50 (-3,25--2,00)	-1,515	0,130	0,44
Equivalente esférico	-5,13 (-7,09--2,44)	-3,25 (-4,75--2,25)	-2,642	0,008*	0,64

*Valor de $p < 0,05$.

Teste não paramétrico de Wilcoxon. Z = estatística do teste de Wilcoxon.

Resultados expressos como mediana (primeiro quartil-terceiro quartil).

AVSC: acuidade visual sem correção; AVCC: acuidade visual com correção.

Tabela 3. Comparação entre as variáveis do estudo nos momentos pré e 3 meses de pós-operatório – ceratocone fenótipo tipo 3 (n=26)

Variável	Pré-operatório	3 meses Pós-operatório	Z	Valor de p	Tamanho de efeito r
LogMAR AVSC	0,90 (0,50-1,30)	0,40 (0,30-0,90)	-3,532	<0,001*	0,83
LogMAR AVCC	0,40 (0,30-0,50)	0,30 (0,20-0,40)	-3,228	0,001*	0,78
Astigmatismo topográfico	5,10 (3,90-7,00)	2,11 (1,30-2,90)	-3,339	0,001*	0,79
Kmax	61,00 (56,80-64,00)	56,15 (54,70-58,90)	-3,593	<0,001*	0,85
Coma	1,65 (1,35-1,96)	1,54 (0,92-1,84)	-1,328	0,184	0,31
Astigmatismo refracional	-4,00 (-5,00--2,50)	-2,00 (-2,50--1,50)	-1,734	0,083	0,42
Equivalente esférico	-7,25 (-9,50--3,50)	-2,88 (-7,25--1,75)	-2,344	0,019*	0,63

*Valor de $p < 0,05$.

Teste não paramétrico de Wilcoxon. Z = estatística do teste de Wilcoxon.

Resultados expressos como mediana (primeiro quartil-terceiro quartil).

AVSC: acuidade visual sem correção; AVCC: acuidade visual com correção.

Na tabela 2, apresentam-se as comparações entre as variáveis do estudo nos momentos de 3 meses e 6 meses de pós-operatório.

Os resultados das comparações pré e pós-operatório de 6 meses para os ceratocones de morfologia tipo 2 foram estatisticamente significativos para todas as variáveis do estudo, exceto para astigmatismo refracional ($p=0,130$). As variáveis com diferenças significativas foram logMAR AVSC ($p=0,005$), logMAR AVCC ($p=0,021$), astigmatismo topográfico ($p=0,001$), Kmax ($p=0,002$), coma MAG ($p=0,047$) e equivalente esférico ($p=0,008$).

Os resultados dos valores das medianas demonstram que as medidas no pós-operatório de 6 meses foram significativamente menores (em módulo) do que no pré-operatório, com tamanho de efeito alto ($r > 0,80$) para as variáveis LogMAR AVSC e Kmax; e tamanho de efeito médio ($r > 0,50$) para as variáveis LogMAR AVCC, LogMAR AVCC, astigmatismo topográfico e equivalente esférico.

Os resultados das comparações entre 3 e 6 meses de pós-operatório para o ceratocone de morfologia tipo 2 não foram estatisticamente significativos para nenhuma das variáveis avaliadas.

Na tabela 3, apresentam-se as comparações entre as variáveis do estudo nos momentos pré-operatório e de 3 meses de pós-operatório.

Os resultados das comparações pré e pós-operatório de 3 meses para os ceratocones de morfologia tipo 3 foram estatisticamente significativos para todas as variáveis do estudo, exceto para coma ($p=0,184$) e astigmatismo refracional ($p=0,083$). As variáveis com diferenças significativas foram logMAR AVSC ($p < 0,001$), logMAR AVCC ($p=0,001$), astigmatismo topográfico ($p=0,001$), Kmax ($p < 0,001$) e equivalente esférico ($p=0,019$).

Os resultados dos valores das medianas (Tabela 4) demonstram que as medidas no pós-operatório de 3 meses foram significativamente menores (em módulo) do que no pré-operatório, com tamanho de efeito alto ($r > 0,80$) para as variáveis LogMAR AVSC e Kmax; tamanho de efeito médio ($r > 0,50$) para as variáveis LogMAR AVCC, astigmatismo topográfico e equivalente esférico.

Os resultados das comparações pré e pós-operatório de 6 meses para os ceratocones de morfologia tipo 3 foram estatisticamente significativos para todas as variáveis do estudo, exceto para coma ($p=0,110$), astigmatismo refracional ($p=0,138$) e equivalente esférico ($p=0,091$). As variáveis com diferenças significativas foram logMAR AVSC ($p=0,005$), logMAR AVCC ($p=0,003$), astigmatismo topográfico ($p=0,002$) e Kmax ($p=0,003$).

Os resultados dos valores das medianas (Tabela 4) demonstram que as medidas no pós-operatório de 6 meses foram significativamente menores (em módulo) do que

Tabela 4. Comparação entre as variáveis do estudo nos momentos pré e 6 meses de pós-operatório – ceratocone fenótipo tipo 3 (n=26)

Variável	Pré-operatório	6 meses Pós-operatório	Z	Valor de p	Tamanho de efeito r
LogMAR AVSC	0,90 (0,50-1,30)	0,40 (0,30-0,55)	-2,823	0,005*	0,85
LogMAR AVCC	0,40 (0,3-0,5)	0,30 (0,10-0,40)	-2,977	0,003*	0,80
Astigmatismo topográfico	5,10 (3,90-7,00)	2,10 (1,70-3,40)	-3,042	0,002*	0,84
Kmax	61,00 (56,80-64,00)	55,80 (54,70-57,45)	-2,934	0,003*	0,88
Coma	1,65 (1,35-1,96)	1,56 (1,00-1,68)	-1,600	0,110	0,48
Astigmatismo refracional	-4,00 (-5,00--2,50)	-2,00 (-2,00--1,00)	-1,483	0,138	0,49
Equivalente esférico	-7,25 (-9,50--3,50)	-3,00 (-5,00--1,63)	-1,689	0,091	0,51

*Valor de $p < 0,05$.

Teste não paramétrico de Wilcoxon. Z = estatística do teste de Wilcoxon.

Resultados expressos como mediana (primeiro quartil-terceiro quartil).

AVSC: acuidade visual sem correção; AVCC: acuidade visual com correção.

no pré-operatório, com tamanho de efeito alto ($r > 0,80$) para as variáveis LogMAR AVSC, LogMAR AVCC, astigmatismo topográfico e Kmax (Cohen, 1988).

Os resultados das comparações entre 3 e 6 meses de pós-operatório para o ceratocone de morfologia tipo 3 não foram estatisticamente significativos para nenhuma das variáveis avaliadas.

DISCUSSÃO

No presente estudo utilizou-se a classificação morfológica de ceratocone de Fernandez-Vega/Alfonso⁽¹⁷⁾ para selecionar olhos com ceratocone dos fenótipos 2 e 3 que são os mais difíceis de serem abordados com os implantes de ICRS de espessura padrão.⁽¹⁷⁾

O estudo demonstra que o implante de segmentos assimétricos Keraring AS-ICRS de acordo o nomograma da Mediphacos melhorou significativamente parâmetros visuais, topográficos e refrativos nos olhos portadores de ceratocone dos fenótipos tipos 2 (Duck) e 3 (Snowman) (Tabelas 1 a 4). Aos 6 meses de pós-operatório, para os olhos com ceratocone de fenótipo tipo 2, houve ganho significativo na AVSC e AVCC de 0,30 logMAR e de 0,15 logMAR, respectivamente. Para os olhos com ceratocone com fenótipo tipo 3, houve ganho significativo da AVSC e AVCC de 0,50 logMAR e 0,10 logMAR, respectivamente. Baptista et al.⁽¹⁹⁾ correlacionaram AVCC mais alta com valores pré-operatórios mais baixos de Kmax ($r = -0,47$; $p = 0,048$) e com o total de aberrações de alta ordem ($r = -0,509$; $p = 0,031$). Salomao et al.⁽²⁰⁾ mostraram que os implantes de segmentos de ICRS padrão reduziram significativamente a maioria dos índices de irregularidade corneana (ISV, IVA, KI, IHD e IHA). Tan Bo et al.⁽²¹⁾ com implante de segmentos assimétricos de AS-ICRS, aos 12 meses de pós-operatório, mostraram reduções significativas desses índices de irregularidade corneana. Baptista et al.⁽¹⁹⁾ mostraram aos 12 meses de pós-operatório reduções significativas do Kmax de 2,46D e do astigmatismo

topográfico de 1,97D. Considerando-se os olhos com ceratocone dos fenótipos tipo 2 e 3, as reduções para Kmax foram de 2,45D e 5,20D, respectivamente, enquanto para o astigmatismo topográfico foram de 2,30D e 3,00D, respectivamente; as reduções no coma foram de 0,32 μ m e 0,09 μ m, respectivamente. A utilização de segmentos de anel de espessura padrão e também de segmentos assimétricos tem mostrado aumento nas aberrações comáticas, que sabidamente afetam a função visual dos pacientes com ceratocone.⁽²¹⁾ Baptista et al.⁽¹⁹⁾ enfatizaram que valores topográficos mais altos no pré-operatório (Kmax, K1 e K2) correlacionaram-se com parâmetros aberrométricos mais altos pré-operatórios e sugeriram que essas associações deveriam ser levadas em conta no aprimoramento de futuros nomogramas para a seleção e implante de AS-ICRS.

Nos olhos com ceratocone dos fenótipos tipos 2 e 3, para o astigmatismo refracional, as reduções foram de 1,63D e 2,00D, respectivamente; enquanto para o equivalente esférico foram de 1,88D e 4,25D, respectivamente. Considerando-se esses olhos, as reduções do Kmax foram de 2,45D e 5,20D, respectivamente, enquanto para o astigmatismo topográfico foram 2,30D e 3,00D, respectivamente. As reduções significativas do astigmatismo refracional e do equivalente esférico foram consistentes com o aplanamento das leituras ceratométricas.

Barugel et al.⁽¹⁶⁾ avaliaram os desfechos do Keraring ICRS padrão e do Keraring AS-ICRS e compararam os dois grupos. A redução encontrada no K médio no grupo Keraring ICRS padrão foi de 1,79D, enquanto no grupo Keraring AS-ICRS foi de 2,47D. Embora a magnitude da melhora tenha sido maior no grupo Keraring AS-ICRS, a diferença entre os grupos não mostrou significância estatística. No presente estudo, a redução do valor de Kmax foi superior à encontrada em outros estudos de implante de AS-ICRS e também aos implantes de ICRS padrão, em conformidade com o estudo de Barugel et al.⁽¹⁶⁾

O estudo teórico do modelo de elementos finitos feito por García de Oteyza et al.⁽²²⁾ corrobora os achados de efetividade do AS-ICRS no ceratocone assimétrico. Os autores afirmaram que a espessura do anel é um parâmetro mais efetivo do que a largura da base do anel nos aplanamentos da córnea central e periférica. No entanto, uma questão-chave levantada por Baptista et al.⁽¹⁹⁾ que permanece sem resposta é se, em olhos semelhantes, o implante de AS-ICRS melhora a AV mais do que o implante de ICRS simétrico.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com os achados de Baptista et al.⁽¹⁹⁾ mostrando que fenótipos específicos de ceratocone podem ser candidatos ideais para os implantes de AS-ICRS. Enfatiza-se, no entanto, que mais estudos comparativos são necessários para avaliar completamente a diferença entre vários modelos de ICRS e validar essa hipótese.

Não ocorreram complicações nos procedimentos de implantação dos AS-ICRS Keraring, e nenhum anel foi explantado durante o seguimento pós-operatório dos pacientes deste estudo. Também, no estudo conduzido por Prisant et al.⁽²³⁾ não ocorreram complicações nos procedimentos de implantação, e nenhum anel foi explantado durante os 3 meses de seguimento.

São limitações do presente estudo a falta de um grupo controle com implante de segmentos de ICRS padrão para comparação, o que não permitiu a realização de um ensaio clínico randomizado, e também o tempo de seguimento de apenas 6 meses. Pesquisas futuras são necessárias para avaliar no longo prazo a segurança, a estabilidade e a eficácia dos resultados visuais, topográficos e refrativos do implante AS Keraring .

CONCLUSÃO

O implante dos AS de anel intraestromal Keraring em olhos com ceratocone dos fenótipos tipos 2 (Duck) e 3 (Snowman) foi seguro e eficaz e melhorou os parâmetros visuais, topográficos, refrativos e aberrométrico. O estudo mostrou estabilidade dos parâmetros avaliados no período de seguimento de 6 meses.

REFERÊNCIAS

- Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol*. 1998;42(4):297-319.
- Tan JC, Nguyen V, Fenwick E, Ferdi A, Dinh A, Watson SL. Vision-Related Quality of Life in Keratoconus: A Save Sight Keratoconus Registry Study. *Cornea*. 2019;38(5):600-4.
- Kandel H, Pesudovs K, Watson SL. Measurement of quality of life in keratoconus. *Cornea*. 2020;39(3):386-93.
- Deshmukh R, Ong ZZ, Rampat R, Alió Del Barrio JL, Barua A, Ang M, et al. Management of keratoconus: an updated review. *Front Med (Lausanne)*. 2023;10:1212314.
- Gomes JA, Tan D, Rapuano CJ, Belin MW, Ambrósio R Jr, Guell JL. Group of panelists for the global Delphi panel of keratoconus and ectatic diseases. Global consensus on keratoconus and ectatic diseases. *Cornea*. 2015;34(4):359-69.
- Riau A, Htoon H, Alió Del Barrio J, Nubile M, El ZM, Mastropasqua L, et al. Femtosecond laser-assisted stromal keratophakia for keratoconus: a systemic review and meta-analysis. *Int Ophthalmol*. 2021;41:1965-79.
- Chan C. Corneal cross-linking for keratoconus: current knowledge and practice and future trends. *Asia-Pacific J Ophthalmol*. 2020;9(6):557-64.
- Angelo L, Gokul Boptom A, McGhee C, Ziaei M. Corneal crosslinking: present and future. *Asia Pac J Ophthalmol*. 2022;11(5):441-52.
- Gadhvi K, Romano V, Fernández-Vega Cueto L, Aiello F, Day A, Allan B. Deep anterior lamellar keratoplasty for keratoconus: multisurgeon results. *Am J Ophthalmol*. 2019;201:54-62.
- Patil M, Mehta J. Lamellar keratoplasty for advanced keratoconus. *Asia Pac J Ophthalmol*. 2020;9(6):580-8.
- García de Oteyza G, González Dibildox L, Vázquez-Romo K, Tapia Vázquez A, Dávila Alquisiras J, Martínez-Báez B, et al. Bowman layer transplantation using a femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg*. 2019;45(3):261-6.
- Zygoura V, Birbal R, van Dijk K, Parker J, Baydoun L, Dapena I, et al. Validity of Bowman layer transplantation for keratoconus: visual performance at 5-7 years. *Acta Ophthalmol*. 2018;96(7):e901-2.
- Riau A, Htoon H, Alió Del Barrio J, Nubile M, El ZM, Mastropasqua L, et al. Femtosecond laser-assisted stromal keratophakia for keratoconus: a systemic review and meta-analysis. *Int Ophthalmol*. 2021;41(5):1965-79.
- Alió Del Barrio J, Arnalich-Montiel F, De Miguel M, El Zarif M, Alió J. Corneal stroma regeneration: preclinical studies. *Exp Eye Res*. 2021;202:108314.
- El Zarif M, Alió J, Alió Del Barrio J, Abdul JK, Palazón-Bru A, Abdul JZ, et al. Corneal stromal regeneration therapy for advanced keratoconus: long-term outcomes at 3 years. *Cornea*. 2021;40(6):741-54.
- Barugel R, David C, Kallel S, Borderie M, Cuyaubère R, Goemaere I, et al. Comparative study of asymmetric versus non-asymmetric intrastromal corneal ring segments for the management of keratoconus. *J Refract Surg*. 2021;37(8):552-61.
- Alfonso JF, Lisa C, Fernández-Vega Cueto L, Poo A, Madrid D. Clasificación del queratocono basada en fenotipos clínicos. In: Del Buey Sayas MA, Peris Martínez C, editors. *Influencia del astigmatismo congénito en la morfología del queratocono. Biomecánica y arquitectura corneal*. España, Barcelona: Elsevier; 2014. Vol Monografías SECOIR. p. 165-84.
- Cohen J. *Statistical power analysis for the behavior sciences*. 2nd ed. New York: Academic Press; 1988.
- Baptista PM, Marques JH, Neves MM, Gomes M, Oliveira L. Asymmetric thickness intracorneal ring segments for keratoconus. *Clin Ophthalmol*. 2020;14:4415-21.
- Salomao MQ, Guerra FP, Ramos IC, Jordao LF, Canedo AL, Valbon BF, et al. Accuracy of Topometric Indices for Distinguishing between Keratoconic and Normal Corneas. *J Kerat Ect Cor Dis*. 2013;2(3):108-12.
- Tan Bo, Baker K, Chen YL, Lewis JW, Shi L, Swartz T, et al. How keratoconus influences optical performance of the eye. *J Vis*. 2008;8(2):13.
- García de Oteyza G, Álvarez de Toledo J, Barraquer RI, Kling S. Refractive changes of a new asymmetric intracorneal ring segment with variable thickness and base width: A 2D finite-element model. *PLoS One*. 2021;16(9):e0257222. Erratum in: *PLoS One*. 2024;19(7):e0306652.
- Prisant O, Pottier E, Guedj T, Hoang Xuan T. Clinical outcomes of an asymmetric model of intrastromal corneal ring segments for the correction of Keratoconus. *Cornea*. 2020;39(2):155-60.