

# Anéis de Ferrara: – 4 Anos depois

J. Feijão, N. Alves, A. Duarte, F. Trincão, V. Maduro, C. Batalha, P. Candelária

Serviço de Oftalmologia do Centro Hospitalar de Lisboa – Zona Central

## RESUMO

Os anéis intraestromais, nomeadamente o anel de Ferrara, constitui uma importante opção terapêutica das doenças ectásicas da córnea, de origem não inflamatória como o Queratocone. Os autores analisaram os primeiros 30 casos operados no Serviço de Oftalmologia do C.H.L relativamente à eficácia, estabilidade e segurança deste procedimento ao longo dos 4 anos. Verificaram estabilidade refractiva, diminuição queratométrica e do equivalente esférico e boa tolerância ao material implantado. Os autores concluem que esta opção terapêutica para o queratocone é segura, reversível, com resultados estáveis que permitem adiar ou evitar a queratoplastia.

## Introdução

O queratocone constitui a mais frequente doença ectásica não inflamatória da córnea e caracteriza-se por um adelgaçamento progressivo da região central ou paracentral. Esta deformação condiciona um astigmatismo irregular e subsequente diminuição da acuidade visual com e sem correcção <sup>1</sup>.

Nos estágios iniciais da doença a correcção com óculos ou lentes de contacto é o tratamento de eleição, apesar do efeito adverso que a extrema e progressiva dependência de correcção óptica provoca na qualidade de vida pessoal e social do doente com queratocone <sup>2,3</sup>. Nos queratocones mais avançados, nomeadamente com máculas centrais e marcada diminuição da espessura corneana, a queratoplastia penetrante (QP) ou a queratoplastia lamelar anterior profunda (QLAP) constituem a única opção com comprovado benefício tectónico e/ou refractivo <sup>4-7</sup>. Os segmentos de anéis intraestromais (SAIE) surgem assim no espectro terapêutico do queratocone como a solução

intermédia, particularmente nos doentes com queratocone moderado em que a correcção óptica não permite uma melhoria significativa da acuidade visual, ou com intolerância às lentes de contacto. O seu objectivo é estabilizar a doença ectásica e a melhoria refractiva/queratométrica, obviando os riscos intra e pós-operatórios da queratoplastia numa população caracteristicamente jovem e activa <sup>8</sup>.

Os SAIE têm como princípio a adição de material de PMMA na forma de um segmento de anel com subsequente regularização da córnea. As alterações na conformação da córnea induzidas por este método aditivo baseiam-se nos postulados de Barraquer e Blavatskaya: quando se adiciona material na periferia ou na mesma proporção se remove do centro da córnea, consegue-se uma aplanção central. O aplanamento induzido varia em proporção directa com a espessura do anel e inversamente com o seu diâmetro <sup>9</sup>. Foi Barraquer quem em meados dos anos 50 primeiramente implantou anéis intraestromais na média periferia da córnea com o intuito de corrigir

a miopia e astigmatismo ligeiros. Nos anos seguintes, inúmeras publicações, salientaram a biocompatibilidade e a relativa predictibilidade dos implantes de PMMA<sup>10</sup>.

Os anéis de Ferrara, ou em rigor os segmentos de anel Ferrara (SAF) de 160° de arco, foram pela primeira vez implantados em 1996 por Paulo Ferrara em doentes com queratocone. Desde então assistiu-se a uma optimização tecnológica dos segmentos de AF e da própria técnica cirúrgica, a par do desenvolvimento de outros tipos de SAIE como os Intacs, Kerarings ou mais recentemente os Cornealrings<sup>11-15</sup>.

O nosso estudo teve como objectivo avaliar a eficácia e estabilidade das alterações topográficas e refractivas induzidas pelo implante de segmentos de AF em doentes com queratocone.

## Material e Métodos

Estudo retrospectivo dos primeiros 30 casos de doentes com queratocone que completaram 48 meses de seguimento com anel de Ferrara (AF).

Os doentes seleccionados para implante de AF apresentavam: intolerância às lentes de contacto, diminuição da melhor acuidade visual com correcção (MAVCC), queratometria inferior a 60D, ausência de opacidades corneanas centrais ou paracentrais, espessura corneana no trajecto do túnel não inferior ao dobro da espessura do segmento do anel a implantar.

Os doentes foram agrupados segundo a classificação queratométrica do queratocone, em que se definem 4 graus: Grau I:  $\leq 48D$ ; Grau II  $> 48D$  e  $\leq 53D$ ; Grau III  $> 53D$  e  $\leq 60D$ ; Grau IV  $> 60D$

Considerou-se progressão do queratocone quando se observou pelo menos uma das seguintes condições: diferença entre o K mais curvo aos 4 anos e ao 1 ano superior ou igual a 1D; diminuição da paquimetria (ponto mais fino da córnea) entre o 1 ano e o 4 ano de seguimento superior a 10%.

O estudo incluiu avaliação pré-operatória e ao 1,6,12 e 48 meses pós-operatório dos

seguintes parâmetros: melhor acuidade visual sem correcção (MAVSC), a melhor acuidade visual corrigida (MAVCC) - com óculos; queratometria e paquimetria obtidas por avaliação topográfica com ORBSCAN.

O SAIE implantado e objecto deste estudo é do tipo Ferrara sendo composto de polimetilmetacrilato (PMMA) – acrílico Perspex CQ. Apresenta um diâmetro central de 5mm, e forma triangular em secção transversal com uma base fixa plana de 600  $\mu m$  com espessuras que variam de 150 a 300  $\mu m$ . Todos os segmentos implantados apresentavam 160° de arco, estando agora disponíveis um maior leque de amplitudes de arco 90°, 120° e 210°.

A selecção do número e tipo de segmento de Anel de Ferrara (SAF) para cada caso foi determinado pelo nomograma disponibilizado pelo fabricante, que se baseia na posição relativa do cone, no astigmatismo topográfico e mapa paquimétrico<sup>16</sup>. As cirurgias foram realizadas por 3 cirurgiões segundo a técnica descrita por Paulo Ferrara<sup>11</sup>.

Análise Estatística: A amostra foi dividida em 3 grupos de acordo com o tipo de queratocone. Em cada um dos grupos foram realizados testes de hipóteses, com o objectivo de avaliar se existem diferenças significativas no valor das variáveis k2, k2-k1, paquimetria, MAVSC e MAVCC, entre os valores pré-operatórios e ao fim de 6 meses, 1 ano e 4 anos de seguimento. Realizámos o Teste t de Student para amostras emparelhadas, nos casos em que se verificou o pressuposto da normalidade da diferença, e o teste não paramétrico de Wilcoxon, nos casos em que o referido pressuposto não se verificou. A análise dos dados foi efectuada recorrendo ao software estatístico SPSS, versão 17.0

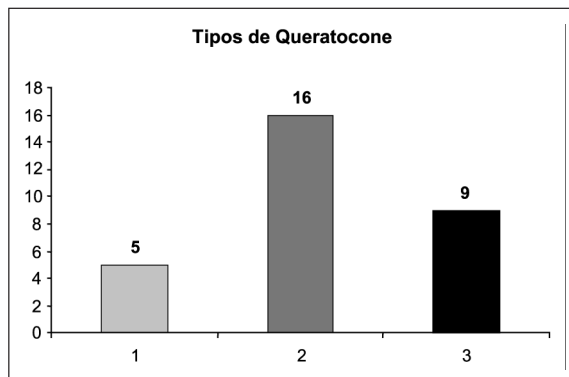
## Resultados

Analísaram-se 30 olhos de 30 doentes com queratocone submetidos a cirurgia de implantes de SAF e com 48 meses de seguimento. Os 30 casos tinham idade compreendida entre os 26 e os 53 anos, com um valor médio de 37,2 anos

e um desvio padrão (DP) de 8,7, sendo 17 do sexo feminino (56,7%) e 13 do sexo masculino (43,3%). Dos 30 casos amostrados, em 12 foram implantados 2 SAF (40%) e em 18 apenas 1 AF (60%). Foram descritas complicações em 6 casos (20%): 2 casos de extrusão nos primeiros meses – com reimplantação posterior; 2 casos de migração do SAF posteriormente reposicionado; 1 descentramento; 1 caso com queixas de halos e deslumbramento noturno significativo.

O gráfico 1 apresenta a distribuição da amostra por tipo de queratocone, sendo que o tipo 2 com 16 casos (53%) e o tipo 3 com 9 (30%) foram os mais frequentes.

Gráfico 1 – Distribuição por tipo de Queratocone.



Nos 3 tipos de queratocone observamos redução pós-operatória dos valores queratométricos, sendo essas diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) (Gráfico 2). A média do K mais curvo diminuiu, no queratocone tipo I de 46,7 D pré-op. para 44 ao final do 1 ano de seguimento; no queratocone tipo II de 50,9 para 47,8 e no queratocone tipo III de 55,4 para 48,9. O K mais curvo pós-op. mantém-se estável ao longo do seguimento registrando-se aos 4 anos valores de 43,8; 48,1; 48,8 respectivamente nos queratocones tipo I, II, e III.

O astigmatismo topográfico K2-K1 apresenta a mesma redução dos valores pós-operatórios comparativamente aos pré-operatórios, no entanto só nos queratocones tipo II e III é que tem significado estatístico ( $p < 0,05$ ) (Gráfico 3).

O K2-K1 médio diminuiu, no queratocone tipo I de 3,9D pré-op. para 2,4D ao final do 1 ano de seguimento; no queratocone tipo II de 4,7 para 2,6 e no queratocone tipo III de 8,5 para 3,7. Pós-operatoriamente não se registaram alterações significativas do K2-K1, observando-se aos 4 anos valores de: 2,7; 2,4 e 3,4 respectivamente nos queratocones tipo I, II, e III.

Gráfico 2 – Evolução do K mais curvo ao longo do tempo por tipo de Queratocone.

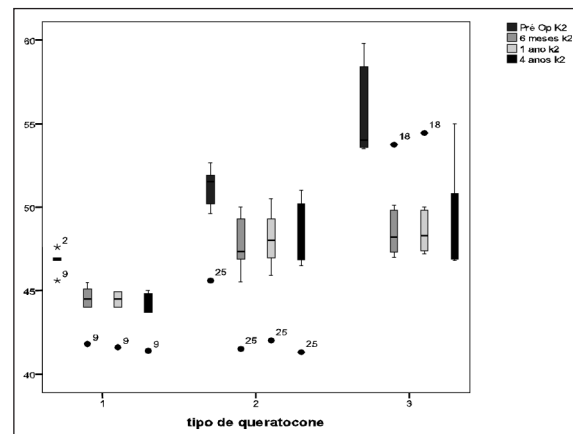
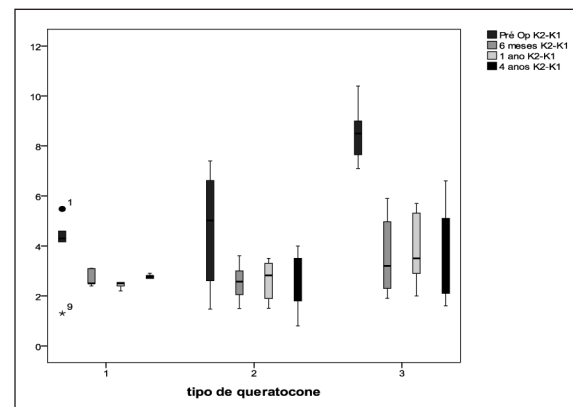


Gráfico 3 – Evolução do astigmatismo topográfico ao longo do tempo por tipo de Queratocone.



A MAVSC e a MAVCC melhoraram consideravelmente no pós-operatório em todos os tipos de queratocone, sendo essa diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Observando o gráfico 4 os valores médios pré-op. da MAVSC aumentam de 0,37; 0,23 e 0,11 para 0,76; 0,54 e 0,34 ao final do 1 ano de

seguimento, respectivamente nos tipos de queratocone I, II e III. A MAVCC também aumenta e no 1 ano de seguimento a sua média é de 0,94 no queratocone tipo I, 0,76 no queratocone tipo II e 0,74 no queratocone tipo III (gráfico 5). Não se registaram alterações significativas da MAVSC e MAVCC até ao final do seguimento.

Gráfico 4 – Evolução da MAVSC ao longo do tempo por tipo de Queratocone.

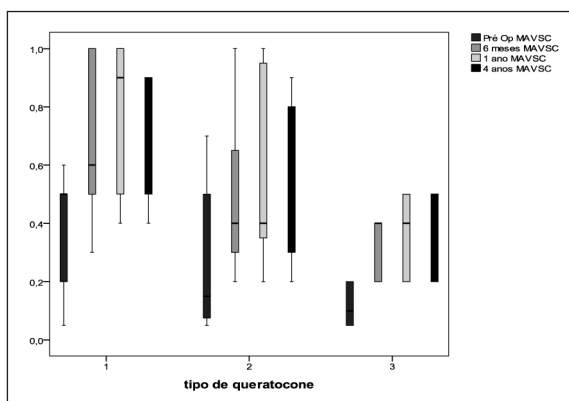
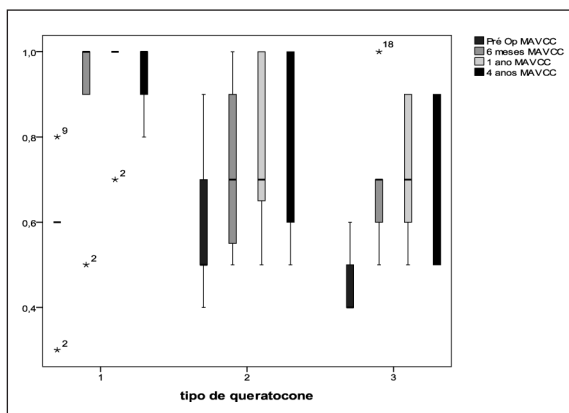


Gráfico 5 – Evolução da MAVCC ao longo do tempo por tipo de Queratocone.



A paquimetria média pré-op. era de 479, 448 e 435 micras, respectivamente nos queratocones tipo I, II e III. Conclui-se não existir diferenças estatisticamente significativas comparando o período pré-op. com após 6 meses, 1 ou 4 anos de acompanhamento pós-operatório.

Houve progressão da doença em 2 casos, ambos de queratocone tipo II e em doentes na

classe etária entre os 30 e 50 anos, em que se constatou um aumento superior a 1 D do K mais curvo entre o 1.º ano e o 4.º ano pós-op.

## Discussão

O implante de SAIE tem sido validado por múltiplos estudos como um procedimento seguro, e eficaz na melhoria topográfica e refractiva em doentes com queratocone. A biotolerância corneana aos SAIE – PMMA é excelente estando apenas associado a uma pequena e breve reacção inflamatória estromal<sup>20</sup>. Esta cirurgia tem a vantagem de preservar a córnea central e de ser reversível, permitindo com a remoção do SAIE retornar aos parâmetros topográficos e refractivos pré operatórios<sup>19</sup>.

Os estudos preliminares que Paulo Ferrara em 1997 apresentou do implante de SAF em doentes com queratocone revelaram uma significativa redução da queratometria média e cilindro pós peratório preservando a esfericidade corneana e melhorando a MAVCC e o padrão topográfico. Desde então as sucessivas evoluções do nomograma (actualmente a 3.ª geração) e optimização da técnica cirúrgica contribuíram para um aumento da sua predictibilidade.

Recentemente Miranda *et al.* demonstrou uma significativa redução queratométrica pós-operatória, um aumento da MAVCC em 87,1% dos doentes e da MAVSC em 80,6%<sup>17</sup>. Os nossos resultados estão em consonância, ao registarmos o mesmo efeito na regularização topográfica e diminuição dos valores queratométricos independentemente do tipo de queratocone. Os SAF permitiram na nossa série, ao final do 1 ano pós-op., diminuições médias do K mais curvo de 2,7; 3,1 e 6,5 D respectivamente nos queratocones tipo I, II e III. Siganos *et al* publicou aumentos da MAVSC de 0,07 pré-operatória para 0,3 ao final do 1.º ano e da MAVCC de 0,37 para 0,6 respectivamente<sup>14</sup>. No nosso estudo, os 3 grupos revelaram melhorias significativas dos índices de acuidade visual sendo a MAVSC média ao final de 4 anos de seguimento o dobro da pré-operatória. A MAVCC nos doentes com queratocone tipo I foi de 0,94

e superior a 0,7 nos queratocones tipo II e III. Nenhum dos doentes apresentou diminuição pós-operatória da AV ao contrário de Kwitko e Severo que o observaram em 11,7% dos casos <sup>18</sup>.

A estabilidade evidenciada ao longo de 4 anos de seguimento é comparável com a demonstrada por um estudo recente de Torquetti *et al* em que analisa parâmetros queratométricos e refractivos de 35 casos ao longo de 5 anos <sup>16</sup>. A progressão queratométrica do queratocone foi detectada ao final de 4 anos em dois casos (6,7%). Paulo Ferrara baseando-se em dados pessoais ainda não publicados refere que em 5% dos doentes os SAF são insuficientes, sendo os doentes indicados para queratoplastia.

A taxa de complicações da nossa série foi de 20%, estando a maioria das complicações relacionada com a técnica cirúrgica (extrusão, descentramento, migração do SAF). O início da curva de aprendizagem cirúrgica explica este número que, como Kwitko e Severo salientam, diminui com a experiência e domínio dos passos cirúrgicos. Nesse estudo, em que avaliam 36 casos, reportam descentramento em 3,9% e extrusão em 19,6% <sup>18</sup>.

A eficácia e a segurança dos SAF estão intrinsecamente associadas a uma correcta implantação. A técnica cirúrgica, na sua generalidade simples, obriga ao cumprimento dum conjunto de detalhes essenciais, nomeadamente: correcto posicionamento do SAF; tunelização a 80% da paquimetria paralelamente à superfície corneana; no caso de dois SAF colocá-los à mesma profundidade; a correcta centragem baseada no reflexo corneano. Comparativamente a outros SAIE o menor diâmetro dos SAF confere-lhes um maior efeito de aplanamento corneano. A sua forma triangular, ao diminuir a dispersão da luz, produz menos fenómenos de halos e deslumbramento <sup>11</sup>.

O nosso estudo confirma a importância dos SAIE, nomeadamente o SAF, na terapêutica do queratocone, em particular nos doentes intolerantes às lentes de contacto ou candidatos a queratoplastia para melhoria refractiva. Na nossa série de doentes com queratocone o implante de SAF permitiu, ao final de 4 anos de seguimento, estabilidade queratométrica,

índices de acuidade visual muito satisfatórios e protelar a queratoplastia. No entanto, estas conclusões necessitam da solidez e validação que os estudos com maior amostra e tempo de seguimento conferem.

## Conclusão

O implante de SAF em doentes com queratocone é um método seguro, reversível que resulta na regularização da superfície corneana e subsequente melhoria dos índices queratométricos e de acuidade visual. A estabilidade das alterações induzidas pelos SAF permite diminuir a taxa de progressão duma doença, por definição evolutiva, e adiar ou evitar a necessidade de queratoplastia.

## Bibliografia

1. RABINOWITZ YS.: Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998; 42:297-319
2. ROSE K, HARPER R, TROMANS C, *et al.*: Quality of life in myopia. *Br J Ophthalmol* 2000; 84:1031-1034
3. CAMP JJ, MAGUIRE LJ, CAMERON BM, ROBB RA.: A computer model for the evaluation of the effect of corneal topography on optical performance. *Am J Ophthalmol* 1990; 109:379-386
4. OLSON RJ, PINGREE M, RIDGES R, *et al.*: Penetrating keratoplasty for keratoconus: a long-term review of results and complications. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26:987-991
5. KIRKNESS CM, FICKER LA, STEELE ADMcG, RICE NSC.: The success of penetrating keratoplasty for keratoconus. *Eye* 1990; 4:673-688
6. BRIERLY SC, IZQUIERDO L JR, MANNIS MJ.: Penetrating keratoplasty for keratoconus. *Cornea* 2000; 19:329-332
7. LIM L, PESUDOV K, COSTER DJ.: Penetrating keratoplasty for keratoconus: visual outcome and success. *Ophthalmology* 2000; 107:1125-1131
8. SEKUNDO W, STEVENS JD.: Surgical treatment of keratoconus at the turn of the 20th century. *J Refract Surg* 2001; 17:69-73
9. BARRAQUER JI.: Queratoplastia refractiva, estudios e informaciones. *Oftalmologicas (Barcelona)* 1949; 2:10-30
10. BARRAQUER JI.: Modification of refraction by means of intracorneal inclusion. *Int Ophthalmol Clin* 1966; 6(1):53-78

11. CUNHA PF.: Técnica cirúrgica para correção de miopia. Anel corneano intraestromal. *Rev Bras Oftalmol* 1995; 58:19-30
12. COLIN J, COCHENER B, SAVARY G, MALET F.: Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1117-1122
13. COLIN J, COCHENER B, SAVARY G, MALET HOLMES-HIGGIN DF.: Intacs for treating keratoconus. One year results. *Ophthalmology* 2001;108:409-414
14. SIGANOS D, FERRARA P, CHATZINIKOLAS K, BESSIS N, PAPASTERGIOU G.: Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28:1947-1951
15. SIGANOS CS, KYMIONIS GD, KARTAKIS N, THEODORAKIS MA, ASTYRAKAKIS N, PALLIKARIS IG.: Management of keratoconus with Intacs. *Am J Ophthalmol* 2003; 135:64-70
16. FERRARA P, BERBEL RF.: Long-term follow-up of intrastromal corneal ring segments in keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Oct;35(10):1768-73
17. MIRANDA D, SARTORI M, FRANCESCONI C, ALLEMANN N, FERRARA CAMPOS M.: Ferrara intrastromal corneal ring segments severe keratoconus. *J Refract Surg* 2003; 19:645-653
18. KWITKO S, SEVERO NS.: Ferrara intracorneal ring segments for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:812-820
19. FLEMMING JF, WAN WL, SCHANZLIN D.: The theory of corneal curvature change with the ICR. *CLAO J* 1989;2:146-150
20. D'HERMIES F, HARTMANN C, VON EY F, *et al.*: Biocompatibility of a refractive intracorneal PMMA ring. *Ophthalmol* 1991; 88:790-793