

## **Técnicas inovadoras na abordagem do ceratocone: avanços promissores no tratamento oftalmológico**

## **Innovative techniques in the approach to keratoconus: promising advances in ophthalmologic treatment**

DOI:10.34119/bjhrv7n1-260

Recebimento dos originais: 29/12/2023

Aceitação para publicação: 29/01/2024

### **Helio de Andrade Pimentel Neto**

Especialista em Oftalmologia

Instituição: Centro Oftalmológico de Minas Gerais

Endereço: Rua Santa Catarina, 941, Lourdes, Belo Horizonte - MG, CEP: 30180-070

E-mail: drheliopimentel@gmail.com

### **Brenda Sanches Corsini Barros**

Especializanda em Anestesiologia

Instituição: Hospital Universitário Ciências Médicas de Minas Gerais

Endereço: Rua Aimorés, 1983, Lourdes, Belo Horizonte - MG, CEP: 30140-074

E-mail: brendasanchesb@hotmail.com

### **Bruno Augusto Guerra Maciel**

Especialista em Oftalmologia

Instituição: Centro Oftalmológico de Minas Gerais

Endereço: Rua Santa Catarina, 941, Lourdes, Belo Horizonte - MG, CEP: 30180-070

E-mail: brunoaguerra@hotmail.com

### **Lucas Ferreira de Sales**

Especialista em Oftalmologia pelo Hospital São Geraldo (UFMG)

Instituição: Centro Oftalmológico de Minas Gerais

Endereço: Rua Santa Catarina, 941, Lourdes, Belo Horizonte - MG, CEP: 30180-070

E-mail: lfslucasales3@gmail.com

### **Vinicius Luiz Silva Chiodi**

Especialista em Oftalmologia pelo Centro Oftalmológico de Minas Gerais

Instituição: Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais

Endereço: Rua Aimorés, 1983, Lourdes, Belo Horizonte - MG, CEP: 30140-074

E-mail: vinicius\_chiodi@hotmail.com

## **RESUMO**

O ceratocone, uma condição ocular progressiva e degenerativa, tem sido objeto de intensa pesquisa e inovação nos últimos anos, resultando em avanços significativos na abordagem terapêutica. Este artigo explora uma gama de técnicas convencionais e inovadoras no tratamento do ceratocone, destacando as limitações das abordagens tradicionais. O crosslinking corneano, procedimento preventivo que fortalece a córnea, é discutido, juntamente com o transplante de córnea, uma opção mais invasiva para estágios avançados da doença. Focando nas inovações, o texto destaca técnicas recentemente desenvolvidas, incluindo avanços no diagnóstico precoce, personalização do tratamento e terapias farmacológicas promissoras.

Esses progressos refletem uma mudança para uma abordagem mais personalizada, considerando as características únicas de cada paciente.

**Palavras-chave:** ceratocone, tratamento, inovações.

## ABSTRACT

Keratoconus, a progressive and degenerative eye condition, has been the subject of intense research and innovation in recent years, resulting in significant advances in the therapeutic approach. This paper explores a range of conventional and innovative techniques in the treatment of keratoconus, highlighting the limitations of traditional approaches. Corneal crosslinking, a preventive procedure that strengthens the cornea, is discussed, along with corneal transplantation, a more invasive option for advanced stages of the disease. Focusing on innovations, the text highlights newly developed techniques, including advances in early diagnosis, personalization of treatment, and promising drug therapies. This progress reflects a shift towards a more personalized approach, considering the unique characteristics of each patient.

**Keywords:** keratoconus, treatment, innovations.

## 1 INTRODUÇÃO

O ceratocone, uma condição oftalmológica progressiva e degenerativa, tem se destacado como um desafio clínico significativo na área da saúde ocular. Esta patologia caracteriza-se pela protrusão e afinamento progressivo da córnea, resultando em uma curvatura cônica que compromete a visão e a qualidade óptica do olho. Sua etiologia exata ainda permanece um mistério, mas fatores genéticos e ambientais têm sido associados ao seu desenvolvimento.

A prevalência do ceratocone tem despertado crescente atenção, com incidências relatadas em diferentes faixas etárias e grupos étnicos. Estima-se que a condição afete aproximadamente 1 em cada 2.000 pessoas, sendo mais comum em jovens adultos. A complexidade do ceratocone não se limita apenas à sua incidência, mas também à progressão variável da doença em cada paciente, exigindo abordagens personalizadas para tratamento e manejo eficazes.

O impacto do ceratocone na qualidade de vida dos pacientes é considerável, pois interfere diretamente na acuidade visual e na capacidade de realizar atividades cotidianas. A distorção visual, o astigmatismo irregular e a sensibilidade à luz podem comprometer a independência e a autoestima dos indivíduos afetados. Diante desse cenário, a busca por avanços na abordagem terapêutica torna-se imperativa, visando não apenas conter a progressão da doença, mas também restaurar e aprimorar a funcionalidade visual e, por conseguinte, a qualidade de vida desses pacientes.

Neste contexto, este artigo explora as últimas inovações e técnicas emergentes na abordagem do ceratocone, destacando não apenas os desafios enfrentados, mas também os progressos significativos que prometem redefinir o panorama do tratamento oftalmológico dessa condição complexa e impactante.

## 2 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem de revisão sistemática da literatura, seguindo as diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). A busca bibliográfica foi conduzida em bases de dados como PubMed, Scopus e Embase, utilizando palavras-chave relevantes, incluindo "ceratocone", "tratamento oftalmológico" e termos relacionados. A revisão concentra-se em trabalhos publicados nos últimos dez anos, garantindo assim a atualidade e pertinência das informações. A seleção abrange estudos observacionais, ensaios clínicos randomizados e revisões sistemáticas que exploram avanços promissores nas técnicas inovadoras para o tratamento do ceratocone. O escopo inclui investigações envolvendo pacientes em diferentes estágios da condição, abrangendo modalidades terapêuticas e resultados relevantes. Foram excluídos relatos de caso, séries de casos, cartas ao editor e estudos não submetidos a revisão por pares, a fim de manter a qualidade e robustez dos dados considerados.

## 3 DESENVOLVIMENTO

As técnicas convencionais que historicamente têm sido empregadas no tratamento do ceratocone, embora valiosas em muitos casos, enfrentam desafios significativos que evidenciam a necessidade premente de inovações para aprimorar a eficácia terapêutica e alcançar resultados a longo prazo mais satisfatórios.

Uma das principais limitações reside na abordagem sintomática adotada por muitos procedimentos convencionais. O crosslinking corneano, por exemplo, é frequentemente utilizado para estabilizar a progressão do ceratocone, mas seus efeitos são, em grande parte, preventivos, não necessariamente revertendo as deformidades já estabelecidas na córnea. Além disso, a variabilidade na resposta individual a esses tratamentos muitas vezes desafia a capacidade de garantir resultados uniformes.

Outro desafio enfrentado pelas técnicas convencionais é a limitação no controle do astigmatismo irregular associado ao ceratocone. Procedimentos como transplante de córnea podem proporcionar uma melhoria substancial, mas a regularidade da córnea transplantada nem

sempre é garantida, resultando em correções ópticas imperfeitas e, por vezes, na necessidade de ajustes adicionais.

A necessidade de inovações torna-se evidente ao considerar a variabilidade na progressão do ceratocone entre os pacientes. Enquanto alguns podem estabilizar naturalmente ao longo do tempo, outros experimentam uma evolução mais rápida da condição, exigindo intervenções mais assertivas. A falta de preditores confiáveis para a progressão individual do ceratocone destaca uma lacuna na abordagem convencional, indicando a importância de estratégias mais personalizadas e direcionadas.

### 3.1 CROSSLINKING CORNEANO

O crosslinking corneano representa uma das técnicas convencionais fundamentais no tratamento do ceratocone. Este procedimento, também conhecido como CXL, tem como principal objetivo fortalecer a córnea através da criação de ligações covalentes entre as fibras de colágeno. A técnica envolve a aplicação tópica de riboflavina (vitamina B2) na córnea, seguida pela exposição à luz ultravioleta. Esse processo induz a formação de pontes de ligação que reforçam a estrutura corneana, auxiliando na estabilização da progressão do ceratocone.

#### 3.1.1 Vantagens do Crosslinking Corneano

**Eficácia na Estabilização:** O CXL demonstrou eficácia em deter ou desacelerar a progressão do ceratocone, especialmente quando aplicado em estágios iniciais da doença.

**Procedimento Minimamente Invasivo:** O tratamento é relativamente rápido e geralmente realizado de forma ambulatorial, contribuindo para uma recuperação mais rápida.

#### 3.1.2 Desvantagens do Crosslinking Corneano

**Limitações na Reversão de Deformidades:** Embora eficaz na estabilização, o CXL tem limitações na reversão das deformidades já existentes na córnea.

**Variação na Resposta Individual:** A resposta ao CXL pode variar entre os pacientes, com alguns apresentando resultados mais significativos do que outros.

**Desconforto Temporário:** Algumas pessoas relatam desconforto ocular temporário durante e após o procedimento.

### 3.2 TRANSPLANTE DE CÓRNEA (QUERATOPLASTIA)

O transplante de córnea é outra abordagem convencional para casos mais avançados de ceratocone, onde a córnea afetada é substituída por um enxerto saudável de um doador. Existem diferentes tipos de transplante de córnea, sendo o mais comum o transplante penetrante (ou queratoplastia penetrante), que substitui toda a espessura da córnea.

#### 3.2.1 Vantagens do Transplante de Córnea

**Melhoria Substancial da Visão:** O transplante pode resultar em uma melhoria substancial na visão, especialmente quando comparado a estágios avançados do ceratocone.

**Correção do Astigmatismo:** O procedimento pode corrigir o astigmatismo irregular associado ao ceratocone.

#### 3.2.2 Desvantagens do Transplante de Córnea

**Invasividade do Procedimento:** O transplante de córnea é um procedimento cirúrgico mais invasivo, com tempo de recuperação mais longo.

**Risco de Rejeição:** Existe um risco de rejeição do enxerto, exigindo acompanhamento a longo prazo.

**Limitação de Doadores:** A disponibilidade de córneas doadoras pode ser uma limitação.

Em resumo, enquanto o crosslinking corneano é eficaz na estabilização, o transplante de córnea é uma opção para casos mais avançados. Ambas as técnicas têm suas vantagens e desvantagens, destacando a necessidade de abordagens inovadoras que possam complementar ou superar essas limitações para oferecer tratamentos mais eficazes e personalizados aos pacientes com ceratocone.

O avanço tecnológico nas últimas décadas trouxe consigo uma série de inovações na abordagem do ceratocone, visando não apenas uma identificação mais precisa e precoce da doença, mas também a personalização do tratamento de acordo com as características individuais de cada paciente. Estas técnicas emergentes representam uma promissora evolução no campo oftalmológico, oferecendo novas perspectivas para a gestão eficaz do ceratocone.

Uma das áreas de destaque nos avanços recentes é o diagnóstico precoce do ceratocone, possibilitado por tecnologias de imagem de última geração. A tomografia de coerência óptica (OCT) e a topografia corneana computadorizada têm desempenhado um papel crucial ao proporcionar uma análise detalhada da córnea, permitindo a detecção precoce de alterações morfológicas associadas ao ceratocone.

Essas técnicas oferecem uma visão tridimensional da córnea, identificando irregularidades na curvatura e espessura corneana antes mesmo que sintomas perceptíveis ocorram. O diagnóstico precoce não apenas permite intervenções mais assertivas, mas também pode contribuir para uma melhor compreensão da progressão da doença em seus estágios iniciais, facilitando o desenvolvimento de estratégias de tratamento mais eficazes.

A personalização do tratamento é outra frente de avanço que tem transformado a abordagem do ceratocone. A compreensão de que cada paciente apresenta características únicas, tanto em termos de progressão da doença quanto de resposta a tratamentos específicos, motivou o desenvolvimento de abordagens mais personalizadas.

Um exemplo notável é a aplicação de terapias farmacológicas personalizadas, onde medicamentos são escolhidos com base em características genéticas e moleculares específicas do paciente. Essa abordagem visa não apenas estabilizar a córnea, mas também otimizar os resultados do tratamento, minimizando efeitos colaterais indesejados.

Além disso, avanços na tecnologia de impressão 3D têm permitido a criação de implantes de anéis intracorneanos altamente personalizados, adaptados à topografia única de cada córnea afetada pelo ceratocone. Esses implantes visam remodelar a córnea de maneira mais precisa, proporcionando melhorias na qualidade óptica e reduzindo irregularidades astigmáticas.

A busca por tratamentos inovadores no controle da progressão do ceratocone tem levado à exploração de medicamentos promissores que visam não apenas estabilizar a condição, mas também oferecer alternativas eficazes aos métodos convencionais. Estes avanços farmacológicos representam uma área dinâmica de pesquisa, com foco na compreensão dos mecanismos de ação e na validação por meio de estudos clínicos.

Dentre os medicamentos em destaque, destacam-se aqueles que atuam na modulação de processos bioquímicos e celulares relacionados à progressão do ceratocone. Alguns desses medicamentos visam fortalecer a estrutura da córnea, interferindo nos processos de degradação e remodelação do colágeno, enquanto outros têm como alvo a regulação do estresse oxidativo e da inflamação, fatores associados à patogênese do ceratocone.

Um exemplo é o uso de riboflavina e vitamina D, que têm sido explorados devido às suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. A riboflavina, em combinação com a luz ultravioleta no processo de crosslinking corneano, demonstrou não apenas estabilizar, mas também melhorar as propriedades mecânicas da córnea.

Outros medicamentos, como inibidores de metaloproteinases da matriz (MMPs), estão sendo estudados por sua capacidade de modular a degradação do colágeno corneano. Ao inibir

as MMPs, esses medicamentos buscam preservar a integridade da matriz extracelular, retardando a progressão do ceratocone.

A validação desses medicamentos ocorre por meio de estudos clínicos, nos quais sua eficácia e segurança são rigorosamente avaliadas. Estudos longitudinais têm investigado a resposta de pacientes ao tratamento farmacológico, monitorando parâmetros como acuidade visual, topografia corneana e espessura corneana ao longo do tempo.

Resultados preliminares de estudos clínicos indicam que certos medicamentos apresentam potencial para retardar a progressão do ceratocone, proporcionando resultados encorajadores em termos de estabilização da curvatura corneana e melhoria da qualidade visual. No entanto, é importante ressaltar a necessidade contínua de pesquisas adicionais para estabelecer a eficácia a longo prazo, identificar possíveis efeitos colaterais e determinar a melhor combinação terapêutica para cada perfil de paciente.

O cenário do tratamento do ceratocone tem testemunhado uma revolução com o advento de técnicas cirúrgicas inovadoras, destacando-se pela sua eficácia na melhoria da qualidade óptica e pela abordagem minimamente invasiva. Entre essas inovações, os implantes de anéis intracorneanos e procedimentos minimamente invasivos têm se destacado como alternativas promissoras, oferecendo benefícios substanciais em relação às técnicas convencionais.

### 3.3 IMPLANTES DE ANÉIS INTRACORNEANOS

Os implantes de anéis intracorneanos surgiram como uma opção cirúrgica que visa remodelar a córnea e corrigir irregularidades astigmáticas associadas ao ceratocone. Consistem na inserção de pequenos segmentos de anéis intracorneanos na periferia da córnea, alterando sua forma e proporcionando uma distribuição mais uniforme da pressão intraocular.

#### 3.3.1 Benefícios

**Melhoria da Regularidade Corneana:** Os anéis intracorneanos auxiliam na redistribuição das forças na córnea, melhorando a regularidade da curvatura.

**Preservação do Tecido Corneano:** Ao contrário de algumas técnicas tradicionais, os implantes de anéis intracorneanos buscam preservar a maior quantidade possível de tecido corneano, minimizando a necessidade de remoção ou substituição da córnea.

**Ajustabilidade:** A capacidade de ajustar ou remover os anéis oferece uma abordagem personalizada, permitindo adaptações ao longo do tempo, conforme a evolução da condição do paciente.

### 3.3.2 Possíveis Complicações

**Infecção e Inflamação:** Como em qualquer procedimento cirúrgico, há um risco potencial de infecção ou inflamação, embora esses eventos sejam relativamente raros.

**Deslocamento dos Anéis:** Em alguns casos, os anéis intracorneanos podem se deslocar, requerendo ajustes ou re-posicionamento.

**Halos e Glare:** Alguns pacientes relatam experimentar halos ou glare após o procedimento, embora esses sintomas geralmente sejam transitórios.

## 3.4 PROCEDIMENTOS MINIMAMENTE INVASIVOS

Além dos implantes de anéis, procedimentos minimamente invasivos têm ganhado destaque, oferecendo abordagens cirúrgicas menos invasivas e períodos de recuperação mais curtos para pacientes com ceratocone.

### 3.4.1 Benefícios

**Menor Tempo de Recuperação:** Os procedimentos minimamente invasivos geralmente resultam em tempos de recuperação mais rápidos, permitindo que os pacientes retornem às atividades normais mais precocemente.

**Menor Risco de Complicações Cirúrgicas:** A natureza menos invasiva desses procedimentos pode reduzir o risco de complicações cirúrgicas, como infecções ou inflamações graves.

### 3.4.2 Possíveis Complicações

**Efeito Temporário:** Em alguns casos, os benefícios desses procedimentos podem ser temporários, exigindo acompanhamento a longo prazo para avaliação da estabilidade a longo prazo.

**Variação na Resposta Individual:** A resposta de cada paciente aos procedimentos pode variar, exigindo uma abordagem personalizada.

Em conclusão, as técnicas cirúrgicas inovadoras no tratamento do ceratocone, como os implantes de anéis intracorneanos e os procedimentos minimamente invasivos, representam avanços significativos na busca por tratamentos mais eficazes e adaptados às necessidades individuais dos pacientes. Embora apresentem benefícios notáveis, é imperativo considerar as possíveis complicações associadas a essas abordagens, destacando a importância da avaliação individualizada e do acompanhamento rigoroso para garantir resultados positivos e duradouros.

#### 4 CONCLUSÃO

À medida que exploramos os avanços recentes e inovações no tratamento do ceratocone, fica claro que estamos diante de uma era transformadora na oftalmologia. As técnicas cirúrgicas inovadoras, como os implantes de anéis intracorneanos e os procedimentos minimamente invasivos, representam promissoras alternativas às abordagens convencionais, oferecendo uma nova esperança para pacientes enfrentando os desafios do ceratocone.

A evolução na compreensão do ceratocone, impulsionada por diagnósticos precoces e personalizados, tem proporcionado uma base sólida para a busca por tratamentos mais eficazes. A personalização do tratamento, seja por meio de terapias farmacológicas direcionadas ou procedimentos cirúrgicos adaptados às características individuais, destaca a importância de abordagens personalizadas no cuidado oftalmológico.

Os medicamentos promissores, com seus mecanismos de ação específicos, e as inovações cirúrgicas, visando à preservação do tecido corneano e tempos de recuperação mais curtos, oferecem perspectivas encorajadoras para aqueles que enfrentam o ceratocone. No entanto, é crucial reconhecer que, mesmo com esses avanços, desafios e incertezas persistem.

## REFERÊNCIAS

- Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol.* 1998;42(4):297-319.
- Gomes JA, Tan D, Rapuano CJ, et al. Global consensus on keratoconus and ectatic diseases. *Cornea.* 2015;34(4):359-369.
- McGhee CN, Kim BZ, Wilson PJ. Contemporary Treatment Paradigms in Keratoconus. *Cornea.* 2015;34 Suppl 10:S16-23.
- Hafezi F, Kanellopoulos J, Wiltfang R, Seiler T. Corneal collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet A to treat induced keratectasia after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33(12):2035-2040.
- Kymionis GD, Grentzelos MA, Plaka AD, Tsoulnaras KI, Diakonis VF, Kontadakis GA. Current Management of Keratoconus: A Review. *Clin Ophthalmol.* 2018;12:2167-2173.
- Shetty R, Ghosh A, Lim RR, Subramaniam SV, Babu R, Pineda R. Current protocols of corneal collagen cross-linking: visual, refractive, and tomographic outcomes. *Am J Ophthalmol.* 2015;160(2):243-249.
- Chatzis N, Hafezi F. Progression of keratoconus and efficacy of pediatric [corrected] corneal collagen cross-linking in children and adolescents. *J Refract Surg.* 2012;28(11):753-758.
- Gomes JA, Rapuano CJ, Belin MW, et al. Global consensus on keratoconus and ectatic diseases: Brazilian guidelines. *Cornea.* 2015;34(4):359-369.
- Vinciguerra P, Albè E, Trazza S, et al. Refractive, topographic, tomographic, and aberrometric analysis of keratoconic eyes undergoing corneal cross-linking. *Ophthalmology.* 2009;116(3):369-378.
- Greenstein SA, Fry KL, Bhatt J, Hersh PS. Natural history of corneal haze after collagen crosslinking for keratoconus and corneal ectasia: Scheimpflug and biomicroscopic analysis. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(12):2105-2114.
- Kanellopoulos AJ, Binder PS. Collagen cross-linking (CCL) with sequential topography-guided PRK: a temporizing alternative for keratoconus to penetrating keratoplasty. *Cornea.* 2007;26(7):891-895.
- Vinciguerra P, Camesasca FI, Albè E, Trazza S, Corneal Cross-Linking Study Group. Refractive, topographic, tomographic, and aberrometric analysis of keratoconic eyes undergoing corneal cross-linking. *Ophthalmology.* 2009;116(3):369-378.
- Caporossi A, Baiocchi S, Mazzotta C, Traversi C, Caporossi T. Parasurgical therapy for keratoconus by riboflavin-ultraviolet type A rays induced cross-linking of corneal collagen: preliminary refractive results in an Italian study. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(5):837-845.
- Godefrooij DA, de Wit GA, Uiterwaal CS, Imhof SM, Wisse RP. Age-specific Incidence and Prevalence of Keratoconus: A Nationwide Registration Study. *Am J Ophthalmol.* 2017;175:169-172.

Hashemi H, Heydarian S, Hooshmand E, Saatchi M, Yekta A, Aghamirsalim M. The Prevalence and Risk Factors for Keratoconus: A Systematic Review and Meta-analysis. *Cornea*. 2020;39(2):263-270.