



ABORDAGENS MAIS RECENTES NA IMUNOLOGIA DO TRANSPLANTE DE CÓRNEA: MECANISMOS, FATORES DE RISCO E AVANÇOS TERAPÊUTICOS, UMA REVISÃO DE LITERATURA

DANUSE APARECIDA MARQUES SILVA; ANNA CAROLINE ALVES SILVA; JAIR BRANDÃO DE SOUZA MEIRA JÚNIOR

RESUMO

Introdução: O transplante de córnea é um procedimento eficaz, mas com desafios, principalmente em pacientes de alto risco. A coleta do aloenxerto, especialmente em pacientes com tecido vascularizado ou inflamado, continua sendo a principal causa de falha. Avanços na imunologia, como o monitoramento de anticorpos específicos do doador (DSA) e o uso de células mesenquimatosas, surgem como alternativas terapêuticas. **Objetivo:** Revisar as abordagens mais recentes na imunologia do transplante de córnea, focando nos mecanismos de destruição, fatores de risco e avanços terapêuticos, como a personalização do tratamento imunossupressor e o uso de terapias celulares. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão de literatura por meio das bases de dados PubMed/Medline, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Scientific Electronic Library Online (SciELO) incluindo estudos dos últimos cinco anos sobre imunologia do transplante de córnea, fatores de risco e inovações terapêuticas. **Resultados:** O monitoramento de DSA tem se mostrado eficaz para estratificar o risco imunológico e permitir tratamentos mais personalizados. O uso de células mesenquimatosas ajudou a reduzir a inflamação e promover a tolerância imunológica. Os avanços na ceratoplastia lamelar resultaram em melhores resultados funcionais, com menos complicações. A personalização do tratamento imunossupressor e o uso de terapias celulares, como células mesenquimatosas, apresentam grande potencial na melhoria dos resultados do transplante de córnea. No entanto, mais estudos são necessários para validar essas abordagens e superar os desafios clínicos existentes. **Conclusão:** A combinação de avanços nas técnicas cirúrgicas e terapias imunológicas, como o monitoramento de DSA e o uso de células mesenquimatosas, apresenta um grande potencial para melhorar os resultados dos transplantes de córnea. Entretanto, mais pesquisas clínicas são permitidas para validar essas estratégias e superar os desafios clínicos existentes, garantindo maior sucesso e longevidade do exercício.

Palavras-chave: Ceratoplastia lamelar; Tolerância imunológica, Xenotransplante.

1 INTRODUÇÃO

O transplante de córnea, um dos procedimentos mais antigos e totalmente realizados na cirurgia ocular, evoluiu consideravelmente desde a primeira ceratoplastia penetrante realizada em 1905 por Eduard Zirm. Embora os avanços na microcirurgia ocular tenham permitido grandes progressos, a ceratoplastia penetrante, especialmente em pacientes de alto risco, ainda apresenta desafios significativos. Tais dificuldades estão frequentemente relacionadas à exclusão do enxerto, que podem ocorrer em pacientes com tecido córneo vascularizado ou inflamado, além de transplantes. A coleta do aloenxerto continua sendo a principal causa de falha do transplante de córnea, destacando a importância de um tratamento imunossupressor personalizado, incluindo o monitoramento de anticorpos específicos do doador (DSA), para reduzir os riscos de infecção.

Além disso, o transplante de córnea pediátrico se apresenta como um procedimento

particularmente necessário, devido à complexidade técnica envolvida e ao alto risco de complicações, como infecção, infecção, e falha do enxerto. A população pediátrica enfrentou dificuldades adicionais, como o sistema imunológico robusto e a maior incidência de trauma ocular, fatores que apontam para o risco de elevada falha do transplante. Avanços nas técnicas de transplante, como a ceratoplastia lamelar, apresentam resultados promissores, oferecendo recuperação visual mais rápida e ambientalmente menos complicações.

Este estudo tem como objetivo explorar o papel da imunologia, particularmente no que diz respeito às anticorpos específicos do doador (DSA), nos mecanismos de infecção do exercício córneo e suas implicações para o tratamento personalizado em pacientes de alto risco, com foco nas abordagens mais recentes, incluindo o uso de células mesenquimatosas e outras inovações terapêuticas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado por meio de uma revisão sistemática da literatura, utilizando as bases de dados PubMed, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), no período de janeiro a março de 2025. A estratégia de busca foi elaborada com base em Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH), garantindo a inclusão de termos específicos relacionados ao tema. Os principais descritores utilizados foram "Imunologia dos Transplantes", "Transplantes de Córnea", "Ceratoplastia Lamelar", "Xenotransplante" e "Tolerância Imunológica", combinados com termos como "Indicações", "Mecanismos", "Fatores de Risco" e "Avanços Terapêuticos", por meio dos operadores booleanos AND e OR, possibilitando uma busca abrangente e refinada. Foram incluídos artigos originais, revisões sistemáticas e relatos de caso clinicamente relevantes, publicados entre janeiro de 2020 e março de 2025, nos idiomas inglês, português e espanhol, que abordassem de maneira abrangente a imunologia do transplante de córnea. Os critérios de exclusão compreenderam: Artigos duplicados nas bases de dados analisadas; resumos sem acesso ao texto completo ou artigos com acesso incompleto e estudos publicados antes de 2020, garantindo a inclusão apenas de pesquisas atualizadas. A seleção dos artigos foi realizada de forma independente por dois pesquisadores, garantindo a reprodutibilidade da metodologia. Os estudos foram analisados criticamente, levando em consideração a qualidade metodológica, a relevância dos achados e sua aplicabilidade clínica no contexto dos transplantes de córnea.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 – Uma revisão da literatura dos principais estudos sobre terapias e desafios nos transplantes de córnea.					
Referên cia	Título	Ano	Terapia	Desafios	Resultados
Oh JY, Kim E, Yun YI, Lee RH	Mesenchy mal stromal cells for corneal transplanta tion: Literature review and	2021	Células estromais mesenquimais (MSCs) com propriedades regenerativas imunomoduladoras únicas surgiram como uma terapia celular promissora	A pesquisa busca melhorar os resultados do transplante de córnea, mas ainda depende de mais dados clínicos estudos básicos	Os efeitos imunossupresso res e indutores de tolerância das MSCs estão sendo investigados cl clinicamente para melhorar os

	Suggestions for successful clinical trials		Para promover a tolerância aos transplantes, minimizar o uso de imunossupressores e prevenir a rejeição crônica	sobre a biologia das MSCs	resultados dos transplantes de órgãos sólidos, promovendo maior liberdade dos exercícios.
Major J, Foronczewicz B, Szaflik JP, Mucha K	Immunology and Donor-Specific Antibodies in Corneal Transplantation	2021	O tratamento imunossupressor personalizado com base no monitoramento imunológico [por exemplo, anticorpos específicos do doador (DSA)] é considerado uma das melhores estratégias para prevenir a rejeição em receptores de transplante.	Embora haja evidências indiretas sobre os mecanismos subjacentes à rejeição mediada por anticorpos, o impacto do DSA no transplante de córnea permanece desconhecido	O estudo sugere que entender o impacto do DSA na exclusão do enxerto de córnea pode melhorar a estratificação de risco imunológico e possibilitar tratamentos personalizados.
Lee S, Dohlman TH, Dana R.	Immunology in corneal transplantation-From homeostasis to graft rejection	2025	O xenotransplante, assim como o uso de córneas suínas para transplantes humanos, oferece uma solução potencial para a escassez de tecidos do doador, mas enfrenta problemas substanciais de rejeição imunológica. Para evitar a rejeição tanto no alotransplante quanto no xenotransplante, uma compreensão profunda de como o corpo mantém o equilíbrio imunológico é essencial, principalmente porque atingir a tolerância a tecidos	Múltiplas vias imunológicas complicam nossa compreensão desses mecanismos.	A revisão explora os mecanismos de rejeição no transplante de córnea e propõe estratégias terapêuticas para induzir e manter a tolerância imunológica em aloenxertos e xenoenxertos, melhorando os resultados dos transplantes.

			Não próprios é considerado o "Santo Graal" do campo. A córnea, o órgão sólido mais frequentemente transplantado, tem uma alta taxa de aceitação devido ao seu status de privilégio imunológico e serve como um modelo ideal para estudar mecanismos de rejeição de enxertos que interrompem a tolerância		
Gurnani B, Kaur K, Chaudhary S, Kaur RP, Nayak S, Mishra D, Balakrishna nand H, Parkash RO, Morya AK, Porwal A.	Pediatric corneal transplantation: techniques, challenges and outcomes	2024	A ceratoplastia lamelar oferece recuperação visual precoce e potencialmente menos complicações.	Pacientes pediátricos e transplantes de córnea têm alto risco de complicações, como infecção, rejeição e falha do enxerto, devido à idade, sistema imunológico ativo, trauma e falta de adesão ao tratamento. Fatores adicionais incluem glaucoma, vascularização corneal e múltiplas cirurgias. A conformidade com o tratamento é crucial para reduzir esses riscos e melhorar os resultados.	O transplante de córnea pediátrica enfrenta desafios como exclusão e ambliopia, exigindo cuidados precoces e pós-operatórios específicos. Técnicas inovadoras e uma abordagem multidisciplinar melhoraram os resultados, mas ainda há desafios em claro do enxerto e acuidade visual. Esses desafios são semelhantes aos encontrados em transplantes de córnea em adultos, onde a rejeição e a falha do enxerto também são

					preocupações constantes. As inovações nas técnicas de ceratoplastia lamelar, por exemplo, que oferecem recuperação visual mais rápida e menos complicações, têm o potencial de influenciar também os tratamentos de transplantes em adultos. Além disso, o estudo aprofundado das necessidades dos pacientes pediátricos pode ajudar a melhorar as abordagens terapêuticas e o acompanhamento de adultos, já que ambos compartilham a necessidade de um tratamento imunossupressor mais eficaz e menos dependente.
--	--	--	--	--	--

Fonte: Elaborada pela autora.

4 CONCLUSÃO

A revisão das terapias e desafios nos transplantes de córnea destaca avanços promissores, como o uso de células estromais mesenquimais (MSCs) e o tratamento imunossupressor personalizado, mas também revela importantes limitações e áreas para futuros estudos. As MSCs têm mostrado potencial em melhorar os resultados dos transplantes, mas dependem de mais dados clínicos e compreensão sobre sua biologia. O impacto de anticorpos específicos do doador (DSA) na rejeição do enxerto ainda não é completamente compreendido, necessitando de mais investigações para tratamentos personalizados eficazes. Além disso, as abordagens de xenotransplante, embora promissoras para resolver a escassez de córneas, enfrentam desafios significativos relacionados à rejeição imunológica. O transplante de córnea pediátrico, por sua vez, continua sendo uma área de risco elevado, demandando inovações nas técnicas cirúrgicas e estratégias de acompanhamento pós-operatório. As perspectivas futuras

incluem o aprofundamento nas pesquisas sobre a tolerância imunológica, abordagens de tratamento mais precisas e o desenvolvimento de terapias celulares que possam reduzir a dependência de imunossupressores.

REFERÊNCIAS

GURNANI, Bharat et al. Pediatric corneal transplantation: techniques, challenges, and outcomes. *Therapeutic Advances in Ophthalmology*, v. 16, p. 25158414241237906, 2024.

LEE, Seokjoo; DOHLMAN, Thomas H.; DANA, Reza. Immunology in corneal transplantation—From homeostasis to graft rejection. *Transplantation Reviews*, p. 100909, 2025.

MAJOR, Joanna et al. Immunology and donor-specific antibodies in corneal transplantation. *Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis*, v. 69, n. 1, p. 32, 2021.

OH, Joo Youn et al. Mesenchymal stromal cells for corneal transplantation: literature review and suggestions for successful clinical trials. *The Ocular Surface*, v. 20, p. 185-194, 2021.