

Oftalmologia e Otorrinolaringologia

Edição V

Capítulo 4

GLAUCOMA: AVANÇOS CLÍNICOS E CIRÚRGICOS NO CONTROLE DA PRESSÃO INTRAOCULAR

CAMILA RAMOS GONZAGA¹

1. Discente - Residência Médica em Oftalmologia do Instituto Prover/ Sabará.

Palavras-chave

Glaucoma; Pressão Intraocular; Terapêutica Clínica e Cirúrgica.

INTRODUÇÃO

O glaucoma representa um conjunto heterogêneo de neuropatias ópticas progressivas caracterizadas por escavação papilar e perda de campo visual, frequentemente de forma assintomática até estágios avançados. Trata-se de uma das principais causas de cegueira irreversível no mundo, com projeções que apontam para mais de 110 milhões de casos até 2040, sobretudo em países de média e baixa renda, onde o diagnóstico tardio ainda é prevalente.

Apesar da multiplicidade de mecanismos envolvidos na fisiopatologia da doença, a pressão intraocular (PIO) continua sendo o único fator de risco modificável com comprovação robusta. A redução da PIO, seja por meios farmacológicos, a laser ou cirúrgicos, constitui a espinha dorsal do tratamento do glaucoma. O paradigma atual de manejo enfatiza não apenas a eficácia terapêutica, mas também o perfil de segurança, a adesão a longo prazo e a personalização da estratégia terapêutica conforme o estágio da doença, comorbidades e expectativa visual do paciente.

Nas últimas décadas, avanços significativos vêm sendo incorporados à prática clínica, desde novas formulações farmacológicas e dispositivos de liberação sustentada, até intervenções cirúrgicas minimamente invasivas. Em paralelo, a produção científica na área expandiu-se, incluindo ensaios clínicos controlados, estudos de coorte e revisões sistemáticas que buscam elucidar o papel e a efetividade de cada abordagem no controle pressórico.

Este capítulo tem como objetivo explorar criticamente as principais evidências clínicas e cirúrgicas disponíveis sobre técnicas de controle da PIO em pacientes com glaucoma, com ênfase em aplicabilidade prática, limitações metodológicas dos estudos e tendências futuras da terapêutica da doença.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada entre maio e julho de 2025, com o objetivo de sintetizar e discutir as principais evidências sobre as abordagens clínicas e cirúrgicas para o controle da pressão intraocular no glaucoma. A pesquisa foi conduzida por meio de buscas nas principais bases de dados de ciências da saúde, incluindo PubMed, Scopus e SciELO.

Para a busca dos artigos, foram utilizados os seguintes descritores em inglês e português, de forma combinada: "glaucoma", "*intraocular pressure*", "*glaucoma treatment*", "MIGS", "*trabeculectomy*", "*glaucoma drainage devices*", "pressão intraocular" e "tratamento do glaucoma".

A seleção dos estudos foi guiada pelos seguintes critérios de inclusão: artigos publicados preferencialmente nos últimos 10 anos (2015-2025) para garantir a atualidade das informações, estudos do tipo ensaio clínico randomizado, meta-análise, revisão sistemática e diretrizes de sociedades de especialidade (*guidelines*) que abordassem a eficácia e a segurança das terapias. Foram priorizados artigos nos idiomas inglês e português, disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, estudos com foco exclusivo em formas raras de glaucoma secundário sem aplicabilidade geral, trabalhos disponibilizados apenas como resumos e aqueles que não abordavam diretamente as intervenções terapêuticas para o controle pressórico.

A análise do material selecionado foi realizada de forma crítica e descritiva. Os resultados foram organizados e apresentados em categorias temáticas que estruturam este capítulo, abordando: os fundamentos fisiológicos do controle da pressão intraocular, as evidências

atuais do tratamento clínico, incluindo inovações farmacológicas, a evolução do tratamento cirúrgico, desde as técnicas convencionais (trabeculectomia e implantes de drenagem) até as cirurgias minimamente invasivas (MIGS), e, por fim, as terapias emergentes e perspectivas futuras no manejo do glaucoma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

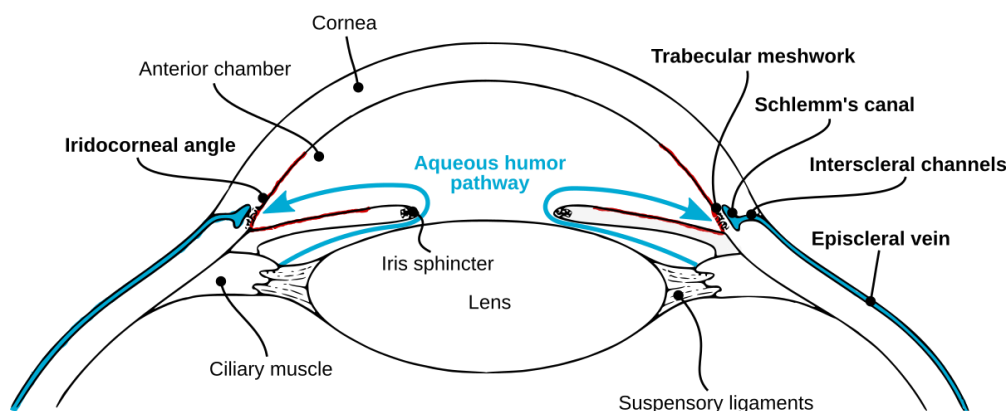
O manejo do glaucoma evoluiu significativamente, com um arsenal terapêutico que vai desde intervenções clínicas a procedimentos cirúrgicos complexos. A seguir, são apresentados

e discutidos os principais achados da literatura sobre as estratégias de controle da PIO, abordando sua eficácia, segurança e aplicabilidade.

Fundamentos fisiológicos e a importância da meta pressórica

A PIO é o principal determinante da biomecânica ocular e o único fator de risco comprovadamente modificável no manejo do glaucoma. Sua regulação depende do equilíbrio entre a produção e o escoamento do humor aquoso, fluido responsável por nutrir estruturas avasculares da câmara anterior e manter a forma do globo ocular (**Figura 4.1**).

Figura 4.1 Representação esquemática do fluxo do humor aquoso no segmento anterior do olho



Legenda: As setas indicam a produção do fluido pelo corpo ciliar e sua subsequente drenagem através da via convencional (trabecular) e da via não convencional (uveoescleral). **Fonte:** WIKIMEDIA COMMONS.

O humor aquoso é produzido pelos processos ciliares do corpo ciliar por meio de secreção ativa, difusão passiva e ultrafiltração. Após ser secretado na câmara posterior, o fluido atravessa a pupila e alcança a câmara anterior, sendo drenado predominantemente por duas vias: a convencional (trabecular) e a não convencional (uveoescleral). A via trabecular, que responde por cerca de 85% do escoamento total, envolve a malha trabecular, o canal de Schlemm e os canais coletores. A via uveoescleral, mais variável, atua como via complementar e é

o principal alvo de diversas terapias farmacológicas modernas, como os análogos de prostaglandinas.

A elevação da PIO pode ser resultado de aumento na resistência ao escoamento, produção excessiva de humor aquoso ou uma combinação de ambos. Em indivíduos suscetíveis, mesmo valores considerados "normais" (< 21 mmHg) podem ser lesivos ao nervo óptico, como no glaucoma de pressão normal. A discussão sobre o controle da PIO é central, pois visa reduzir a taxa de progressão da neuropatia. Estudos longitudinais, como o *Early Manifest Glaucoma*

Trial (EMGT) e o *Collaborative Normal Tension Glaucoma Study* (CNTGS), demonstraram que cada mmHg de redução pressórica tem impacto clínico significativo.

A definição de uma meta pressórica individualizada é, portanto, essencial. Essa meta deve considerar o estágio do dano, espessura corneana, expectativa de vida, histórico de progressão e adesão, exigindo que as estratégias de tratamento sejam ajustadas dinamicamente. O conhecimento preciso desta fisiologia constitui a base para a escolha racional das intervenções discutidas a seguir.

Abordagem terapêutica clínica: evidências e desafios

O tratamento clínico é a primeira linha na maioria dos casos de glaucoma primário de ângulo aberto (GPAA). A discussão sobre a escolha da terapia inicial revela uma mudança de paradigma. Historicamente, os betabloqueadores (como o timolol) eram a primeira escolha. Contudo, os análogos de prostaglandinas (PGAs) tornaram-se o padrão, com eficácia superior (redução de 25–33% da PIO), posologia conveniente e menos efeitos sistêmicos, favorecendo a adesão. Estudos como o *Ocular Hypertension Treatment Study* (OHTS) validaram o benefício do tratamento farmacológico na redução do risco de progressão. Mais recentemente, o *LiGHT Trial* (2019) introduziu um ponto de discussão relevante, demonstrando que a trabeculoplastia seletiva a laser (SLT) pode ser uma alternativa custo-efetiva à medicação como terapia inicial.

Quando a monoterapia falha, a associação medicamentosa é necessária. As combinações fixas são superiores às formulações separadas em adesão e tolerabilidade. No entanto, a adesão ao tratamento crônico permanece um desafio crítico, com taxas de abandono de até 50% no primeiro ano. Fatores como complexidade,

custo e efeitos adversos impactam negativamente o sucesso terapêutico, um ponto central na discussão da qualidade de vida do paciente, avaliada por questionários como o GQL-15.

Inovações farmacológicas buscam superar essas limitações. Novas classes, como os inibidores da rho-quinase (netarsudil), e tecnologias de liberação prolongada, como o implante de bimatoprost (Durysta®), representam avanços significativos, com potencial para transformar a adesão e a eficácia do tratamento clínico.

Abordagem terapêutica cirúrgica: do padrão-ouro às inovações

A intervenção cirúrgica é indicada quando a terapia clínica falha. A trabeculectomia, apesar de ser o padrão-ouro histórico para glaucomas moderados a avançados, apresenta uma discussão de risco-benefício. O estudo *Tube Versus Trabeculectomy* (TVT) mostrou seu controle pressórico superior nos primeiros anos, mas também um maior risco de complicações como hipotonia e endoftalmite. O uso de antifibróticos (mitomicina C) é padrão, mas a resposta cicatricial individual ainda é um fator limitante.

Os dispositivos de drenagem (válvulas de Ahmed, Baerveldt) surgem como alternativa em casos complexos. Estudos como o *Ahmed Baerveldt Comparison* (ABC) e o *Primary Tube Versus Trabeculectomy* (PTVT) mostraram sua eficácia, com perfis de segurança por vezes mais favoráveis, embora com controle pressórico final ligeiramente inferior e riscos próprios, como diplopia.

As MIGS representam a evolução mais recente, indicadas para glaucomas leves a moderados. Dispositivos como iStent®, XEN® Gel Stent e Preserflo® MicroShunt oferecem menor risco e recuperação rápida. A discussão sobre os MIGS, no entanto, envolve suas limitações: a redução da PIO é modesta, faltam estudos de

longo prazo e sua eficácia é restrita em casos avançados.

A discussão atual na prática cirúrgica aponta para uma integração de procedimentos. A seleção da técnica deve ser individualizada, considerando não apenas a eficácia, mas também a qualidade de vida, o custo-efetividade e a curva de aprendizado do cirurgião, buscando sempre o melhor desfecho terapêutico a longo prazo.

Perspectivas futuras: além do controle pressórico

A discussão sobre o futuro do manejo do glaucoma transcende a PIO. Inovações como dispositivos de liberação sustentada de fármacos, terapias genéticas (RNAi) e estratégias de neuroproteção (antagonistas do glutamato, antioxidantes) visam modificar o curso da doença em nível molecular e celular. A integração de inteligência artificial (IA) e cirurgia robótica promete aprimorar a precisão diagnóstica e terapêutica. Essas tecnologias reforçam a transição para uma abordagem mais ampla e integrada, tratando o glaucoma como uma neuropatia multifatorial e caminhando para uma medicina de precisão.

CONCLUSÃO

Este estudo indica que o manejo do glaucoma transcendeu a simples redução pressórica,

evoluindo para um ecossistema complexo de terapias personalizadas. Observou-se que, embora a PIO continue sendo o único fator de risco modificável, a escolha da intervenção ideal, seja farmacológica, a laser ou cirúrgica, depende de uma análise multifatorial que inclui o estágio da doença, o perfil do paciente e as inovações tecnológicas disponíveis. A literatura demonstra uma clara tendência de individualização do tratamento, com as MIGS e os dispositivos de liberação sustentada de fármacos ganhando espaço em casos leves a moderados, enquanto as técnicas tradicionais, como a trabeculectomia, permanecem essenciais para casos avançados.

Por conseguinte, o futuro do tratamento deve ser foco de políticas de saúde e de pesquisa que visem não apenas o controle da PIO, mas também a neuroproteção e a melhora da adesão terapêutica. A integração da inteligência artificial para diagnóstico precoce e a identificação de biomarcadores para predição de resposta terapêutica podem ser importantes aliados neste contexto. Contudo, novos estudos longitudinais e comparativos são necessários para validar a eficácia a longo prazo e o custo-efetividade de muitas dessas novas tecnologias, como os diferentes dispositivos MIGS e as emergentes terapias genéticas. A confirmação dessas hipóteses em ensaios clínicos robustos será crucial para transformar o paradigma atual e mitigar o impacto global desta neuropatia óptica crônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APTEL, F. *et al.* Efficacy and safety of the Preserflo MicroShunt after 2 years: results from a multicentre prospective study. *British Journal of Ophthalmology*, v. 106, p. 928, 2022. doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-318537.
- BARTON, K. Glaucoma surgery: success is not what it used to be. *British Journal of Ophthalmology*, v. 106, p. 875, 2022. doi: 10.1136/bjophthalmol-2021-319599.
- CROWSTON, J.G. & MORGAN, W.H. The future of glaucoma management: integrating innovation and precision medicine. *Clinical & Experimental Ophthalmology*, v. 50, p. 993, 2022. doi: 10.1111/ceo.14175.
- DANESH-MEYER, H.V. & LEVIN, L.A. Neuroprotection in glaucoma: recent and future directions. *Current Opinion in Ophthalmology*, v. 32, p. 124, 2021. doi: 10.1097/ICU.0000000000000732.
- EUROPEAN GLAUCOMA SOCIETY - EGS. Terminology and guidelines for glaucoma. 5. ed. *British Journal of Ophthalmology*, v. 105, 2021. doi: 10.1136/bjophthalmol-2021-319728.
- GEDDE, S.J. *et al.* Primary open-angle glaucoma preferred practice pattern. *Ophthalmology*, v. 128, p. 71, 2021. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.10.024.
- LAVIA, C. *et al.* Minimally invasive glaucoma surgeries (MIGS) for open angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, v. 12, e0183142, 2017. doi: 10.1371/journal.pone.0183142.
- LUSTLAUS, J. *et al.* Emerging drugs to treat glaucoma: targeting neuroprotection and IOP. *Expert Opinion on Emerging Drugs*, v. 28, 2023. doi: 10.1080/14728214.2023.2180491.
- MEDEIROS, F.A. Biomarkers and artificial intelligence in glaucoma. *Eye*, v. 37, p. 2041, 2023. doi: 10.1038/s41433-023-02482-x.
- MEDEIROS, F.A. & WEINREB, R.N. Is 20/20 vision enough?: the importance of visual quality and patient-reported outcomes in glaucoma. *Ophthalmology*, v. 129, e9, 2022. doi: 10.1016/j.ophtha.2021.08.013.
- RATHI, S. *et al.* New innovations in glaucoma surgery. *Current Opinion in Ophthalmology*, v. 33, p. 138, 2022. doi: 10.1097/ICU.0000000000000829.
- THAM, Y.C. *et al.* Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*, v. 121, p. 2081, 2014. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013.
- WEINREB, R.N. *et al.* Integrating innovations in glaucoma diagnosis and management: from big data to artificial intelligence. *Ophthalmology*, v. 130, 2023. doi: 10.1016/j.ophtha.2022.09.018.