eOftalmo

Trabeculoplastia seletiva a laser e cirurgias minimamente invasivas para glaucoma: o que esperar nos próximos 10 anos

Selective laser trabeculoplasty and minimally invasive glaucoma surgery: what to expect in the next 10 years?

Tiago Santos Prata[1], Caroline Klein Diniz[2], Ana Carolina Hatsuia Ferreira[3]

1. Setor de Glaucoma, Departamento de Oftalmologia, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
2. Departamento de Oftalmologia, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, SP, Brasil.
3. Setor de Glaucoma, Glaucoma Instituto, Belo Horizonte, MG, Brasil.

PALAVRAS-CHAVE:

Trabeculoplastia seletiva a laser; Glaucoma primário de ângulo aberto; Cirurgias minimamente invasivas para glaucoma; Custo-efetividade; Diagnóstico precoce.

RESUMO

A trabeculoplastia seletiva a laser e as cirurgias minimamente invasivas para glaucoma devem ser compreendidas como estratégias complementares no manejo contemporâneo do glaucoma, e não como modalidades concorrentes. A trabeculoplastia seletiva a laser apresenta perfil favorável de segurança, reprodutibilidade, possibilidade de repetição e aplicabilidade ambulatorial, com evidências robustas de eficácia e impacto na redução da dependência de colírios, especialmente em pacientes com hipertensão ocular ou glaucoma primário de ângulo aberto leve a moderado. As cirurgias minimamente invasivas para glaucoma, por sua vez, têm papel mais definido em pacientes com indicação concomitante de cirurgia de catarata, nos quais podem oferecer benefício adicional na redução da pressão intraocular e da carga medicamentosa. Em cenários de restrição econômica, particularmente em sistemas públicos de saúde, a trabeculoplastia seletiva a laser destaca-se como uma alternativa sustentável, capaz de simplificar o tratamento, melhorar a adesão, reduzir efeitos adversos da terapia tópica crônica e potencialmente otimizar desfechos futuros. A incorporação racional da trabeculoplastia seletiva a laser exige capacitação profissional, ampliação do acesso à tecnologia, modelos adequados de remuneração e estratégias de diagnóstico precoce. Nesse contexto, ferramentas como a retinografia associada à inteligência artificial podem contribuir para identificar pacientes em fases iniciais, favorecendo intervenções mais oportunas, custo-efetivas e centradas no paciente.

KEYWORDS:

Selective laser trabeculoplasty; Primary open-angle glaucoma; Minimally invasive glaucoma surgery; Cost-effectiveness; Early diagnosis.

ABSTRACT

Selective laser trabeculoplasty and minimally invasive glaucoma surgery should be considered as complementary strategies in the contemporary management of glaucoma, rather than competing modalities. Selective laser trabeculoplasty has good safety, reproducibility, repeatability, and outpatient applicability profile, with robust evidence of efficacy and impact on reducing dependence on eye drops, particularly in patients with ocular hypertension or mild-to-moderate primary open-angle glaucoma. Minimally invasive glaucoma surgery has a more defined role in patients with concomitant indications for cataract surgery, because it offers additional benefits of reducing intraocular pressure and medication burden. In resource-limited settings, particularly in public health systems, selective laser trabeculoplasty stands out as a sustainable option that simplifies treatment, improves adherence, reduces adverse effects of chronic topical therapy, and potentially optimizes future outcomes. The rational incorporation of selective laser trabeculoplasty requires professional training, increased access to technology, appropriate reimbursement models, and strategies for early diagnosis. In this context, tools such as retinography combined with artificial intelligence can help identify patients in the early stages of the disease, thus favoring more timely, cost-effective, and patient-centered interventions.

Autor correspondente: Tiago S. Prata. E-mail: tprata0807@gmail.com
Recebido em: 17 de Abril de 2026. **Aceito em:** 29 de Abril de 2026.
Financiamento: Declaram não haver. **Conflitos de Interesse:** Declaram não haver.

Como citar: Prata TS, Diniz CK, Ferreira ACH. Trabeculoplastia seletiva a laser e cirurgias minimamente invasivas para glaucoma: o que esperar nos próximos 10 anos. eOftalmo. 2026;12(3):74-9.

DOI: 10.17545/eOftalmo/2026.v12.0016

Esta obra está licenciada sob uma *Licença Creative Commons* Atribuição 4.0 Internacional.

ANÁLISE COMPARATIVA E INTEGRAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

A incorporação de novas tecnologias no manejo do glaucoma trouxe à prática clínica uma ampliação significativa das opções terapêuticas, particularmente com o advento das cirurgias minimamente invasivas para glaucoma (MIGS). Nesse cenário, torna-se essencial não apenas comparar essas abordagens, mas também compreender como integrá-las de forma racional ao longo da evolução da doença.

A trabeculoplastia seletiva a laser (SLT) apresenta características que a diferenciam fundamentalmente das MIGS. Trata-se de um procedimento não invasivo, de rápida execução, alta reprodutibilidade técnica e com excelente perfil de segurança, podendo ser realizado em ambiente ambulatorial, sem a necessidade de centro cirúrgico. Além disso, a SLT é a modalidade, entre essas alternativas, que dispõe de maior volume de evidência com seguimento de longo prazo, incluindo dados não apenas de redução da pressão intraocular (PIO) e número de medicações, mas também de impacto na progressão da doença[1-3].

Em termos de eficácia, estudos comparativos demonstram que a redução pressórica obtida com a SLT é semelhante à observada com algumas técnicas de MIGS, tanto com dispositivos implantáveis quanto sem dispositivos. Procedimentos como o implante de stents trabeculares (ex.: iStent) ou técnicas de goniotomia ab interno (como aquelas realizadas com lâminas específicas, incluindo o Kahook Dual Blade) apresentam, em média, reduções de PIO na faixa de 20–30%, valores comparáveis aos obtidos com a SLT em diferentes populações[4-6]. Entretanto, diferentemente das MIGS, a SLT apresenta uma vantagem adicional relevante: a possibilidade de repetição mantendo níveis satisfatórios de eficácia e segurança, como demonstrado em múltiplos estudos clínicos[7,8]. Essas características tornam a SLT uma opção de tratamento particularmente estratégica como terapia inicial.

À luz dessas evidências, propõe-se uma abordagem integrada e escalonada. Em pacientes com hipertensão ocular ou glaucoma primário de ângulo aberto (GPAA) leve a moderado — especialmente em olhos fácicos sem catarata ou em olhos já pseudofácicos — a SLT deve ser considerada como terapia de primeira linha, conforme reforçado por estudos randomizados que demonstram eficácia comparável ao tratamento medicamentoso, com redução da necessidade de colírios[2]. Por outro lado, as MIGS encontram seu papel mais claro em um contexto específico: pacientes com indicação cirúrgica para catarata, nos quais a associação com um procedimento minimamente invasivo pode proporcionar benefício adicional na redução da PIO e da carga medicamentosa, com impacto incremental no controle da doença[5,6].

Sob essa perspectiva, a integração entre SLT e MIGS deve ser entendida como um fluxo lógico ao longo da história natural do glaucoma, e não como uma escolha excludente entre modalidades. Em termos práticos, não parece justificável indicar uma abordagem cirúrgica, mesmo que minimamente invasiva, em pacientes que necessitam de reduções pressóricas moderadas (na ordem de 20–25%) ou redução de uma medicação, particularmente quando não há indicação concomitante de facectomia. Nesses casos, a SLT oferece eficácia equivalente, menor invasividade, menor custo e maior simplicidade técnica.

Essa lógica de escalonamento terapêutico — iniciando com SLT e reservando as MIGS para cenários específicos, sobretudo associados à cirurgia de catarata — permite uma abordagem mais racional, custo-efetiva e centrada no paciente, alinhada tanto à evidência científica disponível quanto à prática clínica atualizada (Figura 1).

Papel da SLT em Cenários de Restrição Econômica

Para além das análises econômicas tradicionais, é fundamental reconhecer que a superioridade da SLT em cenários de restrição econômica não se limita ao custo direto, mas também se estende ao seu impacto clínico e prognóstico ao longo da evolução do glaucoma. Diferentemente do tratamento medicamentoso tópico - que atua predominantemente na redução da produção de humor aquoso ou no aumento do fluxo uveoescleral - a SLT atua diretamente sobre a trabeculopatia, principal mecanismo fisiopatológico do GPAA. Ao modular a função da malha trabecular, a SLT não apenas reduz a PIO, mas intervém de forma mais direta no sítio de resistência ao escoamento do humor aquoso[9,10].

Essa diferença de abordagem tem implicações clínicas relevantes. Embora a redução pressórica inicial obtida com SLT e com colírios antiglaucomatosos seja frequentemente semelhante, o tratamento a laser está associado a uma menor necessidade de escalonamento terapêutico ao longo do tempo. Dados do *LiGHT Trial* demonstram que aproximadamente



Figura 1. O SLT pode melhorar o controle do glaucoma e reduzir sua progressão.

70% dos pacientes tratados inicialmente com SLT permaneceram livres de medicação após seis anos de seguimento, sendo que menos da metade necessitou de retratamento durante esse período[11,12]. Os dados também demonstram que pacientes tratados inicialmente com SLT apresentam menor probabilidade de necessitar de cirurgia antiglaucomatosa ao longo do tempo, quando comparados àqueles que iniciam o tratamento com medicação[11].

Esse cenário contrasta com o observado em pacientes tratados inicialmente com colírios, nos quais há uma tendência progressiva à introdução de múltiplas medicações para manutenção do controle pressórico. Esse escalonamento implica não apenas em aumento de custos cumulativos, mas também impacta significativamente a adesão ao tratamento, reconhecidamente um dos principais desafios no manejo do glaucoma[13]. A dificuldade de adesão é particularmente relevante em sistemas públicos de saúde, onde frequentemente não há acesso a formulações combinadas, resultando em maior número de instilações diárias. Esse aumento da complexidade terapêutica está diretamente associado ao pior controle da doença e maior risco de progressão.

Além disso, há evidências de que, para níveis semelhantes de PIO média ao longo do seguimento, pacientes tratados inicialmente com SLT apresentam menor progressão funcional quando comparados àqueles tratados exclusivamente com terapia medicamentosa[11]. Esse achado sugere que a maior estabilidade pressórica (menor variabilidade da PIO) associada à SLT pode desempenhar papel relevante na proteção do nervo óptico.

Outro aspecto frequentemente negligenciado é o impacto iatrogênico do tratamento tópico crônico na superfície ocular e na qualidade de vida. O uso prolongado de múltiplas medicações, frequentemente contendo conservantes, está associado a inflamação da superfície ocular, desconforto, redução da qualidade visual e pior adesão ao tratamento[14].

Por fim, é importante considerar o impacto do tratamento inicial no prognóstico cirúrgico futuro. A literatura demonstra que o uso prolongado de múltiplas medicações tópicas está associado a maior inflamação conjuntival e pior desempenho de cirurgias filtrantes, como a trabeculectomia, aumentando o risco de falência cirúrgica[15]. Nesse contexto, estratégias que reduzam a exposição crônica a colírios — como

a SLT — podem contribuir para melhores desfechos em pacientes que eventualmente necessitarão de intervenção cirúrgica.

Dessa forma, ao se considerar o papel da SLT em sistemas públicos de saúde, especialmente em cenários de restrição econômica, torna-se evidente que seus benefícios transcendem a redução de custos diretos. A SLT representa uma estratégia que combina intervenção fisiopatológica, simplificação terapêutica, melhora da adesão, preservação da qualidade de vida e potencial otimização de desfechos a longo prazo, configurando-se como uma das abordagens mais completas e sustentáveis no manejo do glaucoma.

Reflexões Finais e Diretrizes Futuras

A discussão sobre a SLT nos últimos anos ultrapassou o campo da comparação entre modalidades terapêuticas, passando a ocupar um espaço mais amplo dentro da organização do cuidado em glaucoma. Mais do que uma alternativa terapêutica custo-efetiva, a SLT deve ser compreendida como uma tecnologia que reúne características fundamentais para escalabilidade: segurança, reprodutibilidade, facilidade técnica e aplicabilidade em larga escala.

Do ponto de vista de segurança, a SLT apresenta um perfil extremamente favorável. Estudos de base populacional demonstram que a incidência de complicações graves com potencial de ameaça à visão é excepcionalmente baixa, na ordem de aproximadamente 1 para 6.000 procedimentos, reforçando seu papel como intervenção de baixo risco mesmo quando aplicada em larga escala[16]. Associado a isso, a possibilidade de repetição com manutenção de eficácia torna o procedimento ainda mais atrativo ao longo da história natural da doença.

Entretanto, é fundamental reconhecer que a custo-efetividade e o impacto clínico da SLT estão diretamente relacionados ao momento da sua indicação. A literatura é consistente ao demonstrar que o laser apresenta melhor desempenho em pacientes com hipertensão ocular e GPAA em estágios iniciais a moderados, nos quais as metas pressóricas são mais compatíveis com a magnitude de redução proporcionada pelo procedimento[11,17]. Em estágios mais avançados, nos quais reduções pressóricas mais agressivas são necessárias, a SLT tende a ter papel mais limitado, reduzindo sua atratividade como estratégia isolada.

Sob essa perspectiva, a SLT parece ser mais eficiente como terapia inicial do que como intervenção adjuvante tardia, especialmente quando considerada dentro de modelos de custo-efetividade. Essa observação reforça a importância de um reposicionamento não apenas técnico, mas também estrutural da abordagem ao glaucoma. Para que esse modelo se torne realidade, especialmente no contexto brasileiro, alguns pilares estratégicos precisam ser considerados.

O primeiro é a capacitação do oftalmologista generalista. A maior parte dos pacientes com glaucoma não está concentrada em centros especializados, mas sim com o oftalmologista não especialista em glaucoma. Portanto, é essencial que o médico não especialista esteja apto a reconhecer os candidatos ideais, indicar corretamente e realizar a SLT com segurança, além de conduzir o seguimento pós-procedimento. A disseminação dessa competência é fundamental para ampliar o acesso ao tratamento (Figura 2).

O segundo pilar é a disponibilidade da tecnologia. A ampliação do acesso ao laser deve ocorrer tanto na saúde suplementar quanto, principalmente, no sistema público. Para isso, é necessário alinhar incentivos econômicos e modelos de remuneração, de modo a tornar a realização do procedimento viável e atrativa para os serviços, corrigindo distorções atuais que ainda favorecem o tratamento medicamentoso crônico.

O terceiro, e talvez mais importante, é a detecção precoce da doença. O glaucoma permanece uma condição marcada por perda de oportunidade diagnóstica. Muitos pacientes são diagnosticados tardiamente, não apenas por ausência de acesso ao oftalmologista, mas também por limitações na identificação da doença em consultas de rotina.

Nesse contexto, a incorporação de ferramentas diagnósticas mais objetivas e acessíveis pode desempenhar papel transformador. Tecnologias como a retinografia associada a algoritmos de inteligência artificial já demonstraram capacidade de auxiliar na detecção precoce de alterações glaucomatosas, com potencial de aplicação em larga escala e custo relativamente baixo[18,19]. O incentivo à adoção dessas ferramentas na prática do oftalmologista generalista pode contribuir significativamente para a identificação de pacientes em fases iniciais, justamente aqueles que mais se beneficiam da SLT. Dessa forma, constrói-se um modelo integrado e virtuoso: diagnóstico mais precoce, ampliação do acesso ao laser e intervenção em fases iniciais da doença, resultando em melhor controle clínico, menor dependência de medicação e potencial redução da progressão do glaucoma.



Figura 2. A capacitação do generalista pode ampliar o acesso ao SLT.

Nesse cenário, o Brasil apresenta uma oportunidade singular. A convergência de um sistema público abrangente, uma comunidade oftalmológica qualificada e a crescente disponibilidade de tecnologias custo-efetivas cria um ambiente propício para a implementação de modelos inovadores de cuidado. Ao priorizar estratégias baseadas em evidência, com foco em intervenção precoce e racionalização de recursos, o país não apenas otimiza seus desfechos em saúde ocular, mas também se consolida como referência internacional na implementação de tecnologias sustentáveis no tratamento do glaucoma.

REFERÊNCIAS

1. Latina MA, Park C. Selective targeting of trabecular meshwork cells: in vitro studies of pulsed and continuous wave laser interactions. Exp Eye Res. 1995;60(4):359-71.
2. Garg A, Gazzard G. Selective laser trabeculoplasty: past, present, and future. Eye (Lond). 2018;32(5):863-876.
3. Gazzard G, Konstantakopoulou E, Garway-Heath D, Garg A, Vickerstaff V, Hunter R, Ambler G, Bunce C, Wormald R, Nathwani N, Barton K, Rubin G, Buszewicz M; LiGHT Trial Study Group. Selective laser trabeculoplasty versus eye drops for first-line treatment of ocular hypertension and glaucoma (LiGHT): a multicentre randomised controlled trial. Lancet. 2019;393(10180):1505-1516.
4. Katz LJ, Steinmann WC, Kabir A, Molineaux J, Wizov SS, Marcellino G; SLT/Med Study Group. Selective laser trabeculoplasty versus medical therapy as initial treatment of glaucoma: a prospective, randomized trial. J Glaucoma. 2012;21(7):460-8.
5. Samuelson TW, Katz LJ, Wells JM, Duh YJ, Giamporcaro JE; US iStent Study Group. Randomized evaluation of the trabecular micro-bypass stent with phacoemulsification in patients with glaucoma and cataract. Ophthalmology. 2011;118(3):459-67.
6. Dorairaj SK, Seibold LK, Radcliffe NM, Are AA, Jimenez-Román J, Lascano-Gomez G, et al. 12-Month Outcomes of Goniotomy Performed Using the Kahook Dual Blade Combined with Cataract Surgery in Eyes with Medically Treated Glaucoma. Adv Ther. 2018 Sep;35(9):1460-1469
7. Hong BK, Winer JC, Martone JF, Wand M, Altman B, Shields MB. Repeat selective laser trabeculoplasty. J Glaucoma. 2009; 18(3):180-3.
8. Avery N, Ang GS, Nicholas S, Wells A. Repeatability of primary selective laser trabeculoplasty in patients with primary open-angle glaucoma. Int Ophthalmol. 2013;33(5):501-6.
9. Seider MI, Keenan JD, Han Y. Cost of selective laser trabeculoplasty vs topical medications for glaucoma. Arch Ophthalmol. 2012; 130(4):529-30.
10. Berdahl JP, Khatana AK, Katz LJ, Herndon L, Layton AJ, Yu TM, et al. Cost-comparison of two trabecular micro-bypass stents versus selective laser trabeculoplasty or medications only for intraocular pressure control for patients with open-angle glaucoma. J Med Econ. 2017;20(7):760-766.

11. Gazzard G, Konstantakopoulou E, Garway-Heath D, Adeleke M, Vickerstaff V, Ambler G, Hunter R, Bunce C, Nathwani N, Barton K; LiGHT Trial Study Group. Laser in Glaucoma and Ocular Hypertension (LiGHT) Trial: Six-Year Results of Primary Selective Laser Trabeculoplasty versus Eye Drops for the Treatment of Glaucoma and Ocular Hypertension. Ophthalmology. 2023; 130(2):139-151.
12. Barbosa LEO, Barboza WL, Guedes RAP, Chaoubah A, Hatanaka M. Cost-effectiveness of selective laser trabeculoplasty as a replacement for hypotensive eye drops in the Brazilian public health system. Clinics (Sao Paulo). 2025 Apr 23;80:100650.
13. Olthoff CMG, Schouten JSAG, van de Borne BW, Webers CAB. Noncompliance with ocular hypotensive treatment in patients with glaucoma or ocular hypertension: an evidence-based review. Ophthalmology. 2005;112(6):953-61.
14. Kolko M, Gazzard G, Baudouin C, Beier S, Brignole-Baudouin F, Cvenkel B, et al. Impact of glaucoma medications on the ocular surface and how ocular surface disease can influence glaucoma treatment. Ocul Surf. 2023 Jul;29:456-468.
15. Ojanen ES, Turunen JA, Harju M. The incidence of serious complications after selective laser trabeculoplasty. Acta Ophthalmol. 2026;104(1):106-113.
16. Broadway D, Grierson I, Hitchings R. Adverse effects of topical antiglaucomatous medications on the conjunctiva. Br J Ophthalmol. 1993;77(9):590-6.
17. Kuley B, Zheng CX, Zhang QE, Hamershock RA, Lin MM, Moster SJ, et al. Predictors of Success in Selective Laser Trabeculoplasty. Ophthalmol Glaucoma. 2020;3(2):97-102.
18. Ting DSW, Pasquale LR, Peng L, Campbell JP, Lee AY, Raman R, et al. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. Br J Ophthalmol. 2019;103(2):167-175.
19. Samico GA, da Costa DR, Scherer R, Azizi A, Rabinowitz AS, Malek DA, et al. Deep Learning-Predicted RNFL Loss and Incident Glaucoma in the Canadian Longitudinal Study on Aging. Ophthalmol Glaucoma. 2026 Mar 19:S2589-4196(26)00051-7.

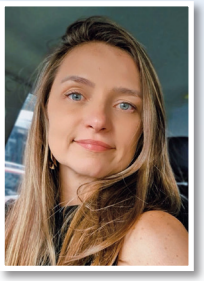
INFORMAÇÃO DOS AUTORES



» **Tiago Santos Prata**
http://orcid.org/0000-0003-1830-3766
http://lattes.cnpq.br/4375022069702250



» **Ana Carolina Hatsuia Ferreira**
http://orcid.org/0009-0000-3015-9301
http://lattes.cnpq.br/5311610239125115



» **Caroline Klein Diniz**
http://orcid.org/0000-0002-8891-0054
http://lattes.cnpq.br/2897684039140597