

## Gonioscopia diagnóstica e cirúrgica. Atualidades e perspectivas

Diagnostic and surgical gonioscopy. Recent advances and perspective

Jessica Gonzaga Lopes<sup>1</sup> , Ricardo Augusto Paletta Guedes<sup>2</sup> , Rodolpho Takaishi Ninin Matsumoto<sup>3</sup> , Ticiania de Francesco<sup>4</sup> <sup>1</sup> Departamento de Glaucoma, Centro de Estudos e Pesquisas Oculistas Associados, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.<sup>2</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil.<sup>3</sup> Departamento de Glaucoma, Hoftalon Centro de Estudos e Pesquisas da Visão, Londrina, PR, Brasil.<sup>4</sup> Departamento de Glaucoma, Hospital de Olhos Leiria de Andrade, Fortaleza, CE, Brasil.

## Como citar:

Lopes JG, Guedes RA, Matsumoto RT, Francesco T. Gonioscopia diagnóstica e cirúrgica. Atualidades e perspectivas. Rev Bras Oftalmol. 2024;83:e0026.

## doi:

<https://doi.org/10.37039/1982.8551.20240026>

## Descritores:

Gonioscopia; Gonioscopia Intraoperatória; Glaucoma; Trabeculoplastia; Terapia a laser. Cirurgia angular

## Keywords:

Gonioscopy; Intraoperative Gonioscopy; Glaucoma; Trabeculoplasty; Laser therapy; Angular surgery

Recebido:  
28/10/2023Aceito:  
20/1/2024

## Autor correspondente:

Jessica Gonzaga Lopes  
Rua Jornalista Orlando Dantas, 49,  
Botafogo, Rio de Janeiro-RJ, CEP 22231-  
010.  
E-mail: jessicagonzaga.oftalmo@hotmail.  
comInstituição de realização do trabalho:  
Centro de Estudos e Pesquisas Oculistas  
Associados (CEPOA) Rio de Janeiro-RJ.Fonte de auxílio à pesquisa:  
trabalho não financiado.Conflitos de interesse:  
não há conflitos de interesses.

Copyright ©2024

## RESUMO

O presente artigo é uma atualização sobre os principais conceitos, as técnicas, os equipamentos, as lentes e as utilidades do exame de gonioscopia, com foco principal na sua importância para as novas terapias antiglaucomatosas: trabeculoplastia seletiva a *laser* e cirurgias angulares. Se faz necessária esta revisão e atualização por se tratar de um exame imprescindível para a prática diária do oftalmologista, consolidando o conhecimento necessário para realizá-lo e pelo crescente uso da gonioscopia nas novas terapias antiaglaucomatosas.

## ABSTRACT

This article is an update on the main concepts, techniques, equipment, lenses, and uses of the gonioscopy exam, with a main focus on its importance for new antiglaucoma therapies: selective laser trabeculoplasty and angular surgeries. This review and update is necessary because it is an essential exam for the daily practice of ophthalmologists, consolidating the knowledge necessary to perform it and because of the increasing use of gonioscopy in new anti-aglaucomatous therapies.

## INTRODUÇÃO

O exame de gonioscopia consiste na avaliação do seio camerular e das estruturas do ângulo iridocorneano, estruturas estas que não são acessíveis ao exame de biomicroscopia do segmento anterior do globo ocular, por causa da reflexão total interna dos raios luminosos oriundos daquela região intraocular.<sup>(1-4)</sup> A gonioscopia é um componente essencial do exame oftalmológico, mas continua subutilizada.<sup>(3,5,6)</sup>

Dois são os métodos mais comuns para a realização do exame de gonioscopia: direto e indireto. No método direto, utiliza-se uma lente de gonioscopia sem espelhos para a visualização direta das estruturas do ângulo iridocorneano e é uma excelente técnica para uso no centro cirúrgico. Já a gonioscopia indireta é utilizada principalmente durante as consultas oftalmológicas, e as estruturas são visualizadas indiretamente por intermédio de espelhos.<sup>(3)</sup>

A técnica de gonioscopia é examinador-dependente e exige uma curva de aprendizado e certa experiência. Novas tecnologias de gonioscopia digital, como o Gonioscope GS-1 da NIDEK, surgiram com a finalidade de padronizar a realização da gonioscopia e permitir um registro mais fidedigno das estruturas examinadas.<sup>(4)</sup>

Por meio da gonioscopia, consegue-se classificar o tipo de glaucoma, sendo imprescindível para o diagnóstico diferencial dos glaucomas de ângulo aberto ou fechado, e dos primários ou secundários.<sup>(3)</sup> Além disso, permite a realização de terapias a *laser*, como a trabeculoplastia, assim como as cirurgias antiglaucomatosas por via angular.<sup>(3,7)</sup> A gonioscopia é essencial ainda para o manejo pós-operatório das cirurgias antiglaucomatosas, tanto para as técnicas tradicionais quanto as mais recentes.<sup>(3)</sup>

Atualmente, tem-se observado aumento significativo de opções de técnicas cirúrgicas com abordagem angular para o glaucoma, as quais exigem grande conhecimento e treinamento em gonioscopia.<sup>(8,9)</sup> Nota-se ainda o surgimento recente de novas opções de lentes e equipamentos para a realização de gonioscopia, tanto clínica como cirúrgica, tornando mais desafiadora a escolha que melhor se adapta às necessidades de cada oftalmologista.<sup>(1,2,4,10)</sup>

O objetivo do presente artigo é realizar uma atualização sobre os principais conceitos, as técnicas, os equipamentos, as lentes e as utilidades do exame de gonioscopia, com foco principal na sua importância para as novas terapias antiglaucomatosas: trabeculoplastia seletiva a *laser* e cirurgias angulares.

## DESENVOLVIMENTO

### Anatomia do seio camerular

O seio camerular é proveniente de quatro estruturas oculares indissociáveis: a córnea e a esclera na frente, a íris e o corpo ciliar atrás. Compreende a região da câmara anterior, sendo a parte mais periférica interposta entre a extremidade proximal da face posterior da córnea e a face anterior da íris. Essa associação anatômica lhe confere importância fisiopatológica, particularmente em seu papel de excreção do humor aquoso, em suas variantes anatômicas, fisiopatológicas ou patológicas, na relativa facilidade da abordagem cirúrgica e nas possibilidades de exame direto por gonioscopia.<sup>(11)</sup>

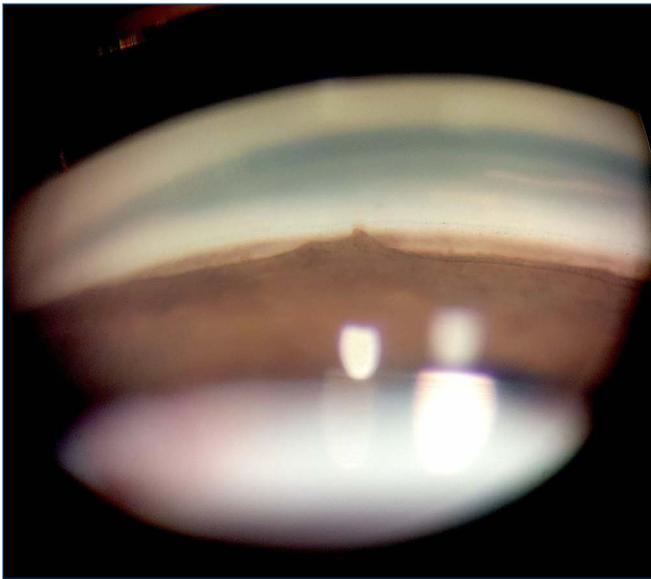
As estruturas a serem identificadas e estudadas pela gonioscopia incluem íris, faixa ciliar, esporão escleral, malha trabecular e linha de Schwalbe. As estruturas do ângulo camerular, usualmente, são mais facilmente identificáveis no quadrante inferior por terem uma maior amplitude e maior deposição de pigmento.

A parte iriana do seio camerular é composta da raiz da íris e sua implantação no corpo ciliar. Os processos irianos (Figura 1) são finos prolongamentos de tecido iriano que partem da raiz da íris e se estendem até as porções ciliar e escleral do trabeculado, às vezes, atingindo a linha de Schwalbe. Constituem um *reliquat* do ligamento pectíneo, um tecido presente na vida embrionária, que pode persistir após o nascimento. São achados frequentes em olhos normais. É importante distinguir os processos irianos, que são finos e alongados e permitem a visualização das estruturas angulares nos espaços entre eles, e das sinéquias anteriores periféricas (Figura 2), que são mais sólidas e largas e obstruem completamente o recesso angular. A íris apresenta dobras de contração que tendem a ser mais proeminentes na periferia; uma última dobra anormalmente saliente é característica da síndrome da íris em platô.



Fonte: cortesia de Jessica Gonzaga.

**Figura 1.** Processos irianos na gonioscopia intraoperatória.



Fonte: cortesia de Rodolpho Matsumoto.

**Figura 2.** Sinéquia anterior periférica com aderência focal do estroma da íris em forma de tenda sobre o trabeculado.

A faixa ciliar é a porção do músculo ciliar imediatamente anterior à inserção da íris. É recoberta por uma quantidade variável de trabeculado uveal, o que lhe confere um grau variado de textura e pigmentação levemente acinzentada a castanho escuro.

O esporão escleral é uma projeção interna da esclera, correspondendo à porção posterior do chamado sulco escleral interno, no qual se aloja o canal de Schlemm. No esporão, inserem-se as trabéculas corneoesclerais que correspondem ao limite posterior da malha trabecular. Quase todas as fibras longitudinais do músculo ciliar também se inserem no esporão escleral.

A malha trabecular é caracterizada por uma faixa branco-acinzentada que se estende do esporão escleral à linha de Schwalbe. O fluxo de drenagem ocorre na porção posterior da malha trabecular, que está em correspondência com canal de Schlemm, o que lhe confere uma pigmentação mais intensa. Uma densa pigmentação pode obscurecer todas as estruturas do ângulo camerular, como na síndrome de dispersão pigmentar.

O canal de Schlemm usualmente não é visível, pois está recoberto pela porção posterior da malha trabecular e torna-se visível somente quando se enche de sangue.

A linha de Schwalbe é uma condensação de colágeno da membrana de Descemet e marca o limite anterior da malha trabecular. Apresenta-se como linha translúcida, por vezes, levemente proeminente. O corte óptico é fundamental para sua visualização, uma vez que a linha Schwalbe situa-se exatamente no ponto em que as linhas de perfil anterior (endotelial) e posterior (epitelial) da córnea se unem.<sup>(11-13)</sup>

## Gonioscopia: conceito e técnicas

### Direta/indireta

Na gonioscopia direta, os raios oriundos do seio camerular passam pela interface córnea-lente de contato sem desvio. Como a curvatura anterior da lente de contato é maior do que a da córnea, são refratados na interface lente AR, sem reflexão total. O protótipo de lente para gonioscopia direta é a lente de Koeppel, de 50 dioptrias, colocada no olho do paciente deitado com soro fisiológico ou viscoelástico para preencher o espaço entre a córnea e a lente. Na gonioscopia direta, verifica-se a visualização direta do ângulo, que se faz necessária para procedimentos angulares intraoperatórios, sendo necessário inclinar a cabeça do paciente para visualização ampla do seio camerular.<sup>(3)</sup>

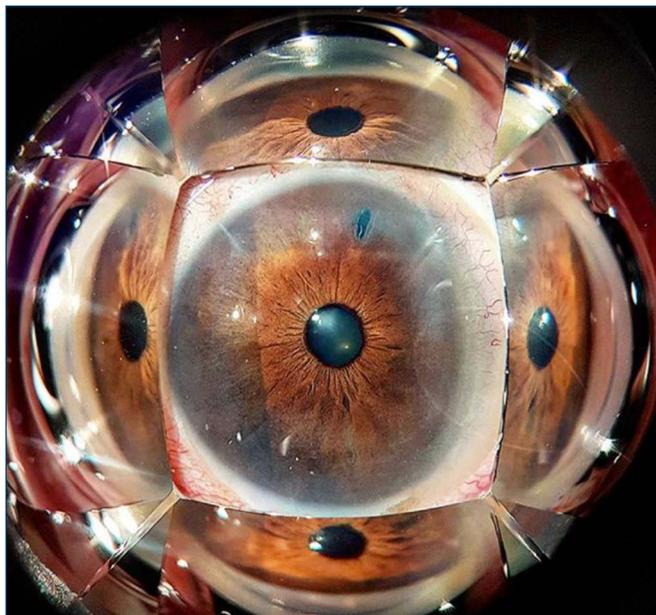
Na gonioscopia indireta, os raios de luz são refletidos por um espelho na lente de contato e deixam a lente praticamente em ângulo reto em relação à interface lente de contato AR. A gonioscopia indireta é realizada com paciente sentado olhando para a lâmpada de fenda e é fundamental na gonioscopia diagnóstica e pré-operatória. A lente de Goldmann de um espelho é um exemplo da gonioscopia indireta, a porção que se apoia na córnea tem diâmetro de 12mm e um raio de curvatura de 7,38mm e, por ser mais curva que a córnea, necessita de substância viscoelástica para preencher a interface entre a córnea e a lente (gonioscopia estática).

Têm-se as lentes do tipo Zeiss com menor área de contato, que dispensa o uso de substância viscoelástica, sendo a própria lágrima do paciente suficiente para preencher a interface córnea-lente.<sup>(1-3)</sup>

Uma grande vantagem das lentes tipo Zeiss está em possibilitar indentação (gonioscopia dinâmica) da porção central da córnea e artificialmente aumentar a amplitude do ângulo da câmara anterior. Em razão da menor curvatura e do menor diâmetro, a depressão da córnea desloca o humor aquoso, promovendo o recuo da raiz da íris posteriormente. Se o ângulo for estreito, essa manobra facilita a observação das estruturas do ângulo camerular; se o ângulo é opticamente fechado, a gonioscopia de indentação possibilita a diferenciação entre fechamento aposicional e o fechamento sinequial. Entretanto, justamente pelo fato de permitir indentação, o uso desses gonioprismas requerem treinamento e experiência para um bom diagnóstico, para se evitarem a indentação inadvertida e a classificação equivocada da abertura camerular.<sup>(14)</sup>

A lente original tem uma pinça para sustentação (Zeiss). Em outros modelos, a haste é removível (Posner) ou somente com moldura, sem haste (Sussman) (Figura 3). As lentes usadas para trabeculoplastia a laser têm um

tratamento antirreflexo e necessitam do uso de substância viscoelástica.<sup>(15)</sup>



Fonte: cortesia de Rodolpho Matsumoto.

**Figura 3.** Visualização do ângulo na lâmpada de fenda por meio dos quatro espelhos de uma lente de Sussman.

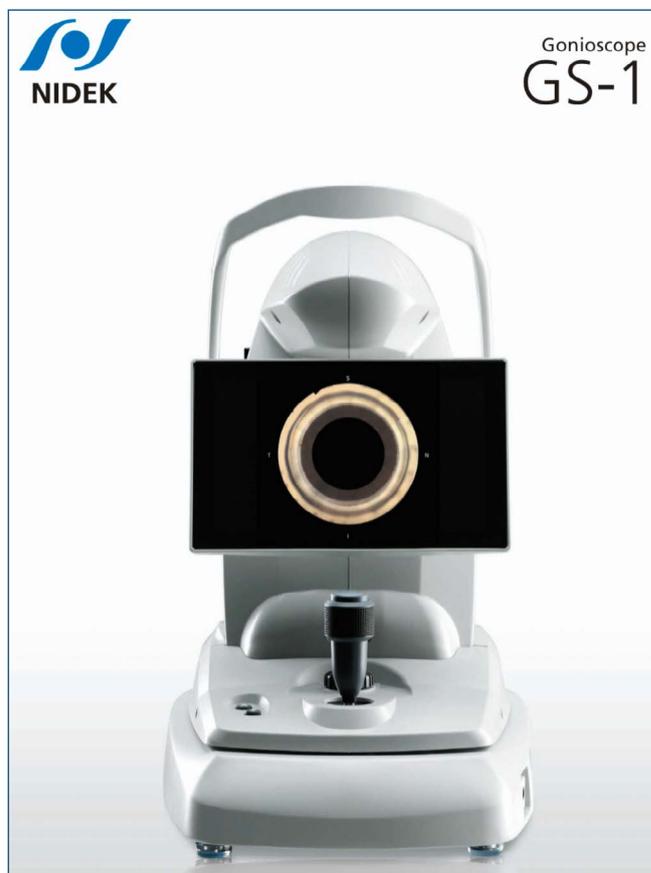
### Digital

A gonioscopia digital permite realizar a gonioscopia estática por intermédio de um aparelho acoplado a uma lente de Goldmann de 16 espelhos, cujo contato com o olho se faz mediante o uso de viscoelástico e permite a obtenção de imagens por uma gonioscopia automatizada, dos quatro quadrantes de forma simultânea, por exemplo, o GS-1 da NIDEK (Figura 4).<sup>(4)</sup>

O aparelho realiza uma goniofotografia circunferencial automatizada pela medição com imersão de gel sem contato com a córnea. As imagens obtidas podem ser exibidas como uma imagem única, linear ou circular, além da avaliação detalhada de uma única imagem. São exportadas em arquivos JPEG, PNG e PDF.

A gonioscopia digital é valiosa quando se deseja a documentação do seio camerular e, em casos de triagem, classifica-se o paciente como ângulo aberto, ângulo fechado e suspeito de fechamento angular. A limitação dessa modalidade de exame está no fato de não se realizar a gonioscopia dinâmica, importante no auxílio de diagnósticos diferenciais.

Com o advento de cirurgias angulares, a documentação do seio camerular, por meio da gonioscopia digital, para triagem prévia do paciente e avaliação do pós-operatório das cirurgias antiglaucomatosas, pode ser tornar um auxílio valioso.



Fonte: <https://nidek.com.br/produto/oftalmologia-e-optometria/diagnostico/retina-glaucoma/gonioscopio-gs-1-2/>

**Figura 4.** Gonioscope GS-1 da NIDEK.

## GONIOSCOPIA DIAGNÓSTICA

### Classificação do glaucoma

A classificação do glaucoma por meio da gonioscopia se dá ao determinar quais estruturas do seio camerular estão visíveis ao exame, impactando no tratamento de escolha.

Inicialmente, deve-se garantir a identificação da linha de Schwalbe, que será referência para a identificação das outras estruturas neste trabalho. A melhor técnica para definir a localização da linha de Schwalbe é pela realização da *corneal edge*, que consiste em uma fenda de luz muito fina e de alta intensidade colocada sobre o trabeculado com a lâmpada de fenda desacoplada do eixo.

O seio amplo é aquele em que são visíveis a linha de Schwalbe, a malha trabecular, o esporão escleral, a faixa ciliar e a raiz da íris. No seio intermediário, as estruturas posteriores ao trabeculado não podem ser observadas. No seio estreito, são visíveis as linhas de Schwalbe e o terço anterior do trabeculado, mas não são observados o esporão escleral, a faixa ciliar e a raiz da íris. No seio fechado, não se observa estrutura do seio camerular.

Existem alguns sistemas de classificação disponíveis, como os de Van Herick, Scheie, Shaffer, Spaeth e o APIC.

Tais sistemas tentam correlacionar a amplitude do seio cameral com o risco de fechamento angular.<sup>(16)</sup>

### Avaliação pré-operatória

A gonioscopia, além de classificar e diagnosticar o tipo de glaucoma, permite selecionar pacientes elegíveis para procedimentos angulares.<sup>(15)</sup>

A avaliação pré-operatória consiste, com exames complementares, em classificar e indicar o tratamento ideal para aquele paciente, pois permite conhecer e estudar a via trabecular. Em glaucoma de ângulo aberto, são oferecidos tratamentos como a trabeculoplastia a laser ou procedimentos cirúrgicos como as cirurgias minimamente invasivas (MIGS).<sup>(9)</sup>

Em pacientes com ângulo fechado ou estreito, após esse diagnóstico, pode-se indicar tratamento a laser por meio da iridotomia ou cirurgia para extração do cristalino, combinada ou não à trabeculectomia.<sup>(15)</sup>

Na avaliação de pacientes elegíveis para cirurgia angular, é importante avaliar o seio cameral, presença de sinéquias e se há algum fator que impeça a boa visualização. Pacientes com ceratotomia radial, alto míope, com opacidade de córnea devem ser avaliados de forma criteriosa e, se for difícil a visualização com lente tipo Zeiss (sem uso de substância viscoelástica), pode ser necessário realizar exame com lente tipo Goldmann (com uso de viscoelástico) para evitar dobras na córnea e obter uma boa avaliação do seio cameral.

### Avaliação pós-operatória

A gonioscopia faz parte da avaliação pós-operatória de todas as modalidades de cirurgia antiglaucomatosa, fornecendo informações importantes do resultado do procedimento, sendo, portanto, fundamental para acompanhar e dar seguimento ao paciente. Na trabeculoplastia a laser, é importante observar se houve lesão na malha trabecular, dispersão de pigmento e formação de sinequias.

Na trabeculectomia, pode-se avaliar a funcionalidade da ampola filtrante por meio do óstio, do posicionamento da íris e avaliar se há pontos de obstrução para drenagem.<sup>(17)</sup> Mediante a gonioscopia, detecta-se se há obstrução do óstio por sangue/fibrina ou mesmo por tecido iriano, oferecendo informações importantes para o manejo do pós-operatório.<sup>(2,9)</sup> Na avaliação de cirurgia com implante valvular, em câmara anterior, é possível avaliar a correta inserção do tubo de drenagem e se este se encontra pérvio.

Na avaliação de implantes trabeculares, é possível avaliar a correta inserção do dispositivo, em quadrante

nasal, na malha trabecular, além da avaliação da integridade da via em procedimentos com ablação da malha trabecular.

## GONIOSCOPIA CIRÚRGICA

### Trabeculoplastia a laser

A trabeculoplastia a laser consiste na aplicação de laser na malha trabecular com o propósito de reduzir a pressão intraocular. Desde 1970, é uma opção de tratamento para o glaucoma. Os tipos de laser, para esse fim, variam de acordo com o espectro luminoso utilizado, o tempo de exposição, a intensidade, o tamanho da mira e a forma de aplicação (luz pulsada ou contínua). Está indicada em olhos com glaucoma ou hipertensão ocular, com ângulo aberto, primário ou secundário (em especial no glaucoma pigmentar e pseudoexfoliativo).

A trabeculoplastia seletiva a laser vem substituindo o uso da trabeculoplastia com laser de argônio em virtude da menor incidência de efeitos adversos, menor taxa de dano tecidual e possibilidade de repetir o tratamento caso haja necessidade.<sup>(18)</sup>

Existem vários aparelhos para trabeculoplastia seletiva a laser como: Ellex, Lumenis, Lightmed, Quantel, NIDEK com laser diodo modo q-switched de frequência duplicada Nd:YAG, comprimento de onda de 532nm, duração de pulso de três nanossegundos e mira de 400mm.

Faz-se necessário o uso de uma lente de gonioscopia indireta com tratamento para laser, por exemplo, a lente de Goldmann de quatro espelhos, específica para trabeculoplastia, que apresenta dois pares de espelhos. Estão disponíveis os gonioprismas como a lente de um espelho da Volk e a Rapid SLT Lens da Volk, que possui quatro espelhos com anel giratório para facilitar o uso de mão única.

A série Max360 da Ocular Instruments possui a lente de três espelhos com anel giratório ergonômico de 360° e a lente Latina possui o anel giratório e opções com posições de ajuste que permitem que se posicione ou localize o ponto de laser e indique, com precisão, onde posicionar o próximo ponto. Os modelos disponíveis também apresentam diferenças na ampliação do ponto de laser, com modelos com ampliação de 0,77x, 1,0x e 1,08x.

O anel giratório pode facilitar a aplicação do laser, pois minimiza a necessidade de rotação da lente, auxiliando o uso de mão livre, facilitando a técnica.

### Cirurgias angulares

As cirurgias angulares de glaucoma visam fornecer uma abordagem mais segura, *ab interno*, diferente da cirurgia tradicional filtrante, promovendo o aumento do

escoamento do humor aquoso, seja atuando na retirada ou *bypass* da malha trabecular, ou pela dilatação do canal de Schlemm, ou por meio do *stenting* do espaço supracoroidal. As abordagens atuais incluem aumentar o fluxo trabecular (Trabectome, Kahook Dual Blade, iStent inject, Hydrus, GATT, trabeculotomia com excimer laser); dilatação do canal de Schlemm (Omni, iTrack 250); *shunts* supracoroidais (iStent Supra®, MINIject, AlloPass™); alguns desses dispositivos supracoroidais ainda estão em estudo.<sup>(19)</sup>

## Ergonomia e ajuste do microscópio

Como parte do aprendizado dessas cirurgias, a gonioscopia cirúrgica é um passo que merece atenção especial, visto que sua técnica é diferente daquela mais utilizada – a lâmpada de fenda. Antes de discutir sobre os tipos de lente e como segurá-las, o cirurgião que está iniciando nas MIGS deve saber configurar o microscópio e se posicionar adequadamente (Figura 5). Além de reduzir o risco de lesões nas costas e no pescoço, uma boa ergonomia garantirá o sucesso cirúrgico ao aumentar a precisão e reduzir o tremor. A tabela 1 mostra as diferenças de ergonomia e posição entre a cirurgia de catarata e cirurgia angular.



Fonte: cortesia de Jessica Gonzaga.

**Figura 5.** Posicionamento do cirurgião temporariamente, com inclinação do microscópio cirúrgico e rotação da cabeça do paciente para realização das cirurgias angulares.

**Tabela 1.** Principais diferenças entre o ajuste do microscópio e o posicionamento do paciente em uma cirurgia de catarata e na gonioscopia cirúrgica

Ergonomia e posicionamento	Cirurgia de catarata	Cirurgia angular
Ângulo do microscópio	90°	~30-45°
Reflexo vermelho	Presente	Ausente
Zoom	Médio	Máximo
Cabeça do paciente	Reta	Inclinada ~30-45°
Cotovelos	No plano do tronco	Anterior ao tronco
Mão não dominante	Chopper	Goniolente

Na posição primária de FACO, os cotovelos ficam no mesmo plano do tronco, enquanto nas MIGS, após a

inclinação da cabeça e do microscópio, o aumento da distância de trabalho desloca anteriormente o cotovelo da mão não dominante para posicionar a goniolente na superfície da córnea. A MIGS requer uma coordenação complexa e simultânea da mão não dominante que segura a goniolente, da mão dominante que realiza o procedimento angular e dos pés para ajuste do X-Y, zoom e do microfoco. Por esse motivo, os autores recomendam o treinamento da gonioscopia cirúrgica previamente ao início das cirurgias angulares.

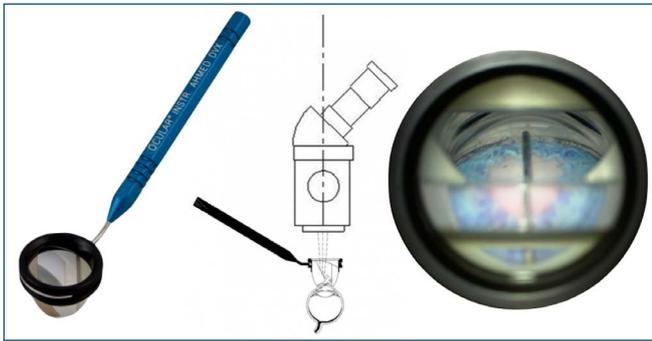
## Tipos de lentes para gonioscopia cirúrgica

Várias goniolentes cirúrgicas para MIGS estão disponíveis comercialmente. Elas variam de acordo com o material, podendo ser autoclavável ou descartável, com haste ou sem haste, com lente suspensa, fixa ou rotativa e podem ou não necessitar de inclinação do microscópio. A goniolente mais popular é a do modelo de Swan-Jacob (Ocular Instruments, Inc.), que é autoclavável, tem uma haste anexada fixa e necessita de inclinação do microscópio. Uma variante dessa lente é a Volk Surgical Gonio que permite a rotação da lente em relação à haste.

Entre as lentes descartáveis disponíveis, o iPrism S (aumento de 1,1x) e o iPrism SX (aumento de 1,25x com pequena base de apoio), ambos da Glaukos, foram desenhados com um tamanho reduzido para melhorar o acesso da incisão, são para uso único e podem ser segurados com qualquer uma das mãos. Algumas dessas goniolentes foram projetadas especificamente para melhorar o controle do globo, incluindo o iPrism Clip descartável estabilizador (Glaukos) e a lente Volk Transcend Vold Gonio (TVG), a qual última possui um anel tipo Thornton que, além de estabilizar o olho na posição, mantém a lente suspensa, sem depender da constância da mão do cirurgião, para evitar dobras corneanas inadvertidas durante o procedimento.

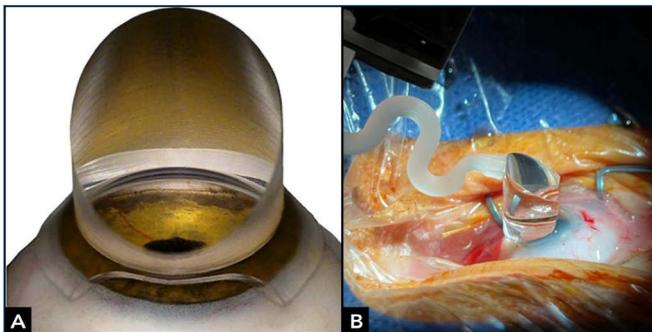
Outra opção de goniolente cirúrgica disponível são as lentes sem necessidade de inclinação do microscópio como o gonioscopia cirúrgica ocular Upright 1,3x de dois espelhos (Ocular Instruments, Inc.) e a goniolente cirúrgica de Ahmed DVX que redirecionam a imagem oblíqua do ângulo para a posição “primária”, eliminando a necessidade de qualquer inclinação da cabeça ou do microscópio (Figura 6).

Existem também lentes que permitem que o cirurgião opere com as duas mãos livres, por exemplo, a lente descartável da Oculus Ocular Secureflex, que vem sem haste e com um apoio escleral. Recentemente, foi lançado no mercado o Oculus Gonio Ready®, um sistema acoplado



**Figura 6.** A goniolente cirúrgica de Ahmed DVX (ocular) não requer inclinação do microscópio e da cabeça do paciente.

à plataforma da Oculus, já conhecida pelos cirurgiões de retina com o sistema BIOM de não contato para vitrectomia. Algumas das possíveis vantagens de se ter as duas mãos livres seria a estabilização da mão dominante para o manuseio dos dispositivos angulares e o uso da mão não dominante para utilizar um segundo instrumento ou para injeção de viscoelástico simultaneamente durante o procedimento (Figura 7).



**Figura 7.** Oculus Ocular Secureflex® (A) e Oculus Gonio Ready® (B).

### Manuseio da goniolente cirúrgica e técnicas auxiliares

As goniolentes mais utilizadas são aquelas com haste, que necessitam de um bom controle do peso da mão não dominante sobre a córnea para evitar a formação de estrias corneanas. É importante ressaltar alguns pontos para uma boa técnica de gonioscopia cirúrgica.

Primeiramente, a posição do microscópio deve ser inclinada  $\sim 30^\circ$  a  $45^\circ$  e a cabeça do paciente também inclinada  $\sim 30^\circ$  a  $45^\circ$  para o lado oposto. A incisão é feita temporal, anterior aos vasos do limbo para evitar sangramentos que pioram a visualização. Os autores sugerem que, no início do aprendizado, as cirurgias angulares sejam feitas antes da FACO, de forma que não se tenha qualquer edema na incisão e atrapalhe uma boa visualização

das estruturas angulares. Um detalhe técnico útil para os iniciantes é utilizar o azul de Tripan, pois o trabeculado cora e fica mais em evidência. A câmara anterior deve ser preenchida com viscoelástico coesivo, de forma a manter uma tensão adequada para o apoio da lente, e a quantidade de viscoelástico injetado tem influência significativa na cirurgia. Com uma tensão ocular baixa, o cirurgião tende a deformar a córnea durante a gonioscopia, fazendo surgir dobras que impedem uma boa visualização e, além disso, o sangue reflui mais facilmente pelo canal de Schlemm após goniotomias/implantes trabeculares, podendo atrapalhar o procedimento. Por fim, um agente viscoelástico dispersivo deve ser utilizado na interface gonio-córnea para acoplar corretamente a lente. Ao inclinar o microscópio e a cabeça do paciente, é necessário reajustar o *zoom* e o foco, respectivamente.

### Cirurgias minimamente invasivas com bolha de filtração (XEN gel stent e Preserflo Microshunt)

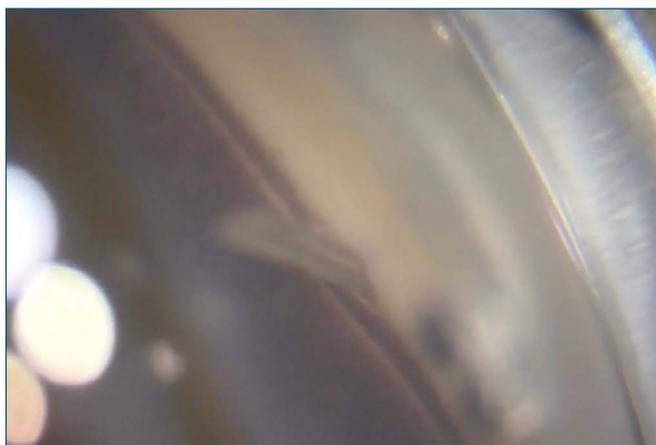
Dominar a técnica de gonioscopia também é de extrema importância para a realização das cirurgias microinvasivas com formação de bolha filtrante (MIBS, do inglês: *microinvasive bleb surgery*). As MIBS fazem referência a um grupo de cirurgias filtrantes que têm como objetivo utilizar um microdispositivo para criar uma comunicação entre a câmara anterior e o espaço subconjuntival. Dois dispositivos estão atualmente disponíveis: O XEN gel stent (Allergan Inc., Califórnia, Estados Unidos) e o Preserflo Microshunt (Santen, Miami, Flórida, Estados Unidos), este último ainda não aprovado no Brasil. O dispositivo XEN é implantado de forma *ab interna*, com o auxílio de uma lente de gonioscopia. Uma das vantagens dessa abordagem é a habilidade de implantar o dispositivo precisamente no ângulo, mais especificamente logo acima do trabeculado pigmentado (Figura 7) e paralelo ao plano da íris. O Preserflo Microshunt é implantado de forma *ab externa*, com dissecação de conjuntiva, e a gonioscopia é utilizada após a inserção do dispositivo na câmara anterior para confirmar se está em posição adequada (Figuras 8 e 9). A implantação precisa desses dispositivos é de extrema importância para o sucesso da cirurgia, evitando que fiquem muito próximos à córnea, o que poderia aumentar a chance de perda endotelial, ou muito próximo a íris, o que poderia levar a uma obstrução do lúmen do dispositivo pelo tecido iriano. Nas MIBS, há uma preferência para a utilização de lentes de gonioscopia indiretas, pela vantagem de não precisar inclinar o microscópio ou a cabeça do paciente, podendo

ser usadas as já mencionadas: Gonioprisma Cirúrgico Ocular Upright 1,3x de dois espelhos (Ocular Instruments, Inc.) e a goniolente cirúrgica de Ahmed DVX (Ocular Instruments, Inc.). Também podem ser utilizadas as lentes de gonioscopia indiretas descartáveis.



Fonte: cortesia de Ricardo Paletta Guedes.

**Figura 8.** Visualização gonioscópica de sinequia da íris periférica no implante XEN gel stent.



Fonte: cortesia de Ike Ahmed.

**Figura 9.** Visualização gonioscópica do Preserflo Microshunt entrando na câmara anterior, logo acima do trabeculado pigmentado.

## Novas tecnologias e perspectivas

A avaliação gonioscópica para fins diagnósticos é realizada rotineiramente mediante a lâmpada de fenda (fins diagnósticos ou terapêuticos ambulatoriais) ou no microscópio cirúrgico (fins terapêuticos cirúrgicos) com o auxílio de lentes apropriadas. Essa avaliação gonioscópica tradicional com lentes exige uma curva de aprendizado, apresenta baixa concordância entre os examinadores e limita o registro do exame.<sup>(4)</sup>

Recentemente, graças ao avanço tecnológico, novas formas de gonioscopia surgiram com a finalidade de melhorar o registro das imagens, assim como permitir uma melhor reprodutibilidade do exame e a tomografia de coerência óptica (OCT).<sup>(4)</sup>

A tabela 2 mostra as vantagens e as desvantagens de cada um dos métodos clínicos de avaliação do seio cameralar.<sup>(4)</sup>

As primeiras versões do OCT que possibilitavam o exame das estruturas da câmara anterior surgiram em 1994. De lá para cá, o exame evoluiu muito, tanto na velocidade de aquisição das imagens, quanto na qualidade delas. A baixa penetração da luz por meio da esclera limita a avaliação das estruturas atrás da esclera e da íris pelo OCT. Portanto, uma das grandes limitações é a correta identificação das estruturas do seio cameralar. Geralmente, o esporão escleral é o principal marco anatômico do ângulo iridocorneano nessa tecnologia.<sup>(4)</sup>

Equipamentos de OCT acoplados a microscópios cirúrgicos constituem um avanço nas cirurgias angulares do glaucoma e permitem uma avaliação intraoperatória e imediata da correta posição de implantes trabeculares, supracoroidianos ou subconjuntivais.<sup>(20)</sup> Novas evoluções da tecnologia do OCT irão permitir um estudo ainda mais detalhado das estruturas angulares, permitindo sua correta identificação e a realização de medidas objetivas do

**Tabela 2.** Atributos de cada método para exame clínico do seio cameralar

Atributos	Gonioscopia com lâmpada de fenda	Fotografia digital do ângulo*	OCT†
Técnica de referência	Sim	Não	Não
Avaliação das características do seio cameralar	Abertura do ângulo	Sim	Sim
	Identificação das estruturas angulares	Sim	Sim
	Inserção da íris	Sim	Sim
	Perfil da íris	Sim	Não
	Pigmentação	Sim	Sim
	Vasos	Sim	Sim
Permite gonioscopia dinâmica (de indentação)	Sim	Não	Não
Permite documentação (fotografias e/ou vídeos)	Sim‡/não	Sim	Sim
Curva de aprendizado	Longa	Curta	Curta
Permite medidas objetivas	Não	Não	Sim
Tempo de exame	Médio	Médio	Curto
Adaptável à <i>deep learning</i> (IA), telemedicina e classificação automática	Não	Sim	Sim
Custo	Baixo	Elevado	Elevado

\*Gonioscópio digital GS-1 NIDEK; †tomografia de coerência óptica; ‡quando há uma câmera acoplada à lâmpada de fenda. IA: inteligência artificial.

seio cameral. O uso de inteligência artificial pode potencialmente impactar positivamente o uso dessa tecnologia na avaliação do ângulo da câmara anterior.<sup>(21-23)</sup>

O registro das imagens do exame de gonioscopia pode ser feito por intermédio de uma câmera digital acoplada à lâmpada de fenda/microscópio cirúrgico ou por um equipamento específico para isto, o Gonioscope GS-1 NIDEK.<sup>(4)</sup>

O uso da câmera acoplada à lâmpada de fenda/microscópio cirúrgico só permite o registro do exame tradicional da gonioscopia, ou seja, exige a mesma habilidade necessária para o exame sem a câmera. Alguns autores usam métodos digitais (filtros etc.) para otimizar a visualização das estruturas durante as cirurgias angulares realizadas com sistemas de visualização tridimensional.<sup>(24)</sup>

A literatura já mostra algumas evidências do benefício da utilização do Gonioscope GS-1 NIDEK. Um estudo avaliou sua utilidade clínica em diferentes situações: fechamento angular, dispositivos cirúrgicos, avaliação pós-operatória, avaliação pós-trauma contuso, neovascularização e dispersão pigmentar.<sup>(25)</sup> Barão et al. avaliaram se o posicionamento do XEN gel stent influenciava os resultados cirúrgicos.<sup>(26)</sup>

Apesar de ser um método bastante interessante e promissor, a concordância do exame no Gonioscope GS-1 com o exame tradicional de gonioscopia é baixa. Em um estudo de Teixeira et al., o fechamento angular foi detectado em 23,4% dos casos com gonioscopia tradicional e em 4,3% na digital.<sup>(27)</sup>

Uma possibilidade de uso que se abre para essa tecnologia de gonioscopia digital é a telemedicina, na qual o médico estaria a distância do paciente e a imagem obtida no equipamento, com um técnico treinado, seria enviada para análise e definição de conduta. Tal conduta seria particularmente importante na avaliação pós-operatória e na diferenciação dos tipos de glaucoma (ângulo aberto versus fechado; primário versus secundário).<sup>(28)</sup>

Novos algoritmos para aquisição, segmentação e para o processamento de imagens estão em estudo e desenvolvimento. Tal avanço permitiria a classificação automática do ângulo, a identificação das estruturas angulares e das diferentes patologias e seria de grande relevância clínica. O futuro deve mostrar a real utilidade desse tipo de equipamento.<sup>(29,30)</sup>

## CONCLUSÃO

A gonioscopia, realizada pelo médico oftalmologista, é exame fundamental para o diagnóstico e manejo da doença glaucomatosa, fornecendo informações importantes para o cuidado do paciente. O conhecimento da anatomia do seio cameral é condição imprescindível para se realizar esse exame.

Com avanço das modalidades de cirurgias minimamente invasivas e das abordagens angulares para o tratamento do glaucoma, diversas opções de lentes para gonioscopia direta e indireta surgiram, cada uma com suas peculiaridades, vantagens e desvantagens. Ademais, esta revisão identificou novos equipamentos para gonioscopia digital e perspectivas para a realização de uma gonioscopia automatizada, reprodutível e examinador-independente.

## REFERÊNCIAS

1. Friedman DS, He M. Anterior chamber angle assessment techniques. *Surv Ophthalmol*. 2008;53(3):250-73.
2. Smith SD, Singh K, Lin SC, Chen PP, Chen TC, Francis BA, et al. Evaluation of the anterior chamber angle in glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2013;120(10):1985-97.
3. Dada T, Sidhu T. *Gonioscopy: a text and atlas*. 2nd ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2018.
4. Cutolo CA, Bonzano C, Scotto R, Lester M, Bagnis A, Pizzorno C, et al. Moving beyond the Slit-Lamp Gonioscopy: challenges and future opportunities. *Diagnostics (Basel)*. 2021;11(12):2279.
5. Dellaporta A. Historical notes on gonioscopy. *Surv Ophthalmol*. 1975;20(2):137-49.
6. Coleman AL, Yu F, Evans SJ. Use of gonioscopy in medicare beneficiaries before glaucoma surgery. *J Glaucoma*. 2006;15(6):486-93.
7. Sng CC, Barton K. Minimally invasive glaucoma surgery - coming of age. *Br J Ophthalmol*. 2018;102(10):1315-6.
8. Agrawal P, Bradshaw SE. Systematic literature review of clinical and economic outcomes of micro-invasive glaucoma surgery (MIGS) in primary open-angle glaucoma. *Ophthalmol Ther*. 2018;7(1):49-73.
9. Pillunat LE, Erb C, Jünemann AG, Kimmich F. Micro-invasive glaucoma surgery (MIGS): a review of surgical procedures using stents. *Clin Ophthalmol*. 2017;11:1583-600.
10. Wong HT, Chua JL, Sakata LM, Wong MH, Aung HT, Aung T. Comparison of slitlamp optical coherence tomography and scanning peripheral anterior chamber depth analyzer to evaluate angle closure in Asian eyes. *Arch Ophthalmol*. 2009;127(5):599-603.
11. Inomata H, Tawara A. Anterior and posterior parts of human trabecular meshwork. *Jpn J Ophthalmol*. 1984;28(4):339-48.
12. Trantas A. Ophthalmoscopie de la région ciliaire et rétrocliaire. *Arch Ophthalmol (Paris)*. 1907; 27:581-606.
13. Alward WL, Longmuir RA. *Color atlas of gonioscopy*. 2nd ed. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2008.
14. Forbes M. Gonioscopy with corneal indentation. A method for distinguishing appositional closure and synechial closure. *Arch Ophthalmol*. 196;76(4):488-92.
15. Mello PA, Susanna Jr R, Almeida HG, editors. *Glaucoma*. 3a ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, Guanabara Koogan; 2013.
16. Van Herick W, Shaffer RN, Schwartz A. Estimation of width of angle of anterior chamber. Incidence and significance of the narrow angle. *Am J Ophthalmol*. 1969;68(4):626-9.
17. Dhingra S, Kwaw PT. The Moorfields safer surgery system. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2009;16(3):112-5.
18. Garg A, Gazzard G. Selective laser trabeculoplasty: past, present, and future. *Eye (Lond)*. 2018;32(5):863-76.
19. Richter GM, Coleman AL. Minimally invasive glaucoma surgery: current status and future prospects. *Clin Ophthalmol*. 2016;10:189-206.
20. Posarelli C, Sartini F, Casini G, Passani A, Toro MD, Vella G, et al. What is the impact of intraoperative microscope-integrated OCT in ophthalmic surgery? Relevant applications and outcomes. A Systematic Review. *J Clin Med*. 2020;9(6):1682.
21. Li D, Ran AR, Cheung CY, Prince JL. Deep learning in optical coherence tomography: Where are the gaps? *Clin Exp Ophthalmol*. 2023 May 28.

22. Singh LK, Pooja, Garg H, Khanna M. Performance evaluation of various deep learning based models for effective glaucoma evaluation using optical coherence tomography images. *Multimed Tools Appl.* 2022;81(19):27737-81.
23. Li F, Yang Y, Sun X, Qiu Z, Zhang S, Tun TA, et al. Digital gonioscopy based on three-dimensional anterior-segment OCT: an international multicenter study. *Ophthalmology.* 2022;129(1):45-53.
24. Sandali O, El Sanharawi M, Tahiri Joutei Hassani R, Armia Balamoun A, Duliere C, Ezzouhairi SM, et al. Use of digital methods to optimize visualization during surgical gonioscopy. *J Clin Med.* 2023;12(8):2794.
25. Barbour-Hastie C, Deol SS, Peroni A, Gillan S, Trucco E, Tatham AJ. Feasibility of automated gonioscopy imaging in clinical practice. *J Glaucoma.* 2023;32(3):159-64.
26. Barão RC, José P, Teixeira FJ, Ferreira NP, Sens P, Pinto LA. Automated gonioscopy assessment of XEN45 gel stent angle location after isolated XEN or combined phaco-XEN Procedures: Clinical implications. *J Glaucoma.* 2020;29(10):932-940.
27. Teixeira F, Sousa DC, Leal I, Barata A, Neves CM, Pinto LA. Automated gonioscopy photography for iridocorneal angle grading. *Eur J Ophthalmol.* 2020;30(1):112-18.
28. Laroche D, Rickford K, Sinon J, Brown A, Ng C, Sakkari S. Preventing blindness from glaucoma with patient education, the NIDEK GS-1 Gonioscope, lensectomy and microinvasive glaucoma surgery. *J Natl Med Assoc.* 2023;115(2):175-85.
29. Porporato N, Bell KC, Perera SA, Aung T. Non-optical coherence tomography modalities for assessment of angle closure. *Taiwan J Ophthalmol.* 2022;12(4):409-14.
30. Peroni A, Paviotti A, Campigotto M, Abegão Pinto L, Cutolo CA, Gong J, et al. Semantic segmentation of gonio-photographs via adaptive ROI localisation and uncertainty estimation. *BMJ Open Ophthalmol.* 2021;6(1):e000898.