



Abordagem geral do glaucoma

General approach to glaucoma

Abordaje general del glaucoma

Pedro Henrique da Silva Martins Cardoso¹, Lucas Rezende de Sousa¹, Tales Furtado de Almeida Santos¹, Matheus da Silva Monteiro², Daniel Dib Fagundes Facó Hauaji², Kaio Alex da Silva Vieira², Ana Clara de Souza Carvalho², Andresa Maria Eccard André², Rebecca Amorim Peçanha², Luciano de Almeida Botelho¹.

RESUMO

Objetivo: Analisar as características clínicas do glaucoma. **Revisão bibliográfica:** O glaucoma é uma neuropatia óptica crônica caracterizada pela perda progressiva de células ganglionares da retina e comprometimento do campo visual, podendo levar à cegueira irreversível. A principal causa é a elevação da pressão intraocular (PIO), associada a alterações inflamatórias, estresse oxidativo e fatores genéticos. Subdivide-se em 2 tipos principais: o glaucoma de ângulo aberto e o glaucoma de ângulo fechado. O diagnóstico se dá por meio de testes como tonometria, paquimetria, perimetria, Tomografia de Coerência Óptica (OCT), gonioscopia e exame fundoscópico dilatado. O tratamento visa reduzir a PIO por meio de medicamentos tópicos, laserterapia, cirurgia tradicionais ou cirurgias minimamente invasivas para glaucoma (MIGS). **Considerações finais:** Pode-se considerar que o glaucoma é uma condição ocular progressiva e silenciosa que requer diagnóstico precoce. As MIGS, embora menos eficazes para reduzir PIO em casos avançados, são ideais para estágios iniciais devido ao menor risco de danos oculares. A adesão ao tratamento e a educação do paciente são fundamentais para evitar a progressão da doença e preservar a qualidade de vida.

Palavras-chave: Glaucoma, Terapêutica, Oftalmologia.

ABSTRACT

Objective: Analyze the clinical characteristics of glaucoma. **Bibliographic review:** Glaucoma is a chronic optic neuropathy characterized by the progressive loss of retinal ganglion cells and impairment of the visual field, which can lead to irreversible blindness. The main cause is elevated intraocular pressure (IOP), associated with inflammatory changes, oxidative stress and genetic factors. It is divided into two main types: open-angle glaucoma and closed-angle glaucoma. Diagnosis is made through tests such as tonometry, pachymetry, perimetry, Optical Coherence Tomography (OCT), gonioscopy and dilated funduscopy. Treatment aims to reduce IOP through topical medications, laser therapy, traditional surgery or minimally invasive glaucoma surgeries (MIGS). **Final considerations:** Glaucoma can be considered a silent, progressive eye condition that requires early diagnosis. MIGS, although less effective in reducing IOP in advanced cases, is ideal for early stages due to the lower risk of ocular damage. Adherence to treatment and patient education are essential to prevent disease progression and preserve quality of life.

Keywords: Glaucoma, Therapeutics, Ophthalmology.

RESUMEN

Objetivo: Analizar las características clínicas del glaucoma. **Revisión bibliográfica:** El glaucoma es una neuropatía óptica crónica caracterizada por la pérdida progresiva de las células ganglionares de la retina y el deterioro del campo visual, lo que puede provocar ceguera irreversible. La causa principal es la presión

¹ Universidade de Vassouras (UNIVASSOURAS), Vassouras - RJ.

² Universidade Iguazu (UNIG), Itaperuna - RJ.

intraocular (PIO) elevada, associada a cambios inflamatorios, estrés oxidativo y factores genéticos. Se subdivide en 2 tipos principales: glaucoma de ángulo abierto y glaucoma de ángulo cerrado. El diagnóstico se realiza mediante pruebas como tonometría, paquimetría, perimetria, Tomografía de Coherencia Óptica (OCT), gonioscopia y examen de fondo de ojo dilatado. El tratamiento tiene como objetivo reducir la PIO mediante medicamentos tópicos, terapia con láser, cirugía tradicional o cirugías de glaucoma mínimamente invasivas (MIGS). **Consideraciones finales:** El glaucoma puede considerarse una afección ocular progresiva y silenciosa que requiere un diagnóstico precoz. MIGS, aunque menos eficaz para reducir la PIO en casos avanzados, es ideal para las primeras etapas debido al menor riesgo de daño ocular. La adherencia al tratamiento y la educación del paciente son esenciales para prevenir la progresión de la enfermedad y preservar la calidad de vida.

Palabras clave: Glaucoma, Terapéutica, Oftalmología.

INTRODUÇÃO

O glaucoma é um grupo de doenças oculares caracterizadas por uma neuropatia óptica progressiva, que provoca a degradação do nervo óptico e a perda de células ganglionares da retina. Caso não seja diagnosticado precocemente e tratado corretamente, pode causar cegueira irreversível. A pressão intraocular (PIO) elevada é o único fator de risco modificável conhecido, embora nem sempre esteja presente (GEDDE SJ, et al.; MICHELS TC e IVAN O, 2023).

O glaucoma se divide em 2 tipos principais: o glaucoma de ângulo aberto e o glaucoma de ângulo fechado. O glaucoma de ângulo aberto é o tipo mais comum e é caracterizado por uma atrofia adquirida do nervo óptico e perda das células ganglionares da retina, com um ângulo da câmara anterior aberto. Ele apresenta um aumento gradual da PIO e os sintomas demoram a se tornar visíveis. Enquanto o glaucoma de ângulo fechado ocorre quando o fluxo do humor aquoso é obstruído, o que causa um aumento súbito da pressão intraocular e requer tratamento imediato. Este tipo tende a apresentar sintomas agudos como dor, vermelhidão e visão turva (JAYARAM H, et al., 2023).

No glaucoma de ângulo aberto, há um aumento da resistência ao escoamento do humor aquoso por meio da malha trabecular, o que causa elevação da PIO. Já no glaucoma de ângulo fechado, o fluxo do humor aquoso é obstruído em consequência de alterações anatômicas que impedem a drenagem eficaz, resultando em um aumento imediato da PIO. A elevação da PIO danifica o nervo óptico e provoca destruição das células ganglionares da retina, o que caracteriza o glaucoma. Esses danos resultam em perda gradual do campo visual, inicialmente periférica, e podem levar à cegueira se não tratados. Embora o aumento da PIO seja o principal fator de risco, outros, como predisposição genética, alterações vasculares e envelhecimento, também contribuem para a patogênese. (JAYARAM H, et al., 2023; WANG Z, et al., 2022).

O diagnóstico do glaucoma é realizado por um oftalmologista com base em exames clínicos e testes complementares. Esses exames devem ser realizados em mais de uma consulta e têm o objetivo de avaliar a estrutura e a funcionalidade do nervo óptico, além de avaliar o campo visual. Dentre eles podem ser citados a tonometria, que mede a PIO, a paquimetria, que mede a espessura da córnea, a perimetria, que avalia o campo visual, Tomografia de Coerência Óptica (OCT), que analisa estruturas oculares, a gonioscopia, que avalia a câmara anterior do olho e o exame fundoscópico dilatado. A combinação desses métodos, juntamente com o histórico clínico do paciente, permite a detecção precisa e o início do tratamento adequado. (GEDDE SJ, et al., 2021; MICHELS TC e IVAN O, 2023).

A terapia conservadora consiste na utilização de medicamentos tópicos e laserterapia. As opções tópicas disponíveis são tópicos para diminuir a PIO estão os análogos de prostaglandinas, beta-bloqueadores, agonistas alfa2-adrenérgicos e inibidores da anidrase carbônica. A Trabeculoplastia Seletiva a Laser (SLT) é a laserterapia mais utilizada. Tem segurança e eficácia comprovadas pela literatura. O tratamento cirúrgico engloba a trabeculectomia e as cirurgias minimamente invasivas para glaucoma (MIGS).

Um exemplo de MIGS é o iStent, que otimiza o fluxo do humor aquoso (SCHUSTER AK, et al., 2020; ZGRYŹNIAK A, et al., 2021; TAKUSAGAWA HL, et al., 2024; BICKET AK, et al., 2021; GEDDE SJ, et al., 2021). O glaucoma é uma das principais causas de cegueira irreversível no mundo, o que torna fundamental

o estudo dele. A patologia afeta milhões de pessoas globalmente e, muitas vezes, não apresenta sintomas perceptíveis até que atinja estágios avançados. Este estudo tem como objetivo apresentar as características clínicas do glaucoma, seus exames diagnósticos e a terapêutica atual para que haja detecção precoce e o tratamento seja adequado.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Definição e Tipos

O glaucoma é definido como uma doença neurodegenerativa crônica que afeta o nervo óptico, frequentemente associada ao aumento da pressão intraocular (PIO). Esse processo resulta na perda progressiva de células ganglionares da retina e no comprometimento do campo visual, podendo levar à cegueira irreversível se não tratado. Nessa condição, o nervo óptico se encontra deteriorado (MARGETA MA, et al., 2022). O glaucoma é uma condição que pode ser subdividida em tipos, de acordo com suas causas e apresentações clínicas. O Glaucoma de Ângulo Aberto Primário consiste num aumento progressivo da PIO, que lesa o nervo óptico, causando a perda do campo visual.

É a forma mais comum e geralmente assintomática nos estágios iniciais. Glaucoma de Ângulo Fechado acontece quando o ângulo entre a íris e a córnea se estreita ou fecha, obstruindo o fluxo do humor aquoso. Pode ser agudo, o que caracteriza uma urgência médica, ou crônico. O Glaucoma Congênito é identificado no nascimento ou diagnosticado na infância. Está relacionado a malformações estruturais no olho que dificultam a drenagem do humor aquoso. Os glaucomas Secundários são causados por outras condições, como inflamações oculares, trauma ocular, uso de corticoides ou doenças sistêmicas. Existe também o Glaucoma de Pressão Normal, no qual a PIO apresenta valores normais, mas existe lesão no nervo óptico por má circulação ou vulnerabilidade genética (SHINOZAKI Y, et al., 2023).

Epidemiologia e Fatores de Risco

No ano de 2010, 2,1 milhões de indivíduos em todo o mundo perderam a visão devido o glaucoma. Na Europa ocidental, o glaucoma é a segunda causa mais comum de cegueira irreversível. A prevalência do glaucoma na Europa, nas pessoas com a faixa etária entre 40 e 80 anos é de 2,93%. O tipo mais comum é o glaucoma de ângulo aberto. De acordo com a literatura, os homens são mais afetados que as mulheres (SCHUSTER AK, et al., 2020). A pressão intraocular (PIO) elevada é o principal fator de risco modificável para o surgimento do glaucoma, principalmente o de ângulo aberto. O aumento da PIO ocorre devido à obstrução na drenagem do humor aquoso ou à produção excessiva desse fluido.

Uma redução de 22,5% na PIO pode diminuir quase em 50% o risco de progressão do glaucoma. Ademais, um histórico familiar de glaucoma é um fator significativo para o risco genético de desenvolvimento de glaucoma (KIM J, et al., 2021). A idade avançada é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento do glaucoma. Com o envelhecimento, há degeneração do nervo óptico que se torna mais suscetível a danos como aumento da PIO. Além disso, a produção e o escoamento do humor aquoso tendem a perder sua eficiência, o que corrobora com o desenvolvimento da doença, além disso, algumas comorbidades comuns em faixas etárias mais avançadas estão relacionados com a patogenia da doença.

A diabetes mellitus tipo 2 está relacionada ao desenvolvimento do glaucoma. Os níveis elevados da glicemia, característicos da doença, podem provocar alterações microvasculares nos olhos que favorecem o aumento da PIO. A hipertensão arterial sistêmica também pode ser considerada um fator de risco pois ela está associada a aumento da PIO em alguns casos (DAVULURU SS, et al., 2023; TANG Y, et al., 2023).

Fisiopatologia

A fisiopatologia do glaucoma é complexa e multifatorial, caracterizada por alterações inflamatórias que afetam diversas estruturas oculares. A pressão intraocular elevada e o fluxo sanguíneo retiniano prejudicado contribuem para danos ao nervo óptico, agravados por estresse oxidativo, senescência celular, disfunção mitocondrial e neuroinflamação. O nervo óptico no glaucoma sofre uma degeneração progressiva, com aumento da escavação do disco óptico e perda de fibras nervosas. A escavação ocorre devido à atrofia das

fibras nervosas do nervo óptico, um dos principais sinais clínicos do glaucoma. À medida que as células ganglionares da retina morrem, o campo visual se deteriora, inicialmente com perdas periféricas, que são muitas vezes indetectáveis até estágios mais avançados. Essas alterações também impactam a malha trabecular, a pressão intraocular e a superfície ocular (BAUDOUIN C, et al., 2021).

A principal causa do glaucoma, especialmente no tipo glaucoma de ângulo aberto, é a o aumento da PIO. O aumento da pressão ocorre devido à resistência a escoação do humor aquoso, que é filtrado na malha trabecular e na via uveoescleral. Quando o deslocamento do humor aquoso é prejudicado, a pressão intraocular aumenta, exercendo pressão sobre o nervo óptico. Isso causa compressão das fibras do nervo óptico, o que danifica a progressão dos sinais visuais. No ângulo fechado, é o bloqueio no ângulo da câmara anterior que prejudica o fluxo do humor aquoso. Neste tipo, ocorre um aumento rápido da PIO, o que causa uma lesão imediata ao nervo óptico e sintomas mais evidentes, como dor ocular intensa e redução súbita da visão (WEINREB RN, et al., 2014).

No nível celular, o aumento da PIO provoca estresse mecânico nas células ganglionares da retina, que se traduz em apoptose (morte celular programada). Isso é exacerbado por processos de estresse oxidativo, inflamação e disfunção mitocondrial. A apoptose das células ganglionares da retina resulta na perda de fibras nervosas, o que leva à atrofia do nervo óptico (BAUDOUIN C, et al., 2021; WEINREB RN, et al., 2014). O aumento da pressão intraocular também pode comprometer o fornecimento sanguíneo para o nervo óptico, causando isquemia (falta de oxigênio) e contribuindo para a morte celular.

O comprometimento da perfusão pode ser um fator agravante, especialmente em pacientes com glaucoma de tensão normal, onde a pressão intraocular pode ser considerada dentro dos limites normais (BAUDOUIN C, et al., 2021; WEINREB RN, et al., 2014). É bem estabelecido que pacientes que possuem histórico familiar de glaucoma, tem mais chances de desenvolver a doença. Variantes genéticas associadas a defeitos em proteínas da matriz extracelular e do trabeculado podem resultar em resistência aumentada ao fluxo do humor aquoso, o que, por sua vez, contribui para o aumento da pressão ocular. Além disso, fatores genéticos podem afetar a vulnerabilidade das células ganglionares da retina e sua capacidade de resistir ao estresse mecânico e isquêmico (WEINREB RN, et al., 2014).

Diagnóstico

A identificação do glaucoma é feita a partir de uma série de testes que avaliam a estrutura e a funcionalidade do nervo óptico, além de medir a PIO. Por se tratar de uma neuropatia ótica progressiva que pode levar a cegueira, é de extrema importância que a detecção precoce seja realizada, visto que os sintomas aparecem de maneira tardia (MICHELS TC e IVAN O, 2023). Dentre os testes pode-se citar a tonometria, que mede a PIO. Isoladamente esse teste não é suficiente para o diagnóstico. Valores acima de 21 mmHG encontrados na tonometria requerem investigação adicional, como análise do campo visual e da estrutura do nervo óptico. A paquimetria, que mede a espessura da córnea é uma ferramenta utilizada para complementar os resultados da tonometria.

O estudos demonstram que córneas mais finas podem subestimar a PIO, enquanto córneas mais grossas podem superestimá-las. Além disso, a literatura demonstra que córneas finas estão envolvidas na patogênese do glaucoma primário de ângulo aberto (GEDDE SJ, et al., 2021). A perimetria executa uma função fundamental na identificação do glaucoma, pois possibilita a avaliação do campo visual, que é normalmente afetado pela patologia. O teste de campo visual, principalmente a perimetria automatizada padrão (SAP), é usado para constatar e monitorar a progressão do glaucoma, percebendo as alterações características no campo visual. Geralmente ela é utilizada em conjunto com a Tomografia de Coerência Óptica (OCT) para fornecer uma avaliação completa.

A OCT oferece medições objetivas e detalhadas das estruturas oculares, como a camada de fibras nervosas da retina (RNFL), a cabeça do nervo óptico (ONH) e a mácula. Este exame é capaz de detectar alterações estruturais muito precoces, antes que as perdas visuais surjam. A precisão diagnóstica da OCT é bem documentada, com estudos mostrando alta especificidade e sensibilidade na detecção do glaucoma, também sendo utilizada para monitorar a progressão da doença (MICHELESSI M, et al., 2021; PRAGER AJ,

et al., 2021; ZAWADZKA I e KONOPÍŃSKA J, 2024). A gonioscopia é importante diagnóstico do glaucoma, pois avalia diretamente o ângulo da câmara anterior do olho. Dessa forma, é possível diferenciar os tipos de glaucoma como o de ângulo aberto e o de ângulo fechado. Ademais, ela é capaz de detectar causas secundárias de aumento da PIO, como recessão angular, dispersão pigmentária, síndrome de pseudoexfoliação, sinéquias anteriores periféricas, neovascularização do ângulo e precipitados inflamatórios. Seu desempenho pode ser complementado com exames mais recente, como a OCT (GEDDE SJ, et al., 2021).

O exame fundoscópico dilatado também é uma importante ferramenta diagnóstica pois fornece a visualização direta do nervo óptico e da camada de fibras nervosas da retina (RNFL), o que permite o reconhecimento dos sinais de neuropatia glaucomatosa. Podem ser observadas alterações estruturais no disco óptico, como o aumento da escavação do nervo óptico, o afinamento do anel neuroretiniano, hemorragias no disco óptico e atrofia parapapilar, que são achados característicos do glaucoma (SIHOTA R, et al., 2021)

Tratamento

A pressão intraocular (PIO) elevada é o único fator de risco modificável. Assim, todas as opções de tratamento visam reduzir a PIO para prevenir a progressão da doença. Atualmente, as opções de terapia para o glaucoma incluem tratamento tópico, laserterapia e cirurgia. Dentre as alternativas tópicas para diminuir a PIO estão os análogos de prostaglandinas, beta-bloqueadores, agonistas alfa2-adrenérgicos e inibidores da anidrase carbônica. Prostaglandinas, geralmente são a primeira escolha, melhoram o fluxo do humor aquoso e apresentam efeitos como hiperemia e pigmentação aumentada. Beta-bloqueadores reduzem a produção do humor aquoso, mas podem causar secura nos olhos e problemas sistêmicos. Agonistas alfa2-adrenérgicos combinam mecanismos semelhantes, enquanto inibidores da anidrase carbônica diminuem a secreção.

Para que o tratamento obtenha sucesso, é essencial que haja adesão (SCHUSTER AK, et al., 2020). A Trabeculoplastia Seletiva a Laser (SLT) é a abordagem terapêutica a laser bem estabelecida para reduzir a PIO em pacientes com glaucoma de ângulo aberto e hipertensão ocular. A SLT emprega energia laser seletiva para alcançar as células pigmentadas da malha trabecular, facilitando o escoamento do humor aquoso e, portanto, diminuindo a PIO. De acordo com a literatura, os efeitos colaterais mais comuns da SLT incluem inflamação leve da câmara anterior e desconforto ocular. No geral, são bem tolerados, o que torna a SLT uma estratégia segura e eficaz. Ela pode ser utilizada como terapia primária ou adjuvante ao tratamento medicamentoso (ZGRYŹNIAK A, et al., 2021; TAKUSAGAWA HL, et al., 2024).

As abordagens cirúrgicas estão indicadas para casos avançados ou refratários ao tratamento conservador. A trabeculectomia é uma das técnicas cirúrgicas mais utilizadas e têm uma eficácia comprovada na redução da PIO. Essa técnica estabelece uma nova via de fluxo para o humor aquoso. Outra opção cirúrgica são os implantes de drenagem, que criam uma via alternativa para drenagem do humor aquoso e assim, reduzem a PIO (GEDDE SJ, et al., 2021). As cirurgias minimamente invasivas para glaucoma (MIGS) são um conjunto de técnicas cirúrgicas que reduzem a PIO com o objetivo de causar menor trauma nos tecidos oculares. Uma das abordagens é o iStent, que melhora o acesso do humor aquoso aos canais coletores, o que aumenta o fluxo de saída. Contudo, a redução da PIO é limitada pela resistência nos caminhos de saída distal e pela pressão venosa episcleral.

Os MIGS oferecem uma opção menos invasiva e segura para tratar o glaucoma, no entanto, o procedimento pode não ser tão eficiente na redução da PIO quanto as cirurgias tradicionais. A escolha da técnica depende de diversos fatores como a gravidade da patologia, a experiência do cirurgião e resultado dos tratamentos anteriores (BICKET AK, et al., 2021; GEDDE SJ, et al., 2021). O iStentinject é um dispositivo de micro-bypass trabecular usado especificamente no glaucoma de ângulo aberto. Ele faz parte das cirurgias minimamente invasivas para glaucoma (MIGS), que tem o objetivo de diminuir a pressão intraocular (PIO) com menos trauma e complicações quando comparadas aos procedimentos cirúrgicos convencionais.

Ele é composto por dois stents cônicos inseridos no canal de Schlemm por meio da malha trabecular. Sua função é facilitar o escoamento do humor aquoso diretamente da câmara anterior para o canal de Schlemm,

superando a resistência oferecida pela malha trabecular, que representa o principal ponto de obstrução ao fluxo. A literatura demonstra que a trabeculectomia promove uma diminuição mais significativa e duradoura da PIO em comparação ao iStentinject. Esse procedimento é capaz de atingir níveis de PIO abaixo de 15 mmHg, um resultado menos comum com o iStentinject. Além disso, a trabeculectomia apresenta uma maior taxa de sucesso na obtenção de PIOs-alvo mais baixas, particularmente em casos de glaucoma avançado.

No entanto, o iStentinject possui um perfil de segurança mais favorável, caracterizado por menores taxas de complicações pós-operatórias graves e uma recuperação mais rápida. Isso o torna uma alternativa atraente para pacientes com glaucoma leve a moderado (AL YOUSEF Y, et al., 2020; HENGERER FH, et al., 2024). Realizar o tratamento de maneira correta é essencial para o sucesso dele, pois a eficiência dos medicamentos tópicos que reduzem a PIO depende da constância do uso. A falta de adesão pode provocar a progressão da doença. Muitos pacientes não seguem o regime prescrito por causa de fatores como esquecimento, baixa tolerabilidade aos efeitos adversos, dificuldades na administração e baixa autoeficácia. Existem métodos que podem auxiliar esses indivíduos como lembretes digitais e implementação de estratégias educativas (CVENKEL B e KOLKO M, 2022; ERRAS A, et al., 2023; HA A, et al., 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O glaucoma é uma condição complexa e necessita de estratégias integradas para sua gestão eficaz. Desde a importância do diagnóstico precoce, muitas vezes desafiador devido à sua progressão silenciosa, até os avanços em opções terapêuticas, como colírios, tratamentos a laser e intervenções cirúrgicas, fica evidente que um manejo personalizado é essencial para otimizar os resultados. A redução da pressão intraocular permanece o pilar do tratamento e pode ser realizada por meio de tratamento tópico, laserterapia, cirurgias convencionais e cirurgias minimamente invasivas (MIGS). Apesar das MIGS não apresentarem valores de redução de PIO tão altos quanto as cirurgias convencionais, é uma estratégia eficaz para casos não avançados e causam poucos danos ao tecido ocular. Além disso, a educação do paciente e a adesão ao tratamento são elementos críticos para prevenir a progressão da doença e preservar a qualidade de vida. O estudo contínuo e o desenvolvimento de soluções inovadoras são indispensáveis para enfrentar os desafios dessa condição que impacta milhões de pessoas em todo o mundo.

REFERÊNCIAS

1. AL YOUSEF Y, et al. Comparison of a second-generation trabecular bypass (iStentinject) to ab interno trabeculectomy (Trabectome) by exact matching. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2020; 258(12): 2775-2780.
2. BAUDOUIN C, et al. Inflammation in Glaucoma: From the back to the front of the eye, and beyond. *Prog Retin Eye Res*. 2021; 83: 100916.
3. BICKET AK, et al. Minimally Invasive Glaucoma Surgical Techniques for Open-Angle Glaucoma: An Overview of Cochrane Systematic Reviews and Network Meta-analysis. *JAMA Ophthalmol*. 2021; 139(9): 983-989.
4. CVENKEL B e KOLKO M. Devices and Treatments to Address Low Adherence in Glaucoma Patients: A Narrative Review. *J Clin Med*. 2022; 12(1): 151.
5. DAVULURU SS, et al. Identifying, Understanding, and Addressing Disparities in Glaucoma Care in the United States. *Transl Vis Sci Technol*. 2023; 12(10): 18.
6. ERRAS A, et al. Review of glaucoma medication adherence monitoring in the digital health era. *Br J Ophthalmol*. 2023; 107(2): 153-159.
7. GEDDE SJ, et al. Primary Open-Angle Glaucoma Preferred Practice Pattern®. *Ophthalmology*. 2021; 128(1): 71-150.
8. HA A, et al. Interventions for Glaucoma Medication Adherence Improvement: A Network Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Ophthalmology*. 2022; 129(11): 1294-1304.
9. HENGERER FH, et al. 7-Year Efficacy and Safety of iStent inject Trabecular Micro-Bypass in Combined and Standalone Usage. *Adv Ther*. 2024; 41(4): 1481-1495.
10. JAYARAM H, et al. Glaucoma: now and beyond. *Lancet*. 2023; 402(10414): 1788-1801.
11. KIM J, et al. Modifiable Risk Factors for Glaucoma Collaboration. Intraocular Pressure, Glaucoma, and Dietary Caffeine Consumption: A Gene-Diet Interaction Study from the UK Biobank. *Ophthalmology*. 2021; 128(6): 866-876.

12. MARGETA MA, et al. Apolipoprotein E4 impairs the response of neurodegenerative retinal microglia and prevents neuronal loss in glaucoma. *Immunity*. 2022; 55(9): 1627-1644.
13. MICHELESSI M, et al. Accuracy of optical coherence tomography for diagnosing glaucoma: an overview of systematic reviews. *Br J Ophthalmol*. 2021; 105(4): 490-495.
14. MICHELS TC e IVAN O. Glaucoma: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician*. 2023; 107(3): 253-262.
15. PRAGER AJ, et al. Advances in perimetry for glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2021; 32(2): 92-97.
16. SCHUSTER AK, et al. The Diagnosis and Treatment of Glaucoma. *Dtsch Arztebl Int*. 2020; 117(13): 225-234.
17. SHINOZAKI Y, et al. Ocular P2 receptors and glaucoma. *Neuropharmacology*. 2021; 222: 109302.
18. SIHOTA R, et al. The role of clinical examination of the optic nerve head in glaucoma today. *Curr Opin Ophthalmol*. 2021; 32(2): 83-91.
19. TAKUSAGAWA HL, et al. Selective Laser Trabeculoplasty for the Treatment of Glaucoma: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2024; 131(1): 37-47.
20. TANG Y, et al. The mechanism and therapeutic strategies for neovascular glaucoma secondary to diabetic retinopathy. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023; 14: 1102361.
21. WANG Z, et al. The genetic basis for adult on set glaucoma: Recent advances and future directions. *Prog Retin Eye Res*. 2022; 90: 101066.
22. WEINREB RN, et al. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA*. 2014; 311(18): 1901-11.
23. ZAWADZKA I e KONOPÍŃSKA J. From the past to the present, optical coherence tomography in glaucoma: a practical guide to a common disease. *F1000Res*. 2024; 12: 1186.
24. ZGRYŹNIAK A, et al. Selective Laser Trabeculoplasty in the Treatment of Ocular Hypertension and Open-Angle Glaucoma: Clinical Review. *J Clin Med*. 2021; 10(15): 3307.