

# Correlação entre parâmetros cardiovasculares e alterações glaucomatosas do nervo óptico em portadores de insuficiência cardíaca congestiva

## *Correlation between cardiovascular parameters and glaucomatous changes in the optic nerve in patients with low-output heart failure*

João Lucas de Oliveira Pegurin Libório<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2770-5284>

José Paulo Pinotti Ferreira Junior<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2950-7916>

Lucas de Azevedo Melo Uneda<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4739-8867>

Guilherme Baptista Rosalem Fraga<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8058-893X>

Eduardo Modenesi Felício<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1013-4585>

Bruno de Freitas Valbon<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5514-5843>

### RESUMO

**Objetivos:** Correlacionar parâmetros oftalmoscópicos e cardiovasculares em pacientes com diagnóstico de insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida (ICFER) e avaliar a associação entre ICFER e alterações do nervo óptico sugestivas de glaucoma. **Métodos:** Estudo descritivo, observacional, prospectivo, composto por amostra 30 pacientes com diagnóstico de ICFER. Os pacientes foram submetidos ao exame oftalmológico, que incluiu biomicroscopia, avaliação da acuidade visual, aferição da PIO (pressão intraocular), gonioscopia e medida de ECC (espessura central corneana). A avaliação de parâmetros cardiovasculares, como PAM (pressão arterial média), FEVE (fração de ejeção do ventrículo esquerdo), comorbidades e tempo de diagnóstico de IC foi realizada a partir de revisão de prontuário médico. Arbitrariamente foi escolhido o olho esquerdo para análise estatística dos dados. A correlação estatística foi realizada através do teste de Spearman, e a comparação através do teste U de Mann-Whitney. **Resultados:** Observou-se uma alta prevalência de atrofia peripapilar (73,3%), além de uma correlação positiva, moderada e estatisticamente significativa entre FEVE e PPO (pressão de perfusão ocular) ( $r = 0,517$ ;  $p = 0,004$ ). Apesar da ausência de significância das comparações pelo Teste U de Mann-Whitney, evidenciou-se uma maior prevalência de atrofia peripapilar nos pacientes que apresentavam uma menor PAM, menor FEVE e menor PPO. **Conclusão:** A ICFER pode ser um fator de risco para o desenvolvimento de alterações glaucomatosas no disco do nervo óptico. A atrofia peripapilar e a baixa pressão de perfusão ocular resultantes do déficit contrátil cardíaco podem estar relacionadas com a teoria vascular do desenvolvimento do glaucoma de pressão.

**Descritores:** Glaucoma de ângulo aberto; Insuficiência cardíaca; Nervo óptico; Pressão intraocular; Doenças do nervo óptico

### ABSTRACT

**Objectives:** To correlate ophthalmoscopic and cardiovascular parameters in patients diagnosed with low-output heart failure (HFrEF) and to evaluate the association between HFrEF and glaucoma-suggestive alterations in the optic nerve. **Methods:** Descriptive, observational and prospective study, composed of 30 patients diagnosed with HFrEF. The patients were submitted to ophthalmologic examination, which included biomicroscopy, visual acuity, gonioscopy, intraocular pressure (IOP) and central corneal thickness (CCT) measurement. Their cardiovascular parameters evaluation, such as mean arterial pressure (MAP), left ventricular ejection fraction (LVEF), comorbidities and diagnosis time of HFrEF was performed upon a review over their medical chart. The left eye was arbitrarily chosen for statistical analysis of the data. Statistical correlation was performed using the Spearman test, while the comparison was performed using the Mann-Whitney U-test. **Results:** A high prevalence of peripapillary atrophy (73.3%) was observed, as well as a positive, moderate and statistically significant correlation between LVEF and ocular perfusion pressure (OPP) ( $r = 0.517$ ;  $p = 0.004$ ). Despite the lack of significance of the Mann-Whitney U-Test comparisons, a higher prevalence of peripapillary atrophy was found in patients with lower MAP, lower LVEF and lower OPP. **Conclusion:** HFrEF may be a risk factor for the development of glaucomatous changes in the optic nerve disc. The resulting peripapillary atrophy and low OPP from the contractile deficit may be related to the vascular theory about normal-tension glaucoma development.

**Keywords:** Glaucoma, open angle; Heart failure; Optic nerve; Intraocular pressure; Optic nerve diseases

<sup>1</sup> Curso Acadêmico de Medicina, Escola Superior de Ciências, Santa Casa de Misericórdia de Vitória, ES, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Oftalmologia, Escola Superior de Ciências, Santa Casa de Misericórdia de Vitória, ES, Brasil.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Recebido para publicação em 01/11/2018 - Aceito para publicação em 12/02/2019.

## INTRODUÇÃO

**G**laucoma é uma neuropatia óptica progressiva, resultante de alterações específicas nos axônios das células ganglionares que cursa com dano estrutural característico e alteração no campo visual. Afeta globalmente mais de 70 milhões de pessoas, sendo a principal causa de cegueira irreversível do mundo.<sup>(1)</sup> A doença pode permanecer assintomática até os estágios mais avançados. O glaucoma pode ser dividido em dois grandes grupos: glaucoma primário de ângulo aberto (GPAA) e o de ângulo fechado, sendo o primeiro o mais prevalente (80% dos casos). A fisiopatologia e os fatores que contribuem para a progressão do glaucoma primário de ângulo aberto não são totalmente compreendidos. A elevação da pressão intra-ocular é o principal fator de risco, e sua redução é o único tratamento que, na atualidade, apresenta eficácia evidenciada.<sup>(2)</sup> Entretanto, muitos pacientes desenvolvem GPAA sem hipertensão ocular, sendo assim, devemos pensar que outros fatores podem estar envolvidos no desenvolvimento e na progressão do GPAA. Uma hipótese consiste na teoria vascular. Esta teoria baseia-se na premissa da má perfusão do nervo óptico, que leva à apoptose das células ganglionares e, conseqüentemente, a um comprometimento visual funcional.<sup>(3)</sup> Muitos estudos vêm demonstrando a relação entre a diminuição da função cardíaca e alterações glaucomatosas no nervo óptico, podendo explicar parte dos casos de GPAA de pressão normal. Ainda assim, o papel da insuficiência cardíaca congestiva (ICC) na redução do fluxo sanguíneo na cabeça do nervo óptico e o desenvolvimento do GPAA ainda estão sendo elucidados, o que torna esse estudo uma grande contribuição para a comunidade científica.

## MÉTODOS

Estudo prospectivo, observacional e descritivo, realizado no Departamento de Oftalmologia da Santa Casa de Misericórdia de Vitória (ES). A amostra foi composta de 30 pacientes com diagnóstico de insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida (ICFER), com fração de ejeção documentada em ECO-Transstorácico < 55%, cadastrados no Ambulatório de Cardiologia da mesma instituição. Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram excluídos os pacientes portadores de doenças do segmento anterior do olho.

Os pacientes foram submetidos ao exame oftalmológico, que incluiu avaliação da acuidade visual, biomicroscopia, aferição da pressão intraocular (PIO), gonioscopia e medida da espessura corneana central (ECC). A avaliação da acuidade visual foi realizada através da escala optométrica de Snellen. A PIO foi realizada pela Tonometria de Aplanção de Goldmann. A ECC foi obtida por meio de paquímetro ultrassônico. Todos os testes citados foram feitos em ambos os olhos dos pacientes. A avaliação de parâmetros cardiovasculares, como pressão arterial (PA), fração de ejeção de ventrículo esquerdo (FEVE), comorbidades e tempo de diagnóstico de IC foi realizada a partir de revisão de prontuário médico. A pressão arterial média (PAM) foi calculada através da seguinte fórmula:  $PAM = 1/3(PAS - PAD) + PAD$ . A pressão de perfusão ocular (PPO) foi calculada através da seguinte fórmula:  $2/3 \times PAM - PIO$ .

Arbitrariamente foi escolhido o olho esquerdo para análise estatística dos dados. A correlação estatística foi realizada através do teste de Spearman, e a comparação através do teste U de Mann-Whitney.

O projeto desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da EMESCAM sob número CAAE 78858117.6.0000.5065 (Anexo B).

**Tabela 1**  
**Parâmetros cardiovasculares e oftalmológicos**

	Mín.	Máx.	Mediana	Média	Desvio padrão	N válido
Idade em anos	41	91	61	62	12	30
PAS	80	182	120	124	24	30
PAD	40	142	80	82	22	30
Pressão arterial média	53,0	155,3	93,3	96,0	21,7	30
Fração de ejeção do ventrículo esquerdo	10,0	64,0	35,0	36,6	12,9	30
Pressão de perfusão ocular	23,3	90,5	50,2	51,3	14,7	29
Espessura corneana	496,0	586,0	541,5	539,5	23,6	30
Escavação do olho	0,1	0,9	0,2	0,3	0,2	30
Tempo do diagnóstico de insuficiência cardíaca (anos)	0,5	30,0	8,0	8,3	7,1	27

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica

## RESULTADOS

Prevaleram indivíduos do sexo masculino (60%) e raça branca (40%). 25,8% dos entrevistados apresentaram história familiar de glaucoma e um paciente analisado (3,3%) já apresentava o diagnóstico prévio desta patologia ocular. Destaca-se que a maioria dos indivíduos (93,3%) apresentava algum tipo de comorbidade em conjunto com a ICFER, destacando-se o Diabetes Mellitus (50%), Hipertensão Arterial Sistêmica (43,3%) e a Fibrilação Atrial (20%). A tabela 1 resume diversos parâmetros cardiovasculares e oftalmológicos.

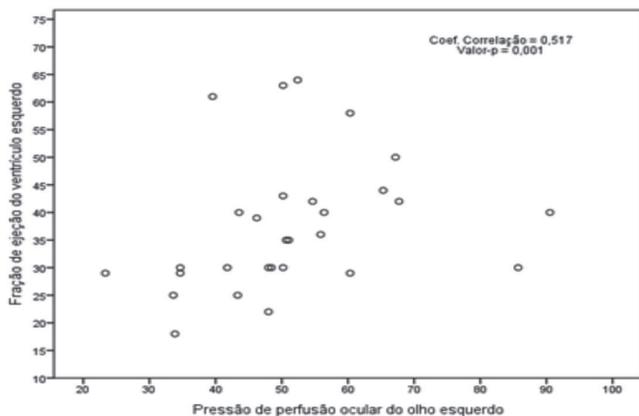
Na população analisada, 78,6% das pessoas possuíam, pela escala optométrica de Snellen, acuidade visual igual ou superior a 20/60, 80,6% apresentaram ângulo grau 4 de Shaffer à gonoscopia e apenas 2 pacientes (6,5%) apresentaram perda da regra ISNT.

Não foi identificada hemorragia de disco ao exame fundoscópico ou notch da rima neural em nenhum dos voluntários avaliados. Quanto à integridade da papila óptica, foi encontrada atrofia peripapilar na maioria dos pacientes analisados (73,6%).

Não houve significância estatística nas seguintes correlações entre parâmetros oftalmológicos e cardiovasculares: ECC x PAM, idade x PAM, PAM x PIO, PIO x FEVE e tempo de diagnóstico de ICFER x PPO.

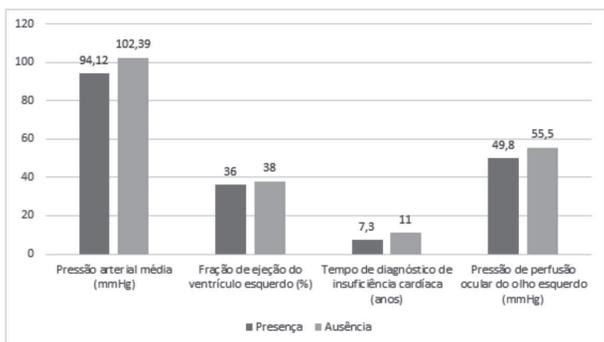
Ao correlacionar a ECC e a PIO, obteve-se correlação negativa, moderada e estatisticamente significativa ( $r = -0,435$  e  $p = 0,018$ ), ou seja, pacientes com maiores espessuras corneanas apresentaram menores pressões intraoculares.

O gráfico de dispersão (Figura 1) demonstra que houve correlação positiva, moderada e estatisticamente significativa entre fração de ejeção do ventrículo esquerdo e pressão de perfusão ocular. Pacientes com maior disfunção contrátil cardíaca apresentaram menor pressão de perfusão ocular.



**Figura 1:** Correlação entre FEVE e PPO

A figura 2 relaciona a presença ou ausência de atrofia peripapilar no olho esquerdo com quatro variáveis: pressão arterial média, fração de ejeção do ventrículo esquerdo, tempo do diagnóstico de ICFER (em anos) e pressão de perfusão ocular do olho esquerdo. Apesar da ausência de significância das comparações pelo Teste U de Mann-Whitney, observou-se que a média da PAM foi menor nos pacientes que apresentam atrofia peripapilar (94,12mmHg ±21,93), do que a média dos pacientes que não apresentam atrofia (101,39mmHg ±23,23). A média da fração de ejeção do ventrículo esquerdo também foi menor nos pacientes com atrofia peripapilar (35,95% ±13,49), quando comparada à do grupo sem atrofia (38,00% ±12,77). A média do tempo de diagnóstico de ICFER foi maior nos pacientes sem atrofia peripapilar (11,0 anos ±10,2), do que nos pacientes com atrofia (7,3 anos ±5,7). Evidenciou-se, também, que a média da pressão de perfusão ocular foi menor nos pacientes com atrofia peripapilar (49,76mmHg ±14,82), quando comparada à do grupo sem atrofia (55,45mmHg ±15,60).



**Figura 2:** Comparação entre parâmetros hemodinâmicos e presença ou ausência de atrofia peripapilar

## DISCUSSÃO

Comparando o presente estudo com a epidemiologia do glaucoma, encontramos algumas diferenças. Em um estudo populacional de rastreamento para glaucoma na cidade de São Paulo, 66% dos pacientes eram do sexo feminino, com maioria de pessoas da raça negra,<sup>(4)</sup> enquanto em nossa análise prevaleceram indivíduos do sexo masculino (60%) da raça branca (40%).

Devemos considerar que nossa amostra foi formada por pacientes portadores de ICFER, o que provavelmente justifica as prevalências distintas.

Os pacientes portadores de glaucoma apresentam significativamente mais comorbidades que a população geral. Estudos demonstraram que mais da metade (50,5%) dos pacientes com glaucoma apresentavam também hipertensão arterial sistêmica, e 30,2% tinham o diagnóstico de diabetes mellitus.<sup>(5)</sup> Os portadores de ICFER também apresentam múltiplas comorbidades. A prevalência de diabetes mellitus nesta população é muito similar à obtida nos pacientes portadores de glaucoma (30%).<sup>(6)</sup> A hipertensão arterial sistêmica, porém, é uma comorbidade mais frequente em portadores de ICFER do que em pacientes com diagnóstico de glaucoma, estando presente em 66% dos pacientes com redução de fração de ejeção cardíaca.<sup>(7)</sup>

De acordo com um estudo prévio brasileiro, que também relacionou a insuficiência cardíaca com o glaucoma, a média de idade dos pacientes avaliados na ocasião foi de 54,8 anos, enquanto que no presente estudo foi de 62 anos. Em relação à pressão arterial, a média da pressão sistólica obtida na época foi de 110,4 mmHg e da diastólica de 75,2 mmHg, enquanto que no estudo atual a média da PAS foi de 124 mmHg e PAD de 82 mmHg. No que diz respeito à média de PAM e pressão de perfusão ocular, os valores obtidos pelos pesquisadores brasileiros no estudo anterior foram de 86,9 mmHg e 45,6 mmHg, enquanto no presente estudo os valores encontrados foram de 96 e 51,3 mmHg, respectivamente. O valor da mediana da FEVE foi o mesmo obtido nos dois estudos (35%).<sup>(1)</sup>

As diferenças apresentadas na PAM e pressão de perfusão ocular devem-se provavelmente aos diferentes estágios de insuficiência cardíaca entre os pacientes analisados e a diferença na intensidade no tratamento da ICFER, tendo como consequência uma maior redução pressórica no estudo brasileiro prévio do que nos pacientes analisados no presente estudo.

Em nosso estudo, 90,3% dos pacientes apresentaram graus 3 ou 4 de Shaffer à gonioscopia, representando um ângulo aberto amplo, sem risco de fechamento.<sup>(8)</sup> Atualmente sabe-se que pacientes portadores de glaucoma de pressão normal, por via de regra, não apresentam alterações à gonioscopia,<sup>(9)</sup> o que vai ao encontro do obtido em nossa amostra.

Quanto à regra ISNT, apenas 2 pacientes (6,5%) tiveram seu padrão alterado. Atualmente, questiona-se o real papel da quebra da regra ISNT no diagnóstico precoce do glaucoma. Um estudo realizado na Índia utilizou-se das medidas da regra ISNT para avaliar se as alterações precoces nos seus parâmetros poderiam indicar afecções glaucomatosas no nervo óptico. Concluiu-se que quebras da regra ISNT são praticamente imperceptíveis em glaucomas de fase inicial, não sendo, segundo tal estudo, um bom método de rastreamento da doença.<sup>(10)</sup>

A ausência de hemorragia de disco e a presença de notch em 6,6% dos pacientes foram resultados semelhantes aos encontrados em estudo similar realizado no Brasil, que também não evidenciou hemorragia de disco e identificou notch em 10,7% dos pacientes com ICFER analisados. Para comparação, estudos apontam que a prevalência de notch em população geral acima de 49 anos é de 5,7%.<sup>(11)</sup> Curiosamente, este mesmo estudo demonstrou que a presença de notch era mais frequente em pacientes que apresentavam atrofia peripapilar.<sup>(11)</sup> Ainda não se conhece a relação entre ICFER e atrofia peripapilar, mas alterações isquêmicas da microcirculação, em decorrência da queda da fração de ejeção observada na insuficiência cardíaca, podem justificar a alta prevalência de atrofia peripapilar nesse

grupo de pacientes, e, conseqüentemente, o desenvolvimento de notch de rima neural nos cardiopatas.

No que diz respeito à correlação entre ECC e PAM, não se obteve significância estatística ( $r = 0,102$ ;  $p = 0,599$ ). Um estudo recente demonstrou que tais variáveis realmente não se relacionam de maneira significativa,<sup>(12)</sup> corroborando os achados do presente trabalho.

Ao correlacionar a PAM com a PIO, obteve-se correlação desprezível ( $r = 0,102$ ), sem significância estatística ( $p = 0,599$ ). O tamanho da amostra provavelmente interferiu na significância dos dados obtidos, pois já se foi demonstrado que a PAM apresenta correlação positiva e estatisticamente significativa com a PIO.<sup>(13)</sup>

No presente estudo, a correlação entre FEVE e PIO obteve um coeficiente de correlação, sem significância estatística ( $r = -0,094$ ;  $p = 0,627$ ). Não foram encontrados outros estudos que investigaram tal correlação.

Ao correlacionar a ECC com a PIO, observou-se correlação negativa, moderada e estatisticamente significativa ( $r = -0,435$  e  $p = 0,018$ ). Tal resultado foi surpreendente, visto que vai de encontro ao que se sabe sobre a relação supracitada. Classicamente, há uma relação linear entre a PIO e a ECC, ou seja, quanto maior a ECC mais alta é a PIO.<sup>(14)</sup> Uma hipótese para a divergência observada seria o tamanho reduzido da amostra do presente estudo, aliado ao fato desta ser composta majoritariamente de pessoas idosas (média de 62 anos). Já foi demonstrado que o avançar da idade altera as propriedades viscoelásticas da córnea, o que pode diminuir a acurácia da medida da PIO em idosos.<sup>(15)</sup>

Na amostra analisada, obteve-se uma correlação positiva, moderada e estatisticamente significativa entre FEVE e PPO ( $r = 0,517$ ;  $p = 0,004$ ). Ou seja, pacientes com maior disfunção contrátil do ventrículo esquerdo apresentaram menor pressão de perfusão ocular. Um estudo brasileiro já evidenciou que a pressão de perfusão ocular média de indivíduos com ICFER é 16,2% menor do que a de indivíduos sem cardiopatia.<sup>(1)</sup> Tais alterações são esperadas, haja vista que a própria disfunção cardíaca, associada a múltiplas drogas hipotensoras e cronotrópicas negativas, como betabloqueadores, inibidores da ECA e diuréticos culminam com uma diminuição da pressão arterial média, e, conseqüentemente, da pressão de perfusão ocular. Um estudo nacional formulou uma hipótese para tal déficit perfusional ocular dos cardiopatas. Foi demonstrado que pacientes com insuficiência cardíaca crônica apresentam índice de resistência da artéria oftálmica mais alto do que indivíduos sem cardiopatia, provavelmente devido a um maior tônus simpático em resposta à disfunção ventricular, culminando com vasoconstrição arterial e diminuição de perfusão ocular.<sup>(16)</sup>

Na amostra analisada no estudo, não foi encontrada correlação estatisticamente significativa entre o tempo de diagnóstico de insuficiência cardíaca e a PPO ( $r = 0,168$ ;  $p = 0,401$ ). Não foram encontrados outros estudos que evidenciem tal comparação.

O estudo atual relacionou, também, a presença ou ausência de atrofia peripapilar com quatro variáveis: pressão arterial média, fração de ejeção do ventrículo esquerdo, tempo do diagnóstico da ICFER (em anos) e pressão de perfusão ocular. Apesar da ausência de significância das comparações pelo Teste U de Mann-Whitney, o resultado suscitou hipóteses quanto a real influência hemodinâmica na gênese da atrofia peripapilar.

A associação entre atrofia peripapilar e glaucoma não é uma unanimidade. Estudos experimentais em macacos não demonstraram aumento desta atrofia após elevação da pressão intraocular, e a presença de tal atrofia também não foi associada com o desenvolvimento de alterações glaucomatosas na rima

neurorretiniana.<sup>(17)</sup> Em contrapartida, estudos longitudinais prospectivos realizados em humanos demonstraram que há correlação estatisticamente significativa entre a atrofia peripapilar e alteração no anel neurorretiniano, levando à perda progressiva de campo visual.<sup>(18)</sup> Tais dados levam a crer que, em humanos, a presença de atrofia peripapilar pode preceder o aparecimento do glaucoma. Em nosso estudo, apesar da insignificância estatística, foi observado que indivíduos que apresentam menor fração de ejeção de ventrículo esquerdo e menor PAM tendem a ter mais atrofia peripapilar, o que, a longo prazo, pode culminar com o desenvolvimento do glaucoma, mesmo com PIO normal. A fisiopatologia do glaucoma de pressão normal, nesses casos, permanece desconhecida, tendo como principal hipótese o aporte sanguíneo deficitário na região do nervo óptico.<sup>(3)</sup> Baseando-se nesta tese do fluxo sanguíneo anormal, os pacientes com ICFER apresentam importante fator de risco para desenvolvimento do glaucoma de pressão normal, visto que são pacientes sabidamente hipotensos, devido à terapêutica instituída, e com rebaixamento de função ventricular, devido à cardiopatia de base. Uma menor FEVE e PAM pode levar a um déficit perfusional do nervo óptico, alterando sua microestrutura e, paulatinamente, afetando o campo visual, culminando com o glaucoma de pressão intraocular normal. O uso de novas tecnologias para análise da microcirculação a nível de capilar peripapilar, como o Angio-OCT, que permite a avaliação e mensuração da morfologia das artérias intra-oculares, bem como seu fluxo sanguíneo, pode auxiliar no diagnóstico precoce de tais alterações perfusionais,<sup>(19)</sup> evitando complicações visuais futuras decorrentes de um diagnóstico tardio.

## REFERÊNCIAS

1. Meira-Freitas D, Melo LA Jr, Almeida-Freitas DB, Paranhos A Jr. Glaucomatous optic nerve head alterations in patients with chronic heart failure. *Clin Ophthalmol*. 2012;6:623–9.
2. Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA*. 2014;311(18):1901–11.
3. Fan N, Wang P, Tang L, Liu X. Ocular Blood Flow and Normal Tension Glaucoma. *BioMed Res Int*. 2015;2015:308505.
4. Póvoa CA, Nicolela MT, Valle AL, Gomes LES, Neustein I. Prevalência de glaucoma identificada em campanha de detecção em São Paulo. *Arq Bras Oftalmol*. 2001;64(4):303–7.
5. Lin HC, Chien CW, Hu CC, Ho JD. Comparison of comorbid conditions between open-angle glaucoma patients and a control cohort: a case-control study. *Ophthalmology*. 2010;117(11):2088–95.
6. van Deursen VM, Urso R, Laroche C, Damman K, Dahlström U, Tavazzi L, et al. Co-morbidities in patients with heart failure: an analysis of the European Heart Failure Pilot Survey. *Eur J Heart Fail*. 2014;16(1):103–11.
7. Dunlay SM, Weston SA, Jacobsen SJ, Roger VL. Risk factors for heart failure: a population-based case-control study. *Am J Med*. 2009;122(11):1023–8.
8. Almeida HG, Suzuki Junior ER, Sakata LM, Torres RJ. Gonioscopia: proposta de classificação (APIC). *Rev Bras Oftalmol*. 2010;69(5):332–41.
9. Tavares IM, Mello PA. Glaucoma de pressão normal. *Arq Bras Oftalmol*. 2005 Jul;68(4):565–75.
10. Sihota R, Srinivasan G, Dada T, Gupta V, Ghate D, Sharma A. Is the ISNT rule violated in early primary open-angle glaucoma—a scanning laser tomography study. *Eye (Lond)*. 2008;22(6):819–24.
11. Healey PR, Mitchell P. Presence of an optic disc notch and glaucoma. *J Glaucoma*. 2015;24(4):262–6.
12. Schuster AK, Fischer JE, Vossmerbaeumer U. Central corneal thickness in spectral-domain OCT and associations with ocular and systemic parameters. *J Ophthalmol*. 2016;2016:2596956.

13. Sirvi GC, Kaumar J. Study of relationship between intraocular pressure, pulse pressure and mean arterial pressure in different age groups in Western Rajasthan. *Int J Appl Res.* 2016;2(3):279–82.
14. Sakata K, Figueira AL, Guimarães AC, Schmitt AJ, Scapucin L, Barros LG, et al. Estudo da correlação entre pressão intra-ocular e espessura corneana central (projeto glaucoma). *Arq Bras Oftalmol.* 2000;63(5):355-8.
15. Valbon BF, Ambrósio R Jr, Fontes BM, Alves MR. Effects of age on corneal deformation by non-contact tonometry integrated with an ultra-high-speed (UHS) Scheimpflug camera. *Arq Bras Oftalmol.* 2013;76(4):229–32.
16. Almeida-Freitas DB, Meira-Freitas D, Melo LA Jr, Paranhos A Jr, Iared W, Ajzen S. Color Doppler imaging of the ophthalmic artery in patients with chronic heart failure. *Arq Bras Oftalmol.* 2011;74(5):326–9.
17. Derick RJ, Pasquale LR, Pease ME, Quigley HA. A clinical study of peripapillary crescents of the optic disc in chronic experimental glaucoma in monkey eyes. *Arch Ophthalmol.* 1994;112(6):846–50.
18. Uchida H, Ugurlu S, Caprioli J. Increasing peripapillary atrophy is associated with progressive glaucoma. *Ophthalmology.* 1998;105(8):1541–5.
19. Igarashi R, Ochiai S, Sakaue Y, Suetake A, Iikawa R, Togano T, et al. Optical coherence tomography angiography of the peripapillary capillaries in primary open-angle and normal-tension glaucoma. *PLoS One.* 2017;12(9):e0184301.

---

**Autor correspondente:**

João Lucas de Oliveira Pegurin Libório  
E-mail: joaolucasopl@gmail.com