



Criação de banco de imagens de fundo de olho a partir de retinógrafo portátil baseado em smartphone e análise comparativa de acurácia entre softwares

Palavras-Chave: RETINOGRAFIA, GLAUCOMA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Autores(as):

ENRIQUE BITENCOURT DE PAULA, FCM – UNICAMP

THIAGO RODRIGUES MULLER, FCM – UNICAMP

RAPHAEL LUCAS SAMPAIO DEFINA, FCM – UNICAMP

RAFAEL CARVALHO DE OLIVEIRA, FCM – UNICAMP

BRENO DI GREGORIO, FCM – UNICAMP

Prof. Dr. JOSÉ PAULO CABRAL DE VASCONCELLOS (ORIENTADOR), HC – UNICAMP

INTRODUÇÃO

Considerando envelhecimento é um fator de risco importante para desenvolvimento do glaucoma, é esperado que essa patologia desponte como problema de saúde pública devido a vigente transição demográfica para uma população de maior faixa etária¹⁻³. Apesar das projeções epidemiológicas, o diagnóstico do glaucoma ainda é realizado, na maior parte das vezes, de forma oportunística, conforme o paciente é consultado diretamente pelo oftalmologista, conseqüentemente não favorecendo a identificação antecipada daqueles com risco de desenvolvimento de cegueira³.

Nesse cenário, o fomento para o desenvolvimento de um protocolo de rastreamento custo-efetivo do glaucoma tem se expandido, havendo a telemedicina demonstrado potencial para detectar precocemente e prevenir a progressão da doença. Com o intuito de diminuir a disparidade de acesso ao cuidado oftalmológico, o “teleglaucoma” representa a aplicação de um conjunto de instrumentos diagnósticos, como retinógrafos e tonômetros, que são capazes de armazenar e transferir dados dos pacientes virtualmente para avaliação de um oftalmologista à distância^{2,5}. Com acesso às imagens e informações clínicas, o profissional é então capaz de diagnosticar o glaucoma e orientar condutas, principalmente em regiões mais isoladas⁵.

Dentre os parâmetros adotados para o diagnóstico, a avaliação da imagem de fundo de olho incluindo o disco óptico e a camada de fibras nervosas da retina é considerada padrão de referência a ser adotado no rastreamento por teleglaucoma⁷. Assim, o uso de retinógrafos portáteis não midriáticos são considerados para o uso clínico, à medida que demonstram efetividade diagnóstica, associada à portabilidade do aparelho e baixo custo relativo de sua aplicação^{5,7,8}. A perspectiva futura para aprimoramento do teleglaucoma consiste em agregar o uso de Inteligência Artificial (IA) para análise das

imagens obtidas por esses aparelhos, com o objetivo de aumentar a acurácia diagnóstica desse método^{3,5}. O uso integrado da IA é capaz de automatizar o reconhecimento de achados relevantes nas imagens de retina, e sua aplicação já é demonstrada em larga escala em estudos para triagem de retinopatia diabética⁸.

No entanto, o atributo de autoaprimoramento dessas ferramentas é baseado em exposição à banco de imagens extensos e padronizados, atualmente escassos⁸. Dentre os bancos de imagens públicos disponíveis, há especial carência de imagens capturadas por câmeras de smartphone, como as que são feitas por retinógrafos portáteis⁸. Ainda, a ausência de detalhamento dos critérios diagnósticos utilizados para classificar as imagens, em conjunto com a predileção por armazenamento de glaucomas moderados a graves, são atuais barreiras a serem contornadas¹⁰. Logo, contribuir com a criação de um banco de imagem público viabilizaria o aprimoramento de IA em desenvolvimento, com consequente suporte ao estabelecimento de rastreamento populacional eficaz de glaucoma.

METODOLOGIA

Este projeto de pesquisa propõe um estudo transversal, com captura de retinografias a partir do uso de retinógrafo portátil Eyer (Phelcom Technologies®, São Carlos, SP, Brasil) em pacientes recrutados para pesquisa em serviço ambulatorial em Hospital de Clínicas (HC) Unicamp. O retinógrafo consiste em um aparelho baseado em Smartphone (Samsung Galaxy S21 ou outro modelo da mesma linha a depender de quando foi adquirido) que conta com uma câmera de 12 MP, 9 pontos internos de fixação para fixação do olhar do paciente e imagens com campo de visão de 55 graus, não midriático. Sua aplicação fora avaliada previamente em mestrado profissional conduzido por FAVARATO, apresentando boa concordância inter-examinadores favorável para sua aplicação em programa de rastreamento de retinopatia diabética no Brasil⁹.

Foram incluídos os pacientes do serviço ambulatorial do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia HC Unicamp (Campinas, SP), com planejamento de recrutamento para 100 indivíduos com diagnóstico de glaucoma (grupo caso) e 100 indivíduos sem glaucoma (grupo controle), todos maiores de 18 anos. Não foram incluídos pacientes que apresentem cicatrizes corneanas ou outras opacidades (catarata) que impeçam a realização da retinografia, tenham grau esférico maior que 5,0 dioptrias, e que se recusem ou apresentem incapacidade física-cognitiva para assinar TCLE.

Não houve delimitação populacional de recrutamento em relação à faixa etária, sexo, cor/raça e etnia, orientação sexual ou identidade de gênero do paciente, tendo em vista o ideal de compor o banco de imagens de forma ampla, registrando a apresentação retiniana do glaucoma na população independente de tais fatores. O grupo controle, por sua vez, foi recrutado em mesmo ambiente de serviço ambulatorial, definido a partir pareamento por sexo e idade dos voluntários sem alterações relacionadas ao glaucoma.

As retinografias foram obtidas por examinadores capacitados por programa de treinamento oferecido por empresa fabricante, com captura realizada em ambos os olhos de um mesmo paciente, e

programação de posterior armazenamento de imagens virtualmente em Repositório de Dados de Pesquisa da Unicamp (REDU) de forma anonimizada e não associado a dados identificadores do paciente (nome, filiação, endereço, número de registro hospitalar). A captura de imagem foi pontual, em mesma data de recrutamento de paciente, não sendo previstos retornos de seguimento. Junto a fundoscopia, foram coletados dados de exames complementares solicitados em rotina de investigação clínica ambulatorial de glaucoma, sendo eles: erro refrativo, pressão intraocular, espessura central da córnea, comprimento axial do olho, exame de tomografia óptica computadorizada e teste de campo visual.

As imagens da retina serão categorizadas a partir do diagnóstico em normal, leve, moderado, grave ou suspeitos de glaucoma. Foram priorizadas a coleta de glaucomas leves a moderados, visto que bancos de imagem existentes tem maior prevalência de categorizações mais graves e, conseqüentemente, não são efetivos em auxiliar as IA em discriminar as alterações estruturais sutis do disco óptico.

Por fim, o banco de imagens formado será submetido a avaliação por IA EyerMaps integrada a retinógrafo portátil utilizado ao longo de estudo. Através de representação em padrão de mapa de calor, seu algoritmo é capaz de dar enfoque para locais de lesão retiniana suspeita e, com uso de banco de imagens criado, poderá discriminar os achados típicos de glaucoma. Sua acurácia será comparada com aplicação de algoritmo de diagnóstico clínico baseado em Tomografia de Coerência Óptica (OCT) e categorização realizada das imagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise preliminar de dados de 66 pacientes voluntários para composição da nossa amostra populacional, sendo 40 indivíduos com diagnóstico de glaucoma prévio (Grupo caso – $n_1 = 40$), e 26 indivíduos assintomáticos sem glaucoma (Grupo Controle – $n_2 = 26$). Vale salientar que, na proposta de projeto inicial, o objetivo é compor os grupos Caso e Controle com 100 voluntários para cada grupo, atualmente com 165 pacientes, sob avaliação estatística final em processo.

O padrão de distribuição da idade em cada amostra, assim como suas respectivas proporções de gênero são representados no Gráfico 1 e Gráfico 2. A análise comparativa entre os grupos, a partir dos dados coletados em suas respectivas variáveis (Tabela 1 e Tabela 2) revela diferenças relevantes nas variáveis oftalmológicas avaliadas. Os valores de Acuidade Visual, em escala LogMAR, foi maior no grupo Glaucoma em ambos os olhos (OD: 0.404 ± 0.504 ; OE: 0.426 ± 0.574) quando comparada ao grupo Controle (OD: 0.168 ± 0.232 ; OE: 0.167 ± 0.233), sugerindo pior acuidade visual nos pacientes glaucomatosos. A pressão intraocular média também foi inferior no grupo Glaucoma (OD: 12.35 ± 3.26 mmHg; OE: 13.05 ± 3.28 mmHg) em relação ao grupo Controle (OD: 16.31 ± 4.35 mmHg; OE: 15.69 ± 3.82 mmHg), o que pode estar associado ao uso de colírios hipotensores.

Em relação à paquimetria central, o grupo Glaucoma apresentou valores superiores (OD: $526.87 \pm 30.34 \mu\text{m}$; OE: $527.14 \pm 41.42 \mu\text{m}$) quando comparado ao grupo Controle (OD: $511.54 \pm 44.38 \mu\text{m}$; OE: $512.46 \pm 45.69 \mu\text{m}$). O comprimento axial do olho foi discretamente menor no grupo Glaucoma (OD: $23.46 \pm 1.30 \text{ mm}$; OE: $23.41 \pm 1.27 \text{ mm}$) em comparação ao grupo Controle (OD: $24.41 \pm 1.30 \text{ mm}$; OE: $24.33 \pm 1.26 \text{ mm}$). Os dados quanto ao tamanho de escavação dos pacientes, cujo aumento é o principal sinal da neuropatia glaucomatosa, estão sendo avaliados paulatinamente a partir de exames coletados, não sendo esperado que o aumento da idade dos pacientes altere o tamanho de sua escavação.

Tabela 1- Variáveis avaliadas no Grupo Glaucoma (n2=40)

Grupo Glaucoma (n2=40)	Variáveis	Média	Desvio Padrão (DP)	Mínimo (Mín)	Máximo (Máx)
Avaliação Olho Direito (OD)	Acuidade Visual (logMAR)	0.404	0.504	0	2.00
	Pressão intraocular (mmHg)	12.35	3.26	2	20
	Paquimetria (μm)	526.87	30.34	467	590
	Comprimento Axial Olho (mm)	23.46	1.30	21.09	26.18
Avaliação Olho Esquerdo (OE)	Acuidade Visual (logMAR)	0.426	0.574	0	2.00
	Pressão intraocular (mmHg)	13.05	3.28	8	24
	Paquimetria (μm)	527.14	41.42	445	670
	Comprimento Axial Olho (mm)	23.41	1.27	20.91	25.76

Tabela 2- Variáveis avaliadas no Grupo Controle (n1=26)

Grupo Controle (n1=26)	Variáveis	Média	Desvio Padrão (DP)	Mínimo (Mín)	Máximo (Máx)
Avaliação Olho Direito (OD)	Acuidade Visual (logMAR)	0.168	0.232	0	0.82
	Pressão intraocular (mmHg)	16.31	4.35	9	30
	Paquimetria (μm)	511.54	44.38	407	582
	Comprimento Axial Olho (mm)	24.41	1.30	21.4	26.75
Avaliação Olho Esquerdo (OE)	Acuidade Visual (logMAR)	0.167	0.233	0	0.70
	Pressão intraocular (mmHg)	15.69	3.82	10	26
	Paquimetria (μm)	512.46	45.69	416	574
	Comprimento Axial Olho (mm)	24.33	1.26	22.04	26.76

Gráfico 1: Grupo Controle (n1), gênero e dispersão por idade

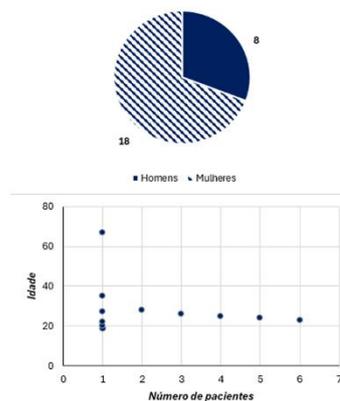
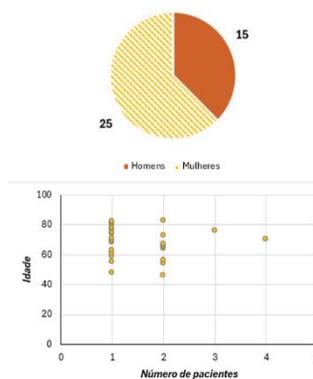


Gráfico 2: Grupo Glaucoma (n2), gênero e dispersão por idade



CONCLUSÕES

Este estudo representa um passo na integração entre tecnologias portáteis de imagem e a prática clínica oftalmológica, especialmente no campo do rastreamento do glaucoma. Ao demonstrar a viabilidade de obtenção de retinografias de qualidade diagnóstica por meio de um dispositivo portátil, acoplado à coleta de dados clínicos padronizados, o projeto avança em direção a soluções mais acessíveis e escaláveis para a saúde ocular. A metodologia empregada neste projeto, que inclui a utilização de um retinógrafo portátil baseado em smartphone aliado a coleta padronizada de dados clínicos, demonstrou-se factível e eficiente no contexto ambulatorial. Além disso, a coleta de dados clínicos oculares, somada à formação de um banco de dados padronizado, abre caminho para estudos subsequentes com técnicas de aprendizado de máquina. A continuidade do projeto permitirá avaliar não apenas a acurácia de diferentes softwares de interpretação automatizada, mas também sua integração prática com ferramentas portáteis de fácil manuseio.

BIBLIOGRAFIA

1. Allison K, Patel D, Alabi O. Epidemiology of Glaucoma: The Past, Present, Predictions the doi:10.7759/cureus.11686
2. Cureus 2020;12(11):e11686, West S, Sommer A. Prevention of blindness and priorities for the future. Bull World Health Organ 2001;79(3):244-8
3. Hemelings R, Elen B, Schuster AK, et al. A generalizable deep learning regression model for automated glaucoma screening from fundus images. NPJ Digit Med 2023; (1):112, doi:10.1038/s41746-023-00857-0
4. Brandão-de-Resende C, Alcântara LAR, Vasconcelos-Santos DV, et al. Glaucoma Telemedicine. doi:10.1097/IJG.0000000000002200
5. Upadhyaya S, Agarwal A, Rengaraj V, et al. Validation of a portable, non mydriatic fundus camera compared to gold standard dilated fundus examination using slit lamp biomicroscopy for assessing the optic disc for glaucoma. Eye 2022;36(2):441-447
6. Orlando JI, Fu H, Barbosa Breda J, et al. REFUGE Challenge: A unified framework for evaluating automated methods for glaucoma assessment from fundus photographs. Med Image Anal 2020;59(101570), doi:10.1016/j.media.2019.101570
7. Kovalyk O, Morales-Sánchez J, Verdú-Monedero R, et al. PAPILA: Dataset with fundus images and clinical data of both eyes of the same patient for glaucoma assessment. Sci Data 2022;9(1):291, doi:10.1038/s41597-022-01388-1
8. Ryalat SA. Machine learning on glaucoma: the missing point. Eye 2021;35(9):2456-2457
9. Favarato AP. Retinógrafo portátil associado à telemedicina: Rastreamento de retinopatia diabética em pacientes de um hospital terciário do SUS. Orientador: José Paulo Cabral de Vasconcellos. Dissertação (Mestrado). Mestrando Profissional, Fundação de Desenvolvimento da UNICAMP, Campinas, São Paulo, 2022.