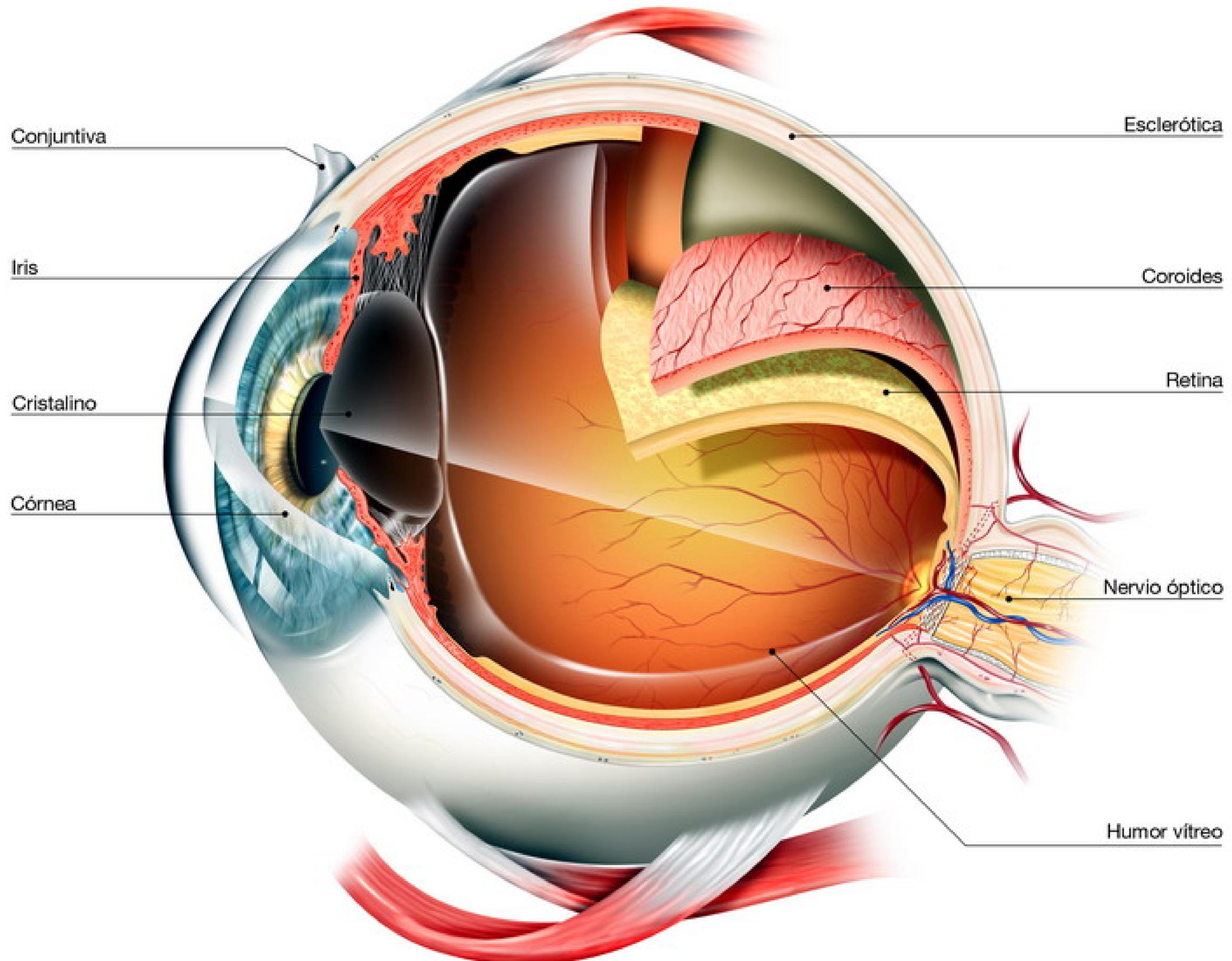


# IMÁGENES DEL FONDO DEL OJO EN PACIENTES CON GLAUCOMA

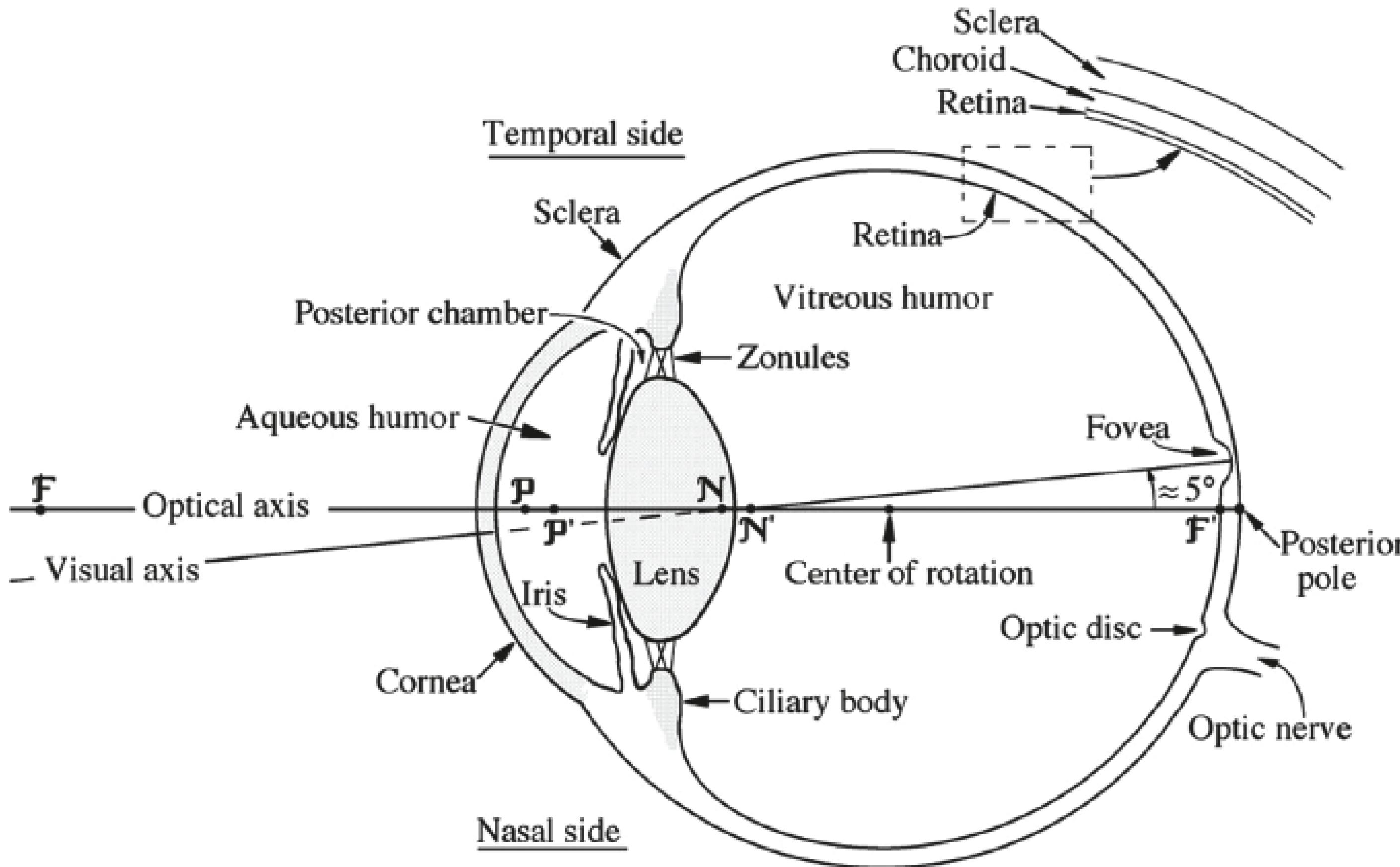
WILLIAM ANDRÉS GÓMEZ ROA  
CAROLINA SANTOS BAQUERO

IMÁGENES MÉDICAS  
2023

# OJO

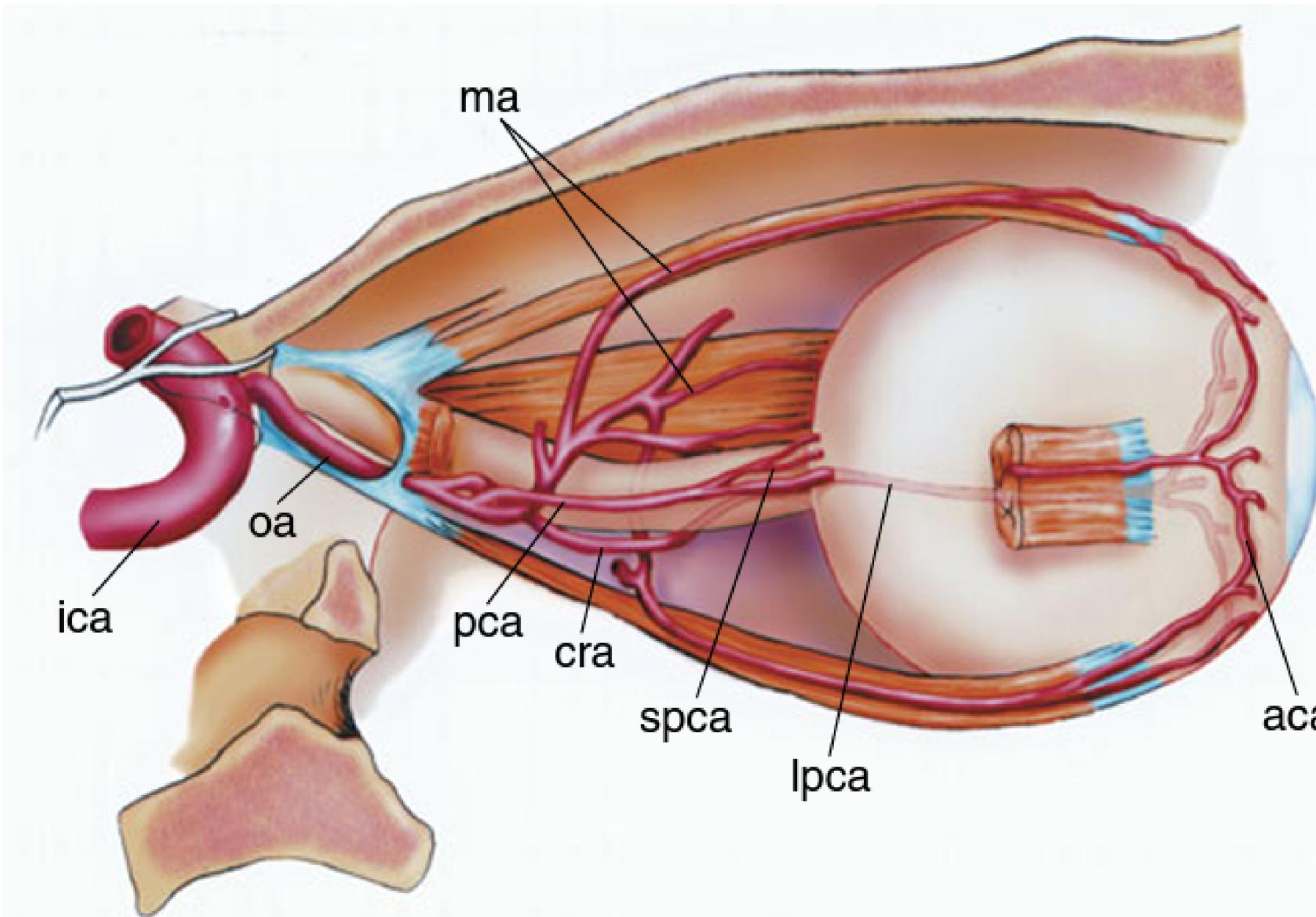


# OJO

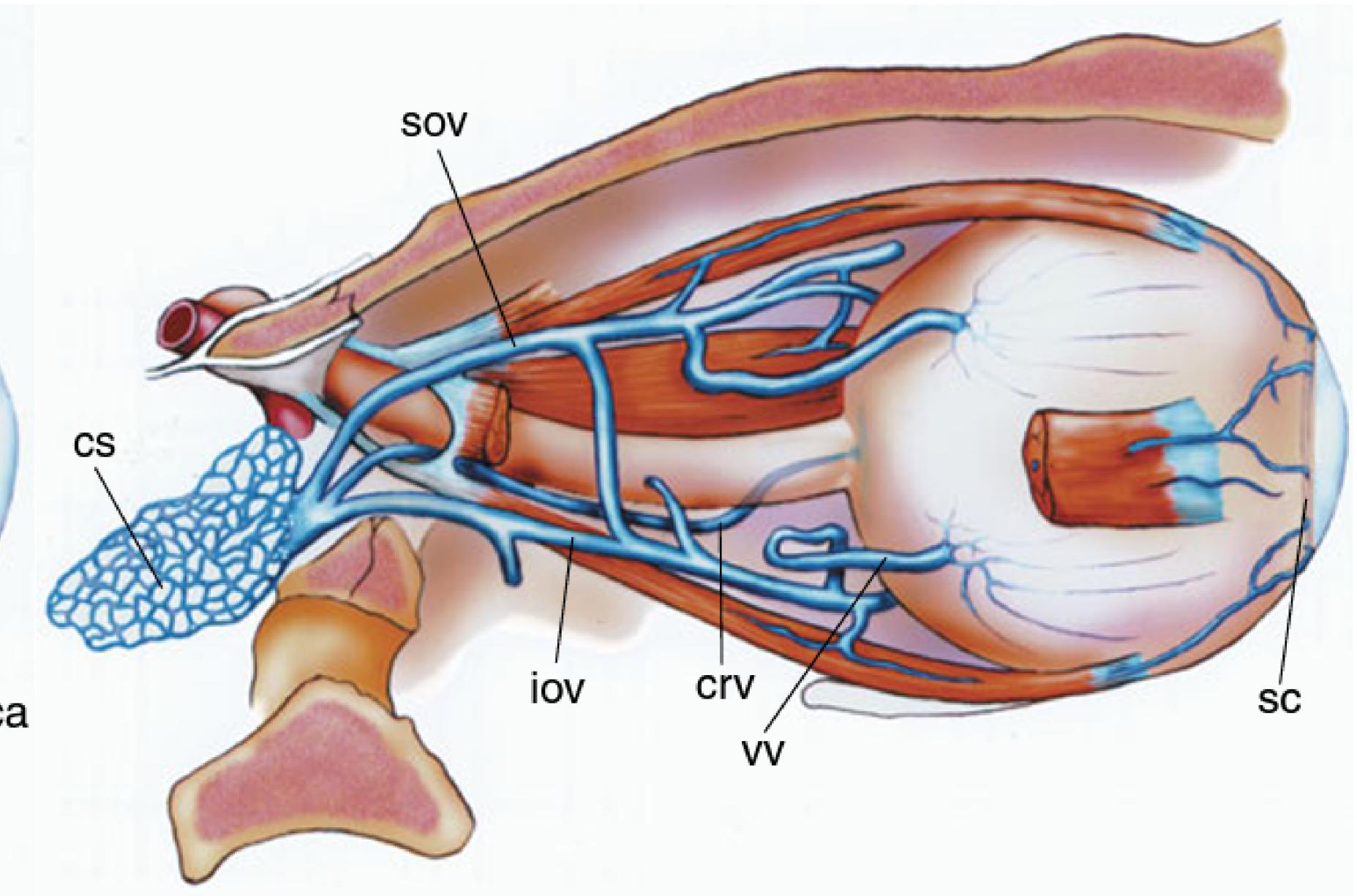


# OJO

## Suministro Sanguíneo ocular



## Drenaje Venoso ocular

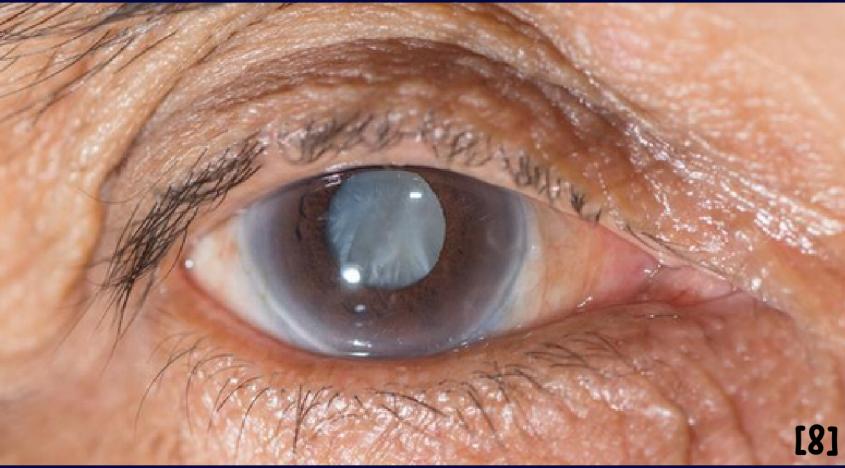
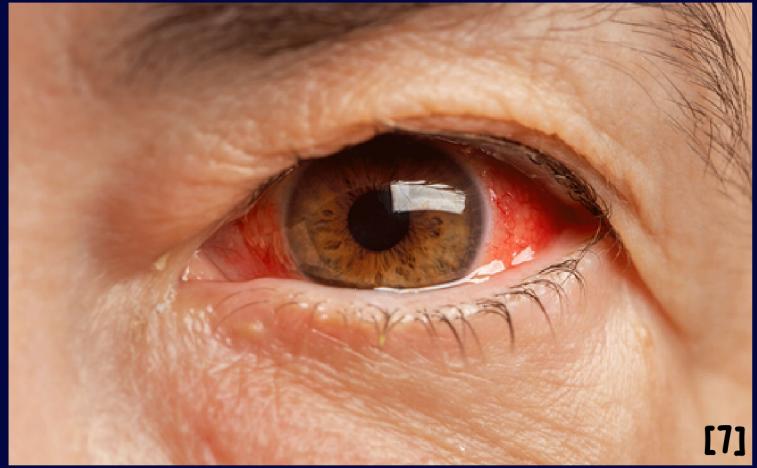


ICA, arteria carótida interna; OA, arteria oftálmica; PCA, arteria ciliar posterior; CRA, arteria central de la retina; MA, arterias musculares; SPCA, arterias ciliares posteriores cortas; LPCA, arteria ciliar posterior larga; ACA, arterias ciliares anteriores, CS, seno cavernoso; CRV, vena central de la retina; VV, vena vortex; SC, canal de Schlemm; SOV, vena oftálmica superior; IOV, vena oftálmica inferior.

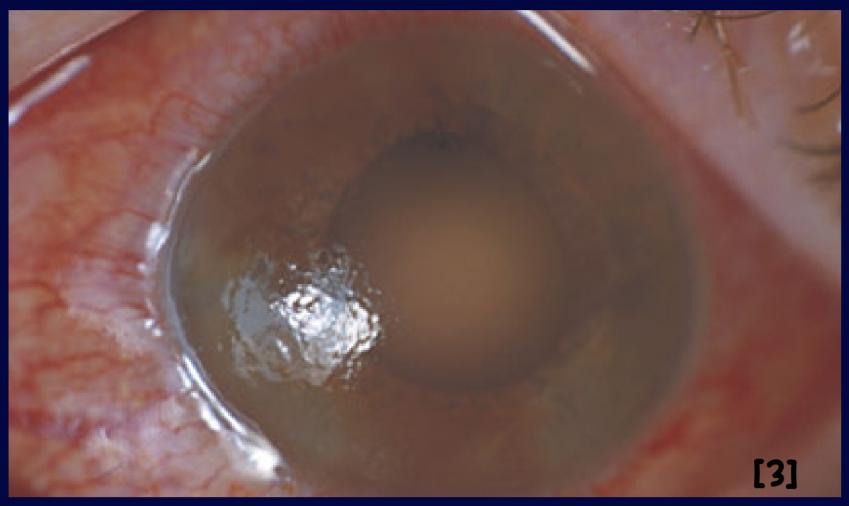
# ¿QUÉ ES EL GLAUCOMA?



Acumulación de humor acuoso



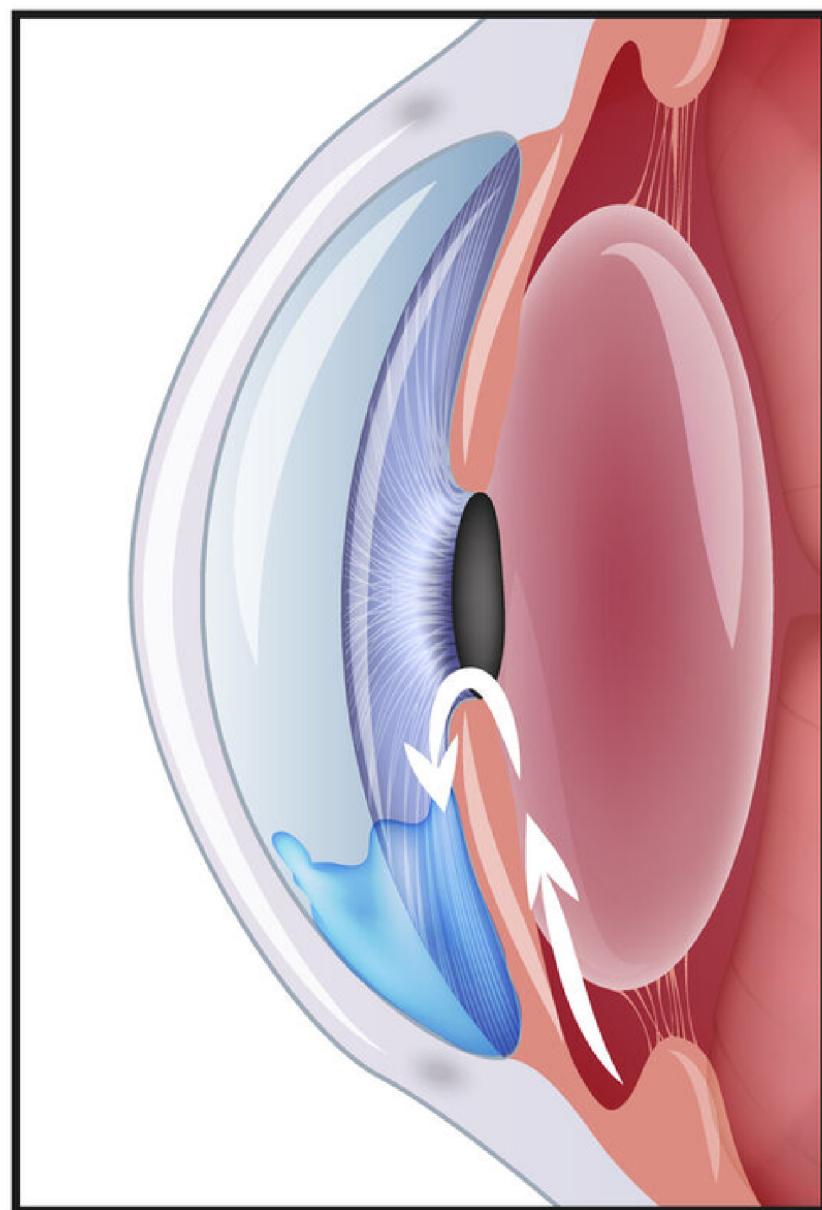
Decretado por el cuello ciliar



Malla trabecular

Sistema de drenaje se tapa

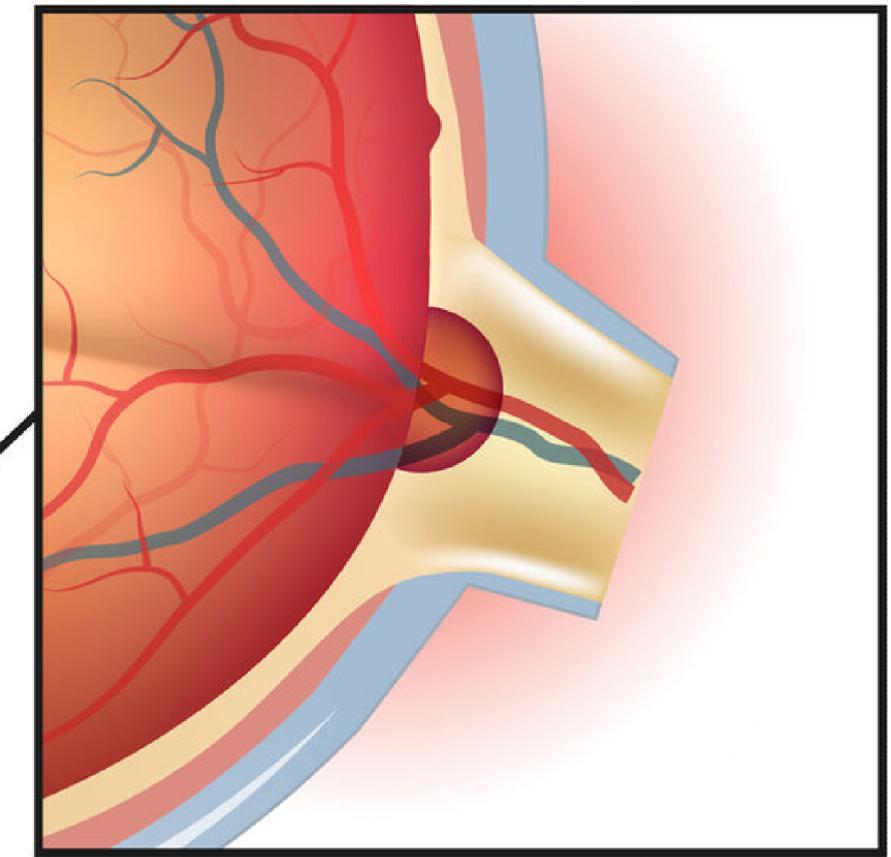
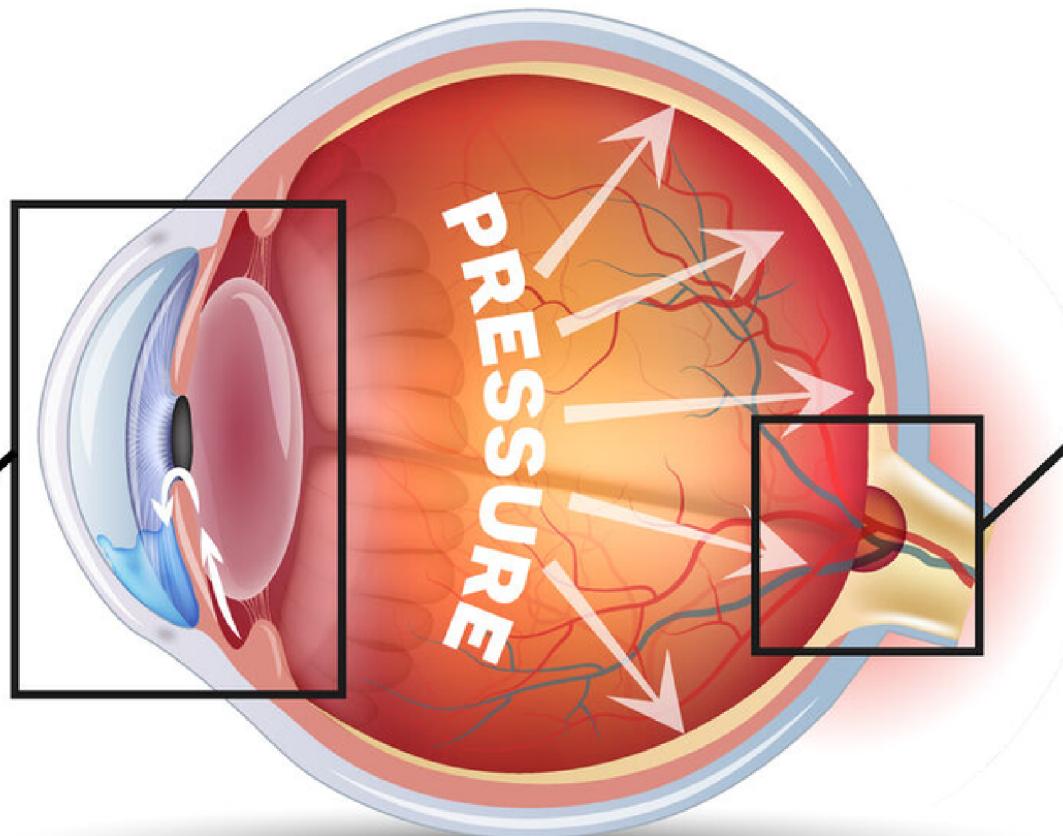
Presión ocular normal es de 10 y 21 mm de mercurio



## DRAINAGE CANAL BLOCKED

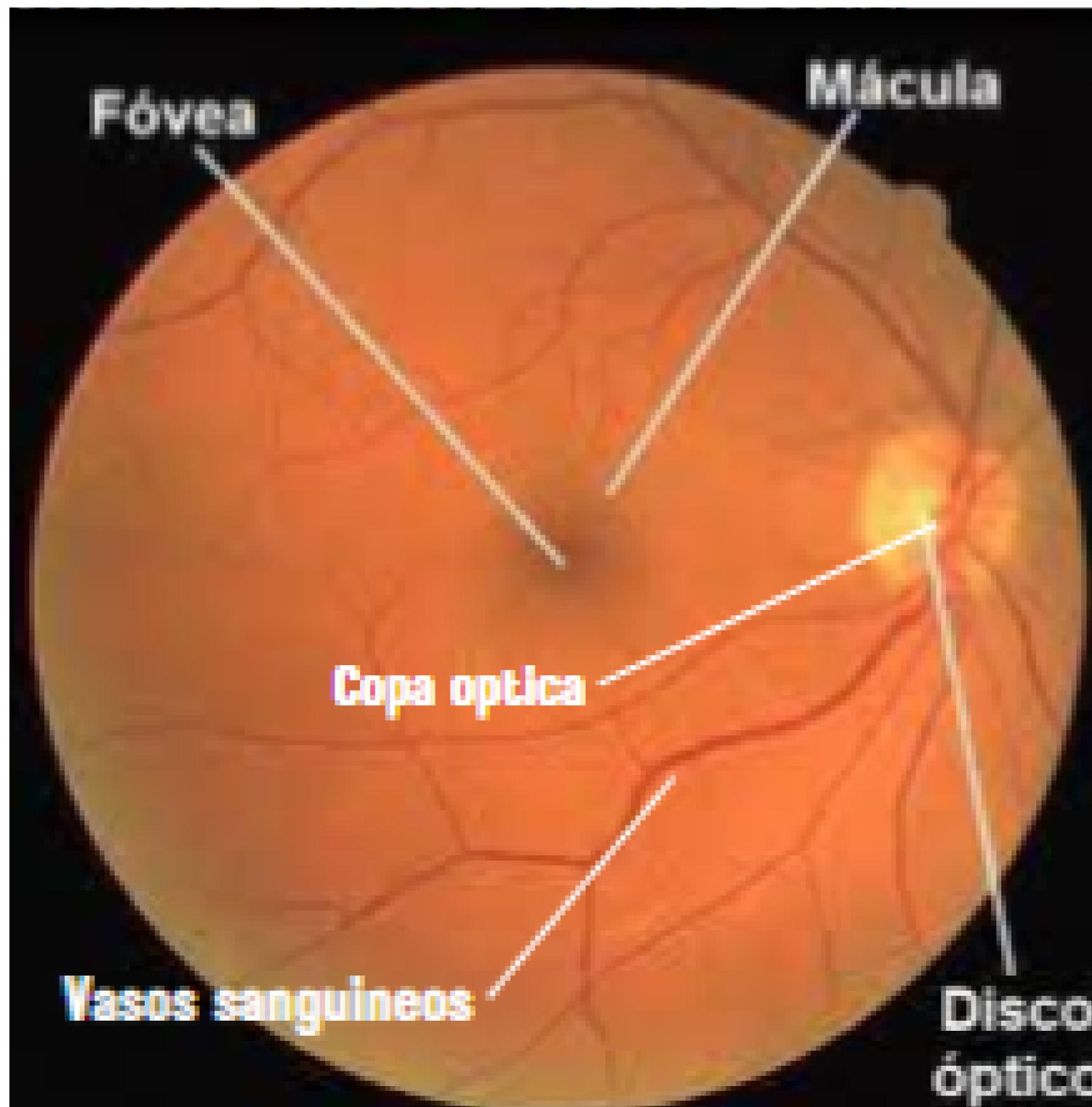
TOO MUCH FLUID STAYS IN THE EYE

THIS INCREASES PRESSURE



HIGH PRESSURE  
DAMAGES OPTIC NERVE

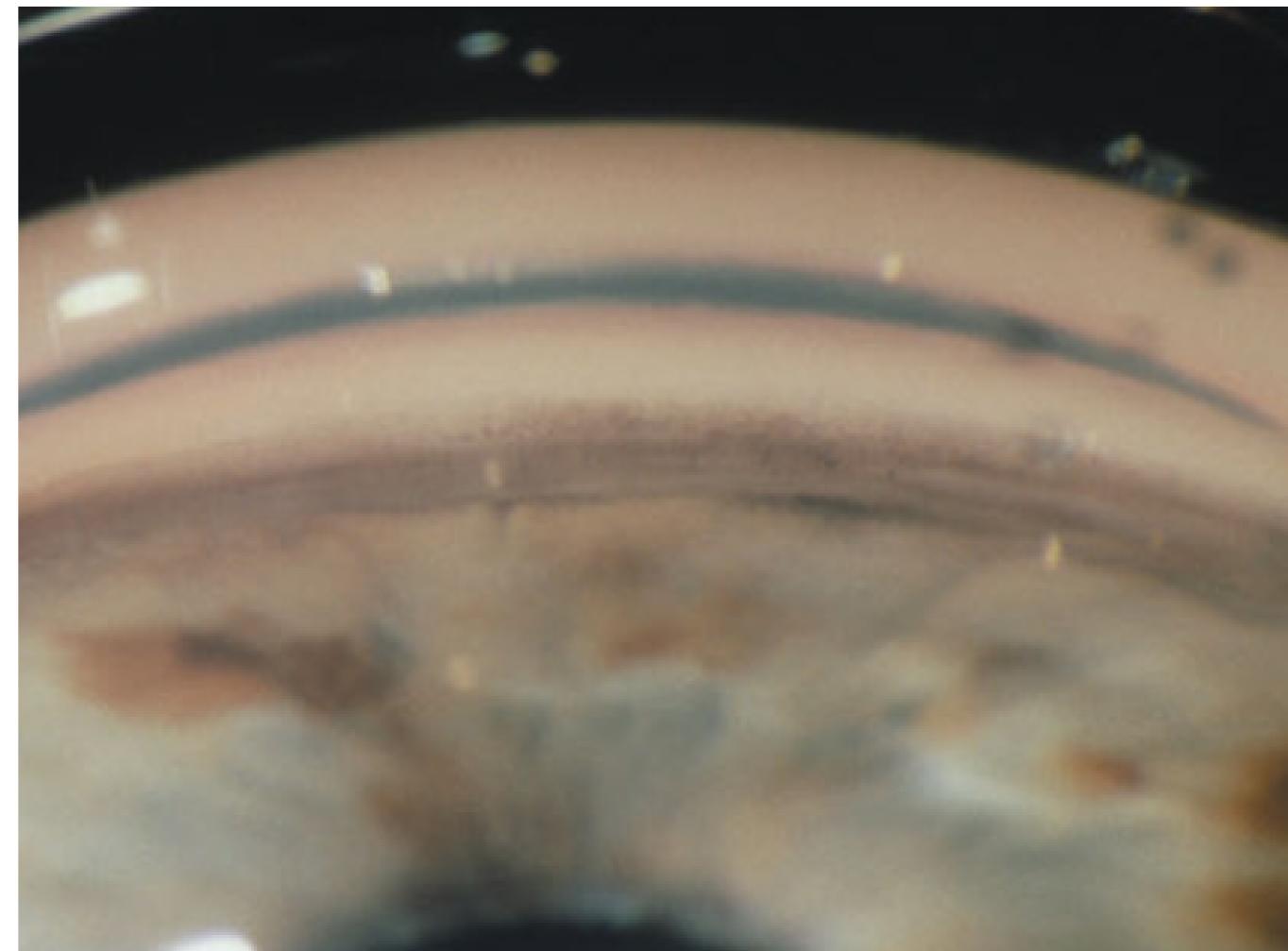
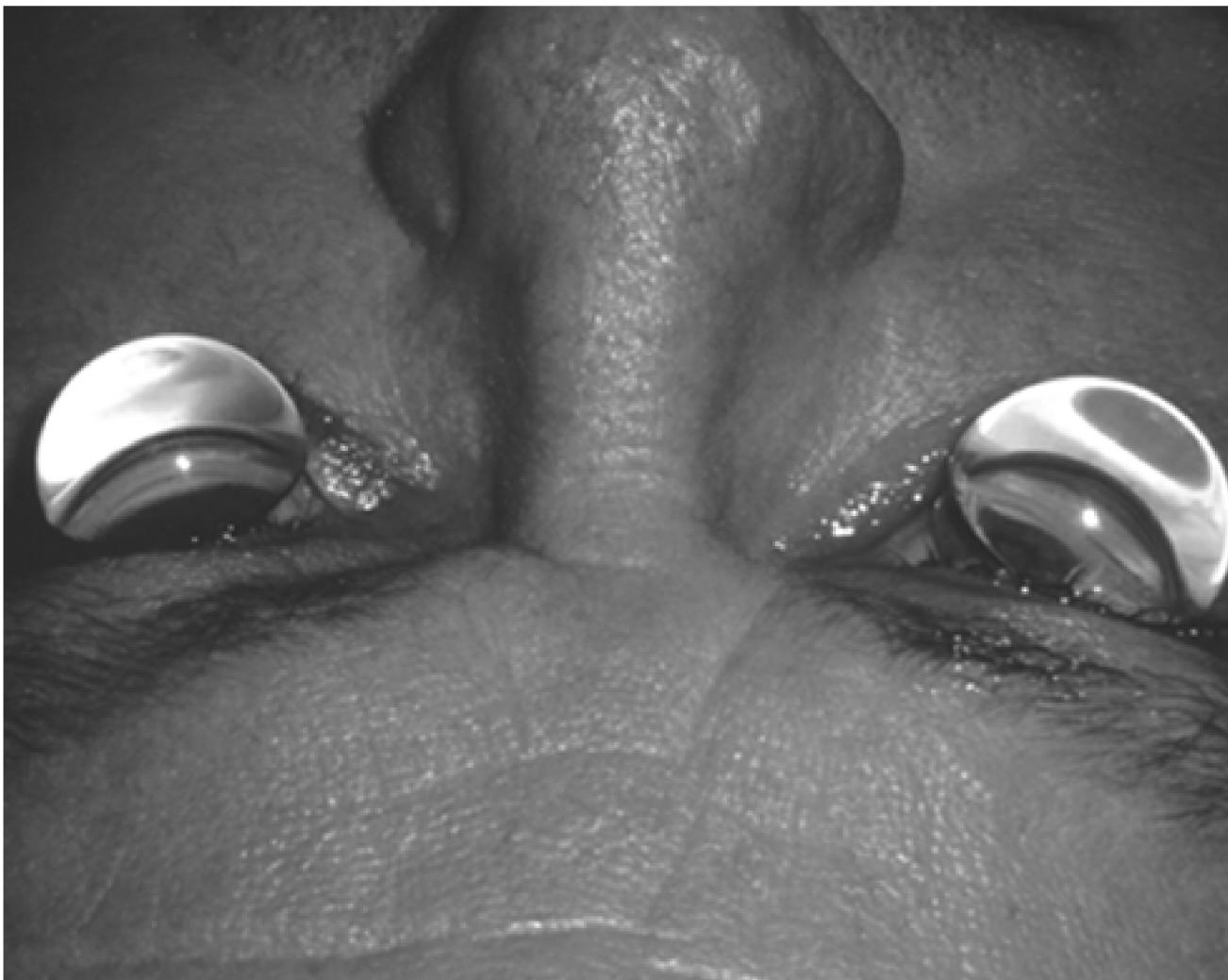
# NERVIO ÓPTICO



## Nervio óptico

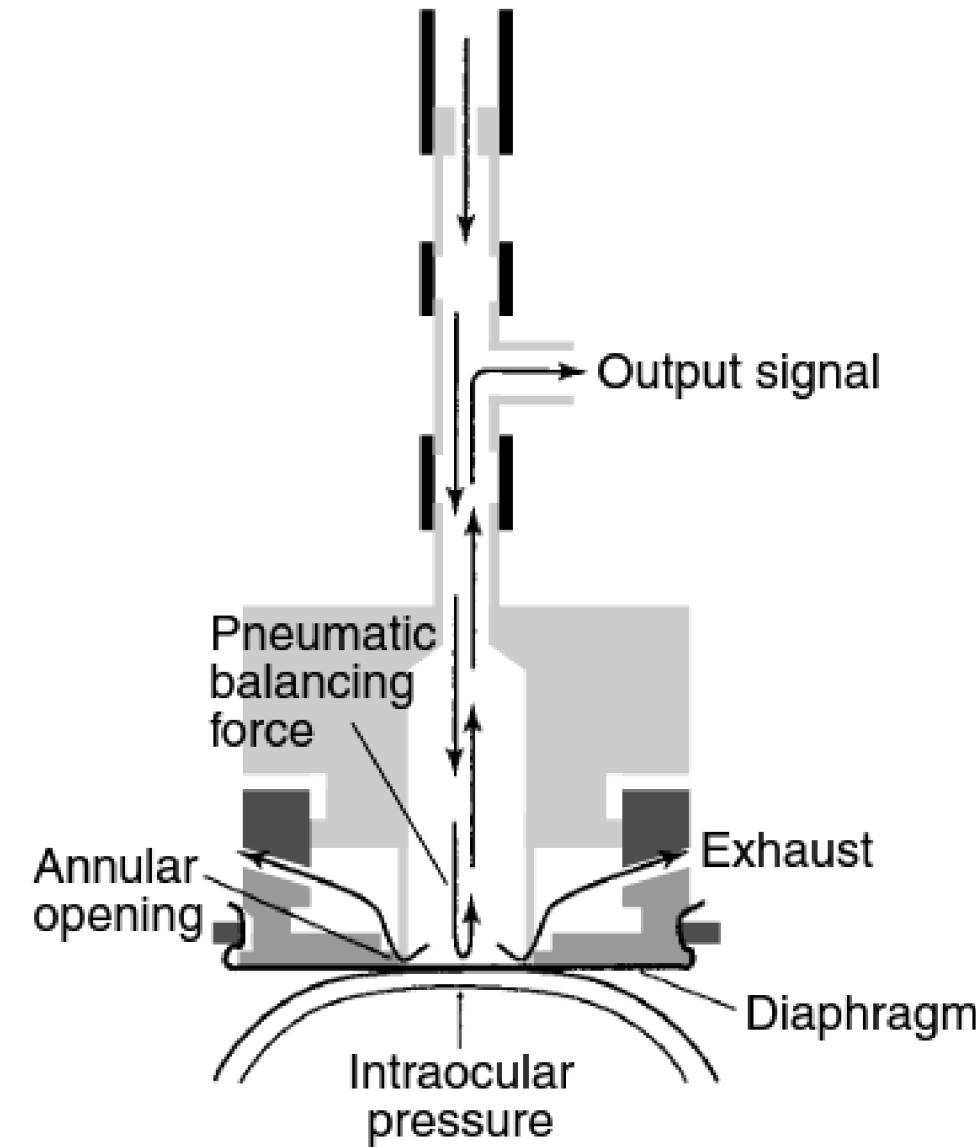
- Se reúnen los axones de las células ganglionares
- No tiene fotorreceptores, ni conos, ni bastones
- Llama mancha ciega
- Color amarillento y rosado
- Diámetro vertical: 2,123 mm
- Diámetro horizontal: 1,8-2,0 mm
- Excavación de la copa =10%-50% del diámetro del disco total

# Gonioscopía



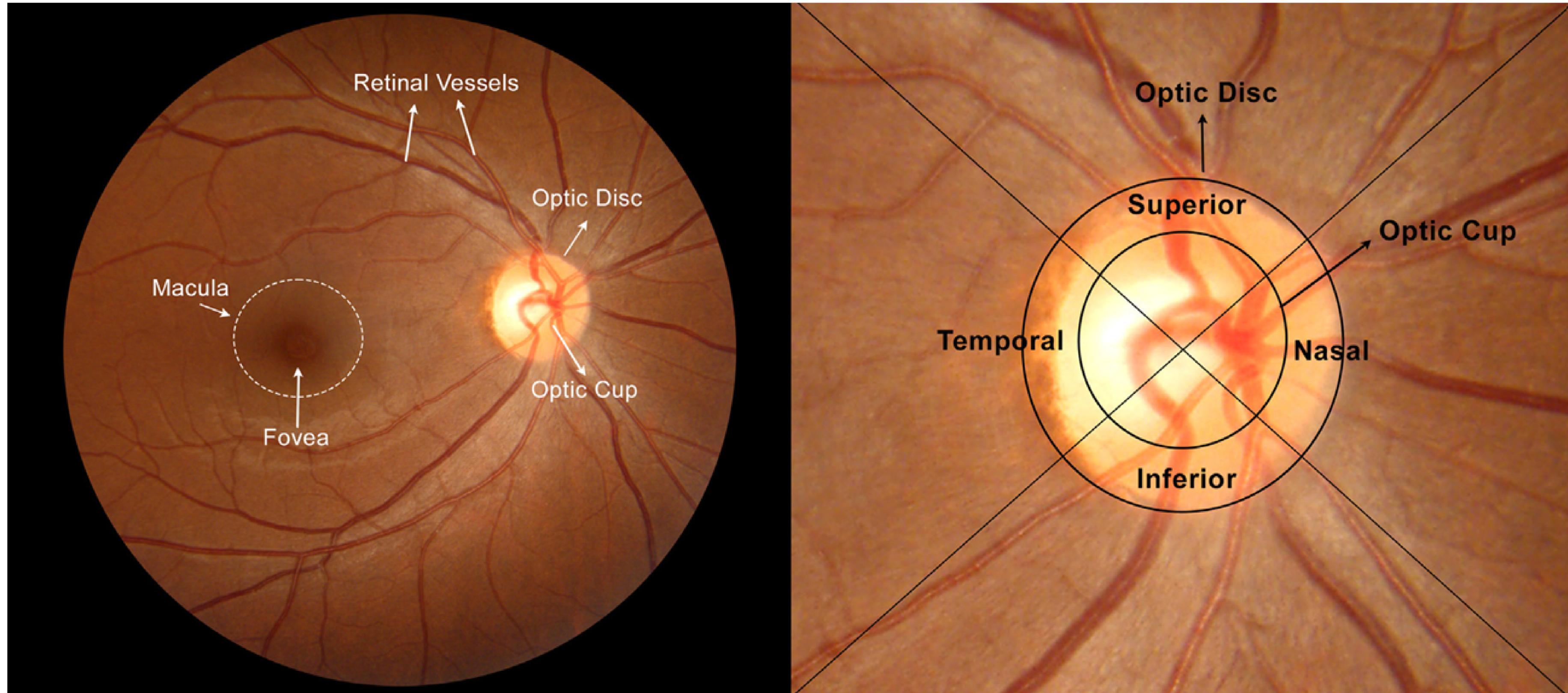
La gonioscopía permite al examinador inspeccionar el ángulo de la cámara anterior con una leve desviación de la trayectoria de la luz.

# Tonometría



La tonometría mide la presión intraocular para evaluar el riesgo de glaucoma.

# Fotografía del Fondo de Ojo

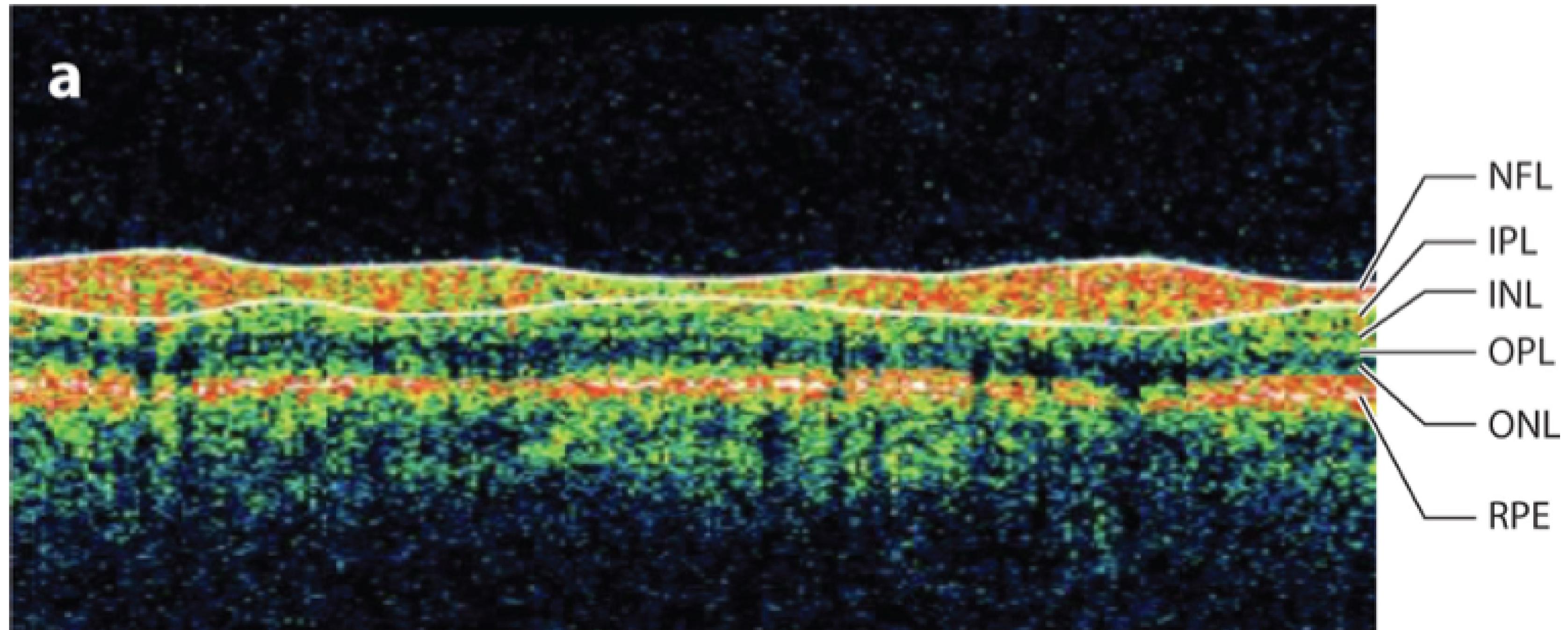


Una forma de imágenes del Fondo de ojo son las capturadas por CÁMARAS de Fondo de ojos

# Diagnóstico de Glaucoma

El diagnóstico y manejo del glaucoma se basan en gran medida en evaluar la apariencia del **disco óptico**. Los clínicos han usado tradicionalmente medidas subjetivas, como la relación **copa-disco** y estimaciones del **tamaño del disco**, para detectar glaucoma y su progresión. Aunque se intentó cuantificar parámetros estructurales con fotografía convencional, nuevas técnicas de imagen, como cámaras digitales de fondo de ojo, sistemas de adquisición de video, oftalmoscopios de láser de escaneo confocal, tomografía de coherencia óptica y ultrasonido, ofrecen oportunidades para adquirir datos objetivos. Estas innovaciones tienen el potencial de mejorar el diagnóstico y tratamiento del glaucoma.

# OCT



Otra tecnología usada para obtener imágenes del fondo es la tomografía de coherencia óptica (OCT), que puede proporcionar información tridimensional para ayudar en el diagnóstico del glaucoma.

# IMÁGEN DE FONDO DE OJO

Definimos la **imagen de Fondo de ojo** como el proceso mediante el cual se utiliza la luz reflejada para obtener una representación bidimensional (**2D**) de los tejidos retinianos tridimensionales y semitransparentes proyectados sobre el plano de imagen. Por lo tanto, cualquier proceso que resulte en una imagen 2D donde las intensidades de la imagen representen la cantidad de una cantidad reflejada de luz es una **imagen de fondo de ojo**.



[3]

En consecuencia, la **imagen de OCT** no es una **imagen de fondo de ojo**, pues **OCT** ofrece **imágenes de cortes seccionales 3D**.

[12]



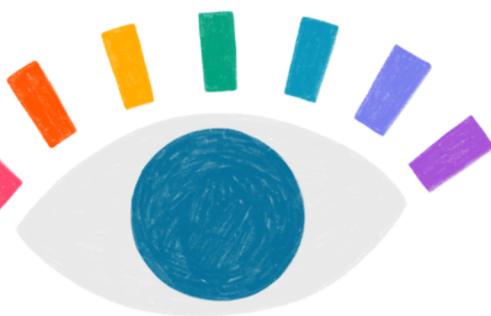
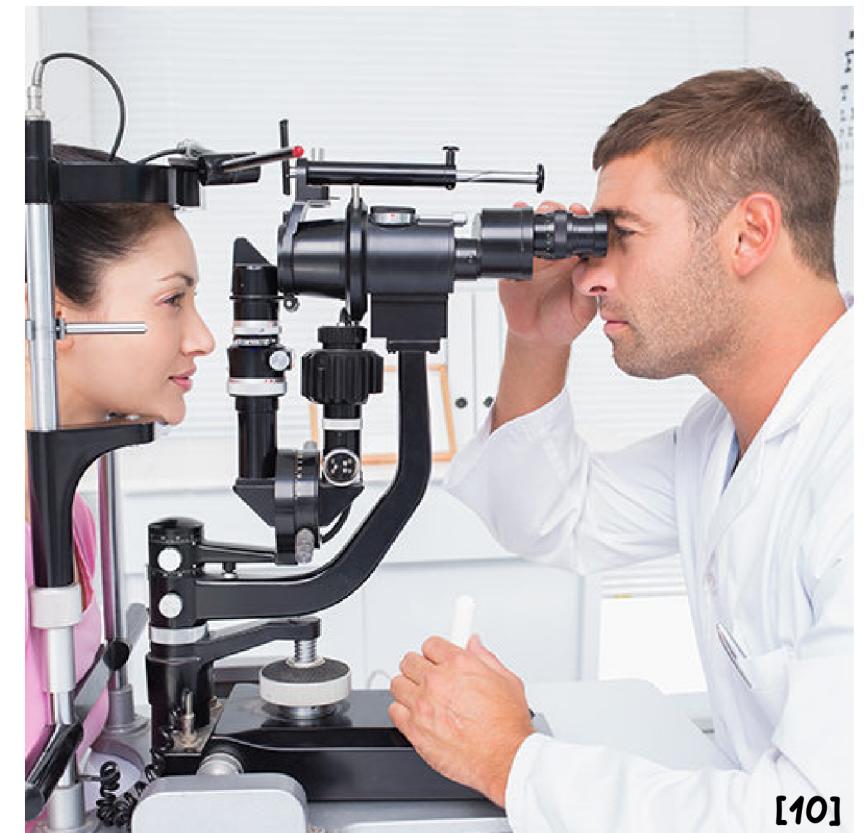
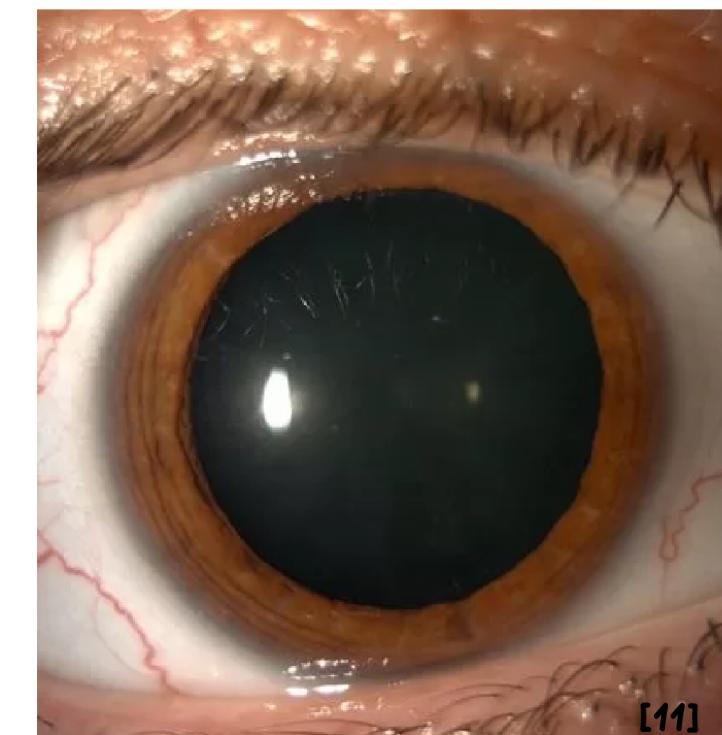
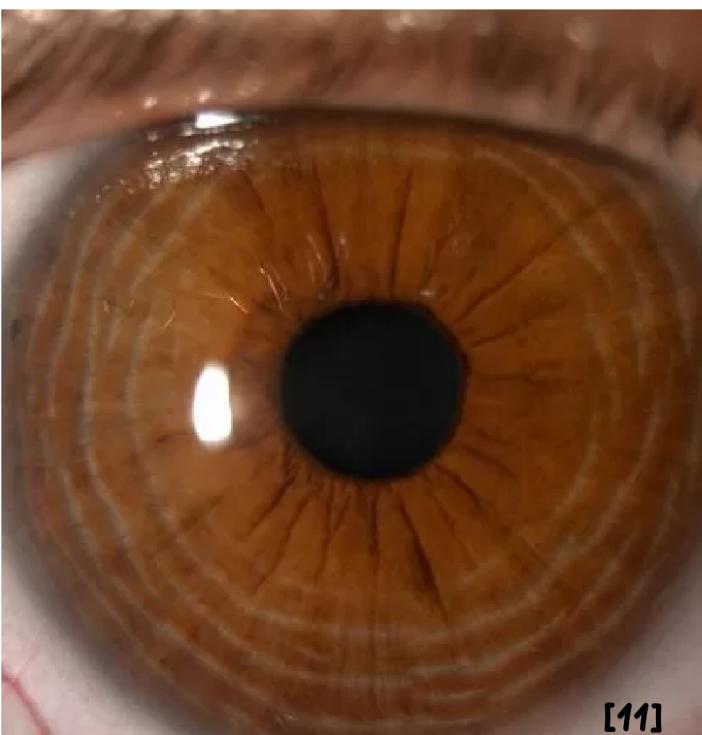
# IMÁGEN DE FONDO DE OJO

Las siguientes modalidades/técnicas pertenecen todas a la amplia categoría de la imagen de Fondo de ojo:

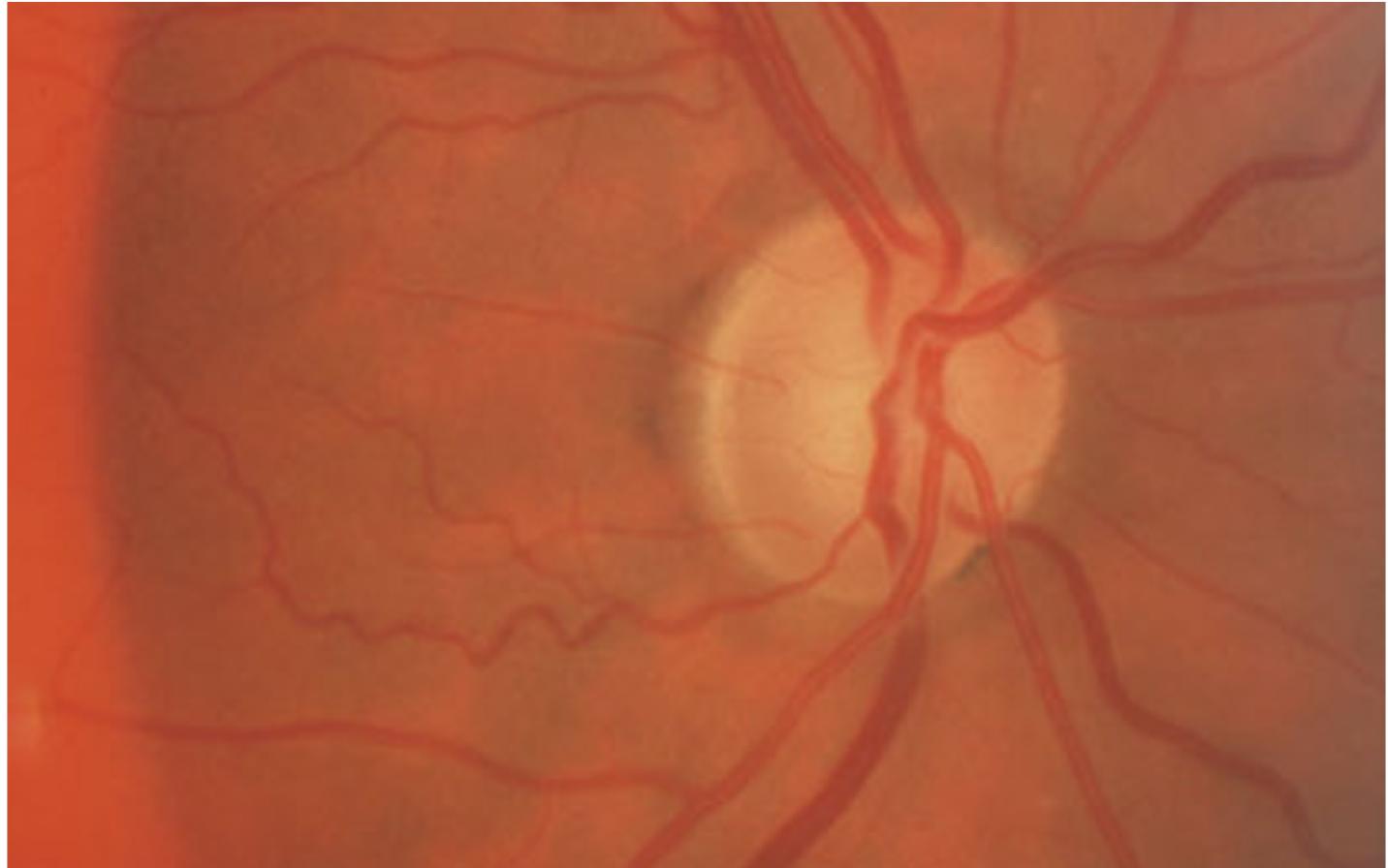
1. Fotografía de Fondo de Ojo
2. Fotografía de Fondo de Ojo en Color
3. Fotografía de Fondo de Ojo Estéreo: Imágenes de diferentes ángulos para resolución de profundidad.
4. SLO (Oftalmoscopio de Barrido con Láser): Imágenes de luz láser de una longitud de onda específica para capturar imágenes de alta resolución en secuencia de tiempo.
5. SLO con Óptica Adaptativa: Luz láser corregida ópticamente para modelar aberraciones.
6. Angiografía con Fluoresceína e Indocianina: Fotones emitidos por fluoróforos injectados en la sangre del paciente.



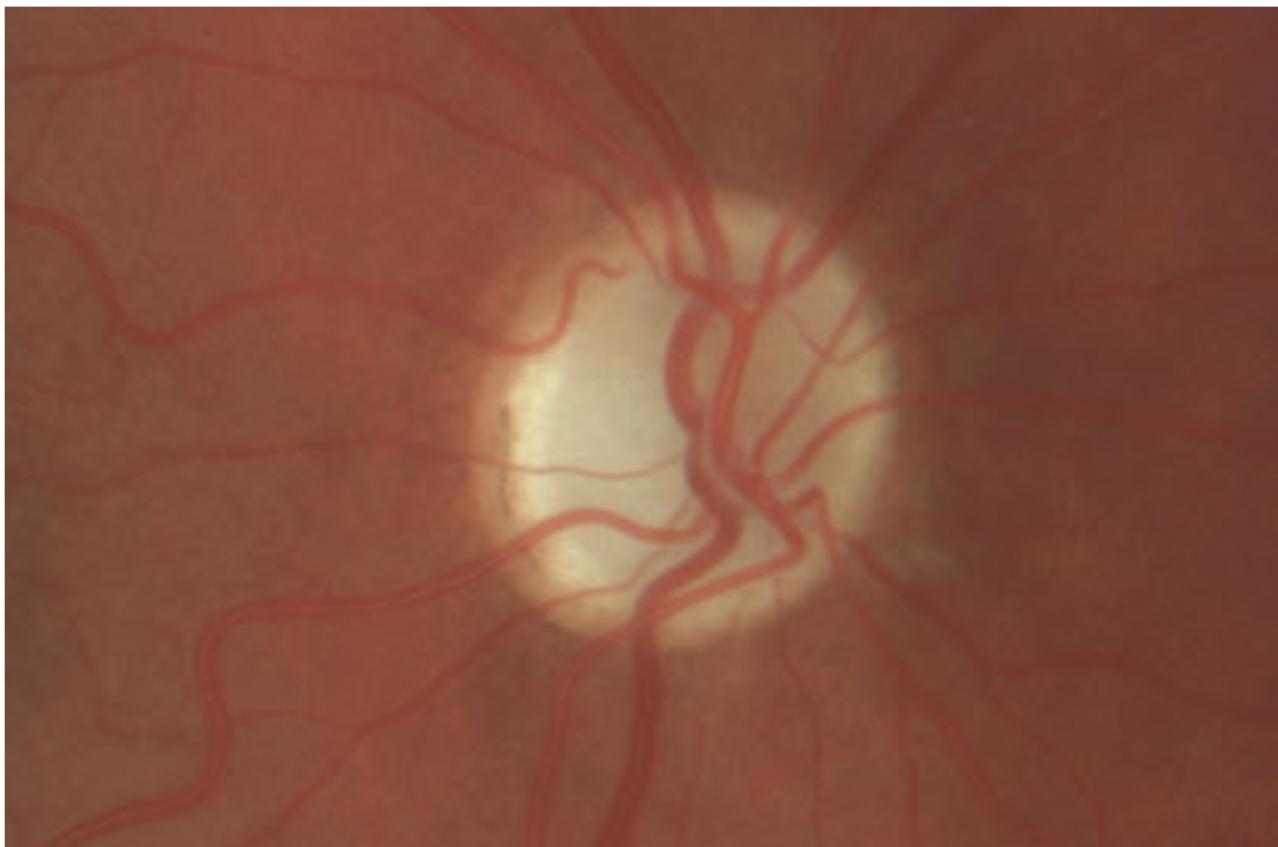
# OBTENCIÓN DE FOTOGRAFIAS DEL FONDO DE OJO



# CARACTERÍSTICAS DEL GLAUCOMA



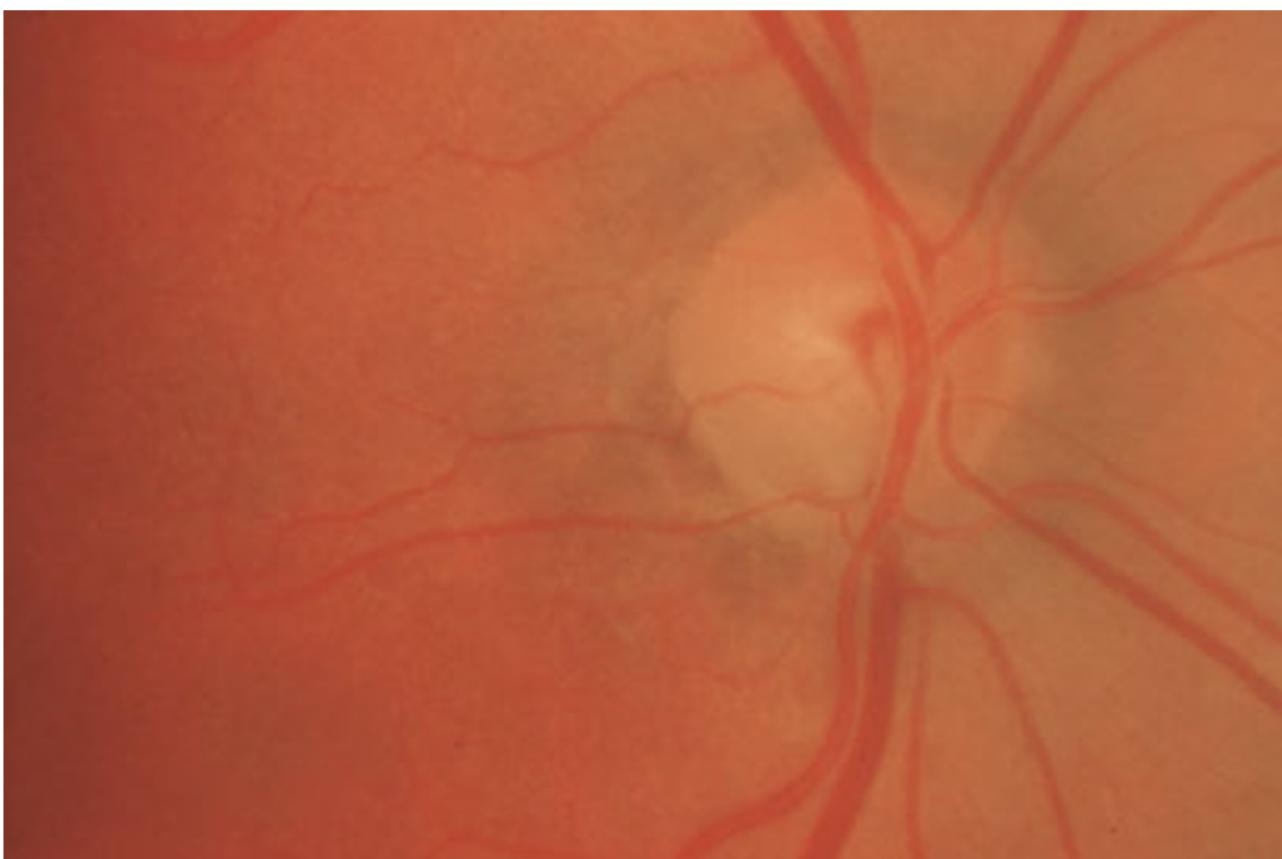
Glaucoma de tensión normal y adelgazamiento  
de la cresta neural temporal



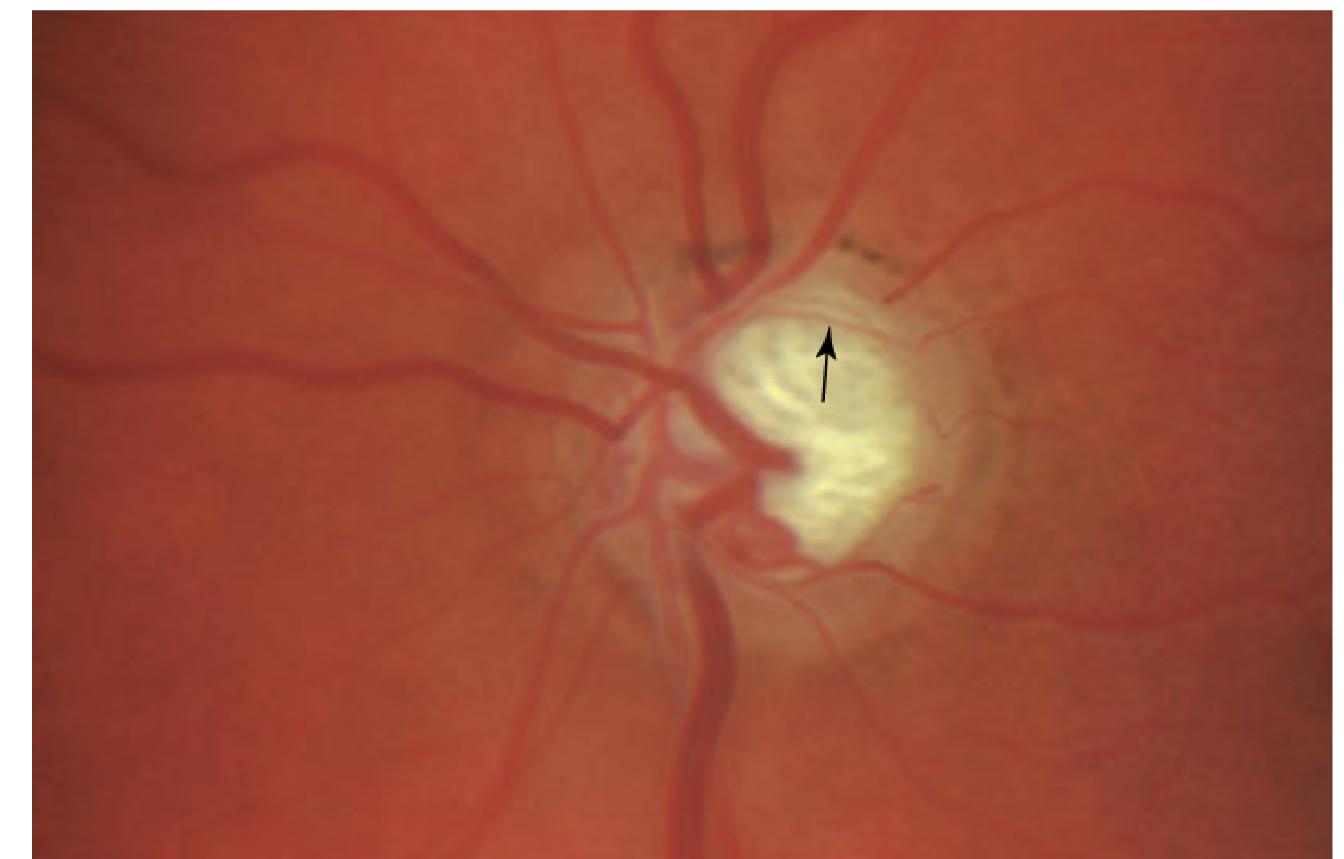
Palidez de la cresta neural temporal



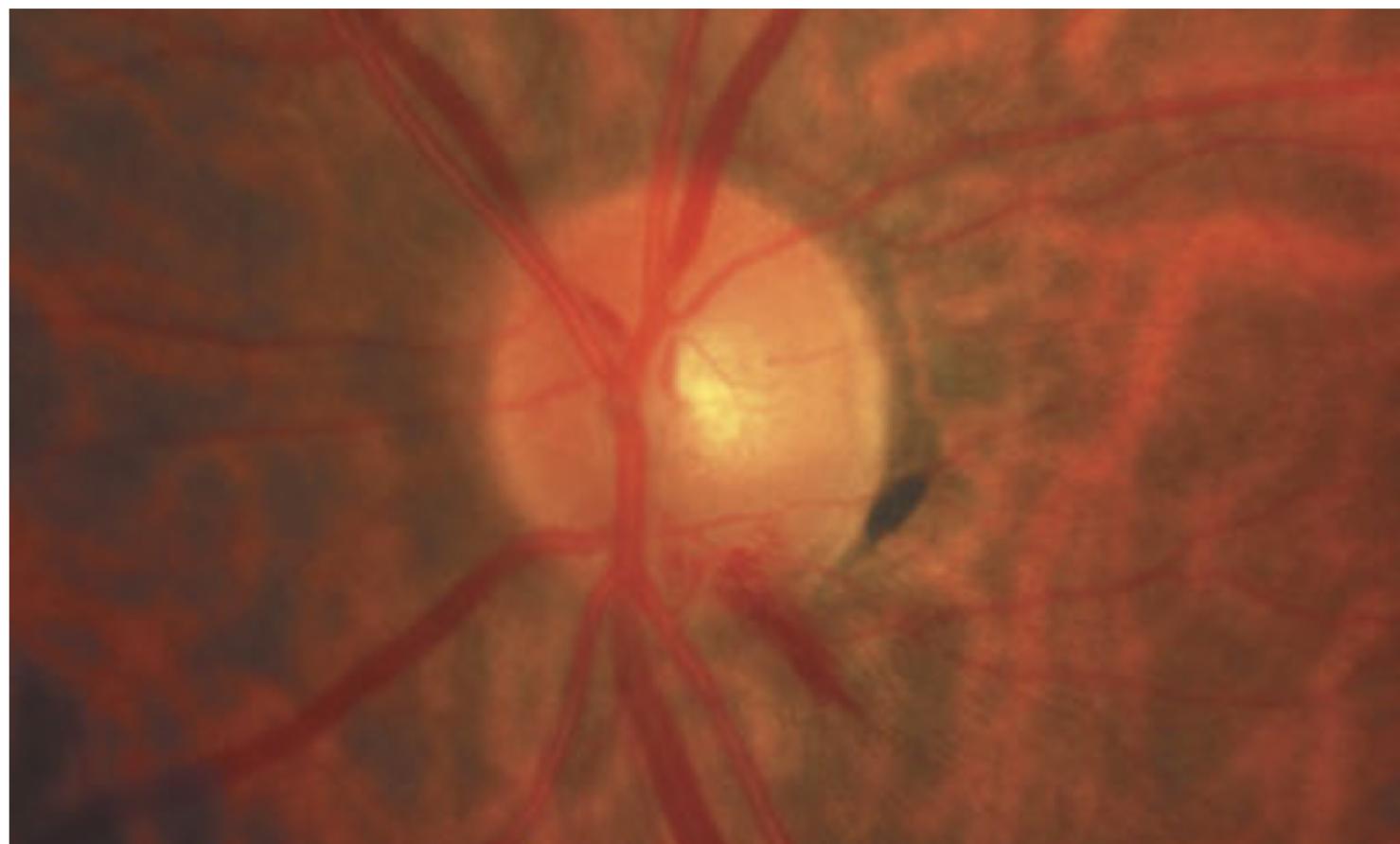
Pérdida severa de la cresta neural. Cambio abrupto en  
la dirección de los vasos sanguíneos en los bordes del  
disco. Con atrofia peripapilar.



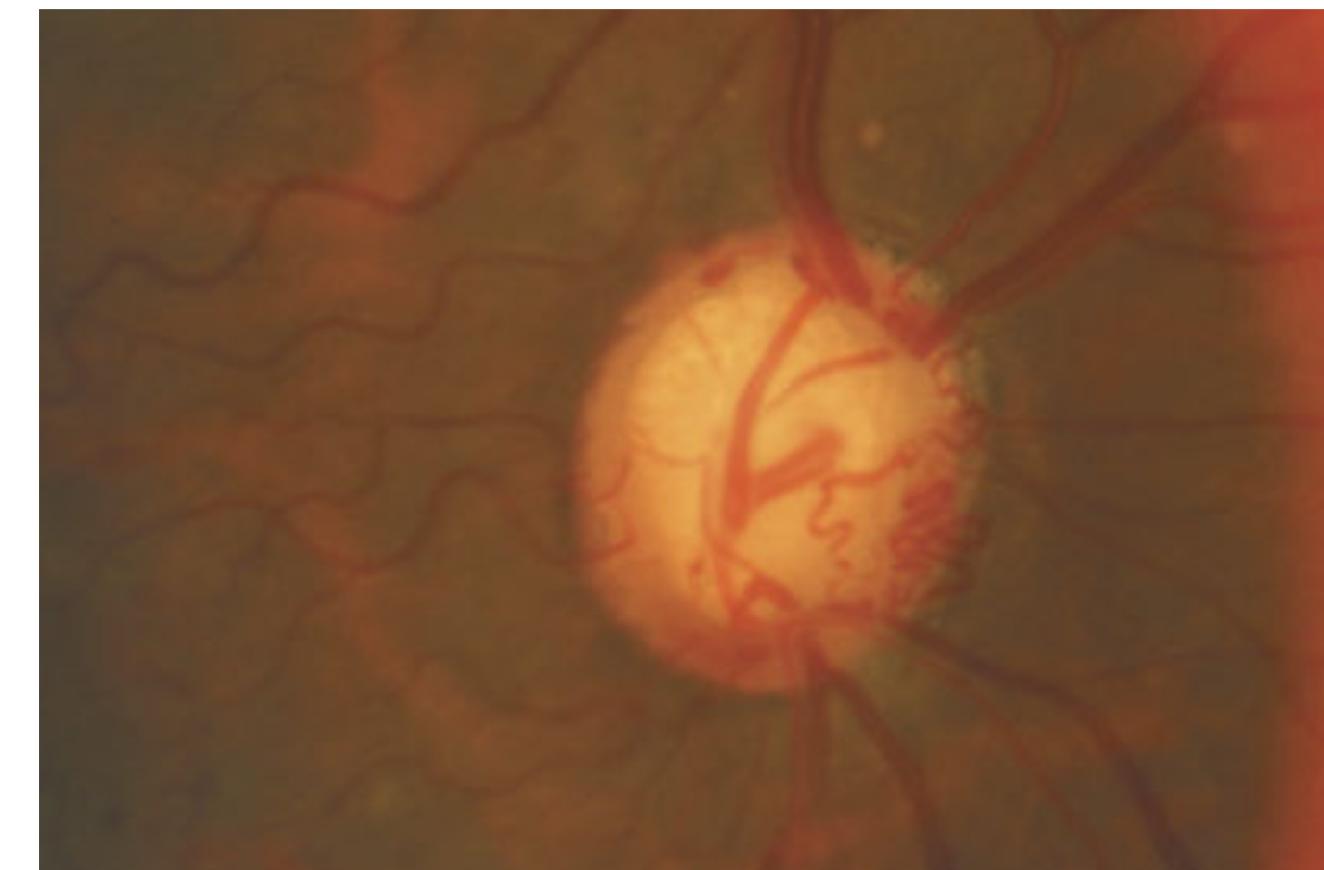
Fosa adquirida en el nervio óptico a las 6 en punto.



Exposición del vaso circunlinear superior



Hemorragia forma de astilla en el disco óptico que involucra la retina peripapilar.



Vasos colaterales en el disco óptico en glaucoma avanzado

# GLAUCOMA DATASETS

[16]

[19]

[15]

# GLAUCOMA DATASETS

**Imágenes Marcadas por Expertos:** Los datasets deben incluir imágenes etiquetadas por expertos oftalmólogos. Estas anotaciones permiten entrenar y validar algoritmos con datos verificados y precisos.

**Variedad de Casos:** La inclusión de imágenes que representen distintos tipos y etapas de glaucoma, así como ojos saludables, ayuda a desarrollar algoritmos capaces de detectar y clasificar diversas manifestaciones de la enfermedad.

**Diversidad Demográfica:** La presencia de imágenes de diferentes grupos étnicos y raciales asegura que los algoritmos sean sensibles a variaciones en las características oculares que puedan presentarse en distintas poblaciones.

**Heterogeneidad de Dispositivos:** Incluir imágenes capturadas por diversos dispositivos médicos, como diferentes tipos de cámaras de fondo de ojo, prepara a los algoritmos para funcionar en entornos clínicos diversos.

# GLAUCOMA DATASETS

**Variación en Condiciones de Iluminación:** Incorporar imágenes tomadas en distintas condiciones de iluminación ayuda a los algoritmos a lidiar con las diferencias de calidad de imagen que pueden surgir en situaciones reales.

**Anotaciones por Expertos:** Anotaciones realizadas por oftalmólogos expertos que describen características clave, como relación copa-disco y hemorragias, enriquecen el dataset para desarrollar y evaluar algoritmos de diagnóstico.

**Consentimiento Ético y Privacidad:** Es esencial asegurarse de que las imágenes utilizadas en el dataset cumplan con los requisitos éticos y legales de privacidad y obtención de consentimiento de los pacientes.

# DATASETS

Dataset	Number of images			Ground truth labels			Diagnosis from	Both eyes of the same patient
	Total	Healthy	Glaucoma (or suspect)	Glaucoma classification	Optic disc contour	Optic cup countour		
RIGA <sup>28,29</sup>	750	—	—	✗	✓	✓	—	✗
ORIGA <sup>30</sup>	650	482	168	✓	✓	✓	Not specified	✗
RIMONE <sup>31,34</sup>	485	313	172	✓	✓	✓	Clinical	✗
Drishti-GS <sup>35,36</sup>	101	70	31	✓	✓	✓	Image	✗
ACRIMA <sup>37,38</sup>	705	309	396	✓	✗	✗	Image	✗
G1020 <sup>39,40</sup>	1020	724	296	✓	✓	✓	Clinical	✗
REFUGE <sup>13,41</sup>	1200	1080	120	✓	✓	✓	Clinical	✗
PAPILA <sup>44</sup>	488	333	155	✓	✓	✓	Clinical	✓

Dataset	Num. of Images			Ground Truth labels		Different Cameras	Training/Test Split	Diagnosis from	Evaluation Framework
	g+	g-	Total	Class of Glaucoma	Segmentation Disc/Excavation	Location of the Fovea?			
ARIA [37]	0	143	143	on	yes/no	yes	on	on	?
DRIONS-DB [38]	-	-	110	on	yes/no	on	?	on	N/A
DRISHTI-GS1 [39]	70	31	101	yes	yes/no	on	on	yes	images
DR HAGGIS [40]	10	29	39	yes	no/no	on	yes	on	clinical
Madrid [41]	0	516	516	on	yes/no	yes	on	yes	?
HRF [42]	15	30	45	yes	no/no	on	on	on	clinical
SLE-AV [43]	11	11	22	yes	no/no	on	on	on	clinical
ONHSD [44]	-	-	99	on	yes/no	on	on	on	N/A
ORIGIN [45]	168	482	650	yes	yes/no	on	?	on	?
RIM-ONE DL [19]	172	313	485	yes	yes/no	on	yes	yes	images
RIGA [46]	-	-	750	on	yes/no	on	yes	on	on
REFUGE [8]	120	1080	1200	yes	yes/no	yes	yes	yes	clinical

g+ glaucoma, g- normal, N/A “not applicable,” (?) missing information.

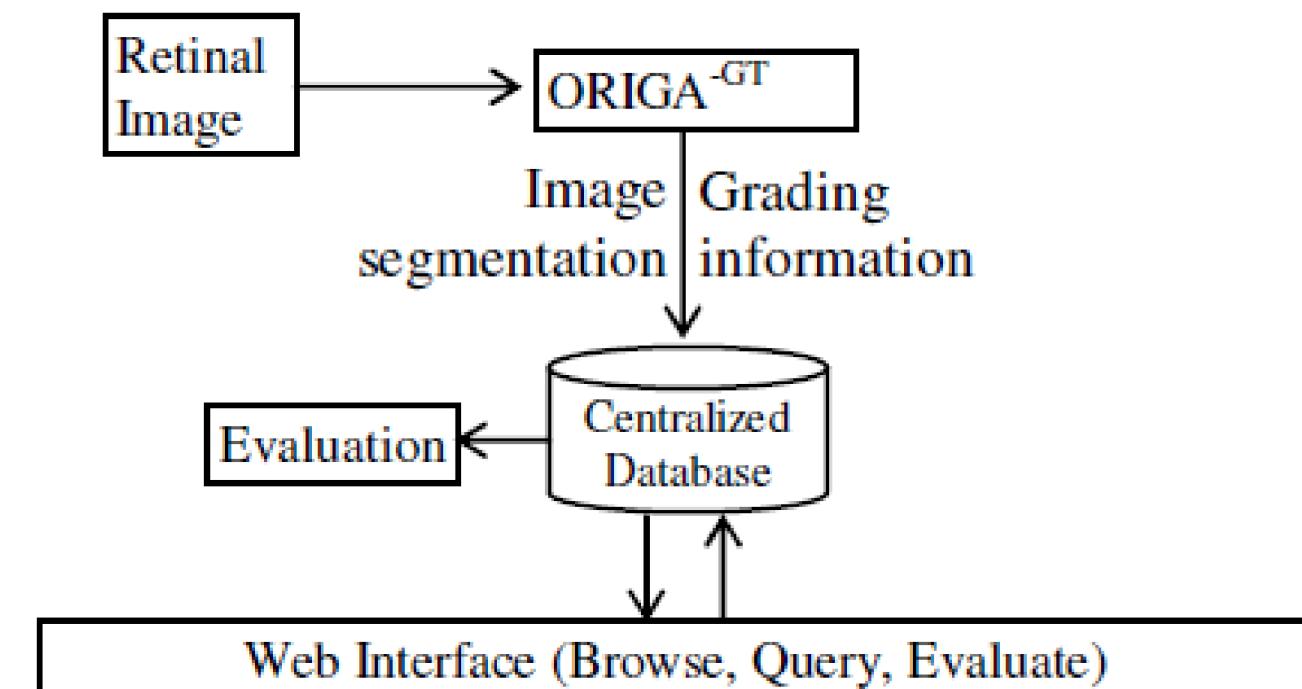


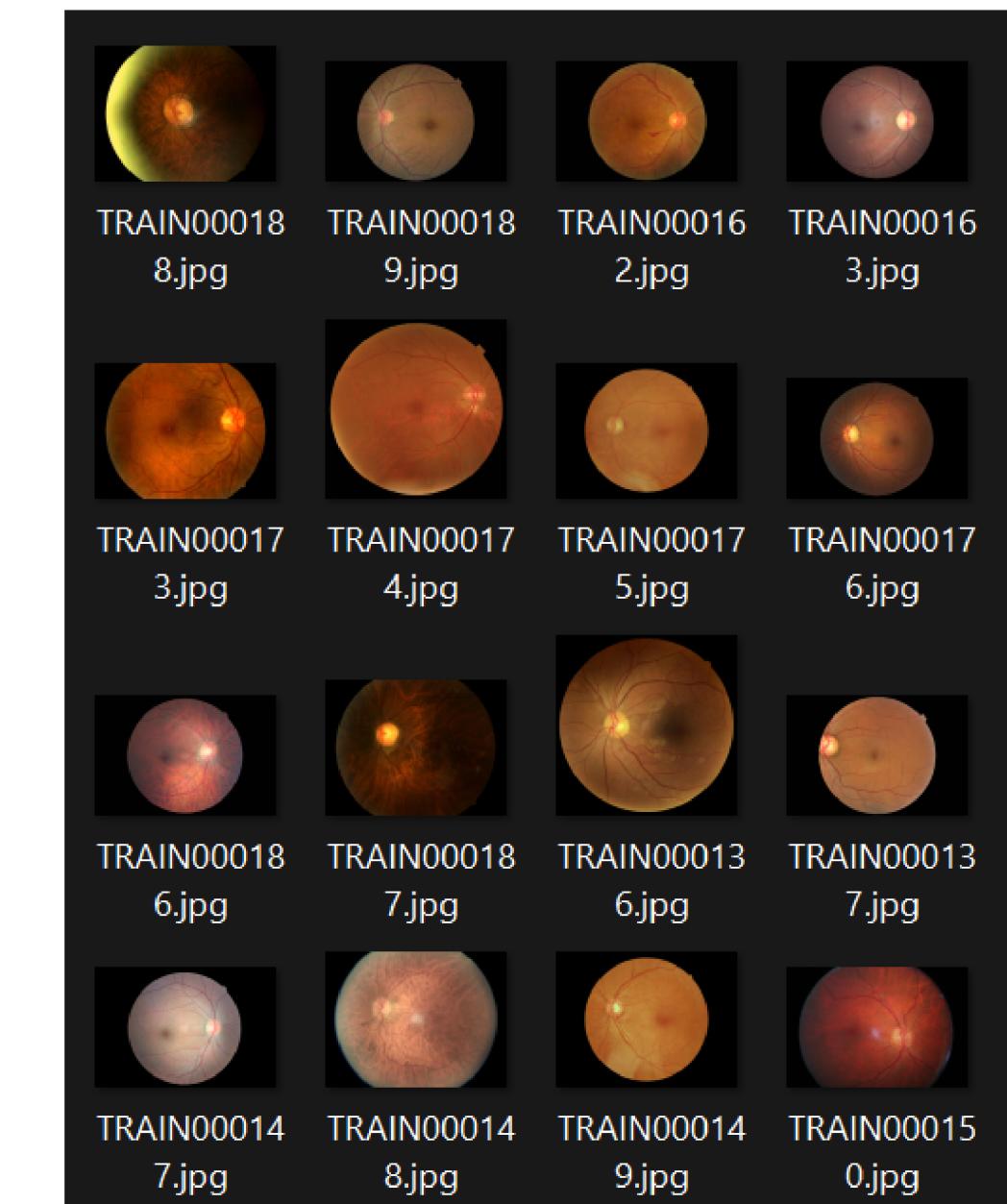
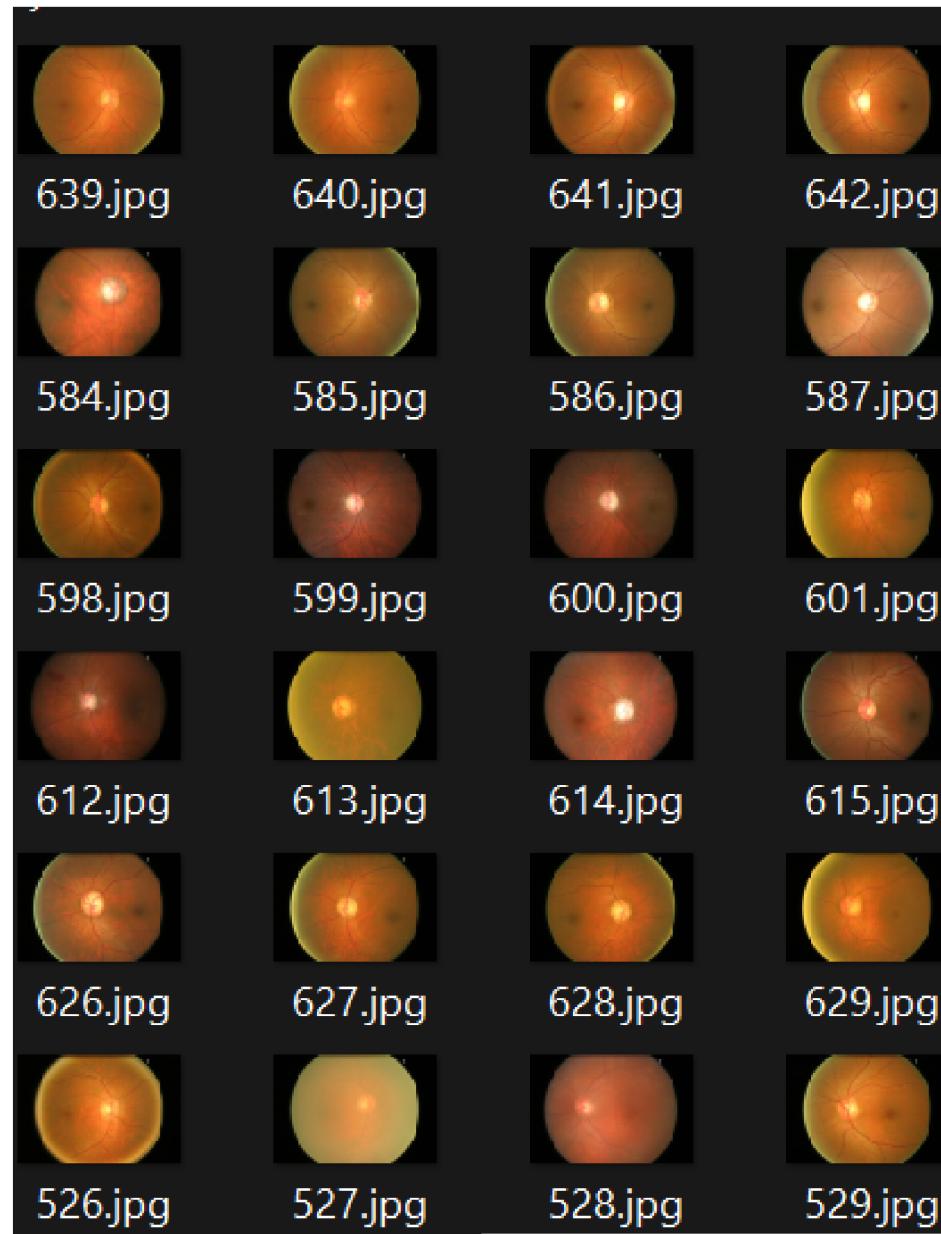
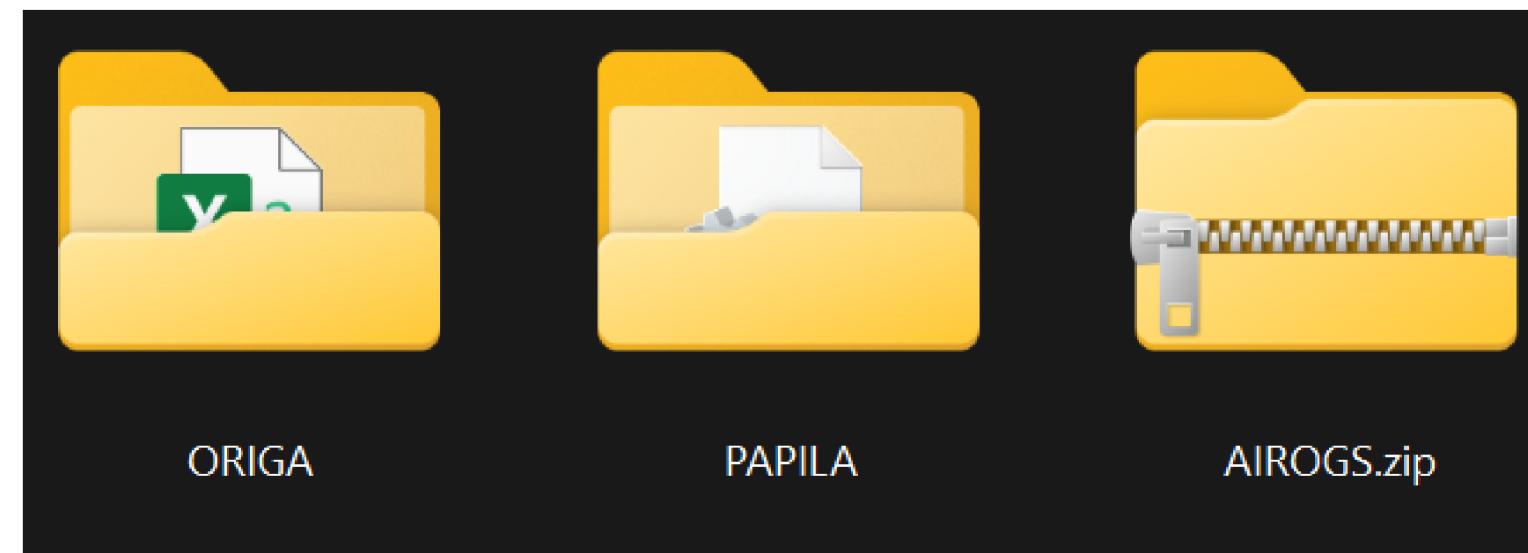
Figure 5. Data acquisition in ORIGA<sup>light</sup>



## Public Glaucoma Image Datasets

Dataset	Access Link	Accessibility	Glaucoma Label
ACRIMA	<a href="https://figshare.com/s/c2d31f850af14c5b5232">https://figshare.com/s/c2d31f850af14c5b5232</a>	open	Y
AGE	<a href="https://age.grand-challenge.org/Download/">https://age.grand-challenge.org/Download/</a>	registration	Y
BEH (Bangladesh Eye Hospital)	<a href="https://github.com/mirtanvirislam/Deep-Learning-Based-Glaucoma-Detection-with-Cropped-Optic-Cup-and-Disc-and-Blood-Vessel-Segmentation/tree/master/Dataset">https://github.com/mirtanvirislam/Deep-Learning-Based-Glaucoma-Detection-with-Cropped-Optic-Cup-and-Disc-and-Blood-Vessel-Segmentation/tree/master/Dataset</a>	open	Y
BIOMISA	<a href="https://data.mendeley.com/datasets/2rnzz5nz74/2">https://data.mendeley.com/datasets/2rnzz5nz74/2</a>	open	Y
Chaksu-IMAGE	<a href="https://doi.org/10.6084/m9.figshare.20123135">https://doi.org/10.6084/m9.figshare.20123135</a>	open	Y
CRFO-v4	<a href="https://data.mendeley.com/datasets/trghs22fpg/4">https://data.mendeley.com/datasets/trghs22fpg/4</a>	open	Y
DR-HAGIS	<a href="https://personalpages.manchester.ac.uk/staff/niall.p.mcloughlin/">https://personalpages.manchester.ac.uk/staff/niall.p.mcloughlin/</a>	open	Y
DRIONS-DB	<a href="https://www.researchgate.net/publication/326460478_Glaucoma_dataset_-_DRIONS-DB">https://www.researchgate.net/publication/326460478_Glaucoma_dataset_-_DRIONS-DB</a>	open	N
DRISHTI-GS1	<a href="https://cvit.iiit.ac.in/projects/mip/drishti-gs/mip-dataset2/Home.php">https://cvit.iiit.ac.in/projects/mip/drishti-gs/mip-dataset2/Home.php</a>	open	Y
EyePACS-AIROGS	<a href="https://airogs.grand-challenge.org/data-and-challenge/">https://airogs.grand-challenge.org/data-and-challenge/</a>	open	Y

eye Hospital)	persistentId=doi:10.7910/DVN/1YRRAC	open	Y
LAG	<a href="https://github.com/smilell/AG-CNN">https://github.com/smilell/AG-CNN</a>	request	Y
LES-AV	<a href="https://figshare.com/articles/dataset/LES-AV_dataset/11857698/1">https://figshare.com/articles/dataset/LES-AV_dataset/11857698/1</a>	open	Y
OCTV	<a href="https://zenodo.org/record/1481223#.Y20g3XbMluV">https://zenodo.org/record/1481223#.Y20g3XbMluV</a>	open	Y
OIA-ODIR	<a href="https://www.kaggle.com/datasets/andrewmvd/ocular-disease-recognition-odir5k">https://www.kaggle.com/datasets/andrewmvd/ocular-disease-recognition-odir5k</a>	registration	Y
ONHSD	<a href="https://aldiri.info/Image%20Datasets/ONHSD.aspx">https://aldiri.info/Image%20Datasets/ONHSD.aspx</a>	inaccessible	Y
ORIGA-light	<a href="https://www.kaggle.com/datasets/sshikamaru/glaucoma-detection">https://www.kaggle.com/datasets/sshikamaru/glaucoma-detection</a>	registration	Y
PAPILA	<a href="https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14798004.v1">https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14798004.v1</a>	open	Y
REFUGE1	<a href="https://refuge.grand-challenge.org/REFUGE2Download/">https://refuge.grand-challenge.org/REFUGE2Download/</a>	registration	Y
REFUGE2	<a href="https://refuge.grand-challenge.org/REFUGE2Download/">https://refuge.grand-challenge.org/REFUGE2Download/</a>	registration	Y
RIGA-BIN-RUSHED	<a href="https://deepblue.lib.umich.edu/data/concern/data_sets/3b591905z">https://deepblue.lib.umich.edu/data/concern/data_sets/3b591905z</a>	open	N
RIGA-MAGRABI	<a href="https://deepblue.lib.umich.edu/data/concern/data_sets/3b591905z">https://deepblue.lib.umich.edu/data/concern/data_sets/3b591905z</a>	open	N
RIGA-MESSIDOR	<a href="https://deepblue.lib.umich.edu/data/concern/data_sets/3b591905z">https://deepblue.lib.umich.edu/data/concern/data_sets/3b591905z</a>	open	N
RIM-ONE-r1	<a href="http://medimrg.webs.ull.es/research/retinal-imaging/rim-one/">http://medimrg.webs.ull.es/research/retinal-imaging/rim-one/</a>	open	Y
RIM-ONE-r2	<a href="http://medimrg.webs.ull.es/research/retinal-imaging/rim-one/">http://medimrg.webs.ull.es/research/retinal-imaging/rim-one/</a>	open	Y



650 elementos

488 elementos

18.000 elementos

# REFERENCIAS

1. P. Bender, "Las partes del ojo humano: ¿Cómo funcionan nuestros ojos?" Brill Pharma, Publicado el 21 de marzo de 2013. Disponible en: <https://www.brillpharma.com/en/las-partes-del-ojo-humano-como-funcionan-nuestros-ojos/>.
2. D. A. Atchison and G. Smith, "Optics of the Human Eye, Second Edition," CRC Press, 2023.
3. J. C. Morrison and I. P. Pollack, "Glaucoma: A Clinical Guide," 2003.
4. Responsum, "Stages of Glaucoma: What They Mean and How to Manage Them," Responsum Health, Disponible en: <https://responsumhealth.com/glaucoma/stages-of-glaucoma-what-the-mean-and-how-to-manage-them/>.
5. Z. Kassam, "LXB<sub>4</sub> lipid protect neurons against glaucoma," Drug Target Review, Publicado el 7 de noviembre de 2017. Disponible en: <https://www.drugtargetreview.com/news/27308/lxb4-lipid-neurons-glaucoma/>.
6. SureVision, "Why Is Glaucoma So Scary?" SureVision, Publicado el 2 de enero de 2019. Disponible en: [SureVision, "Why Is Glaucoma So Scary?" SureVision, Publicado el 2 de enero de 2019. Disponible en: https://surevision.com/why-is-glaucoma-scary/..](https://surevision.com/why-is-glaucoma-scary/)
7. T. Ehrenfeld, "What Is Glaucoma?" YourCareEverywhere, Publicado el 11 de abril de 2022. Disponible en: <https://www.yourcareeverywhere.com/health-research/health-insights/eye-care-insights/what-is-glaucoma-.html>.
8. M. C. Latter, "Why You Should Never Ignore the Symptoms of Glaucoma," Mitchell C. Latter, M.D. Blog, Disponible en: <https://www.drlatter.com/blog/why-you-should-never-ignore-the-symptoms-of-glaucoma>.
9. K. Lun y D. Bohan, "Living with Glaucoma," NUHS Plus, Publicado el 10 de marzo de 2022. Disponible en: <https://nuhsplus.edu.sg/article/living-with-glaucoma>.
10. "¿Qué es el glaucoma?" Clínica Oftalmológica Escobar, Publicado el 9 de mayo de 2022. Disponible en: <https://clinicaoftalmologicaescobar.com/glaucoma1/>.
11. M. Mestre Moreno, "Cálculo de la relación excavación-disco para el diagnóstico precoz de Glaucoma," Universidad de Sevilla Escuela Superior de Ingenieros Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones, Octubre 2012.
12. M. Abràmoff and C. N. Kay, "Image Processing," in "Retina" [Fifth Edition], 2013. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/fundus-imaging>
13. L. J. Coan et al., "Automatic detection of glaucoma via fundus imaging and Artificial Intelligence: A Review," Survey of Ophthalmology, vol. 68, no. 1, pp. 17–41, 2023. doi:10.1016/j.survophthal.2022.08.005
14. A. Geevarghese et al., "Optical Coherence Tomography and Glaucoma," Annu Rev Vis Sci, vol. 7, pp. 693–726, Sep. 15, 2021, doi: 10.1146/annurev-vision-100419-111350.

# REFERENCIAS

15. Zhang, Z., Yin, F. S., Liu, J., Wong, W. K., Tan, N. M., Lee, B. H., Cheng, J., & Wong, T. Y. (2010). ORIGA(-light): an online retinal fundus image database for glaucoma analysis and research. En Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference, 2010 (pp. 3065–3068). IEEE. DOI: [10.1109/IEMBS.2010.5626137](https://doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5626137).
16. O. Kovalyk et al., “Papila: Dataset with fundus images and clinical data of both eyes of the same patient for glaucoma assessment,” *Scientific Data*, vol. 9, no. 1, 2022. doi:[10.1038/s41597-022-01388-1](https://doi.org/10.1038/s41597-022-01388-1)
17. J. Camara, R. Rezende, I. M. Pires, and A. Cunha, “Retinal glaucoma public datasets: What do we have and what is missing?,” *Journal of Clinical Medicine*, vol. 11, no. 13, p. 3850, 2022. doi:[10.3390/jcm11133850](https://doi.org/10.3390/jcm11133850)
18. TheBeastCoding, “Glaucoma Dataset Metadata,” GitHub Repository. [Online]. Available: <https://github.com/TheBeastCoding/glaucoma-dataset-metadata>. [Accessed: Aug. 21, 2023].
19. C. de Vente et al., “Airogs: Artificial Intelligence for Robust Glaucoma Screening Challenge,” arXiv.org, <https://arxiv.org/abs/2302.01738> (accessed Aug. 22, 2023).



GRACIAS