

CJO RCO

CANADIAN JOURNAL *of* OPTOMETRY | REVUE CANADIENNE D'OPTOMÉTRIE

Est. 1939 Vol. 88, No. 2, June | Juin 2026



Letter to the Editor

Transforming Vision Care in Jamaica: Honouring the Legacy of Professor Louis Grant

Review

Primary Angle-Closure
Glaucoma: A Comprehensive
Meta-Narrative Review — Part 2

Revue

Glaucome primaire à
angle fermé : un examen
métahistorique complet – Partie 2

Brief Communications

Prevalence and Size
Distribution of Choroidal Nevi
in a Predominantly Hispanic
Population: A Retrospective
Study



WINNING DESIGN, in a Daily or Monthly.

Adults spend on average
11 hours a day on digital devices.¹

MyDay Energys® and **Biofinity Energys®**
are the **only contact lenses** with the unique
combination of **DigitalBoost™** and **Aquaform®**
Technology which may help with symptoms
of eye tiredness and dryness associated
with digital device use.

Extraordinary comfort
designed for **today's world.***



**LEARN MORE ABOUT MYDAY
ENERGYS & BIOFINITY ENERGYS**



*The results of an observational satisfaction survey involving patients (new lens wearers n=280, refitted lens wearers n=424) who have been fitted with Biofinity Energys contact lenses.
1. The Nielsen Company, The Nielsen Total Audience Report, Time Flies: U.S. Adults Now Spend Nearly Half a Day Interacting with Media (nielsen.com). ©2026 CooperVision SA17003

CJO RCO

Canadian Journal of Optometry
Revue canadienne d'optométrie
Est. 1939 Vol. 88, No. 2
June / Juin 2026

Editor-in-Chief / Rédacteur en chef

Dr. B. Ralph Chou, University of
Waterloo, Canada

Editorial Board / Comité éditorial

Dr. Etty Bitton, Université de
Montréal, Canada

Dr. Reut Ifrah, Jerusalem
Multidisciplinary College, Israel

Dr. Isabelle Jalbert, University of
New South Wales, Australia

Dr. Andrew Rixon, Southern
College of Optometry, Memphis
Veterans Administration Medical
Center, United States

Dr. Diane N. Sayah, University of
Houston, United States

Marketing and Communication Director / Responsable du marketing et des communications

Vacant
Canadian Association of
Optometrists / Association
canadienne des optométristes

Managing Editor / Directrice de la rédaction

Virginia St-Denis

Editor / Révisure

Marie-Christine Payette
Les traductions de Marie

Advertising Manager / Directeur de la publicité

Jim Hall
Keith Communications Inc.

ISSN 0834-2245 (print / imprimé),
ISSN 2562-1505 (online / en ligne)

Publications Mail Registration No. /
Envoi de Poste-publications –
Enregistrement n° 0040063055
(USPS#0009-364)

The copyright for all articles
published in the CJO is held by the
author. / Le droit d'auteur de tous
les articles publiés dans la RCO est
détenu par les auteurs et auteures.

Contents

Editorial / Éditorial

5, 6 B. Ralph Chou

Letter to the Editor / Lettre à la rédaction

7 Transforming Vision Care in Jamaica: Honouring the Legacy of
Professor Louis Grant

9 Transformer les soins ophtalmologiques en Jamaïque : rendre
hommage à l'héritage du professeur Louis Grant

Murchison G. Callender

Review / Revue

13 Primary Angle-Closure Glaucoma: A Comprehensive Meta-
Narrative Review — Part 2

27 Glaucome primaire à angle fermé : un examen métahistorique
complet – Partie 2

Derek MacDonald

Brief Communications / Communications brèves

39 Prevalence and Size Distribution of Choroidal Nevi in a
Predominantly Hispanic Population: A Retrospective Study

45 Prévalence et répartition par taille des nævus choroïdiens
dans une population à prédominance hispanique : une étude
rétrospective

Pedro Ivonnet, Nathalie Delgado, Taronish Unwalla, Cristy Witt

On the Cover: Optometry students working at the FISH Clinic in Jamaica.

**Sur la couverture : Étudiants en optométrie travaillant à la clinique de la
FISH en Jamaïque.**

The Canadian Association of Optometrists (CAO) publishes the
Canadian Journal of Optometry (CJO) four times a year. / L'Association
canadienne des optométristes (ACO) publie la *Revue canadienne d'optométrie*
(RCO) quatre fois par année.

234 Argyle Avenue, Ottawa, ON K2P 1B9
613-235-7924 / 1-888-263-4676

info@opto.ca / www.opto.ca

The CJO*RCO is the official publication of the CAO. However, opinions and
commentaries published in the CJO*RCO are not necessarily the opinion or
policy of CAO unless specifically identified as such. Because legislation varies
from province to province, CAO advises optometrists to consult with their
provincial licensing authority before following any of the practice management
advice offered in CJO*RCO. The CJO*RCO welcomes new advertisers.
CAO reserves the right to accept or reject any advertisement submitted for
placement in the CJO*RCO.

La CJO*RCO est la publication officielle de l'ACO. Les avis et les
commentaires publiés dans la CJO*RCO ne représentent toutefois pas
nécessairement la position ou la politique de l'ACO, à moins qu'il en soit
précisé ainsi. Étant donné que les lois sont différentes d'une province à l'autre,
l'ACO conseille aux optométristes de vérifier avec l'organisme provincial
compétent qui les habilite avant de se conformer aux conseils de la CJO*RCO
sur la gestion de leurs activités. La CJO*RCO est prête à accueillir de
nouveaux annonceurs. L'ACO se réserve le droit d'accepter ou de refuser
toute publicité dont on a demandé l'insertion dans la CJO*RCO.

UNE CONCEPTION GAGNANTE, dans des lentilles mensuelles ou à usage unique.



Les adultes passent en moyenne **11 heures par jour** sur des appareils numériques¹.

MyDay Energys^{MD} et **Biofinity Energys^{MD}**
sont les seules lentilles cornéennes à offrir
la combinaison unique des technologies DigitalBoost^{MC}
et Aquaform^{MD} conçues pour aider à réduire
la fatigue et la sécheresse oculaires associées
à l'utilisation d'appareils numériques.

Un confort incroyable conçu pour
le **monde d'aujourd'hui**.*



EN SAVOIR PLUS SUR MYDAY
ENERGYS ET BIOFINITY ENERGYS



*Les résultats d'une enquête observationnelle de satisfaction menée auprès de patients (nouveaux porteurs de lentilles cornéennes n=280, porteurs de lentilles cornéennes réadaptés n=424) ayant été équipés de lentilles cornéennes Biofinity Energys. 1. La société Nielsen, Le rapport Nielsen sur l'audience totale, Le temps passe vite : les adultes américains passent désormais près de la moitié de la journée à interagir avec les médias (nielsen.com). ©2026 CooperVision SA17003



B. Ralph Chou, BSc, MSc, OD, FAAO

Editor-in-Chief

My sister recently closed her office after more than 40 years of practice as an orthodontist. The most time-consuming task was the disposal of her clinical records. They included a huge collection of paper files, 35 mm slides, and plaster casts, not to mention data files as she shifted to computerized records in recent years. It took months of after-hours time while she continued treating her patients over the last year.

As some of us reach the same milestone as optometrists, record disposal is an equally formidable task. Secure disposal of patient and practice information is an absolute necessity that most health professionals have neither the time nor the training to deal with.

Both of our Canadian schools of optometry are updating their curricula and facilities to continue meeting the growing needs of our patients and the rapidly expanding technology in a modern optometric practice. Continuing education programs and trade shows are filled with new technologies that expand our abilities to detect and manage vision and eye conditions earlier and more effectively. But with these new technologies comes an increase in the amount of data we must gather, interpret, and store about our patients. At the same time, we see artificial intelligence (AI) taking a role in handling these data and providing the practitioner with suggestions for managing the patient's condition.

September 2025 marked 50 years since I walked into my first optometry class at the University of Waterloo in the building on Columbia Street West. Even then the 4-year curriculum was heavy, and that was without having to learn electronic record systems along with all the clinical skills and procedures. As an academic, curriculum development was always a concern to me, given the limited classroom and clinic time available. It is critical to strike the right balance between basic and clinical knowledge, manual and technological skills, patient and practice management, and current and future professional demands in a 4-year curriculum.

However, it is clear that not all necessary life skills and knowledge can be taught in the professional program. Critical thinking and basic technology skills, like the use and limitations of AI and data security, can be reinforced, but today's optometry students need to have these before they enter the program.

My sister is now in semi-retirement, finishing her last patients' treatments and planning for when she finally calls it a day. Records have been shredded, identifying labels removed, and the dumpster filled. Her experience reminds me that forward planning for winding down one's career is yet another life skill that all of us need to acquire, better sooner than later.

Suggested Citation

Chou, BR. Editorial. *Can J Optom.* 2025;88(2):5.
<https://doi.org/10.15353/cjo.v88i2.6926>



B. Ralph Chou, B.Sc., M.Sc., O.D., FAAO

Rédacteur en chef

Ma sœur a récemment fermé sa clinique après plus de 40 ans d'exercice à titre d'orthodontiste. La tâche la plus longue a été l'élimination de ses dossiers cliniques. Il s'agissait d'une énorme collection de dossiers papier, de diapositives 35 mm et de plâtres, à laquelle s'ajoutaient les dossiers informatisés produits après la transition à un système informatique dans les dernières années. Il lui a fallu des mois de travail après ses heures normales, alors qu'elle continuait à traiter ses patients au cours de la dernière année.

Certains d'entre nous atteignent aussi la même étape comme optométristes, et l'élimination des dossiers est une tâche tout aussi considérable que nous devons entreprendre. L'élimination sécuritaire des renseignements sur les patients et la pratique est une nécessité absolue, mais la plupart des professionnels de la santé n'ont ni le temps ni la formation nécessaires pour la faire.

Nos 2 écoles d'optométrie du Canada mettent à jour leurs programmes et leurs installations afin de continuer à répondre aux besoins croissants de nos patients et à la technologie en pleine expansion dans une pratique optométrique moderne. Les programmes de formation continue et les foires commerciales regorgent de nouvelles technologies qui accroissent notre capacité à détecter et à gérer plus tôt et plus efficacement les problèmes de vision et des yeux. Mais ces nouvelles technologies entraînent aussi une augmentation de la quantité de données que nous devons recueillir, interpréter et stocker au sujet de nos patients. Parallèlement, nous voyons l'intelligence artificielle (IA) jouer un rôle dans le traitement de ces données et fournir au praticien des suggestions pour gérer l'état du patient.

Le mois de septembre 2025 marquait le 50^e anniversaire de mon entrée dans ma première classe d'optométrie à la University of Waterloo, dans l'immeuble de la rue Columbia Ouest. Le programme de 4 ans était déjà lourd à l'époque et nous n'avions pas à apprendre à utiliser les systèmes de dossiers électroniques et à acquérir les compétences cliniques. En tant qu'universitaire, l'élaboration de programmes d'études a toujours été une préoccupation pour moi, compte tenu du peu de temps passé dans la salle de classe et la clinique. Il est essentiel de trouver le juste équilibre entre les connaissances fondamentales et cliniques, les compétences manuelles et technologiques, la gestion des patients et de la pratique, ainsi que les exigences professionnelles actuelles et futures dans un programme d'études de 4 ans.

Cependant, il est clair que toutes les compétences de vie et les connaissances nécessaires ne peuvent pas être enseignées dans le programme professionnel. La pensée critique et les compétences technologiques de base, comme l'utilisation et les limites de l'IA ainsi que la sécurité des données, peuvent être renforcées, mais les étudiants en optométrie d'aujourd'hui doivent déjà les posséder avant d'entrer dans le programme.

Ma sœur est maintenant en semi-retraite, finissant les traitements de ses derniers patients et planifiant le moment où elle finira par prendre sa pleine retraite. Les dossiers ont été déchetés, les étiquettes d'identification ont été retirées et la benne à ordures a été remplie. Son expérience me rappelle que savoir planifier la fin d'une carrière est une autre compétence de vie que nous devons tous acquérir et le plus tôt sera le mieux.

Citation suggérée

Chou, BR. Éditorial. *Can J Optom.* 2025;88(2):6.
<https://doi.org/10.15353/cjo.v88i2.6928>

Transforming Vision Care in Jamaica: Honouring the Legacy of Professor Louis Grant

In the vibrant heart of Jamaica, where access to quality health care has long been challenged by inequality and limited resources, a quiet revolution in vision care began in 1991. At its helm was the inspiring legacy of professor Louis Grant, whose dream of equitable health care found lasting momentum through the determined work of educators, health care professionals, and international partners. Among them was the School of Optometry at the University of Waterloo. It forged the Gift of Sight Program with the Foundation for International Self Help (FISH) Medical, Dental, and Eye Clinic — a partnership that served more than 30,000

Jamaicans and reshaped the way vision care was perceived across the island.

Bridging Borders Through Vision

The Gift of Sight Program initially flourished with shared funding from Waterloo and FISH, offering biannual eye care clinics staffed by optometry interns. When funding ceased in 2003 due to budget constraints, the program defied odds, surviving through the generosity of service clubs, pharmaceutical and optical companies, Waterloo students, and countless supporters in Canada and Jamaica.

Suggested citation

Callender MG. Transforming Vision Care in Jamaica: Honouring the Legacy of Professor Louis Grant. *Can J Optom*. 2026;88(2):7-8.
<https://www.doi.org/10.65636/cjo.v88i2.6722>

Figure 1. University of Waterloo vision care team at Foundation for International Self Help (FISH) Medical, Dental, and Eye Clinic, 2014



Each mission delivered:

- Medications, including glaucoma treatments, anti-allergy drops, and artificial tears
- Optical supplies, including frames, lenses, and reading glasses
- Services, including eye exams at schools, industries, churches, and clinics
- Custom lenses, including complex prescriptions crafted in Canada and shipped to Jamaica

Championing Eye Care for All

A key mission was to reverse the perception of FISH as a substandard care facility. Through strategic outreach, the program delivered professional eye care to:

- Government offices, including the prime minister's office, Jamaica Constabulary Force, and Airport Authority

- Major industries, including Wisynco, Seprod, and Facey Commodity Co.
- Churches, schools, and hospitals across multiple parishes
- Civic associations and underserved communities

These efforts underscored a belief that vision care should never be a privilege — it is a right.

Building Local Capacity and Leadership

Beyond patient care, I led initiatives to modernize and professionalize the Optical Services Department at FISH. These included:

- Digital inventory systems for frames and lenses
- Staff training in customer service, screening, and dispensing
- Youth mentoring programs — resulting in leadership roles for trainees in major dispensaries
- Workshops and seminars to elevate internal practices

Our goal was to make FISH a premier destination for affordable, world-class vision care in Jamaica.

Dreaming Bigger: Optometric Education in Jamaica

In 2007, I proposed establishing a School of Optometry at the University of Technology, Jamaica (UTech), supported by the University of Waterloo and FISH. The idea was revolutionary: to train Jamaican optometrists locally, supported by a rigorous clinical foundation at FISH and academic partnership with Waterloo.

Despite early enthusiasm, the initiative faltered due to resistance from:

- The Jamaica Medical Association, opposed to optometrists using diagnostic and therapeutic agents
- The lack of consensus within the optometrists association and FISH administration
- The absence of a feasibility study — required to support the program's viability

Ironically, the University of the West Indies, St Augustine Campus, launched a successful optometry program in Trinidad in 2009, the same year the Jamaica initiative failed. In Trinidad, collaborative care between ophthalmologists and optometrists helped transform eye health outcomes — an achievement I hoped to replicate in Jamaica.

Grateful Reflections

The journey was paved with challenges, but also with solidarity, service, and spirit. I extend heartfelt thanks to:

- Ms. Caroll Fofanah for championing FISH's reputation and securing community support
- Ms. Dian Brown-Sewell for managing outreach logistics
- The Jamaica Constabulary Force for facilitating transportation
- Mr. Rufus Chan and family for consistent hospitality and advocacy
- Ms. Marilyn Smith, my tireless co-leader and cornerstone of these missions
- All student interns, whose dedication kept our vision alive

Continuing the Legacy

Professor Grant's dream of accessible health care lives on in every child screened, every lens fitted, and every life impacted through our work. The FISH Clinic stands not only as a provider, but also as a beacon of what cross-cultural collaboration, dedication, and compassion can achieve. My hope is that future leaders will carry the torch further, because clear vision is more than just optical. It's a matter of hope, dignity, and justice.

Murchison G. Callender, OD, MSc, MPhil, FAAO
Professor Emeritus and Adjunct Professor
School of Optometry & Vision Science
University of Waterloo
Waterloo, Ontario, Canada
mgecal@uwaterloo.ca

Transformer les soins oculovisuels en Jamaïque : rendre hommage à l'héritage du professeur Louis Grant

Au cœur de cette île dynamique qu'est la Jamaïque, où l'accès à des soins de santé de qualité a longtemps été entravé par les inégalités et le manque de ressources, une révolution silencieuse dans le domaine des soins oculovisuels a commencé en 1991. À l'origine de cette initiative se trouvait l'héritage inspirant du professeur Louis Grant, dont le rêve d'une santé équitable a trouvé un élan durable grâce au travail déterminé d'éducateurs, de professionnels de la santé et de partenaires internationaux. The School of Optometry at the University of Waterloo en fait partie. Elle a mis en place le programme « Gift of Sight » en collaboration avec la clinique médicale, dentaire et ophtalmologique de la Foundation for International Self Help (FISH) — un partenariat qui a permis de venir en aide à plus de 30 000 Jamaïcains et de redéfinir la manière dont les soins de la vue étaient perçus à travers l'île.

Transcender les frontières grâce à la vision

Le programme « Gift of Sight » a d'abord prospéré grâce à un financement conjoint de Waterloo et de la FISH, proposant des cliniques de soins oculaires

Figure 1. L'équipe de soins de la vue de la University of Waterloo à la clinique médicale, dentaire et ophtalmologique de la Foundation for International Self Help (FISH), 2014



bisannuelles animées par des stagiaires en optométrie. Lorsque le financement a pris fin en 2003 en raison de contraintes budgétaires, le programme a défié les pronostics, survivant grâce à la générosité de clubs philanthropiques, d'entreprises pharmaceutiques et d'optique, d'étudiants de Waterloo et d'innombrables sympathisants au Canada et en Jamaïque.

Chaque mission a permis de fournir :

- Des médicaments, notamment des traitements contre le glaucome, des collyres antiallergiques et des larmes artificielles
- Du matériel optique, notamment des montures, des verres et des lunettes de lecture
- Des services, notamment des examens de la vue dans les écoles, les industries, les églises et les cliniques

Citation suggérée

Callender MG. Transformer les soins ophtalmologiques en Jamaïque : rendre hommage à l'héritage du professeur Louis Grant. *Can J Optom.* 2026;88(2):9-11.
<https://www.doi.org/10.65636/cjo.v88i2.6722>

- Des verres sur mesure, notamment des verres de prescription complexes fabriqués au Canada et expédiés en Jamaïque

Promouvoir les soins oculovisuels pour tous

Une mission clé consistait à inverser la perception selon laquelle la FISH est un établissement de soins inférieur aux normes. Grâce à une action de sensibilisation stratégique, le programme a fourni des soins oculovisuels professionnels aux :

- Bureaux gouvernementaux, y compris le cabinet du premier ministre, la force constabulaire de la Jamaïque et l'autorité aéroportuaire
- Principales industries, dont Wisynco, Seprod et Facey Commodity Co.
- Églises, écoles et hôpitaux de multiples paroisses
- Associations civiques et collectivités mal desservies

Ces efforts ont fait ressortir la conviction que les soins de la vue ne devraient jamais être un privilège, ils sont un droit.

Renforcer les capacités et le leadership à l'échelle locale

Au-delà des soins aux patients, j'ai mené des initiatives visant à moderniser et à professionnaliser le département des services optiques de la FISH. En voici quelques exemples :

- Des systèmes d'inventaire numériques pour les montures et les verres
- La formation du personnel au service à la clientèle, au dépistage et à la délivrance
- Des programmes de mentorat pour les jeunes — qui ont permis aux stagiaires d'accéder à des postes de responsabilité dans les principaux dispensaires
- Des ateliers et des séminaires destinés à améliorer les pratiques internes

Notre objectif était de faire de la FISH une destination de choix pour des soins de la vue abordables et de calibre mondial en Jamaïque.

Voir plus grand : la formation en optométrie en Jamaïque

En 2007, j'ai proposé la création d'une école d'optométrie à la University of Technology, Jamaica (UTech), avec le soutien de l'University of Waterloo et de la FISH. L'idée était révolutionnaire : former des optométristes jamaïcains sur place, en s'appuyant sur une base clinique rigoureuse à la FISH et un partenariat universitaire avec Waterloo.

Malgré l'enthousiasme initial, l'initiative a échoué en raison de la résistance de :

- La Jamaica Medical Association, qui oppose à ce que les optométristes utilisent des agents diagnostiques et thérapeutiques
- L'absence de consensus au sein de l'association des optométristes et de l'administration de la FISH
- L'absence d'étude de faisabilité — nécessaire pour étayer la viabilité du programme

Ironiquement, la University of the West Indies, St Augustine Campus, a lancé un programme d'optométrie couronné de succès à Trinidad en 2009, la même année où l'initiative jamaïcaine a échoué. À Trinidad, la collaboration entre ophtalmologistes et optométristes a contribué à transformer les résultats en matière de santé oculaire — une réussite que j'espérais reproduire en Jamaïque.

Réflexions de gratitude

Ce parcours a été semé d'embûches, mais aussi de solidarité, de dévouement et d'esprit. Je tiens à adresser mes sincères remerciements à :

- M^{me} Carol Fofanah pour avoir défendu la réputation de la FISH et obtenu le soutien de la communauté
- M^{me} Dian Brown-Sewell pour la gestion de la logistique de la sensibilisation
- La force constabulaire de la Jamaïque pour avoir facilité le transport
- M. Rufus Chan et sa famille pour son hospitalité et son soutien sans faille
- M^{me} Marylin Smith, ma coresponsable infatigable et pilier de ces missions

- Tous les étudiants stagiaires, dont le dévouement a permis de maintenir notre vision en vie

Poursuivre l'héritage

Le rêve du professeur Grant d'un accès aux soins de santé perdure dans chaque enfant examiné, chaque paire de lunettes adaptée et chaque vie touchée par notre travail. La clinique de la FISH n'est pas seulement un prestataire de soins, mais aussi un phare illustrant ce que la collaboration interculturelle, le dévouement et la compassion

peuvent accomplir. J'espère que les futurs dirigeants porteront le flambeau plus loin, car une vision claire est bien plus qu'une simple question d'optique. C'est une question d'espoir, de dignité et de justice.

Murchison G. Callender, O.D., M.Sc., MPhil, FAAO
professeur émérite et professeur auxiliaire
School of Optometry & Vision Science
University of Waterloo
Waterloo (Ontario), Canada
mgecalles@uwaterloo.ca



POUR LES PATIENTS QUI ONT DES SIGNES ET SYMPTÔMES DE SÉCHERESSE OCULAIRE,

COMMENCEZ

avec


XIIDRA^{MD}

Pr XIIDRA^{MD} (lifitegrast) est indiqué pour le traitement des signes et des symptômes de la sécheresse oculaire



XIIDRA^{MD} EST LA SEULE ET UNIQUE MOLÉCULE DE SA CLASSE*

Le lifitegrast est un antagoniste de l'antigène 1 associé à la fonction lymphocytaire (LFA-1).¹



Consulter la monographie complète à https://www.xiidra.ca/wp-content/uploads/2025/01/XIIDRA-PM-F-2025-01-28_BauschLomb_Version.pdf pour plus de détails sur les contre-indications, les mises en garde et précautions, les réactions indésirables, instructions posologiques et conditions d'usage clinique. Vous pouvez aussi faire la demande pour une monographie en composant le : **1-888-459-5000**.

* La portée clinique comparative n'est pas connue

Les patients recevant XIIDRA^{MD} pourraient être **admissibles à une aide financière** du **programme iinitié^{MC} de XIIDRA^{MD}** offert par Bausch + Lomb.

BAUSCH + LOMB

Bausch + Lomb Corporation
520, Applewood Crescent
Vaughan (Ontario) L4K 4B4

www.bausch.ca/fr-ca
Téléphone : 1-888-459-5000

XIIDRA^{MD} est une marque déposée de Bausch + Lomb.
© 2025 Bausch + Lomb Corporation. Tous droits réservés.
XDR.0009.CA.25-FR



Primary Angle-Closure Glaucoma: A Comprehensive Meta-Narrative Review — Part 2

**Derek MacDonald, OD, FAAO,
Dipl AAO**

Optometrist, Ilex Eyecare
Waterloo, Ontario, Canada

Abstract

Primary angle-closure glaucoma, while less common than primary open-angle glaucoma, carries a 4- to 5-fold greater risk of severe visual morbidity. The identification of individuals at high risk of the disease enables proactive rather than reactive intervention, which helps mitigate the possibility of potentially serious consequences. Recognition is facilitated by careful case history, clinical examination, and ancillary imaging, while management is an evolving paradigm, informed by numerous relatively recent investigations, that may involve medications, laser procedures, surgery, or a combination thereof. This series of 4 papers, drawing upon relevant peer-reviewed literature, will endeavour to provide a comprehensive yet focused synthesis and synopsis of the contemporary diagnosis and management of primary angle-closure glaucoma. This part will deal with ancillary imaging modalities, including anterior segment optical coherence tomography and quantitative anterior segment parameters.

Keywords

primary angle-closure glaucoma, gonioscopy, anterior segment optical coherence tomography, pupillary block, plateau iris, angle-closure continuum, laser peripheral iridotomy, cataract extraction

Qualitative Ancillary Imaging Modalities: Photography

Documentation of angle status, much like documentation of optic nerve head status, can be facilitated by photography. Slit lamp photography can provide incredibly high-resolution colour images of the anterior segment but is technically challenging and time consuming to perform.

Automated software-driven 360° angle photo-documentation is one means to address this barrier. An instrument with a 16-mirror indirect gonioscope lens can be used to capture sixteen 22.5° (2.0 × 2.36 mm) high-resolution colour photographs. Each image is captured in 17 different planes to account for variations in angle depth, with the most in-focus used for analysis. These images may be reviewed individually, or because they do overlap slightly, combined in a circular or linear montage.¹ While not a replacement for traditional gonioscopy (being static, 2-dimensional, and not allowing for dynamic or compression/indentation techniques), this standardized approach can assist in documentation, facilitate comparison between quadrants, allow off-line as opposed to only real-time analysis, and enable detection of change over time, including post-treatment, through the longitudinal evaluation of serial images.^{2,3}

Suggested citation

MacDonald D. Primary Angle-Closure Glaucoma: A Comprehensive Meta-Narrative Review — Part 2. *Can J Optom.* 2026;88(2):13-26.
<https://www.doi.org/10.65636/cjo.v88i2.6758>

Quantitative Ancillary Imaging Modalities

Highly reproducible quantitative information can be a helpful adjunct to qualitative gonioscopic assessment, perhaps particularly in predicting risk of progression.⁴ However, gonioscopy remains invaluable

Abbreviation List

ACA	anterior chamber area
ACD	anterior chamber depth
ACV	anterior chamber volume
AOD	angle opening distance
AOD _{SL}	angle opening distance at the level of Schwalbe's line
APAC	acute primary angle closure
ARA	angle recess area
AS-OCT	anterior segment optical coherence tomography
CB	ciliary body
IC	iris curvature
ITC	irido-trabecular contact
LPI	laser peripheral iridotomy
LV	lens vault
PAC	primary angle closure
PACG	primary angle-closure glaucoma
PACS	primary angle-closure suspect
PAS	peripheral anterior synechiae
SL	Schwalbe's line
SD-OCT	spectral domain optical coherence tomography
SS	scleral spur
TIA	trabecular-iris angle
TISA	trabecular-iris space area
TISA _{LS}	trabecular-iris space area at the level of Schwalbe's line
TM	trabecular meshwork
UBM	ultrasound biomicroscopy

in identifying important features, including peripheral anterior synechiae (PAS), which can be difficult to detect with current imaging modalities.^{5,6}

Ancillary imaging procedures — including ultrasound biomicroscopy, Scheimpflug imaging, and most recently, anterior segment optical coherence tomography — have identified numerous novel biometric parameters that are risk factors for angle closure.⁷⁻⁹ Like gonioscopy, control of fixation, illumination, accommodation, and lid position are critical to maintain globe position and prevent pupillary constriction, allowing representative anterior segment images to be obtained.^{5,10}

Ultrasound Biomicroscopy

Ultrasound biomicroscopy (UBM), introduced in the late 1980s, is a non-invasive, 2-dimensional imaging technique based on the reflection of focused high-frequency (most commonly 50 MHz) sound waves from tissues of different impedances.¹¹

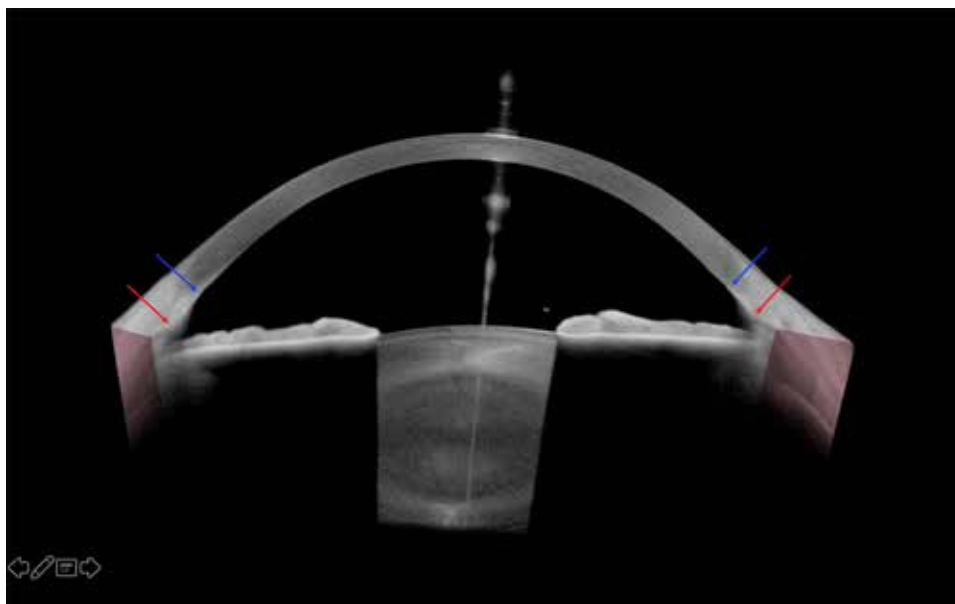
UBM provides axial and lateral resolution of 25 µm and 50 µm, respectively, and tissue penetration of 3 to 5 mm.¹² Penetration may be improved with the use of lower frequencies, albeit at the expense of poorer resolution. In fact, one of the greatest strengths of UBM is its ability to penetrate the iris pigment epithelium and image the ciliary body (CB), which is of particular value in cases of plateau iris (to be reviewed in more detail later in this series).^{2,11,12}

UBM can accurately identify narrow angles and detects irido-trabecular contact (ITC) more often than gonioscopy.^{13,14}

UBM was the first modality to quantify parameters, including anterior chamber depth (ACD), angle opening distance (AOD), and angle recess area (ARA), among others. Many of these metrics will be detailed in the review of anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) to follow.^{12,15}

By virtue of its ability to image structures posterior to the iris, UBM is also able to quantify parameters not possible with AS-OCT, including trabecular-ciliary process distance and trabecular-ciliary process angle, both of which are smaller in the presence of an anteriorly positioned CB that characterizes plateau iris.¹⁶

Figure 1. A swept-source anterior segment optical coherence tomography image depicting the localization of the nasal and temporal scleral spur (red arrows) and nasal and temporal Schwalbe's line (blue arrows).



The scleral spur is characterized by a subtle change of curvature (or bump) marking the insertion of the ciliary muscle about 500 μm posterior to the trabecular meshwork. Schwalbe's line marks the peripheral termination of Descemet's membrane, lying between the anterior trabecular meshwork and the corneal endothelium.

Pre- and post-laser peripheral iridotomy (LPI) UBM images are able to demonstrate an increase in AOD and ARA, and a decrease in iris convexity due to the successful elimination of pupillary block.¹⁷ However, patients must be supine to allow the ultrasound probe to be immersed in a pre-corneal water bath and fixate on a distant target with the fellow eye to control accommodation. Ambient illumination must be low to control pupil size.¹³ Moreover, inter-examiner repeatability can be problematic due to inconsistency in probe positioning and manual identification of important anatomic landmarks, most often the scleral spur (SS).²

Scheimpflug Imaging

In conventional photography, the planes of the lens, film, and focus are parallel. In Scheimpflug imaging, tilting the plane of the lens to intersect the other 2 planes extends depth of focus, allowing simultaneous imaging of structures between the

anterior cornea and posterior lens.¹⁸ The prototypical Pentacam instrument uses a 475 nm light source and rotating Scheimpflug camera to acquire multiple cross-sectional photographs and generate a 3-dimensional model of the anterior segment.^{19,20}

Scheimpflug imaging is able to quantify ACD and anterior chamber volume (ACV) and their change post-LPI or post-lens extraction, but does not allow for direct visualization of the angle and is subject to the influence of accommodation and lighting.^{2,12} Moreover, it tends to show poor correlation with gonioscopy, particularly in narrow angles. Unlike UBM, it is not able to image structures posterior to the iris.²¹

Anterior Segment Optical Coherence Tomography

AS-OCT uses low-coherence near-infrared interferometry to produce cross-sectional in vivo images, allowing both qualitative and quantitative analyses.²²

Like gonioscopy, it is influenced by ambient lighting and accommodation.²³ Unlike gonioscopy, there is little or no influence of inadvertent mechanical pressure but also no ability to easily perform compression/indentation.^{24,25} However, synechial and appositional angle closure may be differentiated through dynamic imaging in light and dark conditions (an angle with PAS will remain closed regardless of ambient illumination), and swept-source AS-OCT is able to detect PAS with a high level of agreement with gonioscopy.²⁶ Although a horizontal scan is the most easily acquired and most frequently analyzed, clinicians must be cognizant that scans along vertical or oblique axes (akin to gonioscopic examination of multiple quadrants) may yield dramatically different and more representative results.²⁷⁻²⁹

Despite affording already-impressive and ever-improving scan resolution, width, and depth, none of the AS-OCT modalities are currently able to image structures posterior to the iris (or through media opacities) as well as UBM.^{12,30,31} However, AS-OCT is more user- and patient-friendly than UBM and provides better repeatability and higher resolution, particularly when multiple images are sampled and averaged.^{12,32} This allows more accurate and precise identification of the SS, visualized as a subtle change of curvature (or bump) marking the extension of the brighter sclera (visible anterior to the darker ciliary muscle) into the anterior chamber at its junction with the posterior cornea (refer to Figure 1).³³ The SS is a critical landmark, given that the trabecular meshwork (TM) is found about 500 µm anterior to it.^{10,32}

The prototypical 1,310 nm Zeiss Visante time domain AS-OCT provides scan width of up to 16 mm (with 256 A-scans), depth of 8 mm, speed of about 2,000 A-scans per second, and axial and transverse resolution of about 18 µm and 60 µm, respectively.²⁰

SS identification can be challenging with time domain AS-OCT, with about 1 in 4 being indeterminate, even when high-quality images are judged by glaucoma specialists with an interest in angle closure.^{10,34,35} The challenge can be even greater with the shorter wavelengths (~840 nm) and decreased penetration (~2 mm) and width (~3 mm) of spectral

domain OCT (SD-OCT) (a device more commonly used in private practice), particularly in eyes of individuals over the age of 65 years, in the superior and inferior quadrants, and in the presence of any limbal opacity overlying a narrow angle.^{32,36-38} This may be even more problematic if images of poorer quality are assessed by practitioners with less experience. Moreover, the inter-observer standard deviation in SS localization can approach 100 µm, introducing significant variability.² However, the higher scan speed (from 27,000 to 100,000 A-scans per second) and greater resolution of SD-OCT allows identification of more anterior structures, including TM, Schlemm's canal, and Schwalbe's line (SL).^{12,39,40}

Swept-source AS-OCT using a tunable 1,310 nm scanning laser provides scan width and depth (16 mm and 6 to 14 mm, respectively) that rivals dedicated time domain AS-OCT, and speed (30,000 to 200,000 A-scans per second) and axial and transverse resolution (5 to 9 µm and 15 to 30 µm, respectively) that exceeds it.⁴¹⁻⁴³ Increased scan penetration allows for visualization of the posterior surface of the crystalline lens and calculation of lens thickness, although UBM is still superior in visualizing the CB.^{44,45} High-speed image acquisition (scanning 360° in less than 3 seconds) permits simultaneous localization of both SS and SL (representing the posterior and anterior boundaries of the TM), and reconstruction of an impressively detailed 3-dimensional image of the iris and angle structures, allowing the area and angular subtense of PAS to be accurately and precisely quantified, something that is virtually impossible with compression/indentation gonioscopy.^{35,46}

AS-OCT Versus Gonioscopy

Early comparisons suggested that both UBM and AS-OCT were strongly correlated with gonioscopic angle grade.³⁵ However, others demonstrated that AS-OCT detects 50% more appositional closure (defined as any ITC anterior to the SS) than gonioscopy, perhaps by virtue of better control of illumination and less physical manipulation of the globe.^{47,48} AS-OCT may also better characterize anatomic variations between quadrants.⁴⁹ It was subsequently noted that about 15% of eyes may be falsely categorized as having angle closure (using gonioscopy as the reference standard) when $\geq 180^\circ$

ITC is detected using swept-source AS-OCT.⁵⁰ Many of these false-positives had short ITC involving only a portion of the TM. However, eyes with more extensive AS-OCT-detected ITC at baseline do have a greater risk of developing gonioscopically detected angle closure over 4 years of follow-up.⁵¹

A recent study demonstrated that only 1 in 3 eyes with gonioscopic angle closure (defined as inability to visualize posterior TM $\geq 180^\circ$) had ITC $\geq 180^\circ$ on swept-source AS-OCT, and 1 in 6 had absolutely no evidence of ITC at all.⁵² This suggests that gonioscopic angle closure may not always represent true anatomic angle closure (that is, posterior TM may not be visible but remains unobstructed) and highlights the potential role of AS-OCT in risk stratification.

As has often proven to be the case in the world of glaucoma (both open angle and angle closure), it is not a question of one technique **or** another, it is one technique **and** another.

AS-OCT Quantified Anterior Chamber Parameters

AS-OCT has identified or refined numerous novel quantitative parameters associated with an increased risk of angle closure, most still hinging on accurate subjective identification of the SS.^{10,11,32,53}

A smaller anterior chamber width (ACW) (defined as the horizontal SS-to-SS distance, measured in millimetres) is a risk factor for and a common finding in eyes that are more susceptible to primary angle-closure glaucoma (PACG), including those of women, Chinese individuals, and individuals over the age of 65 years.^{35,54}

Mean anterior chamber area (ACA) and anterior chamber volume (ACV) were found to be smaller in eyes with narrow anterior chamber angles and larger following LPI.^{53,55} ACA is defined as the cross-sectional area encompassed by the corneal endothelium, anterior iris, and anterior lens in the pupil, measured in square millimetres. ACV is calculated by mathematically rotating the ACA one full rotation around an axis through its midpoint, measured in cubic millimetres.

Both ACD and ACV decrease with age, which may play a role in the pathogenesis of angle-closure

disease. Between the ages of 20 and 80 years, average ACD decreases from 3.2 ± 0.3 mm to 2.5 ± 0.4 mm, and ACV from 2.32 ± 0.46 mm³ to 1.52 ± 0.45 mm³.^{56,57} That being said, not all eyes with shallow central ACD have an equivalent risk of developing primary angle-closure disease. In some eyes, the peripheral angle anatomy may be more normal than the central ACD suggests, putting them at relatively low risk of angle closure.²⁹

Smaller ACW, ACA, and ACV contribute to anterior segment crowding and increase the risk of incident angle-closure disease.⁷ In fact, smaller ACA and ACV increase the odds of having a narrow angle by 40- to 50-fold.^{55,57,58}

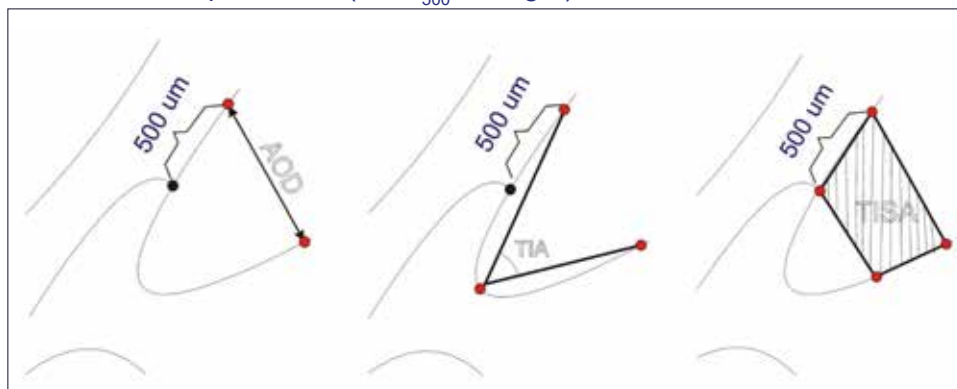
First quantified by Pavlin in UBM studies, AOD is defined as the length of a line between the anterior iris surface and corneal endothelium, perpendicular to the plane of the TM, at a fixed distance (often 500 or 750 μ m) from the SS that is felt to correspond to the location of the TM.¹¹ AOD is known to be smaller in individuals who progress from primary angle-closure suspect (PACS) to primary angle closure (PAC), is predictive of incident gonioscopic angle closure, and increases following LPI.^{6,53} In fact, horizontal AOD₇₅₀ may be the best single parameter to detect gonioscopically narrow angles. A baseline AOD₇₅₀ ≤ 300 μ m showed nearly 96% sensitivity and 65% specificity in identifying individuals at risk of incident angle closure at 4-year follow-up.^{7,37,58}

The trabecular-iris angle, commonly referenced at 500 μ m from the SS (TIA₅₀₀), is a measure of the angle in degrees between the 2 lines connecting the deepest part of the angle recess and the ends of the line representing the AOD₅₀₀. The smaller the AOD₅₀₀, the narrower the TIA₅₀₀.⁵⁹

Defined as the triangular area between the anterior iris surface, the posterior corneoscleral surface, and the AOD, measured in μ m, ARA is smaller in individuals with angle closure and increases following LPI.^{5,53,60}

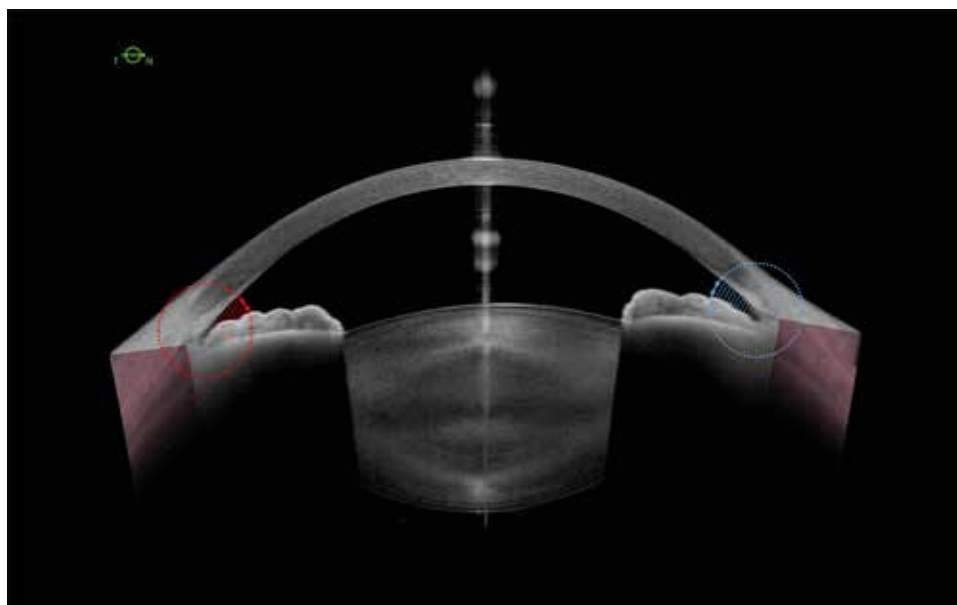
Effectively representing a portion of the ARA, the trabecular-iris space area (TISA) is also smaller in individuals who progress from PACS to PAC and increases following LPI.^{4,5,53,58} TISA is defined as the trapezoidal area bounded by the AOD (at 500 or 750 μ m) anteriorly, a line between the SS and

Figure 2. A diagram representing the relationship between angle opening distance (AOD_{500} , on left), trabecular-iris angle (TIA_{500} , in centre), and trabecular-iris space area ($TISA_{500}$, on right)



The AOD, TIA, and TISA are all dependent on accurate and precise localization of the scleral spur.

Figure 3. Despite having fairly symmetric angle opening distance (AOD_{750}), the temporal angle (on left) has a smaller angle recess area (ARA_{750}) than the nasal angle (on right), putting it at higher risk of closure

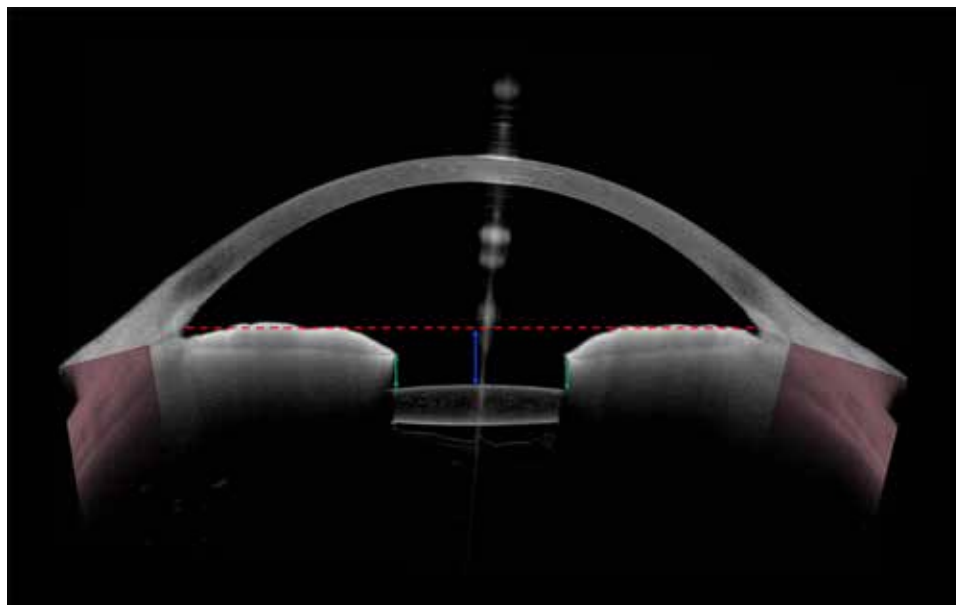


anterior iris perpendicular to the scleral wall posteriorly, the corneoscleral surface superiorly, and the anterior iris surface inferiorly.

The relationship between AOD_{500} , TIA_{500} , and $TISA_{500}$ is shown diagrammatically in Figure 2.⁶¹

Refer to Figure 3 for an example of the influence of peripheral iris contour on risk of angle closure. Note that despite fairly symmetric AOD_{750} , the temporal angle (on the left in this image) has a significantly smaller ARA_{750} , putting it at higher risk of closure.

Figure 4. Post-cataract or clear lens extraction



Note the presence of negative lens vault (blue arrow) and absence of irido-lenticular/irido-intraocular lens implant touch (green arrows) even though the iris margin is more posterior than its root.

Given that the SS can be difficult to visualize in nearly 1 in 4 eyes, the measurement of AOD at the level of Schwalbe's line (AOD_{SL}) has been proposed as an alternative to metrics referenced to the SS.⁶² The AOD_{SL} is the distance between SL (visible in >95% of eyes as the inner junction between darker corneal stroma and brighter sclera at the limbus; refer to Figure 1) and the iris surface perpendicular to the corneal endothelium. In fact, given that the length of the TM shows significant inter-individual variability and may be shorter in individuals with angle-closure glaucoma than those without,⁶³ AOD_{SL} may be a better measure of whether aqueous is able to access the TM than AOD_{500} or AOD_{750} .

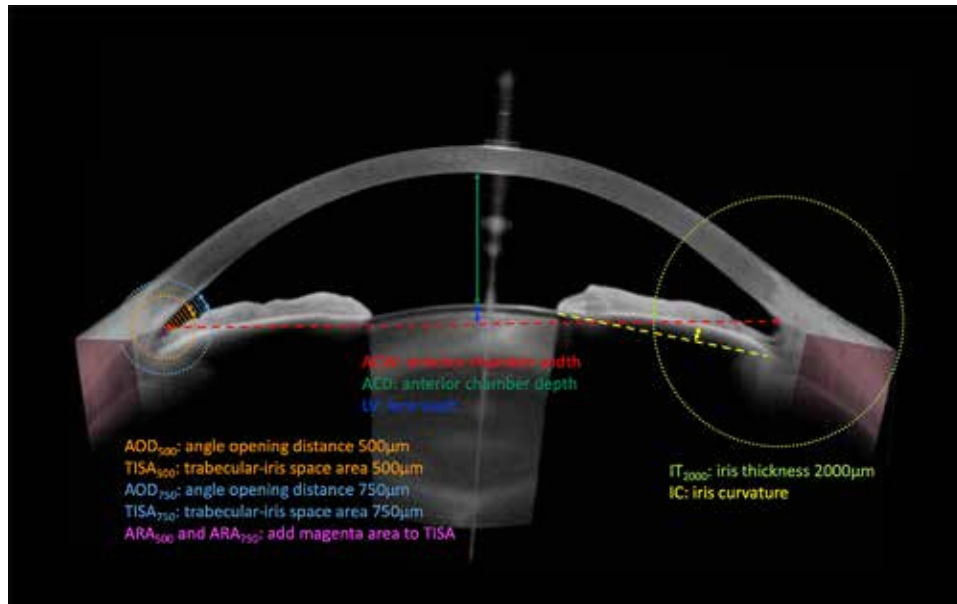
Using SL as the landmark, trabecular-iris space area at the level of Schwalbe's line ($TISA_{SL}$) may be calculated as the trapezoidal area bounded by the AOD_{SL} anteriorly, a line between the scleral wall and anterior iris drawn perpendicular to the scleral wall an arbitrary 500 μm posterior to the SL, the corneoscleral surface superiorly, and the anterior iris surface inferiorly.⁶⁴ The ability of $TISA_{SL}$ to identify angle closure has proven comparable to

gonioscopy and both $TISA_{500}$ and $TISA_{750}$, again with the advantage of SL being more readily identifiable than SS in most SD-OCT images. Moreover, by accounting for iris curvature posterior to the level of SL (refer to Figure 3), $TISA_{SL}$ may reflect angle anatomy and the attendant risk of closure more accurately than AOD_{SL} .⁶⁴

Lens vault (LV) is defined as the perpendicular distance between the anterior lens surface and a horizontal line connecting the opposing SS (a proxy for the posterior limit of the angle).^{9,65} LV quantifies the amount of crystalline lens in the anterior part of the eye and is one of the strongest contributors to reduced angle width. Baseline LV >0.56 mm was nearly 65% sensitive and 84% specific in identifying individuals who went on to develop angle closure at 4-year follow-up.⁵⁸

Eyes with PACG have significantly greater LV than do healthy eyes (1.06 vs. 0.36 mm),⁶⁶ and individuals in the quartile with the greatest LV are nearly 50 times more likely to have PAC than those in the quartile with the lowest.⁹ Mechanistically, greater LV

Figure 5. A swept-source anterior segment optical coherence tomography image depicting numerous anterior segment parameters



Parameters include anterior chamber width (ACW) and anterior chamber depth (ACD), lens vault (LV), angle opening distance (AOD), trabecular-iris space area (TISA), angle recess area (ARA), iris curvature (IC), and iris thickness (IT), many of which are dependent on accurate and precise localization of the scleral spur. Anterior chamber area is bound by the posterior cornea, anterior iris, and anterior lens surface. Anterior chamber volume is calculated by rotating ACA 360° around a vertical axis through its midpoint.

forces the iris more anteriorly, potentially strengthening pupillary block and increasing risk of ITC and incident angle-closure disease, independent of lens thickness and ACD.^{53,65}

On AS-OCT imaging of eyes with greater LV, the iris appears to drape over a large portion of the anterior surface of the lens, what some have characterized as a volcano-like configuration.⁶⁷

LV tends to increase with advancing cataract, may decrease after LPI (further reducing the risk of persistent pupillary block), and definitely decreases after cataract or clear lens extraction (refer to Figure 4).^{9,28,68} Not surprisingly, patients with pronounced LV tend to experience significant intraocular pressure decrease following lens extraction.⁶⁷

The importance of LV was alluded to in the late 1990s, well before AS-OCT was on the scene,

when Salmon opined that “the most important biometric feature predisposing to angle-closure glaucoma is the relative forward position of the anterior lens surface in relation to the iris root.”⁶⁹

Iris curvature (IC) is increased in the presence of pupillary block (reflecting iris bombe), and flattens following LPI, contributing to an increase in ACA and ACV.^{6,53,70} IC is defined as the perpendicular distance in millimetres between the posterior iris surface at its point of greatest curvature and the 2 points marking the most peripheral and most central iris pigment epithelium.

Greater AS-OCT quantified IC, iris area, and iris thickness all crowd the angle and have proven to independently increase the odds of an angle being narrow by 2.5 to 2.7 times.^{7,9,71} Iris area is the cumulative cross-sectional area of the iris from SS to pupil

margin. Iris thickness is measured at a fixed distance from the SS (commonly 750 and 2,000 μm) or iris root (commonly 500 and 1,000 μm).

Further, increased peripheral iris thickness is more commonly found in individuals over the age of 65 years, Asian individuals, and those with a history of PACG.^{4,72}

Retrospective analysis of Zhongshan Angle Closure Prevention Trial data identified smaller angle width (narrow horizontal AOD₅₀₀ and horizontal TISA₅₀₀ $\leq 0.05 \text{ mm}^2$) and cumulative gonioscopy score ≤ 6 at two weeks post-LPI as biometric risk factors predictive of progression in LPI-treated PACS eyes.⁷³ The cumulative gonioscopy score is the sum of four quadrants of gonioscopic grades, where grade 0 is no structures visible, grade 2 is posterior TM visible, and grade 4 is CB visible. This confirmed that the protective effect of LPI was strongly driven by angle widening and suggests that AS-OCT may be of more predictive value in eyes with narrower pre-LPI angles, while gonioscopy may be more helpful in eyes with wider (or more variable) post-LPI configurations. These data also emphasized the importance of careful angle assessment following LPI, ideally leveraging both quantitative (AS-OCT) and qualitative (gonioscopic) testing, to better identify eyes at higher risk of post-LPI progression and inform individualized follow-up.⁷⁴

A representative swept-source AS-OCT image depicting ACW, ACD, LV, AOD, TISA, ARA, IC, and iris thickness is presented as Figure 5.

Although static biometric (or anatomic) parameters account for a great deal of the variability in angle width, dynamic (or physiologic) changes in the iris and choroid also play important roles.^{34,72} This is highlighted by the fact that despite comparable anterior segment anatomy, Asian eyes have a 5-fold greater risk of PACG than do European eyes.⁷⁵

As an example, whereas iris volume tends to decrease with mydriasis in controls, it has been shown to decrease less (or in some cases increase) in individuals with angle closure, creating ITC and physically obstructing the TM.^{76,77} It has been hypothesized that iris density is increased and fluid conductivity is impaired in eyes of individuals over

the age of 65 years, those with a history of acute primary angle closure (APAC), and those with fewer radial iris crypts and more concentric iris furrows.⁷² In fact, the odds of APAC were nearly 9 times higher in eyes with no iris crypts than in those with numerous crypts.⁷⁸

Moving more posteriorly, choroidal expansion/effusion (abnormal accumulation of fluid in the supra-choroidal space, best visualized with UBM) in the relatively rigid corneoscleral shell may cause an anterior displacement of the vitreous, lens, and iris. This can narrow the angle and precipitate APAC, particularly in smaller hyperopic eyes with already narrow angles and increased resistance to fluid flow through the anterior vitreous.^{23,79-81} This mechanism may be contributory to some presentations of iatrogenic (medication-induced) APAC reviewed earlier, including that secondary to topiramate.⁸²

Conclusion

PACG remains an important yet unfortunately and unnecessarily an under-diagnosed cause of glaucoma-related visual impairment. Through recognition of risk factors, careful clinical assessment, and the judicious use of evolving ancillary imaging modalities, primary care optometrists can identify this largely preventable disease of ocular anatomy early in the angle-closure spectrum. This sets the stage for effective medical, procedural, and surgical intervention, means to the end of preventing vision loss and preserving vision-related quality of life.

Disclosures

Funding: This study did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Competing interests: All authors have completed the ICMJE uniform disclosure form and declare no conflict of interest.

Artificial intelligence statement: The authors confirm no generative AI or AI-assisted technology was used to generate content.

Corresponding author: Derek MacDonald,
derek.macdonald.ilexeye@gmail.com

References

- Pinto LA. (2021). *Time to refine your glaucoma practice*. Nidek Experience Center.
- Riva I, Micheletti E, Oddone F, et al. Anterior chamber angle assessment techniques: A review. *J Clin Med*. 2020;9(12):3814. <https://doi.org/10.3390/jcm9123814>
- 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):112-118. <https://doi.org/10.1177/1120672118806436>
- Xu BY, Friedman DS, Foster PJ, et al. Ocular biometric risk factors for progression of primary angle closure disease. The Zhongshan Angle Closure Prevention Trial. *Ophthalmology*. 2022;129(3):267-275. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.10.003>
- Radhakrishnan S, See J, Smith SD, et al. Reproducibility of anterior chamber angle measurements obtained with anterior segment optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007;48(8):3683-3688. <https://doi.org/10.1167/iovs.06-1120>
- Jiang Y, Chang DS, Zhu H, et al. Longitudinal changes of angle configuration in primary angle-closure suspects. The Zhongshan Angle-Closure Prevention Trial. *Ophthalmology*. 2014;121(9):1699-1705. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.03.039>
- Nongpiur ME, Ku JY, Aung T. Angle closure glaucoma: A mechanistic review. *Curr Opin Ophthalmol*. 2011;22(2):96-101. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e32834372b9>
- He M, Foster PJ, Johnson GJ, Khaw PT. Angle-closure glaucoma in East Asian and European people: Different diseases? *Eye*. 2006;20(1):3-12. <https://doi.org/10.1038/sj.eye.6701797>
- Nongpiur ME, He M, Amerasinghe N, et al. Lens vault, thickness and position in Chinese subjects with angle closure. *Ophthalmology*. 2011;118(3):474-479. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.07.025>
- Leung CK-S, Weinreb RN. Anterior chamber imaging with optical coherence tomography. *Eye*. 2011;25(3):261-267. <https://doi.org/10.1038/eye.2010.201>
- Pavlin CJ, Ritch R, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy in plateau iris syndrome. *Am J Ophthalmol*. 1992;113(4):390-395. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)76160-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)76160-4)
- Smith SD, Singh K, Lin SC, et al. Evaluation of the anterior chamber angle in glaucoma: A report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2013;120(10):1985-1997. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.05.034>
- Barkana Y, Dorairaj SK, Gerber Y, Liebmann JM, Ritch R. Agreement between gonioscopy and ultrasound biomicroscopy in detecting iridotrabecular apposition. *Arch Ophthalmol*. 2007;125(10):1331-1335. <https://doi.org/10.1001/archophth.125.10.1331>
- Kong X, Foster PJ, Huang Q, et al. Appositional closure identified by ultrasound biomicroscopy in population-based primary angle-closure glaucoma suspects: The Liwan Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(7):3970-3975. <https://doi.org/10.1167/iovs.10-6412>
- Radhakrishnan S, Chen L. Diagnosis and monitoring of primary angle closure. *Curr Ophthalmol Rep*. 2015;3:51-57. <https://doi.org/10.1007/s40135-015-0063-y>
- Xu Y, Tan Q, Li C, Liu D. The ocular biometry characteristics of young patients with primary angle-closure glaucoma. *BMC Ophthalmol*. 2022;22(1):150. <https://doi.org/10.1186/s12886-022-02374-2>
- Gazzard G, Friedman DS, Devereux JG, Chew P, Seah SK. A prospective ultrasound biomicroscopy evaluation of changes in anterior segment morphology after laser iridotomy in Asian eyes. *Ophthalmology*. 2003;110(3):630-638. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(02\)01893-6](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(02)01893-6)
- Jones LW, Srinivasan S, Ng A, Schulz Me. (2018). Diagnostic instruments. In N. Efron (Ed.), *Contact Lens Practice* (3rd ed., 327-345). Elsevier.
- Rabsilber TM, Khoramnia R, Auffarth GU. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg*. 2006;32(3):456-459. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2005.12.103>
- Rodrigues EB, Johanson M, Penha FM. Anterior segment tomography with the Cirrus optical coherence tomography. *J Ophthalmol*. 2012;806989. <https://doi.org/10.1155/2012/806989>
- Kurita N, Mayama C, Tomidokoro A, Aihara M, Araie M. Potential of the Pentacam in screening

- for primary angle closure and primary angle closure suspect. *J Glaucoma*. 2009;18(7):506-512.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e318193c141>
22. Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science*. 1991;254(5035):1178-1181.
<https://doi.org/10.1126/science.1957169>
 23. Sun X, Dai Y, Chen Y, et al. Primary angle closure glaucoma: What we know and what we don't know. *Prog Ret Eye Res*. 2017;57:26-45.
<https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2016.12.003>
 24. Prata TS, Dorairaj S, De Moraes CG, Tello C, Liebmann JM, Ritch R. Indentation slit lamp-adapted optical coherence tomography technique for anterior chamber angle assessment. *Arch Ophthalmol*. 2010;128(5):646-647.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2010.51>
 25. Marion KM, Dastiridou A, Niemeyer M, Francis BA, Sadda SR, Chopra V. Anterior chamber angle morphometry measurement changes to ambient illumination scaling in Visante time domain optical coherence tomography. *Curr Eye Res*. 2017;42(3):386-393.
<https://doi.org/10.1080/02713683.2016.1190847>
 26. Lai I, Mak H, Lai G, Yu M, Lam DS, Leung CK. Anterior chamber angle imaging with swept-source optical coherence tomography: Measuring peripheral anterior synechia in glaucoma. *Ophthalmology*. 2013;120(6):1144-1149.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.12.006>
 27. Tun TA, Baskaran M, Tan SS, Perera SA, Aung T, Husain R. Evaluation of the anterior segment angle-to-angle scan of Cirrus High-Definition Optical Coherence Tomography and comparison with gonioscopy and with the Visante OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(1):59-64.
<https://doi.org/10.1167/iovs.16-20886>
 28. Selvan H, Angmo D, Tomar AS, Yadav S, Sharma A, Dada T. Changes in intraocular pressure and angle status after phacoemulsification in primary angle closure hypertension. *J Glaucoma*. 2019;28(2):105-110.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001137>
 29. Xie Q, Ma P, Patlidanon J, et al. Anterior segment OCT in primary angle closure disease compared with normal subjects with similar shallow anterior chamber. *J Glaucoma*. 2022;31(2):84-90.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001915>
 30. Maslin JS, Barkana Y, Dorairaj SK. Anterior segment imaging in glaucoma: An updated review. *Indian J Ophthalmol*. 2015;63(8):630-640.
<https://doi.org/10.4103/0301-4738.169787>
 31. Angmo D, Nongpiur ME, Sharma R, Sidhu T, Sihota R, Dada T. Clinical utility of anterior segment swept-source optical coherence tomography in glaucoma. *Oman J Ophthalmol*. 2016;9(1):3-10.
<https://doi.org/10.4103/0974-620X.176093>
 32. Sakata LM, Lavanya R, Friedman DS, et al. Assessment of the scleral spur in anterior segment optical coherence tomography images. *Arch Ophthalmol*. 2008;126(2):181-185.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2007.46>
 33. Seager FE, Wang J, Arora KS, Quigley HA. The effect of scleral spur identification methods on structural measurements by anterior segment optical coherence tomography. *J Glaucoma*. 2014;23(1):e29-e38.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31829e55ae>
 34. Foo LL, Nongpiur ME, Allen JC, et al. Determinants of angle width in Chinese Singaporeans. *Ophthalmology*. 2012;119(2):278-282.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.07.049>
 35. Porporato N, Baskaran M, Aung T. Role of anterior segment optical coherence tomography in angle-closure disease: A review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2018;46(2):147-157.
<https://doi.org/10.1111/ceo.13120>
 36. Console JW, Sakata LM, Aung T, Friedman DS, He M. Quantitative analysis of anterior segment optical coherence tomography images: the Zhongshan Angle Assessment Program. *Br J Ophthalmol*. 2008;92(12):1612-1616.
<https://doi.org/10.1136/bjo.2007.129932>
 37. Narayanaswamy A, Sakata LM, He MG, et al. Diagnostic performance of anterior chamber angle measurements for detecting eyes with narrow angles: an anterior segment OCT study. *Arch Ophthalmol*. 2010;128(10):1321-1327.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2010.231>
 38. Zhao Y, Chen J, Yu X, Xu J, Sun X, Hong J. Age-related changes in human Schlemm's canal: an in vivo optical coherence tomography-based study. *Front Physiol*. 2018;9:630.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00630>
 39. Wong HT, Lim MC, Sakata LM, et al. High-definition optical coherence tomography imaging of the iridocorneal angle of the eye. *Arch Ophthalmol*.

- 2009;127(3):256-260.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2009.22>
40. Crowell EL, Baker L, Chuang AZ, et al. Characterizing anterior segment OCT angle landmarks of the trabecular meshwork complex. *Ophthalmology*. 2018;125(7):994-1002.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.01.018>
41. Fukuda S, Kawana K, Yasuno Y, Oshika T. Anterior ocular biometry using 3-dimensional optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2009;116(5):882-889.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.12.022>
42. Gora M, Karnowski K, Szkulmowski M, et al. Ultra high-speed swept source OCT imaging of the anterior segment of the human eye at 200kHz with an adjustable image range. *Optics Express*. 2009;17(17):14880-14894.
<https://doi.org/10.1364/oe.17.014880>
43. Chan PP, Lai G, Chiu V, Chong A, Yu M, Leung CK. Anterior chamber angle imaging with swept-source optical coherence tomography: Comparison between CASIAII and ANTERION. *Sci Rep*. 2020;10(1):18771.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-74813-3>
44. Chen X, Wang X, Tang Y, Sun X, Chen Y. Optical coherence tomography analysis of anterior segment parameters before and after laser peripheral iridotomy in primary angle-closure suspects using CASIA2. *BMC Ophthalmol*. 2022;22(1):144.
<https://doi.org/10.1186/s12886-022-02366-2>
45. Fernández-Vigo JI, Kudsieh B, Shi H, De-Pablo-Gómez-de-Liaño L, Fernández-Vigo JA, García-Feijóo J. Diagnostic imaging of the ciliary body: technologies, outcomes, and future perspectives. *Eur J Ophthalmol*. 2022;32(1):75-88.
<https://doi.org/10.1177/11206721211031409>
46. Lai I, Mak H, Lai G, Yu M, Lam DS, Leung CK. Anterior chamber angle imaging with swept-source optical coherence tomography: Measuring peripheral anterior synechia in glaucoma. *Ophthalmology*. 2013;120(6):1144-1149.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.12.006>
47. Radhakrishnan S, Goldsmith J, Huang D, et al. Comparison of optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for detection of narrow anterior chamber angles. *Arch Ophthalmol*. 2005;123(8):1053-1059.
<https://doi.org/10.1001/archopht.123.8.1053>
48. Nolan WP, See JL, Chew PT, et al. Detection of primary angle closure using anterior segment optical coherence tomography in Asian eyes. *Ophthalmology*. 2007;114(1):33-39.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.05.073>
49. Xu BY, Pardeshi AA, Burkemper B, et al. Differences in anterior chamber angle assessment between gonioscopy, Eyecam, and anterior segment OCT: the Chinese American Eye Study. *Trans Vis Sci Technol*. 2019;8(2):5.
<https://doi.org/10.1167/tvst.8.2.5>
50. Porporato N, Baskaran M, Tun TA, et al. Understanding diagnostic disagreement in angle closure assessment between anterior segment optical coherence tomography and gonioscopy. *Br J Ophthalmol*. 2020;104(6):795-799.
<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2019-314672>
51. Baskaran M, Iyer JV, Narayanaswamy AK, et al. Anterior segment imaging predicts incident gonioscopic angle closure. *Ophthalmology*. 2015;122(12):2380-2384.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.07.030>
52. Zhang X, Guo PY, Lin C, et al. Assessment of iris trabecular contact in eyes with gonioscopic angle closure. *Ophthalmology*. 2022;130(1):111-119.
<https://doi.org/doi:10.1016/j.ophtha.2022.08.017>
53. How AC, Baskaran M, Kumar RS, et al. Changes in anterior segment morphology after laser peripheral iridotomy: An anterior segment optical coherence tomography study. *Ophthalmology*. 2012;119(7):1383-1387.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.01.019>
54. Nongpiur ME, Sakata LM, Friedman DS, et al. Novel association of smaller anterior chamber width with angle closure in Singaporeans. *Ophthalmology*. 2010;117(10):1967-1973.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.02.007>
55. Wu RY, Nongpiur ME, He MG, et al. Association of narrow angles with anterior chamber area and volume measured with anterior segment optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol*. 2011;129(5):569-574.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2011.68>
56. Fontana ST, Brubaker FR. Volume and depth of the anterior chamber in the normal aging human eye. *Arch Ophthalmol*. 1980;98(10):1803-1808.
<https://doi.org/10.1001/archopht.1980.01020040655013>

57. Sun JH, Sung KR, Yun SC, et al. Factors associated with anterior chamber narrowing with age: an optical coherence tomography study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(6):2607-2610. <https://doi.org/10.1167/iov.11-9359>
58. Nongpiur ME, Aboobakar IF, Baskaran M, et al. Association of baseline anterior segment parameters with the development of incident gonioscopic angle closure. *JAMA Ophthalmol*. 2017;135(3):252-258. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2016.5847>
59. Ghadamzadeh M, Karimi F, Ghasemi Moghaddam S, Daneshvar R. Anterior chamber angle changes in primary angle-closure glaucoma following phacoemulsification versus phacotrabeculectomy: A prospective randomized clinical trial. *J Glaucoma*. 2022;31(3):147-155. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001977>
60. Ishikawa H, Esaki K, Liebmann JM, Uji Y, Ritch R. Ultrasound biomicroscopy dark room provocative testing: a quantitative method for estimating anterior chamber angle width. *Jpn J Ophthalmol*. 1999;43(6):526-534. [https://doi.org/10.1016/s0021-5155\(99\)00139-2](https://doi.org/10.1016/s0021-5155(99)00139-2)
61. Koprowski R, Wróbel Z. *Image Processing in Optical Coherence Tomography: Using Matlab*. Katowice (Poland): University of Silesia; 2011.
62. Qin B, Francis BA, Li Y, et al. Anterior chamber angle measurements using Schwalbe's line with high-resolution Fourier-domain optical coherence tomography. *J Glaucoma*. 2013;22(9):684-288. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e318264b921>
63. Masis Solano M, Lin SC. Cataract, phacoemulsification and intraocular pressure: is the anterior segment anatomy the missing piece of the puzzle? *Prog Ret Eye Res*. 2018;64:77-83. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2018.01.003>
64. Cheung CY, Zheng C, Ho CL, et al. Novel anterior-chamber angle measurements by high-definition optical coherence tomography using the Schwalbe line as the landmark. *Br J Ophthalmol*. 2011;95(7):955-959. <https://doi.org/10.1136/bjo.2010.189217>
65. Ozaki M, Nongpiur ME, Aung T, He M, Mizoguchi T. Increased lens vault as a risk factor for angle closure: confirmation in a Japanese population. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2012;250(12):1863-1868. <https://doi.org/10.1007/s00417-012-2011-y>
66. Kim YK, Yoo BW, Kim HC, Aung T, Park KH. Relative lens vault in subjects with angle closure. *BMC Ophthalmol*. 2014;14:93. <https://doi.org/10.1186/1471-2415-14-93>
67. Song MK, Sung KR, Shin JW. Glaucoma progression after lens extraction in primary angle-closure glaucoma according to angle-closure mechanism. *J Glaucoma*. 2022;31(4):261-267. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001992>
68. Koh V, Keshtkaran MR, Hernstadt D, Aquino MCD, Chew PT, Sng C. Predicting the outcome of laser peripheral iridotomy for primary angle closure suspect eyes using anterior segment optical coherence tomography. *Acta Ophthalmol*. 2019;97(1):e57-e63. <https://doi.org/10.1111/aos.13822>
69. Salmon JF. Predisposing factors for chronic angle-closure glaucoma. *Prog Ret Eye Res*. 1999;18(1):121-132. [https://doi.org/10.1016/s1350-9462\(98\)00007-x](https://doi.org/10.1016/s1350-9462(98)00007-x)
70. Xu BY, Friedman DS, Foster PJ, et al. Anatomic changes and predictors of angle widening after laser peripheral iridotomy. The Zhongshan Angle Closure Prevention Trial. *Ophthalmology*. 2021;128(8):1161-1168. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.01.021>
71. Wang BS, Sakata LM, Friedman DS, et al. Quantitative iris parameters and association with narrow angles. *Ophthalmology*. 2010;117(1):11-17. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.06.017>
72. Soh ZD, Thakur S, Majithia S, Nongpiur ME, Cheng CY. Iris and its relevance to angle closure disease: A review. *Br J Ophthalmol*. 2021;105(1):3-8. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2020-316075>
73. Bao YK, Xu BY, Friedman DS, et al. Biometric risk factors for angle closure progression after laser peripheral iridotomy. *JAMA Ophthalmol*. 2023;141(6):516-524. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2023.0937>
74. Azuara-Blanco A. Use of biometric data after laser peripheral iridotomy – individualized monitoring strategy for angle closure prevention. *JAMA Ophthalmol*. 2023;141(6):524. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2023.1119>
75. Congdon NG, Youlin Q, Quigley H, et al. Biometry and primary angle-closure glaucoma among Chinese, white and black populations. *Ophthalmology*. 1997;104(9):1489-1495. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(97\)30112-2](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(97)30112-2)

76. Quigley HA, Silver DM, Friedman DS, et al. Iris cross-sectional area decreases with pupil dilation and its dynamic behavior is a risk factor in angle closure. *J Glaucoma*. 2009;18(3):173-179.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31818624ce>
77. Aptel F, Denis P. Optical coherence tomography quantitative analysis of iris volume changes after pharmacologic mydriasis. *Ophthalmology*. 2010;117(1):3-10.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.10.030>
78. Koh V, Chua J, Shi Y, et al. Association of iris crypts with acute primary angle closure. *Br J Ophthalmol*. 2017;101(10):1318-1322.
<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2016-309842>
79. Quigley HA, Friedman DS, Congdon NG. Possible mechanisms of primary angle-closure and malignant glaucoma. *J Glaucoma*. 2003;12(2):167-180.
<https://doi.org/10.1097/00061198-200304000-00013>
80. Sakai H, Morine-Shinjyo S, Shinzato M, Nakamura Y, Sakai M, Sawaguchi S. Uveal effusion in primary angle-closure glaucoma. *Ophthalmology*. 2005;112(3):413-419.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2004.08.026>
81. Kumar RS, Baskaran M, Chew PT, et al. Prevalence of plateau iris in primary angle closure suspects: an ultrasound biomicroscopy study. *Ophthalmology*. 2008;115(3):430-434.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.07.026>
82. Na KI, Park SP. Association of drugs with angle closure. *JAMA Ophthalmol*. 2022;140(11):1055-1063.
<https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2022.3723>

Glaucome primaire à angle fermé : un examen métahistorique complet – Partie 2

**Derek MacDonald, O.D., FAAO,
Dipl AAO**

Optométriste, Ilex Eyecare
Waterloo (Ontario), Canada

Résumé

Le glaucome primaire à angle fermé, bien qu'il soit moins commun que le glaucome primaire à angle ouvert, présente un risque 4 à 5 fois plus élevé de morbidité visuelle grave. L'identification des personnes présentant un risque élevé de maladie permet une intervention proactive plutôt que réactive, ce qui contribue à atténuer la possibilité de conséquences potentiellement graves. Elle est facilitée par une anamnèse minutieuse, un examen clinique et une imagerie auxiliaire, tandis que la prise en charge est un paradigme en évolution, éclairé par un certain nombre de recherches relativement récentes, qui peut impliquer des médicaments, des traitements au laser, une intervention chirurgicale ou une combinaison de ces éléments. Cette série d'articles, qui s'appuiera sur des documents pertinents évalués par les pairs, tentera de fournir une synthèse et un synopsis complets, mais ciblés du diagnostic et de la prise en charge actuels du glaucome primaire à angle fermé. Cette section portera sur les modalités d'imagerie auxiliaire, y compris la tomographie par cohérence optique du segment antérieur et les paramètres quantitatifs du segment antérieur.

Mots clés

glaucome primaire à angle fermé, gonioscopie, tomographie par cohérence optique du segment antérieur, bloc pupillaire, iris plateau, continuum angle fermé, iridotomie périphérique au laser, extraction de la cataracte

Modalités d'imagerie auxiliaire qualitative : photographie

La photographie peut faciliter la documentation de l'état de l'angle, tout comme la documentation de l'état de la tête du nerf optique. La photographie à la lampe à fente permet d'obtenir des images couleur

du segment antérieur d'une résolution extrêmement élevée, mais sa réalisation est techniquement complexe et prend beaucoup de temps.

La documentation photographique automatisée de l'angle à 360°, pilotée par logiciel, constitue un moyen de surmonter cet obstacle. Un instrument équipé d'une lentille de gonioscopie indirecte à 16 miroirs peut être utilisé pour capturer 16 photographies couleur haute résolution de 22,5° (2,0 × 2,36 mm). Chaque image est capturée dans 17 plans différents afin de tenir compte des variations de profondeur angulaire, la plus nette étant utilisée pour l'analyse. Ces images peuvent être examinées individuellement ou, comme elles

Citation suggérée

MacDonald D. Glaucome primaire à angle fermé : un examen métahistorique complet – Partie 2. *Can J Optom.* 2026;88(2):27-41.
<https://www.doi.org/10.65636/cjo.v88i2.6925>

Liste des sigles

AIT	angle irido-trabéculaire
BMU	biomicroscopie par ultrasons
CC	corps ciliaire
CI	courbure de l'iris
CIT	contact irido-trabéculaire
DOA	distance d'ouverture de l'angle
DOA _{LS}	distance d'ouverture de l'angle au niveau de la ligne de Schwalbe
ES	éperon scléral
FAP	fermeture de l'angle primaire
FC	flèche cristallinienne
FPAA	fermeture primaire aiguë de l'angle
GAF	glaucome à angle fermé
GPAF	glaucome primaire à angle fermé
GPAFS	glaucome primaire à angle fermé suspect
IPL	iridotomie périphérique au laser
LCA	largeur de la chambre antérieure
LS	ligne de Schwalbe
PCA	profondeur de la chambre antérieure
RT	réseau trabéculaire
SAP	synéchies antérieures périphériques
SCA	surface de la cavité angulaire
SIT	surface irido-trabéculaire
SIT _{LS}	surface irido-trabéculaire au niveau de la ligne de Schwalbe
TCO-DS	tomographie par cohérence optique à domaine spectral
TCO-SA	tomographie par cohérence optique du segment antérieur
VCA	volume de la chambre antérieure

se chevauchent légèrement, combinées en un montage circulaire ou linéaire¹. Bien qu'elle ne remplace pas la gonioscopie traditionnelle (étant statique, bidimensionnelle et ne permettant pas de techniques dynamiques ou de compression/indentation), cette approche standardisée peut faciliter la documentation, permettre la comparaison entre les quadrants, offrir une analyse hors ligne plutôt que strictement en temps réel, et permettre la détection des changements au fil du temps, y compris après le traitement, grâce à l'évaluation longitudinale d'images en série^{2,3}.

Modalités d'imagerie auxiliaire quantitative

De l'information quantitative hautement reproductible peut constituer un complément utile à l'évaluation gonioscopique qualitative, peut-être en particulier pour prédire le risque de progression⁴. Cependant, la gonioscopie reste essentielle pour identifier des caractéristiques importantes, notamment les synéchies antérieures périphériques (SAP), qui peuvent être difficiles à détecter avec les modalités d'imagerie actuelles^{5,6}.

Les procédures d'imagerie complémentaires — notamment la biomicroscopie par ultrasons, l'imagerie de Scheimpflug et, plus récemment, la tomographie par cohérence optique du segment antérieur — ont permis d'identifier de nombreux nouveaux paramètres biométriques qui constituent des facteurs de risque de fermeture de l'angle⁷⁻⁹. Tout comme en gonioscopie, le contrôle de la fixation, de l'éclairage, de l'accommodation et de la position des paupières est essentiel pour maintenir la position du globe oculaire et prévenir la constriction pupillaire, ce qui permet d'obtenir des images représentatives du segment antérieur^{5,10}.

Biomicroscopie par ultrasons

La biomicroscopie par ultrasons (BMU), introduite à la fin des années 1980, est une technique d'imagerie bidimensionnelle non invasive reposant sur la réflexion d'ondes sonores focalisées à haute fréquence (le plus souvent 50 MHz) par des tissus de différentes impédances¹¹.

La BMU offre une résolution axiale et latérale de 25 µm et 50 µm, respectivement, ainsi qu'une

pénétration tissulaire de 3 à 5 mm¹². La pénétration peut être améliorée en utilisant des fréquences plus basses, au prix toutefois d'une résolution moindre. En effet, l'un des principaux atouts de la BMU réside dans sa capacité à pénétrer l'épithélium pigmentaire de l'iris et à obtenir une image du corps ciliaire (CC), ce qui s'avère particulièrement utile dans les cas d'iris en plateau (ce sujet sera abordé plus en détail ultérieurement dans cette série)^{2,11,12}.

La BMU permet d'identifier avec précision les angles étroits et détecte le contact irido-trabéculaire (CIT) plus souvent que la gonioscopie^{13,14}.

La BMU a été la première modalité à quantifier des paramètres, notamment la profondeur de la chambre antérieure (PCA), la distance d'ouverture de l'angle (DOA) et la surface de la cavité angulaire (SCA), entre autres. Bon nombre de ces paramètres seront abordés en détail dans la revue consacrée à la tomographie par cohérence optique du segment antérieur (TCO-SA) qui suivra^{12,15}.

Grâce à sa capacité à visualiser les structures situées en arrière de l'iris, la BMU permet également de quantifier des paramètres impossibles à mesurer par TCO-SA, notamment la distance entre le processus trabéculaire et le processus ciliaire ainsi que l'angle entre ces deux processus, qui sont tous deux plus petits en présence d'un corps ciliaire (CC) situé antérieurement, caractéristique de l'iris en plateau¹⁶.

Les images par BMU avant et après iridotomie périphérique au laser (IPL) permettent de mettre en évidence une augmentation de la DOA et de la SCA, ainsi qu'une diminution de la convexité de l'iris grâce à l'élimination réussie du bloc pupillaire¹⁷. Cependant, les patients doivent être en décubitus dorsal afin de permettre l'immersion de la sonde ultrasonore dans un bain d'eau précornéen et doivent fixer une cible éloignée avec l'autre œil pour contrôler l'accommodation. L'éclairage ambiant doit être faible pour contrôler la taille de la pupille¹³. De plus, la répétabilité entre examinateurs peut poser problème en raison du manque d'uniformité dans le positionnement de la sonde et de l'identification manuelle des repères anatomiques importants, le plus souvent l'éperon scléral (ES)².

Imagerie Scheimpflug

En photographie conventionnelle, les plans de la lentille, du film et de la mise au point sont parallèles. En imagerie Scheimpflug, le fait d'incliner le plan de la lentille pour qu'il croise les 2 autres plans étend la profondeur de champ, permettant ainsi l'imagerie simultanée des structures situées entre la cornée antérieure et la face postérieure du cristallin¹⁸. L'instrument Pentacam de référence utilise une source lumineuse de 475 nm et une caméra Scheimpflug rotative pour acquérir de multiples photographies en coupe transversale et générer un modèle tridimensionnel du segment antérieur^{19,20}.

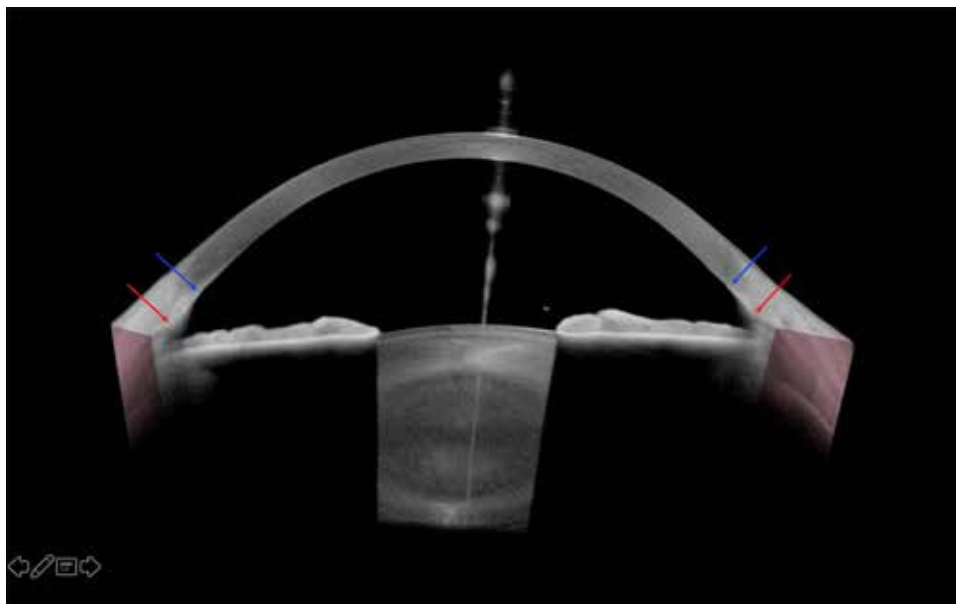
L'imagerie Scheimpflug permet de quantifier la PCA et le volume de la chambre antérieure (VCA), ainsi que leur évolution après une IPL ou une extraction du cristallin, mais ne permet pas la visualisation directe de l'angle et est sensible à l'influence de l'accommodation et de l'éclairage^{2,12}. De plus, elle présente généralement une faible corrélation avec la gonioscopie, en particulier dans les angles étroits. Contrairement à la BMU, elle ne permet pas de visualiser les structures situées en arrière de l'iris²¹.

Tomographie par cohérence optique du segment antérieur

La TCO-SA utilise l'interférométrie dans le proche infrarouge à faible cohérence pour produire des images transversales in vivo, permettant ainsi des analyses tant qualitatives que quantitatives²².

Tout comme la gonioscopie, cet examen est influencé par l'éclairage ambiant et l'accommodation²³. Contrairement à la gonioscopie, il n'y a que peu ou pas d'influence de pression mécanique involontaire, mais il n'est pas non plus possible d'effectuer facilement une compression/indentation^{24,25}. Cependant, l'angle fermé par synéchie et l'angle fermé par apposition peuvent être différenciés grâce à l'imagerie dynamique dans des conditions de lumière et d'obscurité (un angle présentant des SAP restera fermé, quelle que soit l'illumination ambiante), et la TCO-SA à source balayée permet de détecter les SAP avec un haut niveau de concordance avec la gonioscopie²⁶. Bien qu'un balayage horizontal soit le plus facile à obtenir et le plus fréquemment analysé, les cliniciens doivent garder à l'esprit que les balayages le long d'axes

Figure 1. Image obtenue par tomographie par cohérence optique du segment antérieur à source balayée, illustrant la localisation de l'éperon scléral nasal et temporal (flèches rouges) et de la ligne de Schwalbe nasale et temporale (flèches bleues)



L'éperon scléral se caractérise par un léger changement de courbure (ou une bosse) marquant l'insertion du muscle ciliaire à environ 500 μm en arrière du réseau trabéculaire. La ligne de Schwalbe marque la terminaison périphérique de la membrane de Descemet, entre l'antérieur réseau trabéculaire et l'endothélium cornéen.

verticaux ou obliques (semblables à l'examen gonioscopique de plusieurs quadrants) peuvent donner des résultats radicalement différents et plus représentatifs²⁷⁻²⁹.

Bien qu'elles offrent une résolution, une largeur et une profondeur de balayage déjà impressionnantes et en constante amélioration, aucune des modalités de TCO-SA ne permet actuellement de visualiser les structures situées en arrière de l'iris (ou à travers des opacités des milieux) aussi bien que la BMU^{12,30,31}. Cependant, la TCO-SA est plus conviviale pour l'utilisateur et le patient que la BMU et offre une meilleure répétabilité ainsi qu'une résolution plus élevée, en particulier lorsque plusieurs images font l'objet d'un échantillonnage et d'un calcul de moyenne^{12,32}. Cela permet une identification plus précise et plus exacte de l'ES, visualisé

sous la forme d'un changement subtil de courbure (ou d'une bosse) marquant l'extension de la sclère plus claire (visible en avant du muscle ciliaire plus sombre) dans la chambre antérieure, à sa jonction avec la cornée postérieure (voir la figure 1)³³. L'ES est un repère essentiel, étant donné que le réseau trabéculaire (RT) se trouve à environ 500 μm en avant de celui-ci^{10,32}.

La TCO-SA dans le domaine temporel Zeiss Visante de 1310 nm, modèle de référence, offre une largeur de balayage pouvant atteindre 16 mm (avec 256 A-scans), une profondeur de 8 mm, une vitesse d'environ 2000 A-scans par seconde, ainsi qu'une résolution axiale et transversale d'environ 18 μm et 60 μm , respectivement²⁰.

L'identification des ES peut s'avérer difficile avec la TCO-SA dans le domaine temporel, environ

1 cas sur 4 étant indéterminé, même lorsque des images de haute qualité sont évaluées par des spécialistes du glaucome s'intéressant à l'angle fermé^{10,34,35}. La difficulté peut être encore plus grande avec les longueurs d'onde (~840 nm) plus courtes et la pénétration (~2 mm) et la largeur (~3 mm) réduites de la TCO dans le domaine spectral (TCO-DS) (un appareil plus couramment utilisé en cabinet privé), en particulier chez les personnes âgées de plus de 65 ans, dans les quadrants supérieur et inférieur, et en présence d'une opacité limbique recouvrant un angle étroit^{32,36-38}. Cela peut s'avérer encore plus problématique si des images de moins bonne qualité sont évaluées par des praticiens moins expérimentés. De plus, l'écart-type inter-observateurs dans la localisation de l'ES peut avoisiner les 100 µm, ce qui introduit une variabilité significative². Cependant, la vitesse de balayage plus élevée (27 000 à 100 000 A-scans par seconde) et une résolution supérieure de la TCO-DS permettent d'identifier davantage de structures antérieures, notamment le RT, le canal de Schlemm et la ligne de Schwalbe (LS)^{12,39,40}.

La TCO-SA à source balayée utilisant un laser de balayage accordable à 1310 nm offre une largeur et une profondeur de balayage (respectivement 16 mm et 6 à 14 mm) qui rivalisent avec celles de la TCO-SA dans le domaine temporel dédié, ainsi qu'une vitesse (30 000 à 200 000 A-scans par seconde) et une résolution axiale et transversale (respectivement de 5 à 9 µm et de 15 à 30 µm) qui la surpassent⁴¹⁻⁴³. La pénétration accrue du balayage permet de visualiser la surface postérieure du cristallin et de calculer son épaisseur, bien que la BMU reste supérieure pour la visualisation de la chambre antérieure. L'acquisition d'images à grande vitesse (balayage à 360° en moins de 3 secondes) permet la localisation simultanée de l'ES et de la LS (représentant les limites postérieure et antérieure du RT), ainsi que la reconstruction d'une image tridimensionnelle d'une précision impressionnante de l'iris et des structures angulaires, ce qui permet de quantifier avec exactitude et précision la surface et l'angle des SAP, ce qui est pratiquement impossible avec la gonioscopie par compression/indentation^{35,46}.

TCO-SA et gonioscopie

Les premières comparaisons semblaient indiquer que la BMU et la TCO-SA présentaient une forte corrélation avec le grade angulaire gonioscopique³⁵. Cependant, d'autres études ont démontré que la TCO-SA détecte 50 % de cas supplémentaires de fermeture par apposition (définie comme tout CIT situé en avant de l'ES) par rapport à la gonioscopie, peut-être grâce à un meilleur contrôle de l'éclairage et à une manipulation physique moindre du globe oculaire^{47,48}. La TCO-SA pourrait également mieux caractériser les variations anatomiques entre les quadrants⁴⁹. Par la suite, il a été observé qu'environ 15 % des yeux pouvaient être classés à tort comme présentant une fermeture de l'angle (en utilisant la gonioscopie comme norme de référence) lorsqu'un CIT $\geq 180^\circ$ était détecté par TCO-SA à source balayée⁵⁰. Bon nombre de ces faux positifs présentaient un CIT court n'impliquant qu'une partie du RT. Cependant, les yeux présentant un CIT plus étendu, détecté par TCO-SA au départ, présentent un risque plus élevé de fermeture d'angle détecté par gonioscopie sur une période de suivi de 4 années⁵¹.

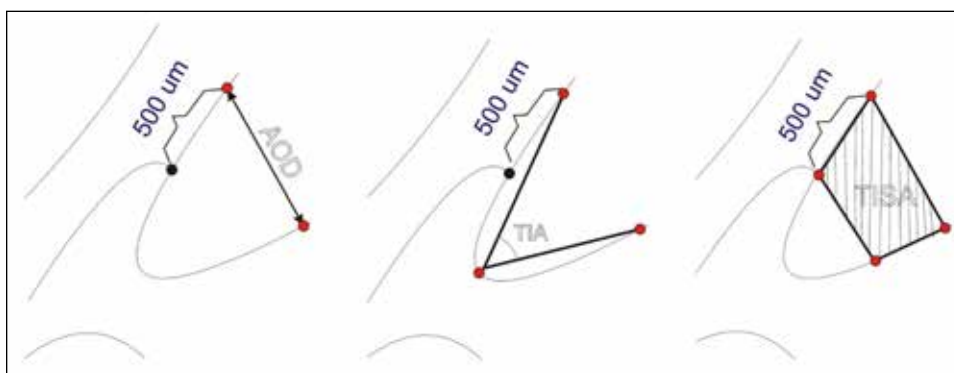
Une étude récente a démontré que seul 1 œil sur 3 présentant une fermeture de l'angle par gonioscopie (définie comme l'incapacité de visualiser le RT postérieur $\geq 180^\circ$) présentait un CIT $\geq 180^\circ$ à la TCO-SA à balayage, et 1 sur 6 ne présentait absolument aucun signe de CIT⁵². Cela suggère que la fermeture de l'angle détectée par gonioscopie ne correspond pas toujours à une véritable fermeture anatomique de l'angle (c'est-à-dire que le RT postérieur peut ne pas être visible, mais reste dégagé) et met en évidence le rôle potentiel de la TCO-SA dans la stratification du risque.

Comme cela s'est souvent avéré être le cas dans le domaine du glaucome (qu'il s'agisse de glaucome à angle ouvert ou à angle fermé), il ne s'agit pas de choisir entre une technique **ou** une autre, mais d'utiliser l'une **et** l'autre.

Paramètres quantifiés de la chambre antérieure par TCO-SA

La TCO-SA a permis d'identifier ou d'affiner de nombreux nouveaux paramètres quantitatifs associés à un risque accru de fermeture de l'angle, la

Figure 2. Schéma représentant la relation entre la distance d'ouverture de l'angle (DOA_{500} , à gauche), l'angle irido-trabéculaire (AIT_{500} , au centre) et la surface irido-trabéculaire (SIT_{500} , à droite)



La DOA (AOD en anglais), l'AIT (TIA en anglais) et la SIT (TISA en anglais) dépendent tous d'une localisation précise et exacte de l'éperon scléral.

plupart reposant encore sur une identification subjective précise de l'ES^{10,11,32,53}.

Une largeur réduite de la chambre antérieure (LCA) (définie comme la distance horizontale entre les ES, mesurée en millimètres) constitue un facteur de risque et un signe fréquent observé dans les yeux plus susceptibles de développer un glaucome primaire à angle fermé (GPAF), notamment chez les femmes, les personnes d'origine chinoise et les personnes de plus de 65 ans^{35,54}.

On a observé que la surface moyenne de la chambre antérieure et le volume moyen de la chambre antérieure (VCA) étaient plus faibles dans les yeux présentant des angles de chambre antérieure étroits et plus élevés après une IPL^{53,55}. La surface de la chambre antérieure est définie comme la surface de section transversale délimitée par l'endothélium cornéen, l'iris antérieur et le cristallin antérieur au niveau de la pupille, mesurée en millimètres carrés. Le VCA est calculé en effectuant mathématiquement une rotation complète de la surface de la chambre antérieure autour d'un axe passant par son centre, mesuré en millimètres cubes.

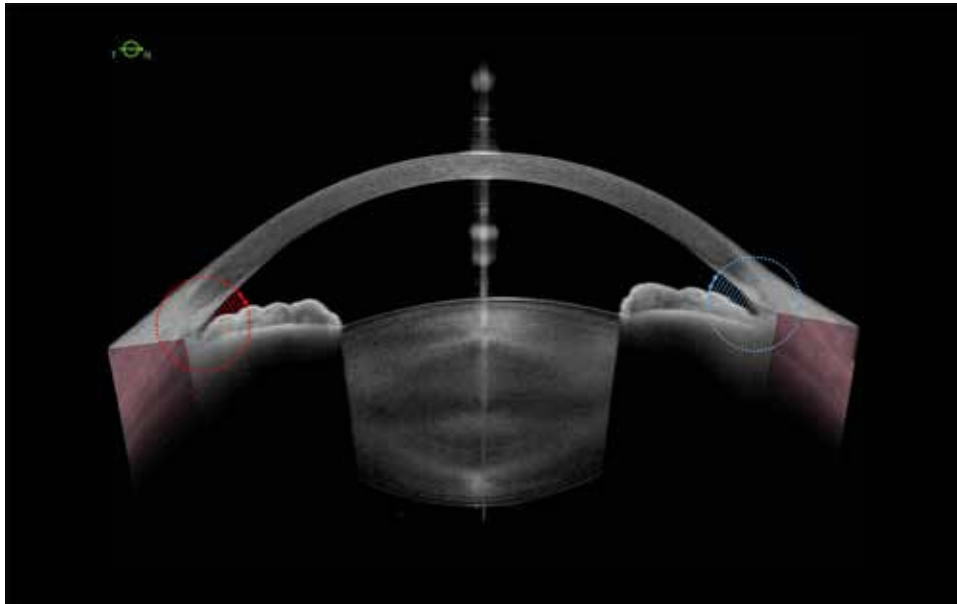
La PCA et le VCA diminuent tous deux avec l'âge, ce qui pourrait jouer un rôle dans la pathogenèse de la maladie de fermeture d'angle. Entre 20 et 80 ans, la PCA moyenne diminue de $3,2 \pm 0,3$ mm à $2,5 \pm 0,4$ mm, et le VCA de $2,32 \pm 0,46$ mm³ à

$1,52 \pm 0,45$ mm³^{56,57}. Cela dit, tous les yeux présentant une PCA centrale peu profonde ne présentent pas un risque équivalent de développer une maladie de l'angle fermé primaire. Dans certains yeux, l'anatomie de l'angle périphérique peut être plus normale que ne le suggère la PCA centrale, ce qui les expose à un risque relativement faible de fermeture de l'angle²⁹.

Une LCA, une surface de la chambre antérieure et un VCA plus petits contribuent à l'encombrement du segment antérieur et augmentent le risque de développer une fermeture de l'angle⁷. En effet, une surface de la chambre antérieure et un VCA plus petits multiplient par 40 à 50 le risque d'avoir un angle étroit^{55,57,58}.

Quantifiée pour la première fois par Pavlin dans des études par BMU, la DOA est définie comme la longueur d'une ligne entre la surface antérieure de l'iris et l'endothélium cornéen, perpendiculaire au plan du trabéculum, à une distance fixe (souvent 500 ou 750 µm) de l'ES qui est estimée correspondre à l'emplacement du RT¹¹. On sait que la DOA est plus petite chez les personnes dont le diagnostic passe de « glaucome primaire à angle fermé suspect » (GPAFS) à « fermeture de l'angle primaire » (FAP); elle permet de prédire une fermeture gonioscopique incidente de l'angle et augmente après une IPL^{6,53}. En effet, la DOA_{750} horizontale pourrait être

Figure 3. Malgré une distance d'ouverture de l'angle (DOA_{750}) relativement symétrique, l'angle temporal (à gauche sur cette image) présente une surface de la cavité angulaire (SCA_{750}) plus petite que l'angle nasal (à droite), ce qui l'expose à un risque plus élevé de fermeture



le meilleur paramètre unique pour détecter les angles étroits par gonioscopie. Une DOA_{750} de référence $\leq 300 \mu\text{m}$ a montré une sensibilité de près de 96 % et une spécificité de 65 % pour identifier les personnes à risque de fermeture d'angle incidente lors d'un suivi de 4 ans^{7,37,58}.

L'angle irido-trabéculaire, généralement défini à $500 \mu\text{m}$ de l'ES (AIT_{500}), est une mesure de l'angle en degrés entre les 2 lignes reliant la partie la plus profonde de la cavité angulaire et les extrémités de la ligne représentant la DOA_{500} . Plus la DOA_{500} est petite, plus l' AIT_{500} est étroit⁵⁹.

Défini comme la surface triangulaire entre la surface antérieure de l'iris, la surface postérieure cornéosclérale et la DOA , mesurée en μm , la SCA est plus petite chez les personnes présentant une fermeture de l'angle et augmente après une IPL^{5,53,60}.

Représentant effectivement une partie de la SCA , la surface irido-trabéculaire (SIT) est également plus petite chez les personnes passant d'un GPAFS à une FAP et augmente après une IPL^{4,5,53,58}. La SIT est définie comme la zone trapézoïdale délimitée

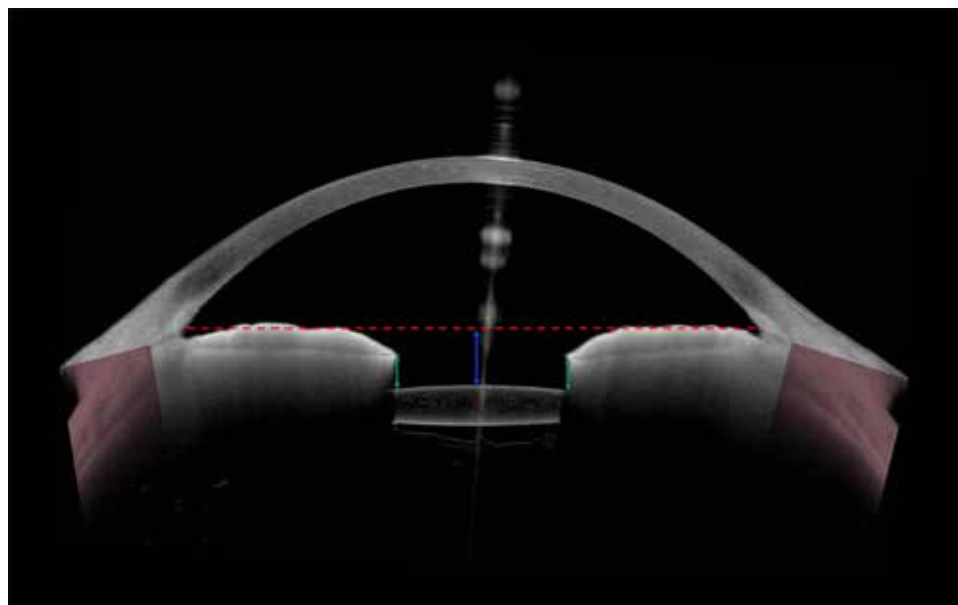
par la DOA (à 500 ou $750 \mu\text{m}$) en avant, une ligne entre l'ES et l'iris antérieur perpendiculaire à la paroi sclérale en arrière, la surface cornéosclérale en haut et la surface antérieure de l'iris en bas.

La relation entre la DOA_{500} , l' AIT_{500} et la SIT_{500} est représentée schématiquement à la figure 2⁶¹.

Veillez vous reporter à la figure 3 pour un exemple de l'influence du contour de l'iris périphérique sur le risque de fermeture de l'angle. Il convient de noter que malgré une DOA_{750} relativement symétrique, l'angle temporal (à gauche sur cette image) présente une SCA_{750} nettement plus petite, ce qui l'expose à un risque plus élevé de fermeture.

Étant donné que l'ES peut être difficile à visualiser dans près de 1 œil sur 4, la mesure de la DOA au niveau de la ligne de Schwalbe (DOA_{LS}) a été proposée comme solution de rechange aux mesures référencées par rapport à l'ES⁶². La DOA_{LS} correspond à la distance entre la ligne de Schwalbe (visible dans plus de 95 % des yeux comme jonction interne entre le stroma cornéen plus sombre et la sclère plus claire au niveau du limbe) (voir la figure 1) et

Figure 4. Après l'extraction d'une cataracte ou d'un cristallin clair



Notez la présence d'une flèche cristallinienne négative (flèche bleue) et l'absence de contact irido-lenticulaire/lentille intraoculaire implantée (flèches vertes), même si le bord de l'iris est plus postérieur que sa racine.

la surface de l'iris perpendiculaire à l'endothélium cornéen. En effet, étant donné que la longueur du RT présente une variabilité interindividuelle significative et peut être plus courte chez les personnes atteintes d'un GAF que chez celles qui ne le sont pas⁶³, la DOA_{LS} pourrait constituer un meilleur indicateur de la capacité de l'humeur aqueuse à accéder au RT que la DOA_{500} ou la DOA_{750} .

En utilisant la ligne de Schwalbe (LS) comme repère, la surface irido-trabéculaire au niveau de la ligne de Schwalbe (SIT_{LS}) peut être calculée comme la surface trapézoïdale délimitée par la DOA_{LS} à l'avant, une ligne entre la paroi sclérale et l'iris antérieur tracée perpendiculairement à la paroi sclérale à une distance arbitraire de 500 μm en arrière de la LS, la surface cornéosclérale en haut, et la surface antérieure de l'iris en bas⁶⁴. La capacité de la SIT_{LS} à identifier une fermeture de l'angle s'est avérée comparable à celle de la gonioscopie et à celle de la SIT_{500} et de la SIT_{750} , avec là encore l'avantage que la LS est plus facilement identifiable que l'ES sur la plupart des images TCO-DS. De plus, comme elle tient compte de la courbure de

l'iris postérieure au niveau de la LS (voir figure 3), la SIT_{LS} pourrait refléter l'anatomie de l'angle et le risque de fermeture qui y est associé avec plus de précision que la DOA_{LS} ⁶⁴.

La flèche cristallinienne (FC) correspond à la distance entre la face antérieure du cristallin et le plan de l'ES (un indicateur de la limite postérieure de l'angle)^{9,65}. La FC quantifie le volume du cristallin dans la partie antérieure de l'œil et constitue l'un des principaux facteurs contribuant à la réduction de la largeur de l'angle. Une FC de référence > 0,56 mm présentait une sensibilité de près de 65 % et une spécificité de 84 % pour identifier les personnes qui ont développé une fermeture de l'angle au bout de 4 ans de suivi⁵⁸.

Les yeux atteints de GPAF présentent une FC significativement plus élevée que les yeux sains (1,06 contre 0,36 mm)⁶⁶, et les individus se situant dans le quartile présentant la FC la plus élevée courent près de 50 fois plus de risques de souffrir de FAP que ceux du quartile présentant la FC la plus faible⁹. Sur le plan mécanistique, une FC plus importante repousse l'iris vers l'avant, ce qui peut renforcer le

bloc pupillaire et augmenter le risque de CIT et de fermeture de l'angle incidente, indépendamment de l'épaisseur du cristallin et de la PCA^{53,65}.

Sur les images par TCO-SA des yeux présentant une FC plus importante, l'iris semble recouvrir une grande partie de la surface antérieure du cristallin, ce que certains ont qualifié de configuration en « volcan »⁶⁷.

La FC a tendance à augmenter avec la progression de la cataracte, peut diminuer après une IPL (réduisant encore le risque de bloc pupillaire persistant) et diminue nettement après une extraction du cristallin (cataracte ou cristallin clair) (voir figure 4)^{9,28,68}. Sans surprise, les patients présentant une FC prononcée ont tendance à voir leur pression intraoculaire diminuer de manière significative après l'extraction du cristallin⁶⁷.

L'importance de la FC a été évoquée à la fin des années 1990, bien avant la mise au point de la TCO-SA, lorsque Salmon a estimé que « la caractéristique biométrique la plus importante prédisposant au glaucome à angle fermé est la position relativement avancée de la surface antérieure du cristallin par rapport à la racine de l'iris »⁶⁹.

La courbure de l'iris (CI) est accentuée en présence d'un bloc pupillaire (réflétant le bombé de l'iris) et s'aplatit après une IPL, contribuant à une augmentation de la surface de la chambre antérieure et du VCA^{6,53,70}. La CI est définie comme la distance perpendiculaire en millimètres entre la surface postérieure de l'iris à son point de courbure maximale et les 2 points marquant l'épithélium pigmentaire de l'iris le plus périphérique et le plus central.

Une CI, une surface de l'iris et une épaisseur de l'iris plus importantes, comme quantifié par TCO-SA, augmentent toutes l'encombrement de l'angle et se sont avérées multiplier indépendamment de 2,5 à 2,7 fois le risque d'un angle étroit^{7,9,71}. La surface de l'iris correspond à la section transversale cumulative de l'iris entre l'ES et le bord de la pupille. L'épaisseur de l'iris est mesurée à une distance fixe de l'ES (généralement 750 et 2000 μm) ou de la racine de l'iris (habituellement 500 et 1000 μm).

De plus, une épaisseur périphérique accrue de l'iris est plus fréquente chez les personnes de plus de

65 ans, les personnes d'origine asiatique et celles ayant des antécédents de GPAF^{4,72}.

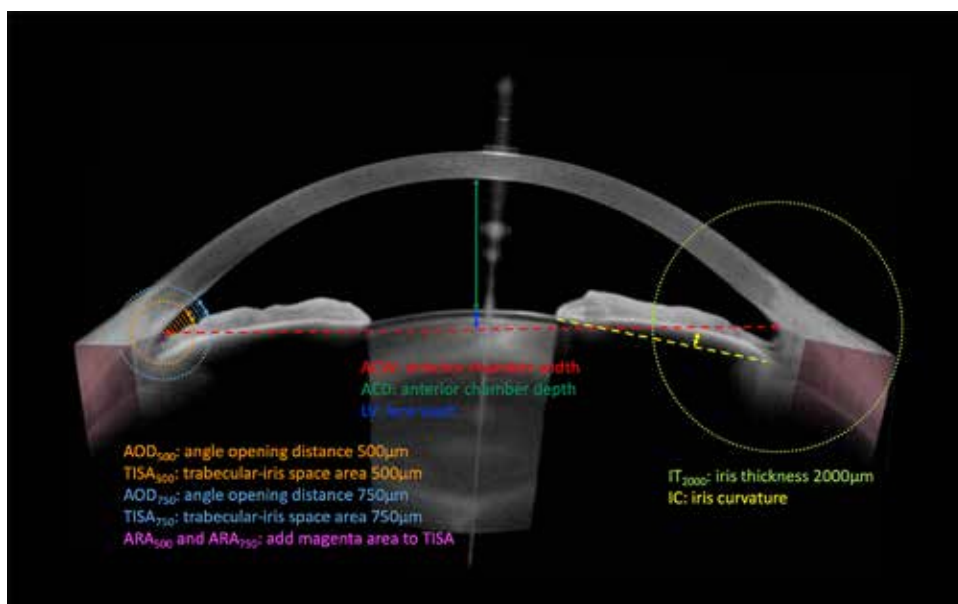
Une analyse rétrospective des données de l'essai Zhongshan Angle Closure Prevention Trial a identifié une largeur d'angle réduite (DOA_{500} horizontale étroite et SIT_{500} horizontale $\leq 0,05 \text{ mm}^2$) et un score gonioscopique cumulé ≤ 6 deux semaines après l'IPL comme facteurs de risque biométriques prédictifs de la progression des yeux atteints de GPAFS traités par IPL⁷³. Le score gonioscopique cumulé correspond à la somme des notes gonioscopiques des quatre quadrants, où la note 0 correspond à l'absence de structures visibles, la note 2 à la présence d'un RT postérieur et la note 4 à la présence d'un corps ciliaire (CC). Cela a confirmé que l'effet protecteur de l'IPL était fortement lié à l'élargissement de l'angle et suggère que la TCO-SA pourrait avoir une valeur prédictive plus importante pour les yeux présentant des angles plus étroits avant l'IPL, tandis que la gonioscopie pourrait être plus utile pour les yeux présentant des configurations plus larges (ou plus variables) après l'IPL. Ces données ont également souligné l'importance d'une évaluation minutieuse de l'angle après une IPL, en recourant idéalement à la fois à des tests quantitatifs (TCO-SA) et qualitatifs (gonioscopie), afin de mieux identifier les yeux présentant un risque plus élevé de progression après l'IPL et orienter un suivi individualisé⁷⁴.

Une image TCO-SA à source balayée représentative illustrant la LCA, la PCA, la FC, la DOA, la SIT, la SCA, la CI et l'épaisseur de l'iris est présentée à la figure 5.

Bien que les paramètres biométriques (ou anatomiques) statiques expliquent une grande partie de la variabilité de la largeur de l'angle, les changements dynamiques (ou physiologiques) dans l'iris et la choroïde jouent également un rôle important^{34,72}. Ceci est mis en évidence par le fait que, malgré une anatomie du segment antérieur comparable, les yeux des Asiatiques présentent un risque de GPAF 5 fois plus élevé que ceux des Européens⁷⁵.

À titre d'exemple, alors que le volume de l'iris tend à diminuer avec la mydriase chez les témoins, il a été démontré qu'il diminue moins (ou, dans certains cas, augmente) chez les personnes présentant une fermeture de l'angle, créant ainsi un CIT

Figure 5. Image de tomographie par cohérence optique du segment antérieur à source balayée illustrant de nombreux paramètres du segment antérieur



Les paramètres comprennent la largeur (LCA) et la profondeur (PCA) de la chambre antérieure, la flèche cristallinienne (FC), la distance d'ouverture de l'angle (DOA), la surface irido-trabéculaire (SIT), la surface de la cavité angulaire (SCA), la courbure de l'iris (CI) et l'épaisseur de l'iris (EI), dont beaucoup dépendent d'une localisation précise et exacte de l'éperon scléral. Il convient de noter que la surface de la chambre antérieure (SCA) est délimitée par la cornée postérieure, l'iris antérieur et la surface antérieure du cristallin. Le volume de la chambre antérieure (VCA) est calculé en faisant pivoter la SCA de 360° autour d'un axe vertical passant par son centre.

et obstruant physiquement le RT^{76, 77}. Une hypothèse veut que la densité de l'iris soit accrue et que la conductivité du liquide soit altérée chez les personnes de plus de 65 ans, celles ayant des antécédents de fermeture primaire aiguë de l'angle (FPAA) et celles présentant moins de cryptes radiales de l'iris et davantage de sillons concentriques de l'iris⁷². En effet, le risque de FPAA était près de 9 fois plus élevé chez les yeux sans cryptes de l'iris que chez ceux présentant de nombreuses cryptes⁷⁸.

Plus en arrière, l'expansion/l'épanchement choroïdien (accumulation anormale de liquide dans l'espace suprachoroïdien, mieux visualisée par BMU) dans l'enveloppe cornéosclérale relativement rigide

peut provoquer un déplacement vers l'avant du vitré, du cristallin et de l'iris. Cela peut rétrécir l'angle et précipiter la FPAA, en particulier dans les yeux hypermétropes de petite taille présentant déjà des angles étroits et une résistance accrue à l'écoulement du liquide à travers le vitré antérieur^{23,79-81}. Ce mécanisme pourrait contribuer à certaines formes de FPAA iatrogène (induite par des médicaments) examinées précédemment, y compris celle secondaire au topiramate⁸².

Conclusion

Le GPAF reste une cause importante, mais malheureusement et inutilement sous-diagnostiquée, de déficience visuelle liée au glaucome. Grâce à

la reconnaissance des facteurs de risque, à une évaluation clinique minutieuse et à l'utilisation judicieuse de modalités d'imagerie auxiliaire en évolution, les optométristes en soins primaires peuvent dépister cette maladie largement évitable de l'anatomie oculaire tôt dans le spectre du glaucome à angle fermé. Cela ouvre la voie à une intervention médicale, procédurale et chirurgicale efficace, permettant de prévenir la perte de vision et de préserver la qualité de vie liée à la vision.

Divulgations

Financement : Cette étude n'a reçu aucune subvention particulière d'organismes de financement des secteurs publics, commerciaux ou sans but lucratif.

Intérêts concurrents : Tous les auteurs ont rempli le formulaire de divulgation uniforme de l'ICMJE et n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts.

Déclaration relative à l'intelligence artificielle :

Les auteurs confirment qu'aucune technologie génératrice d'IA ou assistée par l'IA n'a été utilisée pour créer du contenu.

Auteur pour la correspondance : Derek MacDonald, derek.macdonald.ilexeye@gmail.com

Références

- Pinto LA. (2021). *Time to refine your glaucoma practice*. Nidek Experience Center.
- Riva I, Micheletti E, Oddone F, et al. Anterior chamber angle assessment techniques: A review. *J Clin Med*. 2020;9(12):3814. <https://doi.org/10.3390/jcm9123814>
- 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):112-118. <https://doi.org/10.1177/1120672118806436>
- Xu BY, Friedman DS, Foster PJ, et al. Ocular biometric risk factors for progression of primary angle closure disease. The Zhongshan Angle Closure Prevention Trial. *Ophthalmology*. 2022;129(3):267-275. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.10.003>
- Radhakrishnan S, See J, Smith SD, et al. Reproducibility of anterior chamber angle measurements obtained with anterior segment optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007;48(8):3683-3688. <https://doi.org/10.1167/iovs.06-1120>
- Jiang Y, Chang DS, Zhu H, et al. Longitudinal changes of angle configuration in primary angle-closure suspects. The Zhongshan Angle-Closure Prevention Trial. *Ophthalmology*. 2014;121(9):1699-1705. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.03.039>
- Nongpiur ME, Ku JY, Aung T. Angle closure glaucoma: A mechanistic review. *Curr Opin Ophthalmol*. 2011;22(2):96-101. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e32834372b9>
- He M, Foster PJ, Johnson GJ, Khaw PT. Angle-closure glaucoma in East Asian and European people: Different diseases? *Eye*. 2006;20(1):3-12. <https://doi.org/10.1038/sj.eye.6701797>
- Nongpiur ME, He M, Amerasinghe N, et al. Lens vault, thickness and position in Chinese subjects with angle closure. *Ophthalmology*. 2011;118(3):474-479. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.07.025>
- Leung CK-S, Weinreb RN. Anterior chamber imaging with optical coherence tomography. *Eye*. 2011;25(3):261-267. <https://doi.org/10.1038/eye.2010.201>
- Pavlin CJ, Ritch R, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy in plateau iris syndrome. *Am J Ophthalmol*. 1992;113(4):390-395. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)76160-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)76160-4)
- Smith SD, Singh K, Lin SC, et al. Evaluation of the anterior chamber angle in glaucoma: A report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2013;120(10):1985-1997. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.05.034>
- Barkana Y, Dorairaj SK, Gerber Y, Liebmann JM, Ritch R. Agreement between gonioscopy and ultrasound biomicroscopy in detecting iridotrabecular apposition. *Arch Ophthalmol*. 2007;125(10):1331-1335. <https://doi.org/10.1001/archophth.125.10.1331>
- Kong X, Foster PJ, Huang Q, et al. Appositional closure identified by ultrasound biomicroscopy in population-based primary angle-closure glaucoma suspects: The Liwan Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(7):3970-3975. <https://doi.org/10.1167/iovs.10-6412>

15. Radhakrishnan S, Chen L. Diagnosis and monitoring of primary angle closure. *Curr Ophthalmol Rep*. 2015;3:51-57.
<https://doi.org/10.1007/s40135-015-0063-y>
16. Xu Y, Tan Q, Li C, Liu D. The ocular biometry characteristics of young patients with primary angle-closure glaucoma. *BMC Ophthalmol*. 2022;22(1):150.
<https://doi.org/10.1186/s12886-022-02374-2>
17. Gazzard G, Friedman DS, Devereux JG, Chew P, Seah SK. A prospective ultrasound biomicroscopy evaluation of changes in anterior segment morphology after laser iridotomy in Asian eyes. *Ophthalmology*. 2003;110(3):630-638.
[https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(02\)01893-6](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(02)01893-6)
18. Jones LW, Srinivasan S, Ng A, Schulz Me. (2018). Diagnostic instruments. Dans N. Efron (dir.), *Contact Lens Practice* (3^e ed., 327-345). Elsevier.
19. Rabsilber TM, Khoramnia R, Auffarth GU. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg*. 2006;32(3):456-459.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2005.12.103>
20. Rodrigues EB, Johanson M, Penha FM. Anterior segment tomography with the Cirrus optical coherence tomography. *J Ophthalmol*. 2012;806989.
<https://doi.org/10.1155/2012/806989>
21. Kurita N, Mayama C, Tomidokoro A, Aihara M, Araie M. Potential of the Pentacam in screening for primary angle closure and primary angle closure suspect. *J Glaucoma*. 2009;18(7):506-512.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e318193c141>
22. Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science*. 1991;254(5035):1178-1181.
<https://doi.org/10.1126/science.1957169>
23. Sun X, Dai Y, Chen Y, et al. Primary angle closure glaucoma: What we know and what we don't know. *Prog Ret Eye Res*. 2017;57:26-45.
<https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2016.12.003>
24. Prata TS, Dorairaj S, De Moraes CG, Tello C, Liebmann JM, Ritch R. Indentation slit lamp-adapted optical coherence tomography technique for anterior chamber angle assessment. *Arch Ophthalmol*. 2010;128(5):646-647.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2010.51>
25. Marion KM, Dastiridou A, Niemeyer M, Francis BA, Sadda SR, Chopra V. Anterior chamber angle morphometry measurement changes to ambient illumination scaling in Visante time domain optical coherence tomography. *Curr Eye Res*. 2017;42(3):386-393.
<https://doi.org/10.1080/02713683.2016.1190847>
26. Lai I, Mak H, Lai G, Yu M, Lam DS, Leung CK. Anterior chamber angle imaging with swept-source optical coherence tomography: Measuring peripheral anterior synechia in glaucoma. *Ophthalmology*. 2013;120(6):1144-1149.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.12.006>
27. Tun TA, Baskaran M, Tan SS, Perera SA, Aung T, Husain R. Evaluation of the anterior segment angle-to-angle scan of Cirrus High-Definition Optical Coherence Tomography and comparison with gonioscopy and with the Visante OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(1):59-64.
<https://doi.org/10.1167/iovs.16-20886>
28. Selvan H, Angmo D, Tomar AS, Yadav S, Sharma A, Dada T. Changes in intraocular pressure and angle status after phacoemulsification in primary angle closure hypertension. *J Glaucoma*. 2019;28(2):105-110.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001137>
29. Xie Q, Ma P, Patlidanon J, et al. Anterior segment OCT in primary angle closure disease compared with normal subjects with similar shallow anterior chamber. *J Glaucoma*. 2022;31(2):84-90.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001915>
30. Maslin JS, Barkana Y, Dorairaj SK. Anterior segment imaging in glaucoma: An updated review. *Indian J Ophthalmol*. 2015;63(8):630-640.
<https://doi.org/10.4103/0301-4738.169787>
31. Angmo D, Nongpiur ME, Sharma R, Sidhu T, Sihota R, Dada T. Clinical utility of anterior segment swept-source optical coherence tomography in glaucoma. *Oman J Ophthalmol*. 2016;9(1):3-10.
<https://doi.org/10.4103/0974-620X.176093>
32. Sakata LM, Lavanya R, Friedman DS, et al. Assessment of the scleral spur in anterior segment optical coherence tomography images. *Arch Ophthalmol*. 2008;126(2):181-185.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2007.46>
33. Seager FE, Wang J, Arora KS, Quigley HA. The effect of scleral spur identification methods on structural measurements by anterior segment optical coherence tomography. *J Glaucoma*.

- 2014;23(1):e29-e38.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31829e55ae>
34. Foo LL, Nongpiur ME, Allen JC, et al. Determinants of angle width in Chinese Singaporeans. *Ophthalmology*. 2012;119(2):278-282.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.07.049>
35. Porporato N, Baskaran M, Aung T. Role of anterior segment optical coherence tomography in angle-closure disease: A review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2018;46(2):147-157.
<https://doi.org/10.1111/ceo.13120>
36. Console JW, Sakata LM, Aung T, Friedman DS, He M. Quantitative analysis of anterior segment optical coherence tomography images: the Zhongshan Angle Assessment Program. *Br J Ophthalmol*. 2008;92(12):1612-1616.
<https://doi.org/10.1136/bjo.2007.129932>
37. Narayanaswamy A, Sakata LM, He MG, et al. Diagnostic performance of anterior chamber angle measurements for detecting eyes with narrow angles: an anterior segment OCT study. *Arch Ophthalmol*. 2010;128(10):1321-1327.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2010.231>
38. Zhao Y, Chen J, Yu X, Xu J, Sun X, Hong J. Age-related changes in human Schlemm's canal: an in vivo optical coherence tomography-based study. *Front Physiol*. 2018;9:630.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00630>
39. Wong HT, Lim MC, Sakata LM, et al. High-definition optical coherence tomography imaging of the iridocorneal angle of the eye. *Arch Ophthalmol*. 2009;127(3):256-260.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2009.22>
40. Crowell EL, Baker L, Chuang AZ, et al. Characterizing anterior segment OCT angle landmarks of the trabecular meshwork complex. *Ophthalmology*. 2018;125(7):994-1002.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.01.018>
41. Fukuda S, Kawana K, Yasuno Y, Oshika T. Anterior ocular biometry using 3-dimensional optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2009;116(5):882-889.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.12.022>
42. Gora M, Karnowski K, Szkulmowski M, et al. Ultra high-speed swept source OCT imaging of the anterior segment of the human eye at 200kHz with an adjustable image range. *Optics Express*. 2009;17(17):14880-14894.
<https://doi.org/10.1364/oe.17.014880>
43. Chan PP, Lai G, Chiu V, Chong A, Yu M, Leung CK. Anterior chamber angle imaging with swept-source optical coherence tomography: Comparison between CASIAII and ANTERION. *Sci Rep*. 2020;10(1):18771.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-74813-3>
44. Chen X, Wang X, Tang Y, Sun X, Chen Y. Optical coherence tomography analysis of anterior segment parameters before and after laser peripheral iridotomy in primary angle-closure suspects using CASIA2. *BMC Ophthalmol*. 2022;22(1):144.
<https://doi.org/10.1186/s12886-022-02366-2>
45. Fernández-Vigo JI, Kudsieh B, Shi H, De-Pablo-Gómez-de-Liaño L, Fernández-Vigo JÁ, García-Feijóo J. Diagnostic imaging of the ciliary body: technologies, outcomes, and future perspectives. *Eur J Ophthalmol*. 2022;32(1):75-88.
<https://doi.org/10.1177/11206721211031409>
46. Lai I, Mak H, Lai G, Yu M, Lam DS, Leung CK. Anterior chamber angle imaging with swept-source optical coherence tomography: Measuring peripheral anterior synechia in glaucoma. *Ophthalmology*. 2013;120(6):1144-1149.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.12.006>
47. Radhakrishnan S, Goldsmith J, Huang D, et al. Comparison of optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for detection of narrow anterior chamber angles. *Arch Ophthalmol*. 2005;123(8):1053-1059.
<https://doi.org/10.1001/archophth.123.8.1053>
48. Nolan WP, See JL, Chew PT, et al. Detection of primary angle closure using anterior segment optical coherence tomography in Asian eyes. *Ophthalmology*. 2007;114(1):33-39.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.05.073>
49. Xu BY, Pardeshi AA, Burkemper B, et al. Differences in anterior chamber angle assessment between gonioscopy, Eyecam, and anterior segment OCT: the Chinese American Eye Study. *Trans Vis Sci Technol*. 2019;8(2):5.
<https://doi.org/10.1167/tvst.8.2.5>
50. Porporato N, Baskaran M, Tun TA, et al. Understanding diagnostic disagreement in angle closure assessment between anterior segment optical coherence tomography and gonioscopy. *Br J Ophthalmol*. 2020;104(6):795-799.
<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2019-314672>
51. Baskaran M, Iyer JV, Narayanaswamy AK, et al. Anterior segment imaging predicts incident

- gonioscopic angle closure. *Ophthalmology*. 2015;122(12):2380-2384.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.07.030>
52. Zhang X, Guo PY, Lin C, et al. Assessment of iris trabecular contact in eyes with gonioscopic angle closure. *Ophthalmology*. 2022;130(1):111-119.
<https://doi.org/doi:10.1016/j.ophtha.2022.08.017>
 53. How AC, Baskaran M, Kumar RS, et al. Changes in anterior segment morphology after laser peripheral iridotomy: An anterior segment optical coherence tomography study. *Ophthalmology*. 2012;119(7):1383-1387.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.01.019>
 54. Nongpiur ME, Sakata LM, Friedman DS, et al. Novel association of smaller anterior chamber width with angle closure in Singaporeans. *Ophthalmology*. 2010;117(10):1967-1973.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.02.007>
 55. Wu RY, Nongpiur ME, He MG, et al. Association of narrow angles with anterior chamber area and volume measured with anterior segment optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol*. 2011;129(5):569-574.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2011.68>
 56. Fontana ST, Brubaker FR. Volume and depth of the anterior chamber in the normal aging human eye. *Arch Ophthalmol*. 1980;98(10):1803-1808.
<https://doi.org/10.1001/archophth.1980.01020040655013>
 57. Sun JH, Sung KR, Yun SC, et al. Factors associated with anterior chamber narrowing with age: an optical coherence tomography study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(6):2607-2610.
<https://doi.org/10.1167/iovs.11-9359>
 58. Nongpiur ME, Aboobakar IF, Baskaran M, et al. Association of baseline anterior segment parameters with the development of incident gonioscopic angle closure. *JAMA Ophthalmol*. 2017;135(3):252-258.
<https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2016.5847>
 59. Ghadamzadeh M, Karimi F, Ghasemi Moghaddam S, Daneshvar R. Anterior chamber angle changes in primary angle-closure glaucoma following phacoemulsification versus phacotrabeculectomy: A prospective randomized clinical trial. *J Glaucoma*. 2022;31(3):147-155.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001977>
 60. Ishikawa H, Esaki K, Liebmann JM, Uji Y, Ritch R. Ultrasound biomicroscopy dark room provocative testing: a quantitative method for estimating anterior chamber angle width. *Jpn J Ophthalmol*. 1999;43(6):526-534.
[https://doi.org/10.1016/s0021-5155\(99\)00139-2](https://doi.org/10.1016/s0021-5155(99)00139-2)
 61. Koprowski R, Wróbel Z. *Image Processing in Optical Coherence Tomography: Using Matlab*. Katowice (Pologne): University of Silesia; 2011.
 62. Qin B, Francis BA, Li Y, et al. Anterior chamber angle measurements using Schwalbe's line with high-resolution Fourier-domain optical coherence tomography. *J Glaucoma*. 2013;22(9):684-288.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e318264b921>
 63. Masis Solano M, Lin SC. Cataract, phacoemulsification and intraocular pressure: is the anterior segment anatomy the missing piece of the puzzle? *Prog Ret Eye Res*. 2018;64:77-83.
<https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2018.01.003>
 64. Cheung CY, Zheng C, Ho CL, et al. Novel anterior-chamber angle measurements by high-definition optical coherence tomography using the Schwalbe line as the landmark. *Br J Ophthalmol*. 2011;95(7):955-959.
<https://doi.org/10.1136/bjo.2010.189217>
 65. Ozaki M, Nongpiur ME, Aung T, He M, Mizoguchi T. Increased lens vault as a risk factor for angle closure: confirmation in a Japanese population. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2012;250(12):1863-1868.
<https://doi.org/10.1007/s00417-012-2011-y>
 66. Kim YK, Yoo BW, Kim HC, Aung T, Park KH. Relative lens vault in subjects with angle closure. *BMC Ophthalmol*. 2014;14:93.
<https://doi.org/10.1186/1471-2415-14-93>
 67. Song MK, Sung KR, Shin JW. Glaucoma progression after lens extraction in primary angle-closure glaucoma according to angle-closure mechanism. *J Glaucoma*. 2022;31(4):261-267.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001992>
 68. Koh V, Keshtkaran MR, Hernstadt D, Aquino MCD, Chew PT, Sng C. Predicting the outcome of laser peripheral iridotomy for primary angle closure suspect eyes using anterior segment optical coherence tomography. *Acta Ophthalmol*. 2019;97(1):e57-e63.
<https://doi.org/10.1111/aos.13822>
 69. Salmon JF. Predisposing factors for chronic angle-closure glaucoma. *Prog Ret Eye Res*. 1999;18(1):121-132.
[https://doi.org/10.1016/s1350-9462\(98\)00007-x](https://doi.org/10.1016/s1350-9462(98)00007-x)

70. Xu BY, Friedman DS, Foster PJ, et al. Anatomic changes and predictors of angle widening after laser peripheral iridotomy. The Zhongshan Angle Closure Prevention Trial. *Ophthalmology*. 2021;128(8):1161-1168.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.01.021>
71. Wang BS, Sakata LM, Friedman DS, et al. Quantitative iris parameters and association with narrow angles. *Ophthalmology*. 2010;117(1):11-17.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.06.017>
72. Soh ZD, Thakur S, Majithia S, Nongpiur ME, Cheng CY. Iris and its relevance to angle closure disease: A review. *Br J Ophthalmol*. 2021;105(1):3-8.
<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2020-316075>
73. Bao YK, Xu BY, Friedman DS, et al. Biometric risk factors for angle closure progression after laser peripheral iridotomy. *JAMA Ophthalmol*. 2023;141(6):516-524.
<https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2023.0937>
74. Azuara-Blanco A. Use of biometric data after laser peripheral iridotomy – individualized monitoring strategy for angle closure prevention. *JAMA Ophthalmol*. 2023;141(6):524.
<https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2023.1119>
75. Congdon NG, Youlin Q, Quigley H, et al. Biometry and primary angle-closure glaucoma among Chinese, white and black populations. *Ophthalmology*. 1997;104(9):1489-1495.
[https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(97\)30112-2](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(97)30112-2)
76. Quigley HA, Silver DM, Friedman DS, et al. Iris cross-sectional area decreases with pupil dilation and its dynamic behavior is a risk factor in angle closure. *J Glaucoma*. 2009;18(3):173-179.
<https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31818624ce>
77. Aptel F, Denis P. Optical coherence tomography quantitative analysis of iris volume changes after pharmacologic mydriasis. *Ophthalmology*. 2010;117(1):3-10.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.10.030>
78. Koh V, Chua J, Shi Y, et al. Association of iris crypts with acute primary angle closure. *Br J Ophthalmol*. 2017;101(10):1318-1322.
<https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2016-309842>
79. Quigley HA, Friedman DS, Congdon NG. Possible mechanisms of primary angle-closure and malignant glaucoma. *J Glaucoma*. 2003;12(2):167-180.
<https://doi.org/10.1097/00061198-200304000-00013>
80. Sakai H, Morine-Shinjyo S, Shinzato M, Nakamura Y, Sakai M, Sawaguchi S. Uveal effusion in primary angle-closure glaucoma. *Ophthalmology*. 2005;112(3):413-419.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2004.08.026>
81. Kumar RS, Baskaran M, Chew PT, et al. Prevalence of plateau iris in primary angle closure suspects: an ultrasound biomicroscopy study. *Ophthalmology*. 2008;115(3):430-434.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.07.026>
82. Na KI, Park SP. Association of drugs with angle closure. *JAMA Ophthalmol*. 2022;140(11):1055-1063.
<https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2022.3723>

**Help shape
tomorrow's
evidence-based
optometry care.**

Calling all optometry clinicians, researchers, and academics!

The *Canadian Journal of Optometry* is expanding our pool of expert peer reviewers for our quarterly open-access journal.

Why become a peer reviewer?

- Demonstrate your expertise and elevate your professional profile
- Stay current with cutting-edge research
- Contribute to the quality and integrity of published research

How to join:

- Visit <https://cjo-rco.ca> and register
- Choose "reviewer" in your profile
- Indicate your areas of expertise

Help shape high-quality clinical research, original research, brief communications, case reports and series, and systematic and scoping reviews for your profession — and help shape tomorrow's evidence-based optometry care in Canada and beyond.

Questions?

Email ChiefEditor@cjo-rco.ca

**Contribuez aux soins
optométriques
fondés sur des
données probantes.**

Appel aux spécialistes en optométrie en milieu clinique, universitaire ou dans la recherche!

La *Revue canadienne d'optométrie* élargit son bassin de pairs évaluateurs d'expérience pour ses publications trimestrielles en libre accès.

Pourquoi devenir pair évaluateur :

- Faites miroiter votre expertise, et rehaussez votre profil professionnel
- Restez à l'affût de la recherche de pointe
- Contribuez à la qualité et à l'intégrité des publications scientifiques

Comment le devenir :

- Rendez-vous à <https://cjo-rco.ca> et inscrivez-vous
- Choisissez « Évaluateur(-trice) » dans votre profil
- Indiquez vos domaines d'expertise

Participez à la publication de travaux de recherche cliniques et originaux, de brèves communications, rapports et série de cas, et de synthèses systématiques et d'examen de portée de grande qualité pour votre profession — et contribuez aux soins optométriques fondés sur des données probantes au Canada et ailleurs.

Des questions?

Écrivez à ChiefEditor@cjo-rco.ca

Prevalence and Size Distribution of Choroidal Nevus in a Predominantly Hispanic Population: A Retrospective Study

Pedro Ivonnet, OD,
private practice, National Vision,
Miami, FL USA
ORCID 0000-0002-3527-674X

Nathalie Delgado, student,
Center for Excellence in Eye
Care, Miami, FL USA

Taronish Unwalla, student, Coral
Gables Senior High School, Coral
Gables, FL USA
ORCID 0009-0002-9477-6936

Cristy Witt, OD, private practice,
National Vision, Miami, FL USA
ORCID 0009-0009-9313-0894

Abstract

Introduction

Choroidal nevi are common, benign ocular lesions, yet their prevalence and size distribution may vary across populations and clinical settings.

Method

In this retrospective study, we evaluated the prevalence of choroidal nevi in a predominantly Hispanic patient population using standard fundus photography.

Results

Among 4,179 patients examined over a 12-month period, we identified 555 choroidal nevi, yielding a prevalence of 13.2%. Notably, 88% of nevi were smaller than the optic nerve head diameter, a size range that may escape detection during routine exams.

Conclusion

This high proportion of small lesions suggests that choroidal nevi may be frequently under-detected, particularly in settings where imaging capabilities are limited. These findings underscore the importance of careful documentation and highlight how imaging modality influences diagnostic sensitivity. Expanded clinical vigilance and improved imaging access may enhance detection and monitoring.

Keywords

choroid, choroidal nevus, melanoma

Suggested citation

Ivonnet P, Delgado N, Unwalla T, Witt C.
Prevalence and Size Distribution of Choroidal Nevus
in a Predominantly Hispanic Population:
A Retrospective Study. *Can J Optom*.
2026;88(2):43-48.
<https://www.doi.org/10.65636/cjo.v88i2.6660>

Choroidal nevi are melanocytic lesions of the choroid, often encountered by clinicians during routine ophthalmic examinations. Their presence can be confirmed using a red-free filter. Nevi typically disappear under red-free illumination due to their sub-retinal pigment epithelium location, whereas surface pigmented lesions remain visible. While typically benign, their potential for malignant transformation into choroidal melanoma, although rare, necessitates careful documentation and monitoring.

Previous studies have reported an overall prevalence rate of 2% to 8% in the general population of the United States. The rate is race-dependent and in some studies varies with age and sex.¹⁻⁵ The prevalence has been documented to be highest in the White population (about 5%) and lowest in the Black population (<1%), with the Hispanic population showing a prevalence of 2% to 3%.⁶

In this study, we aim to quantify the prevalence and size distribution of choroidal nevi in a predominantly Hispanic patient population and to assess whether smaller lesions are being under-detected in routine optometric practice.

Methods

We conducted this retrospective observational study in a primary care optometry practice serving a predominantly Hispanic population, ranging in age from 8 to 87 years. Standard fundus photographs were obtained using a non-widfield fundus camera (Topcon TRC-NW400) during routine comprehensive eye exams over 12 months. All patients imaged ($n = 4,179$) during this period were included, with no exclusion criteria applied.

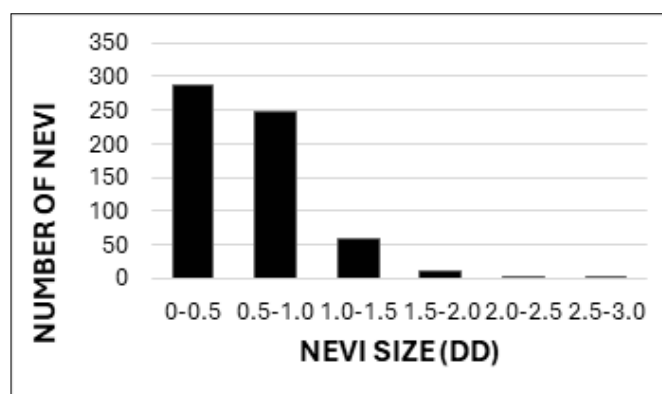
All images were reviewed and measured collaboratively by two authors (PI and CW), working simultaneously to identify and size each choroidal nevus. Measurements were made relative to the optic nerve head diameter, using a consistent protocol to ensure internal consistency. In this study, we aimed to assess the prevalence and size distribution of choroidal nevi in this population, with particular attention to lesions smaller than the optic nerve head.

Results

Out of 4,179 patients examined, we identified 555 choroidal nevi, yielding an overall prevalence of 13.3%. These findings corroborate the suspicion that choroidal nevi are more common than previously recognized, and their overall prevalence is higher than that reported in the literature.

Nevus sizes ranged from 0.08 to 2.9 times the optic nerve diameter (disc diameter, DD), with an average size of 0.62 ± 0.015 DD (mean $\pm$ standard error, $n = 555$). Figure 1 presents a histogram of nevus

Figure 1. Histogram showing the size distribution of 555 choroidal nevi identified in a predominantly Hispanic patient population



size. Nevus diameter is expressed in 0.5-disc diameter (DD) increments relative to the optic nerve head. Most lesions fall within the 0-0.5DD and 0.5-1.0DD ranges, with 88% measuring smaller than the optic nerve head. This distribution underscores the predominance of small nevi and supports the hypothesis that such lesions may be under-detected during routine clinical examinations.

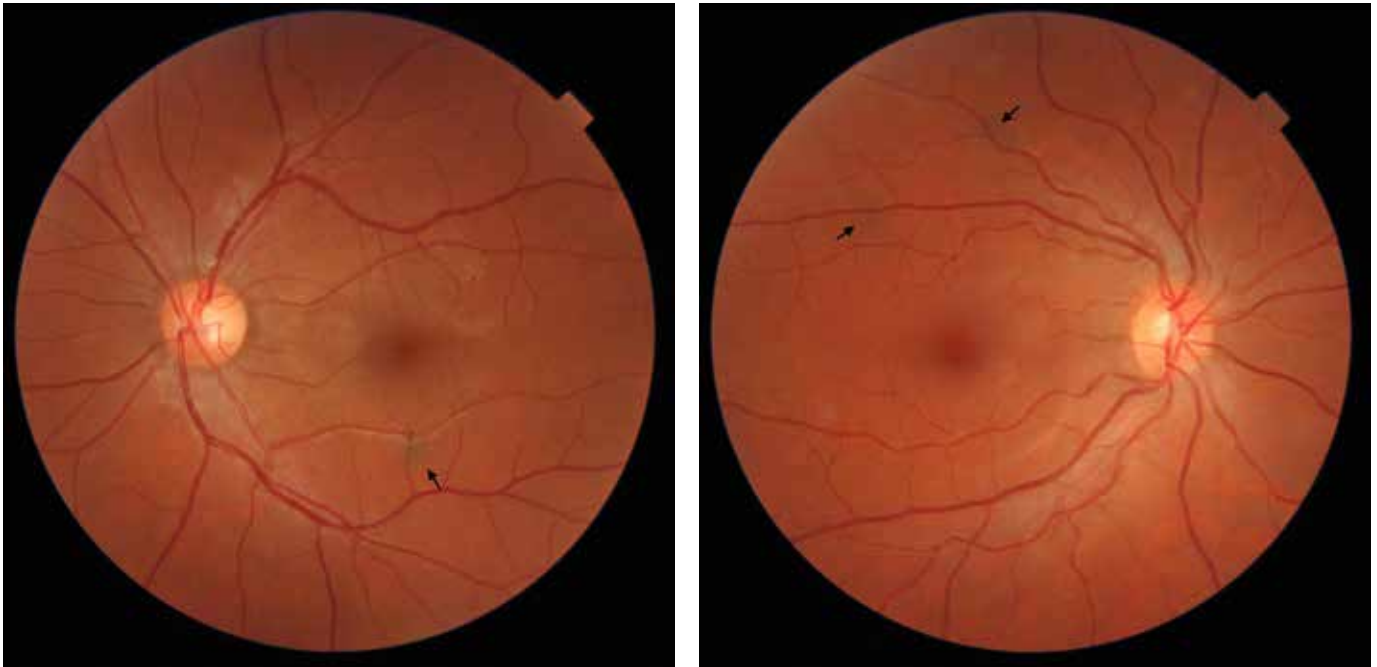
size distribution in 0.5DD increments, while Figure 2 highlights lesions measuring less than 20% of the optic nerve diameter. Most (88%) lesions were smaller than the optic nerve, with a substantial proportion measuring less than 0.2DD.

Discussion

While previous studies have reported a choroidal nevus prevalence of 2% to 3% among Hispanics in the United States, our investigation revealed a substantially higher rate of 13.3% in a predominantly Hispanic population from southern Florida. This discrepancy likely reflects under-detection of smaller nevi during routine clinical exams, particularly those smaller than the threshold of textbook familiarity. Although the statistical significance is clear, clinical relevance depends on lesion characteristics, detection methods, and the tools available to practitioners, many of whom rely solely on standard fundus photography.

Our data show that most choroidal nevi are about half the diameter of the optic nerve, with many

Figure 2. Retinal photographs illustrating small choroidal nevi in two different patients



A: A single nevus located inferior to the macula at the juncture of an arterio-venous crossing (arrow).

B: Two small nevi situated beneath vessels of the superior arcade (arrows). These examples highlight the subtle appearance of small nevi, which may contribute to under-detection during routine clinical examinations.

measuring up to 80% smaller. Notably, about 15% of these smaller lesions were initially missed but later identified through retinal image analysis. This highlights the limitations of conventional examination techniques and underscores the role of retinal imaging in improving diagnostic sensitivity.

Multimodal imaging enhances diagnostic sensitivity and specificity. For example, enhanced depth imaging for optical coherence tomography (EDI-OCT) can reveal subtle elevation;⁷ fundus autofluorescence (FAF) helps differentiate lipofuscin from drusen;⁸ and near-infrared reflectance may aid in identifying amelanotic lesions.⁹ These modalities complement colour photography and may be particularly useful in ambiguous cases. However, our practice is limited to standard fundus photography, reflecting the reality of many primary care settings where access to advanced imaging is not routine. Nonetheless, careful inspection and documentation of colour photographs remain valuable tools in identifying and monitoring choroidal nevi.

While the risk of malignant transformation from nevus to melanoma remains low,¹⁰⁻¹³ melanomas are aggressive and carry significant metastatic potential. Early identification of suspicious nevi is essential to guide timely referral and intervention. Some risk factors associated with malignancy include large lesion size (>3 mm), proximity to the optic nerve (within 3 mm), presence of subretinal fluid, and pigmentary changes (Figure 3).¹⁴⁻¹⁶

Several diagnostic mnemonics exist to help clinicians evaluate risk features associated with choroidal nevi. Of note, Shields et al. developed the widely recognized mnemonic “To find small ocular melanoma using helpful hints daily” (TFSOM UHHD), which highlights key risk factors: thickness >2 mm, fluid (subretinal), symptoms (e.g., visual changes), orange pigment, margin near optic disc, ultrasonographic hollowness, halo absence, and drusen absence.¹⁷⁻¹⁸ This framework has guided ocular oncology for decades and remains a cornerstone in early detection and referral.

Figure 3. Representative examples of suspicious choroidal nevi



- A: A large nevus measuring 3.8 mm along the superior arcade.
- B: A nevus in very close proximity to the optic nerve.
- C: Subretinal fluid (arrows) partially overlying a nevus near the macular area with possible associated pigment. These features (size, location, fluid, and pigmentation) are commonly associated with increased risk of malignant transformation.

Table 1. Summary of risk features and MOLES criteria

Feature	Description	MOLES Component
Mushroom shape	Growth through Bruch's	M
Orange pigment	Lipofuscin presence	O
Large size	3 mm diameter	L
Enlargement	Growth over time	E
Subretinal fluid	Active lesion association	S

Summary of MOLES scoring criteria for assessing malignancy risk in choroidal nevi. Each feature, mushroom shape, orange pigment, large size, enlargement, and subretinal fluid, is assigned a score: 0 (absent), 1 (borderline), or 2 (present). Total scores range from 0 to 10, with scores ≥ 3 typically warranting referral to ocular oncology.

More recently, Flanagan et al. introduced the MOLES scoring system (mushroom shape, orange pigment, large size, enlargement, and subretinal fluid), designed specifically for optometrists and general eye care providers (Table 1).¹⁹ MOLES offers a simplified, observation-based framework for risk stratification that can be applied in routine clinical settings without the need for specialized equipment. Scores ≥ 3 typically warrant referral.

Together, these tools provide clinicians with complementary strategies for assessing malignancy risk and guiding appropriate follow-up.

Although most choroidal nevi remain stable, malignant transformation can occur over months or years. Documented growth, emergence of orange pigment, or development of subretinal fluid often precede this shift. In primary care settings, low-risk lesions may be monitored annually with imaging and patient education, while higher-risk cases should prompt timely referral to ocular oncology.

Given the higher-than-expected nevi prevalence in our Hispanic cohort, further research is needed to explore potential ethnic variations in nevi behaviour and melanoma risk. Clinicians should also be

prepared to discuss nevi findings with patients, emphasizing the importance of follow-up without inducing undue alarm.

Limitations

This study is limited by its retrospective design and reliance solely on standard fundus photography. No widefield nor multimodal imaging modalities (e.g., EDI-OCT, FAF, Near-infrared reflectance) were available in our practice, which may have limited the detection of peripheral or subtle lesions.

Additionally, while two authors collaboratively conducted image review, no formal inter-rater reliability was assessed. As the study was conducted in a single practice, findings may not be generalizable to all Hispanic populations or clinical settings.

Future studies incorporating advanced imaging and broader reviewer panels may yield more comprehensive insights.

Conclusion

Our study demonstrates that most choroidal nevi are small, which likely contributes to their under-detection during routine ophthalmic examinations and the lower prevalence reported in the current literature. These findings emphasize the importance of identifying and documenting small nevi to improve diagnostic accuracy and awareness.

In addition, although the risk of malignant transformation remains low, it is essential to inform patients of a nevus' presence regardless of size to ensure appropriate monitoring and follow-up when warranted. Early recognition and continued observation are key to timely intervention should concerning features arise.

Finally, standard fundus photography remains a valuable tool in primary care settings, but expanded imaging access and clinical awareness are essential for improving detection and monitoring.

Disclosures

Contributors: All authors contributed to the conception or design of the work, the acquisition, analysis, or interpretation of the data. All authors were involved in drafting and commenting on the paper and have approved the final version.

Funding: This study did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Competing Interests: All authors declare that there are no conflicts of interest.

Ethical Approval: Not required for this type of article.

Artificial intelligence statement: The authors confirm no generative AI or AI-assisted technology was used to generate content.

Corresponding Author: Pedro Ivonnet, eyedoc616492@gmail.com

To view a full list of references, please view this article online at

<https://www.doi.org/10.65636/cjo.v88i2.6660>

References

1. Qiu M, Shields CL. Choroidal nevus in the United States adult population: Racial disparities and associated factors in the national health and nutrition examination survey. *Ophthalmology*. 2015;122(10):2071-2083. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.06.008>
2. Chien JL, Sioufi K, Surakiatchanukul T, Shields JA, Shields CL. Choroidal nevus: A review of prevalence, features, genetics, risks, and outcomes. *Curr Opin Ophthalmol*. 2017;28(3):228-237. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000361>
3. Greenstein MB, Myers CE, Meuer SM, et al. Prevalence and characteristics of choroidal nevi: The multiethnic study of atherosclerosis. *Ophthalmology*. 2011;118(12): 2468-2473. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.05.007>
4. Sumich P, Mitchell P, Wang JJ. Choroidal nevi in a white population: The Blue Mountains Eye Study. *Arch Ophthalmol*. 1998;116(5): 645-650. <https://doi.org/10.1001/archophth.116.5.645>
5. Gordon-Shaag A, Barnard S, Millodot M, et al. Prevalence of choroidal naevi using scanning laser ophthalmoscope. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2014;34(1):94-101. <https://doi.org/10.1111/opo.12092>
6. Marous CL, Shields CL, Yu MD, Dalvin LA, Ancona-Lezama D, Shields JA. Malignant transformation of choroidal nevus according to race in 3334

- consecutive patients. *Indian J Ophthalmol*. 2019;67(12):2035-2042.
https://doi.org/10.4103/ijoo.IJO_1217_19
7. Shields CL, Manalac J, Das C, Saktanasate J, Shields JA. Review of spectral domain enhanced depth imaging optical coherence tomography of tumors of the choroid. *Indian J Ophthalmol*. 2015;63(2):117-121.
<https://doi.org/10.4103/0301-4738.154377>
 8. Hammer M, Kreilkamp L, Sauer L, Ach T, Smith T, Curcio C. Fundus autofluorescence from drusen is spectrally different from that of lipofuscin. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(8):48.
<https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2637945>
 9. Rohini S, Jayadev C, Venkatesh R, Nagesha CK. Utility of multimodal imaging in amelanotic choroidal nevus. *BMJ Case Rep*. 2022;15(11): Article e253053. <https://doi.org/10.1136/bcr-2022-253053>
 10. Singh AD, Kalyani P, Topham A. Estimating the risk of malignant transformation of a choroidal nevus. *Ophthalmology*. 2005;112(10):1784-1789.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2005.06.011>
 11. Kaliki S, Shields CL. Uveal melanoma: Relatively rare but deadly cancer. *Eye*. 2017;31(2):241-257.
<https://doi.org/10.1038/eye.2016.275>
 12. Shields CL, Lally SE, Dalvin LA, et al. White paper on ophthalmic imaging for choroidal nevus identification and transformation into melanoma. *Transl Vis Sci Technol*. 2021;10(2):24.
<https://doi.org/10.1167/tvst.10.2.24>
 13. Kivela T, Eskelin S. Transformation of nevus to melanoma. *Ophthalmology*. 2006;113(5):887-888.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.01.047>
 14. Qureshi MB, Lentz PC, Xu TT, et al. Choroidal nevus features associated with subspecialty referral. *Ophthalmol Retina*. 2023;7(12):1097-1108.
<https://doi.org/10.1016/j.oret.2023.07.022>
 15. Shields CL, Shields JA, Kiratli H, De Potter P, Cater JR. Risk factors for growth and metastasis of small choroidal melanocytic lesions. *Ophthalmology*. 1995;102(9): 1351-1361.
[https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(95\)30864-0](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(95)30864-0)
 16. Shields CL, Cater J, Shields JA, Singh AD, Santos MC, Carvalho C. Combination of clinical factors predictive of growth of small choroidal melanocytic tumors. *Arch Ophthalmol*. 2000;118(3):360-364.
<https://doi.org/10.1001/archophth.118.3.360>
 17. Shields CL, Furuta M, Berman EL, et al. Choroidal nevus transformation into melanoma: Analysis of 2514 consecutive cases. *Arch Ophthalmol*. 2009;127(8):981-987.
<https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2009.151>
 18. DeSimone JD, Shields CN, Kalafatis NE, et al. Understanding choroidal nevus risk factors for transformation into melanoma. *Clin Dermatol*. 2024;42(1):38-45.
<https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2023.10.012>
 19. Flanagan JP, O'Day RF, Roelofs KA, et al. The MOLES system to guide the management of melanocytic choroidal tumors: Can optometrists apply it? *Clin Exp Optom*. 2023;106(3):271-275.
<https://doi.org/10.1080/08164622.2022.2029685>

IFILE Cloud
Practice Management Software

**One or Multiple Offices
Connect from Anywhere!**

Works on PCs, Macs and Tablets

**As low as \$142.03/month
(1-3 Workstations)**
\$24.76 for each additional workstation

MSF Computing Inc.,
(519) 749-0374
www.msfc.com

Includes
Updates & Backups
No support fees

No More
Computer Hassles

Prévalence et répartition par taille des nævus choroïdiens dans une population à prédominance hispanique : une étude rétrospective

Pedro Ivonnet, O.D.,
cabinet privé, National Vision,
Miami, FL, États-Unis
ORCID 0000-0002-3527-674X

Nathalie Delgado, étudiante,
Center for Excellence in Eye
Care, Miami, FL, États-Unis

Taronish Unwalla, étudiante,
Coral Gables Senior High School,
Coral Gables, FL, États-Unis
ORCID 0009-0002-9477-6936

Cristy Witt, O.D.,
cabinet privé, National Vision,
Miami, FL, États-Unis
ORCID 0009-0009-9313-0894

Résumé

Introduction

Les nævus choroïdiens sont des lésions oculaires bénignes courantes, mais leur prévalence et leur répartition par taille peuvent varier selon les populations et les contextes cliniques.

Méthode

Dans cette étude rétrospective, nous avons évalué la prévalence des nævus choroïdiens au sein d'une population de patients majoritairement hispanique à l'aide de la photographie standard du fond de l'œil.

Résultats

Parmi les 4 179 patients examinés sur une période de 12 mois, nous avons identifié 555 nævus choroïdiens, soit une prévalence de 13,2 %. Il convient de noter que 88 % des nævus étaient plus petits que le diamètre de la tête du nerf optique, une taille susceptible d'échapper à la détection lors des examens de routine.

Conclusion

Cette forte proportion de petites lésions suggère que les nævus choroïdiens pourraient être fréquemment sous-détectés, en particulier dans les contextes où les capacités d'imagerie sont limitées. Ces résultats soulignent l'importance d'une documentation minutieuse et démontrent l'influence de la modalité d'imagerie sur la sensibilité diagnostique. Une vigilance clinique accrue et un accès amélioré à l'imagerie pourraient améliorer la détection et le monitoring.

Mots clés

choroïde, nævus choroïdien, mélanome

Citation suggérée

Ivonnet P, Delgado N, Unwalla T, Witt C.
Prévalence et répartition par taille des nævus
choroïdiens dans une population à prédominance
hispanique : une étude rétrospective *Can J Optom.*
2026;88(2):49-54.
<https://www.doi.org/10.65636/cjo.v88i2.6924>

Les nævus choroïdiens sont des lésions mélanocytaires de la choroïde, souvent observées par les cliniciens lors d'examen de la vue de routine. Leur présence peut être confirmée au moyen d'un filtre sans rouge. Les nævus disparaissent généralement sous un éclairage sans rouge en raison de leur localisation sous l'épithélium pigmentaire rétinien, tandis que les lésions pigmentées en surface restent visibles. Bien qu'ils soient généralement

bénins, leur potentiel de transformation maligne en mélanome choroïdien, bien que rare, nécessite une documentation et un suivi minutieux.

Des études antérieures ont rapporté un taux de prévalence global de 2 % à 8 % dans la population générale des États-Unis. Ce taux varie en fonction de l'origine ethnique et, dans certaines études, en fonction de l'âge et du sexe¹⁻⁵. Il a été démontré que la prévalence est la plus élevée chez la population blanche (environ 5 %) et la plus faible chez la population noire (< 1 %), la population hispanique présentant une prévalence de 2 % à 3 %⁶.

Dans cette étude, nous souhaitons quantifier la prévalence et la distribution par taille des nævus choroïdiens au sein d'une population de patients majoritairement hispanique, et évaluer si les lésions de petite taille sont sous-détectées dans la pratique optométrique courante.

Méthodes

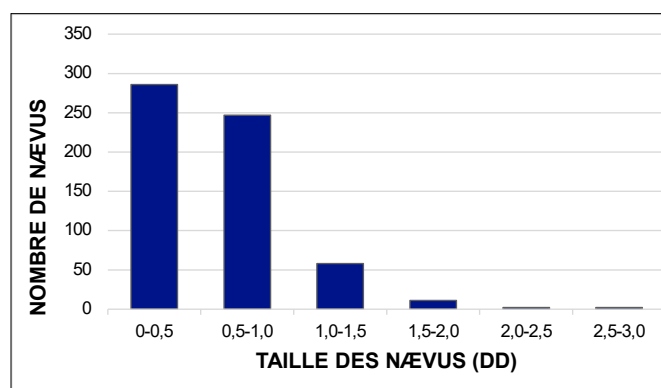
Nous avons mené cette étude observationnelle rétrospective dans un cabinet d'optométrie de soins primaires desservant une population majoritairement hispanique, âgée de 8 à 87 ans. Des photographies standard du fond de l'œil ont été réalisées à l'aide d'un appareil photo ophtalmologique non grand champ (Topcon TRC-NW400) lors d'exams de la vue complets de routine sur une période de 12 mois. Tous les patients ayant fait l'objet d'une imagerie (n = 4 179) au cours de cette période ont été inclus, sans qu'aucun critère d'exclusion ne soit appliqué.

Toutes les images ont été examinées et mesurées conjointement par deux auteurs (PI et CW), travaillant simultanément pour identifier et mesurer chaque nævus choroïdien. Les mesures ont été effectuées par rapport au diamètre de la tête du nerf optique, en utilisant un même protocole afin de garantir la cohérence interne. Dans cette étude, nous avons cherché à évaluer la prévalence et la distribution de la taille des nævus choroïdiens dans cette population, en accordant une attention particulière aux lésions plus petites que la tête du nerf optique.

Résultats

Sur les 4 179 patients examinés, nous avons identifié 555 nævus choroïdiens, ce qui correspond à une prévalence globale de 13,3 %. Ces résultats

Figure 1. Histogramme illustrant la distribution de la taille de 555 nævus choroïdiens identifiés dans une population de patients majoritairement hispanique



Le diamètre des nævus est exprimé par incréments de 0,5 diamètre de la papille optique (*disc diameter*, DD) par rapport à la tête du nerf optique. La plupart des lésions se situent dans les fourchettes 0-0,5 DD et 0,5-1,0 DD, 88 % d'entre elles étant plus petites que la tête du nerf optique. Cette répartition souligne la prédominance des petits nævus et appuie l'hypothèse selon laquelle de telles lésions pourraient être sous-détectées au cours d'exams cliniques de routine.

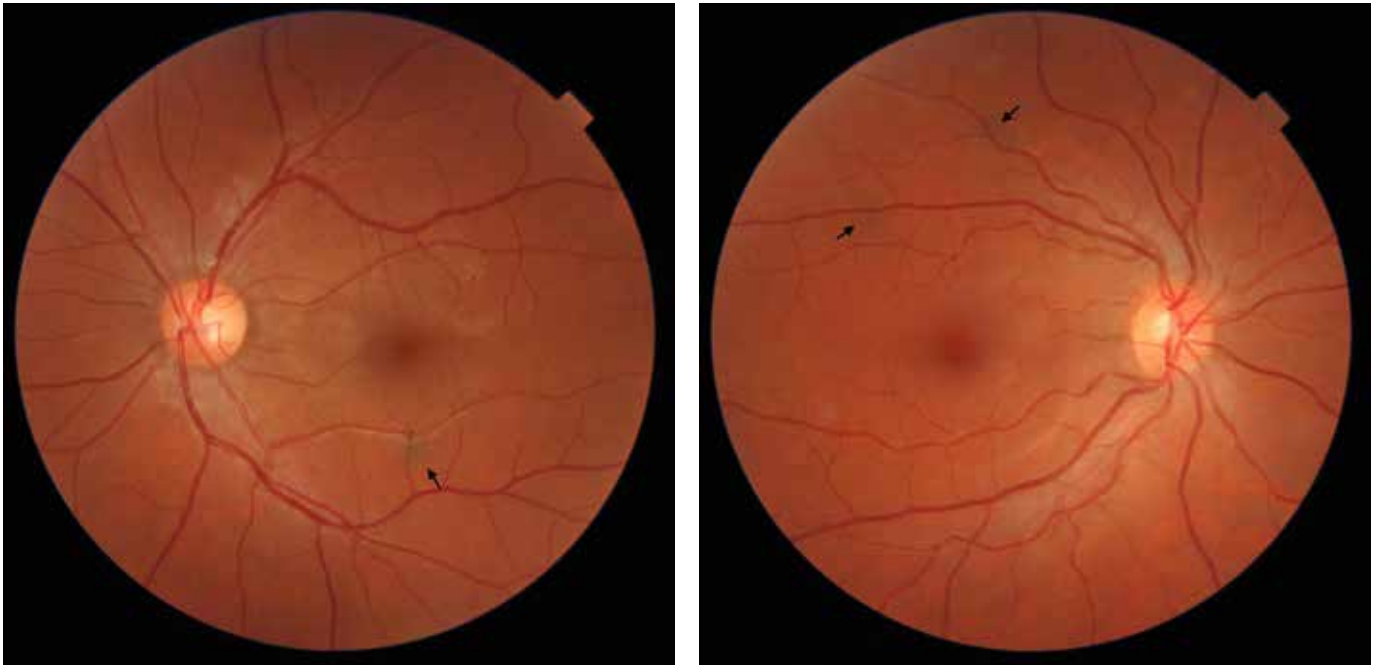
corroborent le soupçon selon lequel les nævus choroïdiens sont plus fréquents qu'on ne le pensait auparavant, et leur prévalence globale est supérieure à celle rapportée dans la littérature.

La taille des nævus variait de 0,08 à 2,9 fois le diamètre du nerf optique (*disc diameter*, DD), avec une taille moyenne de $0,62 \pm 0,015$ DD (moyenne $\pm$ erreur type, n = 555). La figure 1 présente un histogramme de la distribution de la taille des nævus par incréments de 0,5 DD, tandis que la figure 2 met en évidence les lésions mesurant moins de 20 % du diamètre du nerf optique. La plupart (88 %) des lésions étaient plus petites que le nerf optique, une proportion importante mesurant moins de 0,2 DD.

Discussion

Alors que des études antérieures ont rapporté une prévalence des nævus choroïdiens de 2 % à 3 % chez les Hispaniques aux États-Unis, notre étude a révélé un taux nettement plus élevé, de 13,3 %, au sein d'une population majoritairement hispanique

Figure 2. Photographies rétinienne illustrant de petits nævus choroïdiens chez deux patients différents



A : Un seul nævus situé en dessous de la macula, à la jonction d'un croisement artérioveineux (flèche).

B : Deux petits nævus situés sous les vaisseaux de l'arcade supérieure (flèches). Ces exemples mettent en évidence l'aspect discret des petits nævus, ce qui peut contribuer à leur sous-détection lors des examens cliniques de routine.

du sud de la Floride. Cet écart reflète probablement une sous-détection des nævus de petite taille lors des examens cliniques de routine, en particulier ceux dont la taille est inférieure au seuil de reconnaissance habituel. Bien que la valeur statistique soit claire, la pertinence clinique dépend des caractéristiques des lésions, des méthodes de détection et des outils à la disposition des praticiens, dont beaucoup s'appuient uniquement sur la photographie standard du fond de l'œil.

Nos données montrent que la plupart des nævus choroïdiens ont un diamètre correspondant à environ la moitié de celui du nerf optique, et que beaucoup mesurent jusqu'à 80 % de moins. Il est important de noter qu'environ 15 % de ces lésions plus petites n'ont pas été détectées initialement, mais ont été identifiées par la suite grâce à l'analyse d'images rétinienne. Cela met en évidence les limites des techniques d'examen conventionnelles et souligne le rôle de l'imagerie rétinienne dans l'amélioration de la sensibilité diagnostique.

L'imagerie multimodale améliore la sensibilité et la spécificité du diagnostic. Par exemple, l'imagerie en profondeur améliorée pour la tomographie par cohérence optique (IPA-TCO) peut révéler une élévation subtile⁷; l'autofluorescence du fond de l'œil (AFO) aide à différencier la lipofuscine des drusen⁸; et la réflectance dans le proche infrarouge peut aider à identifier les lésions amélaniques⁹. Ces modalités complètent la photographie en couleur et peuvent s'avérer particulièrement utiles dans les cas ambigus. Cependant, notre pratique se limite à la photographie standard du fond de l'œil, reflétant la réalité de nombreux établissements de soins primaires où l'accès à l'imagerie avancée n'est pas systématique. Néanmoins, l'examen minutieux et la documentation des photographies en couleur restent des outils précieux pour identifier et surveiller les nævus choroïdiens.

Bien que le risque de transformation maligne d'un nævus en mélanome reste faible¹⁰⁻¹³, les mélanomes sont agressifs et présentent un potentiel

Figure 3. Exemples représentatifs de nævus choroïdiens suspects



A : Un grand nævus mesurant 3,8 mm le long de l'arcade supérieure.

B : Un nævus situé à proximité immédiate du nerf optique.

C : Du liquide sous-rétinien (flèches) recouvrant partiellement un nævus près de la zone maculaire, avec une pigmentation potentiellement associée. Ces caractéristiques (taille, emplacement, liquide et pigmentation) sont couramment associées à un risque accru de transformation maligne.

métastatique important. L'identification précoce des nævus suspects est essentielle pour orienter les patients vers une consultation et une intervention rapides. Parmi les facteurs de risque associés à la malignité figurent la grande taille de la lésion (> 3 mm), la proximité du nerf optique (à moins de 3 mm), la présence de liquide sous-rétinien et les modifications pigmentaires (figure 3)¹⁴⁻¹⁶.

Il existe plusieurs mnémoniques diagnostiques pour aider les cliniciens à évaluer les caractéristiques de risque associées aux nævus choroïdiens. Il convient de noter que Shields et coll. ont développé la mnémonique largement reconnue « To find small ocular melanoma using helpful hints daily » (TFSOM UHHD), qui met en évidence les principaux facteurs de risque : épaisseur > 2 mm, liquide (subrétinien), symptômes (par exemple, altérations de la vision), pigment orange, bordure proche de la papille optique, hypoéchogénicité, absence de halo et absence de drusen¹⁷⁻¹⁸. Ce cadre guide l'oncologie oculaire depuis des décennies et reste une pierre angulaire de la détection précoce et de l'aiguillage vers un spécialiste.

Plus récemment, Flanagan et coll. ont introduit le système de notation MOLES (forme de

champignon, pigment orange, grande taille, hypertrophie et liquide sous-rétinien), conçu spécifiquement pour les optométristes et les professionnels de la vue généralistes (Tableau 1)¹⁹. Le système MOLES offre un cadre simplifié, basé sur l'observation, pour la stratification du risque, qui peut être appliqué en milieu clinique courant sans nécessiter d'équipement spécialisé. Les scores ≥ 3 justifient généralement un aiguillage vers un spécialiste.

Ensemble, ces outils fournissent aux cliniciens des stratégies complémentaires pour évaluer le risque de malignité et assurer un suivi approprié.

Bien que la plupart des nævus choroïdiens demeurent stables, la transformation maligne peut se produire sur plusieurs mois ou plusieurs années. Une croissance documentée, l'apparition d'un pigment orange ou le développement d'un épanchement sous-rétinien précèdent souvent cette évolution. En milieu de soins primaires, les lésions à faible risque peuvent faire l'objet d'un suivi annuel par imagerie et d'une éducation du patient, tandis que les cas à haut risque doivent donner lieu à un aiguillage rapide vers un service d'oncologie oculaire.

Compte tenu de la prévalence des nævus plus élevée que prévu dans notre cohorte hispanique,

Tableau 1. Résumé des caractéristiques de risque et des critères MOLES

Caractéristique	Description	Composante MOLES
Forme de champignon	Croissance à travers la membrane de Bruch	M
Pigment orange	Présence de lipo-fuscine	O
Grande taille	3 mm de diamètre	L
Hypertrophie	Croissance au fil du temps	E
Liquide sous-rétinien	Association à une lésion active	S

Résumé des critères de notation MOLES pour l'évaluation du risque de malignité dans les nævus choroïdiens. Chaque caractéristique : forme de champignon, pigment orange, grande taille, hypertrophie et liquide sous-rétinien, reçoit un score : 0 (absente), 1 (limite) ou 2 (présente). Les scores totaux varient de 0 à 10, les scores ≥ 3 justifiant généralement un aiguillage vers l'oncologie oculaire.

des recherches supplémentaires sont nécessaires pour explorer les variations ethniques potentielles dans le comportement des nævus et le risque de mélanome. Les cliniciens doivent également être prêts à discuter des résultats obtenus avec les patients, en insistant sur l'importance du suivi sans susciter d'inquiétude induite.

Limites

Cette étude est limitée par sa conception rétrospective et le fait qu'elle repose uniquement sur la photographie standard du fond de l'œil. Aucune modalité d'imagerie à champ large ni multimodale (par exemple, IPA-TCO, FAO, réflectance dans le proche infrarouge) n'était disponible dans notre cabinet, ce qui a pu limiter la détection de lésions périphériques ou peu visibles.

De plus, bien que deux auteurs aient procédé conjointement à l'examen des images, aucune évaluation formelle de la fiabilité inter-évaluateurs n'a été réalisée. L'étude ayant été menée dans un seul

cabinet, les résultats ne sont peut-être pas généralisables à l'ensemble des populations hispaniques ou à tous les contextes cliniques.

Des études intégrant une imagerie avancée et des panels d'examineurs plus larges pourraient fournir des renseignements plus complets à l'avenir.

Conclusion

Notre étude démontre que la plupart des nævus choroïdiens sont de petite taille, ce qui explique probablement leur sous-détection lors des examens de la vue de routine et la prévalence plus faible rapportée dans la littérature actuelle. Ces résultats soulignent l'importance d'identifier et de documenter les petits nævus pour améliorer la précision du diagnostic et la sensibilisation.

De plus, bien que le risque de transformation maligne reste faible, il est essentiel d'informer les patients de la présence d'un nævus, quelle que soit sa taille, afin d'assurer une surveillance et un suivi appropriés lorsque cela est justifié. Une reconnaissance précoce et une observation continue sont essentielles pour permettre une intervention rapide si des signes inquiétants devaient apparaître.

Enfin, la photographie standard du fond de l'œil reste un outil précieux en médecine générale, mais un accès élargi à l'imagerie et une sensibilisation clinique accrue sont essentiels pour améliorer la détection et la surveillance.

Divulgations

Contribution : Tous les auteurs ont contribué à la conception ou la réalisation des travaux de l'article, à l'acquisition, à l'analyse ou à l'interprétation des données. Tous les auteurs ont participé à la rédaction et à la formulation de commentaires sur le document et ont approuvé la version finale.

Financement : Cette étude n'a reçu aucune subvention particulière d'organismes de financement des secteurs public, commercial ou sans but lucratif.

Intérêts concurrents : Tous les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflit d'intérêts.

Approbation éthique : Non requise pour ce type d'article.

Déclaration relative à l'intelligence artificielle :

Les auteurs confirment qu'aucune technologie génératrice d'IA ou assistée par l'IA n'a été utilisée pour créer du contenu.

Auteur pour la correspondance : Pedro Ivonnet, eyedoc616492@gmail.com

Références

1. Qiu M, Shields CL. Choroidal nevus in the United States adult population: Racial disparities and associated factors in the national health and nutrition examination survey. *Ophthalmology*. 2015;122(10):2071-2083. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.06.008>
2. Chien JL, Sioufi K, Surakiatchanukul T, Shields JA, Shields CL. Choroidal nevus: A review of prevalence, features, genetics, risks, and outcomes. *Curr Opin Ophthalmol*. 2017;28(3):228-237. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000361>
3. Greenstein MB, Myers CE, Meuer SM, et al. Prevalence and characteristics of choroidal nevi: The multiethnic study of atherosclerosis. *Ophthalmology*. 2011;118(12):2468-2473. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.05.007>
4. Sumich P, Mitchell P, Wang JJ. Choroidal nevi in a white population: The Blue Mountains Eye Study. *Arch Ophthalmol*. 1998;116(5):645-650. <https://doi.org/10.1001/archophth.116.5.645>
5. Gordon-Shaag A, Barnard S, Millodot M, et al. Prevalence of choroidal naevi using scanning laser ophthalmoscope. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2014;34(1):94-101. <https://doi.org/10.1111/opo.12092>
6. Marous CL, Shields CL, Yu MD, Dalvin LA, Ancona-Lezama D, Shields JA. Malignant transformation of choroidal nevus according to race in 3334 consecutive patients. *Indian J Ophthalmol*. 2019;67(12):2035-2042. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1217_19
7. Shields CL, Manalac J, Das C, Saktanasate J, Shields JA. Review of spectral domain enhanced depth imaging optical coherence tomography of tumors of the choroid. *Indian J Ophthalmol*. 2015;63(2):117-121. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.154377>
8. Hammer M, Kreilkamp L, Sauer L, Ach T, Smith T, Curcio C. Fundus autofluorescence from drusen is spectrally different from that of lipofuscin. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(8):48. <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2637945>
9. Rohini S, Jayadev C, Venkatesh R, Nagesha CK. Utility of multimodal imaging in amelanotic choroidal nevus. *BMJ Case Rep*. 2022;15(11): Article e253053. <https://doi.org/10.1136/bcr-2022-253053>
10. Singh AD, Kalyani P, Topham A. Estimating the risk of malignant transformation of a choroidal nevus. *Ophthalmology*. 2005;112(10):1784-1789. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2005.06.011>
11. Kaliki S, Shields CL. Uveal melanoma: Relatively rare but deadly cancer. *Eye*. 2017;31(2):241-257. <https://doi.org/10.1038/eye.2016.275>
12. Shields CL, Lally SE, Dalvin LA, et al. White paper on ophthalmic imaging for choroidal nevus identification and transformation into melanoma. *Transl Vis Sci Technol*. 2021;10(2):24. <https://doi.org/10.1167/tvst.10.2.24>
13. Kivela T, Eskelin S. Transformation of nevus to melanoma. *Ophthalmology*. 2006;113(5):887-888. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.01.047>
14. Qureshi MB, Lentz PC, Xu TT, et al. Choroidal nevus features associated with subspecialty referral. *Ophthalmol Retina*. 2023;7(12):1097-1108. <https://doi.org/10.1016/j.oret.2023.07.022>
15. Shields CL, Shields JA, Kiratli H, De Potter P, Cater JR. Risk factors for growth and metastasis of small choroidal melanocytic lesions. *Ophthalmology*. 1995;102(9): 1351-1361. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(95\)30864-0](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(95)30864-0)
16. Shields CL, Cater J, Shields JA, Singh AD, Santos MC, Carvalho C. Combination of clinical factors predictive of growth of small choroidal melanocytic tumors. *Arch Ophthalmol*. 2000;118(3):360-364. <https://doi.org/10.1001/archophth.118.3.360>
17. Shields CL, Furuta M, Berman EL, et al. Choroidal nevus transformation into melanoma: Analysis of 2514 consecutive cases. *Arch Ophthalmol*. 2009;127(8):981-987. <https://doi.org/10.1001/archophth.2009.151>
18. DeSimone JD, Shields CN, Kalafatis NE, et al. Understanding choroidal nevus risk factors for transformation into melanoma. *Clin Dermatol*. 2024;42(1):38-45. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2023.10.012>
19. Flanagan JP, O'Day RF, Roelofs KA, et al. The MOLES system to guide the management of melanocytic choroidal tumors: Can optometrists apply it? *Clin Exp Optom*. 2023;106(3):271-275. <https://doi.org/10.1080/08164622.2022.2029685>



TD Business Banking for Optometrists

Our team of Professional Healthcare Bankers provide a single point of contact and are dedicated to understanding your unique practice needs. The Healthcare Banking industry experience that our team provides can help you find new ways to meet your goals.



What we offer

- Dedicated contact person, fast and efficient service, flexibility to bank how you want with branch hours as late as 8 p.m. and a comprehensive digital platform.
- Customized banking solutions with exceptional service to Optometrists throughout Canada.
- Business Line of Credit limit up to 3 months billings at preferred rates for Optometrists.
- Up to 100% financing of the cost of setting up or expanding your practice.
- Up to 100% financing of owner-occupied commercial real estate for the operation of your practice.
- Principal payment deferrals of up to 24 months while you start up your practice.
- TD Unlimited Business Account Plan and credit card offer with no monthly fee after rebate.
- Professional advice and preferred pricing on all your Cash Management and TD Merchant Services needs.
- 15% off Ceridian's Powerpay Payroll Services plus free implementation.
- Customized Wealth Management solutions.

We're here to help – with banking advice, insights, and support at every stage of your business.



Rick Baldwin
Regional Manager Professional Banking
613-762-8296
Richard.Baldwin@td.com

► **Contact your Regional Manager, Professional Banking for more information**

**Ready to help you
move forward**



Subject to complying with TD Canada Trust lending policies and criteria, including confirmation of good personal credit history. Certain business documentation is required. Other conditions may apply. Owner occupied is equal to or greater than 50%. Only one account per client. All trade-marks are the property of their reserve owners. ® The TD logo and other trade-marks are the property of The Toronto-Dominion Bank or its subsidiaries.



FOR PATIENTS WITH THE SIGNS AND SYMPTOMS OF DRY EYE DISEASE,

START with **XIIDRA®**

PrXIIDRA® (lifitegrast) is indicated for the treatment of the signs and symptoms of dry eye disease



XIIDRA® IS THE FIRST AND ONLY MOLECULE IN ITS CLASS*

XIIDRA® (lifitegrast) is a lymphocyte function-associated antigen-1 (LFA-1) antagonist.¹



Consult the product monograph at https://www.xiidra.ca/wp-content/uploads/2025/01/XIIDRA-PM-E-2025-01-28_BauschLomb_Version.pdf for contraindications, warnings, precautions, adverse reactions, dosing, and conditions of clinical use. The Product Monograph is also available at: **1-888-459-5000**.

* Comparative clinical significance is unknown

XIIDRA® patients may be **eligible for financial assistance** through the **XIIDRA® iinsider™ program** by Bausch + Lomb.

BAUSCH + LOMB

Bausch + Lomb Corporation
520 Applewood Crescent
Vaughan, ON, L4K 4B4

www.bausch.ca
T: 1-888-459-5000

XIIDRA® is a registered trademark of Bausch + Lomb.
© 2025 Bausch + Lomb Corporation. All rights reserved.
XDR.0009.CA.25-EN

