

REVUES GÉNÉRALES

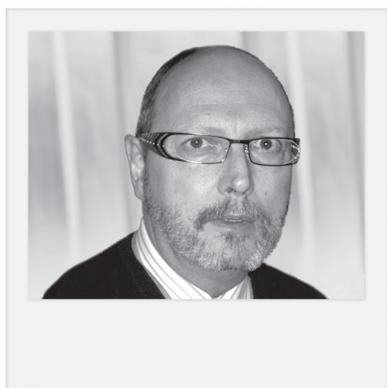
Segment antérieur

L'angle iridocornéen et ses mesures en échographie de très haute fréquence

RÉSUMÉ : L'évaluation de l'angle iridocornéen et ses mesures est réalisable par échographie, avec une sonde de 50 MHz ou avec un OCT du segment antérieur. Il convient, toujours, de donner systématiquement des valeurs biométriques sur des coupes axiales : à 10 MHz, la longueur axiale totale et l'épaisseur du cristallin et à 50 MHz, la profondeur de la chambre antérieure et la flèche cristallinienne.

Pour les mesures de l'angle iridocornéen lui-même, on obtient déjà une très bonne idée en mesurant la distance d'ouverture de l'angle (AOD) à l'endroit où l'iris est le plus proche de la jonction cornéosclérale.

On peut également mesurer des surfaces (ARA et TISA), qui semblent apporter (surtout TISA 750) davantage d'informations utiles. Mais l'examen doit également apprécier la morphologie et la situation du corps ciliaire et celle de l'iris. Dans certains cas, il est utile aussi de mesurer l'épaisseur de la racine de l'iris à 750 μm de l'éperon scléral.



→ O. BERGÈS

Service d'Imagerie médicale,
Fondation Ophthalmologique
Adolphe de Rothschild, PARIS.

L'évaluation de l'angle iridocornéen (AIC) par une imagerie en coupe n'est possible que depuis les travaux de Charles Joseph Pavlin, au début des années 1990, et le développement d'une technique nouvelle qu'il appela *Ultrasound biomicroscopy* (biomicroscopie ultrasonore), devenue très rapidement populaire de par ses possibilités mais également du fait de son acronyme facile à retenir : UBM. Depuis cette période "pionnière", des échographes dédiés à l'ophtalmologie associent l'exploration du globe oculaire à 10 MHz à celle de son segment antérieur avec une sonde de 50 MHz. Il s'agit donc d'une échographie de très haute fréquence (ETHF), qui – seule – permet l'analyse sur une coupe méridienne de l'AIC et d'en effectuer ses mesures.

Dès le début, C.J. Pavlin [1] notait que les mesures de l'AIC en degrés étaient faciles à faire, mais difficiles à définir du fait des grandes variations anatomiques de l'AIC. Il proposait donc de mesurer la distance d'ouverture de l'angle à 500 ou à 750 μm de l'éperon scléral. On a proposé également de mesurer d'autres distances (*fig. 1*) [2]. Plusieurs travaux ont montré la très bonne reproductibilité des mesures échographiques [3], ainsi qu'une bonne corrélation entre les mesures échographiques et les mesures obtenues par OCT du segment antérieur (AS-OCT) [4-6]. Mais la très grande popularité de l'AS-OCT a fait développer d'autres valeurs qui semblent plus adaptées pour l'évaluation de l'AIC. Il s'agit de mesures de surfaces allant jusqu'à 500 ou 750 μm de l'éperon scléral (ARA

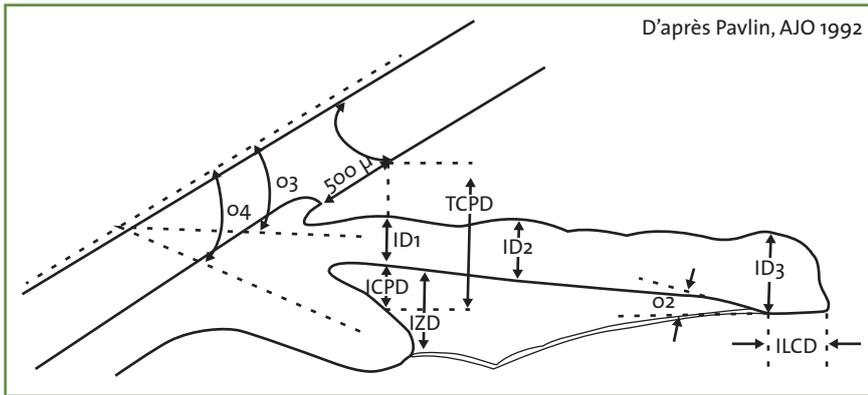


FIG. 1: Représentation schématique de l'angle iridocornéen (redessiné d'après Pavlin, Harasiewicz et Foster, *Am J Ophthalmol*, 1992) et de ses mesures. La distance trabéculum-corps ciliaire (TCPD) correspondait à la distance entre un point situé à 500 μm de l'éperon scléral et le corps ciliaire, en traversant l'iris de façon perpendiculaire. L'épaisseur de l'iris était mesurée sur cette même ligne (ID1), de même que la distance iris-corps ciliaire (ICPD), à 2 mm de la racine (ID2) et au niveau de son épaisseur maximale près du bord pupillaire (ID3). La distance iris-zonule (IZD) était mesurée juste en dedans du corps ciliaire. On peut également mesurer la distance de contact entre l'iris et le cristallin (ILCD) et l'angle entre l'épithélium postérieur de l'iris et la cristalloïde antérieure (ϕ_2). On peut enfin mesurer l'angle entre le grand axe de l'iris (ϕ_3) ou celui du corps ciliaire (ϕ_4) à une tangente à la sclère.

et TISA). Comme les échographes modernes permettent maintenant de calculer ces surfaces, nous étudierons donc successivement :

- la distance d'ouverture de l'angle (*angle-opening distance* [AOD]);
- la surface de récession de l'angle (*angle recess area* [ARA]);
- la surface irido-trabéculaire (*trabecular iris surface area* [TISA]).

En effet, pour des raisons de précision, tout particulièrement si on veut effectuer des comparaisons dans le même centre et a fortiori dans des centres différents, il convient de préférer une approche quantitative des mesures de l'AIC à une approche plus simplement qualitative, même si le travail sur console/ordinateur peut sembler long et fastidieux.

Nous aborderons également la mesure de l'épaisseur de l'iris (*iris thickness* [IT]) et celle de la flèche cristalliniennne (*lens vault* [LV]), valeurs très utiles pour la prise en charge de certains patients avec un angle étroit, en particulier les *creeping angle-closure glaucoma* et les volumineux cristallins, et enfin la situation du corps ciliaire.

Depuis l'arrivée de l'AS-OCT en 2003, cette nouvelle technologie a permis également d'imager l'AIC. Sa résolution est très discrètement meilleure (18 μm vs 25 μm pour l'ETHF à 50 MHz), mais n'est pas un atout décisif; c'est surtout le caractère moins contraignant pour le patient dû à la technique non contact et en position assise qui lui donne un avantage, en particulier pour l'étude des bulles de filtration. En revanche, l'ETHF seule permet la visualisation et l'analyse des structures situées derrière l'épithélium pigmenté de l'iris, ce qui en fait l'examen de choix pour éliminer un syndrome d'iris-plateau ou une fermeture de l'angle en rapport avec des kystes iridociliaires. Ces deux technologies sont donc complémentaires et non concurrentes [7].

Réalisation pratique

L'examen doit toujours être bilatéral et symétrique. Il se réalise en immersion, la sonde restant toujours loin des structures oculaires, ce qui est facile à vérifier en voyant un espace anéchogène devant celles-ci. Après anesthésie topique soigneuse, on peut soit poser

une assez grande quantité de gel carbomère sur la cornée, en s'aidant éventuellement d'un petit blépharostat pour maintenir les paupières ouvertes, la sonde n'étant fermée que par une plaque de gel solidifié, soit utiliser un embout à fixer sur la partie de la sonde ouverte, muni d'une petite poche à paroi très fine d'impédance acoustique équivalente à celle du milieu analysé, que l'on remplit d'eau.

1. Biométrie oculaire

L'examen commence toujours par recueillir des valeurs biométriques de chaque œil avec la sonde de 10 MHz: la profondeur de la chambre antérieure, l'épaisseur du cristallin et la longueur axiale totale du centre de la cornée à la fovéa. Cette coupe axiale suivant la technique de biométrie guidée par le mode B [8] permet d'évaluer immédiatement si l'œil est emmétrope ou hypermétrope (rarement myope dans ces indications d'angle étroit), de voir si la chambre antérieure a une profondeur normale, limite ou étroite, et si le cristallin est volumineux, en particulier pour la taille de l'œil (**fig. 2A**).

2. Biométrie du segment antérieur

Ensuite, avec la sonde de 50 MHz, on mesure l'épaisseur de la cornée au centre (de l'épithélium à l'interface endothélium/membrane de Descemet) et la profondeur de la chambre antérieure au centre de l'endothélium à la cristalloïde antérieure. Les mesures sont habituellement données avec une célérité des ultrasons à 1550 m/s. Les différentes valeurs doivent donc être corrigées en fonction de la célérité des ultrasons dans ces différentes structures: 1620 m/s pour la cornée et 1532 m/s pour la chambre antérieure. Cette distance doit être concordante avec la profondeur de la chambre antérieure mesurée avec la sonde de 10 MHz, mais est plus précise avec la sonde de 50 MHz (**fig. 2B**). S'il existe

REVUES GÉNÉRALES

Segment antérieur

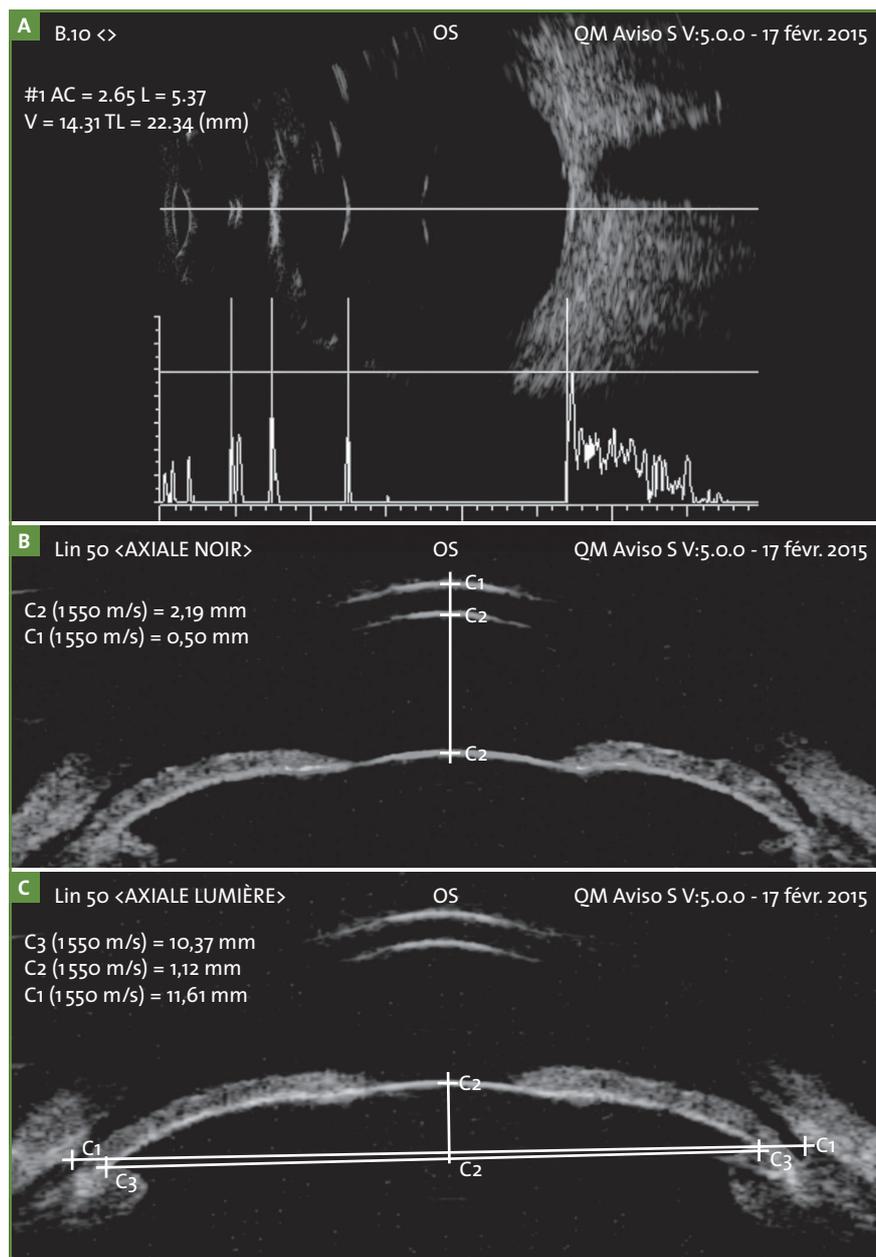


FIG. 2 : Biométrie oculaire. A. La coupe axiale réalisée pour la biométrie guidée par le mode B montre que l'œil est hypermétrope, sa longueur axiale (LA = 22,34 mm) étant nettement inférieure à 22,8 mm, avec une morphologie harmonieuse, que le cristallin est volumineux, avec une épaisseur (L = 5,37 mm) nettement supérieure à 5 mm et que la chambre antérieure est limitée (AC = 2,1 mm), une fois que l'on a ôté l'épaisseur de la cornée de CA, sur ce biomètre utilisant 4 calipers. B. Coupe axiale à 50 MHz de tout le segment antérieur, de 3 h à 9 h, réalisée dans le noir, permettant les mesures de l'épaisseur de la cornée et de la profondeur de la chambre antérieure. Comme ces valeurs sont données par l'échographe avec une célérité des ultrasons à 1550 m/s, il faut faire une petite correction pour obtenir les vrais valeurs : pour la cornée, $c_1 = (500 \times 1620) / 1550 = 523 \mu\text{m}$; pour la chambre antérieure, $c_2 = (2,19 \times 1532) / 1550 = 2,16 \text{ mm}$, concordante mais plus précise que pour la valeur trouvée à 10 MHz (A). C. Même coupe axiale à 50 MHz, mais réalisée à la lumière, où l'on note déjà, mais de façon moins frappante que dans le noir, un aspect d'iris bombé, sur laquelle on mesure les diamètres d'angle à angle (c_1) et de sulcus à sulcus (c_3). À partir du diamètre d'angle à angle, une perpendiculaire depuis l'apex de la cristalloïde antérieure permet de mesurer la flèche cristallinienne (c_2), ici très fortement augmentée, à 1,12 mm.

un implant, il convient de mesurer la distance entre l'endothélium et la face antérieure de l'optique et la distance entre l'endothélium et le plan pupillaire. Il convient également de mesurer le diamètre d'angle à angle, le diamètre de sulcus à sulcus et la flèche cristallinienne (cf. plus loin) (**fig. 2C**). Il faut se rappeler que le segment antérieur n'est pas strictement circulaire, mais discrètement ovale, à grand axe presque sagittal ; il convient donc de préciser dans le compte rendu selon quels méridiens ces diamètres ont été mesurés.

3. Analyse de l'angle iridocornéen

Elle fait suite, au mieux, à une étude de cet angle en gonioscopie et en gonioscopie dynamique. Les quatre méridiens cardinaux de chaque œil doivent être étudiés à la lumière et dans le noir [9]. Leur réalisation pratique est toujours possible, y compris pour les méridiens verticaux, ce qui n'est pas toujours le cas avec l'AS-OCT à cause des paupières. Il convient cependant de prévenir le patient en début d'examen que celui-ci sera long, et que le temps sera minimum s'il (elle) écoute bien les indications qu'on lui donne, qu'il (elle) exécute bien les directions du regard qu'on lui demande de suivre, et surtout qu'il (elle) ne bouge pas les yeux à l'extinction/allumage de la lumière.

Pour étudier un méridien, il faut positionner la sonde selon ce dernier, en regard du limbe. L'angulation ne doit pas être trop importante. L'idéal est que le faisceau ultrasonore soit perpendiculaire à la surface de la racine de l'iris.

Pour être sûr que la coupe passe bien par le méridien et n'est pas oblique, il faut, sur la même coupe, avoir l'iris le plus court possible et en même temps visualiser sur la même coupe les deux lignes hyperéchogènes correspondant à l'épithélium et à l'endothélium de la cornée (**fig. 3**). Il convient également

REVUES GÉNÉRALES

Segment antérieur

de visualiser la zonule, qui apparaît très faiblement échogène, du fait que les fibres zonulaires sont fines et peu orthogonales au faisceau US dans cette incidence pour étudier l'AIC. Comme pour l'AS-OCT, l'étude des

méridiens horizontaux est très facile, et la reproductibilité des mesures y est excellente. Mais l'exploration des méridiens verticaux est plus facile en échographie, car les paupières ne sont plus un obstacle.

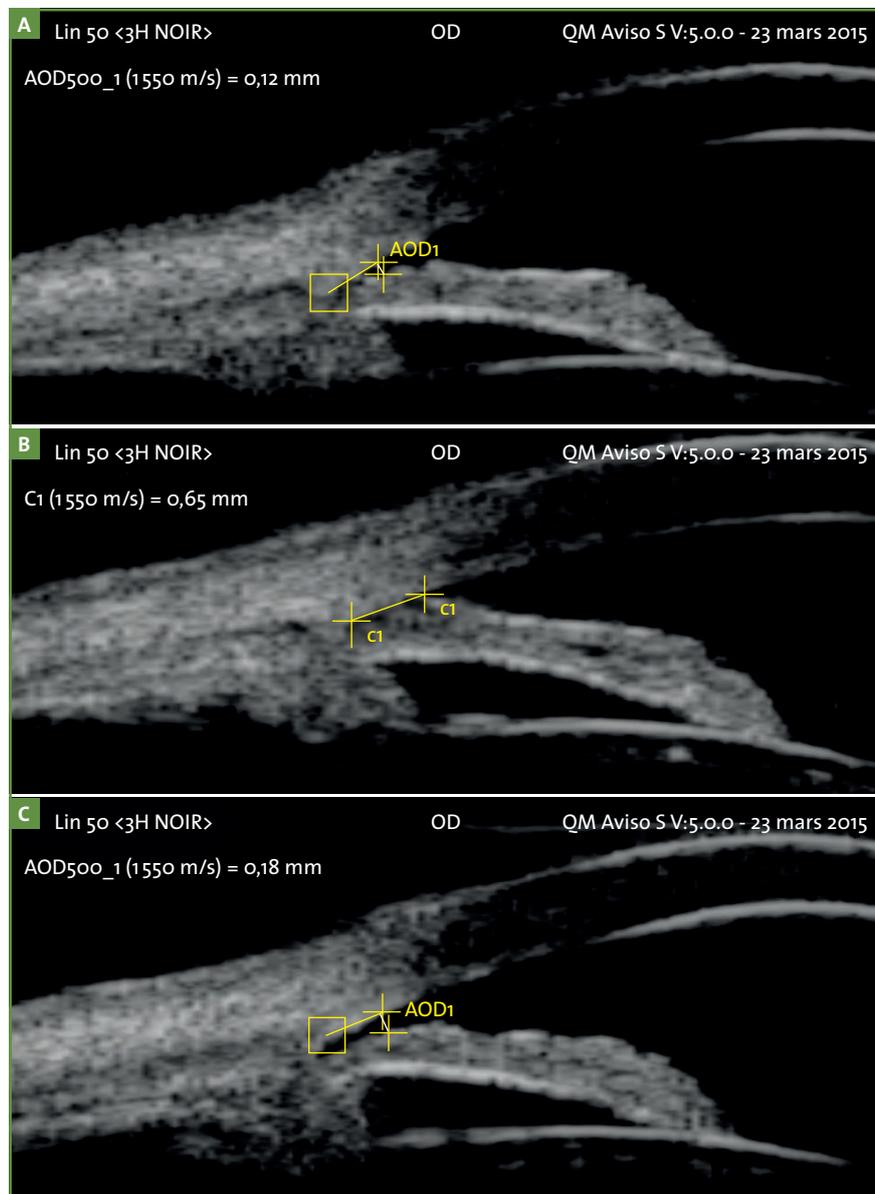


FIG. 3 : Coupes de l'angle iridocornéen – critères de sélection d'une bonne coupe. Les trois coupes pourraient paraître correctes, montrant bien les différentes structures. Mais seule la coupe 3C montre bien les deux lignes hyperéchogènes correspondant à l'épithélium et à l'endothélium de la cornée. De plus, l'iris est trop allongé sur les coupes 3A et 3B, et sa courbure n'est pas assez prononcée pour des coupes réalisées dans le noir, ce qui trahit une légère obliquité par rapport au méridien étudié. La coupe 3C est donc la seule à pouvoir être sélectionnée pour effectuer les mesures de l'angle. Sur cette coupe, l'angle a une valeur limite, alors que sur la coupe 3A, il serait étroit voire fermé sur la coupe 3B!

Mesures de l'angle

Pour les mesures, le point le plus important est de bien reconnaître l'éperon scléral, parfois matérialisé par un micronodule très échogène, qui est le point de convergence entre deux lignes courbes – celles de l'endothélium cornéen et celle de la face antérieure de l'uvée – car il sert de référence à toutes les mesures de l'angle iridocornéen. Dans une étude avec l'AS-OCT, Cumba *et al.* [10] ont montré que la reproductibilité à court et à long terme, intra- et interexamineur était excellente.

1. Valeur angulaire en degrés

On pourrait, *a priori*, mesurer l'angle entre la droite croisant l'interface cornéosclérale à 500 μm (ou 250 μm , ou 750 μm) de l'éperon scléral et la droite croisant la surface antérieure de l'iris à l'endroit où croise la perpendiculaire abaissée depuis le point cornéoscléral précédent. On comprend tout de suite, comme C.J. Pavlin [2], que cette mesure est longue et fastidieuse à réaliser et que cette valeur ne correspond pas à une valeur utile en raison de la très grande variabilité de la morphologie de l'AIC, en particulier de la convexité plus ou moins importante de la racine de l'iris et des ondulations de sa surface antérieure (*fig. 4*).

2. Distance d'ouverture de l'angle (AOD)

Au lieu de mesurer l'angle en degrés, C.J. Pavlin proposait de mesurer la distance de cette perpendiculaire abaissée entre le point cornéoscléral situé à 500 μm de l'éperon scléral et la surface antérieure de l'iris. Tout naturellement, il appela cette distance AOD 500, pour *angle-opening distance* à 500 μm de l'éperon scléral. Cette mesure est devenue très rapidement la mesure de référence pour caractériser l'ouverture de l'angle (*fig. 5*). Cependant, très rapidement aussi, les différents utilisations

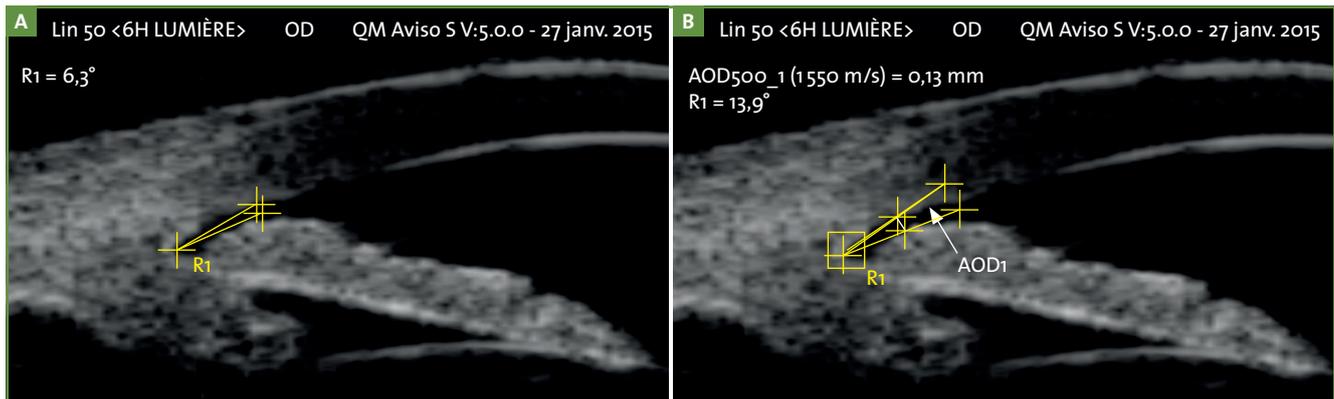


FIG. 4 : Mesure de l'angle en degrés – 6 h OD lumière. A. Mesure erronée: la racine de l'iris est assez convexe et les bords de l'angle, longeant la jonction cornéosclérale et la racine de l'iris sur une certaine distance non précisée, ne donnent pas une idée précise, et n'est pas reproductible. B. Mesure correcte: l'un des bords de l'angle rejoint le point de rencontre de la jonction cornéosclérale à 500 μm de l'éperon scléral, et l'autre bord passe par le point de rencontre entre la perpendiculaire abaissée depuis ce dernier point et l'épithélium antérieur de l'iris l'angle n'est pas étroit, comme on aurait pu l'imaginer en 4A, mais une valeur limite. Cependant, il est plus simple et plus rapide de mesurer l'AOD 500.

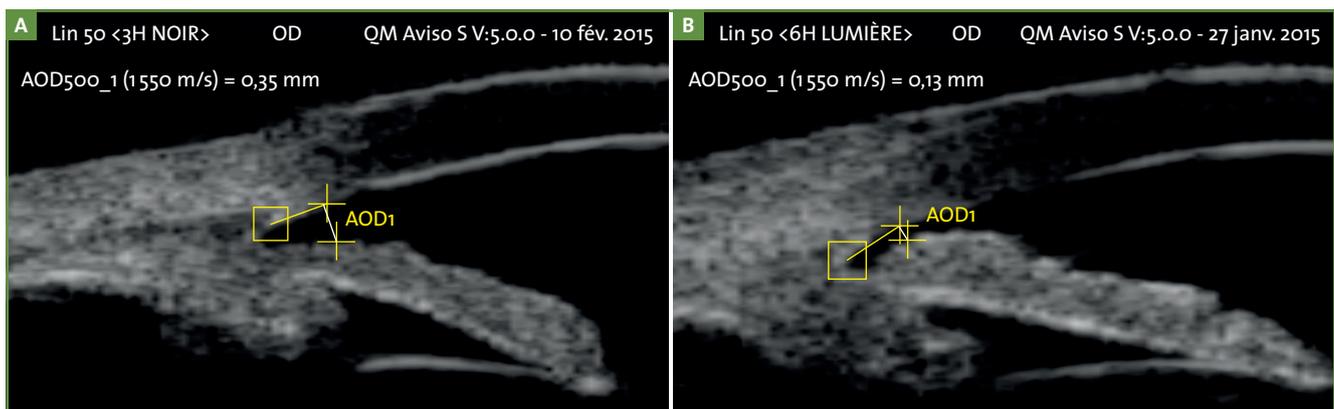


FIG. 5 : Mesure de l'AOD 500. A. Angle normal, bien ouvert – AOD 500 = 350 μm pour 3 h OD dans le noir. On remarque que l'indication de l'examen était mal "posée", puisqu'il ne s'agit pas d'un angle étroit. B. Angle étroit – AOD 500 = 130 μm pour 6 h OD à la lumière.

teurs se rendirent compte que l'AOD 500 était insuffisante du fait de la très grande variabilité de la morphologie de l'AIC, et naquit ainsi l'AOD 750 – pour une distance d'ouverture de l'angle à 750 μm de l'éperon scléral – une valeur aussi largement utilisée que l'AOD 500. Comme en pratique il convient de mesurer la distance la plus étroite, à l'endroit où la convexité de la racine de l'iris est maximum, on est parfois amené à mesurer des distances d'ouverture de l'angle à 600 μm , 650 μm , 800 μm , voire plus (fig. 6).

De façon surprenante et quasi paradoxale, aucune étude publiée n'a

rapporté de valeurs limites pour caractériser cette ouverture de l'angle.

Nous proposons la classification que nous utilisons dans le service, qui aide bien à montrer dans le suivi l'ouverture de l'angle après une iridotomie périphérique par exemple.

AIC normal	AOD > 250 μm
AIC limite	150 μm < AIC < 250 μm
AIC étroit	100 μm < AIC < 150 μm
AIC filiforme	100 μm < AIC < 150 μm
AIC filiforme/ quasi fermé	50 μm < AIC < 100 μm

Quand l'AIC est fermé, outre la distance de fermeture (en mm ou en μm), il faut préciser s'il s'agit d'un simple contact, avec création d'un petit sinus de Mapestone ou d'une fermeture totale étendue (fig. 7). Même si l'ETHF a des difficultés à démontrer les synéchies, on doit les rechercher avec attention [11].

• Surface de récession de l'angle (ARA)

La mesure d'une surface paraissait apporter plus de précision sur l'évaluation de l'AIC que celle d'une simple droite. Le mérite revient à Friedman et He [12] d'avoir insisté sur l'avantage

REVUES GÉNÉRALES

Segment antérieur

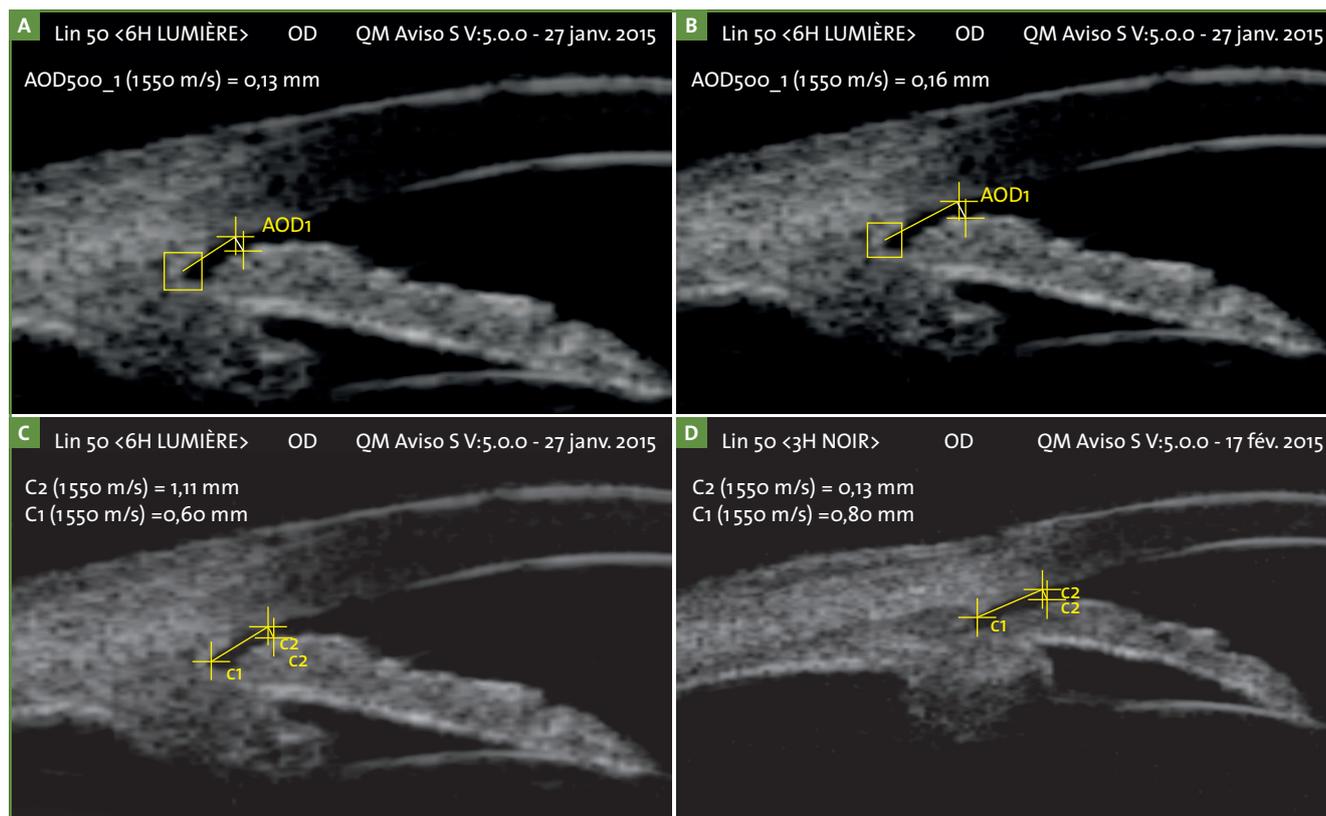


FIG. 6 : Angles étroits – AOD 500, limites et solutions. **A.** AOD 500 pour 6 h OD à la lumière = 130 μ m. **B.** Même patiente: AOD 750 pour 6 h OD à la lumière = 160 μ m. **C.** Même patiente: vu la courbure de la racine de l'iris, l'appréciation correcte de l'AOD doit se faire à 600 μ m de l'éperon scléral, là où l'iris est le plus proche de la jonction cornéosclérale; égale à 110 μ m. **D.** Chez cette autre patiente, la distance la plus étroite entre l'iris et la jonction cornéosclérale est mesurée à 800 μ m de l'éperon scléral = 130 μ m.

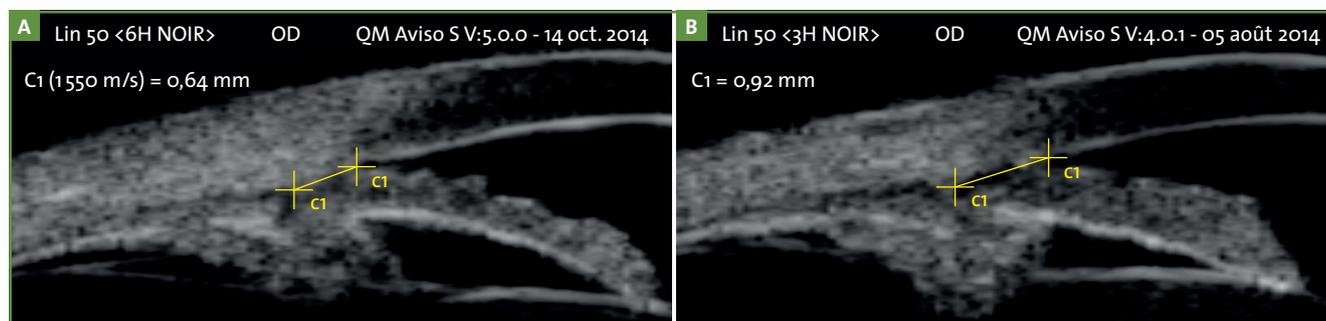


FIG. 7 : Angle fermé. **A.** Angle totalement fermé depuis le sommet de l'angle sur une distance de 0,64 mm. **B.** L'AIC est fermé sur une distance de 0,92 mm depuis le sommet de l'angle, par apposition entre l'iris et la jonction cornéosclérale. Mais en arrière de cette apposition, il existe un fin espace liquidien correspondant à un petit sinus de Mapestone. À noter enfin l'antériorisation et la rotation antérieure du corps ciliaire en rapport avec une configuration iris-plateau.

d'étudier la surface de récession de l'angle (ARA) que l'on peut, à nouveau, mesurer jusqu'à 500 μ m ou à 750 μ m de l'éperon scléral. Bien entendu, la mesure de cette surface est légèrement plus complexe que celle de l'AOD, et nécessite un logiciel approprié. De

plus, la caractérisation de cette surface doit être facilitée par la proposition automatique d'une surface, l'opérateur n'ayant qu'à modifier certains points pour s'ajuster parfaitement à la jonction cornéosclérale et à la surface antérieure de la racine de l'iris (**fig. 8**). Malgré tout,

le travail sur console/ordinateur peut être long.

• Surface iridotrabéculaire (TISA)

Cette surface ne va pas jusqu'au sommet de l'angle, mais est un parallépipède

partant de l'éperon scléral et allant jusqu'à 500 μm ou 750 μm de ce dernier (**fig. 9**). Elle correspondrait, selon ces auteurs, davantage à la surface où l'humeur aqueuse est en contact avec le trabéculum [13].

Autres valeurs

1. Épaisseur de l'iris (IT)

Dès 1992, C.J. Pavlin notait l'importance de mesurer l'iris. Il est raisonnable de le mesurer au niveau de sa racine, à sa

partie moyenne et près du bord pupillaire; mais c'est, bien sûr, au niveau de la racine qu'un épaissement va pouvoir entraîner un engorgement et une gêne à la filtration de l'humeur aqueuse, comme on le voit dans le *creeping angle-closure glaucoma*. À un moindre degré, la racine de l'iris peut être aussi épaissie dans l'iris plateau. C.J. Pavlin [2] proposait de mesurer cette épaisseur à 500 μm de l'éperon scléral.

Avec le temps et l'expérience, la mesure à 750 μm de l'éperon scléral est devenue la mesure de référence (**fig. 10**).

2. Morphologie de l'iris

Il ne s'agit pas de mesures, mais on doit apprécier systématiquement la morphologie de l'iris. Dans les blocs pupillaires, ce dernier est convexe vers l'avant (en AS-OCT, on décrit une flèche irienne, mais cette mesure n'est pas encore accessible en ETHF), avec une courbure harmonieuse, la convexité maximale étant centrale. Dans l'iris plateau, il est angulé avec une convexité maximale périphérique, sa partie médiale étant "raide". Enfin, dans les glaucomes pigmentaires, il apparaît concave avec une

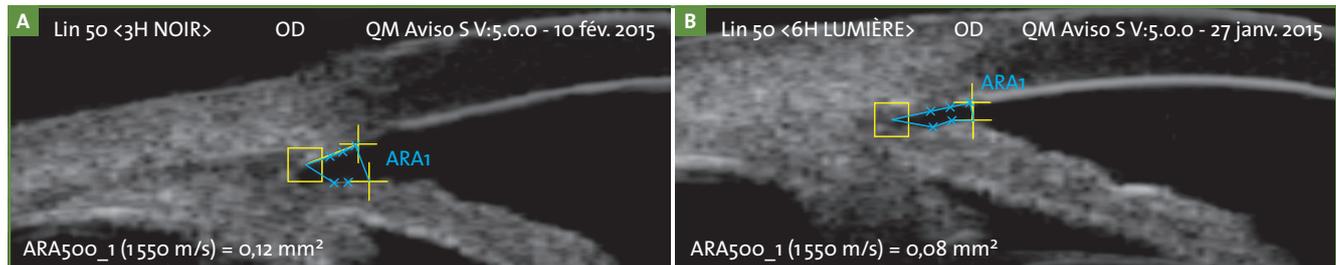


FIG. 8 : ARA. A. ARA500 pour un angle normal. La surface, limitée par les calipers verts, s'affiche automatiquement après avoir pointé l'éperon scléral et abaissé la perpendiculaire à 500 μm de l'éperon scléral. Il suffit alors de déplacer chaque caliper vert pour "mouler" au mieux les différentes interfaces. Cette surface est calculée à 0,12 mm². B. ARA750 pour un angle étroit; la surface est calculée à 0,08 mm².

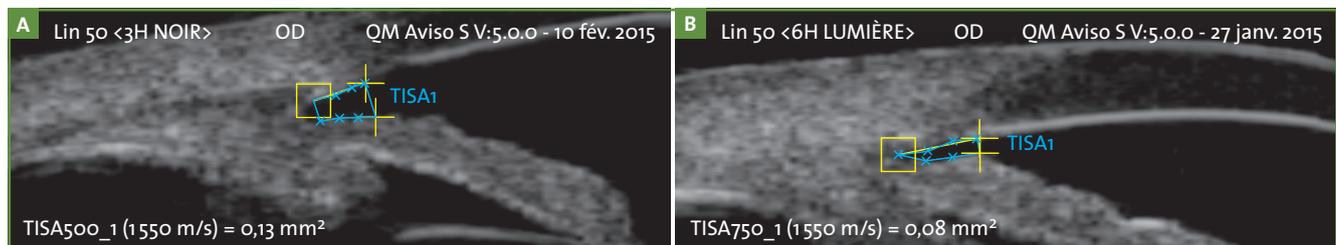


FIG. 9 : TISA. A. TISA500 pour un angle normal. La surface, limitée par les calipers cyans, s'affiche automatiquement après avoir pointé l'éperon scléral et abaissé la perpendiculaire à 500 μm de l'éperon scléral. Il suffit alors de déplacer chaque caliper cyan pour "mouler" au mieux les différentes interfaces. Cette surface est calculée à 0,13 mm². B. TISA750 pour un angle étroit; la surface est calculée à 0,08 mm². Il est intéressant de noter que lorsque l'éperon scléral est situé à distance du fond de l'angle, les surfaces ARA et TISA sont légèrement différentes (**fig. 8A et 9A**). En revanche, quand l'éperon scléral est très proche du fond de l'angle, ces deux surfaces sont identiques (**fig. 8B et 9B**).

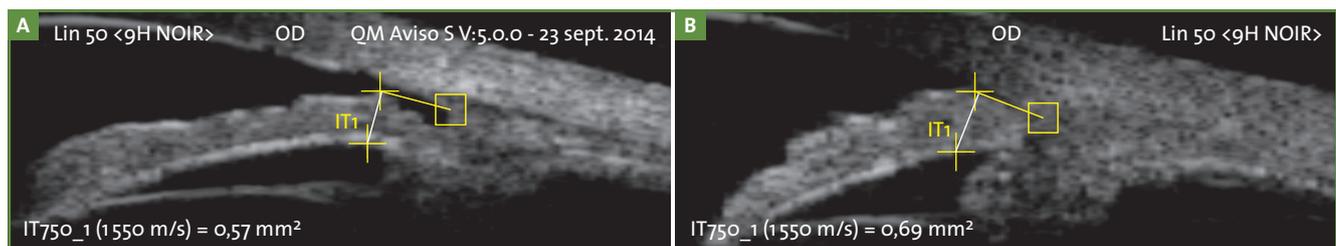


FIG. 10 : Épaisseur de l'iris, au niveau de sa racine : IT750 - 9 h OD noir. A. Iris d'épaisseur normale dans le cadre d'un angle étroit par bloc pupillaire prédominant. L'épaisseur est inférieure à 0,6 mm. Aspect également normal du corps ciliaire et du sulcus ciliaire. B. Iris épaissi dans le cadre d'un *creeping angle-closure glaucoma*. L'angle est "crowded", filiforme, AOD 750 = 80 μm . L'épaisseur est voisine de 0,7 mm, mais le corps ciliaire et le sulcus ciliaire sont normaux.

REVUES GÉNÉRALES

Segment antérieur

POINTS FORTS

- ➔ L'examen doit être bilatéral, avec systématiquement une étude à la lumière et dans le noir.
- ➔ Des valeurs biométriques sur des coupes axiales sont impératives : longueur axiale totale, épaisseur du cristallin, profondeur de la chambre antérieure et importance de la flèche cristallinienne.
- ➔ Les mesures de l'angle iridocornéen ne doivent pas être données en degré.
- ➔ La distance d'ouverture de l'angle (AOD) à 500 μm de l'éperon scléral est la mesure la plus fréquemment réalisée. Elle donne le plus souvent une bonne appréciation de l'ouverture de l'angle et de son risque de fermeture.
- ➔ Des mesures de surface (ARA et TISA) donnent des renseignements plus précis. C'est principalement TISA 750 qui est la plus utilisée actuellement.
- ➔ La reproductibilité de ces différentes mesures, et par là donc la reconnaissance de l'éperon scléral, est excellente pour les méridiens horizontaux, mais également en échographie pour les méridiens verticaux.

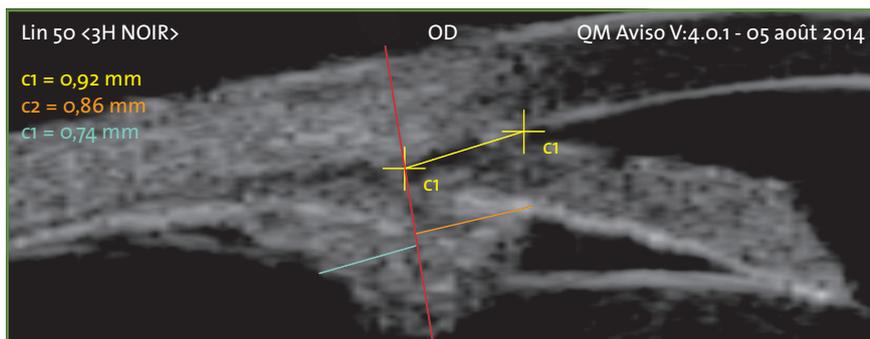


FIG. 11 : Syndrome iris-plateau, la patiente ayant bénéficié d'une IP qui n'a pas réouvert l'angle. Étude du méridien de 3 h de l'OD dans le noir : l'angle est fermé sur une distance de 0,92 mm. Le corps ciliaire est antériorisé, avec une petite rotation, ce qui ferme totalement le sulcus qui est médialisé. L'iris est angulé, avec une convexité maximum périphérique, sa partie médiale apparaissant raide. Les mesures de l'antériorisation du corps ciliaire ne font que confirmer l'impression qualitative évidente. 0,86 mm en avant de la perpendiculaire à la surface sclérale et passant par l'éperon, et seulement 0,74 mm en arrière de cette ligne.

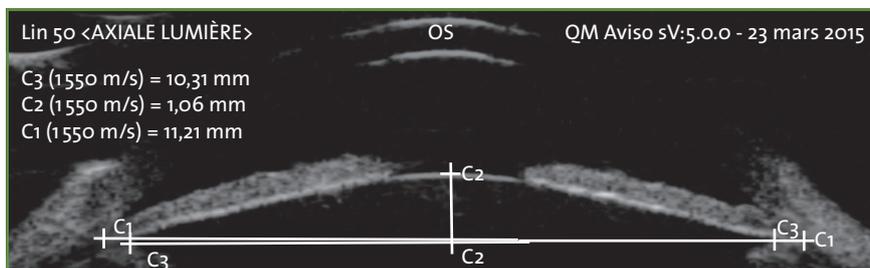


FIG. 12 : Augmentation de la flèche cristallinienne chez une patiente hypermétrope. CA = 2 mm ; cristallin = 4,8 mm ; LA = 21,9 mm. La flèche cristallinienne est très augmentée, mesurée à 1122 μm après correction, en rapport avec la célérité des ultrasons dans le cristallin à 1641 m/s. Il existe une angulation antérieure de l'iris en raison d'une IP déjà réalisée et fonctionnelle. Comme l'angle est filiforme à la lumière et fermé dans le noir dans tous les méridiens, il existe une indication à une phacoexérèse. La flèche cristallinienne traduit un déplacement du cristallin vers l'avant ; elle est le plus souvent liée à l'épaisseur du cristallin, mais chez cette patiente, le cristallin est seulement légèrement augmenté pour la taille de l'œil.

distance de contact augmenté avec la cristalloïde antérieure, en particulier en accommodation. En présence d'une iridotomie périphérique (IP) fonctionnelle, il est plan, ce qui traduit l'absence de gradient entre chambre antérieure et chambre postérieure. Ce signe est fondamental, et prime sur la mesure des diamètres de l'IP que l'on peut effectuer en ETHF.

3. Situation du corps ciliaire

On compare la surface du corps ciliaire en avant et en arrière d'une droite perpendiculaire à la sclère passant par l'éperon scléral. Normalement, la *pars plicata* ne dépasse pas de plus du 1/3 cette ligne. Sinon le corps ciliaire est antériorisé, ce qui se voit dans la configuration d'iris-plateau (**fig. 11**).

4. La flèche cristallinienne (LV)

La flèche cristallinienne (**fig. 12**) est devenue une valeur systématiquement étudiée au cours d'un examen demandé pour un angle étroit. Elle est définie comme la distance entre l'apex de la cristalloïde antérieure et le diamètre d'angle à angle. Il convient de corriger la valeur donnée par la machine (avec une célérité des ultrasons à 1550 m/s) en fonction de la célérité des ultrasons dans le cristallin qui est de 1641 m/s. Depuis peu, il est possible de faire un calcul semi-automatique et rapide de cette valeur, en corrigeant automatiquement la valeur trouvée en fonction de la célérité des ultrasons dans le cristallin.

Plus de 60 articles ont été publiés sur cette valeur, son importance et son utilité. Elle est plus importante dans les angles étroits que dans les angles ouverts. Il n'y a cependant pas de corrélation avec un bloc pupillaire ou un iris-plateau. Elle augmente avec l'âge, et est plus importante chez la femme que chez l'homme. Elle est liée, mais de façon non linéaire, à l'épaisseur du cristallin (trouvée sur la biométrie ini-

tiale réalisée avec la sonde de 10 MHz). Elle est normale de 0 à 500 µm, modérément augmentée de 500 µm à 750 µm, fortement augmentée de 750 µm à 1 mm et très fortement augmentée au-delà de 1 mm. Quand il existe un implant de chambre postérieure, la flèche cristallinienne est négative, et on doit de la même façon recalculer la distance avec une célérité des ultrasons dans l'humeur aqueuse, égale à 1 532 m/s.

Il existe une relation étroite entre l'augmentation de la flèche cristallinienne et le risque de fermeture de l'angle [14]. À partir de 1 mm, il faut contrebalancer, en cas de fermeture de l'AIC, l'indication de la réalisation d'une iridotomie périphérique et celle d'une phacoexérèse, même si le cristallin est "clair" [15].

Conclusion

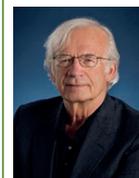
Les différentes mesures de l'angle iridocornéen ne sont pas toujours toutes effectuées. Il convient de donner systématiquement des valeurs biométriques sur des coupes axiales : à 10 MHz, la longueur axiale totale et l'épaisseur du cristallin et à 50 MHz, la profondeur de la chambre antérieure et la flèche cristallinienne. Pour l'appréciation de l'AIC lui-même, on obtient déjà une très bonne idée en mesurant la distance d'ouverture de l'angle (AOD) à l'endroit où l'iris est le plus proche de la jonction cornéosclérale.

On peut également mesurer des surfaces (ARA et TISA), qui semblent apporter (surtout TISA 750) davantage d'informations utiles. Mais l'examen doit également apprécier la morphologie et la situation du corps ciliaire et celle de l'iris. Dans certains cas, il est également utile de mesurer l'épaisseur

de la racine de l'iris à 750 µm de l'éperon scléral. La corrélation avec l'examen clinique est capitale, et améliore sensiblement l'analyse des résultats. C'est dire l'importance de spécifier sur la demande d'examen le contexte clinique et les renseignements que l'on cherche à obtenir.

Bibliographie

1. PAVLIN CJ, FOSTER FS. *Ultrasound Biomicroscopy of the eye*. 1995 Springer-Verlag, New York.
2. PAVLIN CJ, HARASIEWICZ K. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment structures in normal and glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol*, 1992;113:381-389.
3. ISHIKAWA H, LIEBMANN JM, RITCH R. Quantitative assessment of the anterior segment using ultrasound biomicroscopy. *Curr Opin Ophthalmol*, 2000;11:133-139.
4. DADA T, SHOTA R, GADIA R *et al*. Comparison of anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for assessment of the anterior segment. *J Cataract Refract Surg*, 2007;33:837-840.
5. WANG D, PEKMEZCI M, BASHAM RP *et al*. Comparison of different modes in optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy in anterior chamber angle assessment. *J Glaucoma*, 2009;18:472-478.
6. MANSOURI K, SOMMERHALDER J, SHAARAWY T. Prospective comparison of ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography for evaluation of anterior chamber dimensions in European eyes with primary angle closure. *Eye (Lond)*, 2010;24:233-239.
7. ISHIKAWA H. Anterior segment imaging for glaucoma: OCT or UBM? *Br J Ophthalmol*, 2007;91:1420-1421.
8. BERGÈS O, PUECH M, ASSOULINE M *et al*. B-mode-guided vector-A-mode versus A-mode biometry to determine axial length and intraocular lens power. *J Cataract Refract Surg*, 1998;24:529-535.
9. PAVLIN CJ, HARASIEWICZ K, FOSTER FS. An ultrasound biomicroscopic dark-room provocative test. *Ophthalmic Surg*, 1995;26:253-255.
10. CUMBA RJ, RADHAKRISHNAN S, BELL NP *et al*. Reproducibility of scleral spur identification and angle measurements using fourier domain anterior segment optical coherence tomography. *J Ophthalmol*, 2012;2012:487309. doi: 10.1155/2012/487309. Epub 2012 Nov 1.
11. YOO C, OH JH, KIM YY *et al*. Peripheral anterior synechiae and ultrasound biomicroscopic parameters in angle-closure glaucoma suspects. *Korean J Ophthalmol*, 2007;21:106-110.
12. FRIEDMAN DS, HE M. Anterior chamber angle assessment techniques *Surv Ophthalmol*, 2008;53:250-273.
13. 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;48:3683-3688.
14. FOO LL, NONGPIUR ME, ALLEN JC *et al*. Determinants of angle width in Chinese Singaporeans. *Ophthalmology*, 2012;119:278-282.
15. HUANG G, GONZALEZ E, LEE R *et al*. Association of biometric factors with anterior chamber angle widening and intraocular pressure reduction after uneventful phacoemulsification for cataract. *J Cataract Refract Surg*, 2012;38:108-116.



Je voudrais dédier cet article sur les mesures de l'angle iridocornéen au Dr. Charles Joseph Pavlin, qui nous a quitté le 14 novembre 2014. Il nous a tant appris.

Son dynamisme et sa recherche permanente resteront toujours un modèle pour nous. Son expertise, sa gentillesse et sa disponibilité légendaires nous ont permis de naviguer presque facilement au sein de ces structures microscopiques, qu'avant lui on ne savait pas imager. Heureusement, les très nombreux articles (88) qu'il a écrits resteront toujours accessibles à tous. Grâce lui soit rendue pour ce travail de pionnier.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.