Revues générales

Physiopathologie de la CRSC: apport de l'imagerie ultra-grand champ

RÉSUMÉ: L'imagerie ultra-grand champ permet une visualisation d'environ 80 % de la rétine en un seul cliché. La combinaison de la photo "pseudo-couleur" à un système d'imagerie multimodale comprenant une autofluorescence, une angiographie à la fluorescéine et au vert d'indocyanine ainsi qu'un OCT swept-source constitue une avancée incontestable dans la prise en charge diagnostique et dans la compréhension de la physiopathologie de la choriorétinopathie séreuse centrale (CRSC).

L'autofluorescence ultra-grand champ permet notamment une meilleure évaluation de l'étendue de l'épithéliopathie, ce qui permettra d'affiner le pronostic ainsi qu'une meilleure classification des différentes formes de la maladie en vue d'études cliniques multicentriques.

L'angiographie au vert d'indocyanine ultra-grand champ a mis en évidence des anastomoses veinoveineuses entre les différents quadrants de drainage veineux, soulevant l'hypothèse d'une insuffisance veineuse choroïdienne dans la physiopathologie de la CRSC.



N. ABRAHAM, E. BOUSQUET Stein Eye Institute, Retina division, University California Los Angeles (Californie).

es dernières décennies, l'imagerie de la rétine a bénéficié d'importants progrès technologiques à la fois sur le plan de la précision avec, pour certains appareils, une résolution quasi histologique, mais également en termes de champ de vision. Utilisée depuis une quinzaine d'années, l'imagerie ultragrand champ permet une visualisation d'environ 80 % de la rétine en un seul cliché, ce qui constitue une avancée incontestable dans la prise en charge diagnostique mais aussi dans la compréhension de la physiopathologie de certaines maladies rétiniennes.

Imagerie ultra-grand champ Optos

Les systèmes d'imagerie de la rétine traditionnels permettaient une visualisation de la rétine avec un champ de 30° à 60°. Le rétinographe ultra-grand champ Optomap (Optos, PLC, Dunfermline, Écosse) permet l'obtention d'une image pseudo-couleur de la rétine avec un champ de 200° en une seule acquisition. Il a récemment été combiné à un système d'imagerie multimodale comprenant une autofluorescence, une angiographie à la fluorescéine et au vert d'indocyanine ainsi qu'un OCT swept-source.

Le mode "pseudo-couleur" de l'Optos est obtenu grâce à l'utilisation de deux sources laser de longueurs d'onde différentes : 532 nm (laser vert) et 635 nm (laser rouge). L'autofluorescence est obtenue par une excitation d'un faisceau laser de longueur d'onde de 532 nm, supérieure à l'autofluorescence du système Heidelberg (488 nm), raison pour laquelle les images obtenues avec les deux appareils sont légèrement différentes. Le système Optos permet d'obtenir des clichés en autofluorescence de meilleure qualité en cas de cataracte et le faisceau laser est moins absorbé par le pigment xanthophylle maculaire. Pour l'angiographie à la fluorescéine et au vert d'indocyanine, les lasers utilisés ont les mêmes longueurs d'onde que le systèn Heidelberg.

Revues générales

Malgré les avantages indéniables du système Optos, la qualité des images peut être limitée par la visualisation des cils et la distorsion des images liée à l'aplatissement d'une image sphérique.

Intérêt de l'imagerie ultra-grand champ dans le diagnostic et la prise en charge de la CRSC

La choriorétinopathie séreuse centrale (CRSC) est caractérisée par la survenue d'un décollement séreux rétinien associé à un ou plusieurs décollements de l'épithélium pigmentaire. La choroïde est le siège d'une vasodilatation et d'une hyperperméabilité entraînant son épaississement, suggérant une choroïdopathie sous-jacente à la maladie.

Dans une étude évaluant 37 patients atteints de CRSC, Pang *et al.* [1] ont mis en évidence des atteintes de l'épithélium pigmentaire, notamment des coulées gravitationnelles au-delà des 50° centraux dans plus de la moitié des yeux atteints de CRSC (*fig. 1*). Les auteurs ont même pu démontrer que le côté sur lequel dormait le patient était lié au sens de la coulée (coulée vers la droite chez un patient dormant sur le côté droit) [1]. L'analyse ultra-grand champ permet ainsi une meilleure évaluation de l'étendue de l'épithéliopathie et de la sévérité de la CRSC qui pourra s'avérer utile pour mieux classer la maladie et faciliter les études cliniques multicentriques.

L'imagerie ultra-grand champ est également utile dans les formes sévères de CRSC compliquées de décollement rétinien exsudatif. Balaratnasingam *et al.* ont rapporté les cas de 14 patients avec décollement de rétine bulleux et ont mis en évidence des zones de non-perfusion en périphérie au niveau de la zone décollée dans 38 % des cas [2].

L'angiographie au vert d'indocyanine grand champ a permis d'améliorer la compréhension de la physiopathologie de la CRSC mais également d'optimiser le diagnostic et la prise en charge des patients en mettant en évidence les plaques hyperfluorescentes au temps intermédiaire, permettant de guider le traitement par photothérapie dynamique.

Apport de l'imagerie grand champ dans la compréhension de la physiopathologie de la CRSC

1. Drainage veineux normal choroïdien

La choroïde est un tissu vasculaire pigmenté constituant la partie postérieure de l'uvée. Le débit choroïdien est un des plus élevés de l'organisme. Sa fonction principale est d'apporter des nutriments et de l'oxygène à la rétine externe, et en particulier aux photorécepteurs. La choroïde est située entre la membrane de Bruch en avant et la sclère en arrière. La vascularisation de la choroïde se fait par les artères choroïdiennes issues des artères ciliaires postérieures courtes.

Le drainage veineux ne suit pas la vascularisation artérielle choroïdienne mais s'effectue par quadrant. Les veines choroïdiennes se dirigent de façon centrifuge vers les ampoules vortiqueuses situées au niveau de l'équateur du globe oculaire. Les travaux d'Hayreh chez le singe ont montré qu'il n'y avait pas d'anastomoses entre les différentes veines vortiqueuses [3]. L'absence d'anastomose entre les 4 quadrants de drainage veineux a permis de définir des zones "*watershed*" veineuses ("entre deux eaux"), une verticale et une autre horizontale.

L'avènement de l'angiographie au vert d'indocyanine ultra-grand champ a permis de préciser ces données anatomiques. Verma *et al.* [4] ont rapporté les cas de 36 sujets sans pathologie oculaire examinés avec une angiographie au vert d'indocyanine ultra-grand champ. Ils ont montré que le nombre moyen de vortiqueuses était de 8 (allant de 5 à 13), contrairement aux données histologiques qui ne décrivaient que 4 veines vortiqueuses drainant les 4 principaux quadrants.



Fig. 1: Imagerie en autofluorescence ultra-grand champ de patients atteints de CRSC chronique permettant de visualiser l'étendue des zones d'altération de l'épithélium pigmentaire secondaire aux épisodes de CRSC.

2. Anastomoses veino-veineuses intervortex dans la CRSC

Les premières anastomoses veinoveineuses choroïdiennes identifiées en angiographie au vert d'indocvanine chez l'homme ont été décrites par Takahashi et al. [5] chez des patients opérés de décollement de rétine par cryo-indentation compliquée d'une occlusion d'une ou de deux veines vortiqueuses. Dans les mois suivant la chirurgie, des anastomoses veino-veineuses se sont développées essentiellement entre les territoires supérieurs et inférieurs. Ces données suggèrent qu'une augmentation de pression au sein du système veineux choroïdien peut conduire au développement d'anastomoses veino-veineuses intervortex.

Plus récemment, des anastomoses entre le territoire de drainage supérieur et inférieur ont été mises en évidence en

POINTS FORTS

- L'imagerie ultra-grand champ permet une visualisation de 80 % de la rétine en un seul cliché.
- L'autofluorescence ultra-grand champ permet de mieux évaluer l'étendue de l'épithéliopathie chez les patients atteints de CRSC.
- L'angiographie au vert d'indocyanine grand champ permet de mettre en évidence les anastomoses veino-veineuses au temps précoce et les plaques hyperfluorescentes au temps intermédiaire qui pourront être ciblées par un traitement par photothérapie dynamique.
- L'imagerie ultra-grand champ a permis d'améliorer la compréhension de la physiopathologie de la CRSC en mettant en évidence les anastomoses veino-veineuses pouvant témoigner d'une augmentation de pression veineuse possiblement secondaire à une pathologie sclérale.

OCT en face [6] et en angiographie au vert d'indocyanine grand champ [7] chez les patients atteints de CRSC et plus largement de pachychoroïdes. Ces anastomoses veino-veineuses intervortex pourraient expliquer l'existence des veines choroïdiennes dilatées (*fig. 2*) [7] ou pachyvaisseaux.



Fig. 2: Anastomoses veino-veineuses intervortex localisées au pôle postérieur chez un patient atteint de CRSC. A: angiographie au vert d'indocyanine ultra-grand champ au temps précoce: anastomose veino-veineuse (têtes de flèche rouge) entre la zone de drainage de la veine vortiqueuse temporale supérieure (flèche verte) et temporale inférieure (flèche verte). Veine dilatée au niveau de la veine vortiqueuse inférieure (étoile). B: angiographie au vert d'indocyanine au temps intermédiaire : hyperfluorescence en interpapillomaculaire correspondant à un point de fuite (flèche blanche). C: OCT en mode EDI: pachyvaisseaux (flèches rouges) et décollement séreux rétinien interpapillomaculaire.

Revues générales



Fig. 3: Patient de 60 ans atteint d'un syndrome de pachychoroïde péripapillaire sévère (**A et B**). L'OCT de la macula met en évidence un œdème maculaire intrarétinien associé à un décollement séreux central bilatéral ainsi qu'une augmentation de l'épaisseur choroïdienne, avec la présence de pachyvaisseaux. **C à F**: l'angiographie au vert d'indocyanine (ICG) montre une dilatation des vaisseaux choroïdiens péripapillaires avec la présence d'anastomoses veino-veineuses durant le temps précoce de l'ICG (**C et E**) ainsi qu'une hyperméabilité des vaisseaux choroïdiens péripapillaires durant la phase intermédiaire de l'ICG (**D et F**).

Toutefois, ces anastomoses veinoveineuses ont également été décrites chez des patients sans pathologie oculaire avec une fréquence de 40 % en OCT en face [6] et 22 % en angiographie au vert d'indocyanine grand champ [7] (cohorte de 9 patients). Des études supplémentaires sont nécessaires pour confirmer ces données.

Dans une série de 27 patients atteints de CRSC, Prithvi *et al.* [7] ont pu démontrer une colocalisation des anastomoses veino-veineuses objectivées en angiographie au vert d'indocyanine ultra-grand champ avec les zones d'épaississement choroïdien et les zones d'hyperperméabilité choroïdienne (plaques hyperfluorescentes au temps intermédiaire).

Par ailleurs, Spaide *et al.* [8] ont pu démontrer que les anastomoses se situaient au niveau du pôle postérieur dans la CRSC (*fig. 2*) et autour de la papille dans la pachychoroïde péripapillaire (*fig. 3*). Pour rappel, la pachychoroïde péripapillaire est une pathologie de description récente proche de la CRSC mais dont les signes exsudatifs (décollement séreux rétinien et kystes intrarétiniens) sont localisés autour du nerf optique [9].

3. Blocage au retour veineux choroïdien ou insuffisance veineuse dans la CRSC

Récemment, Spaide [10] a soulevé l'hypothèse d'une insuffisance ou d'un blocage du retour veineux choroïdien chez les patients atteints de CRSC entraînant une augmentation de la pression veineuse à l'origine du développement d'anastomoses veino-veineuses intervortex. Plusieurs travaux confortent cette hypothèse, mettant en évidence une augmentation de l'épaisseur de la sclère chez les patients atteints de CRSC [11], notamment au niveau de l'équateur [12], zone d'émergence des veines vortiqueuses qui pourrait comprimer celles-ci.

BIBLIOGRAPHIE

1. PANG CE, SHAH VP, SARRAF D et al. Ultra-widefield imaging with autofluorescence and indocyanine green angiography in central serous chorioretinopathy. *Am J Ophthalmol*, 2014;158:362-371.e2.

- 2. BALARATNASINGAM C, FREUND KB, TAN AM et al. Bullous Variant of Central Serous Chorioretinopathy: Expansion of Phenotypic Features Using Multimethod Imaging. Ophthalmology, 2016;123:1541-1552.
- 3. HAYREH SS. In vivo choroidal circulation and its watershed zones. *Eye Lond Engl*, 1990;4 (Pt 2):273-289.
- 4. VERMA A, MARAM J, ALAGORIE AR et al. Distribution and Location of Vortex Vein Ampullae in Healthy Human Eyes as Assessed by Ultra-Widefield Indocyanine Green Angiography. *Ophthalmol Retina*, 2020;4:530-534.
- TAKAHASHI K, KISHI S. Remodeling of choroidal venous drainage after vortex vein occlusion following scleral buckling for retinal detachment. *Am J Ophthalmol*, 2000;129:191-198.
- 6. MATSUMOTO H, HOSHINO J, MUKAI R et al. Vortex Vein Anastomosis at the Watershed in Pachychoroid Spectrum Diseases. Ophthalmol Retina, 2020;4: 938-945.
- 7. RAMTOHUL P, CABRAL D, OH D *et al.* En face Ultrawidefield OCT of the Vortex Vein System in Central Serous

Chorioretinopathy. *Ophthalmol Retina*, 2023;7:346-353.

- 8. SPAIDE RF, LEDESMA-GIL G, GEMMY CHEUNG CM. Intervortex Venous Anastomosis in Pachychoroid-Related Disorders. *Retina*, 2021;41:997-1004.
- 9. PHASUKKIJWATANA N, FREUND KB, DOLZ-MARCO R *et al.* Peripapillary pachychoroid syndrome. *Retina*, 2018;38:1652-1667.
- 10. SPAIDE RF, GEMMY CHEUNG CM, MATSUMOTO H et al. Venous overload choroidopathy: A hypothetical framework for central serous chorioretinopathy and allied disorders. Prog Retin Eye Res, 2022;86:100973.
- 11. IMANAGA N, TERAO N, NAKAMINE S et al. Scleral Thickness in Central Serous Chorioretinopathy. Ophthalmol Retina, 2021;5:285-291.
- 12. SPAIDE RF, FISHER YL, NGO WK *et al.* Regional scleral thickness as a risk factor for central serous chorioretinopathy. *Retina*, 2022;42:1231-1237.

N. Abraham a déclaré ne pas avoir de liens d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

E. Bousquet a déclaré être consultante pour Bayer et Allergan.