L'Année ophtalmologique

Quoi de neuf en rétine (hors DMLA) ?

S. TICK[1, 2], S. MREJEN[1, 3], P. QUÉROMÈS[1], F. BOUSSION[1], L. PUYO[1], M. ATLAN[1], S. BERTIN[1], J.-A. SAHEL[1], G. CHOTARD[1], J. VILLARET[1], M. PAQUES[1]

[1] CHNO des Quinze-Vingts, PARIS,
[2] Centre Ophtalmologique Vincennes Vision, VINCENNES,
[3] Centre Imagerie Laser-CIL, PARIS.

Quoi de neuf en rétine ? Cette question que je me pose avec joie et enthousiasme en compagnie de mes collègues de l'hôpital des Quinze-Vingts tous les ans à la même période a un goût particulier, elle est teintée, assombrie peut-être même ces derniers jours. Il est l'heure d'envoyer cet article pour impression. Cependant, il m'est difficile de l'envoyer tel quel, tel que nous l'avions imaginé il y a quelques semaines. Avant "ça". Avant que nous soyons atteints collectivement et massivement par une autre nouveauté. Pas une première dans l'histoire mondiale mais dans la nôtre et celle de nos proches.

La nouveauté a pris le nom de Covid-19. La nouveauté a ensuite pris le nom de confinement. Ce mot que je pense n'avoir jamais prononcé avant le 16 mars 2020 et qui maintenant fait partie de ceux que je dis le plus. Je prononce plus souvent ce mot qu'OCT, angiographie, que DMLA, CRSC, mélanome ou décollement de rétine. Une pandémie. Une pandémie qui maintient un grand nombre d'entre vous et nous à domicile, qui nous a fait assister à un staff par visioconférence, à deux thèses de médecine cette fois-ci en présentiel car nous étions moins de 10, enfilant nos quatre toges noires et rouges avec un masque en se demandant si peut-être quelqu'un l'avait touché, cette robe, dans les deux dernières semaines…

Se désinfecter les mains et assister à une prestation de serment d'Hippocrate d'un interne d'hier, chef de clinique de demain qui, pour se faire, a retiré son masque chirurgical. Quelques minutes qui nous plongent dans ce serment d'Hippocrate que nous avons tous et toutes prononcé. Ce serment qui résonne dans ma tête au moment où j'écris ces quelques lignes, celui qui nous a fait dire que nous ferions tout pour soulager les souffrances, que nous apporterions notre aide à nos confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité ou encore que nous informerions les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Alors nous tous et toutes, nous avons d'abord tenté de comprendre, puis appris à nous organiser. Nous avons informé et écouté, offert notre aide à nos collègues réanimateurs, urgentistes, réappris à prendre des gardes, à mesurer des constantes, rassuré nos familles, aidé nos voisins, couru de pharmacie en pharmacie pour nous équiper du mieux que nous pouvions, protégé, assuré la continuité des soins, soulagé des souffrances et répondu au mieux aux inquiétudes, les nôtres et celles de nos patients.

Et puis, il y aura l'après, le demain. Celui que nous allons réapprendre à construire et à inventer. Gérer les risques, adapter nos prises en charge, téléconsulter, mettre durablement au service de l'humain l'intelligence artificielle – celle-là même que nous évoquions dans ces pages l'année dernière –, repenser l'écologie de nos pratiques, tenter de ne jamais mettre trop loin de nous ces quelques mots prononcés devant famille et amis face au buste d'Hippocrate, la main droite levée, il n'y a pas si longtemps que cela.

Revenons avec plaisir à la rétine et à nos sujets de prédilection : la chirurgie, l'imagerie, les pathologies chroniques telles que la CRSC et la cancérologie. Cet article est comme chaque année le fruit d'une riche collaboration et j'en remercie chaleureusement chacun des auteurs et autrices.

S. TICK

Traitement de la CRSC chronique : l'étude VICI a-t-elle changé la donne ?

S. MREJEN

La choriorétinopathie séreuse centrale (CRSC) chronique est une pathologie non rare qui affecte significativement la fonction visuelle et la qualité de vie des patients, avec un taux de cécité légale évalué à environ 10 % à 10 ans [1]. Cette pathologie rétinienne est caractérisée par une grande hétérogénéité clinique et un manque de consensus, aussi bien au niveau de la nomenclature diagnostique que de sa prise en charge thérapeutique.

Décrite pour la première fois en 2003, la photothérapie dynamique à la vertépor-

fine (PDT) à demi-fluence ou demi-dose, guidée par l'angiographie au vert d'indocyanine (ICG), a longtemps été considérée comme le traitement de référence des formes chroniques de la CRSC, bien que ce traitement soit hors autorisation de mise sur le marché (AMM). Récemment, un traitement médical de la CRSC chronique par antiminéralocorticoïdes a été proposé par le Pr Béhar-Cohen et son équipe, avec des résultats encourageants dans de nombreuses études rétrospectives ou prospectives non contrôlées [2].

1. L'étude VICI

L'étude VICI, dont les résultats ont été publiés dans le *Lancet* en 2020, est un essai randomisé contrôlé en double aveugle multicentrique qui évalue l'éplérénone *versus* placebo dans le traitement de la CRSC chronique, dans 22 centres en Grande-Bretagne [3]. La CRSC chronique a été définie comme un décollement séreux rétinien (DSR) de durée supérieure à 4 mois et les patients inclus étaient naïfs de traitement. 57 patients ont été inclus dans le groupe traité par éplérénone et 57 dans le groupe traité par placebo. Le design de l'étude était tel qu'un "traitement habituel" pouvait aussi être proposé en complément du traitement médical par éplérénone ou placebo "selon le choix du médecin investigateur". L'objectif principal de l'étude était l'acuité visuelle à 12 mois et les objectifs secondaires étaient anatomiques : décollement séreux rétinien central, épaisseur rétinienne maculaire, épaisseur choroïdienne centrale.

Le taux de rétention des patients dans l'étude était excellent. Les résultats ont été négatifs pour l'objectif principal sur l'acuité visuelle ainsi que sur les objectifs secondaires anatomiques. Il n'y pas eu d'événement indésirable sévère dans le groupe éplérénone et 3 événements indésirables sévères non liés à l'étude ont été observés dans le groupe placebo, dont la survenue d'un infarctus du myocarde. L'éplérénone n'a pas démontré de supériorité *versus* placebo sur l'acuité visuelle à 1 an ou sur les paramètres anatomiques évalués. Cette étude conclut que les ophtalmologistes qui prescrivent l'éplérénone devraient arrêter de le prescrire dans la CRSC chronique [3].

Bien que le design de l'étude et le taux de rétention des patients inclus aient été excellents, cette étude présente quelques limites qui méritent d'être discutées. Le "traitement habituel" réalisé en complément du traitement médical évalué dans l'étude a été variable selon les centres inclus, avec un taux de PDT réalisé multiplié par 2 dans le groupe placebo *versus* groupe éplérénone (6 *vs* 3 PDT), ce qui a pu biaiser les résultats en faveur du groupe placebo. Par ailleurs, un patient dans le groupe placebo a bénéficié d'un traitement par laser micropulse infraliminaire.

Les patients avec néovascularisation choroïdienne secondaire devaient être exclus de l'étude. L'OCT-angiographie est l'examen de choix pour diagnostiquer les néovaisseaux choroïdiens secondaires dans la CRSC chronique et cet examen n'a pas été utilisé dans l'étude VICI. La méthode d'imagerie utilisée par angiographie avec colorant est moins sensible que l'OCT-angiographie pour détecter les néovaisseaux de la CRSC et il est possible que certains patients inclus aient présenté des néovaisseaux choroïdiens non détectés. Cela a pu biaiser les résultats de l'étude en défaveur de l'éplérénone car les signes exsudatifs d'origine néovasculaire ne sont pas censés répondre aux antiminéralocorticoïdes.

Enfin, le seul traitement évalué dans cette étude est l'éplérénone dont le pouvoir antiminéralocorticoïde est très inférieur à celui de la spironolactone.

Malgré les résultats négatifs de cette étude avec un niveau de preuve élevé et en raison des nombreuses limites discutées ci-dessus, il n'est pas complètement exclu que certains traitements antiminéralocorticoïdes gardent une place qui reste à définir chez certains patients dans le traitement de la CRSC chronique.

2. La photothérapie dynamique à la vertéporfine à demi-fluence ou demi-dose (*fig. 1 et 2*)

De nombreuses études ont évalué la PDT à demi-dose ou demi-fluence dans le traitement de la CRSC chronique avec de très bons résultats anatomiques et fonctionnels à moyen et long termes. Ces résultats varient beaucoup en fonction des études, de 60 à 96 % de réapplication complète du DSR à 1 an [2].

L'essai hollandais PLACE est une étude prospective randomisée multicentrique comparant la PDT demi-dose (89 patients) au laser micropulse infraliminaire (90 patients) dans la CRSC chronique [4]. À 8 mois, 67 % des patients traités par PDT demi-dose présentaient une résolution complète du DSR *versus* 29 % des patients traités par laser micropulse [4]. Dans cette étude, la CRSC chronique était définie sur des critères fonctionnels avec baisse d'acuité visuelle (BAV) ressentie depuis plus de 6 semaines. Les patients présentant des acuités visuelles très basses (< 1/10), ou une BAV ou un DSR évoluant depuis plus de 18 mois étaient exclus de cette étude.

La question de possibles effets secondaires au long court de la PDT a été posée, avec notamment le risque de favoriser la survenue de complications atrophiques ou néovasculaires, même plusieurs mois après la PDT [5]. L'évaluation de ce risque imputable à la PDT, même à fluence réduite, est difficile car ces complications atrophiques et néovasculaires émaillent aussi l'histoire naturelle spontanée au long cours de la CRSC chronique.

Les facteurs prédictifs de réponse positive à la PDT demi-fluence ou demi-dose sont : un âge plus jeune, une meilleur acuité visuelle initiale, donc un traitement plutôt plus précoce, ainsi qu'une épaisseur choroïdienne initiale plus élevée [6]. La PDT semble aussi réduire le risque de récidive d'épisodes de CRSC à

L'Année ophtalmologique

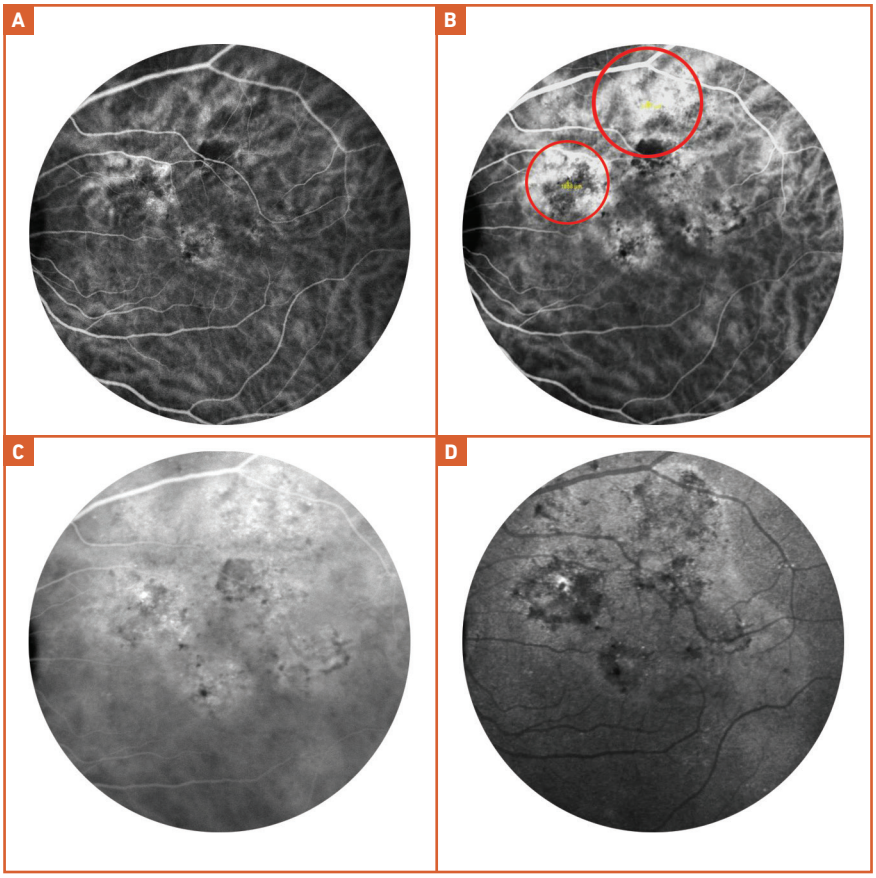

Fig. 1 : Bilan par angiographie ICG de l'œil gauche d'un patient de 56 ans présentant une CRSC chronique avec BAV unilatérale gauche à 7/10 depuis 4 mois. Les clichés d'angiographie ICG ont été réalisés à 17 secondes (**A**), 4 minutes (**B**), 7 minutes (**C**) puis 17 minutes (**D**). Les zones hyperfluorescentes d'hyperperméabilité choroïdienne vasculaires sont visualisées de façon optimale aux temps intermédiaires entre 4 (**B**) et 7 minutes (**C**) chez ce patient. Deux spots de PDT demi-fluence ont été réalisés sur deux zones hyperfluorescentes (**cercles rouges, B**).

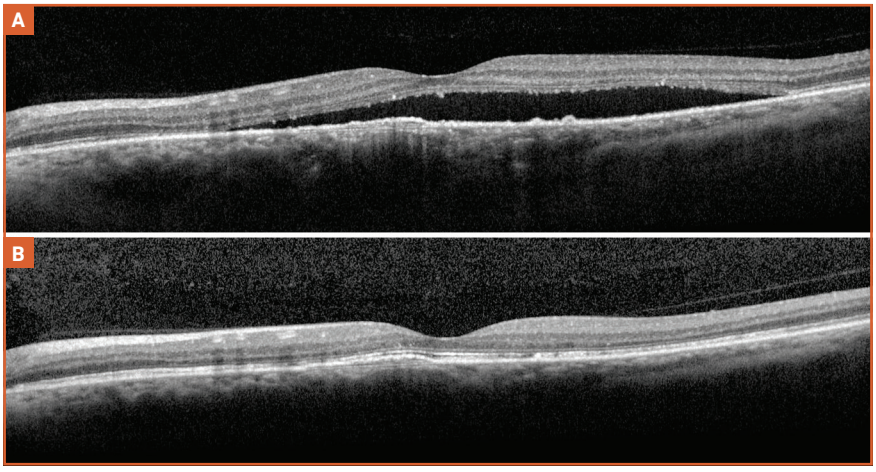

Fig. 2 : Le DSR central initial sur l'OCT-SD (**A**) est complètement résolu à 6 semaines après la PDT demi-fluence (**B**). Cette amélioration anatomique a permis une amélioration de l'acuité visuelle de 7 à 9/10 à 6 semaines, puis 10/10 à 3 mois post-PDT.

long terme, d'autant plus que l'épaisseur choroïdienne centrale aura été réduite après la PDT [7].

3. Conclusion

La publication récente dans le *Lancet* des résultats de l'étude VICI ne confirme pas l'efficacité des traitements médicaux par antiminéralocorticoïdes type éplérénone dans la CRSC chronique et suggère d'arrêter de prescrire ce médicament dans cette indication. Par ailleurs, de nombreuses études, y compris récentes, confirment l'efficacité anatomique et fonctionnelle de la PDT demi-fluence ou demi-dose dans la CRSC chronique avec un bon profil de tolérance à moyen terme. Enfin, la PDT demi-fluence semble diminuer la fréquence des récidives de la CRSC chronique. Pour toutes ces raisons, la PDT demi-fluence ou demi-dose guidée par l'angiographie ICG représente actuellement le traitement ayant le mieux démontré son efficacité et donc le traitement de choix dans la CRSC chronique.

BIBLIOGRAPHIE

1. Mrejen S, Balaratnasingam C, Kaden TR *et al.* Long-term visual outcomes and causes of vision loss in chronic central serous chorioretinopathy. *Ophthalmology*, 2019;126:576-588.
2. Daruich A, Matet A, Dirani A *et al.* Central serous chorioretinopathy: Recent findings and new physiopathology hypothesis. *Prog Retin Eye Res*, 2015;48:82-118.
3. Lotery A, Sivaprasad S, O'Connell A *et al.* Eplerenone for chronic central serous chorioretinopathy in patients with active, previously untreated disease for more than 4 months (VICI): a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*, 2020;395:294-303.
4. van Dijk EHC, Fauser S, Breukink MB *et al.* Half-dose photodynamic therapy versus high-density subthreshold micropulse laser treatment in patients with chronic central serous chorioretinopathy: the PLACE trial. *Ophthalmology*, 2018;125:1547-1555.

5. Tseng CC, Chen SN. Long-term efficacy of half-dose photodynamic therapy on chronic central serous chorioretinopathy. *Br J Ophthalmol*, 2015;99:1070-1077.
6. Haga F, Maruko R, Sato C *et al.* Long-term prognostic factors of chronic central serous chorioretinopathy after half-dose photodynamic therapy: A 3-year follow-up study. *PLoS One*, 2017;12:e0181479.
7. Lai TY, Wong RL, Chan WM. Long-term outcome of half-dose verteporfin photodynamic therapy for the treatment of central serous chorioretinopathy (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc*, 2015;113:T8.

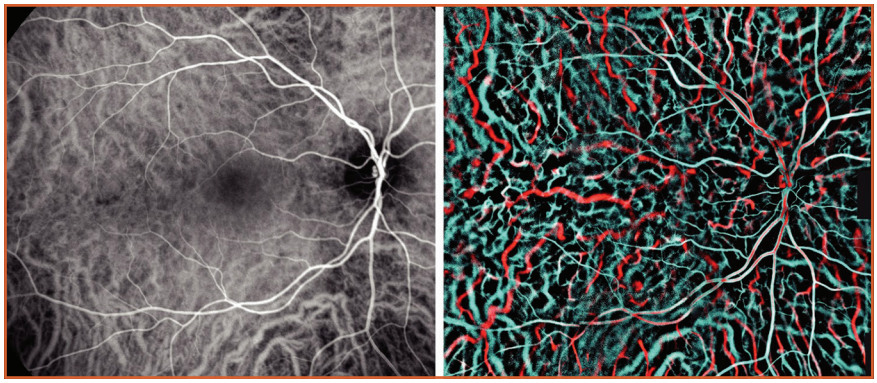

Fig. 3 : Angiographie au vert d'indocyanine (ICG, **à gauche**) et holographie Doppler laser proche infrarouge (**à droite**). Le Doppler révèle les réponses endoluminales du flux sanguin dans les vaisseaux rétiniens et choroïdiens de manière non invasive, avec un contraste élevé.

Imagerie non invasive du flux sanguin par holographie laser Doppler

L. PUYO, M. PAQUES, M. ATLAN

Un certain nombre de maladies oculaires et générales apparaissant avec l'âge peuvent affecter la circulation oculaire et provoquer des lésions microvasculaires potentiellement aveuglantes. La surveillance de la structure et du flux des vaisseaux oculaires est cruciale pour comprendre la physiopathologie de la perte de vision dans ces maladies et pour surveiller l'effet des thérapies. Les méthodes d'angiographie à base de colorants, qui ont longtemps été la référence pour l'exploration angiographique du fond de l'œil, ont été progressivement remplacées au cours de la dernière décennie par plusieurs méthodes d'imagerie non invasive du flux sanguin rétinien. Cependant, actuellement, aucune d'entre elles n'a atteint une robustesse acceptable pour la quantification systématique du débit sanguin, c'est encore plus vrai pour la choroïde.

L'holographie Doppler laser à haute vitesse par interférométrie en ligne à grande vitesse permet une imagerie non invasive du flux sanguin dans le proche infrarouge dans l'œil humain avec une résolution temporelle inégalée d'environ une milliseconde, ce qui est un avantage concurrentiel majeur par rapport

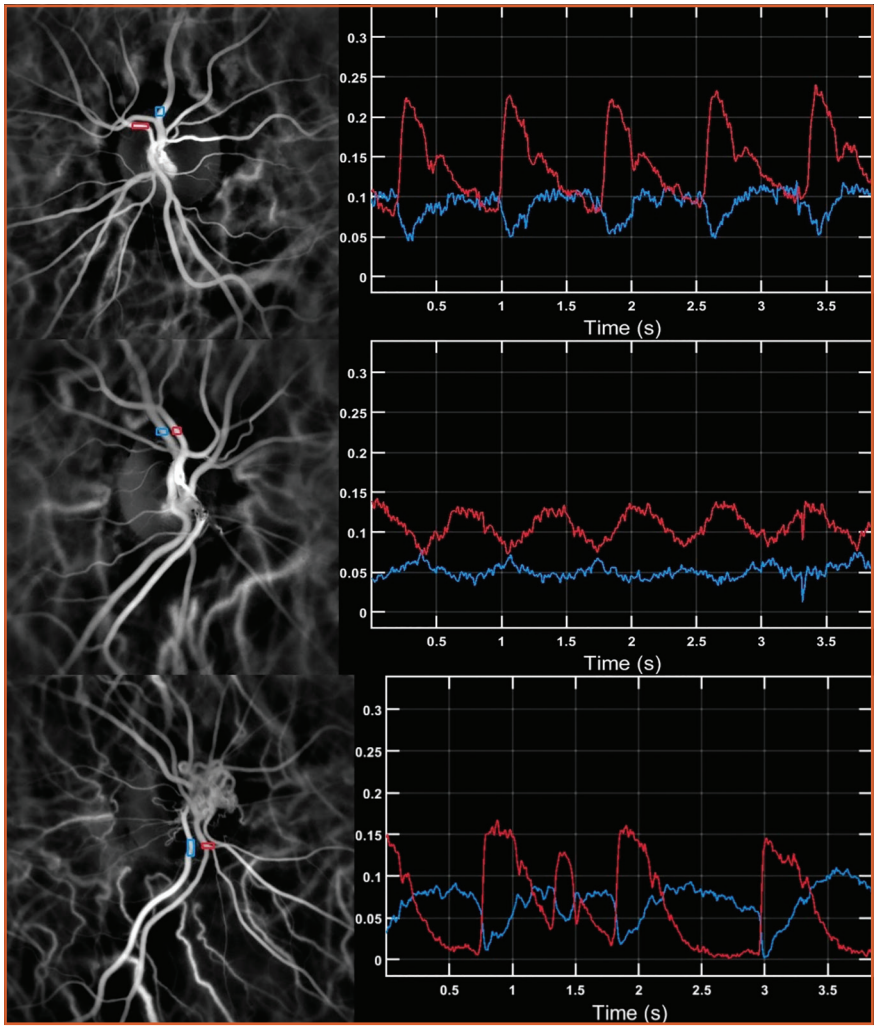

Fig. 4 : Images Doppler de puissance (**à gauche**) et variations temporelles du signal moyenné spatialement dans les artères et les veines rétiniennes (**à droite**), dans les régions d'intérêt délimitées **en rouge et bleu**, chez un volontaire sain (**en haut**), chez les patients atteints de la maladie de Takayasu (**au centre**) et en présence de battements cardiaques prématurés (**en bas**).

L'Année ophtalmologique

à l'angiographie au vert indocyanine. Dans la rétine, les artères et les veines peuvent être différenciées sur la base de leurs formes d'onde Doppler. Les artères et veines choroïdiennes peuvent être différenciées en calculant des images Doppler de basse et haute fréquence pour révéler des images de flux sanguin faible et élevé, respectivement [8-10] (***fig. 3***).

Les signaux Doppler locaux révèlent des ondes de pouls provenant des variations du flux systolique-diastolique, y compris l'onde dicrote dans les artères rétiniennes, les artères choroïdiennes et les artérioles péripapillaires. Les images Power Doppler du fond de l'œil révèlent des informations précieuses dans une variété de cas d'altération du débit sanguin. En particulier, les formes d'onde de pouls chez les patients atteints de la maladie de Takayasu et d'arythmie diffèrent considérablement de leurs homologues chez des volontaires sains (***fig. 4***).

BIBLIOGRAPHIE

8. Puyo L, Paques M, Fink M *et al.* In vivo laser Doppler holography of the human retina. *Biomed Opt Express*, 2018;9:4113-4129.
9. Puyo L, Paques M, Fink M *et al.* Choroidal vasculature imaging with laser Doppler holography. *Biomed Opt Express*, 2019;10:995-1012.
10. Puyo L, Paques M, Fink M *et al.* Waveform analysis of human retinal and choroidal blood flow with laser Doppler holography. *Biomed Opt Express*, 2019;10:4942-4963.

Nouvelle technique de chirurgie du trou maculaire réfractaire

P. QUÉROMÈS, S. BERTIN, F. BOUSSION, J.-A. SAHEL, M. PAQUES

Moins de 10 % des trous maculaires ne se referment pas après une vitrectomie [11-13]. Cette chirurgie standardisée se pratique, en général, par une vitrectomie 25 gauges (V3V 25G) complète avec pelage de la limitante interne et injection d'un tamponnement interne par gaz (SF6-C2F6-C3F8). Les trous maculaires de pleine épaisseur ont une récupération anatomique et fonctionnelle de moins bon pronostic quand il s'agit de trous maculaires anciens, avec des bords rétiniens atrophiques, de grande taille (> 400 µm) et/ou réfractaires (c'est-à-dire ayant déjà subi une ou plusieurs chirurgies par V3V 25G).

Plus récemment, Rizzo *et al.* [14] ont proposé l'utilisation de la membrane amniotique, déjà utilisée couramment en ophtalmologie pour ses capacités procicatrisantes et anti-inflammatoires dans les pathologies de surface conjonctivo-cornéenne, pour favoriser la fermeture de trous maculaires ou de déchirures rétiniennes. En plaçant la membrane amniotique fraîche dans l'espace sous-rétinien, ils obtenaient la fermeture du trou maculaire avec une bonne tolérance, mais au prix d'une altération de la rétine externe, la membrane amniotique restant piégée après la fermeture du trou.

Une nouvelle approche consiste à traiter le trou maculaire réfractaire en déposant la membrane amniotique lyophilisée (Visio Amtrix, Horus Pharma) à la surface de la rétine sur les couches internes de la rétine (***fig. 5 à 7***). La membrane amniotique est positionnée au niveau de la couche épithéliale vers le trou, comme un "pansement" recouvrant le trou maculaire. Cette technique a l'avantage de ne pas mettre la membrane amniotique sur l'épithélium pigmentaire dans

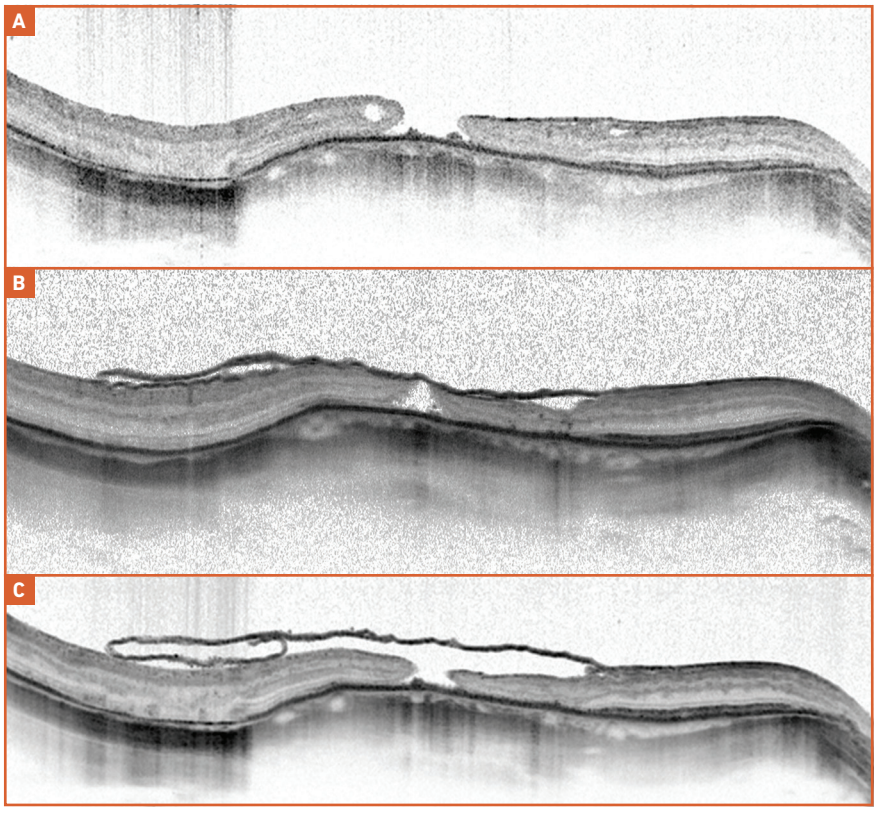

Fig. 5 : Coupes maculaires d'OCT, cas n° 1. **A :** en préopératoire, trou maculaire de pleine épaisseur de 407 µm avec présence de kystes intrarétiniens au niveau des bords. **B :** à 1 mois postopératoire, la membrane amniotique est à plat sur la macula. Les bords du trou commencent à se rapprocher progressivement. **C :** à 3 trois et 6 mois postopératoires, la taille du trou maculaire est réduite à 199 µm, avec disparition des kystes intrarétiniens. La membrane amniotique est toujours présente mais n'est plus en contact avec les bords du trou.

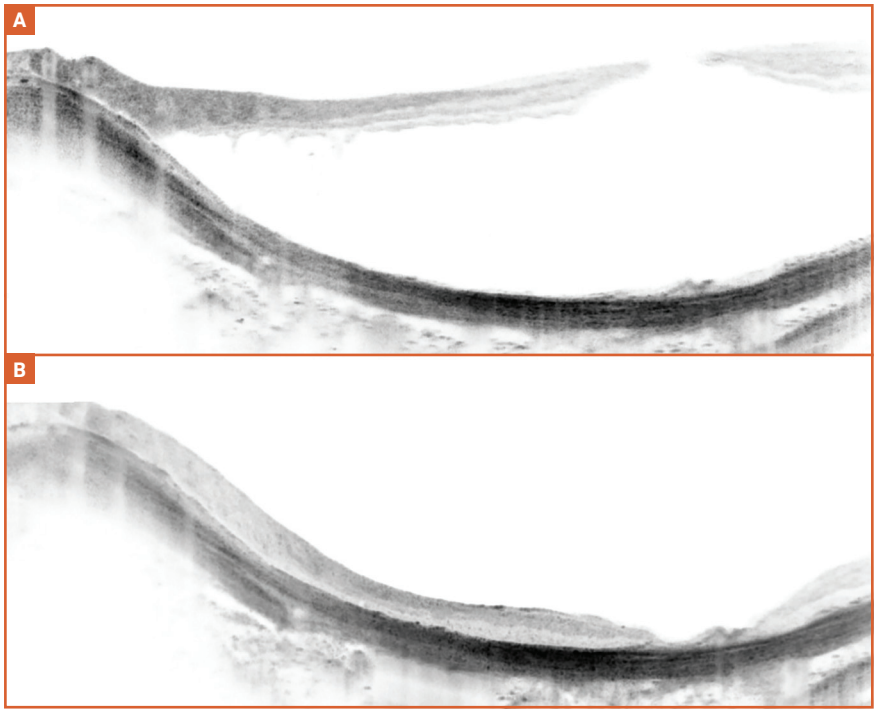

Fig. 6 : Coupes maculaires d'OCT, cas n° 2. **A :** en préopératoire, trou maculaire de 280 µm avec un large décollement du pôle postérieur. **B :** à 1 mois postopératoire, la membrane amniotique n'est plus visible sur la macula. La rétine est complètement réappliquée et le trou fermé.

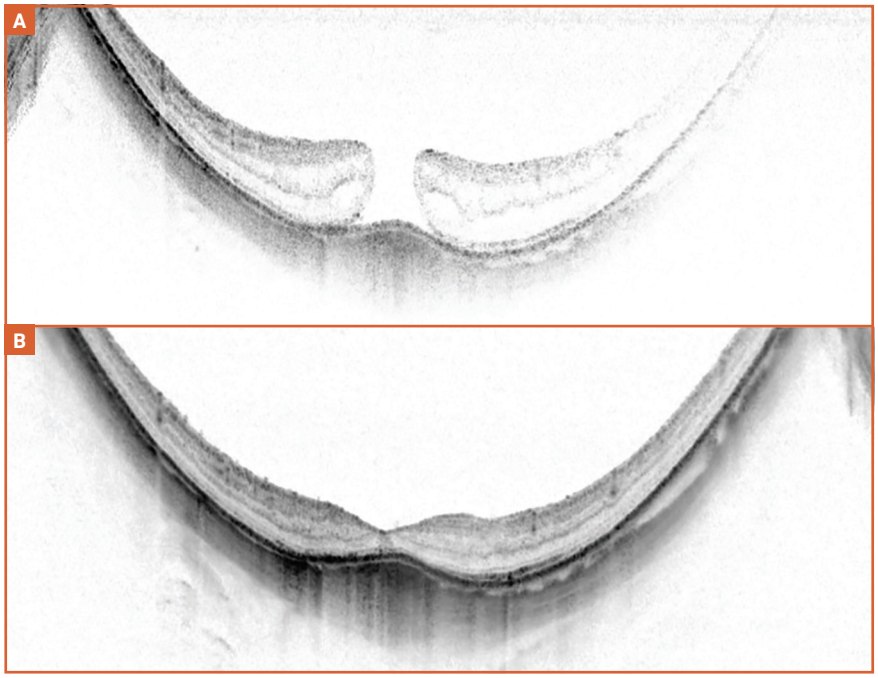

Fig. 7 : Coupes maculaires d'OCT, cas n° 3. **A :** en préopératoire, trou maculaire de pleine épaisseur de 335 µm avec présence de kystes intrarétiniens au niveau des bords. **B :** à 1 mois postopératoire, le trou maculaire est complètement fermé, avec des couches rétiniennes bien organisées. La membrane amniotique n'est plus présente à la surface de la macula.

le trou maculaire. En restant à la surface du trou maculaire, il y a en théorie moins d'altération de l'épithélium pigmentaire.

Avec cette technique, il est impossible d'annoncer aux patients la fermeture complète de tous les trous maculaires réfractaires. Les patients ont une amélioration subjective (diminution des métamorphopsies et/ou du scotome central), même si le trou n'est que partiellement refermé. L'amélioration de l'acuité visuelle se fait surtout et logiquement chez les patients avec des trous maculaires refermés par cette technique chirurgicale. La tolérance intraoculaire à court et moyen termes s'avère optimale, sans aucune réaction inflammatoire notamment.

La membrane amniotique ainsi positionnée semble agir comme un pansement sur la macula, guidant la cicatrisation des bords du trou maculaire. Outre son rôle mécanique, elle pourrait également favoriser cette cicatrisation par son action anti-inflammatoire et pro-proliférante déjà bien connue dans les pathologies cornéennes. D'autres études avec un échantillon plus large de patients sont maintenant nécessaires pour évaluer les résultats à long terme de cette technique et les comparer à la technique chirurgicale de référence.

BIBLIOGRAPHIE

11. Jaycock PD, Bunce C, Xing W *et al.* Outcomes of macular hole surgery: implications for surgical management and clinical governance. *Eye*, 2005;19:879-884.
12. Scott RA, Ezra E, West JF *et al.* Visual and anatomical results of surgery for long standing macular holes. *Br J Ophthalmol*, 2000;84:150-153.
13. Thompson JT, Sjaarda RN, Lansing MB. The results of vitreous surgery for chronic macular holes. *Retina*, 1997;17:493-501.
14. Rizzo S, Caporossi T, Tartaro R *et al.* A human amniotic membrane plug to promote retinal breaks repair and recurrent macular hole closure. *Retina*, 2019;39:S95-S103.

L'Année ophtalmologique

L'apport de l'optique adaptative dans la rétinopathie post-radique : une piste pour les études cliniques et la mise en route de traitements précoces voire préventifs

S. TICK, G. CHOTARD, J. VILLARET, M. PAQUES

La rétinopathie radique est une pathologie vasculaire secondaire à l'atteinte des vaisseaux rétiniens, choroïdiens et à la rupture des barrières hématorétiniennes par les radiations ionisantes. Elle est, avec la neuropathie radique, la principale responsable du mauvais pronostic visuel non réversible après radiothérapie oculaire. L'incidence de la rétinopathie radique après irradiation oculaire varie de 42 à 85 % à 3 ans en fonction de la technique d'irradiation et de la localisation de la tumeur, et survient en moyenne 19 mois après l'irradiation. Mais cette vasculopathie occlusive progressive n'est pas uniquement une complication des radiothérapies oculaires mais également du traitement des tumeurs de voisinage, comme les tumeurs ORL pour lesquelles l'enjeu du diagnostic et de la prise en charge de cette pathologie iatrogène est majeur, notamment chez les patients jeunes à l'espérance de vie bonne comme dans le cancer du cavum.

Les pistes thérapeutiques de la rétinopathie radique sont variées (photocoagulation, injections intravitréennes d'anti-VEGF ou de corticoïdes à libération prolongée) mais, comme dans beaucoup de pathologies vasculaires rétiniennes, ces traitements sont suspensifs et ne sont utilisés qu'une fois les premiers signes cliniques mis en évidence : œdème maculaire, ischémie maculaire et périphérique parfois compliquée de néovaisseaux prérétiniens, d'hémorragie intravitréenne, de décollement de rétine, de glaucome néovasculaire aboutissant dans certains cas à l'énucléation secondaire.

Mais comment prévenir cette pathologie iatrogène qui semble inévitable et encore mal comprise ? Les outils utilisés en routine (OCT-B, angiographie à la fluorescéine et ICG, rétinophotographie) permettent la mise en évidence des signes de la pathologie en cours d'installation ou déjà installée : œdème maculaire cystoïde, territoires de non-perfusion rétiniens ou choroïdiens, amincissement choroïdien, macroanévrysme, occlusions veineuses. L'avènement de l'OCT-angiographie a permis quant à lui de dépister les signes plus précoces comme l'unique élargissement, souvent asymptomatique, de la zone avasculaire centrale, l'établissement d'une nouvelle classification (par l'équipe de Matet) en fonction de la désorganisation de la maille capillaire maculaire et ouvert la perspective de traitements préventifs de l'aggravation comme les injections itératives d'anti-VEGF.

Les radiations ionisantes sont responsables de modifications de la structure et de la contractilité de la paroi vasculaire. En effet, les vaisseaux irradiés présentent un épaississement de leur paroi vasculaire responsable de sténoses et une diminution de leur contractilité.

Afin d'évaluer cet épaississement de la paroi vasculaire, nous avons utilisé l'optique adaptative, technique initialement développée dans les années 1950 en astronomie pour améliorer la netteté des images des télescopes et dont la transposition au domaine de l'ophtalmologie est particulièrement pertinente, car l'œil est le siège d'aberrations optiques dues aux changements de milieux entre les différentes structures traversées par la lumière avant d'atteindre la rétine. Sa résolution latérale permet ainsi de visualiser *in vivo* les photorécepteurs, les vaisseaux sanguins et les détails de la tête du nerf optique. Nous nous sommes intéressés à la fois aux patients

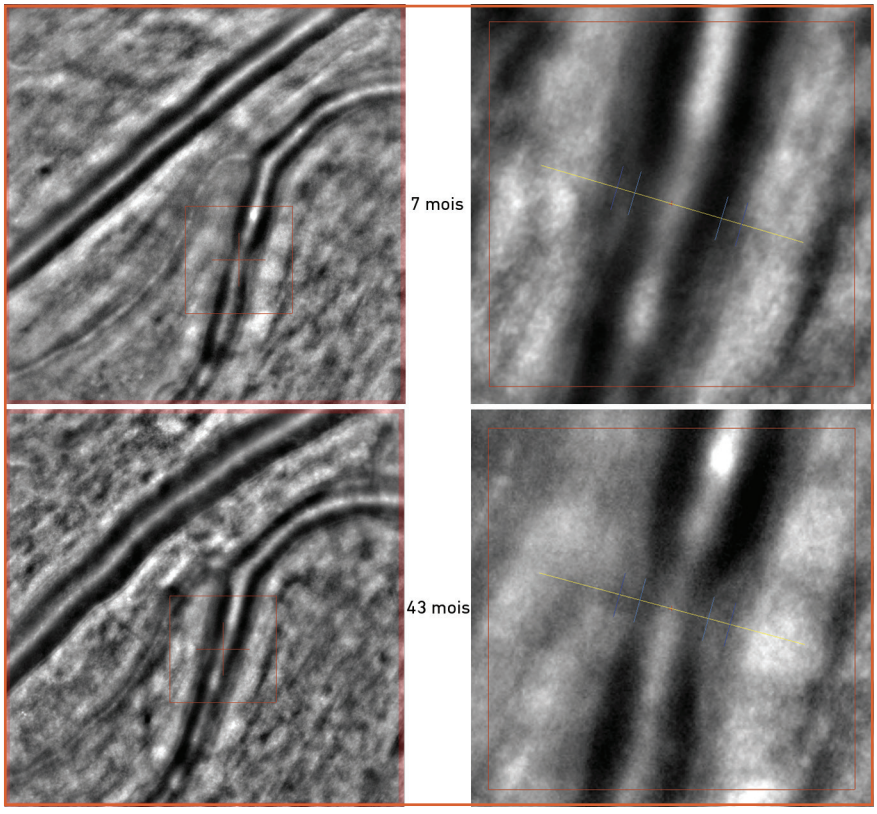

Fig. 8 : Sténose artériolaire focale en optique adaptative après irradiation pour mélanome choroïdien (Rtx1® et AOdetectArtery, Imagine Eyes, Orsay ; images J. Villaret).

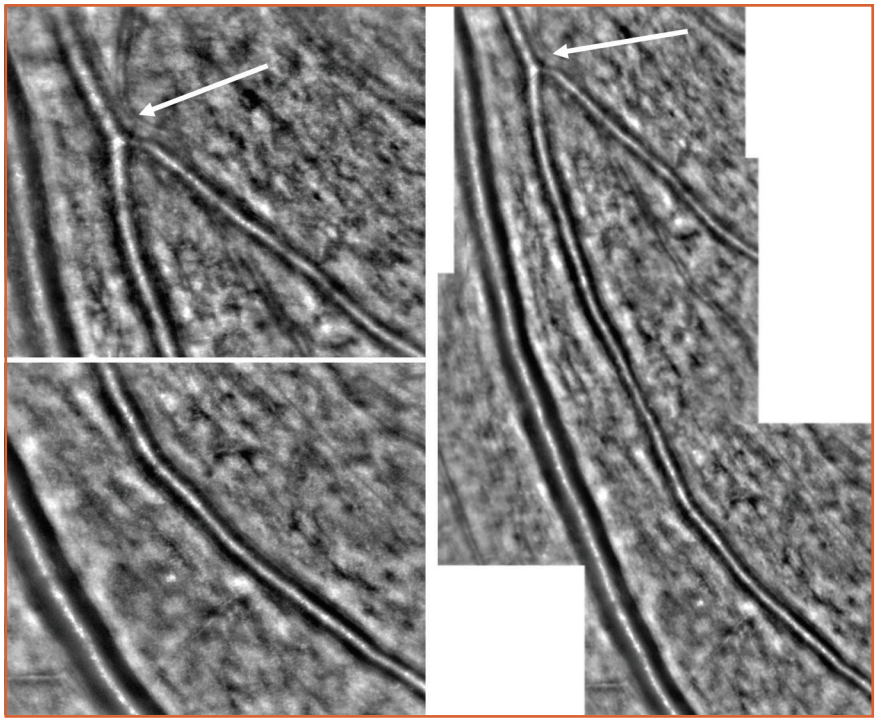

Fig. 9 : Reconstruction à l'aide du logiciel AOdetectArtery de la caméra Rtx1® d'un patient irradié pour cancer du cavum présentant des sténoses diffuses et localisées de son calibre artériel. **À droite :** visualisation d'une sténose diffuse de l'artère avec irrégularité du calibre ainsi qu'une sténose localisée (**flèche**) au niveau de la bifurcation vasculaire. **À gauche :** grossissement sur la zone de sténose (**flèche**) à la bifurcation (**haut**) et l'irrégularité plus diffuse de calibre (**bas**). Images G. Chotard.

traités pour mélanomes choroïdiens mais aussi pour tumeurs du cavum et avons recherché les conséquences vasculaires de l'irradiation.

Nous avons utilisé pour ces deux études en cours de publication la caméra d'optique adaptative Rtx1® développée par Imagine Eyes. La paroi vasculaire semble épaissie avec une diminution progressive de la taille de la lumière (***fig. 8***) et des sténoses diffuses et focales (***fig. 9***) sont mises en évidence chez des patients parfois parfaitement asymptomatiques. Les veines s'altèrent probablement dans un second temps car elles sont moins sensibles aux effets de l'irradiation.

Nous savons aujourd'hui que les anti-VEGF ont prouvé leur capacité à faire régresser l'hyperperméabilité capillaire et à favoriser un retour à la normale de la paroi vasculaire sur des modèles animaux, mais aucune vérification clinique n'a été à ce jour publiée. La perspective d'un diagnostic très précoce et d'un traitement dès les premiers signes vasculaires fait désormais partie du champ des possibles chez des patients parfois jeunes et chez qui la préservation de la fonction visuelle est un réel enjeu.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Kohno R, Hata Y, Mochizuki Y *et al.* Histopathology of neovascular tissue from eyes with proliferative diabetic retinopathy after intravitreal bevacizumab injection. *Am J Ophthalmol*, 2010;150:223-229.
- Midena E, Segato T, Piermarocchi S *et al.* Retinopathy following radiation therapy of paranasal sinus and nasopharyngeal carcinoma. *Retina*, 1987;7:142-147.
- Shields CL, Dalvin LA, Chang M *et al.* Visual outcome at 4 years following plaque radiotherapy and prophylactic intravitreal bevacizumab (every 4 months for 2 years) for uveal melanoma: comparison with nonrandomized historical control individuals. *JAMA Ophthalmol*, 2019 [Epub ahead of print].
- Daruich A, Matet A, Schalenbourg A *et al.* intravitreal anti-vascular endothelial growth factor treatment at 2-month intervals reduces foveal avascular zone enlargement and vision loss in radiation maculopathy: a pilot study. *Retina*, 2019;39:1519-1526.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.