Revues générales

Trou maculaire et limitante interne : quelle conduite à tenir ?

RÉSUMÉ : Le pelage de la membrane limitante interne (MLI) est une étape essentielle de la chirurgie du trou maculaire. Même s'il est réalisé à la perfection, ce geste n'est pas sans conséquence anatomique et fonctionnelle sur la rétine. Un pelage de la MLI doit être réalisé pour les trous maculaires de plus de 400 µm et la technique du volet inversé envisagée pour les trous maculaires à risques en première intention (> 650 µm, post-traumatique, myopie forte).
À l'opposé, les petits trous maculaires (< 250 µm) récents avec traction vitréomaculaire associée sont de parfaits candidats à une chirurgie sans pelage.

F. FARGUETTE
Centre d'Ophtalmologie du Zénith, COURNON-D'AUVERGNE.

La première classification ophtalmoscopique des trous maculaires de Gass a été réactualisée par l'*International Vitreomacular Traction Study Group* [1] (IVTSG) en 2013 et s'appuie dorénavant sur la tomographie par cohérence optique (OCT). En effet, l'OCT permet de préciser la taille des trous mais surtout leurs rapports directs au vitré.

Les trous maculaires de stade 0 de l'ancienne classification sont devenus des adhérences vitréomaculaires et ne relèvent que d'une simple surveillance (stade du décollement postérieur du vitré [DPV]). Les tractions vitréomaculaires regroupent : les anciens trous de stade 1, les menaces de trou et les syndromes de tractions vitréomaculaires. Elles sont isolées ou associées, étendues ou focales, avec ou sans membrane épirétinienne. Si une chirurgie est nécessaire, il n'y a pas d'indication à un pelage de membrane limitante associée.

Les trous maculaires sont donc définis dans la nouvelle classification comme une interruption de toutes les couches de la rétine neurosensorielle au centre de la macula, de la membrane limitante interne (MLI) à l'épithélium pigmentaire.

Les diagnostics différentiels des trous maculaires sont le trou lamellaire et le pseudo-trou maculaire, où du tissu rétinien s'interpose entre la cavité vitréenne et l'épithélium pigmentaire.

On caractérise les trous :

>>> Selon leur rapport au vitré :
– sur les bords du trou : avec ou sans traction vitréomaculaire (avec = ancien stade 2, sans = ancien stade 3/4) ;
– sur la papille : avec ou sans décollement postérieur du vitré (***fig. 1***).

>>> Selon leur taille :
– petit : moins de 250 µm ;
– moyen : entre 250 et 400 µm ;
– grand : plus de 400 µm.

>>> Et selon la présence associée ou non d'une membrane épirétinienne (***fig. 2***).

Les trous maculaires sont le plus souvent primaires (idiopathiques) mais parfois secondaires (***fig. 3***) : post-traumatique, syndrome d'Alport, atrophique ou télangiectasie maculaire par exemple.

La physiopathogénie des trous maculaires n'est pas parfaitement élucidée

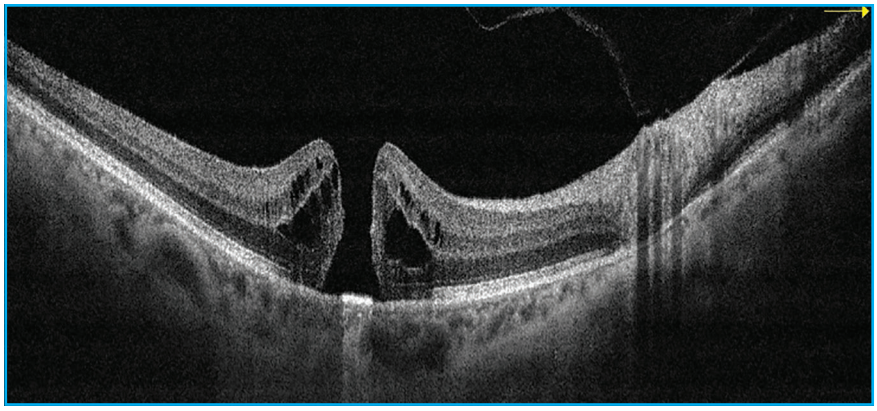

Fig. 1 : Trou maculaire de moins de 250 µm sans adhérence vitréomaculaire et avec attache vitréenne papillaire.

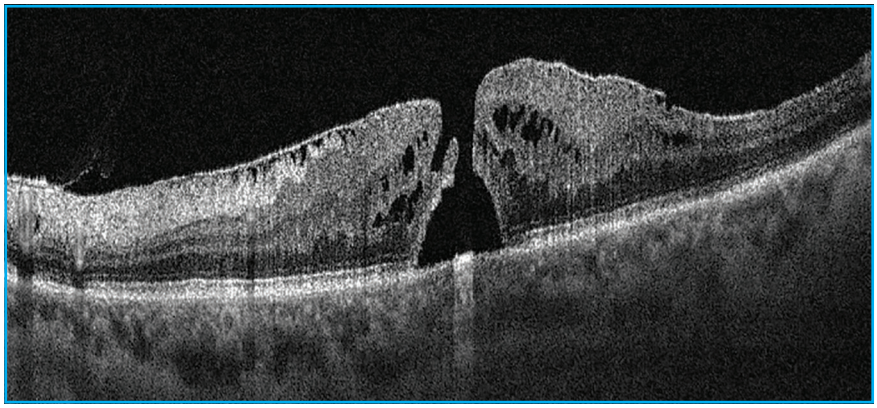

Fig. 2 : Trou maculaire de moins de 250 µm sans adhérence vitréomaculaire et avec membrane épirétinienne associée.

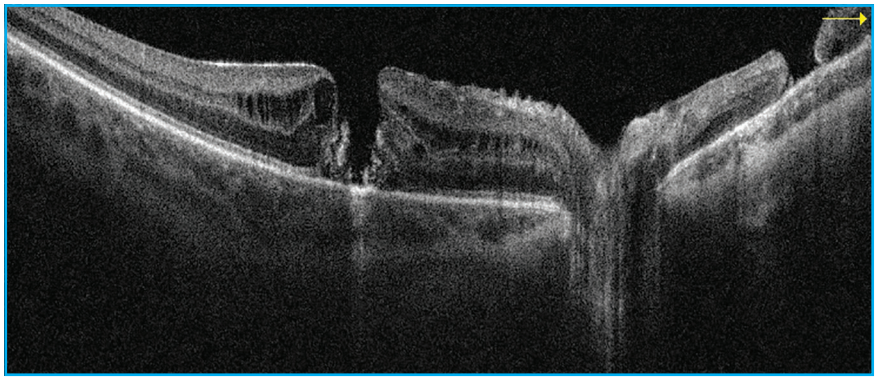

Fig. 3 : Trou maculaire post-chirurgie de décollement de rétine traumatique avec membrane épirétinienne associée (rétinotomie nasale visible).

mais il semble qu'au cours du vieillissement et du décollement du vitré, des tractions antéropostérieures et/ou tangentielles exercées par le cortex vitréen postérieur soient responsables de la formation de ces trous. Les tractions antéropostérieures seraient liées à la persistance anormale d'une attache vitréenne sur la fovéa après un décollement périfovéal du vitré. Les tractions tangentielles seraient causées par une contraction du vitré résiduel post-DPV, ainsi que par l'invasion et par la prolifération de cellules de Müller sur la MLI.

L'association d'une vitrectomie à un pelage de la MLI pour le traitement d'un trou maculaire a été rapportée pour la première fois par Eckardt en 1997 [2]. Le pelage s'est imposé car il a augmenté les taux de fermeture des trous maculaires et diminué significativement les récidives postopératoires [3]. Ainsi, le traitement de référence des trous maculaires primaires consiste en l'association d'une vitrectomie avec pelage de la MLI et tamponnement par gaz.

Mais, depuis quelques années, plusieurs études soulignent la possible iatrogénicité du pelage, il ne serait donc plus conseillé de le réaliser systématiquement. Par ailleurs, de nouvelles techniques de pelage de la MLI ont été décrites et augmenteraient les chances de fermeture des trous de mauvais pronostic.

Rappel anatomique de la MLI [4]

La MLI représente la couche la plus interne de la rétine et est considérée comme la membrane basale des pieds des cellules de Müller. Elle est constituée de collagène de type IV (> 50 %), mais aussi de collagène de type VI et de plusieurs types de protéoglycanes dont la laminine. Ces molécules permettent l'adhésion de la MLI à la rétine, mais aussi l'adhésion du vitré à la rétine. La rigidification de la MLI avec l'âge est directement liée à une modification de la répartition de ses composants, avec notamment une augmentation du collagène IV et une diminution de la laminine.

Par ailleurs, l'épaisseur de la MLI n'est pas régulière sur l'aire maculaire. Elle est très fine au centre de la fovéa, s'épaissit progressivement pour atteindre un maximum à environ 1 mm de la fovéa, puis s'affine de nouveau vers la périphérie. La

Revues générales

MLI est responsable d'environ 50 % de la rigidité de la rétine neurosensorielle. Son pelage permet donc d'assouplir la rétine. Sa rigidité, qui est plus importante sur le versant rétinien que vitréen, pourrait expliquer la tendance de la MLI à filer vers le centre de la fovéa lors du pelage.

Les effets du pelage de la MLI

De nombreuses études ont démontré l'intérêt du pelage de la MLI lors de la chirurgie des trous maculaires [5, 6], mais des études plus récentes mettent en doute l'intérêt de ce pelage pour des trous de moins de 400 µm [7]. En revanche, l'effet bénéfique du pelage de la MLI sur le risque de réouverture tardive du trou est clairement démontré (1 % avec pelage contre 7 % sans pelage ; n = 5 480 ; OR : 0,16 ; p < 0,0001) [8].

Peler une MLI n'est pas un geste dénué de risques et de conséquences. Il existe des risques immédiats liés au geste chirurgical et aux traumatismes des instruments sur la rétine : hémorragie rétinienne focale, lésion des fibres ganglionnaires à l'initiation du pelage voire déchirure rétinienne. On observe aussi très fréquemment des hémorragies rétiniennes superficielles lors du pelage du volet de MLI en dehors de tout traumatisme direct. Ces hémorragies sont plus souvent nasales et déclenchées par la traction sur les cellules de Müller qui entourent de fins capillaires superficiels.

Le SANFL et le DONFL ont également été décrits durant les dernières années comme des conséquences directes au pelage de la MLI :

>>> SANFL : *swelling of the arcuate retinal nerve fiber layer* (*fig. 4*)

Le phénomène de SANFL a été décrit en 2012 comme un œdème localisé dans la couche des fibres optiques, secondaire au traumatisme du pelage de la MLI, et serait retrouvé chez un tiers des patients ayant bénéficié d'un pelage de la MLI [9]. Ce phénomène est plus facilement visible sur les clichés autofluorescents sous forme de stries hypo-autofluorescentes dans la région maculaire qui s'étendent vers la papille le long des fibres optiques (effet de masquage de la lipofuscine par l'œdème des fibres nerveuses) et d'un épaississement localisé de la rétine sur l'OCT-SD. Le SANFL serait directement lié aux traumatismes des instruments à l'initiation du pelage, mais il disparaît dans les 2 mois chez tous les patients observés. Le SANFL est donc un état transitoire qui n'affecterait pas la récupération fonctionnelle.

>>> DONFL : *dissociated optic nerve fiber layer* (*fig. 5*)

Le syndrome de dissociation de la couche des fibres optiques nerveuses a été rapporté pour la première fois par Tadayoni [10] après des pelages de membrane épirétinienne et de MLI. Secondaire à la perte des pieds des cellules de Müller, il est visible sur des rétinophotographies avec filtre bleu dans l'aire du pelage, on remarque aussi sur les clichés OCT-SD un amincissement localisé de la couche des fibres optiques. Le DONFL apparaît entre 1 à 3 mois après la chirurgie et ne se modifie plus après 6 mois. Si le DONFL ne semble pas

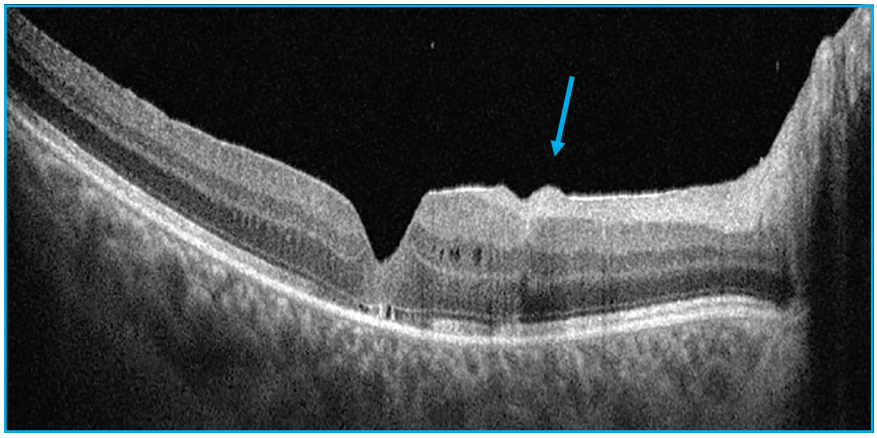

Fig. 4 : SANFL interpapillomaculaire à 8 jours postopératoires d'une chirurgie de trou maculaire avec pelage de la MLI.

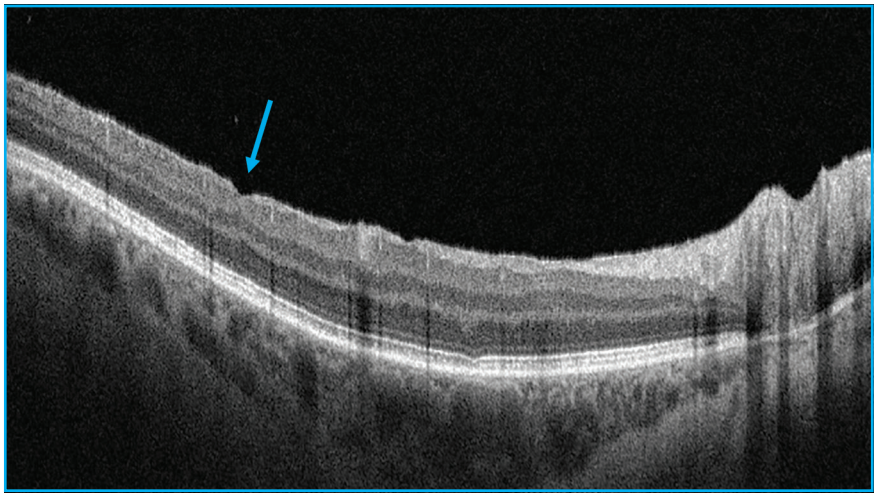

Fig. 5 : DONFL à 2 mois d'une chirurgie de trou maculaire avec pelage de la MLI.

POINTS **FORTS**

- La vitrectomie avec pelage de MLI et tamponnement par gaz est la chirurgie de référence des trous maculaires depuis les années 1990.
- Le pelage de la MLI n'est pas sans conséquence à long terme sur l'épaisseur maculaire.
- Pour les trous maculaires inférieurs à 250 µm récents associés à une traction vitréomaculaire, le pelage de la MLI ne semble plus nécessaire.
- Pour les trous maculaires de plus de 400 µm, le pelage de la MLI augmente de façon significative les chances de fermeture des trous.
- Le pronostic des trous à risque (myope fort, secondaire, > 650 µm) bénéficie des nouvelles techniques opératoires et notamment du recouvrement du trou par un volet de MLI.

affecter la récupération visuelle et qu'il n'y a pas de conséquence observable sur un champ visuel automatisé 10-2 [11], des études récentes tendent à démontrer une baisse de la sensibilité globale dans la zone du pelage et une fréquence plus importante des microscotomes [12, 13].

Plusieurs auteurs [14-16] ont également observé des modifications de l'épaisseur rétinienne post-pelage de la MLI. Si le secteur nasal semble plutôt épargné (peut-être grâce à une densité initiale plus importante des fibres nerveuses), le secteur temporal est lui constamment atteint dans les études, avec un amincissement plus précoce et plus important [17] (***fig. 6***). Ces modifications structurelles seraient essentiellement liées aux traumatismes directs du pelage sur les cellules de Müller, mais on ne peut exclure d'autres causes comme la toxicité potentielle des colorants ou le stress de l'échange fluide/air.

Quand peler la MLI ?

Pour les trous maculaires de moins de 400 µm et surtout ceux de moins de 250 µm, le pelage est controversé et il semble possible de ne pas réaliser ce pelage sans diminuer le taux de succès de la chirurgie [7]. Effectivement, les petits trous maculaires ont plus souvent une traction vitréomaculaire associée que les grands trous (***fig. 7***). La composante tractionnelle sur ces petits trous est donc plus volontiers verticale que tangentielle (et ce d'autant plus que le trou est récent) donc, même en l'absence de pelage de la MLI, la vitrectomie suffit le plus souvent à résoudre le trou maculaire. *A contrario* pour les grands trous, les résidus de vitré et les déchets qui s'y accumulent favorisent les tractions tangentielles (et ce d'autant plus que le trou est ancien et que la prolifération des cellules sur les résidus de vitré est importante), le pelage est donc essentiel.

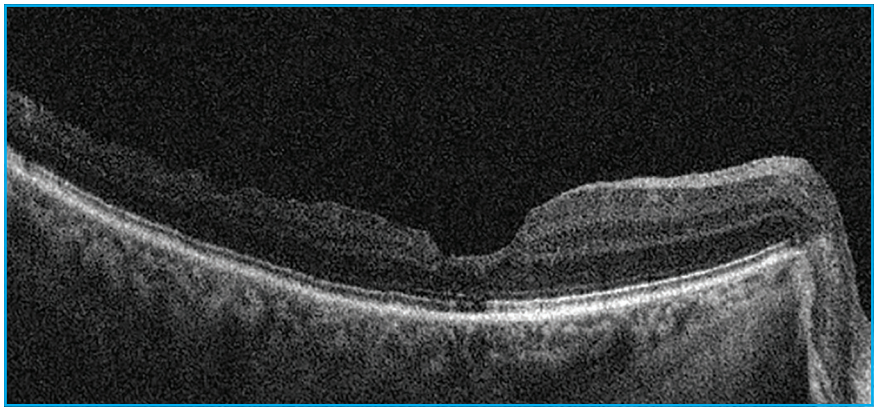

Fig. 6 : Amincissement temporomaculaire à 6 mois d'une chirurgie de trou maculaire de 500 µm avec pelage de MLI.

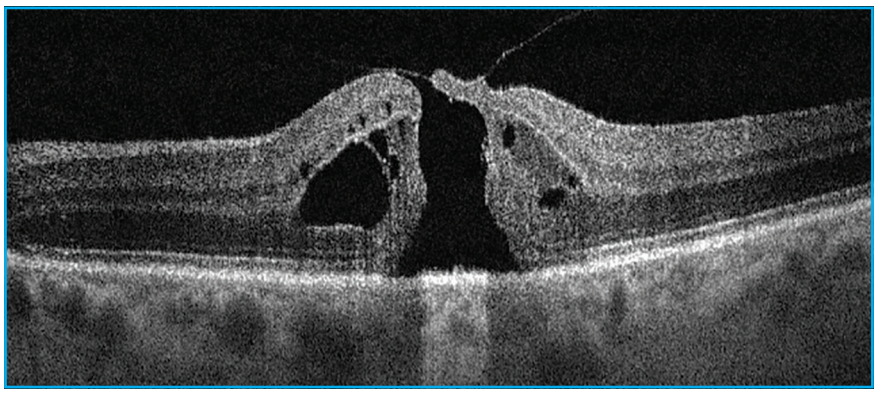

Fig. 7 : Trou maculaire avec adhérence vitréomaculaire de moins de 250 µm.

Revues générales

Néanmoins, il convient d'être attentif dans les études aux autres variables de la chirurgie du trou maculaire. Car, en dehors du pelage ou non de la MLI, les auteurs n'utilisent pas tous le même gaz pour le tamponnement : air, SF6, C2F6, C3F8. Idem pour le positionnement postchirurgical qui est parfois absent des consignes postopératoires et d'autres fois présent 6 à 8 h par jour.

Par conséquence, on retiendra que les trous maculaires récents de moins de 400 µm (surtout ceux de moins de 250 µm), et spécifiquement ceux avec une traction vitréomaculaire associée, sont de parfaits candidats à une chirurgie sans pelage de la MLI (***fig. 7***).

La grande majorité des auteurs s'accordent en revanche à peler la MLI pour des trous maculaires de plus de 400 µm. Le pelage est alors facilité par l'utilisation de colorant (bleu trypan, *brilliant blue*, triamcinolone [18]) qui permet une meilleure visualisation de la MLI et ainsi de diminuer le temps de pelage, l'exposition à la lumière et les traumatismes directs des instruments sur la rétine. La MLI étant plus épaisse à 1 000 µm du centre de la fovéa, il est souvent plus facile d'initier le pelage dans cette zone. Il est conseillé de peler au moins un diamètre papillaire de MLI autour de la fovéa (rayon de pelage = 1 DP).

Les trous à risque (récidive, myope fort, post-traumatique, > 650 µm) ont vu leurs taux de fermeture nettement améliorés depuis la description de la technique du volet inversé de MLI [19]. Le principe est de respecter, lors de la dissection de la MLI, un volet de limitante interne qui restera adhérant à une berge du trou maculaire (principe de l'épargne fovéale également recommandée lors de la chirurgie des trous lamellaires évolutifs) et de replier ce volet au-dessus du trou maculaire (volet inversé). Le volet peut être parfois réduit à l'aide du vitréotome ou de ciseaux avant d'être replié. Certains chirurgiens conseillent, lors de l'échange fluide/air et afin de maintenir le volet en place, d'utiliser un tamponnement provisoire de décaline au niveau de la macula. Le volet permettrait de favoriser la prolifération gliale en offrant un support et en apportant des fragments de cellules de Müller.

D'autres techniques sont décrites pour le traitement des trous maculaires à risques : greffe de membrane amniotique [20], greffe de capsule postérieure du cristallin [21], greffe de rétine autologue [22], relaxation rétinienne par injection sous-rétinienne. Ces techniques sont souvent proposées en deuxième intention lorsque la MLI a déjà été utilisée lors d'un premier geste chirurgical.

Des études prospectives randomisées permettraient de valider définitivement les indications du pelage de la MLI dans la chirurgie des trous maculaires.

BIBLIOGRAPHIE

1. Duker JS, Kaiser PK, Binder S *et al.* The International Vitreomacular Traction Study Group classification of vitreomacular adhesion, traction, and macular hole. *Ophthalmology*, 2013;120:2611-2619.
2. Eckardt C, Eckardt U, Gross S *et al.* [Removal of the internal limiting membrane in macular holes. Clinical and morphological findings]. *Ophthalmologe,* 1997;94:545-551.
3. Christensen UC, Krøyer K, Sander B *et al.* Value of internal limiting membrane peeling in surgery for idiopathic macular hole stage 2 and 3: a randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol*, 2009;93:1005-1015.
4. Wollensak G, Spoerl E, Grosse G *et al.* Biomechanical significance of the human internal limiting lamina. *Retina*, 2006;26:965-968.
5. Lois N, Burr J, Norrie J *et al.* Internal limiting membrane peeling versus no peeling for idiopathic full-thickness macular hole: a pragmatic randomized controlled trial. *Invest Ophtalmol Vis Sci*, 2011;52:1586-1592.
6. Spiteri Cornish K, Lois N, Scott N *et al.* Vitrectomy with internal limiting membrane (ILM) peeling versus vitrectomy with no peeling for idiopathic full-thickness macular hole (FTMH). *Cochrane Database Syst Rev*, 2013:CD009306.
7. Tadayoni R, Gaudric A, Haouchine B *et al.* Relationship between macular hole size and the potential benefit of internal limiting membrane peeling. *Br J Ophthalmol*, 2006;90:1239-1241.
8. Rahimy E, McCannel CA. Impact of internal limiting membrane peeling on macular hole reopening: a systematic review and meta-analysis. *Retina*, 2016;36:679-687.
9. Clark A, Balducci N, Pichi F *et al.* Swelling of the arcuate nerve fiber layer after internal limiting membrane peeling. *Retina*, 2012;32:1608-1613.
10. Tadayoni R, Pâques M, Massin P *et al.* Dissociated optic nerve fiber layer appearance of the fundus after idiopathic epiretinal membrane removal. *Ophthalmology*, 2001;108:2279-2283.
11. Ito Y, Terasaki H, Takahashi A *et al.* Dissociated optic nerve fiber layer appearance after internal limiting membrane peeling for idiopathic macular holes. *Ophthalmology*, 2005;112:1415-1420.
12. Baba T, Sato E, Oshitari T *et al.* Regional reduction of ganglion cell complex after vitrectomy with internal limiting membrane peeling for idiopathic macular hole. *J Ophthalmol*, 2014;2014:372589.
13. Tadayoni R, Svorenova I, Erginay A *et al.* Decreased retinal sensitivity after internal limiting membrane peeling for macular hole surgery. *Br J Ophthalmol*,2012;96:1513-1516.
14. Kumagai K, Hangai M, Ogino N *et al.* Effect of internal limiting membrane peeling on long-term visual outcomes for diabetic macular edema. *Retina*, 2015;35:1422-1428.
15. Kumagai K, Furukawa M, Suetsugu T *et al.* Increase in average foveal thickness after internal limiting membrane peeling. *Clin Ophthalmol*, 2017;11:605-611.
16. Eymard P, Le Mer Y. Long-term functional and anatomical evolution in surgically closed macular holes with internal limiting membrane peeling. *Eur J Ophthalmol*, 2019 [Epub ahead of print].
17. Imamura Y, Ishida M. Retinal thinning after internal limiting membrane peeling for idiopathic macular hole. *Jpn J Ophthalmol*, 2018;62:158-162.

18. Kumar A, Gogia V, Shah VM *et al.* Comparative evaluation of anatomical and functional outcomes using brilliant blue G versus triamcinolone assisted ILM peeling in macular hole surgery in Indian population. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2011;249:987-995.
19. Rizzo S, Tartaro R, Barca F *et al.* Internal limiting membrane peeling versus inverted flap technique for treatment of full-thickness macular holes: a comparative study in a large series of patients. *Retina*, 2018;38:S73-S78.
20. 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.
21. Peng J, Chen C, Jin H *et al.* Autologous lens capsular flap transplantation combined with autologous blood application in the management of refractory macular hole. *Retina*, 2018;38:2177-2183.
22. Grewal DS, Charles S, Parolini B *et al.* Autologous retinal transplant for refractory macular holes: multicenter international collaborative study group. *Ophthalmology*, 2019;126:1399-1408.

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