

Revue générale

Lignes hyperréfectives fovéolaires centrales et trous maculaires

RÉSUMÉ : Les trous maculaires idiopathiques sont habituellement secondaires à une traction vitréorétinienne au cours du décollement postérieur du vitré, responsable d'une rupture du cône des cellules de Müller. Des études récentes ont identifié la présence d'une ligne fovéolaire centrale, verticale, hyperréfective en OCT avant le développement de trou maculaire. Cette ligne fovéolaire, appelée ligne de stress hyperréfective ou encore *foveal crack sign*, traduit une souffrance des cellules de Müller centrales et pourrait être un marqueur OCT précoce prédictif du développement d'un trou maculaire.



I. CHEHAIBOU¹,
J.-P. HUBSCHMAN²

¹Université de Paris,
Service d'Ophtalmologie, Hôpital
Lariboisière, PARIS,

²Stein Eye Institute,
University of California
LOS ANGELES, États-Unis.

Anatomie fovéolaire et cellules de Müller

En 1969, Yamada a étudié histologiquement l'ultrastructure de la fovéa et décrit la présence d'une quantité importante de cellules gliales de Müller au tiers interne du centre de la fovéa [1]. Plus tard, Gass nomma cette structure le "cône des cellules de Müller" [2]. Ce cône inversé occupe le centre fovéolaire avec une base interne de 200 µm située au niveau de la membrane limitante interne et un sommet de 40 µm situé en avant du "bouquet des cônes centraux" [2].

La composition du cône des cellules de Müller est aujourd'hui mieux comprise grâce aux travaux récents de Bringmann *et al.* [3]. Au centre de la fovéa chemine verticalement un faisceau de cellules de Müller spécialisées, depuis la membrane limitante interne vers la membrane limitante externe. À côté de ces cellules de Müller centrales existent des cellules de Müller parafovéolaires, qui suivent les axones des photorécepteurs, avec un trajet en Z, à travers la couche des fibres de Henle, sans connexion directe avec les cellules de Müller centrales. En l'absence de pathologie maculaire, la stabilité structurelle de la fovéa est permise par la présence de ces deux populations de cellules de Müller.

La formation des trous maculaires (TM) idiopathiques implique, en règle générale, une traction vitréorétinienne antéropostérieure au cours du décollement postérieur du vitré. La traction exercée lors du décollement du vitré entraîne une rupture du cône des cellules de Müller, à l'origine de la formation du trou maculaire [3]. À l'aide de l'OCT, le Pr Gaudric avait décrit les différentes étapes de la formation et de l'évolution des trous maculaires, depuis la présence d'une traction vitréomaculaire jusqu'à la formation d'un trou maculaire complet [4]. Une des premières étapes, visible en OCT, est le développement d'un pseudokyste fovéolaire central [5]. Le développement de ce pseudokyste au tiers interne de la fovéa est mieux compris aujourd'hui et s'explique par la présence d'un plan de clivage horizontal, du fait de l'organisation des cellules de Müller. Avant l'apparition d'un pseudokyste central, peu de signes OCT prédictifs de la formation d'un TM sont connus.

Ligne fovéolaire hyperréfective et trou maculaire

Récemment, la présence d'une ligne fovéolaire verticale hyperréfective en OCT, s'étendant de la membrane

Revue générale

POINTS FORTS

- La présence d'une ligne fovéolaire verticale, s'étendant de la membrane limitante interne à la membrane limitante externe, hyperréfléctive en OCT, appelée ligne de stress ou encore *foveal crack sign*, a été identifiée comme marqueur OCT prédisposant au développement de trou maculaire.
- Une ligne fovéolaire hyperréfléctive a été identifiée avant le développement ainsi qu'après fermeture chirurgicale de 50 % des trous maculaires idiopathiques.
- Après chirurgie de décollement de rétine, le développement d'une ligne hyperréfléctive fovéolaire centrale associée à une membrane épitrétiennne parafovéolaire représente un facteur de risque de trou maculaire secondaire.
- Chez les yeux adelphe de trous maculaires, l'apparition d'une ligne fovéolaire centrale hyperréfléctive, en l'absence de décollement postérieur du vitré, est associée à un haut risque de trou maculaire (estimé à 77 %).
- Cette ligne hyperréfléctive traduit très probablement la présence d'un plan de clivage central au sein de la fovéa.

limitante interne à la membrane limitante externe, a été décrite comme marqueur OCT précoce prédictif du développement de TM. Cette ligne hyperréfléctive, nommée ligne de stress hyperréfléctive ou encore *foveal crack sign*, pourrait être un signe OCT visible bien avant l'apparition du pseudokyste central [6, 7].

Dans une étude rétrospective récente portant sur 93 yeux atteints de trous maculaires, 12 yeux avaient un suivi OCT précédant la formation du trou maculaire et 6 de ces 12 yeux (50 %) présentaient une ligne de stress hyperréfléctive, visible en moyenne 616 jours avant la formation du trou maculaire (**fig. 1**) [6]. Les auteurs ont émis l'hypothèse que la présence de cette ligne représentait un stade précoce de la formation de trou maculaire. Parmi cette cohorte de 93 yeux, 51 avaient été opérés par vitrectomie avec fermeture du TM. Une ligne hyperréfléctive était également visible sur les OCT postopératoires pour 26 de ces 51 yeux (51 %), en moyenne 213 jours après la chirurgie.

D'autres auteurs ont également décrit récemment la présence d'une ligne hyperréfléctive précédant la formation de TM secondaires, post-chirurgie de décollement de rétine [7]. Dans cette étude portant sur 518 yeux opérés par vitrectomie pour un décollement de rétine, 10 yeux avaient présenté un TM secondaire. Avant le diagnostic de TM, les 10 yeux avaient développé, au cours de leur suivi, une membrane épitrétiennne parafovéolaire puis une ligne de stress hyperréfléctive. Après l'apparition d'une ligne hyperréfléctive, un amincissement progressif de la fovéa était observé jusqu'à la formation d'un TM de pleine épaisseur (**fig. 2**). Une ligne hyperréfléctive était visible en OCT en moyenne 255 jours après la chirurgie pour décollement de rétine et précédait le développement d'un TM de 232 jours en moyenne. Cette ligne était observée uniquement chez les patients qui avaient développé une membrane épitrétiennne parafovéolaire ne touchant pas le centre fovéolaire. Une traction tangentielle centrifuge pourrait ainsi entraîner une rupture du cône des

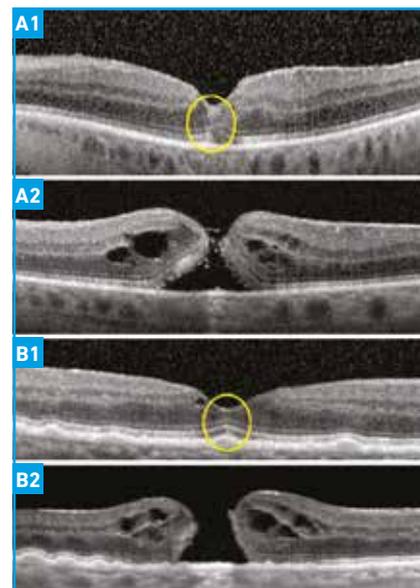


Fig. 1 : OCT de 2 patients avant (**A1 et B1**) et après (**A2 et B2**) le développement de trou maculaire. On note la présence d'une ligne hyperréfléctive (**cercle jaune**) avant la formation du trou maculaire. Cette ligne s'étend de la membrane limitante interne à la membrane limitante externe (d'après [6]).

cellules de Müller centrales, que traduit la présence de cette ligne fovéolaire.

Dans une étude portant sur les yeux adelphe de TM, des auteurs ont également décrit la présence d'une ligne hyperréfléctive dans 19 des 113 yeux étudiés (17 %) [8]. Sur les 19 yeux adelphe ayant présenté une ligne hyperréfléctive, 10 avaient développé un trou maculaire au cours du suivi, alors que 2 autres avaient présenté un TM en l'absence de ligne de stress visible au préalable. Dans cette étude, la présence d'une ligne fovéolaire hyperréfléctive associée à une adhésion vitréomaculaire était liée à un haut risque de survenue de trou maculaire, estimé à 77 % (10 sur 13 yeux).

Nature de la ligne hyperréfléctive fovéolaire

La présence d'une ligne hyperréfléctive fovéolaire pourrait être un témoin de la souffrance des cellules de Müller centrales en cas de traction vitréomaculaire antéropostérieure et/ou tangentielle en

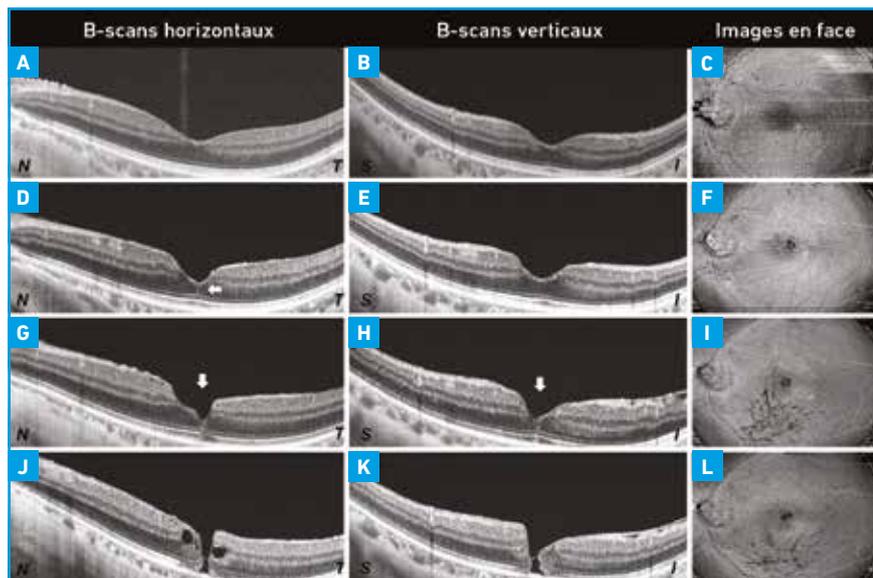


Fig. 2 : Coupes OCT d'un patient ayant développé un trou maculaire après une chirurgie de décollement de rétine par vitrectomie. **A, B et C :** aucune anomalie n'était présente une semaine après la chirurgie du décollement de rétine. **D et E :** 12 mois après la chirurgie du décollement de rétine, une ligne hyperréfléctive fovéolaire était apparue sur les coupes OCT. **G et H :** à 24 mois, la ligne hyperréfléctive était plus prononcée et un amincissement fovéolaire apparaissait, de même qu'une membrane épirétinienne parafovéolaire se développait. **J, K et L :** à 33 mois, un trou maculaire complet était présent (d'après [7]).

cas de membrane épirétinienne [6, 7]. Les cellules de Müller centrales assurent la stabilité de la fovéa et sa résistance aux forces tractionnelles [9]. En cas de traction vitréomaculaire au cours du décollement postérieur du vitré, une rupture du cône des cellules de Müller peut se produire et conduire à un clivage fovéolaire, visible par la présence d'un pseudokyste central. Avant le développement de ce clivage intrarétinien, une souffrance des cellules de Müller pourrait être traduite par la présence d'une ligne hyperréfléctive fovéolaire centrale.

La nature exacte de cette ligne fovéolaire reste mal comprise. Elle traduit en tout cas probablement la présence d'un plan de clivage au centre de la fovéa, visible avant la dissociation de ses bords en cas de développement de trou maculaire ou après leur

réunification en cas de fermeture d'un trou maculaire. Cette ligne hyperréfléctive a également été observée dans d'autres cas de lésions maculaires et n'est probablement pas spécifique de la présence d'une traction vitréomaculaire [10].

Conclusion

Des études récentes ont mis en évidence la présence d'une ligne fovéolaire centrale hyperréfléctive en OCT, précédant le développement de TM idiopathique et/ou secondaire. Cette ligne de stress fovéolaire pourrait correspondre à une souffrance des cellules de Müller centrales et constituer un marqueur OCT précoce de traction vitréomaculaire à risque d'évolution vers un TM de pleine épaisseur.

BIBLIOGRAPHIE

1. YAMADA E. Some structural features of the fovea centralis in the human retina. *Arch Ophthalmol*, 1969;82:151-159.
2. GASS JD. Müller cell cone, an overlooked part of the anatomy of the fovea centralis: hypotheses concerning its role in the pathogenesis of macular hole and foveomacular retinoschisis. *Arch Ophthalmol*, 1999;117:821-823.
3. BRINGMANN A, SYRBE S, GÖRNER K *et al*. The primate fovea: Structure, function and development. *Prog Retin Eye Res*, 2018; 66:49-84.
4. GAUDRIC A, HAOUCHINE B, MASSIN P *et al*. Macular hole formation: new data provided by optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol*, 1999;117:744-751.
5. HAOUCHINE B, MASSIN P, GAUDRIC A. Foveal pseudocyst as the first step in macular hole formation: a prospective study by optical coherence tomography. *Ophthalmology*, 2001;108:15-22.
6. SCHARF JM, HILELY A, PRETI RC *et al*. Hyperreflective stress lines and macular holes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2020;61:50.
7. ISHIBASHI T, IWAMA Y, NAKASHIMA H *et al*. Foveal crack sign: an OCT sign preceding macular hole after vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Am J Ophthalmol*, 2020;218:192-198.
8. FURASHOVA O, MATTHÉ E. Foveal crack sign as a predictive biomarker for development of macular hole in fellow eyes of patients with full-thickness macular holes. *Sci Rep*, 2020;10:19932.
9. SYRBE S, KUHR T, GÄRTNER U *et al*. Müller glial cells of the primate foveola: An electron microscopical study. *Exp Eye Res*, 2018;167:110-117.
10. AMOROSO F, MREJEN S, PEDINIELLI A *et al*. Intraretinal hyperreflective lines. *Retina*, 2021;41:82-92.

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