



PAR LE DOCTEUR JEAN-PIERRE LAGACÉ
OPTOMÉTRISTE, M.Sc.

ARTICLE 3

.....

La vitrectomie • revue clinique

Partie 2



Le trou maculaire

Un trou maculaire peut s'observer chez les personnes atteintes d'une forte myopie ou à la suite d'un traumatisme oculaire, mais dans la grande majorité des cas, la cause en est inconnue (idiopathique).

La vitrectomie a amélioré l'acuité visuelle chez les participants présentant un trou maculaire d'environ 1,5 ligne sur une échelle optométrique standard à distance. La fermeture du trou maculaire était beaucoup plus probable avec la vitrectomie qu'avec l'observation, le taux de fermeture moyen étant respectivement de 76 % contre 11 %.

Une chirurgie de la cataracte était fréquente sur les yeux opérés. Dans la plus grande étude, un décollement de la rétine est survenu dans les mois suivant la vitrectomie dans environ 5 % des cas¹.

Trois études ont fourni des données comparatives entre la vitrectomie et l'observation sur des yeux présentant un trou maculaire et une acuité visuelle inférieure à 20/50. Deux de ces études, réalisées aux États-Unis et publiées respectivement en 1996 et 1997, reposaient sur un protocole similaire et incluaient des participants présentant un trou maculaire de stade II (42 yeux randomisés, 36 analysés, nombre de participants non rapporté) ou de stade III/IV (129 yeux de 120 participants, 115 yeux dans les analyses).

La troisième étude, réalisée au Royaume-Uni et publiée en 2004, portait sur 185 yeux de 174 participants présentant un trou maculaire de pleine épaisseur (41 yeux atteints de trous de stade II et 74 yeux atteints de trous de stade III/IV dans les analyses). Les études étaient de bonne qualité pour ce qui est de la randomisation et de l'assignation secrète, tandis que la mesure de l'acuité visuelle n'était pas masquée¹.

Au bout de 6 à 12 mois, l'acuité visuelle a été améliorée d'environ 1,5 ligne Snellen (-0,16 logMAR, intervalle de confiance à 95 % de -0,23 à -0,09 logMAR, 270 yeux, preuves de qualité modérée). Les chances de fermeture du trou maculaire au bout de 6 à 12 mois étaient considérablement accrues par la vitrectomie, donnant un rapport des cotes de 31,4 (intervalle de confiance à 95 % de 14,9 à 66,3; 265 yeux, preuves de qualité élevée; somme des données brutes: 76 % vitrectomie, 11 % observation). La vitrectomie était bénéfique tant en cas de trous maculaires plus petits (stade II) que de trous plus importants (stade III/IV).

Technique de chirurgie du trou maculaire

La chirurgie du trou maculaire (CTM) est devenue l'une des indications les plus courantes de la vitrectomie^{2,3}. Bien qu'elle puisse être très réussie dans un certain nombre de contextes avec une variété de modifications techniques, certaines considérations peuvent maximiser les résultats. La sélection des cas est importante; les cas de mauvais pronostic sont ceux qui présentent des trous plus grands⁴, des trous chroniques⁵, des réopérations⁶, une myopie élevée⁷, et une association avec un décollement de la rétine ou un traumatisme⁸. L'élément technique qui a probablement eu l'effet le plus positif sur les résultats est le pelage de la membrane limitante interne (MLI)^{9,11}. La durée et le degré de tamponnement interne ont également fait l'objet de débats récemment. Cet article passe en revue ces considérations et d'autres qui peuvent affecter les résultats de la CTM.

Considérations préopératoires

On sait depuis longtemps que les yeux présentant des trous de courte durée, des trous plus petits, une meilleure vision préopératoire et l'absence d'autres circonstances atténuantes ont un meilleur pronostic en cas de CTM. Bien que le chirurgien ne puisse pas changer ces facteurs, le conseil préopératoire en leur présence crée des attentes postopératoires plus précises et peut même peser dans la décision d'opérer ou non. Les caractéristiques désormais vérifiables par tomographie par cohérence optique influencent de plus en plus ces évaluations^{12,14}.

L'acuité visuelle, la taille du trou maculaire et sa durée sont très probablement des facteurs de confusion, mais la taille peut être le facteur le plus fiable. La durée du trou peut être difficile à déterminer, non seulement parce que les patients sont souvent des historiens imprécis lorsqu'il s'agit de déterminer la perte visuelle unilatérale, mais aussi parce qu'il peut y avoir un prodrome variable ou d'autres conditions qui confondent l'apparition réelle du trou maculaire.

En général, le pronostic d'un trou maculaire qui dure beaucoup plus d'un an, surtout s'il est de grande taille, ne mérite probablement pas une intervention chirurgicale. Des études récentes menées à l'aide de la TCO ont démontré que la taille et la surface du défaut de jonction entre le segment interne et le segment externe sont des déterminants importants de l'acuité visuelle pré et postopératoire^{10,12}. L'acuité visuelle préopératoire peut également varier en fonction de facteurs tels que l'œdème intrarétinien ou l'étendue du liquide sous-rétinien, qui sont des signes possibles de chronicité et peuvent également influencer le pronostic visuel.

Ces dernières années, la tendance générale est aux instruments de vitrectomie de petit calibre. Bien que l'auteur ait tendance à utiliser des instruments de calibre 20, plusieurs études ont rapporté un succès équivalent avec des systèmes de calibre 23 et 25^{15,16}. Une limitation potentielle de l'instrumentation de petit calibre pour la CTM, cependant, est le spectre restreint d'options d'instruments pour peler la MLI; l'amélioration de la qualité des pinces jetables pourrait atténuer cette préoccupation. L'auteur préfère commencer le pelage de la MLI avec une lame MVR barbelée de calibre 20, qui n'a pas d'équivalent de petit calibre approprié. D'autres ont exprimé la même préoccupation (Robert Wendell, communication personnelle) et certains utilisent une sclérotomie de calibre 20 pour contourner cette limitation.

Il existe deux manœuvres pour la CTM qui suscitent une attention particulière: la séparation hyaloïde postérieure et le pelage de la MLI. À moins qu'elle ne soit préexistante, la séparation de la hyaloïde postérieure est une étape cruciale qui doit être effectuée après la vitrectomie centrale. Il peut être trompeur de vérifier la séparation de la hyaloïde postérieure, car le vitréoschisis est probablement plus répandu qu'on ne le soupçonne intuitivement¹⁵. La façon la plus fiable de provoquer la séparation est d'utiliser une aiguille d'extrusion à bout flexible avec un contrôle d'aspiration automatisé pour rechercher et engager une hyaloïde postérieure résiduelle invisible, qui se manifeste par le «signe du poisson» caractéristique¹⁸. La hyaloïde postérieure est engagée et soulevée entre les arcades vasculaires temporales avec des mouvements postérieurs à antérieurs assez amples et contigus, en utilisant un mouvement de massage.

Bien que dans certains cas cette même technique puisse être utilisée pour décoller l'anneau de Weiss de la tête du nerf optique, l'utilisation du coupeur de vitré en mode aspiration est plus fiable et évite la confusion de l'anneau de Weiss avec d'autres cortex vitréens. Une fois l'anneau de Weiss mobilisé, le reste de la hyaloïde se sépare généralement facilement en périphérie en aspirant avec le couteau et peut être retiré de manière standard. Cette technique confirme que la hyaloïde postérieure a été complètement retirée. Il faut éviter les mouvements excessifs lors de l'aspiration avec le coupeur de vitré afin de réduire au minimum la formation d'une cassure rétinienne¹⁹. L'élimination maximale du vitré permet un meilleur échange fluide-air par la suite et évite une traction rétinienne périphérique postopératoire indésirable et incontrôlable par la bulle postopératoire.

La deuxième manœuvre clé consiste à peler la MLI. Bien que des taux de fermeture substantiels aient été rapportés sans pelage de la MLI^{20,21,22,24} cela augmente probablement le taux de réussite^{9,10,25}. C'est pourquoi on tente de peler la MLI dans tous les cas. Cela implique trois étapes. D'abord, on incise la MLI et on en soulève un bord pour offrir un site pour la disséquer de la rétine. La deuxième étape consiste à disséquer plus largement (généralement à l'aide d'un pic vitréo-rétinien) la MLI de la surface, et on complète le processus à la troisième étape, en utilisant des pinces pour retirer le reste de la MLI de la surface rétinienne et de l'œil. D'autres instruments sont efficaces pour ces manœuvres et sont préférés par certains.^{9, 26}

La MLI est incisée et un bord initial est soulevé en effectuant un mouvement court, peu profond, continu, curviligne et semblable à une lacération avec une lame MVR barbelée à travers la MLI pour développer un bord plutôt plat, seulement légèrement surélevé et quelque peu défilé. Ce mouvement est généralement amorcé à environ deux diamètres de disque du trou, habituellement en supéro-temporale (œil droit) ou supéro-nasale (œil gauche), mais il peut être ajusté à l'endroit où le lustre de la MLI semble le plus visible. La lame MVR est pratique à cet égard en raison de sa pointe aiguë. La lame est ensuite passée perpendiculairement à la direction d'origine pour labourer le bord de la volute suffisamment pour glisser un pic vitréo-rétinien sous la MLI. La visualisation de la MLI peut être difficile, et des ajustements constants de l'orientation de l'endoilluminateur aident le chirurgien à surveiller la progression. La coloration n'est généralement pas nécessaire pour les cas standards, mais sera décrite ci-dessous.

Une fois que le bord a été distinctement soulevé, le pic est utilisé pour étendre la dissection avec des mouvements latéraux doux ponctués par des mouvements de levage postérieur-antérieur peu profonds, en avançant successivement autour de la circonférence du trou maculaire. Souvent, il n'est pas possible de contourner complètement le trou sans que la MLI et le rhéxis ne se rompent, de sorte que la dissection doit être relancée dans la direction opposée au point de départ. Le blanchiment caractéristique de la surface rétinienne sous-jacente qui se produit dans les 30 secondes suivant le retrait de la MLI est un bon marqueur de l'endroit où la MLI a été pelée, car il peut être difficile de visualiser le bord du pelage. À un moment donné, idéalement après que le pic ait été utilisé pour séparer la MLI sur toute sa circonférence, on utilise des pinces fines pour retirer l'échantillon ou étendre les zones incomplètement séparées. Habituellement, on ne peut pas séparer largement la totalité de la MLI avec le pic, mais il peut être nécessaire de passer aux pinces à ce stade ou, de préférence, à un stade beaucoup plus précoce dans certains cas.

Le rhéxis doit être avancé avec les pinces autour du périmètre plutôt que près de la marge du trou pour optimiser le pelage. Le plus souvent, la MLI mobilisée reste fermement attachée aux marges internes du trou maculaire, laissant une séparation de la MLI en forme d'entonnoir. Lors du pelage de la MLI avec les pinces, une rhéxie continue ne peut être effectuée de manière fiable que pendant environ 2 heures d'horloge à chaque prise, sinon la MLI fragile se fragmente, et la progression du pelage de la MLI devient plus difficile à surveiller et à terminer.

Ainsi, la reprise de la saisie au niveau du bord d'avancement de la MLI pelée permet le retrait le plus efficace. Les pinces sont ensuite utilisées pour retirer ce qui reste de la MLI, soit à partir de l'attache en forme d'entonnoir au niveau du trou (en tirant au centre pour laisser le plus petit reste possible), soit plus en périphérie. Il n'est pas rare que des hémorragies superficielles, ressemblant à des pétéchies, se produisent parce que la MLI s'insère directement dans les vaisseaux rétinien superficiels, qui sont dénués de la couche interne des fibres nerveuses. Ces hémorragies ne semblent pas avoir de conséquences cliniques.

La valeur différentielle d'un gaz utilisé pour la tamponnade par rapport à un autre n'est pas prouvée. Les premiers rapports utilisaient un mélange de SF6, qui donne une tamponnade substantielle pendant environ 1 semaine et se résorbe après environ 2 semaines¹. D'autres ont préconisé l'utilisation de mélanges gazeux C3F8 à action plus longue, qui donnent une tamponnade interne substantielle pendant au moins 4 semaines et se résorbent après 8 à 9 semaines²⁷. Une étude a trouvé de meilleurs résultats avec les mélanges à action plus longue²⁵. D'autres encore ont recommandé l'air seulement^{28,30} et certains, dans certains cas, ont même suggéré qu'aucune tamponnade interne ne soit nécessaire³¹.



Formation d'un trou maculaire après une vitrectomie : évitable ?

Objectif : Évaluer la formation de trous maculaires secondaires à une vitrectomie et connaître les possibilités de prévention.

Méthodes : Une revue rétrospective de 27 patients (28 yeux) qui ont eu un trou maculaire secondaire à une vitrectomie. L'âge, le sexe, la meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) avant et après la vitrectomie primaire, les méthodes d'opération, la durée entre la vitrectomie et la chirurgie du trou maculaire secondaire, les causes de la vitrectomie primaire, les résultats maculaires préopératoires et postopératoires avec la tomographie par cohérence optique (TCO) et l'examen du fond d'œil, et la MAVC avant et après la chirurgie du trou maculaire ont été enregistrés³².

Résultats : Sur les 28 yeux qui ont subi une vitrectomie, 12 présentaient une rétinopathie diabétique proliférative, 6 un décollement de rétine rhégmato-gène, 2 une occlusion de la veine rétinienne ramifiée, 3 une dégénérescence maculaire liée à l'âge et 5 un traumatisme tel qu'une rupture du globe oculaire ou un corps étranger intraoculaire. La durée moyenne entre la vitrectomie primaire et la formation du trou maculaire était de 20,4 mois (4 jours-115 mois). Les causes estimées de la formation du trou maculaire comprenaient l'œdème maculaire cystoïde (OMC) (n = 13), l'amincissement de la macula (n = 6), l'épaississement de la membrane limitante interne (MLI) et/ou la récurrence de la membrane prérétinienne (MPR) (n = 7), la récurrence d'une hémorragie sous-rétinienne (n = 1) et des dommages maculaires pendant la vitrectomie primaire (n = 2). Les trous maculaires ont été fermés avec succès par des procédures chirurgicales supplémentaires, à l'exception d'un œil présentant un OMC après une vitrectomie primaire. La MAVC finale après la chirurgie du trou maculaire a diminué par rapport à la MAVC avant la formation du trou maculaire, à l'exception de 7 yeux (25 %), et le trou maculaire lié à l'OMC a présenté le pire pronostic visuel.

Conclusions : Les formations de trous maculaires secondaires peuvent être dues à un OMC soutenu, à un amincissement de la macula et à une traction tangentielle due à un épaississement de la MLI et/ou à une récurrence d'une MPR après une vitrectomie primaire. Les trous maculaires secondaires ont un mauvais résultat visuel par rapport aux trous maculaires idiopathiques. Par conséquent, une observation étroite de la macula vulnérable et une manœuvre chirurgicale supplémentaire au bon moment après une vitrectomie primaire sont nécessaires pour prévenir la formation de trous maculaires secondaires. En outre, nous devons tenter d'éviter une force de traction excessive sur la macula afin de ne pas causer de dommages iatrogènes pendant l'ablation de la MPR.

Contrôle de l'uvéite

Vitrectomie diagnostique dans les inflammations intraoculaires : étude d'une série rétrospective

Objectif : Cette étude avait pour objectif d'évaluer le rendement diagnostique et fonctionnel des vitrectomies réalisées dans le cadre du bilan étiologique d'uvéites³³.



Matériels et méthodes : Nous avons réalisé une étude rétrospective monocentrique portant sur les patients ayant bénéficié d'une vitrectomie dans le cadre du bilan étiologique d'une uvéite entre janvier 2011 et décembre 2016 au CHRU de Nancy. Les prélèvements vitréens ont été analysés en cytopathologie avec études morphologiques et immunohistochimiques et/ou microbiologiques avec culture et PCR bactériennes fongiques et virales, selon la suspicion clinique. L'acuité visuelle postopératoire a été recueillie à 1 et 6 mois et comparée à l'acuité préopératoire.

Résultats : Nous avons analysé les résultats de 39 vitrectomies diagnostiques réalisées chez 34 patients. La vitrectomie a été contributive dans 36 % des cas. Les diagnostics retrouvés étaient un lymphome (10 patients), une amylose (2 patients), une rétinite à CMV (un patient) et une métastase choroïdienne de mélanome cutané avec envahissement vitréen (un patient). L'acuité visuelle moyenne s'est améliorée de $1,2 \pm 0,7$ logMAR en préopératoire à $0,8 \logMAR \pm 0,7$ à un mois ($p < 0,001$) et à $0,9 \logMAR \pm 0,8$ à six mois ($p = 0,05$).

Conclusion : Dans notre série, la vitrectomie et l'analyse du vitré ont permis de mettre en évidence un diagnostic dans un certain nombre de cas d'uvéites avec une majorité de lymphomes oculocérébraux. L'acuité visuelle a été améliorée chez la plupart des patients. Dans un contexte d'uvéite inexplicite, le recours à la vitrectomie doit être envisagé en ciblant précisément les recherches en fonction des hypothèses étiologiques apportées par l'examen clinique.

La vitrectomie est sûre et utile pour contrôler l'uvéite

La vitrectomie pars plana peut être utile pour contrôler l'uvéite³⁴.

« Sur la base de ce que nous avons dans la littérature, la vitrectomie pars plana semble être sûre et utile pour contrôler l'inflammation, contrôler et réduire [l'œdème maculaire cystoïde], améliorer l'acuité visuelle et réduire le nombre de médicaments locaux et systémiques afin d'avoir un bon contrôle de l'uvéite », a déclaré Virgilio Morales-Canton, MD, lors du Retina World Congress. Ce qu'il faut retenir, c'est qu'il n'est pas nécessaire de pratiquer une vitrectomie dans tous les cas.

La vitrectomie a évolué au cours des 50 dernières années, a déclaré le docteur Morales-Canton, avec une technologie moderne de calibre 23, 25 et 27, des systèmes de visualisation grand angle et une fluidique améliorée de la machine contribuant à une meilleure sécurité.

La vitrectomie diagnostique doit être envisagée lorsque les autres méthodes non invasives ont échoué, a-t-il ajouté. La vitrectomie doit également être envisagée pour les patients dont la présentation est atypique, chez qui l'on soupçonne une malignité ou une infection intraoculaire, qui ont une uvéite chronique d'étiologie inconnue ou dont le bilan systémique n'est pas concluant.

Une considération préopératoire importante pour la vitrectomie chez les patients atteints d'uvéite est de traiter l'inflammation 2 à 3 mois avant la chirurgie en utilisant un stéroïde », a déclaré Morales-Canton.

C'est particulièrement vrai si nous devons procéder, en plus, à une opération de la cataracte ou à l'implantation d'une lentille intraoculaire, a-t-il ajouté.

La vitrectomie pars plana est la méthode préférée de contrôle de l'inflammation pour l'uvéïte phagocène, a déclaré Morales-Canton, bien que le rôle thérapeutique de la vitrectomie pour la gestion de l'uvéïte intermédiaire, postérieure ou panuvéïte non infectieuse soit moins bien défini.»

Certains rapports ont trouvé la vitrectomie prophylactique utile pour la nécrose rétinienne aiguë.

Résultats à long terme de la vitrectomie de la pars plana dans le traitement de l'uvéïte complexe

Cette étude rétrospective évalue l'efficacité à long terme de la vitrectomie de la pars plana sur la préservation de la vision dans l'uvéïte chronique compliquée, y compris l'uvéïte intermédiaire endogène et d'autres entités³⁵. Une vitrectomie-lensectomie combinée a été réalisée dans 10 yeux avec des cataractes compliquées, et 18 vitrectomies ont été réalisées sans lensectomie. Le suivi moyen a été de 45 mois. Une chirurgie rétinienne supplémentaire (par exemple, un anneau scléral) a été réalisée dans cinq yeux. L'acuité visuelle s'est améliorée dans 23 yeux (82,8 %) après la chirurgie, 16 yeux (57 %) ayant obtenu une vision meilleure que 6/24. Les principales causes d'une vision inférieure à 6/24 étaient un œdème maculaire cystoïde persistant (trois yeux), des plis maculaires (un œil), des oblitérations vasculaires rétinienne (quatre yeux), une atrophie optique (cinq yeux) et des cicatrices chorioretiniennes (sept yeux).

Les complications postopératoires ont été la formation de cataractes (sept yeux), un œdème maculaire cystoïde (un œil) et des décollements de rétine tractionnels (trois yeux). L'intervention chirurgicale a entraîné une réduction remarquable de la gravité de l'inflammation ou de la fréquence des exacerbations, et a permis une diminution significative (11 yeux) ou un retrait (11 yeux) des stéroïdes topiques ou des corticostéroïdes oraux (10 cas). L'œdème maculaire cystoïde préexistant s'est résolu dans trois yeux. La vitrectomie pars plana, éventuellement associée à une lensectomie, peut réhabiliter visuellement les yeux atteints d'uvéïte chronique et d'opacités médianes, et peut réduire l'activité de la maladie en postopératoire.

Traitement par immunomodulateur comparé à la vitrectomie pour la gestion de l'uvéïte intermédiaire compliquée: une étude clinique prospective et randomisée

Objectif: Comparer les avantages et les effets secondaires de la vitrectomie de la pars plana avec ceux d'un traitement systémique par immunomodulateur pour les patients atteints d'uvéïte intermédiaire compliquée³⁶.

Méthodes: Cet essai clinique prospectif a recruté des patients atteints d'uvéïte intermédiaire récurrente qui présentaient une amélioration minimale de l'acuité visuelle, malgré des injections de stéroïdes périoculaires. Vingt patients ont été randomisés dans le groupe vitrectomie de la pars plana ou dans le groupe stéroïdes oraux et cyclosporine-A (10 yeux de 10 patients par groupe). Un suivi a été effectué pendant 24 mois pour étudier l'évolution de l'acuité visuelle, l'ophtalmoscopie indirecte, l'angiographie à la fluorescéine et des résultats de la tomographie par cohérence optique.

Résultats: L'acuité visuelle (logarithme de l'angle minimal de résolution) s'est significativement améliorée de 0,71 à 0,42 ($p = 0,001$) dans le groupe chirurgical, tandis qu'elle s'est améliorée de 0,68 à 0,43 ($p = 0,001$) dans le groupe traité par immunomodulateur. Sept patients (70 %) du groupe chirurgical ont gagné ≥ 2 lignes, et six patients (60 %) du groupe thérapie par immunomodulateur ont gagné ≥ 2 lignes ($p = 0,970$). Les études d'angiographie à la fluorescéine et de tomographie par cohérence optique ont montré que six des sept patients ayant subi une vitrectomie de la pars plana et présentant un œdème maculaire cystoïde ont connu une amélioration, tandis que deux patients présentant un œdème maculaire diffus n'ont pas connu d'amélioration. Dans le groupe traité par immunomodulateur, trois des six patients présentant un œdème maculaire cystoïde n'ont pas connu d'amélioration, tandis que deux patients présentant un œdème maculaire diffus ont connu une amélioration.

Conclusions: La vitrectomie pars plana et le traitement par immunomodulateur ont permis une amélioration significative de la fonction visuelle chez les patients présentant une inflammation persistante secondaire à une uvéïte intermédiaire chronique. Malgré ce succès, il reste à déterminer les indications optimales pour l'utilisation de chaque modalité. Le traitement par immunomodulateur s'est avéré efficace pour le traitement de l'œdème maculaire diffus associé à l'uvéïte intermédiaire chronique, alors que la vitrectomie par voie planaire ne l'a pas été.

Vitrectomie pour opacités du vitré

Tendances actuelles et stratégies de traitement

Les opacités vitréennes, qu'on appelle aussi flotteurs, ou corps flottants, sont une affection oculaire courante qui semble omniprésente dans tous les lieux de travail³⁷. Bien que les symptômes soient minimes chez la plupart des patients, ils peuvent entraîner une dégradation significative de la qualité de vie (QdV) liée à la vision chez certains patients. La prise de conscience de l'incapacité visuelle causée par les flotteurs et les preuves du traitement de cette condition par vitrectomie de petit calibre ont augmenté³⁸. Pourtant, la sélection des patients appropriés pour la chirurgie est souvent difficile en raison du manque relatif de résultats objectifs permettant de mesurer à la fois la déficience visuelle et l'amélioration après la procédure³⁹. Bien qu'il n'y ait pas de directives officielles sur le moment où la vitrectomie doit être envisagée, le groupe d'experts de la faculté adhère à certaines règles dans la gestion des patients présentant des opacités vitréennes.

Les objectifs de cette table ronde étaient les suivants : fournir une vue d'ensemble des opacités vitréennes symptomatiques et de leurs options de traitement, discuter des meilleures pratiques en matière d'identification des patients en vue d'un traitement chirurgical, passer en revue les perles chirurgicales pour les vitrectomies et le rôle du traitement au laser, le cas échéant, et clarifier l'approche thérapeutique pour optimiser les résultats des patients présentant des opacités vitréennes.

Les corps flottants ou opacités vitréennes sont l'une des affections oculaires les plus courantes, bien que les moins traitées³⁸. Les opacités vitréennes symptomatiques sont des flotteurs suffisamment gênants pour inciter le patient à chercher un soulagement. Très peu d'études ont été menées pour évaluer l'incidence et la prévalence des opacités vitréennes. Une étude suédoise a estimé l'incidence des opacités vitréennes symptomatiques nécessitant une vitrectomie par le plan (VPP) à 3,1/100 000 par an, sur la base d'une cohorte de patients qui se sont présentés sur une période de 9 ans⁴⁰. Une étude internationale a évalué la prévalence des flotteurs dans un échantillon communautaire d'utilisateurs de téléphones intelligents. Sur un total de 603 personnes des États-Unis, d'Australie, d'Israël et du Royaume-Uni ayant répondu à cette enquête électronique, 76 % ont signalé la présence de flotteurs et 33 % ont estimé qu'ils étaient à l'origine d'une déficience visuelle.⁴¹ La cause la plus fréquente des opacités du vitré est le décollement postérieur du vitré (DPV). Le risque est également associé à l'augmentation de l'âge, à la myopie, à la déchirure de la rétine, au décollement de la rétine (DR), à l'inflammation intraoculaire, à l'hémorragie du vitré et aux traumatismes. Une chirurgie oculaire récente peut augmenter la perception des flotteurs^{42,43}.

Bien que les symptômes soient minimes chez la plupart des patients, les opacités vitréennes peuvent entraîner une dégradation significative de la qualité de vie liée à la vision chez certains patients. Dans une étude transversale par questionnaire (N = 266), l'impact négatif des corps flottants sur la qualité de vie était comparable à celui d'autres maladies oculaires telles que la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) et la rétinopathie diabétique, ainsi que de maladies systémiques telles que l'accident vasculaire cérébral léger, le cancer du côlon et l'infection asymptomatique par le VIH. Les patients de cette étude étaient prêts à prendre un risque de décès de 11 % et un risque de cécité de 7 % pour éliminer les symptômes des corps flottants, soulignant ainsi l'impact que ces derniers peuvent avoir sur la vie des patients. Les patients symptomatiques plus jeunes (21-55 ans) étaient plus susceptibles de risquer la cécité pour se débarrasser des opacités vitréennes que les patients plus âgés (>55 ans)⁴⁴.

Il est objectivement difficile de quantifier le degré de déficience causé par les opacités vitréennes. L'acuité Snellen ne permet pas de quantifier le handicap visuel causé par les flotteurs sur le fonctionnement quotidien ou la qualité de vie globale⁴⁴. La médecine est une science appliquée et sa pratique est un art, ce qui implique des approches individualisées en fonction des patients, des différents types de flotteurs et de personnalité.



Source : <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b2/Floaters.png>

Edwin Ryan, MD⁴⁵, recommande l'imagerie avec l'ophtalmoscopie laser à balayage (OLB) 6 modes de Heidelberg Engineering dans "MovieMax" qui enregistre l'OLB sous forme de vidéo et de préférence avec une lentille de 55 pour une meilleure visualisation. Le patient fixe la lumière bleue au centre, puis effectue deux saccades vers la gauche et deux saccades vers la droite avec 3 secondes entre les saccades pour une imagerie optimale du mouvement des opacités. Cette imagerie indirecte provient de l'ombrage par laser infrarouge, de sorte que l'image sombre n'est pas le corps flottant, mais la rétine où l'ombre est projetée par le flotteur. Le Dr Ryan compare l'imagerie OLB aux cartes infrarouges des nuages de l'espace qui figurent dans les prévisions du National Weather Service. C'est un outil formidable, car il fournit une image dont on peut discuter avec les patients. Les patients se sentent souvent confortés par l'image, ce qui aide également le conjoint ou la famille du patient à comprendre ce à quoi le patient a été confronté. D'autre part, si l'image ne montre pas les corps flottants au degré décrit par le patient, elle aide le Dr Ryan à décider si les risques de la chirurgie sont trop grands et si une attente supplémentaire est justifiée; il décide alors de persuader les patients d'accepter ce conseil. John Kitchens, MD, et Tarek Hassan, MD, ont noté que la TCO statique ne projette pas les flotteurs de la manière dont les chirurgiens en ont besoin pour comprendre les symptômes d'un patient et que l'OLS est une meilleure option pour voir les nuages dans le vitré antérieur.

Les approches actuelles des opacités vitréennes comprennent l'observation, la VPP et la vitréolyse au laser aluminium et d'yttrium (YAG). Les considérations de gestion sont basées sur les plaintes du patient, les symptômes et les résultats de l'examen.

S. K. Steven Houston III, MD⁴⁶, a déclaré que chaque chirurgien doit définir ses propres critères et, en fin de compte, s'en tenir à son niveau de confort en ce qui concerne la sélection des patients.



Son approche standard pour les patients présentant des floteurs symptomatiques comprend :

Consultation avec un patient se plaignant de floteurs

- Obtenez les antécédents du patient pour déterminer s'il s'agit d'une affection aiguë ou chronique.
- Si l'affection est chronique et qu'aucune autre pathologie n'explique les symptômes, discutez de la vitrectomie.

Critères requis pour le patient

- Détachement postérieur du vitré confirmé à l'examen/TCO.
- Symptomatique depuis ≥ 6 mois.
- Pseudophaque; cependant, si un patient est phaqué et présente une certaine cataracte, le Dr Houston orientera le patient vers une extraction de la cataracte. Certains patients sont heureux après une opération de la cataracte et n'ont pas besoin de traiter les corps flottants, d'autres peuvent alors envisager une vitrectomie.
- S'il n'y a pas de capsulotomie, il ouvrira la capsule pendant l'opération.

Procédure chirurgicale

- Procédure de 25 ou 27 gauges.
- Vitrectomie centrale* avec rasage périphérique non agressif.
- Ouverture de la capsule postérieure, si elle n'est pas déjà ouverte.
- Dépression sclérale (l'une des étapes les plus importantes de la procédure) et laser de tout ce qui est suspect.
- Échange air-fluide.

Avec ces critères stricts et cette approche chirurgicale, les risques sont très faibles :

- Le risque de décollement de la rétine est inférieur à 0,5 %.
- Le taux de développement d'une membrane épitrétiennienne ou de progression d'une membrane épitrétiennienne nécessitant une intervention chirurgicale est inférieur à 1 %.

Le Dr Houston a tendance à pratiquer la vitrectomie sur l'œil le plus symptomatique en premier, si les deux yeux sont touchés. Il attendra 4 semaines entre les deux opérations, s'assurera que le patient est satisfait et confirmera qu'il n'y a pas de problèmes de PIO ou d'autres complications. Au bout d'une semaine environ, la plupart des patients ont hâte de faire traiter l'autre œil.

Le Dr Houston a remarqué que 30 à 40 % des cas de floteurs dans son cabinet ont des LIO multifocales, qui semblent exacerber les symptômes des corps flottants. Le Dr Ryan a déclaré que les patients typiques de son cabinet qui portent des lentilles multifocales sont des personnes qui fonctionnent bien et qui ont des attentes élevées. Ces patients exigent la meilleure vision possible et sont peut-être un peu plus enclins à procéder à une vitrectomie pour les opacités vitréennes.

La vitrectomie pour les opacités vitréennes était considérée comme un tabou jusqu'en 2000, date à laquelle des résultats cliniques ont été publiés, décrivant des résultats positifs pour les patients⁹. Aujourd'hui, la vitrectomie est l'intervention chirurgicale la plus courante pour les opacités vitréennes¹⁰. Il n'existe pas de directives pour la vitrectomie pour les opacités vitréennes; cependant, l'intervention est généralement réservée aux patients dont les symptômes sont persistants et entraînent une perturbation visuelle significative sur une période prolongée⁴⁹. L'utilisation d'incisions chirurgicales de plus petit calibre a permis d'améliorer la sécurité², et des études confirment l'amélioration de la qualité de vie après une vitrectomie^{1,3,47}. Il subsiste toutefois un faible risque de perte de vision significative^{49,50,51}. Les risques chirurgicaux sont les suivants : formation de cataracte, déchirure et décollement de la rétine, froncement maculaire, œdème maculaire, endophtalmie et membrane épitrétiennienne (ME).

.....

Les avantages de la vitrectomie pour les opacités vitréennes comprennent une amélioration de la vitesse de lecture et de la sensibilité au contraste. Dans une étude utilisant l'application de test de vision MNREAD pour évaluer les changements dans la capacité de lecture après une vitrectomie pour des opacités vitréennes symptomatiques, la vitesse de lecture maximale est passée de 138 à 159 mots par minute après la chirurgie (P < 0,001).

.....

Les scores du Questionnaire de la fonction visuelle (VFQ)-25 se sont améliorés de 26 % en moyenne après une vitrectomie¹¹. Par exemple, l'amélioration du score VFQ-25 dans les essais cliniques de phase 3 ANCHOR et MARINA sur la DMLA était en moyenne d'environ 7 %¹². Dans une étude de séries de cas à long terme évaluant la sécurité et l'efficacité de la vitrectomie pour une vitréopathie dégradant la vision résultant de flotteurs vitreux, la fonction préopératoire de sensibilité au contraste était dégradée de 91,3 % par rapport aux témoins ($P < 0,0001$), se normalisant après la chirurgie¹³.

La vitréolyse au laser YAG pour les opacités vitréennes est de plus en plus utilisée par un petit nombre d'ophtalmologistes. Elle est généralement considérée comme la plus appropriée pour les anneaux de Weiss et quelques flotteurs discrets, tandis que >3 flotteurs ou des lésions plus périphériques ont été considérés comme moins adaptés à la vitréolyse laser⁴⁸. Comme la recherche et l'expérience clinique restent limitées, davantage de données sur l'efficacité et la sécurité à long terme sont nécessaires avant une adoption généralisée^{48,55}.

<https://www.retina-specialist.com/article/why-not-vitreotomy-for-vitreous-opacities>:

La VPP (vitrectomie pars plana) pour les flotteurs visuellement significatifs a été rapportée pour la première fois il y a plus de 20 ans⁵⁶. Cependant, au cours des 20 dernières années, le profil de sécurité de la vitrectomie de petit calibre s'est considérablement amélioré. De nombreuses études ont montré une réduction des complications avec la VPP de calibre 23 et 25 par rapport à la vitrectomie de calibre 20, y compris moins de cas d'incarcération du vitré au site de sclérotomie, moins de ruptures iatrogènes et moins de dialyse à la base du vitré^{57,62}.

De plus, des sondes plus petites permettent des mouvements chirurgicaux plus précis et plus contrôlés, ce qui entraîne un retrait plus sûr du vitré et une moindre traction sur la rétine. Du point de vue du confort du patient, l'approche transconjonctivale sans suture entraîne moins d'inconfort et d'inflammation oculaire.

Malgré l'amélioration du profil de sécurité, les chirurgiens vitréo-rétiniens hésitent encore à pratiquer des vitrectomies pour les OV. Une enquête de 2015 évaluant la gestion des flotteurs symptomatiques a révélé que seulement 25 % des chirurgiens vitréo-rétiniens pratiqueraient une vitrectomie pour traiter les flotteurs symptomatiques⁶³. La question est donc la suivante: devrions-nous être plus ouverts à envisager la VPP pour les OV symptomatiques ?

Il est essentiel de discuter en détail avec ces patients de leurs attentes et des risques et avantages de la VPP. Une complication importante dont il faut parler est le potentiel de cassures rétinienne peropératoires. Dans la plupart des séries, les taux rapportés de ruptures peropératoires ou iatrogènes sont inférieurs à 5 %⁶⁴. Les autres complications postopératoires potentielles importantes à inclure dans la discussion avec le patient comprennent l'hypotonie, l'hémorragie vitréenne (7 % à 9 %), l'œdème maculaire (10 %) et le décollement de la rétine (0 % à 17 %).

Un groupe a évalué le profil de sécurité et les résultats chirurgicaux de la VPP pour les OV dans notre cabinet privé spécialisé dans la rétine sur une période de quatre ans. Au total, 104 yeux de 81 patients ont subi une vitrectomie de calibre 23 ou 25. Tous les patients devaient être pseudophakes, symptomatiques depuis plus de six mois et présenter un anneau de Weiss à l'examen.

L'AV préopératoire moyenne de $0,16 \pm 0,17$ unités logMar ($-20/29$ SE) s'est améliorée à $0,12 \pm 0,15$ unités logMar ($-20/26$ SE, test de Wilcoxon, $p = 0,0083$) lors du dernier suivi connu après la VPP. Il n'y a pas eu de cas de déchirure ou de décollement de la rétine dans notre série. Un patient a développé une hémorragie du vitré qui s'est résolue spontanément.

Ils ont obtenu d'excellents résultats chirurgicaux et pensent que la clé était la sélection des patients qui répondaient aux trois critères susmentionnés. Subjectivement, les patients étaient globalement satisfaits du résultat chirurgical. Bien que nous n'ayons pas réalisé d'enquête VFQ-25 préopératoire ou postopératoire pour nos patients, 43 % d'entre eux ont choisi de subir une intervention chirurgicale dans l'autre œil⁶⁵.



Opacité du vitré et vitrectomie (OVV): l'élimination la plus sûre possible des corps flottants

Les opacités primaires qui se développent dans le vitré vieillissant, communément appelées « corps flottants », étaient autrefois considérées comme une simple nuisance, ne justifiant aucun risque d'ablation chirurgicale. Cependant, les spécialistes de la rétine reconnaissent de plus en plus que les opacités vitréennes symptomatiques (OVS) étendues qui interfèrent considérablement avec les activités qui dépendent de la vision (activités visuelles quotidiennes, AVQ), constituant le syndrome vitréen dégénératif (SVD, voir <http://floaterstories.com>), justifie une ablation, bien qu'avec un risque minimal, mais aucune description de la façon de réduire au minimum les risques de vitrectomie n'a été faite. Nous décrivons ici une telle méthode.

Patients et méthodes : L'ablation la plus sûre possible de l'OVS étendue telle que décrite ici a été obtenue par une opération spécifiquement conçue pour le traitement de l'OVS (vitrectomie pour opacité vitrée, VOV), plutôt que comme un simple moyen de réaliser une chirurgie rétinienne ultérieure dans la même procédure, comme c'est généralement le cas. Nous avons examiné rétrospectivement les résultats de 100 opérations consécutives de VOV (chez 81 patients, âge moyen 66 ans) réalisées avec des sondes de vitrectomie à ultra haute vitesse, de calibre 27.

Résultats : Tous les yeux ont rapidement retrouvé une vision claire et continue, et aucun œil n'a développé de complication cliniquement significative pendant un an de suivi. Trois petites cassures rétinienne existantes ont été découvertes avant la vitrectomie périphérique et une déchirure rétinienne apparemment iatrogène a été trouvée à la fin de la VOV, lorsque chacune a été traitée. Dans les yeux qui n'étaient pas pseudophakes, la progression de la sclérose nucléaire postopératoire a été gérée avec succès par une extraction ultérieure de la cataracte.

Conclusion : Les objectifs de la VOV pour le SVD sont de restaurer en toute sécurité une vision continuellement claire en effectuant un retrait du vitré sans traction par rapport à la rétine et de réduire le risque à vie de décollement de la rétine, à la fois par ce retrait du vitré et par l'examen microscopique de la rétine périphérique sous anesthésie (MEPRUA), guidant une rétinopexie prophylactique appropriée. Les yeux SVD par ailleurs sains ainsi traités justifient cette forme spécifique de vitrectomie, toujours axée sur la recherche du moindre risque possible, afin de maintenir un rapport risque/bénéfice acceptable.

Vitrectomie hypersonique

L'utilisation des ultrasons en chirurgie intraoculaire est bien établie, notamment dans le segment antérieur pour l'ablation de la cataracte. Historiquement, l'ablation du vitré a nécessité des variations sur les systèmes de coupe du vitré qui ont une ouverture à l'extrémité de l'instrument qui se ferme à haute fréquence à la manière d'une guillotine, ce qui coupe les fibres de collagène du vitré pendant qu'elles sont aspirées. La vitrectomie ultrasonique a été tentée dans le passé, mais il a été difficile de la réaliser de manière fiable. Le principal problème consistait à transformer l'énergie vibratoire de la sonde en un système approprié capable de cisailer les fibres de collagène du vitré.

Compte tenu de la sécurité et de l'efficacité de nos coupeurs de vitrectomie modernes à guillotine à grande vitesse, toute technologie qui tente de les remplacer doit franchir une étape importante. D'un autre côté, les fraises guillottes présentent certains problèmes intrinsèques. Elles auront toujours un flux pulsatile à travers la sonde, simplement à cause de l'ouverture et de la fermeture de l'ouverture de la guillotine. L'amplitude du flux pulsatile peut être améliorée en augmentant la fréquence de coupe, mais elle ne sera jamais totalement linéaire sans pulsations. De plus, le coupeur de vitré a des difficultés lorsqu'il rencontre certains tissus durs, comme le matériau dense du cristallin.


Lors d'une lensectomie postérieure, les chirurgiens doivent alterner entre l'utilisation d'un coupeur de vitré pour retirer le vitré et d'une pièce à main ultrasonique de type fragmatome pour retirer le matériau du cristallin. L'orifice d'ouverture de la pièce à main du fragmatome n'est pas adéquat pour retirer le vitré. En outre, les coupeurs pneumatiques nécessitent une alimentation adéquate en gaz sous pression pour entraîner la fermeture et l'ouverture de la lame de coupe à l'extrémité de la pièce à main de vitrectomie à guillotine.

Les nouvelles sondes de vitrectomie à ultrasons, désormais appelée vitrectomie hypersonique, éliminent de manière fiable le vitré et cisailent les fibres de collagène sans avoir recours à un cutter à guillotine. Ce résultat a été obtenu en concevant une sonde métallique avec une petite ouverture à l'extrémité distale. Le diamètre de l'orifice actuel de la sonde est de 180 par 360 μm . La sonde vibre à 31 kHz avec un déplacement linéaire de 60 μm . La pièce à main aspire à un vide contrôlé par l'ouverture à son extrémité. Le mouvement rapide de la petite pointe pendant l'aspiration peut cisailer les fibres de collagène vitreux au niveau du bord métallique de l'orifice de la pointe. Comme il n'y a pas de lame coupante qui ferme l'ouverture de l'orifice, l'aspiration est continue pendant que le mouvement ultrasonique cisaille les fibres vitreuses. Le plus petit diamètre de l'ouverture de l'orifice, par rapport à la taille de l'ouverture de l'orifice dans les systèmes de coupe guillotine, signifie que le débit à travers l'orifice en millilitres par unité de temps est inférieur à celui des systèmes de coupe guillotine. Cela signifie que la distance que parcourent les fibres vitreuses à travers l'orifice avant d'être coupées est également réduite de manière significative. La combinaison d'un débit continu et réduit permet au chirurgien de mieux contrôler la dynamique de la vitrectomie.

Comme je l'ai mentionné précédemment, un autre avantage du système hypersonique est qu'il facilite l'ablation de matériaux plus durs tels que les cataractes denses. L'économie d'instruments est toujours bénéfique en chirurgie du point de vue des coûts, ainsi que pour la gestion des stocks et la maintenance. D'un point de vue clinique, cela nous permet d'effectuer l'ablation du cristallin postérieur à l'aide de canules standard de petit calibre, ce qui évite la nécessité d'une péritomie conjonctivale et de sclérotomies directes. En outre, les fragmatomes ont un diamètre et une lumière nettement plus grands, avec un débit d'aspiration encore plus élevé que celui fourni par les canules de perfusion de petit calibre. Il n'est pas rare d'avoir une hypotonie transitoire potentiellement dangereuse pendant une lensectomie par fragmatomes en raison d'une inadéquation entre le débit de perfusion et d'aspiration. Le retrait du matériau du cristallin avec l'ouverture plus petite de la sonde de vitrectomie hypersonique évite ce scénario d'effondrement hypotonique transitoire préopératoire du globe. En outre, le flux élevé du fragmatome peut aspirer des fibres vitréennes par inadvertance et potentiellement provoquer une traction et des déchirures rétinienne. Comme le système hypersonique élimine indistinctement le matériau du vitré et du cristallin, il élimine également la traction du vitré qu'un fragmatome standard peut créer.

Le système de vitrectomie hypersonique présente quelques inconvénients potentiels. La pièce à main est plus lourde que les fraises guillottes pneumatiques, ce qui peut entraîner une fatigue de la main lors des longues opérations. L'arbre vibrant de l'appareil doit être protégé des tissus oculaires par des canules de vitrectomie adéquates afin d'éviter de créer une brûlure thermique par friction.

La vitrectomie hypersonique implique une courbe d'apprentissage pour les chirurgiens. La dynamique et la fluide étant différentes de celles des pinces-guillottes, les techniques chirurgicales doivent être légèrement modifiées. J'ai appris à déplacer la pointe de l'appareil beaucoup plus lentement et délibérément qu'avec les cutters à guillotine.

Malgré l'impression que la vitrectomie se déroule plus lentement, le temps réel de l'opération est égal ou légèrement inférieur à celui de la vitrectomie à guillotine. Cela implique que non seulement les techniques doivent être optimisées, mais que la façon dont le chirurgien interprète visuellement l'avancement de la chirurgie doit également être recalibrée. 



RÉFÉRENCES

1. https://www.cochrane.org/fr/CD009080/EYES_la-vitrectomie-en-cas-de-trou-maculaire-idiopathique
2. <https://retinatoday.com/articles/2010-mar/macular-hole-surgery-technique>
3. Kelly NE, Wendel RT. Vitreous surgery for idiopathic macular holes: results of a pilot study. *Arch Ophthalmol*. 1991;109:654-659.
4. Ulrich S, Haritoglou C, Gass C, Schaumberger M, Ulbig MW, Kampik A. Macular hole size as a prognostic factor in macular hole surgery. *Brit J Ophthalmol*. 2002;86:390-393.
5. Roth DB, Smiddy WE, Feuer W. Vitreous surgery for chronic macular holes. *Ophthalmology*. 1997;104:2047-2052.
6. Smiddy WE, Sjaarda RN, Glaser BM, et al. Reoperation after failed macular hole surgery. *Retina*. 1996;6:13-18.
7. Sulkes DJ, Smiddy MD, Flynn HW Jr., Feuer W. Outcomes of macular hole surgery in severely myopic eyes: A case-control study. *Am J Ophthalmol*. 2000;130:335-339.
8. Kine DA, Benson SE, Inglesby DV, Steel DHW. The results of surgery on macular holes associated with rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2002;22:429-434.
9. Brooks HL Jr. Macular hole surgery with and without internal limiting membrane peeling. *Ophthalmology*. 2000;107:1939-1948.
10. Mester V, Kuhn F. Internal limiting membrane removal in the management of full-thickness macular holes. *Am J Ophthalmol*. 2000;129:767-777.
11. Rice TA. Internal limiting membrane removal in surgery for full-thickness macular holes. In Madreperla SA, McCuen BW (eds). *Macular Hole: Pathogenesis, diagnosis, and treatment*. Woburn, MA: Butterworth-Heinemann 1999, pp.125-146.
12. Oh J, Smiddy WE, Flynn HW Jr., Gregori G, Lujan B. Photoreceptor inner/outer segment defect imaging by spectral domain OCT and visual prognosis after macular hole surgery. *Invest Ophthalm Vis Sci*. 2010.
13. Sano M, Shimoda Y, Hashimoto H, Kishi AS. Restored photoreceptor outer segment and visual recovery after macular hole closure. *Am J Ophthalmol*. 2009;147:313-318.
14. Kusuha S, Escano MFT, Fujii S, et al. Prediction of postoperative visual outcome based on hole configuration by optical coherence tomography in eyes with idiopathic macular holes. *Am J Ophthalmol*. 2004;138:709-716.
15. Carvounis PE, Kopel AC, Kuhl DP, Heffez J, Pepple K, Holz ER. 25-gauge vitrectomy using sulfur hexafluoride and no prone positioning for repair of macular holes. *Retina*. 2008;28:1188-1192.
16. Lott MN, Manning MH, Singh J, Zhang H, Singh H, Marcus DM. 23-gauge vitrectomy in 100 eyes. Short-term visual outcomes and complications. *Retina*. 2008;28:1193-1200.
17. Kishi S, Koichi S. Posterior precortical vitreous pocket. *Arch Ophthalmol*. 1990;108:979-982. Mein CE, Flynn HW JR. Recognition and removal of the posterior cortical vitreous during vitreoretinal surgery for impending macular hole. *Am J Ophthalmol*. 1991;111:611-613.
18. Tabandeh H, Chaudhry NA, Smiddy WE. Retinal detachment associated with macular hole surgery. Characteristics, mechanism, and outcomes. *Retina*. 1999;19:281-286
19. Wendel RT, Patel AC, Kelly NE, et al. Vitreous surgery for macular holes. *Ophthalmology*. 1993;100:1671-1676.
20. Kelly NE, Wendel RT. Vitreous surgery for idiopathic macular holes: results of a pilot study. *Arch Ophthalmol*. 1991;109:654-659.
21. Ulrich S, Haritoglou C, Gass C, Schaumberger M, Ulbig MW, Kampik A. Macular hole size as a prognostic factor in macular hole surgery. *Brit J Ophthalmol*. 2002;86:390-393.
22. Ryan EH Jr, Gilbert HD. Results of surgical treatment of recent-onset full-thickness idiopathic macular hole. *Arch Ophthalmol*. 1994;112:1545-1553.
23. Smiddy WE, Feuer W, Cordahi G. Internal limiting membrane peeling in macular hole surgery. *Ophthalmology*. 2001;108:1471-1476.
24. Haritoglou C, Gass CA, Schaumberger M, Gandorfer A, Ulbig MW, Kampik A. Long-term follow-up after macular hole surgery with internal limiting membrane peeling. *Am J Ophthalmol*. 2002;134:661-666.
25. Lewis JM, Park I, Ohji M, Saito Y, Tano Y. Diamond-dusted silicone cannula for epiretinal membrane separation during vitreous surgery. *Am J Ophthalmol*. 1997;124:552-554.
26. Wykoff CC, Berrocal AM, Scheffler AC, Uhlhorn SR, Ruggeri M, Hess D. Intraoperative OCT of a full-thickness macular hole before and after internal limiting membrane peeling. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2010;41:7-11.
27. Thompson JT, Smiddy WE, Glaser BM, Sjaarda RN, Flynn HW Jr. Intraocular tamponade duration and success of macular hole surgery. *Retina*. 1996;16:373-382.
28. Park DW, Sipperley JO, Sneed SR, Dugel PU, Jacobsen J. Macular hole surgery with internal limiting membrane peeling and intravitreal air. *Ophthalmology*. 1999;106:1392-1397.
29. Hasegawa Y, Hata Y, Mochizuki Y, et al. Equivalent tamponade by room air as compared with SF6 after macular hole surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2009;247:1455-1459.
30. Spaide RF. Macular hole repair with minimal vitrectomy.

- Retina 2002;22:183-186. Tornambe PE, Poliner LS, Grote K. Macular hole surgery without face-down posturing. A pilot study. *Retina*. 1997;17:179-185.
31. Masuyama K, Yamakiri K, Arimura N, Sonoda Y, Doi N, Sakamoto T. Posturing time after macular hole surgery modified by optical coherence tomography images: A pilot study. *Am J Ophthalmol*. 2009;147:481-488.
 32. <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2148088>
 33. Malosse L, Angioi K, Baumann C, Rousseau H, Conart J-B. Vitrectomie diagnostique dans les inflammations intraoculaires: étude d'une série retrospective. Volume 42, Issue 6, June 2019, Pages 618-625.
 34. <https://www.healio.com/news/ophthalmology/20220513/vitrectomy-safe-helpful-for-controlling-uveitis>
 35. Heiligenhaus A, Bornfeld N, Wessing A. Long-term results of pars plana vitrectomy in the management of intermediate uveitis. *Curr Opin Ophthalmol*. 1996 Jun;7(3):77-9. doi: 10.1097/00055735-199606000-00013. PMID: 10163465.
 36. Shalaby O, Saeed A, Elmohamady MN. Immune modulator therapy compared with vitrectomy for management of complicated intermediate uveitis: a prospective, randomized clinical study. *Arq Bras Oftalmol*. 2020 Sep-Oct;83 (5):402-409. doi: 10.5935/0004-2749.20200079. PMID: 33084818.
 37. <https://retinatoday.com/articles/2021-jan-feb-supplement/vitreous-opacities>
 38. Ivanova T, Jalil A, Antoniou Y, Bishop PN, Vallejo-Garcia JL, Patton N. Vitrectomy for primary symptomatic vitreous opacities: an evidence-based review. *Eye (Lond)*. 2016;30(5):645-655.
 39. Broadhead GK, Hong T, Chang AA. To Treat or Not to Treat: Management Options for Symptomatic Vitreous Floaters. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2020;9(2):96-103.
 40. Schulz-Key S, Carlsson JO, Crafoord S. Longterm follow-up of pars plana vitrectomy for vitreous floaters: complications, outcomes and patient satisfaction. *Acta Ophthalmol*. 2011;89 (2):159-165.
 41. Webb BF, Webb JR, Schroeder MC, North CS. Prevalence of vitreous floaters in a community sample of smartphone users. *Int J Ophthalmol*. 2013;6(3):402-405.
 42. Bergstrom R, Czyz CN. Vitreous Floaters. [Updated 2020 May 21]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan -. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470420/?report=printabl>.
 43. Retina Health Series. Facts from the ASRS. Vitrectomy for Floaters. Available at: <https://www.asrs.org/content/documents/fact-sheet-25-vitrectomy-for-floaters.pdf>. Accessed September 9, 2020.
 44. Wagle AM, Lim WY, Yap TP, Neelam K, Au Eong KG. Utility values associated with vitreous floaters. *Am J Ophthalmol*. 2011;152(1):60-65.
 45. <https://www.retinalphysician.com/issues/2022/september-2022/practical-tips-for-video-scanning-laser-ophthalmos>
 46. <https://retinatoday.com/articles/2021-jan-feb-supplement/vitreous-opacities>
 47. Schiff WM, Chang S, Mandava N, Barile GR. Pars plana vitrectomy for persistent, visually significant vitreous opacities. *Retina*. 2000;20(6):591-596.
 48. Cohen MN, Rahimy E, Ho AC, Garg SJ. Management of Symptomatic Floaters: Current Attitudes, Beliefs, and Practices Among Vitreoretinal Surgeons. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2015;46(8):859-865.
 49. Broadhead GK, Hong T, Chang AA. To Treat or Not to Treat: Management Options for Symptomatic Vitreous Floaters. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2020;9(2):96-103.
 50. Ivanova T, Jalil A, Antoniou Y, Bishop PN, Vallejo-Garcia JL, Patton N. Vitrectomy for primary symptomatic vitreous opacities: an evidence-based review. *Eye (Lond)*. 2016;30(5):645-655.
 51. Retina Health Series. Facts from the ASRS. Vitrectomy for Floaters. Available at: <https://www.asrs.org/content/documents/fact-sheet-25-vitrectomy-for-floaters.pdf>. Accessed September 9, 2020.
 52. Ryan EH, Lam LA, Pulido CM, Bennett SR, Calabrèse A. Reading Speed as an Objective Measure of Improvement Following Vitrectomy for Symptomatic Vitreous Opacities. *Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina*. 2020;51(8):456-466.
 53. Suñer IJ, Kokame GT, Yu E, Ward J, Dolan C, Bressler NM. Responsiveness of NEI VFQ-25 to changes in visual acuity in neovascular AMD: validation studies from two phase 3 clinical trials. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009;50(8):3629-3635.
 54. Sebag J, Yee KMP, Nguyen JH, Nguyen-Cuu J. Long-Term Safety and Efficacy of Limited Vitrectomy for Vision Degrading Vitreopathy Resulting from Vitreous Floaters. *Ophthalmol Retina*. 2018;2(9):881-887.
 55. Su D, Shah CP, Hsu J. Laser vitreolysis for symptomatic floaters is not yet ready for widespread adoption. *Surv Ophthalmol*. 2020;65(5):589-591.
 56. Schiff WM, Chang S, Mandava N, Barile GR. Pars plana vitrectomy for persistent, visually significant vitreous opacities. *Retina*. 2000;20:591-596.
 57. Chung SE, Kim KH, Kang SW. Retinal breaks associated with the induction of posterior vitreous detachment. *Am J Ophthalmol*. 2009;147:1012-1016.
 58. Wa C, Sebag J. Safety of vitrectomy for floaters. *Am J Ophthalmol*. 2011;152:1077.
 59. Lakhanpal RR, Humayun MS, de Juan E Jr, et al. Outcomes of 140 consecutive cases of 25-gauge transconjunctival surgery for posterior disease. *Ophthalmology*. 2005;112:817-824.
 60. Ibarra MS, Hermel M, Prenner JL, Hassan TS. Long term outcomes of transconjunctival sutureless 25-gauge vitrectomy. *Am J Ophthalmol*. 2005;139:831-836.
 61. Fine HF, Iranmanesh R, Iturralde D, Spaide RF. Outcomes of 77 consecutive cases of 23-gauge transconjunctival vitrectomy surgery for posterior segment disease. *Ophthalmology*. 2007;114:1197-1200.
 62. Fujii GY, de Juan E Jr, Humayun MS, et al. A new 25-gauge instrument system for transconjunctival sutureless vitrectomy surgery. *Ophthalmology*. 2002;109:1807-1812; discussion 1813. Erratum in: *Ophthalmology*. 2003;110:9.
 63. Cohen MN, Rahimy E, Ho AC, Garg SJ. Management of symptomatic floaters: Current attitudes, beliefs, and practices among vitreoretinal surgeons. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2015;46:859-865.
 64. Recchia FM, Scott IU, Brown GC, Brown MM, Ho AC, Ip MS. Small-gauge pars plana vitrectomy : A report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2010;117:1851-1857.
 65. Fink S, Kumar JB, Cunningham MA. Small-gauge pars plana vitrectomy for visually significant vitreous floaters. *J VitRet Dis*. 2020;5:247-250.
 66. Morris RE. Vitreous Opacity Vitrectomy (VOV) : Safest Possible Removal of "Floaters". *Clin Ophthalmol*. 2022 Jun 1;16:1653-1663. doi: 10.2147/OPHTH.S361557. PMID: 35673347; PMCID: PMC9167598.
 67. <https://retinatoday.com/articles/2021-july-aug-supplement3/hypersonic-vitrectomy-the-simple-to-the-complex>