



CIRUGÍA y CIRUJANOS

Órgano de difusión científica de la Academia Mexicana de Cirugía
Fundada en 1933

www.amc.org.mx www.elsevier.es/circir



ARTÍCULO ORIGINAL

Utilidad transquirúrgica de la tomografía de coherencia óptica en cirugía vítreo-retiniana



Juan Abel Ramírez-Estudillo^a, Jorge Arturo Sánchez-Ramos^{a,*},
Carla Rocío Pérez-Montaño^a y Jesús Hernán González-Cortés^b

^a Departamento de Retina y Vitreo, Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz, Ciudad de México, México

^b Departamento de Oftalmología, Hospital Universitario Dr. José E. González, Monterrey, Nuevo León, México

Recibido el 13 de abril de 2016; aceptado el 28 de abril de 2016

Disponible en Internet el 17 de junio de 2016

PALABRAS CLAVE

Tomografía de coherencia óptica;
Vitreotomía;
Limitorrexia

Resumen

Antecedentes: La tomografía de coherencia óptica es una herramienta diagnóstica de gran utilidad en diversos padecimientos. Recientemente se ha descrito su uso transquirúrgico, con la intención de mejorar los resultados anatómicos.

Objetivo: Determinar la utilidad y seguridad de la tomografía de coherencia óptica transquirúrgica, en el tratamiento de cirugías de retina y vítreo.

Material y métodos: Serie de casos prospectiva. Se evalúa la influencia que tiene la imagen de tomografía de coherencia óptica en la toma de decisiones, durante la vitrectomía vía pars plana. Para la obtención de imágenes se utilizó RESCAN 700, un microscopio que cuenta con un tomógrafo de dominio espectral integrado. Al final de cada procedimiento, los cirujanos contestaron un cuestionario para determinar si la imagen tomográfica influyó en la toma de decisiones durante la cirugía.

Resultados: Fueron intervenidos 13 pacientes mediante vitrectomía pars plana; en 6 de ellos se realizó también cirugía de catarata. En 8 casos, el cirujano consideró que la imagen transoperatoria influyó en la toma de decisiones durante el procedimiento.

Conclusiones: La tomografía de coherencia óptica transquirúrgica es un auxiliar diagnóstico, seguro para el paciente, que no influye en el tiempo quirúrgico y que en algunos casos es de utilidad para la optimización del procedimiento en cirugía vítreo-macular.

© 2016 Academia Mexicana de Cirugía A.C. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia: Calle Ezequiel Montes No. 135, Cuauhtémoc, Tabacalera, C.P. 06030, Ciudad de México, México.
Teléfono: +52 (55) 5128 1140.

Correo electrónico: jorgesr84@hotmail.com (J.A. Sánchez-Ramos).

KEYWORDS

Optical coherence tomography;
Vitreotomy;
Internal limiting membrane rupture

Intraoperative use of coherence tomography in vitreoretinal surgery**Abstract**

Background: Optical coherence tomography is a useful tool in several diseases. Its intraoperative use with the intention of improving anatomical results has recently been described.

Purpose: To determine the usefulness and safety of optical coherence tomography during pars plana vitrectomy for several vitreo-retinal diseases.

Material and methods: A prospective case series is reported, in which the decision that influenced the use of the optical coherence tomography imaging during pars plana vitrectomy is evaluated. A RESCAN 700 microscope that includes a spectral domain tomography was used to obtain the images. At the end of each procedure the surgeons completed a questionnaire to determine if the tomographic image had an influence when making decisions during the surgery, or change the decision during the procedure.

Results: Thirteen patients with pars plana vitrectomy were included, with cataract surgery also performed in 6 patients. The surgeon considered that the intraoperative image influenced the decision during the procedure in 8 cases.

Conclusion: Intraoperative optical coherence tomography is helpful for a safe patient diagnosis. It does not affect the surgery time, and in some cases it is useful for optimising the procedure in vitreous-retinal surgery.

© 2016 Academia Mexicana de Cirugía A.C. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Antecedentes

En los últimos años, la tomografía de coherencia óptica (OCT) ha jugado un papel muy importante en las enfermedades de retina y vítreo, ya que su capacidad de obtener imágenes tomográficas de tejidos biológicos de alta resolución¹⁻³ ha permitido comprender mejor la fisiopatología de un gran número de padecimientos, así como realizar diagnósticos tempranos, determinar factores pronósticos y, de manera muy importante, en muchos de los casos da la pauta para la toma de decisiones en el seguimiento de patologías que afecten tanto la mácula como la interfaz vítreo-retiniana⁴⁻⁷.

Se han desarrollado dispositivos que permitan llevar esta tecnología a la sala de operaciones, para entender mejor el comportamiento tisular, así como el impacto que tiene su manipulación durante la cirugía, con la intención de maximizar el desempeño quirúrgico y poder así ofrecer mejores resultados anatómicos y visuales a los pacientes^{8,9}.

Existe una gran variedad de procedimientos en los cuales se ha reportado la utilidad de la OCT transquirúrgica, como son: los agujeros maculares, membranas epirretinianas, pit del nervio óptico, síndrome de tracción vítreo-macular y también procedimientos del segmento anterior, como la cirugía de catarata y la queratoplastia penetrante¹⁰⁻¹⁴.

Se han reportado estudios que demuestran la utilidad de una OCT dominio espectral (SD-OCT) la cual de manera anexa es montada al microscopio quirúrgico. Otra opción para este fin es el RESCAN 700 (Carl Zeiss Meditec, Alemania), un tomógrafo de dominio espectral integrado al microscopio quirúrgico, mediante el cual es posible obtener imágenes en tiempo real y que permite la interacción con las funciones X-Y del pedal del microscopio, para el centrado de la imagen⁸.

El objetivo de este estudio es determinar la utilidad y seguridad de la OCT transquirúrgica en cirugías de retina y vítreo.

Material y métodos

Se trata de una serie de casos prospectiva. El estudio fue realizado en 2 centros hospitalarios en México, durante los meses de septiembre y octubre del 2015. Los procedimientos fueron realizados por 3 cirujanos experimentados en cirugía de retina y vítreo. Se incluyó a todos aquellos pacientes que fueran intervenidos por padecimientos vítreo-retinianos, independientemente de que se realizara cirugía de catarata. Para el procedimiento quirúrgico se utilizó la plataforma Constellation Vision System (ALCON) y los procedimientos fueron realizados con calibre 23 y 25. Para la adecuada visualización tanto de las membranas epirretinianas como de la membrana limitante interna (MLI), se utilizaron tinciones de azul de tripano y azul brillante, respectivamente.

Para la obtención de imágenes se utilizó el sistema RESCAN 700, un microscopio que cuenta con OCT integrada y que cuenta, además, con un sistema de pantalla interactivo, un panel de visualización externo y el pedal para control del escáner del equipo de OCT. El sistema está basado en la plataforma Lumera 700 (Carl Zeiss Meditec).

Durante el procedimiento, es proyectada una imagen estereoscópica compuesta por ambos oculares del microscopio, que le permite al cirujano identificar el sitio en el que se está llevando a cabo el análisis tomográfico. Esta imagen puede ser proyectada en 2 modalidades: una en forma de cruz, que representa los ejes X-Y y la otra de 5 líneas que muestra 5 cortes paralelos a diferentes niveles. Para esto, la función X-Y del pedal del microscopio es sustituida por

Tabla 1 Características clínicas de los pacientes y los comentarios realizados por los cirujanos, respecto a la utilidad de la tomografía de coherencia óptica transquirúrgica

Casos	Diagnóstico preoperatorio	Tipo de cirugía (calibre)	Tiempo de procedimiento (minutos)	¿La imagen de OCT influyó en la toma de decisiones?	¿La imagen de OCT hizo cambiar su decisión?
1	MER	VPP + limitorrexis (23G)	20	No	No
2	AM traumático	VPP + limitorrexis (23G)	34	No	No
3	AM recidivante	Ampliación de limitorrexis (23G)	30	Sí	Sí
4	MER	VPP + limitorrexis (23G)	20	No	No
5	AM miópico	VPP + limitorrexis (23G)	30	Sí	Sí
6	Síndrome de Tearson	VPP (23G)	30	Sí	Sí
7	AM recidivante	Ampliación de limitorrexis (25G)	41	No	No
8	AM + catarata	FACO + LIO + VPP + limitorrexis (25G)	49	Sí	Sí
9	AM + catarata	FACO + LIO + VPP + limitorrexis (25G)	53	Sí	Sí
10	AM + catarata	FACO + LIO + VPP + limitorrexis (25G)	34	Sí	Sí
11	Catarata + RPD + HV	FACO + LIO + VPP (25G)	39	Sí	Sí
12	Catarata + RPD + HV	FACO + LIO + VPP + limitorrexis (25G)	87	Sí	Sí
13	Catarata + RPD + HV	FACO + LIO + VPP (25G)	26	No	No

AM: agujero macular; FACO: facoemulsificación; HV: hemorragia vítrea; LIO: lente intraocular; MER: membrana epirretiniana; OCT: tomografía de coherencia óptica; RPD: retinopatía diabética proliferativa; VPP: vitrectomía vía pars plana.

el control de la imagen estereoscópica que indica el sitio de análisis tomográfico. Para la visualización del segmento posterior se utilizó el sistema de lentes de no contacto RESIGHT.

Al término de cada procedimiento, los cirujanos respondieron una encuesta para determinar si la imagen transquirúrgica de la OCT influyó en la toma de decisiones durante el procedimiento y si la imagen transquirúrgica de la OCT hizo cambiar su decisión durante el procedimiento.

Resultados

Se incluyó en el estudio a 13 pacientes, 8 mujeres y 5 hombres, de entre 16 y 70 años. En 6 de los 13 casos se realizó cirugía combinada de catarata y retina. El tiempo quirúrgico en los casos que fueron únicamente vítreo-retinianos fue de 29 min (rango 20-41 min) y, en los casos de cirugía combinada fue de 48 (26-87 min). En todos los casos se indujo desprendimiento de vítreo posterior y se utilizó azul brillante para la tinción de la membrana limitante externa y azul de tripano en los casos de membrana epirretiniana (tabla 1).

En cuanto a las preguntas que se hicieron a los cirujanos sobre la influencia de la imagen de la OCT en la toma de decisiones durante el procedimiento, en 8 de los casos respondieron que la imagen sí influyó en la toma de decisiones. En el caso número 3, se trató de un agujero macular recidivante, en el cual estaba planeada la ampliación de la limitorrexis; sin embargo, al realizar el escaneo se observó que aún existían remanentes de la membrana limitante interna en uno de los bordes del agujero, por lo que el cirujano cambió su decisión de únicamente ampliar la limitorrexis por la de completarla por el centro del agujero.

El caso número 5 se trató de un agujero macular en una paciente con miopía degenerativa; se tiñó la membrana limitante interna con azul brillante y se realizó la limitorrexis, la cual, a consideración del cirujano, estaba completa. Sin embargo, al realizar el escaneo, se percató que en uno de los

bordes aún había membrana limitante interna parcialmente levantada, por lo que decidió completar su retiro (fig. 1).

El caso número 6 se trató de una paciente joven con síndrome de Tearson, la cual tenía hemorragia vítrea grado III. Al realizar el desprendimiento de vítreo posterior, persistía una imagen por encima de la retina que aparentaba ser hialoides; sin embargo, al realizar el escaneo se observó que se trataba de la membrana limitante interna, que se levantaba en forma de cúpula, por lo que se dedujo que se trataba del sitio en donde había estado alojada una hemorragia sublimitante, que para el momento de la cirugía ya se había absorbido, razón por la cual el cirujano decidió no incidir ni manipular más este sitio (fig. 2).

Los casos 8, 9 y 10 se trataron de agujeros maculares, en los cuales, después de realizar la limitorrexis y el intercambio a aire, el agujero aparentaba continuar abierto; sin embargo, al realizar el escaneo con OCT, los bordes ya estaban unidos, por lo que el cirujano decidió finalizar el procedimiento.

El caso 11 se trataba de un paciente con retinopatía diabética y hemorragia vítrea, en el cual la mácula no podía evaluarse previamente a la cirugía. Después de realizar la vitrectomía, el área macular aparentaba estar engrosada; sin embargo, la imagen de OCT descartó la presencia de edema macular, por lo que el cirujano decidió no realizar limitorrexis. De manera contraria, en el caso número 12, el cirujano no había considerado realizar limitorrexis en un paciente diabético, pero en la imagen de OCT se observaron espacios quísticos intrarretinianos, por lo que el cirujano aplicó azul brillante y realizó limitorrexis.

Discusión

Los avances tecnológicos dentro de la Oftalmología han ayudado a comprender mejor la fisiopatología de diversas enfermedades y a desarrollar opciones de tratamiento que mejoren el pronóstico funcional de los pacientes. La

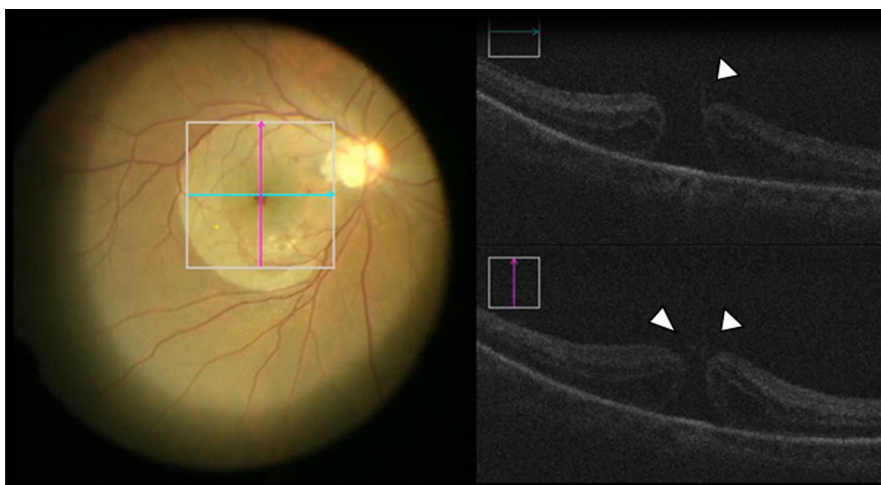


Figura 1 Imagen de tomografía de coherencia óptica transquirúrgica, que muestra la persistencia de membrana limitante interna en los bordes del agujero macular (flechas blancas) al término de la limitorrexis, por lo que el cirujano decidió completar el retiro de la limitante.

obtención de imágenes tomográficas de alta resolución en tiempo real puede contribuir a lograr esta tarea.

Existen casos en los que la OCT transquirúrgica puede tener mayor utilidad, principalmente en afecciones maculares; tomamos como ejemplo los casos 3 y 5, que se tratan de agujeros maculares y en los cuales la limitorrexis parecía estar completa; sin embargo, aún persistía membrana limitante interna en los bordes del agujero, por lo que el cirujano decidió retirarla. Se sabe que en esta patología se debe realizar una limitorrexis completa y cerciorarse de incluir los bordes del agujero, ya que de lo contrario la tasa de cierre del agujero disminuye^{15,16}.

Otro ejemplo es el caso las membranas epirretinianas, en las cuales se ha descrito la necesidad de retirar, no solo la membrana, sino también la limitante interna para evitar la recidiva¹⁷⁻¹⁹. Existen también casos de agujero macular asociados a desprendimiento de retina regmatógeno, en los que se ha visto la presencia de membranas epirretinianas; en estos casos resulta indispensable el retiro completo de

la membrana epirretiniana, ya que, de existir remanentes, estos pueden contraerse después de la cirugía y favorecerla reapertura del agujero y, por lo tanto, el fracaso quirúrgico^{20,21}.

En cuanto al edema macular diabético, se ha considerado a la vitrectomía como una opción terapéutica al disminuir los factores angiogénicos y proinflamatorios²². Se han realizado estudios que indican la realización de limitorrexis en estos pacientes para lograr una descompresión y dispersión del líquido extracelular intrarretiniano hacia la cavidad vítrea y favorecer la resolución del edema^{23,24}. Ahora bien, sabemos que una de las principales indicaciones de vitrectomía en pacientes con retinopatía diabética es la presencia de hemorragia vítrea, la cual no permite evaluar el estado macular previo a la cirugía. En estos pacientes la OCT transquirúrgica le otorga al médico información valiosa sobre el estado macular y le permite tomar la decisión de realizar la limitorrexis, como ocurrió en el caso 12 de nuestra serie.

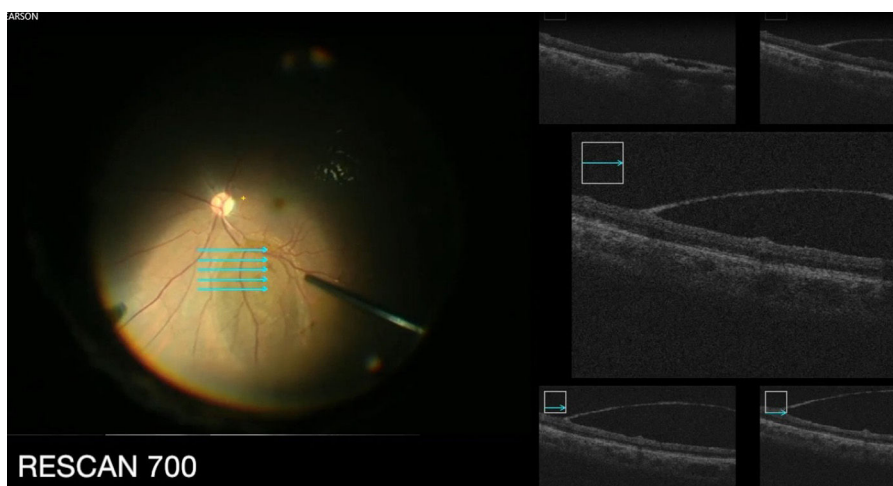


Figura 2 Imagen de tomografía de coherencia óptica transquirúrgica, que muestra la elevación de la membrana limitante interna en forma de cúpula en el sitio en donde había estado presente una hemorragia sublimitante, en un paciente con síndrome de Tearson.

Existen tinciones como el azul de tripano, azul brillante, el verde de indocianina, la triamcinolona, entre otros, que son de gran utilidad para el cirujano ya que durante la cirugía permiten visualizar estructuras como el vítreo, la membrana limitante interna y las membranas epirretinianas, cuya utilización se ha asociado a una mayor tasa de éxito anatómico^{25,26}.

Ahora bien, existen casos en los que no se consiguen los resultados anatómicos y funcionales deseados, a pesar de haber realizado un procedimiento quirúrgico depurado; en estos casos, la OCT transquirúrgica puede ayudar a esclarecer las causas que influyeron en la mala evolución de estos pacientes. Como ejemplo tenemos los casos 3 y 5, en los cuales, a pesar de haber utilizado azul brillante, no fue posible identificar los pequeños remanentes de limitante interna y que hubieran permanecido adheridos al borde del agujero macular de no haber sido por la imagen de la OCT.

En cuanto a las imágenes proyectadas en los oculares del microscopio, el hecho de que estas sean estereoscópicas evita que interfieran con la visualización de la retina y, por lo tanto, tampoco interfieren con el adecuado desarrollo del procedimiento.

Otra ventaja del dispositivo es que la imagen se obtiene en tiempo real a manera de un video continuo, que puede ser visto por el cirujano a través de los oculares y por los demás miembros del equipo quirúrgico a través de la pantalla integrada al microscopio. Esto es importante, ya que los tiempos muertos asociados al dispositivo son mínimos, lo que evita prolongar el tiempo quirúrgico.

Uno de los inconvenientes asociados al dispositivo es que la función X-Y del pedal del microscopio es sustituida por el control de la imagen estereoscópica, que indica el sitio de análisis tomográfico. Otra limitante del dispositivo es que, al introducir los instrumentos dentro del área de tejido que se analiza, se produce una sombra que no permite ver las estructuras que se encuentran por debajo del instrumental.

Actualmente se lleva a cabo el estudio DISCOVER, que pretende esclarecer cuáles son los beneficios y las limitaciones de un sistema que proporcione imágenes de OCT en tiempo real dentro de la cirugía oftalmológica⁸.

En cuanto a las limitaciones de nuestro estudio destaca la poca cantidad de pacientes, así como la escasa variabilidad de padecimientos tratados. Será necesario realizar estudios con mayor número de pacientes y mayor diversidad de padecimientos, para entender el papel que debe tomar la obtención de imágenes de OCT transquirúrgica.

Conclusiones

La OCT transquirúrgica es una herramienta útil que puede influir en la toma de decisiones durante la cirugía, para optimizar los resultados anatómicos en diversas afecciones oftalmológicas, no únicamente en casos especiales, sino en procedimientos considerados de rutina; sin embargo, no debe sustituir el juicio del cirujano.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Puliafito CA, Hee MR, Lin CP, Reichel E, Schuman JS, Duker JS, et al. Imaging of macular diseases with optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 1995;102:217-29.
2. Chen TC, Cense B, Pierce MC, Nassif N, Park BH, Yun SH, et al. Spectral domain optical coherence tomography: Ultra-high speed, ultra-high resolution ophthalmic imaging. *Arch Ophthalmol*. 2005;123(12):1715-20.
3. Chang LK, Fine HF, Spaide RF, Koizumi H, Grossniklaus HE. Ultrastructural correlation of spectral-domain optical coherence tomographic findings in vitreomacular traction syndrome. *Am J Ophthalmol*. 2008;146:121-7.
4. Hee MR, Puliafito C, Wong C, Duker JS, Reichel E, Schuman JS, et al. Optical coherence tomography of macular holes. *Ophthalmol*. 1995;102:748-56.
5. Hee MR, Puliafito CA, Wong C, Duker JS, Reichel E, Rutledge B, et al. Quantitative assessment of macular edema with optical coherence tomography. *JAMA Ophthalmol*. 1995;113:1019-29.
6. Frank RN, Schulz L, Abe K, Iezzi R. Temporal variation in diabetic macular edema measured by optical coherence tomography. *Ophthalmol*. 2004;111:211-7.
7. Chang LK, Koizumi H, Spaide RF. Disruption of the photoreceptor inner segment-outer segment junction in eyes with macular holes. *Retina*. 2008;28:969-75.
8. Ehlers JP, Kaiser PK, Srivastava SK. Intraoperative optical coherence tomography using the RESCAN 700: Preliminary results from the DISCOVER study. *Br J Ophthalmol*. 2014;98:1329-32.
9. Ehlers JP, Dupps WJ, Kaiser PK, Goshe J, Singh RP, Petkovsek D, et al. The prospective intraoperative and perioperative ophthalmic imaging with optical coherence tomography (PIONEER) study: 2-year results. *Am J Ophthalmol*. 2014;158:999-1007.
10. Ehlers JP, Kernstine K, Farsiu S, Sarin N, Maldonado R, Toth CA. Analysis of pars plana vitrectomy for optic pit-related maculopathy with intraoperative optical coherence tomography: A possible connection with the vitreous cavity. *Arch Ophthalmol*. 2011;129(11):1483-6.
11. Ehlers JP, Ohr MP, Kaiser PK, Srivastava SK. Novel microarchitectural dynamics in rhegmatogenous retinal detachments identified with intraoperative optical coherence tomography. *Retina*. 2013;33(7):1428-34.
12. Ehlers JP, Tam T, Kaiser PK, Martin DF, Smith GM, Srivastava SK. Utility of intraoperative optical coherence tomography during vitrectomy surgery for vitreomacular traction syndrome. *Retina*. 2014;34(7):1341-6.
13. Ehlers JP, Xu D, Kaiser PK, Singh RP, Srivastava SK. Intraoperative dynamics of macular hole surgery: An assessment of surgery-induced ultrastructural alterations with intraoperative optical coherence tomography. *Retina*. 2014;34(2):213-21.
14. Ehlers JP, Tao YK, Srivastava SK. The value of intraoperative optical coherence tomography in vitreoretinal surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2014;25(3):221-7.
15. Brooks HL Jr. Macular hole surgery with and without internal limiting membrane peeling. *Ophthalmol*. 2000;107:1939-48.

16. Park DW, Sipperley JO, Sneed SR, Dugel PU, Jacobsen J. Macular hole surgery with internal-limiting membrane peeling and intravitreal air. *Ophthalmol.* 1999;106:1392–7.
17. Christensen UC, Krøyer K, Sander B, Larsen M, Henning V, Vilumsen J, 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;93:1005–15.
18. Sandali O, Sanharawi ME, Basli E, Bonnel S, Lecuen N, Barale PO. Epiretinal membrane recurrence. Incidence, characteristics, evolution, and preventive and risk factors. *Retina.* 2013;33:2032–8.
19. Carpentier C, Zanolli M, Wu L, Sepulveda G, Berrocal MH, Saravia M, et al. Residual internal limiting membrane after epiretinal membrane peeling. Results of the Pan-American Collaborative Retina Study Group. *Retina.* 2013;33:2026–31.
20. Oshima Y, Ikuno Y, Motokura M, Nakae K, Tano Y. Complete epiretinal membrane separation in high myopic eyes with retinal detachment resulting from a macular hole. *Am J Ophthalmol.* 1998;126:669–76.
21. Yamamoto N, Ozaki N, Murakami K. Triamcinolone acetonide facilitates removal of the epiretinal membrane and separation of the residual vitreous cortex in highly myopic eyes with retinal detachment due to a macular hole. *Ophthalmol.* 2004;218:248–56.
22. Diabetic Retinopathy Clinical Research Network Writing Committee. Vitrectomy outcomes in eyes with diabetic macular edema and vitreomacular traction. *Ophthalmol.* 2010;117:1087–93.
23. Gandorfer A, Messmer EM, Ulbig MW, Kampik A. Resolution of diabetic macular edema after surgical removal of the posterior hyaloid and the inner limiting membrane. *Retina.* 2000;20:126–33.
24. Stolba U, Binder S, Gruber D, Krebs I, Aggermann T, Neumaier B. Vitrectomy for persistent diffuse diabetic macular edema. *Am J Ophthalmol.* 2005;140:295–301.
25. Schumann RG, Gandorfer A, Priglinger SG, Kampik A, Haritoglou C. Vital dyes for macular surgery: A comparative electron microscopy study of the internal limiting membrane. *Retina.* 2009;29:669–76.
26. Shimada H, Nakashizuka H, Hattori T, Mori R, Mizutani Y, Yazawa M. Double staining with brilliant blue G and double peeling for epiretinal membranes. *Ophthalmol.* 2009;116:1370–6.