



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

Efecto esperado del grosor retiniano después de fotocoagulación focal en edema macular diabético



Yatzul Zuhaila Garcia-Rubio^a, Dulce Milagros Razo Blanco-Hernández^b
y Virgilio Lima-Gómez^{c,*}

^a Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México

^b División de Investigación, Hospital Juárez de México, Ciudad de México, México

^c Servicio de Oftalmología, Hospital Juárez de México, Ciudad de México, México

Recibido el 30 de abril de 2015; aceptado el 25 de septiembre de 2015

Disponible en Internet el 6 de enero de 2016

PALABRAS CLAVE

Edema macular diabético;
Retinopatía diabética;
Volumen macular;
Fotocoagulación

Resumen

Antecedentes: El edema macular es una forma de retinopatía diabética que puede tratarse con fotocoagulación. El efecto esperado del tratamiento varía, y podría depender de las características previas del engrosamiento retiniano.

Objetivo: Determinar si la modificación del grosor retiniano después de la fotocoagulación focal en edema macular diabético varía por la presencia de características anatómicas que justifiquen una evaluación por separado.

Material y métodos: Estudio observacional, comparativo, retrospectivo y longitudinal. Se comparó el promedio de cambio porcentual de volumen macular, 3 semanas después de la fotocoagulación focal en ojos con edema macular diabético; el análisis se estratificó conforme a la presencia de engrosamiento central y temporal perifoveal (U de Mann-Whitney). Se realizó un análisis de regresión para identificar la contribución de las variables anatómicas al cambio de volumen macular.

Resultados: Se evaluaron 72 ojos. El cambio del volumen macular en la muestra fue $-0.68 \pm 3.84\%$. En la regresión múltiple, los cambios del grosor temporal perifoveal (β 0.54; $p < 0.001$) y del grosor del campo central (β 0.3; $p = 0.01$) contribuyeron al cambio del volumen macular ($R = 0.64$). El volumen macular disminuyó en promedio $-2.1 \pm 4.3\%$ en ojos con engrosamiento temporal perifoveal y aumentó $0.5 \pm 2.8\%$ ($p = 0.007$) en ojos sin él.

* Autor para correspondencia: Servicio de Oftalmología, Hospital Juárez de México Av. Instituto Politécnico Nacional 5160 Colonia Magdalena de las Salinas, C.P. 07760, Delegación Gustavo A. Madero. Ciudad de México, México. Tel.: +52 (55) 5747 7560.

Correo electrónico: vlimag@eninfinitum.com (V. Lima-Gómez).

Conclusión: El engrosamiento temporal perifoveal previo a la fotocoagulación modificó significativamente el efecto esperado de este tratamiento sobre el volumen macular, en ojos con edema macular diabético focal. Se recomienda evaluar el efecto por separado, de acuerdo con el grosor temporal perifoveal.

© 2015 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/>).

KEYWORDS

Diabetic macular oedema;
Diabetic retinopathy;
Macular volume;
Photocoagulation

Expected effect of retinal thickness after focal photocoagulation in diabetic macular oedema

Abstract

Background: Macular oedema is a form of diabetic retinopathy that can be treated with photocoagulation. The expected effect of treatment varies, and may depend on the previous characteristics of retinal thickening.

Objective: To determine whether the change in retinal thickness after focal photocoagulation for diabetic macular oedema varies due to the presence of anatomical features that may justify a separate assessment.

Material and methods: Non-experimental, comparative, retrospective, longitudinal study. The mean percentage change in macular volume was compared in eyes with diabetic macular oedema, 3 weeks after focal photocoagulation. The analysis was stratified according to the presence of central and perifoveal temporal thickening (Mann-Whitney U). A regression analysis was performed to identify the contribution of the anatomical variables before photocoagulation to the change in macular volume.

Results: A total of 72 eyes were evaluated. The mean change of macular volume in the sample was $-0.68 \pm 3.84\%$. In the multiple regression analysis, the changes of perifoveal temporal (beta 0.54, $p < 0.001$) and central field thickness (beta 0.3, $p = 0.01$) contributed to the change of macular volume ($R = 0.64$). Macular volume decreased by a mean of $-2.1 \pm 4.3\%$ in eyes with temporal perifoveal thickening, and increased by $0.5 \pm 2.8\%$ ($p = 0.007$) in eyes with no thickening.

Conclusion: Perifoveal temporal thickening before photocoagulation changes the expected effect of this therapy on macular volume in eyes with focal diabetic macular oedema. It is recommended to evaluate the effect separately, and according to the perifoveal temporal thickness.

© 2015 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

La retinopatía diabética es una de las principales causas de ceguera, en la población de edad productiva de los países en desarrollo; una de sus complicaciones es el edema macular¹, es un engrosamiento de la retina en la mácula causado por mecanismos que incluyen: engrosamiento de la membrana basal capilar, pérdida de pericitos, formación de microaneurismas y la resultante acumulación de líquido intrarretiniano².

La tomografía de coherencia óptica es un instrumento de imagen no invasivo, que utiliza interferometría de baja coherencia³ para obtener imágenes seccionales de alta resolución de la microestructura de la retina⁴. La tomografía de coherencia óptica se usa ampliamente para el seguimiento de enfermedades del segmento posterior⁵, incluidas la identificación y el monitoreo del edema macular diabético, ya que mide de forma cuantitativa y reproducible el grosor de la retina⁶.

El tratamiento para el edema macular diabético con filtración angiográfica focal es la fotocoagulación focal, que ha demostrado ser eficaz para reducir el riesgo de pérdida visual moderada del 8 al 5% al año, y del 24 al 12% a los 3 años del procedimiento⁷.

Aunque la tomografía de coherencia óptica cuantifica la magnitud de los cambios después de la fotocoagulación, en nuestra población no se ha caracterizado la respuesta anatómica después de este tratamiento. En población norteamericana, Krzystolik et al.⁸ identificaron que las modificaciones superiores al 17% en el grosor del punto central, al 11% en el grosor del campo central y, al 3% en el volumen macular, representaban con mayor probabilidad un cambio real que variabilidad de medición.

Los valores de referencia de grosor de la retina en nuestra población son menores⁹ que los empleados por Krzystolik et al.⁸. Para detectar respuestas atípicas en pacientes con edema macular en nuestro medio, se requiere identificar

los valores de cambios anatómicos esperados después de la fotocoagulación focal.

Aun en los estudios que cuentan con una referencia poblacional propia, la respuesta a la fotocoagulación presenta variabilidad, que podría deberse a las características del engrosamiento previas al tratamiento. Esas características no se han evaluado, y hasta el momento solo se ha determinado que el volumen macular es la variable más sólida, por depender menos del operador¹⁰. Una variable que requiere evaluarse es el engrosamiento del sector temporal perifoveal, ya que los ojos que la presentan tienen un mayor volumen macular antes del tratamiento¹¹, y tienen mayor reducción del volumen macular después de él¹².

Se realizó un estudio para determinar el efecto esperado de la fotocoagulación focal sobre el volumen macular, 3 semanas después del procedimiento en pacientes con edema macular diabético, y determinar si el cambio de alguna variable anatómica previo al tratamiento modificaba significativamente este efecto.

Material y métodos

Se desarrolló un estudio observacional, comparativo, retrospectivo y longitudinal. La población objetivo fueron los pacientes diabéticos tipo 2 con retinopatía diabética y edema macular clínicamente significativo, tratados con fotocoagulación focal, del Distrito Federal y su área metropolitana; la población accesible fueron los pacientes tratados en el Servicio de Oftalmología de un hospital general, entre el 26 de marzo del 2008 y el 5 de noviembre del 2013. El estudio fue autorizado por las comisiones de Investigación y Ética en Investigación del hospital donde se realizó.

Se incluyeron los ojos de pacientes diabéticos tipo 2 de cualquier género y edad, con cualquier grado de retinopatía diabética, diagnóstico de edema macular clínicamente significativo, filtración angiográfica focal, engrosamiento retiniano de tipo esponjiforme, que hubieran sido tratados con fotocoagulación focal, y que contaran con registro de agudeza visual mejor corregida y con un mapa rápido macular de tomografía de coherencia óptica (Equipo Stratus, Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, California, EE. UU., versión de software 4.01), el día de la fotocoagulación y 3 semanas después.

Se excluyó a los pacientes con cualquier otra enfermedad que disminuyera la visión, engrosamiento del vítreo posterior, quienes hubieran recibido tratamiento macular previo y quienes hubieran desarrollado cualquier otra enfermedad retiniana entre el día de la fotocoagulación y la consulta de seguimiento a las 3 semanas.

En cada paciente se registró la edad, el sexo, el tiempo de evolución y el tratamiento de la diabetes; si padecían hipertensión arterial sistémica, la glucemia en ayuno, la hemoglobina glicada, el colesterol total y los triglicéridos séricos. Se registró la agudeza visual mejor corregida bajo refracción medida en equivalente decimal, así como el grosor del punto central, el del campo central, el del sector temporal perifoveal y el volumen macular (medidos mediante el mapa rápido macular), el día del tratamiento y 3 semanas después. Se consideró como error de medición

del mapa rápido macular a la desviación estándar del grosor del punto central/grosor del punto central mayor al 10%.

La variable de desenlace fue el cambio porcentual del volumen macular. Para calcularla se dividió la diferencia entre el valor 3 semanas después del tratamiento y el del día del procedimiento, entre el valor del día del procedimiento, y se multiplicó por 100; se trató de una variable cuantitativa continua, medida como porcentaje.

Se consideraron como variables predictoras: agudeza visual disminuida (< 0.5)¹³, punto central engrosado (grosor del punto central $> 187.4 \mu\text{m}$), engrosamiento del campo central (grosor del campo central $> 212.5 \mu\text{m}$) engrosamiento temporal perifoveal (grosor del campo 7 del mapa rápido macular $> 259.4 \mu\text{m}$)⁹, antes del tratamiento. Se consideraron variables secundarias los promedios de cambio porcentual de la agudeza visual, del grosor del campo central, del grosor del punto central y del grosor temporal perifoveal.

La muestra se estratificó de acuerdo con cada una de las variables predictoras; en cada estrato se comparó el promedio del cambio porcentual del volumen macular y el de las variables secundarias, mediante la prueba U de Mann-Whitney. Adicionalmente se identificó mediante un análisis de regresión lineal la contribución de las variables secundarias al cambio porcentual del volumen macular. La información se almacenó y analizó con la versión 21 del programa SPSS para Windows; se consideró estadísticamente significativa una $p < 0.05$.

Resultados

Se evaluaron 72 ojos de 47 pacientes, con edad promedio de 57.9 años (desviación estándar [DE] ± 8.9); 37 ojos eran de pacientes del sexo femenino (51.4%), la duración de la diabetes fue en promedio 15.2 (DE ± 6.2) años. Veintiséis ojos eran de pacientes que recibían insulina (36.1%) y el resto de los pacientes eran tratados con hipoglucemiantes orales; 38 ojos pertenecían a pacientes con hipertensión arterial (52.8%).

El promedio de glucemia en ayuno fue $138.3 \pm 41.1 \text{ mg/dl}$, el de hemoglobina glicada $8.4 \pm 1.7\%$, el de colesterol total $225.3 \pm 70.6 \text{ mg/dl}$ y el de triglicéridos $220.0 \pm 142.8 \text{ mg/dl}$. El grado de retinopatía diabética fue no proliferativa leve en 13 ojos (18.1%), no proliferativa moderada en 35 (48.6%), no proliferativa severa en 4 (5.6%), y proliferativa en 20 (27.8%); el edema fue monofocal en 52 ojos (72.2%).

La agudeza visual antes del tratamiento fue de 0.03 a 1.00 (promedio 0.57, DE ± 0.29), el grosor del punto central de 107 a $349 \mu\text{m}$ (185.1 ± 43.4), el grosor del campo central de 146 a $357 \mu\text{m}$ (214.2 ± 37.5), el grosor temporal perifoveal de 213 a $485 \mu\text{m}$ (267.6 ± 46.3) y el volumen macular de 6.24 a 11.17 mm^3 (7.79 ± 0.85).

Tres semanas después del tratamiento, la agudeza visual fue de 0.01 a 1 (0.58 ± 0.3), el grosor del punto central de 119 a $489 \mu\text{m}$ (188.5 ± 53.1), el grosor del campo central de 153 a $445 \mu\text{m}$ (216.7 ± 41.0), el grosor temporal perifoveal de 211 a $360 \mu\text{m}$ (259.2 ± 30.2) y el volumen macular de 6.39 a 10.48 mm^3 (7.72 ± 0.75).

Los promedios del cambio porcentual de las variables se presentan en la [tabla 1](#).

Tabla 1 Promedios de cambio porcentual en la muestra (n = 72)

Variable	Promedio	DE	-3 DE	+3 DE
GPC	2.51	15.39	-43.66	48.68
GCC	1.52	9.26	-26.26	29.3
GTPF	-2.25	7.17	-23.76	19.26
Volumen	-0.68	3.84	-12.2	10.84
AV	5.24	44.35	-127.81	138.29

AV: agudeza visual; GCC: grosor del campo central; GPC: grosor del punto central; GTPF: grosor temporal perifoveal.

Agudeza visual

La agudeza visual fue < 0.5 en 28 ojos (38.9%) y ≥ 0.5 en 44 (61.1%). Los ojos con agudeza visual < 0.5 tuvieron promedios de cambio superiores en la agudeza visual (18.87 vs. -3.42% ; $p=0.03$), el grosor temporal perifoveal (-4.90 vs. -0.55% ; $p=0.01$) y el volumen macular (-2.21 vs. 0.28% ; $p=0.01$, [tabla 2](#)). Las variables restantes no mostraron diferencia.

Grosor del punto central

El punto central estuvo engrosado en 28 ojos (38.9%) y no lo estuvo en 44 (61.1%). Los promedios de grosor de campo central y volumen macular aumentaron en los ojos con punto central engrosado, y disminuyeron en los ojos sin él ($p=0.01$ y 0.001 respectivamente); el promedio de reducción del grosor temporal perifoveal fue mayor en los ojos con punto central engrosado (-5.2 vs. -0.36 ; $p=0.02$) ([tabla 3](#)).

Grosor del campo central

Veintiocho ojos presentaron engrosamiento del campo central (38.9%) y 44 no (61.1%). El promedio de reducción del grosor temporal perifoveal fue mayor en ojos con engrosamiento del campo central ($-5.3 \pm 8.9\%$ vs. $-0.3 \pm 5.0\%$; $p=0.004$); el volumen macular disminuyó en los ojos con engrosamiento del campo central ($-2.3 \pm 4.5\%$), y aumentó en los ojos sin él ($0.4 \pm 2.9\%$; $p=0.008$).

Grosor temporal perifoveal

Un total de 34 ojos presentaron engrosamiento temporal perifoveal (47.2%) y 38 no (52.8%). Los ojos con engrosamiento temporal perifoveal tuvieron promedios mayores de cambio del grosor temporal perifoveal (-6.26 vs. 1.34% ; $p < 0.001$) y del volumen macular (-2.10 vs. 0.57% ; $p=0.007$) ([tabla 4](#)).

En el análisis de regresión múltiple, las variables que contribuyeron al cambio porcentual del volumen macular ($R=0.64$) fueron el cambio porcentual del grosor temporal perifoveal ($\beta 0.54$; $p < 0.001$) y el cambio porcentual del grosor del campo central ($\beta 0.3$; $p=0.01$). La estratificación conforme al engrosamiento temporal perifoveal identificó la diferencia de volumen más significativa, por lo que también se consideró para el análisis de regresión.

En los pacientes con engrosamiento temporal perifoveal las variables que contribuyeron al cambio porcentual del volumen macular ($R=0.60$) fueron el cambio porcentual del grosor temporal perifoveal ($\beta 0.44$; $p=0.009$) y el cambio porcentual del grosor del campo central ($\beta 0.32$; $p=0.04$). En los pacientes sin engrosamiento temporal perifoveal las variables que contribuyeron a la modificación porcentual del volumen macular ($R=0.49$) también fueron el

Tabla 2 Promedios de cambio porcentual, estratificados por agudeza visual inicial

Variable	≥ 0.5 (n = 44)				< 0.5 (n = 28)			
	Promedio	DE	-3 DE	+3 DE	Promedio	DE	-3 DE	+3 DE
GPC	5.10	9.97	-24.81	35.01	-1.54	20.90	-64.24	61.16
GCC	3.05	6.50	-16.45	22.55	-0.89	12.18	-37.43	35.65
GTPF	-0.55	6.43	-19.84	18.74	-4.90	7.57	-27.61	17.81
Volumen	0.28	3.41	-9.95	10.51	-2.21	4.04	-14.33	9.91
AV	-3.42	32.67	-101.43	94.59	18.87	56.19	-149.7	187.44

AV: agudeza visual; GCC: grosor del campo central; GPC: grosor del punto central; GTPF: grosor temporal perifoveal.

Tabla 3 Promedios de cambio porcentual, estratificados por grosor del punto central inicial

Variable	Normal (n = 44)				Engrosado (n = 28)			
	Promedio	DE	-3 D.E.	+3 D.E.	Promedio	D.E.	-3 D.E.	+3 D.E.
GPC	5.00	10.96	-27.88	37.88	-1.39	20.15	-61.84	59.06
GCC	3.58	6.59	-16.19	23.35	-1.72	11.77	-37.03	33.59
GTPF	-0.36	5.16	-15.84	15.12	-5.20	8.82	-31.66	21.26
Volumen	0.66	2.99	-8.31	9.63	-2.82	4.11	-15.15	9.51
AV	6.99	44.81	-127.44	141.42	2.49	44.30	-130.41	135.39

AV: agudeza visual; GCC: grosor del campo central; GPC: grosor del punto central; GTPF: grosor temporal perifoveal.

Tabla 4 Promedios de cambio porcentual, estratificados por grosor del sector temporal perifoveal

Variable	Normal (n = 38)				Engrosado (n = 34)			
	Promedio	DE	-3 DE	+3 DE	Promedio	DE	-3 DE	+3 DE
GPC	2.47	14.55	-41.18	46.12	2.56	16.50	-46.94	52.06
GCC	2.35	7.87	-21.26	25.96	0.58	10.65	-31.37	32.53
GTPF	1.34	3.96	-10.54	13.22	-6.26	7.83	-29.75	17.23
Volumen	0.57	2.86	-8.01	9.15	-2.10	4.32	-15.06	10.86
AV	8.11	46.28	-130.73	146.95	2.03	42.56	-125.65	129.71

AV: agudeza visual; GCC: grosor del campo central; GPC: grosor del punto central; GTPF: grosor temporal perifoveal.

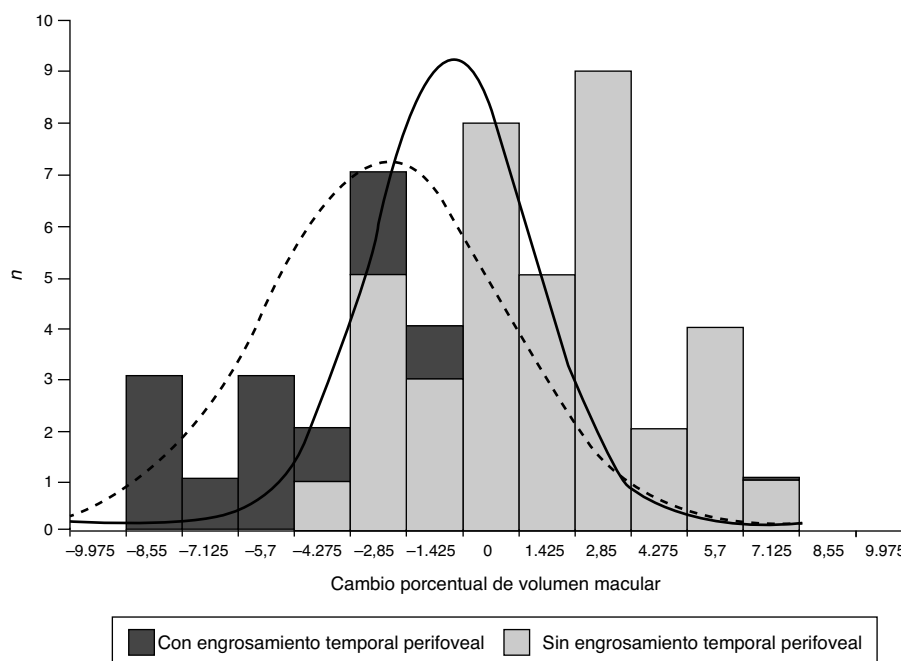


Figura 1 Distribución del cambio porcentual del volumen macular, en ojos con y sin engrosamiento temporal perifoveal antes de la fotocoagulación.

cambio porcentual del grosor temporal perifoveal (β 0.55; $p < 0.001$) y el cambio porcentual del grosor del campo central (β 0.42; $p = 0.003$).

El efecto esperado de la fotocoagulación focal sobre el volumen macular en ojos sin engrosamiento temporal perifoveal fue un aumento del 0.57%, mientras que en ojos con engrosamiento temporal perifoveal fue una reducción del -2.11% ($p = 0.003$). El rango de cambio porcentual del volumen macular fue de -8.01 a 9.1% en ojos sin engrosamiento temporal perifoveal, y de -15 a 10.8% en ojos con él (fig. 1).

Discusión

El efecto esperado del cambio porcentual para las variables anatómicas tuvo una dispersión amplia, porque en la muestra se superpusieron elementos provenientes de distintas poblaciones. Las variables que cambiaron el efecto esperado cuando se encontraban alteradas antes

del tratamiento fueron el grosor del campo temporal perifoveal y el grosor del campo central.

El promedio de cambio porcentual del volumen macular fue casi 6 veces menor en ojos con engrosamiento del campo central que en ojos sin él; además, correspondió a una disminución en ojos con este engrosamiento y a un aumento en ojos sin él. El mismo comportamiento se identificó en ojos con engrosamiento temporal perifoveal, cuyo promedio de cambio porcentual del volumen macular tuvo una magnitud 4 veces mayor que en los ojos sin él.

Cuando existía engrosamiento en cualquiera de los 2 campos (central o temporal perifoveal) el promedio de cambio porcentual de volumen macular fue estadísticamente menor que el de los ojos que no lo presentaban. El análisis de regresión mostró que ambas variables contribuyen significativamente al cambio porcentual del volumen macular, principalmente, el cambio de grosor temporal perifoveal; aun cuando la estratificación por las otras variables también modificó el efecto esperado de la fotocoagulación sobre el volumen, el análisis de regresión mostró que esos

cambios se relacionan principalmente con el grosor temporal perifoveal.

Con respecto al estándar publicado por Krzystolik et al.⁸ se identificó que solo el 15.3% de la muestra tuvo un cambio > 17% del grosor del punto central después del tratamiento, y que solo el 11.1% tuvo un cambio del grosor del campo central > 11%. En el caso del volumen macular, el 27.8% de los ojos tuvo una reducción mayor al 3%, y el 15.3% un aumento mayor al 3%.

El volumen macular es la variable más sólida entre las que mide el mapa rápido macular, y no depende del operador¹⁰, por lo cual se seleccionó para realizar el análisis de regresión. Los resultados del estudio indican que el efecto esperado de la fotocoagulación focal debe evaluarse por separado, en pacientes con y sin engrosamiento del sector temporal perifoveal.

No se esperaba que el cambio del grosor temporal perifoveal contribuyera más al cambio del volumen macular que el cambio del grosor del campo central, al cual se le ha asignado un valor pronóstico en estudios longitudinales¹⁴. Llama la atención que esta mayor contribución se presentara también en los ojos sin engrosamiento temporal perifoveal antes del tratamiento.

Holm et al.¹⁵ plantearon que el sector temporal de la fóvea tenía mayor actividad eléctrica que el sector nasal; esta característica podría explicar la mejor respuesta a la fotocoagulación en ojos sin engrosamiento en esa zona, pero hasta el momento se desconoce por qué la reducción del grosor en ese campo contribuye a la del volumen macular.

En un estudio de edema macular difuso tratado con fotocoagulación en parrilla, Vemala et al.¹⁶ identificaron que la respuesta era mejor cuando el tratamiento se aplicaba en el sector inferior, y que era peor cuando se aplicaba en los sectores parafoveal superior y nasal, y temporal perifoveal. Ese estudio señaló que la mejor respuesta anatómica a la fotocoagulación podría deberse a no haber tratado el haz papilomacular, a distintas características regionales de la barrera hematorretiniana, o a variaciones en la microcirculación; la primera explicación podría justificar una peor respuesta en los ojos con afección nasal, pero no la de los ojos con engrosamiento temporal perifoveal, que no forma parte del haz papilomacular.

Sander et al.¹⁷ describieron que, en el edema difuso, la presión hidrostática, la presión osmótica y las aquaporinas afectan el grosor retiniano y que, aunadas al daño del tejido, podrían explicar la falta de normalización del grosor retiniano después del tratamiento; estas condiciones no se presentan en el edema focal, en el cual, al interrumpir la fuga, el líquido intersticial se retira a través de capilares competentes y de la bomba del epitelio pigmentario¹⁸. Sería conveniente evaluar estos 2 mecanismos de manera específica, para identificar por qué el cambio del grosor temporal perifoveal contribuye significativamente al cambio del volumen macular.

Los resultados de ese estudio podrían no ser aplicables en los ojos con edema difuso, cistoide o isquémico; el estudio no se diseñó para conocer el impacto de la reducción de volumen sobre la función visual, lo cual requiere evaluación adicional.

Debido a la modificación del efecto esperado asociado con el engrosamiento temporal perifoveal, se recomienda

evaluar por separado la respuesta a la fotocoagulación en ojos con y sin esta característica, para reducir la variabilidad del desenlace.

Conclusión

El engrosamiento temporal perifoveal previo a la fotocoagulación modificó significativamente el efecto esperado de este tratamiento sobre el volumen macular, en ojos con edema macular diabético focal.

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 han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de 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

- Merante D, Menchini F, Truitt K, Bandello FM. Diabetic macular edema: Correlations with available diabetes therapies—evidence across a qualitative review of published literature from MEDLINE and EMBASE. *Drug Saf.* 2010;33:643–52.
- Safi SZ, Qvist R, Kumar S, Batumalaie K, Ismail IS. Molecular mechanisms of diabetic retinopathy, general preventive strategies, and novel therapeutic targets. *Biomed Res Int.* 2014;2014:1–18.
- Wu L, Fernandez-Loaiza P, Sauma J, Hernandez-Bogantes E, Masis M. Classification of diabetic retinopathy and diabetic macular edema. *World J Diabetes.* 2013;4:290–4.
- Buabbud JC, Al-latayfeh MM, Sun JK. Optical coherence tomography imaging for diabetic retinopathy and macular edema. *Curr Diab Rep.* 2010;10:264–9.
- Adhi M, Duker JS. Optical coherence tomography—current and future applications. *Curr Opin Ophthalmol.* 2013;24:213–21.
- Suzuma K, Yamada Y, Liu M, Tsuike E, Fujikawa A, Kitaoka T. Comparing central retinal thickness in diabetic macular edema measured by 2 different spectral-domain optical coherence tomography devices. *Jpn J Ophthalmol.* 2011;55:620–4.
- ETDRS Research Group. Photocoagulation for diabetic macular edema: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study report no. 1. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study research group. *Arch Ophthalmol.* 1985;103:1796–1806.
- Krzystolik MG, Strauber SF, Aiello LP, Beck RW, Berger BB, Bressler NM. Reproducibility of macular thickness and volume using Zeiss optical coherence tomography in patients with diabetic macular edema. *Ophthalmology.* 2007;114:1520–5.

9. Lima-Gómez V, Osornio-Castro NA. Comparación del grosor retiniano en diabéticos sin retinopatía, con y sin fondo coroideo. *Rev Mex Oftalmol.* 2006;80:301-5.
10. Browning DJ. Interobserver variability in optical coherence tomography for macular edema. *Am J Ophthalmol.* 2004;137:1116-7.
11. Razo Blanco-Hernández DM, Romero-Vargas DM, Bermúdez-Zapata DA, Lima-Gómez V. Modificación del volumen macular por engrosamiento del área temporal, en edema macular diabético focal. *Rev Hosp Jua Mex.* 2011;78:146-51.
12. Lima-Gómez V, Razo-Blanco Hernández DM, García-Rubio YZ, Sánchez Montoya PA. Grosor retiniano después de la fotocoagulación focal, en edema macular diabético con y sin engrosamiento temporal perifoveal. *Rev Invest Clin.* 2015;67:25-32.
13. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. Early photocoagulation for diabetic retinopathy. ETDRS report number 9. *Ophthalmology.* 1991;98:766-785.
14. Browning DJ, Glassman AR, Aiello LP, Beck RW, Brown DM, Fong DS, et al. Relationship between optical coherence tomography-measured central retinal thickness and visual acuity in diabetic macular edema. *Ophthalmology.* 2007;114:525-36.
15. Holm K, Lövestam Adrian M. In diabetic eyes, multifocal ERG reflects differences in function between the nasal part and the temporal part of the macula. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2012;250:1143-8.
16. Vemala R, Koshy S, Sivaprasad S. Qualitative and quantitative OCT response of diffuse diabetic macular oedema to macular laser photocoagulation. *Eye.* 2011;25:901-8.
17. Sander B, Hamann P, Larsen M. A 5-year follow-up of photocoagulation in diabetic macular edema: The prognostic value of vascular leakage for visual loss. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2008;246:1535-9.
18. Adijanto J, Banzon T, Jalickee S, Wang NS, Milller SS. CO₂-induced ion and fluid transport in human retinal pigment epithelium. *J Gen Physiol.* 2009;133:603-22.