

Evaluación de la precisión del índice del campo visual para el Analizador de campo visual Humphrey en pacientes con leve a Glaucoma moderado

RENE'E TALBOT, IVAN GOLDBERG Y PATRICK KELLY

OBJETIVO: Evaluar la precisión del índice de campo visual (VFI) del analizador de campo visual Humphrey en una población de pacientes con glaucoma de leve a moderado.

DISEÑO: Estudio de cohorte retrospectivo.

MÉTODOS: El estudio incluyó a 42 pacientes (61 ojos) con al menos 11 años de seguimiento y campos visuales automatizados (VF) anuales. Se excluyeron los pacientes con desviaciones medias \pm 20 dB. Se omitieron todos los campos no fiables (pérdidas de fijación \pm 20%, falsos positivos \pm 15%, falsos negativos \pm 33%). Las FV se dividieron en dos series de 5 años y los datos se analizaron con el nuevo software Humphrey Visual Field Analyzer. Los VFI proyectados para los primeros 5 años se compararon con los valores observados obtenidos en los últimos 5 años. Los campos poco fiables inicialmente excluidos se reintrodujeron en la serie (22 ojos) para crear una comparación.

RESULTADOS: Los VFI pronosticados fueron precisos con una sobrestimación media del deterioro de la FV del 1,37 % (IC del 95 %: L0,22 %, 2,96 %). De los valores previstos, el 95 % estaban entre L4,5 % y 5,2 % de los valores observados cuando el VFI previsto era \pm 90 %; y entre L13,8% y 20,5% cuando el VFI previsto era $<$ 90%. No se encontraron diferencias estadísticas entre las series confiables y no confiables (diferencia de medias del 0,09% [IC del 95%: L0,41%, 0,59%]).

CONCLUSIÓN: El nuevo software para el analizador de campo visual Humphrey proyecta un valor preciso para los pacientes cuando el VFI previsto es \pm 90%. Los médicos deben considerar las limitaciones del software, especialmente para aquellos pacientes con una mayor pérdida inicial de FV. (Am J Ophthalmol 2013;156:1272–1276. 2013 por Elsevier Inc. Todos los derechos reservados.)

La génesis del glaucoma sigue siendo enigmática. La presión intraocular (PIO) es uno de los únicos factores de riesgo que pueden modificarse para estabilizar esta enfermedad. Sin embargo, los niveles de PIO por sí solos no dictan las decisiones de gestión. El estado del campo visual es de suma importancia.

Desarrollado por Bengtsson y Heijl¹ para el analizador de campo visual Humphrey (HVFA) (Carl Zeiss Meditec, Dublin, California, EE. UU.), el análisis de progresión del glaucoma II tiene, en esencia, el índice de campo visual (VFI).

Esta es una medición global que enfatiza las sensibilidades del campo visual central y la pérdida focal como resultado del glaucoma. Utilizando una técnica de regresión lineal, el software calcula el porcentaje de visión perdida por glaucoma y predice la estabilidad o progresión de la pérdida del campo visual durante los próximos 5 años en función de los resultados de exámenes previos del campo visual. Estudiamos la precisión de estas predicciones en una población diagnosticada de glaucoma.

MÉTODOS

ESTE FUE UN ESTUDIO DE COHORTE RETROSPECTIVO. LOS PACIENTES LO HICIERON

No tuve contacto directo con el investigador y todos los datos fueron manejados de forma anónima. Todos los pacientes habían firmado un formulario de consentimiento para que sus datos clínicos pudieran utilizarse con fines de investigación y avance del conocimiento; Por lo tanto, el Comité de Ética del Servicio de Salud del Área Sureste de Sydney renunció a la necesidad de una aprobación formal. El estudio se ajustó a los principios de la Declaración de Helsinki.

En Eye Associates en Sydney, Australia, se seleccionaron al azar 834 historias clínicas de pacientes con glaucoma. Sus campos visuales fueron revisados y seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión: los pacientes debían haber tenido un mínimo de 11 años consecutivos de seguimiento, incluida al menos una prueba de campo visual automatizada anual realizada con el 30-2 o 24-2. Algoritmos Suecos de Umbral Interactivo (SITA) en el HVFA y no tener glaucoma avanzado determinado por una desviación media peor que -20 dB; Se incluyeron 42 pacientes (61 ojos). La mayoría de los pacientes cuyos historiales fueron revisados no fueron seleccionados porque los pacientes carecían del período de seguimiento requerido, los datos visuales no estaban disponibles para su revisión o tenían glaucoma avanzado.

Los datos del campo visual durante los 11 años de seguimiento se dividieron en los primeros 5 años y los últimos 5 años. Se eliminaron los campos visuales poco fiables; pérdidas de fijación $>$ 20%, tasas de falsos positivos $>$ 15% y tasas de falsos negativos $>$ 33%. Si el primer o último campo visual de una serie era poco fiable, se excluía al paciente, así como si había más de 1 campo visual no fiable en los primeros o últimos 5 años. El nuevo software HVFA

Aceptado para publicación el 25 de julio de 2013.

De Eye Associates, Unidad de Glaucoma, Sydney, Australia (IG); la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Sydney, Sydney, Australia (PK); práctica privada (RT).

Consultas a Rene'e Talbot, 209-1919 Riverside Drive, Ottawa, Ontario K1H 2A1; correo electrónico: renee.a.talbot@gmail.com

MESA. Características de los pacientes con glaucoma leve a moderado, que forman los grupos de datos confiables y no confiables en la evaluación de el índice del campo visual

Características	Confiable (n = 42, 61 ojos)	No confiable (n = 21, 22 ojos)
Edad Media	61	61
AV basal media*	0,05	0,12
AV final media	0,15	0,15
DM media basal (rango)	3,87 (+1,25 a 19,78) 4,94	4,01 (p1,01 a 19,78)
DM media final (rango)	(+1,50 a 19,89) 14 (33) 10	5,13 (p0,88 a 19,89)
Láser (% de pacientes)	(24)	6 (29)
Trabeculectomía (% de pacientes)		9 (43)
Número de ojos derechos	33	11
Número de ojos izquierdos	28	11
Mujeres (%)	21 (50)	10 (48)
Hombres (%)	21 (50)	11 (52)

MD ¼ desviación media en dB; VA ¼ agudeza visual.
 *Todas las agudezas visuales se presentan en logMAR.

analizó los datos de los campos de la primera mitad de la serie para generar una predicción. La predicción fue entonces en comparación con el resultado real evaluado durante el últimos 5 años. La ecuación de la regresión de Humphrey. La pendiente es patentada, por lo que para obtener un VFI preciso valor (un valor numérico que no se proporciona en el impresión), los histogramas se ampliaron para obtener una escala de 1 mm ¼ 1%. De forma enmascarada, cada histograma fue Medido dos veces para mayor precisión.

Determinar si las capacidades predictivas del software eran susceptibles a mayores fluctuaciones si no eran confiables. Los campos se incluyeron en el conjunto de datos, identificamos un subgrupo. de 21 pacientes (50%) (22 ojos) cuya serie completa incluyó una prueba poco confiable ya sea en el primero o en el segundo La mitad de la serie o ambas. Los datos de este grupo fueron en comparación con su propia contraparte más confiable. Los pacientes que se sometieron a trabeculoplastias con láser (argón o selectivo), procedimientos de filtrado quirúrgico, o ambos, para determinar si dichas intervenciones tenían algún efecto. efecto sobre la pendiente del análisis de regresión.

RESULTADOS

TODOS LOS ANÁLISIS SE REALIZARON UTILIZANDO SAS 9.1 (SAS INSTITUTE , Cary, Carolina del Norte, EE. UU.). Diferencias entre Los VFI observados y pronosticados se calcularon para cada paciente. Se analizó la precisión de cada valor predicho. trazando histogramas de las diferencias (datos no incluido), calculando un intervalo de confianza (IC) del 95% de la diferencia de medias, así como la construcción de parcelas de Bland-Altman con límites de concordancia del 95%. Los datos obtenidos de los subgrupos fueron sometidos a hipótesis pruebas y cálculo de los IC para identificar cualquier diferencia entre los siguientes grupos: (1) confiable versus no confiable; (2) quirúrgico versus no quirúrgico; y (3) láser versus ningún láser.

Todos los análisis estadísticos, incluidos los límites de acuerdo, consideraron las múltiples observaciones proporcionadas por 19 pacientes (45%) mediante el uso de modelos lineales mixtos.²

Las características de los pacientes que forman el confiable. y los grupos de datos poco fiables se describen en la [tabla](#). De De los 42 pacientes incluidos en el estudio, la mayoría (22 pacientes) tenían glaucoma primario de ángulo abierto; 8 pacientes tenían hipertensión ocular, 6 pacientes tuvieron diagnóstico de glaucoma primario crónico de ángulo cerrado, 5 pacientes tenían glaucoma secundario de ángulo abierto, y 1 paciente tenía normal Glaucoma por tensión. Hubo una ligera, no estadísticamente diferencia significativa entre lo previsto y lo observado valores para los 61 ojos incluidos en el estudio. Progresión se sobrestimó, en promedio, en un 1,37% (IC del 95%). [0,22%, 2,96%], P = 0,05), con el 95% de lo previsto Se encontró que los valores estaban entre un 12 % más bajos y un 9,3 % más altos. que los valores observados ([Fig. 1](#)). Dentro del grupo, 21 Los pacientes (22 ojos) requirieron la eliminación de campos poco fiables. de su serie antes de la evaluación. Esos campos poco confiables Posteriormente fueron reintroducidos en su conjunto de datos y analizados. utilizando los mismos métodos y comparándolos con sus propios datos fiables. Hubo poca alteración en la precisión de la modelo de predicción, con una diferencia media del 0,09% (95% IC [0,41%, 0,59%], P = 0,71) ([Fig. 2](#)).

Dentro de todo el grupo, 14 ojos se sometieron a trabeculoplastias con láser y 10 ojos a trabeculectomías quirúrgicas; 4 ojos se sometieron a tratamiento con láser y cirugía. Dadas estas intervenciones, se podría esperar que el Los valores previstos sobreestimarían el deterioro de el campo visual más extremadamente que en los ojos que habían no ha sido sometido a dicho tratamiento. Esto no fue así para el ojos en el subgrupo de tratamiento con láser, pero fue el caso para los ojos después de la cirugía. La diferencia media en la precisión de la predicción fue del 0,12% (IC del 95% [3,88%, 4,13%], P = 0,94) para ojos que se habían sometido a trabeculoplastias con láser en comparación con ojos que no. La diferencia media para el subgrupo de cirugía, en comparación con el grupo sin

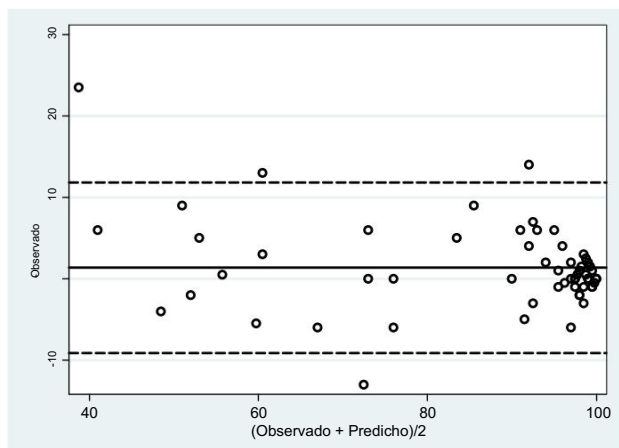


FIGURA 1. Diferencia entre lo observado y lo predicho. Valores del índice del campo visual en el grupo de pacientes con datos fiables. Se muestra el diagrama de Bland-Altman la diferencia entre el VFI observado menos el previsto VFI versus el promedio del VFI observado y previsto (n [61]). La línea horizontal sólida es la media de las diferencias. (y [1,37]). Las líneas discontinuas horizontales son los límites del 95% de acuerdo (y [L9.30 y y [12.03).

cualquier intervención quirúrgica, fue del 4,52% (IC del 95% [0,21%, 8,84%] P = 0,02). El grupo de cirugía demostró una mayor Valor de VFI superior al previsto.

La predicción era más precisa si el estimado pendiente de la predicción fue mayor que $-1,5\%/año$, o la El VFI previsto fue $> 90\%$, con el 95 % de los valores previstos esperado entre 7,2% y $\pm 7,2\%$ (rango, 14,4%), y 4,5% y $\pm 5,2\%$ (rango, 9,7%) del valor real VFI observado, respectivamente. Esta última predicción es dos veces Tan preciso como lo medido previamente con todos los conjuntos de datos. incluido. Sin embargo, si la pendiente fuera más negativa superior al 1,5% por año o el VFI previsto fue $< 90\%$, la precisión disminuyó considerablemente, con el 95% de los valores previstos para este último caso están dentro del 13,8% y $\pm 20,5\%$ del valor real (rango, 34,3%) (Fig. 3).

DISCUSIÓN

BENGTTSSON Y HEIJL1 CREARON EL VFI TRADUCIENDO

los valores umbral por debajo de lo normal identificados por el mapas de desviación de patrón en un porcentaje y calculando la media de esos valores. Se pone énfasis en la campo visual central, lo que refleja su importancia,³ con gradual resta importancia a medida que aumenta la excentricidad del campo. Se utilizan gráficos de probabilidad de desviación del patrón para identificar los puntos de sensibilidad por debajo de lo normal en ojos con desviaciones medias mejor que 20 dB, mientras que los gráficos de desviación total son utilizado para el mismo propósito cuando la desviación media es peor que 20 dB, porque en la enfermedad más avanzada;

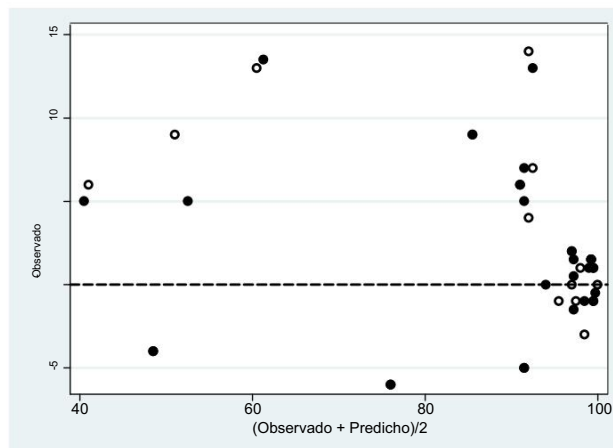


FIGURA 2. Comparación entre lo poco confiable y lo confiable conjuntos de datos en la evaluación del índice del campo visual en pacientes con glaucoma leve a moderado. Trama de Bland-Altman para el VFI predicho usando series no confiables (puntos negros) de 22 ojos, en comparación con el VFI previsto para los mismos 22 ojos obtenidos de sus series confiables (puntos blancos).

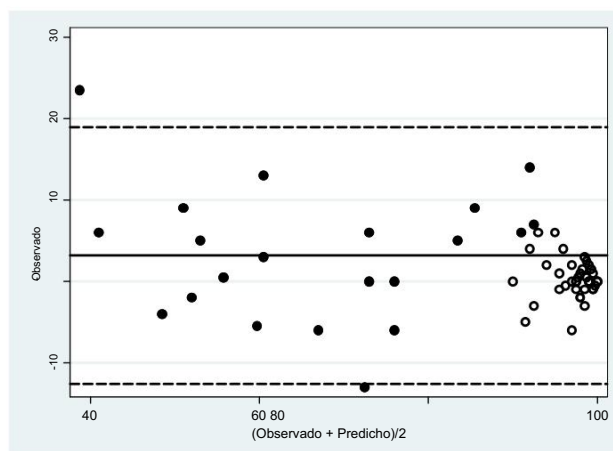


FIGURA 3. Comparación de la precisión de un campo visual previsto valor del índice de $\geq 90\%$ a un valor previsto que será $< 90\%$ en Pacientes con glaucoma leve a moderado. Trama de Bland-Altman.

Los puntos negros representan los ojos donde se encuentran las puntuaciones VFI previstas, menos del 90% (n [21]) y los puntos blancos son aquellos con un valor previsto del 90% o más (n [40]). La horizontal sólida la línea es la media de las diferencias (y [3,36]); la horizontal Las líneas discontinuas son los límites de acuerdo del 95% (y [L13.8 y y [20.5] basado únicamente en aquellas observaciones con un pronóstico VFI inferior al 90%.

Los gráficos de desviación del patrón subestiman el campo visual. pérdida.⁴ En nuestro estudio, excluimos a los pacientes con media desviaciones peores que 20 dB; por lo tanto, sólo el patrón Se utilizaron gráficos de probabilidad de desviación para generar predicciones. En un estudio realizado por Rao y asociados, el efecto de la avanzada Se evaluó la enfermedad en el VFI. Como la desviación media cruzó el umbral de 20 dB, un amplio rango en declive

del VFI, que oscilaba entre el 3% y el 33%.⁵ Un resultado similar En nuestro estudio se obtuvo un rango de variabilidad (34,4%) cuando el VFI previsto era <90%. Sin embargo, la precisión de la predicción fue excelente cuando el VFI fue >_90%.

Para determinar si los campos no confiables interrumpieron la exactitud del software, formamos un control interno grupo; resultó que no era el caso. esto fue importante porque sería una tarea considerable eliminar campos que no cumplían criterios estrictos antes del análisis por parte del Modelo de regresión. Además, la eliminación de datos poco fiables campos prolongarían el tiempo necesario para detectar y cuantificar la progresión de forma fiable.⁶ Sólo 1, con un máximo de 2 campos visuales, no fue confiable en el grupo de comparación. El efectos de campos consistentes y poco confiables en el software La capacidad de predecir un valor exacto no ha sido determinada.

Además de los índices de confiabilidad utilizados como exclusión criterios, se excluyeron los campos de umbral completo. Aunque el El software fue diseñado específicamente para HVFA SITA. Algoritmos 30-2 y 24-2,¹ permite campos de umbral completo para ser utilizado como línea de base y posteriormente como exámenes de seguimiento. No fueron permitidos en el análisis si no se incluyeron como 1 de los 2 campos de referencia. Este criterio de selección limitó a nuestros candidatos a aquellos con al menos exámenes anuales del campo visual a partir de 1997 porque este fue el período de transición del umbral total a SITA estrategias. Por lo tanto, los exámenes de referencia en el Los conjuntos de datos de los pacientes no son necesariamente sus primeros campos visuales. Los exámenes de umbral completo permiten un mayor rango de variabilidad en cada ubicación de prueba en comparación con el algoritmo estándar de SITA. Este último puede ser más capaz de detectar cambios patológicos antes porque los primeros clasificarían la misma reducción en la sensibilidad como "variabilidad normal" .

¿Las pruebas estándar como seguimiento de los campos visuales anulan la progresión? Cuando Budenz y sus colegas⁸ compararon el campo defectos utilizando los algoritmos SITA Fast, SITA estándar y de umbral completo, los defectos del campo visual fueron mayores pero menos profundo con el estándar SITA en comparación con los algoritmos de umbral completo; no se encontró diferencia entre SITA rápido y de umbral completo para el tamaño del escotoma. Había una diferencia significativa en la profundidad del escotoma entre los algoritmos SITA y los algoritmos de umbral completo; el último produjo un defecto de campo más denso.⁸ Se debe tener cuidado al comparar resultados de 2 algoritmos diferentes. Él Puede ser mejor obtener nuevas mediciones de referencia cuando cambiar a los algoritmos SITA desde los algoritmos de umbral completo.^{1,8}

Todos los pacientes tenían al menos 4 campos visuales por serie (5 iniciales años y últimos 5 años). Este es un campo más que el que hay. requerido por el software para generar una predicción. El

El número de puntos de datos disponibles es importante cuando se trata de datos lineales. Se utilizan modelos de regresión.^{3,6,9,10} Cuando se obtienen más datos disponible, el valor pronosticado será más preciso.⁶

Chauhan y colegas¹¹ sugirieron que al menos 6 visuales Se necesitan campos durante un período de 2 años para detectar progresión de forma fiable. Además, como desempeño del paciente puede diferir para cada prueba; La fluctuación a largo plazo debe ser monitoreado. La variabilidad se correlaciona con el número de campos visuales necesarios para detectar la progresión; cuanto menor sea la variabilidad, menor será el número de FV necesarios para detectar cambio.^{3,6,10–12} En nuestros datos, el análisis de regresión lineal sobreestimó ligeramente la progresión del campo visual en general, un descubrimiento que Rasker y asociados⁹ también hicieron cuando Se analizaron datos colectivos de sus pacientes con progresión y regresión lineal significativa. Esta conclusión fue también alcanzado por Bengtsson y asociados al analizar su nuevo software.¹³ Esta sobreestimación no fue clínicamente importante cuando nuestros conjuntos de datos totales se consideraron como entero. Sin embargo, cuando los pacientes con mayor campo visual pérdida se separaron de aquellos con menos pérdida, el software mostró menos precisión para el primer grupo y permitió un mayor margen de error; con un rango del 34%. Límites similares Bengtsson y sus colegas encontraron diferencias de precisión cuando El 70% de los VFI previstos por sus pacientes estaban dentro del 6-10% de los valores observados y el 3% de las predicciones de sus pacientes diferían en >_50%.¹³

La pérdida visual glaucomatosa no siempre progresa de forma lineal; Se ha demostrado progresión episódica.^{9,14} A El modelo de regresión lineal puede no ser el método ideal para predecir cambios futuros en este grupo de pacientes, por lo que tal vez un análisis de regresión no lineal o lineal por partes podría se adaptan mejor a este tipo de datos.¹⁵ El cambio del glaucoma El análisis de probabilidad demostró ser mejor para detectar progresión episódica en un estudio que la comparó con la regresión lineal puntual.⁶ Además, la regresión lineal falló para detectar progresión en el 25% de los pacientes en 1 estudio.⁹

No existe un método perfecto para predecir con precisión la progresión del campo visual en todos los pacientes con glaucoma. Es importante recordar que muchas variables confunden la resultados generados por software informático, especialmente cuando el comportamiento humano está involucrado. Adherencia de los pacientes a la medicación, asistencia a la clínica, desempeño en el campo visual. pruebas y los patrones de progresión no se pueden predecir o estandarizado. La precisión del nuevo software HVFA es mayor para pacientes cuyos índices de campo visual no son Se espera que avance por debajo del 90% y la precisión disminuye. cuando el VFI previsto es menor. De todos modos, para muchos pacientes, es una herramienta útil cuando se trata de monitorear progresión del glaucoma; está demostrando ser una imagen poderosa ayuda y referencia para los pacientes para que puedan comprender la estados de sus campos visuales y cualquier cambio a lo largo del tiempo.

TODOS LOS AUTORES HAN COMPLETADO Y PRESENTADO EL FORMULARIO ICMJE PARA LA DIVULGACIÓN DE POSIBLES CONFLICTOS DE INTERÉS, y se informó lo siguiente. La financiación para nuestro análisis estadístico fue proporcionada por Glaucoma Australia, que es una organización benéfica no profesional registrada. El Dr. Goldberg tiene recibió pago por conferencias de Alcon Laboratories y Pfizer; es consultor de los laboratorios Alcon, Allergan y Forsight; ha recibido el pago por el desarrollo de programas educativos de Alcon y Allergan; y es miembro del consejo asesor de Alcon, Allergan, Merck y Pfizer. doctor kelly

recibió pago por el análisis estadístico. Diseño y realización del estudio (RT, IG); Recolección de datos (RT); Gestión de datos (RT, IG); Análisis de datos (PK); Interpretación de datos (RT, PK, IG); Preparación de manuscrito (RT, IG); y Revisión del manuscrito (RT, IG).

REFERENCIAS

1. Bengtsson B, Heijl A. Un índice de campo visual para el cálculo de la tasa de progresión del glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2008;145(2): 343–353.
2. Carstensen B, Simpson J, Gurrin LC. Modelos estadísticos para evaluar la concordancia en estudios de comparación de métodos con mediciones replicadas. *Int J Biostat* 2008;4(1):1–26.
3. Heijl A, Bengtsson B, Chauhan BC, et al. Una comparación de los criterios de progresión del campo visual de 3 ensayos principales de glaucoma en pacientes de ensayos con glaucoma manifiesto temprano. *Oftalmología* 2008; 115(9):1557–1565.
4. Amalich-Montiel F, Casas-Llera P, Muñoz-Negrete F, Rebolleda G. Rendimiento del software de análisis de progresión del glaucoma en una población con glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2009;274(3):391–397.
5. Rao H, Senthil S, Choudhary N, et al. Comportamiento del índice del campo visual en el glaucoma avanzado. *Invierta Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54(1):307–312.
6. Nouri-Mahdavi K, Hoffman D, Ralli M, Caprioli J. Comparación de métodos para predecir la progresión del campo visual en el glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2007;125(9):1176–1181.
7. Bengtsson B, Heijl A. Comparación de la importancia y la magnitud de los defectos visuales glaucomatosos utilizando SITA y estrategias de umbral completo. *Acta Ophthalmol Scand* 1999;77(2):143–146.
8. Budenz D, Rhee P, Feuer W, et al. Comparación de defectos glaucomatosos del campo visual utilizando el umbral completo estándar y Algoritmos de umbral interactivos suecos. *Arch Ophthalmol* 2002;120(9):1136–1141.
9. Rasker M, van den Enden A, Bakker D, Hoyng P. Tasa de pérdida del campo visual en el glaucoma progresivo. *Arch Ophthalmol* 2000;118(4):481–488.
10. Casas-Llera P, Rebolleda G, Muñoz-Negrete F, et al. Tasa de índice de campo visual y análisis de progresión del glaucoma basado en eventos : comparación en una población con glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2009;93(12):1576–1579.
11. Chauhan BC, Garway-Heath DF, Goni FJ, et al. Recomendaciones prácticas para medir las tasas de cambio del campo visual en el glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2008;92(4): 569–573.
12. Nouri-Mahdavi K, Caprioli J, Coleman A, et al. Regresión lineal puntual para la evaluación de los resultados del campo visual y comparación con los métodos de estudio avanzados de intervención en glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2005;123(2):193–199.
13. Bengtsson B, Patella VM, Heijl A. Predicción de la pérdida glaucomatosa del campo visual mediante extrapolación de tendencias lineales. *Arch Ophthalmol* 2009;127(12):1610–1615.
14. Mikelberg F, Schulzer M, Drance S, Lau W. La tasa de progresión de los escotomas en el glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1986;101(1):1–6.
15. Montgomery D, Peck E, Vining GG. Regresión y construcción de modelos. En: Bloomfield P, et al., eds. *Introducción al análisis de regresión lineal*. 3.ª edición, Nueva York: Wiley, 2001:1–6.