

Perimetría computadorizada no estandarizada

Unstandardized Computed Perimetry

Andrés Queupumil Rodríguez^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-1539-6701>

Liamet Fernández Argones¹ <https://orcid.org/0000-0002-8155-5475>

Francisco Yunier Fumero González¹ <https://orcid.org/0000-0002-5300-2216>

Isabel Obret Mendive¹ <https://orcid.org/0000-0003-3826-0919>

Melinda Morel Pérez¹ <https://orcid.org/0000-0001-8467-5053>

¹Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: anquero123@gmail.com

RESUMEN

La perimetría tradicional estándar es la base de la introducción de innovaciones no convencionales, que continúan considerándola como punto de referencia para comparar su eficiencia y señalar sus desventajas. Aunque la mayoría de estas contribuciones se centran en el glaucoma, también existen informes significativos sobre resultados satisfactorios en otras enfermedades. El propósito de esta revisión es abordar la tendencia emergente de las pantallas y monitores de última generación que se integran con las computadoras. Estos avances resaltan la accesibilidad mejorada, la introducción de nuevos equipos y la incorporación de nuevos pasos, variables y grupos etarios. La búsqueda de información se concentró en la literatura publicada en línea, especialmente en inglés, de los últimos 5 y 17 años. En total, se identificaron y recuperaron 24 artículos: 17 de los últimos cinco años y 7 de los últimos 17 años. Se registraron 18 tecnologías diferentes que compararon sus resultados con la perimetría estándar. Estas tecnologías se

clasificaron, para los propósitos del estudio, en dos categorías: aquellas basadas en computadora (en línea y fuera de línea) y aquellas asistidas por el monitor y acopladas a simulación.

Palabras clave: perimetría; glaucoma; pantalla por computadora.

ABSTRACT

Standardized traditional perimetry is the basis for the introduction of unconventional innovations, which continue to be considered as a benchmark to compare its efficiency and point out its disadvantages. Although most of these contributions focus on glaucoma, there are also significant reports of successful results in other diseases. The purpose of this review is to address the emerging trend of state-of-the-art screens and displays integrated with computers. These advances highlight improved accessibility, the introduction of new equipment, as well as the incorporation of new steps, variables and age groups. The search for information focused on the literature published online, especially in English, between the last 5 to 17 years. A sheer number of 24 articles were identified and retrieved, 17 from the last 5 years and 7 from the last 17 years. Eighteen different technologies were identified, whose results were compared to those of standardized perimetry. These technologies were classified, for the purposes of the study, into two categories: computer-based (online and offline), or display-assisted and simulation-coupled.

Keywords: perimetry; glaucoma; display by computer.

Recibido: 23/11/2022

Aceptado: 13/01/2023

Introducción

Para el 2040 se calcula que habrá más de 110 millones de personas con glaucoma en el mundo.⁽¹⁾ Debido a que su progresión es lenta y asintomática, predomina el diagnóstico en etapas avanzadas; lo que contribuye al desgaste económico en los

sistemas de salud de naciones de altos y bajos ingresos. La evaluación del campo visual (CV), después de la pandemia de COVID-19, vive un renacer de técnicas actuales y previamente documentadas acerca del uso de los ordenadores, que pueden ser útiles en sitios con difícil acceso a los estándares de oro.

La campimetría moderna nació con los trabajos de Goldman, que estandarizaron los tamaños e intensidades de los estímulos.⁽²⁾ La comprensión de los supraumbrales y la fijación produjo métodos como el Heijl-Krakau (H-K) que muestra estímulos brillantes alrededor de la mancha ciega (MC) para identificarla por la no percepción de estos. Sus errores se convirtieron en un índice de precisión (que incrementa el tiempo de la prueba, que puede obviarse en sujetos normales) y afecta la detección glaucomatosa.⁽³⁾ Además de la pérdida de la fijación, también se introdujeron conceptos estadísticos como falsos positivos (FP) y negativos (FN). La perimetría automatizada agrega el término estándar (SAP de *Standard Automatic Perimetry*) a su modo de presentación acromático (o blanco sobre blanco) en los años ochenta. Entre sus desventajas se encuentran: depender de un operador-calificado, mantenimiento costoso, dificultad en ancianos y aquellos con enfermedad cervical para reclinarse, contraindicada en claustrofobia y ansiedad, aerosoles acumulados en el equipo, artefactos inducidos por la mascarilla⁽⁴⁾ y es poco fiable en menores de ocho años de edad.⁽⁵⁾ Esta campimetría está dominada comercialmente por las compañías Zeiss (Octopus) y Haag Streit (Humphrey), respectivamente. Otro equipo reportado es el Medmont MM700. Estos modelos tradicionales son grandes, costosos y usan la computadora como fuente de los estímulos que se proyectan en otro dispositivo.

Se llaman estrategias a las técnicas que miden la sensibilidad diferencial luminosa (SDL) en diferentes puntos. Heijl desarrolló el programa Swedish Interactive Thresholding Algorithm (del SITA) del Humphrey (HFA), el cual es el algoritmo más representativo del SAP. En la actualidad se encuentra en su 4.^a versión (*30-2 Full Threshold, 24-2 Standard, 24-2 Fast y 24-2 Faster*);⁽⁶⁾ debido a que existen pacientes que presentan una pérdida estructural previa a la funcional detectada con el SAP.

Se continúa con la discusión formal sobre otras técnicas para la detección precoz. Cabe destacar las que se enfocan en la vía magnocelular: FDT (*Frequency-Doubling Technology*) y FDF (*Flicker Defined Form*).⁽⁷⁾ FDT puede acoplarse a un perímetro en específico (*Frequency-Doubling Perimetry*)⁽⁸⁾ y es menos afectada por los errores refractivos. La mayoría de las técnicas son umbrales, con intensidades del estímulo que deben ser correctamente detectadas en el 50 % de las ocasiones. Las técnicas supraumbrales por ende se usan para calibración y revelan de baja sensibilidad en el paciente por diferentes causas.

La incorporación de las pantallas digitales cambia el paradigma de proyección de los estímulos estandarizados por Goldman para las tecnologías SAP. En estas últimas el método de proyección analógico de estímulos es en la cúpula, lo cual cuestiona la totalidad de la automatización del proceso. La proyección de estímulos a través de las pantallas digitales la automatizan completamente; las que se han perfeccionado desde la tecnología de monitores CRT (*cathode-ray tube*) hacia las pantallas LCD (*liquid-crystal display*), que son el fundamento de la mayoría de equipos digitales, en los que se practica la psicofísica de la visión fotópica.⁽⁹⁾ Sus distintas marcas y modelos hacen heterogénea su calibración, por lo que algunos autores han propuesto modelos con fotómetro incluido para estas pruebas.⁽¹⁰⁾

La calidad de los reportes clínicos con nuevas tecnologías campimétricas se gradúan bajo los 25 criterios de las guías STARD (Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy) y los 14 criterios de la herramienta QUADAS (Quality Assessment Tool for Diagnostic Accuracy Studies).⁽¹¹⁾ La mayoría de las tecnologías alternas comparan sus resultados contra el SITA, en un intento de alcanzar la validación de su programa.

El propósito de esta revisión es abordar la tendencia emergente de las pantallas y monitores de última generación que se integran con las computadoras.

Métodos

Se hizo una búsqueda en Google académico con las siguientes palabras clave en idioma inglés: *perimetry, screen, computer, laptop, monitor, portable*. Se incluyeron

estudios que comparasen sus resultados con alguna perimetría estándar, se excluyeron las perimetrías asociadas exclusivamente a cúpula. Se encontraron 18 tecnologías diferentes, con hasta 17 años de haberse reportado.

La siguiente sección clasifica los resultados por disponibilidad (descargables o en línea y fuera de línea) en la computadora, por el uso de una pantalla (computadora u otros) para la proyección de estímulos y su combinación con la realidad virtual. No todas son reproducibles por alto costo o falta de información.

Perimetrías no estandarizadas

Perimetrías basadas en computadora fuera de línea

Alfa Omega Vision ApS. Programa para ordenador portátil con dos estrategias estáticas; creado por Han y Jensen y probado en un ambiente clínico en Dinamarca contra el *Octopus*. Hace el control de la fijación de manera manual (mano-ojo) a través del ratón de la computadora y la fijación con un método similar al H-K. El programa de presentación de estímulos refiere a derechos reservados por lo que no está disponible.⁽¹²⁾

Simfield. Es un algoritmo de computadora estático con base de color que permite ajustar la pantalla, con un solo reporte de la Universidad de Chicago. Señala acertadamente la debilidad de este tipo de perimetrías al proponer un reclinator para estabilizar la fijación. Sus “resultados exitosos” para la evaluación precoz del glaucoma son cuestionables debido a que no hay posibilidad de replicar los resultados al no estar disponible.⁽¹³⁾

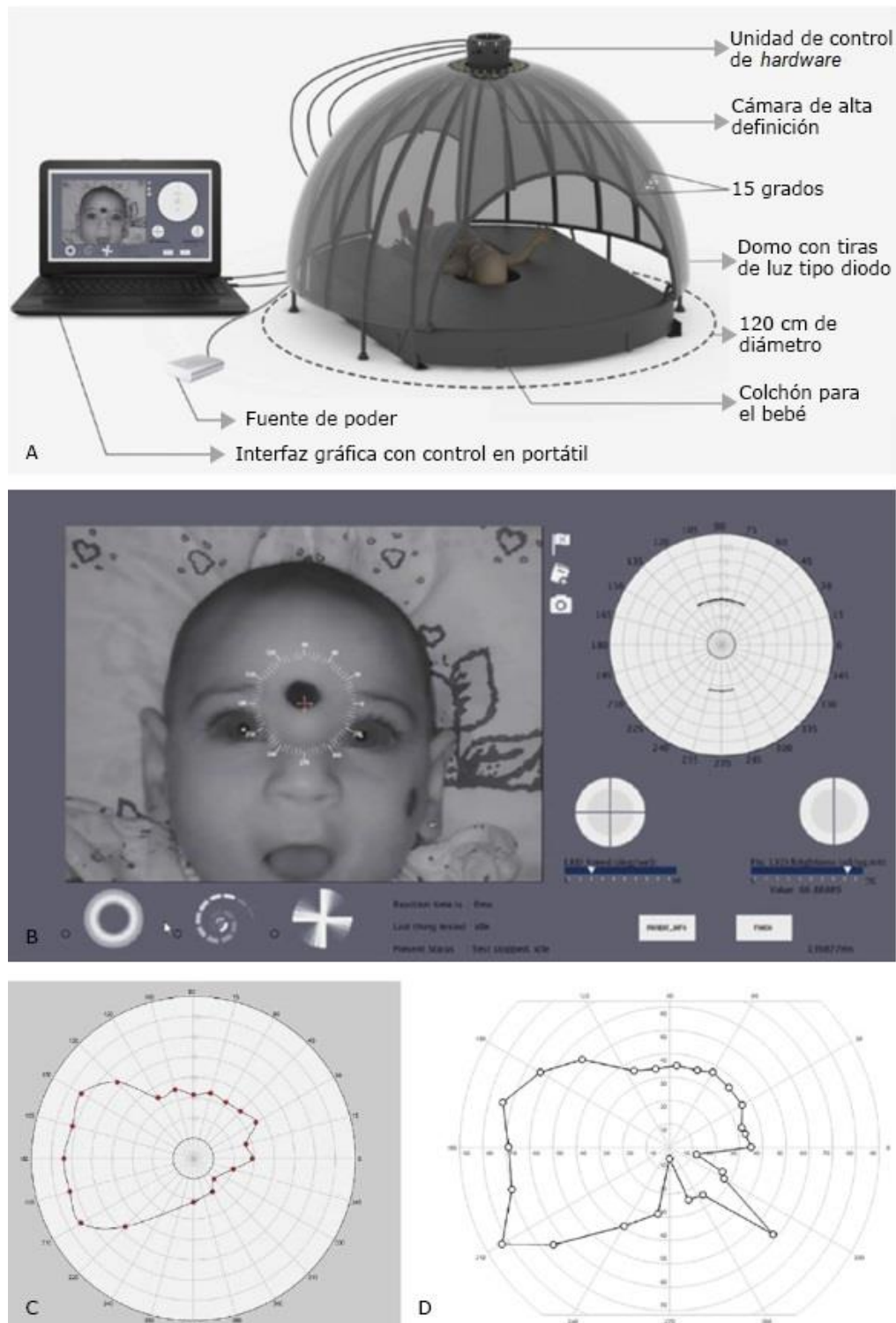
Damato Multifixiation Campimetry Online (DMCO). Algoritmo de tres versiones desarrollado para la computadora que señala, acertadamente, la debilidad de este tipo de perimetrías al proponer un reclinator para estabilizar la fijación sobre la base de los trabajos clínicos previos de Damato [Oculo-Kinetic Perimetry (OKP)] que propuso evaluar la SDL con movimientos oculares en lugar de testear estímulos umbrales. Hasta el 2019 el grupo danés de Olsen lo probó de manera efectiva contra

el SITA con posibilidades de mejora en la sensibilidad. También mostró buenos resultados en los desórdenes neurológicos. Usaba un reclinator e instrucciones verbales que daba el sitio durante la prueba.⁽¹⁴⁾ En la actualidad carece de financiación y no está disponible.

Perimetría en proyector. Algoritmo para computadora (montado en un proyector Epson) sin nombre comercial o de investigación, desarrollado por Brouzas. Es notable su contribución debido a que demuestra que una estrategia estática similar al SITA tiene buenos resultados fuera del equipo tradicional. Esta alternativa tiene debilidades tales como que carece de disponibilidad del programa utilizado. El estudio no refiere la distancia de trabajo; pero si de la computadora a la pared (dato no relevante); suponemos que es cercana por la fotografía que muestra y hecha en condiciones de oscuridad. Refiere el desarrollo posterior de potenciales modelos para distancias de trabajo más cortas.⁽¹⁵⁾

Peristat Online Perimetry (POP). Es una estrategia estática supraumbral acromática. Está diseñada para que el paciente tome la prueba en línea con la autorización de su médico. Se ha comparado contra el SITA con buenos resultados para detectar glaucoma moderado y avanzado. Su debilidad son las cataratas.⁽¹⁶⁾ Aunque está en línea y es gratuito, la forma de presentación lo restringe a su país; de manera que se refiere como no disponible.

Pediatric Perimeter. Prototipo patentado en la India con un domo hemisférico de 120 cm de diámetro que emite estímulos con luz tipo LED (*light emitting diodes*), que son controlados a través de una computadora (fig. 1) con una estrategia híbrida (estática-dinámica) con estímulos de color, hecho en posición supina y en condiciones de oscuridad, a través de un rastreador ocular (ET eye tracker) que mide tiempo de reacción para cuantificar el CV y detectar defectos visuales gruesos (hemiapnosias y cuadrantopsias). Está enfocado en infantes con “necesidades especiales”. La validación se realizó con adultos (normales y glaucomatosos) en el HFA cinético.⁽¹⁷⁾



Fuente: Satgunam, 2017.⁽¹⁷⁾

Fig.1 – Pediatric Perimeter. A) Domo con rastreador acoplado a portátil, B) interfase del programa, C) caso con glaucoma, D) mismo caso en Humphrey.

Perimetrías basadas en computadora en línea

High-Pass Resolution Perimetry (HPRP) – Ophthimus. También llamada perimetría en anillo, es una técnica estática desarrollada en los ochentas, en Suiza por Frisén, para evaluar la retina central, con mayor densidad de células ganglionares “P”. A diferencia del SAP varía el tamaño del estímulo (anillos brillantes con franjas oscuras) y no la luminiscencia. Se hace a través de una computadora con el programa Ophthimus (Visumetrics/HighTech Vision). Su método de fijación usa restrictor y se ayuda de un mensaje de texto para el control de la mirada en la prueba. Existen estudios que la igualan al SAP y otros que la refieren como menor, sin alcanzar un éxito considerable. Las versiones anteriores a la 3.^a refieren estar disponibles en línea para Windows.⁽¹⁸⁾

RareBit Perimetry (RBP). Estrategia dinámica desarrollada y creada con base en la anterior con un par de microestímulos brillantes y aleatorios (*rarebits*) en un fondo oscuro para identificar la funcionalidad remanente de las células ganglionares. Localiza espacios pequeños en la matriz retinal neuronal, que el estímulo Goldman III no es capaz de hacer por su tamaño. Funciona en computadora con el sistema Windows. Contiene dos programas: RBP y RFT (*Rarebit Fovea Test*). El primero puede llegar a evaluar hasta los 60°, el segundo evalúa la fóvea central a 4°. ⁽¹⁸⁾ Además de su contribución a la detección del glaucoma, tiene buenos resultados en hemianopsias, la DMAE (degeneración macular asociada a la edad) y pediátricos.

Moorfield’s Motion Displacement Test (MMDT). Programa para computadora desarrollado por el Hospital Moorfield’s con un patrón en líneas verticales resistente a la visión borrosa, por lo que no es necesaria la corrección óptica. Ofrece dos estrategias: ESTA (*Enhanced Supra-Threshold Strategy*) que dura 90-120 segundos por ojo y es usada para la detección en población abierta; y WEBS (*Weighted Binary Search Threshold Strategy*) con 5 min por ojo y usada en ambiente nosocomial. Los parámetros de la primera son capaces de calcular el daño real con el índice GPTD (*Global Probability of True Damage*). Debido a que su configuración es en movimiento, justifica la detección del glaucoma temprano. Es uno de los pocos

programas que ha participado en un ensayo clínico, ⁽¹⁹⁾ y se reporta con buena sensibilidad contra el SAP, FDT y FDF.⁽²⁰⁾ Su disponibilidad según los reportes académicos es con fines de investigación.

Specvis: Es un *software* de Java creado en Varsovia por el polaco Dzwiniel, disponible para computadora y validado con el perímetro estático Medmont MM700 en glaucoma, retinitis pigmentaria y accidente vascular cerebral. El programa es capaz de dar instrucciones verbales y tiene un sistema ET. Refiere usar un restrictor (reclinador) y el teclado; sugiere condiciones de oscuridad y arreglar los parámetros de luminiscencia para cada computadora. Da posibilidad de configurar las formas y tamaño del estímulo. Refiere que es más eficiente usar dos dispositivos para monitorizar mejor al paciente.⁽²¹⁾ Ponerlo en práctica exige conocimientos en lenguaje de programación.

Online Circular Contrast Perimetry (OCCP). Sitio web para computadora reportado por el director de la empresa australiana Eyeonic e investigador en glaucoma Skalicky. Usa los patrones de la perimetría pulsar, que son circulares parpadeantes (*flickers* blanco-negro) presentados en un fondo de color. En la metodología hace hincapié en cuidar la luminaria de la computadora usando un fotómetro. Refiere tener buenos resultados contra el SAP en glaucoma.⁽²²⁾

Otras perimetrías en computadora en línea

Algunos programas permanecen en línea, son descargables y no tienen validación para glaucoma:

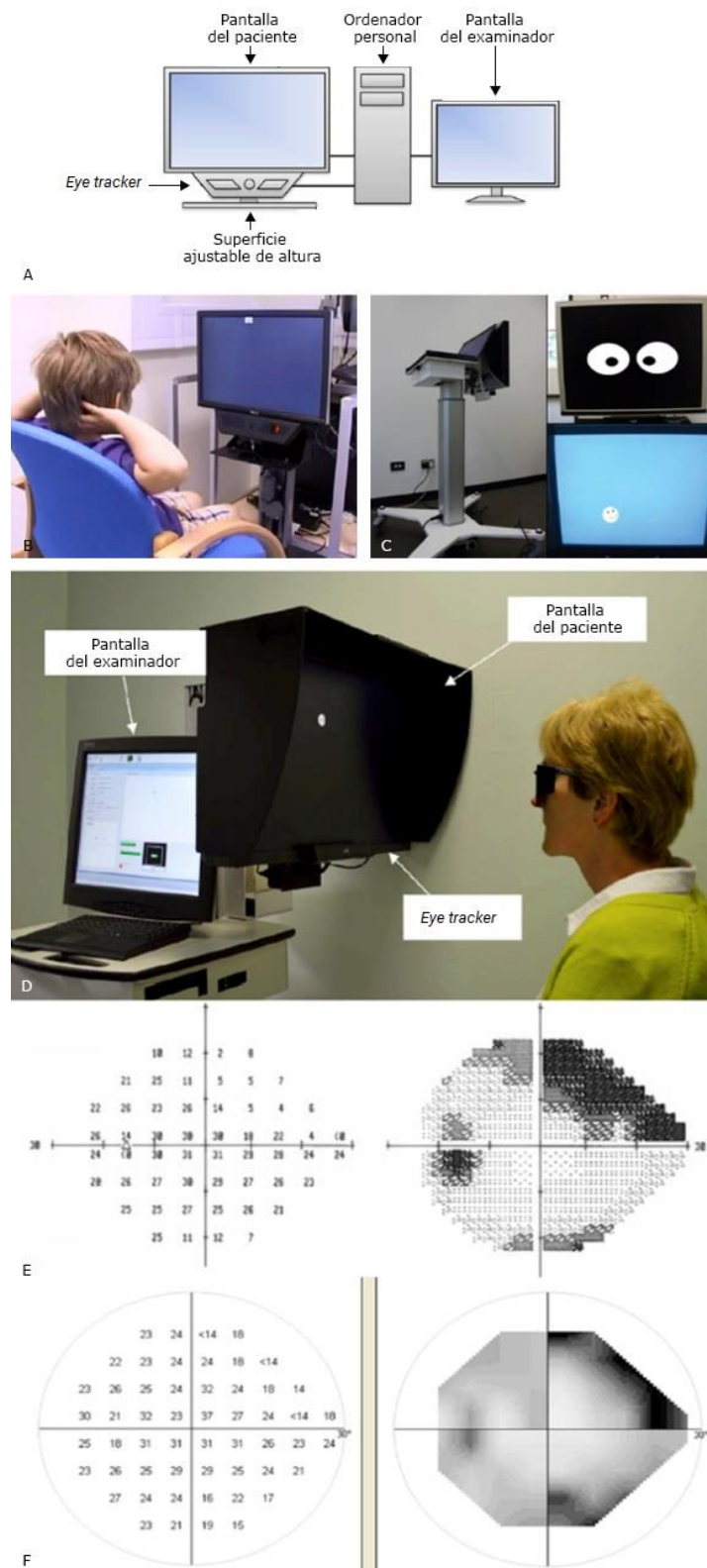
- EyeScream (programa gratuito para glaucoma sin reportes de validación),
- NovaVision (pesquisa de pérdida de la visión posterior a daño cerebral),
- Computerized Visual Field Test (c-VFT) (programa para detección visual validado contra el HFA sin uso en glaucoma) a través del programa PsychoPy,

- Read-Right (test de hemianopsia validado contra el HFA y parte del concepto de terapia restitutiva visual). Este revisor también abunda en el *software* libre para ET.⁽²³⁾

Perimetrías asistidas por monitor

CU-VF. Programa estático para computadora con el sistema Windows con proyección de estímulos a un monitor presentados en un fondo negro con pausas aleatorias capaces de detectar FP y FN. Ha dado buenos resultados contra el SAP para detectar las hemianopsias.⁽²⁴⁾

Perimetría opto-cinética de vectores sacádicos (POVS) – i2Eye. Sistema que comprende un algoritmo para computadora (*software*), monitor LCD y un ET que responde a estímulos periféricos de la mirada. Se basa en la perimetría en movimiento de Damato y Mutlukan (OKP en monitor, dependiente del *mouse*)⁽²⁵⁾ y los algoritmos de seguimiento de Murray (SVOP, *Saccadic Vector Optokinetic Perimetry*) que patentó el primer modelo (i2Eye); esta tecnología elimina la necesidad del botón-respuesta (pieza de mano, PM) (fig. 2).⁽⁵⁾ Líneas enfocadas en los problemas de fijación, atención y concentración en los niños sometidos al SAP; también llamada perimetría pediátrica amigable (PPA) porque en su primera versión (SVOP v1) usaba estrategias supraumbrales y sin restricción que facilitan el movimiento cefálico para mantener la fijación y poder comparar contra el estándar. Sigue dependiendo de calibración antes de la prueba, que puede fallar en el nistagmo y los niños con glaucoma. Su ET (dependiente del reflejo corneal y margen pupilar) pierde calidad con ojo seco, espejuelos, pupila irregular, nistagmo y maquillaje.⁽²⁶⁾

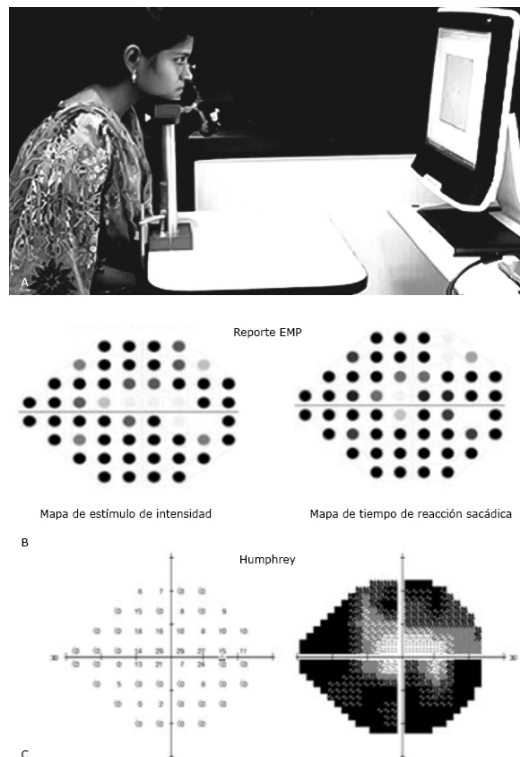


Fuente: Murray ,2016⁽⁶⁾ y 2017⁽²⁷⁾ y Simkin, 2019.⁽²⁶⁾

Fig. 2 - A) Sistema SVOP, B) niño en prueba, C) SVOP enfocado en monitor y mesa ajustable, D) sistema en adultos, E) paciente con glaucoma en Humphrey, F) mismo paciente en SVOP.

El grupo de Murray, MacTrusty y Perpederis reportan una versión posterior (SVOP v2) para adultos (fig. 2) con una estrategia umbral, que incrementa el tiempo de la prueba por la importancia que tiene calibrar la visión. Este reporte sí habla de hacerlo en condiciones de oscuridad, a diferencia de las pruebas en niños. Tiene buena sensibilidad contra el SAP.⁽²⁷⁾ Estas pruebas no tienen como variable la pérdida de la fijación, sino que esta conduce la prueba.

Perimetría de movimiento ocular (PMO). Desarrollado por Mazumdar, Meethal y Pel de la India (EMP, *eye movement perimetry*) a través de los movimientos oculares sacádicos (MOS) y el tiempo de reacción sacádica (SRT: *saccadic reaction time*) (fig. 3), el cual ha demostrado estar incrementado/retrasado en el glaucoma y las cataratas avanzadas.⁽²⁸⁾ Se evalúan con estímulos periféricos (proyectados en un monitor que incluye un ET); pero en un fondo de color iniciando con estímulos sub hacia supraumbrales y el uso de un restrictor a diferencia del SVOP; dando respuestas binarias (visto o no visto) para hacer el mapa de umbrales, que muestra buenos niveles de concordancia con el SAP⁽²⁹⁾ y FDP⁽⁸⁾ en el glaucoma.

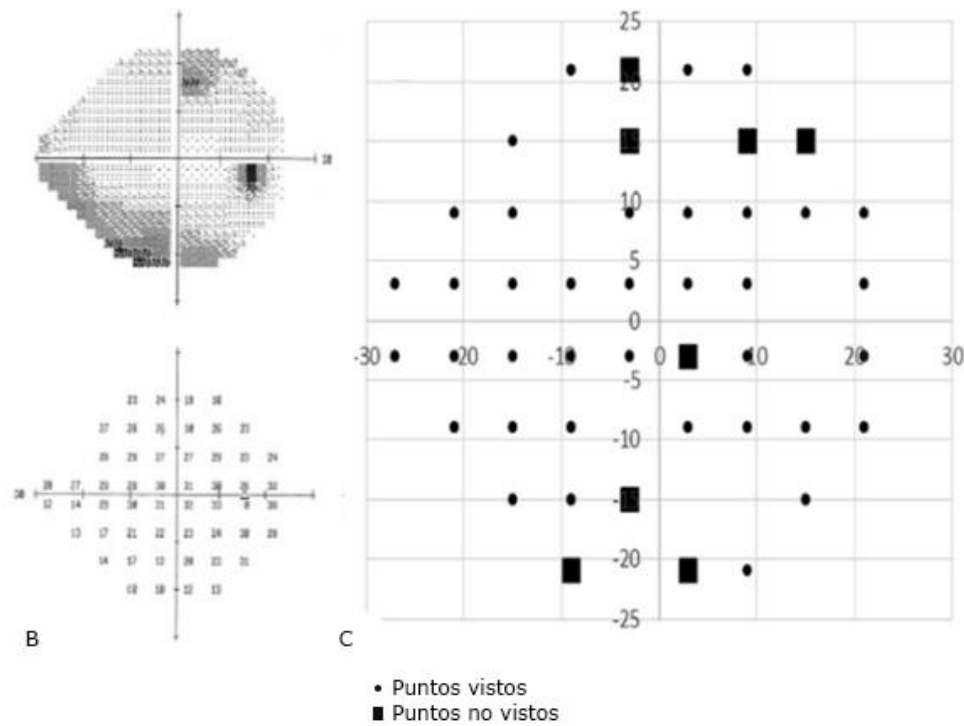
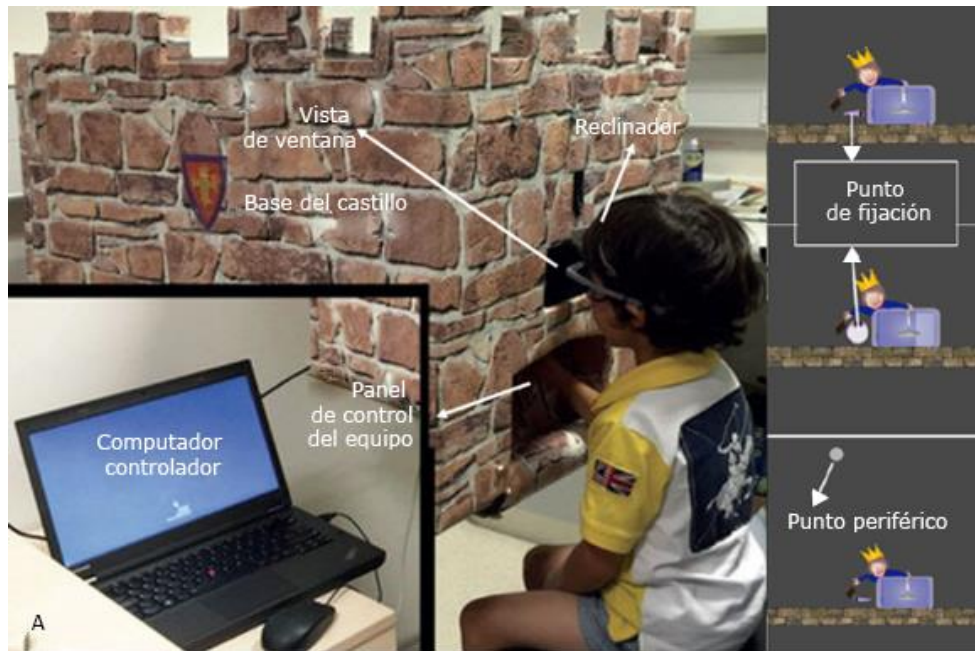


Fuente: Mazumdar, 2020⁽²⁹⁾ y Meethal, 2019.⁽⁶⁾

Fig. 3 - Perimetría de movimiento ocular (PMO). A) Sistema EMP con reclinador, B) reporte del equipo con dos mapas en paciente con glaucoma, C) comparación contra Humphrey.

Eyecatcher. Programa para computadora acoplado al algoritmo ZEST (Zippy Estimation by Sequential Test/Threshold) asistido por monitor LCD EIZO CG277, con ET y código disponible de manera gratuita para replicar. No usa restrictor ni necesita dar detalles verbales al paciente para la prueba. Su primera versión usaba una estrategia supraumbral (versión portable para tableta). Debido al peso que da a la calibración de la luminiscencia usa un monitor con fotómetro,⁽¹⁰⁾ hace la prueba en condiciones mesópicas (luz tenue) con buenos resultados en el glaucoma. Es una prueba más lenta que el SAP.⁽³⁰⁾

Perimetría basada en juegos (PBJ) - Caspar Castle. También llamado *Game-Based Visual Field Test (GBVFT)*, fue desarrollado para pacientes pediátricos entre 4-16 años, que consiste en un programa para computadora y un monitor rodeado por una estructura en forma de castillo con una ventana (hacia el monitor), con un restrictor y otra ventana inferior con un “gatillo”. Los estímulos periféricos se presentan de manera lírica a través de la historia-juego del “príncipe Caspar” (fig. 4). Mientras se sigue el juego hay posibilidad de incrementar la dificultad, que no debe subir demasiado para perder la atención espacial. Sus resultados comprueban que el estímulo umbral es inversamente proporcional al incrementar la edad. Con buenos resultados en el glaucoma. Sus reportes carecen de detalles sobre su estrategia para poder replicarla.^(31,32)



Fuente: Aslam, 2018⁽³¹⁾ y Wang 2017.⁽³²⁾

Fig. 4 - Perimetría basada en juegos (PBJ) - Caspar Castle. A) *Hardware* del Caspar Castle, B) paciente con glaucoma congénito en Humphrey, C) mismo paciente con reporte en este equipo.

Perimetría y simulación por computadora y monitor

HONDA Safety Navi Glaucoma Edition (HSNGE). Se trata de un simulador de conducción japonés modificado de un sistema de conducción comercial (volante y pedal) con una computadora, proyector y una pantalla que proyecta 14 situaciones vehiculares a pacientes normales y con glaucoma avanzado (fig. 5). No es un dispositivo de evaluación, sino de investigación y educación (a clínicos y pacientes) que cuestiona el dominio de la agudeza visual como reglamentación mayoritaria para la obtención de la licencia de conducción; al cuantificar los daños periféricos del glaucoma y compararlos contra el SITA de ambos ojos en el concepto de campo visual integrado (CVI); justificado por la prevalencia de los accidentes por motor vehicular (AMV) prevenibles por falta de detección de defectos inferiores.^(33,34) También usa una computadora, un proyector y se apoya del SAP para validar sus hallazgos.

No existe un registro de conductores con trastornos de la función visual en países en vías de desarrollo. Los programas de detección tienen un largo recorrido en el campo clínico y social de la enfermedad visual oftalmológica encabezada por el glaucoma.

Consideraciones finales

Sobre la base de los estudios más representativos y la búsqueda realizada se puede decir que todas las tecnologías mencionadas tienen en común un programa propio. La mayoría dispone de una pieza de mano para indicar la percepción del estímulo; otras utilizan el ET para ello. El uso de reclinador para la posición de la cabeza deja de ser necesario, a pesar de que la mayoría de las DT se encuentran entre los 30-60 cm (tabla). No obstante, un número importante de autores reporta su uso. El control de la mirada aún se utiliza por muchos dispositivos para evaluarse la confiabilidad en los hallazgos del examen. Se aconseja siempre la corrección óptica con la caja de pruebas o los cristales del paciente. La mayoría de los exámenes se prefieren realizar con luz tenue o en la oscuridad.

El cambio de paradigma sobre la perimetría tradicional es la conjunción de funciones dentro de la computadora. La computadora se convierte en directriz de *software* y proyector de estímulos al mismo tiempo. Estas nuevas variantes con mayor accesibilidad a todos los individuos prometen cambiar los protocolos actuales para el diagnóstico y seguimiento del glaucoma, así como de otras enfermedades neurológicas y oftalmológicas.

Tabla 1 - Resumen de las diferencias entre las tecnologías de campo visual por computadora y monitor

Modelo	Programa	Pieza mano	Posición cabeza	Control mirada	Fijación (MC)	Patrón (ptos.-°)	Validación	Duración (min)	DT (cm)	Corrección óptica	Luz
Alfa Omega Vision ⁽¹²⁾	Propio	Teclado	No	Manual	Propio	68 - 24°	G2 (Octopus)	3	¿?	Caja de pruebas	Ambiental
Simfield ⁽¹³⁾	Propio	-	No	-	Propio	54 - 24°	SITA	5,5	38,1	csc	Oscuridad
DMCO ⁽¹⁴⁾	Propio	Mouse	Reclinador	-	Propio	42 - 24°	SITA	1,26	-	csc	-
Proyector	Propio	Mouse	No	-	HK	76 - 30°	SITA	SD	400	-	-
Peristat ⁽¹⁶⁾	Propio	Mouse	No	-	Manual	4 - 24°	SITA	5	45,72	-	Tenue
Pediatric Perimeter ⁽¹⁷⁾	Propio	No	No	ET	-	-- 90°	Cinético (HFA)	6-30	60	-	Oscuridad
HPRP ⁽¹⁸⁾	Propio	-	Reclinador	-	Manual	50 - 30°	SITA	2,5	16	-	-
Rarebit ⁽¹⁸⁾	Propio	Mouse	-	Manual	Propio	26 - 30°	SITA y FDF	6	50-100	csc	Oscuridad
MMDT ^(19,20)	Propio	Mouse	Reclinador	Manual	Propio	31 --	SITA, FDT, FDF	1.5	30	-	Tenue
Specvis ⁽²¹⁾	Propio	KB	Reclinador	ET	HK	-- 71°	MM700	4,5	37	csc	Oscuridad
OCCP ⁽²²⁾	Propio	Mouse	Reclinador	ET	Propio	52 - 24°	SITA	-	40-45	csc	Oscuridad
CU-VF ⁽²⁴⁾	Propio	Mouse	Reclinador	Manual	-	54 - 24°	SITA	2,25	33	Caja de pruebas	Ambiental
SVOP v1 ^(5,26)	Propio	No	No	ET	Propio	41 - 30°	SITA	2,3	60	csc	-
SVOP v2 ^(27,28)	Propio	No	No	ET	Propio	54 --	SITA	4,9	55	csc	Oscuridad

EMP ^(8,29)	Propio	No	Reclinador	ET	Propio	26 - 27°	SITA, FDP	2,5	60	¿?	Tenue
Eyecatcher ⁽³⁰⁾	Propio	No	No	ET	Propio	44 - ¿?	SITA	6,2	60	csc	Tenue
Caspar Castle ^(31,32)	Propio	Joystick	Reclinador	ET	Propio	¿? - 12, 7°	SITA	¿?	50	¿?	¿?
HSNGE ^(33,34)	Propio	NA	No	NA	NA	¿? - 50°	SITA CVI	5	145	¿?	¿?

Leyenda: °:grados de visión, -: sin datos, cm: centímetros, csc: con sus cristales, Dr: derecha, DT: distancia de trabajo, ET: *eye-tracker* (rastreador ocular), HK: Heijl-Krakau, KB: *keyboard* (teclado), MC: mancha ciega, min: minutos, NA: no aplica, pt: *puntos*

Hasta el momento, estas tecnologías no son muy populares, probablemente debido al poco conocimiento que de ellas tienen la población y la comunidad médica. También influye que algunos necesitan conexión a internet, aunque algunos tengan como alternativa programas fuera de línea. Los profesionales dedicados al glaucoma prefieren, en sentido general, la seguridad en mantener el seguimiento del ritmo de progresión de la enfermedad con la misma tecnología que ha detectado previamente el daño; la cual, por demás, ha demostrado ser reproducible y tener una capacidad diagnóstica probada. A pesar de lo anterior se pretende prestar más atención a la creación de bases de datos abiertas que incluyan mayor número de individuos y poblaciones más heterogéneas, con el apoyo de inteligencia artificial; más que promediar y comparar con los estándares del SAP.⁽³⁵⁾

Esta revisión sugiere la necesidad de realizar otros estudios sobre perimetrías basadas en computadora, alcances, desventajas y oportunidades para la práctica clínica y la calidad de la atención oftalmológica

Referencias bibliográficas

1. Tham YC, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng CY. Global Prevalence of Glaucoma and Projections of Glaucoma Burden through 2040. *Ophthalmology*. 2014;121:2081-90. DOI: [10.1016/j.ophtha.2014.05.013](https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.05.013)
2. Johnson C, Wall M, Thompson H. A History of Perimetry and Visual Field Testing. *Optometry and Vision Science*. 2011;88(1):E8-15. DOI: [10.1097/OPX.0b013e3182004c3b](https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e3182004c3b)
3. Marzban MM, Weber ED, Newman SA. Heijl-Krakau Fixation Monitoring and the Duration of Automated Static Perimetry. *IOVS*. 2008;49:6018. [acceso 29/06/2022]. Disponible en: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2381399>
4. Ramesh PV, Ramesh SV, Ray P, Ramesh MK, Rajasekaran R. The curious cases of incorrect face mask positions in bowl-type perimetry versus enclosed chamber perimetry during the COVID-19 pandemic. *Indian J Ophthalmol*. 2021;69:2236-9. DOI: [10.4103/ijo.IJO_805_21](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_805_21)
5. Murray IC, Cameron LA, McTrusty AD, Perperidis A, Brash HM, Fleck BW, *et al*. Feasibility, Accuracy, and Repeatability of Suprathreshold Saccadic Vector Optokinetic Perimetry. *Trans Vis Sci Tech*. 2016;5(4):15-15. DOI: [10.1167/tvst.5.4.15](https://doi.org/10.1167/tvst.5.4.15)
6. Heijl A, Patella VM, Chong LX, Iwase A, Leung CK, Tuulonen A, *et al*. A new SITA perimetric threshold testing algorithm; construction and a multi-center clinical study. *Am J Ophthalmol*. 2019;198:154-65. DOI: [10.1016/j.ajo.2018.10.010](https://doi.org/10.1016/j.ajo.2018.10.010)
7. Chandrinos A. Methods of Threshold Estimation (Algorithms) and New Techniques in Perimetry: A Review. *Asian Journal of Research and Reports in Ophthalmology*. 2020;3(3):21-40. DOI: [10.2139/ssrn.3605366](https://doi.org/10.2139/ssrn.3605366)
8. Meethal NSK, Pel JJM, Mazumdar D, Asokan R, Panday M, van der Steen J, *et al*. Eye Movement Perimetry and Frequency Doubling Perimetry: clinical performance and patient preference during glaucoma screening. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257:1277-87. DOI: [10.1007/s00417-019-04311-4](https://doi.org/10.1007/s00417-019-04311-4)

9. Zhang GL, Li AS, Miao CG, He X, Zhang M. A consumer-grade LCD monitor for precise visual stimulation. *Behavior Research Methods*. 2018;50:1496-502. DOI: [10.3758/s13428-018-1018-7](https://doi.org/10.3758/s13428-018-1018-7)
10. Han HK, Jones PR. Plug and play perimetry: Evaluating the use of a self-calibrating digital display for screen-based threshold perimetry. *Displays*. 2019;60:30-8. DOI: [10.1016/j.displa.2019.08.006](https://doi.org/10.1016/j.displa.2019.08.006)
11. Fidalgo BMR, Crabb DP, Lawrenson JG. Methodology and reporting of diagnostic accuracy studies of automated perimetry in glaucoma: evaluation using a standardized approach. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2015;35:315-23. DOI: [10.1111/opo.12208](https://doi.org/10.1111/opo.12208)
12. Bruun-Jensen J. Visual field screening with a laptop computer system. *Optometry*. 2011;82(9):519-27. DOI: [10.1016/j.optm.2010.09.016](https://doi.org/10.1016/j.optm.2010.09.016)
13. Hellman JB, Perrone M, Al-khersan H, Altamirano D. Simfield: A Computer Simulated Visual Field Test to Screen for Glaucoma. *J Ocul Dis Ther*. 2016;4:13-8. Disponible en: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2271238>
14. Olsen AS, la Cour M, Damato B, Kolko M. Detection of visual field defects by opticians – with Damato Multifixation Campimetry Online. *Acta Ophthalmol*. 2019;97:577-82. DOI: [10.1111/aos.14005](https://doi.org/10.1111/aos.14005)
15. Brouzas D, Tsapakis S, Nitoda E, Moschos MM. Visual field examination using a video projector: comparison with Humphrey perimeter. *Clinical Ophthalmology*. 2014;8:523-8. DOI: [10.2147/OPHTH.S54524](https://doi.org/10.2147/OPHTH.S54524)
16. Lowry EA, Hou J, Hennein L, Chang RT, Lin S, Keenan J, *et al*. Comparison of Peristat Online Perimetry with the Humphrey Perimetry in a Clinic-Based Setting. *Trans Vis Sci Tech*. 2016;5(4):4-14. DOI: [10.1167/tvst.5.4.4](https://doi.org/10.1167/tvst.5.4.4)
17. Satgunam PN, Datta S, Chillakala K, Bobbili KR, Joshi D. Pediatric Perimeter—A Novel Device to Measure Visual Fields in Infants and Patients with Special Needs. *Trans Vis Sci Tech*. 2017;6(4):1-13. DOI: [10.1167/tvst.6.4.3](https://doi.org/10.1167/tvst.6.4.3)
18. Frisén L. On High-pass Resolution & RareBit Perimetry. En: *Neuro-Ophthalmology Nuggets*. Sahlgren's University Hospital; 2005 [acceso 27/07/2022]. Disponible en: <http://www.neuro-o.se/Perimetry/perimetry.html>

19. ClinicalTrials.gov. Quantification of Agreement and Variability of a Newly Developed Visual Field Algorithm With the Reference Standard (vFAST). UK: Moorfields Eye Hospital NHS Foundation Trust; 2020 [acceso 29/06/2022]. Disponible en: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02727569>
20. Bailan C. Structure and Function in Early Glaucoma. [Doctoral Thesis]. [Ontario, Canada]: University of Waterloo; 2017. Disponible en: <https://uwspace.uwaterloo.ca/handle/10012/11256>
21. Dzwiniel P, Gola M, Wójcik-Gryciuk A, Waleszczyk WJ. Specvis: Free and open-source software for visual field examination. PLoS ONE. 2017;12(10):e0186224. DOI: [10.1371/journal.pone.0186224](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186224)
22. Skalicky SE, Bigirimana D, Busija L. Online circular contrast perimetry via a web-application: optimizing parameters and establishing a normative database. Eye. 2022;1-7. DOI: [10.1038/s41433-022-02085-4](https://doi.org/10.1038/s41433-022-02085-4)
23. Strasburger H. Software of visual psychophysics: an overview. [Munich, Germany]: Institute of Medical Psychology; 2017. Disponible en: <http://www.visionscience.com/documents/strasburger/strasburger.html>
24. Jariyakosol S, Jaru-ampornpan P, Manassakorn A, Itthipanichpong R, Hirunwiwatkul P, Tantisevi V, et al. Sensitivity and Specificity of New Visual Field Screening Software for Diagnosing Hemianopia. Eye and Brain. 2021;13:231-8. DOI: [10.2147/EB.S315403](https://doi.org/10.2147/EB.S315403)
25. Mutlukan E, Damato BE. Computerized perimetry with moving and steady fixation in children. Eye. 1993;7:554-61. DOI: [10.1038/eye.1993.121](https://doi.org/10.1038/eye.1993.121)
26. Simkin SK, Misra SL, Kasture a, McGhee CN, Dai S. Clinical applicability of the Saccadic Vector Optokinetic Perimeter in children with and without visual impairment. Clinical and Experimental Optometry. 2019;102(1):70-8. DOI: [10.1111/cxo.12803](https://doi.org/10.1111/cxo.12803)
27. Murray IC, Perperidis A, Cameron LA, McTrusty AD, Brash HM, Tatham AJ, et al. Comparison of Saccadic Vector Optokinetic Perimetry and Standard Automated Perimetry in Glaucoma. Part I: Threshold Values and Repeatability. Trans Vis Sci Tech. 2017;6(5):1-11. DOI: [10.1167/tvst.6.5.3](https://doi.org/10.1167/tvst.6.5.3)

28. Thepass G, Lemij HG, Vermeer KA, van der Steen J, Pel JJM. Slowed Saccadic Reaction Times in Seemingly Normal Parts of Glaucomatous Visual Fields. *Front Med.* 2021;8:679297. DOI: [10.3389/fmed.2021.679297](https://doi.org/10.3389/fmed.2021.679297)
29. Mazumdar D, Pel JJM, Meethal NSK, Asokan R, Panday M, van der Steen J. Visual Field Plots: A Comparison Study Between Standard Automated Perimetry and Eye Movement Perimetry. *J Glaucoma.* 2020;29:351-61. DOI: [10.1097/IJG.0000000000001477](https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001477)
30. Jones, P R. An Open-source Static Threshold Perimetry Test Using Remote Eye-tracking (Eyecatcher): Description, Validation, and Preliminary Normative Data. *Trans Vis Sci Tech.* 2020;9(8):18. DOI: [10.1167/tvst.9.8.18](https://doi.org/10.1167/tvst.9.8.18)
31. Aslam TM, Ali ZC, Wang Y, Fenerty C, Biswas S, Tsamis E, *et al.* Diagnostic Performance and Repeatability of a Novel Game-Based Visual Field Test for Children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2018;59:1532-7. DOI: [10.1167/iovs.17-23546](https://doi.org/10.1167/iovs.17-23546)
32. Wang Y, Ali Z, Subramani S, Biswas S, Fernerty C, Henson DB, *et al.* Normal Threshold Size of Stimuli in Children Using a Game-Based Visual Field Test. *Ophthalmol Ther.* 2017;6:115-22. DOI: [10.1007/s40123-016-0071-5](https://doi.org/10.1007/s40123-016-0071-5)
33. Kunimatsu-Sanuki S, Iwase A, Araie M, Aoki Y, Hara T, Nakazawa T, *et al.* An assessment of driving fitness in patients with visual impairment to understand the elevated risk of motor vehicle accidents. *BMJ Open.* 2015;5(2):e006379. DOI: [10.1136/bmjopen-2014-006379](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006379)
34. Kunimatsu-Sanuki S, Iwase A, Araie M, Aoki Y, Hara T, Fukuchi T, *et al.* The role of specific visual subfields in collisions with oncoming cars during simulated driving in patients with advanced glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 2017;101(7):896. DOI: [10.1136/bjophthalmol-2016-308754](https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2016-308754)
35. Marín-Franch I, Turpin A, Artes PH, Chong LX, McKendrick AM, Alawa KA, *et al.* The Open Perimetry Initiative: A framework for cross-platform development for the new generation of portable perimeters. *Journal of Vision.* 2022;22(5):1-10. DOI: [10.1167/jov.22.5.1](https://doi.org/10.1167/jov.22.5.1)

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.