



Estudio comparativo de los diferentes tonómetros modernos (Easyton, Icare IC200, Icare HOME2) con el Gold Standard Goldmann

Carlota Fuente García, Alfonso Almendral Gómez, Aitor Fernández García

Departamento de glaucoma, IOA Miranza Madrid.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar la presión intraocular (PIO) con diferentes tonómetros (EASYTON, Icare IC200, Icare HOME2 y Goldmann) en 50 pacientes sin patologías oculares. A todos los sujetos se realizaron las diferentes medidas, de manera aleatoria, salvo la presión intraocular con Goldmann que se tomó en último lugar para evitar la alteración de las otras marcas registradas. Entre los dispositivos estudiados el EASYTON ha demostrado no diferencias significativas respecto al tonómetro de Goldmann, por lo que sería una alternativa fiable en la toma de la PIO.

INTRODUCCIÓN

El glaucoma es una neuropatía óptica crónica y progresiva de origen multifactorial, caracterizada por cambios característicos en el campo visual y en la cabeza del nervio óptico (CNO)¹.

Es la segunda causa de ceguera en el mundo por detrás de la catarata. Se estima una prevalencia del 0,8 al 7%; siendo el más común de la población el glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA), sumando el 74% de los casos de glaucoma en el mundo¹. La incidencia del GPAA es de 2,4 millones de personas/año siendo esta entidad responsable del 15% de los casos de ceguera en todo el mundo.

El principal factor de riesgo para la aparición y progresión de este tipo de glaucoma sigue siendo la elevación de la presión intraocular (PIO), que además es el único factor modificable con tratamiento. Generalmente, esta elevación de la PIO se produce por una mayor resistencia al flujo de salida del humor acuoso, debido a una alteración directa de las estructuras involucradas en el drenaje. A pesar de estar descrito la relación entre PIO y daño glaucomatoso², no existe un consenso de los valores de PIO límites en la literatura publicada.

La PIO es el principal factor de riesgo de glaucoma, sin embargo, ha sido ampliamente validado que se ve influenciado por las características oculares e interindividuales de los pacientes. Existen algunos individuos que desarrollan glaucoma a pesar de tener cifras de PIO dentro de los límites considerados normales. Además existen casos en los que, a pesar del buen control tensional, se objetiva una progresión en el daño glaucomatoso, lo que lleva a pensar que existen otros mecanismos independientes de la PIO que contribuyen al inicio y progresión de la enfermedad³.

La tonometría es fundamental tanto en el diagnóstico como en el seguimiento del glaucoma. A pesar de que el tonómetro de Goldmann sigue considerándose la técnica Gold Standard en la toma de la PIO; en los últimos años se han desarrollado diferentes tonómetros que nos permiten el seguimiento de manera menos invasiva y más accesible en nuestros pacientes⁴.

Estudios previos han comparado la tonometría de rebote con el tonómetro de Goldmann observando una sobreestimación de la PIO con el primer método.

El objetivo del estudio fue comparar la PIO con cuatro métodos de medida diferentes (EASYTON, Icare IC200, Icare HOME2 y Goldmann) en pacientes sin patología ocular. Además se registró la paquimetría en todos los sujetos para valorar una posible influencia de la misma en los resultados.

Correspondencia:

Carlota Fuente García

IOA Miranza Madrid.

C/ Galileo 104. 28003. Madrid

E-mail: CarlotaFuenteGarcia@gmail.com

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se trata de un estudio descriptivo en el que se incluyeron a 50 pacientes sin patologías oculares.

Se seleccionaron, 50 ojos de 50 sujetos sanos, que no habían sido diagnosticados de hipertensión ocular ni glaucoma y, por lo tanto, no utilizaban medicación tópica hipotensora. Entre los criterios de inclusión se incluyeron: Edad mayor de 18 años, no utilizar colirios oftalmológicos que puedan interferir en la superficie ocular y acceder libremente y sin compromiso a la realización de este estudio (Consentimiento informado). Se establecieron como criterios de exclusión: Cirugía ocular previa (glaucoma, cirugía refractiva, cirugía en superficie ocular) dentro de los últimos 6 meses, uso de lentes de contacto, anomalías de la superficie ocular e incapacidad para fijación o insuficiente colaboración para llevar a cabo las exploraciones requeridas.

El estudio siguió los principios de la declaración de Helsinki.

Todos los participantes que formaron parte del estudio firmaron un consentimiento informado en el que aceptaban su participación. Tanto los pacientes como el grupo control recibieron una explicación detallada de los procedimientos realizados antes de firmar el CI. Una copia fue entregada cada participante.

Todos los datos registrados para el trabajo fueron tratados con las medidas de seguridad establecidas en cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de carácter personal y el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo del 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos. Sólo aquellos datos que estaban involucrados con el trabajo fueron objeto de estudio. Esta comprobación la realizó el Investigador Principal/Investigadores Colaboradores, responsables de garantizar la confidencialidad de todos los datos de las historias clínicas pertenecientes a los sujetos participantes en el estudio. Se identificaron a los participantes mediante un código y sólo el investigador principal/colaboradores pudieron relacionar los datos con el paciente y con su historia clínica.

Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico SPSS para Windows (versión 15.0, SPSS, Inc.).

La normalidad en la distribución de las variables se comprobó utilizando el test de Saphiro-Wilk. Para el análisis comparativo de las diferentes medidas antes y después de la cirugía, en las variables continuas que cumplían normalidad, se utilizó la prueba t de Student para muestras pareadas o su correspondiente no paramétrico, test de Wilcoxon.

Todos los contrastes fueron bilaterales y con nivel de significación de 0,05.

Metodología

A todos los sujetos se realizaron las diferentes medidas, de manera aleatoria, salvo la PIO con Goldmann y paquimetría que se tomaron en último lugar para evitar la alteración de las otras marcas registradas. Todas las medidas fueron recogidas por el mismo investigador para intentar evitar la variabilidad inter profesional.

Los tonómetros utilizados en el estudio fueron:

- **Icare HOME2** (Tiolat Oy, Helsinki, Finland): Tonómetro de rebote diseñado para uso doméstico para pacientes con glaucoma o sospechosos, que necesitan una monitorización regular de la PIO⁵.
- **Icare IC200** (Tiolat Oy, Helsinki, Finland): Tonómetro de rebote diseñado para control de PIO, sin anestesia, de manera rápida y cómoda, sobretodo en pacientes con movilidad reducida⁶.
- **Easyton** (ELAMED, Ryazan, Russia): Mide la PIO para prevenir y controlar el glaucoma a través del párpado superior sin tocar la córnea, eliminando así cualquier posibilidad de contaminación e infección⁷.
- **Tonómetro de Goldmann** (Haag-Streit, Switzerland): tonómetro Gold Standard que mide la fuerza necesaria para aplanar un área de 3.06-mm de diámetro de la córnea. La PIO expresada en mmHg equivale a la fuerza de aplanación en gramos multiplicado por 10.

RESULTADOS

Las PIO medias registradas con los diferentes dispositivos fueron: EASYTON: $15,70 \pm 3,88$; Icare ic200: $16,45 \pm 4,52$; Icare HOME2: $17,33 \pm 4,21$ y Goldmann: $14,78 \pm 2,53$. La edad media en el grupo de estudio fue de $23,28 \pm 4,59$ y la paquimetría de $560,44 \pm 28,50$ micras. No se observaron diferencias significativas entre las medidas Goldmann y EASYTON ($p = 0,109$). Si que se hallaron diferencias significativas entre Goldmann y los dispositivos Icare IC200 e Icare HOME2 ($p < 0,001$ y $p = 0,003$, respectivamente).

TABLA I.

	EASYTON	ICARE IC200	ICARE HOME2	GOLDMANN
PIO (mmHg)	15,70 ± 3,88	16,45 ± 4,52	17,33 ± 4,21	14,78 ± 2,53
p Tonómetro vs Goldmann	p= 0,109*	p< 0,001*	p= 0,003	

*Wilcoxon

La paquimetría no influyó en las diferencias observadas. La tabla I recoge las diferentes marcas registradas y el análisis comparativo.

DISCUSIÓN

El desarrollo de las nuevas tecnologías para la medición de la PIO facilita la exploración en aquellas situaciones en las que es difícil la toma de tensión con el Gold Standard Goldmann.

En la literatura no encontramos estudios que comparen, a la vez, los diferentes métodos de medida recogidos en este trabajo. Existen controversias entre los estudios publicados acerca de la tonometría de rebote. En algunos trabajos que comparan la tonometría de rebote con la tonometría por aplanación, observaron una infraestimación de las medidas mientras que en otros, la PIO se encuentra sobreestimada^{8,9}. En este estudio, al igual que Fernández-Morales y col. se observó una sobreestimación de la PIO con Icare IC200 e IcareHOME2 con respecto al tonómetro de Goldmann.

Nakakura y cols., en 2021, investigaron la concordancia entre el ICARE, IC200, y la tonometría de aplanación (GAT) IcarePRO y Goldmann. Midieron la PIO en 145 ojos de 145 pacientes con glaucoma en posición sentada y posición supina. La medición de IC200 se realizó utilizando dos modos: modo de seis mediciones simple (IC200-single) y automático (IC200-continuo). En las conclusiones destacan la superioridad del IC200 frente al IcarePRO en la posición supina¹⁰.

El desarrollo de nuevos sistemas de medida, como la tonometría de rebote o el tonómetro transpalpebral nos facilita el seguimiento tensional en aquellos pacientes en los que la toma de PIO con el tonómetro de aplanación de Goldmann supone un reto en la consulta. Estas nuevas tecnologías nos ayudan sobre todo en pacientes que presentan alteraciones corneales

(queratocono, trasplante de córnea, queratopatía en banda, etc.) o pacientes no colaboradores.

Como conclusión, destacamos que entre los dispositivos estudiados el EASYTON no fue capaz de encontrar diferencias significativas respecto al tonómetro de Goldmann, por lo que sería una alternativa fiable en la toma de la presión intraocular.

BIBLIOGRAFÍA

1. Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. Br J Ophthalmol. 2006 Mar;90(3):262-7.
2. Díaz Alemán VT, Fernández-Baca Vaca G, Lozano López V, et al. Nomogram for ocular hypertension progression risk based on the ocular hypertension treatment study. Arch Soc Esp Oftalmol. 2005 Mar;80(3):151-4.
3. Killer HE, Pircher A. Normal tension glaucoma: review of current understanding and mechanisms of the pathogenesis. Eye Lond Engl. 2018;32(5):924-30.
4. Brusini P, Salvat ML, Zeppieri M. How to Measure Intraocular Pressure: An Updated Review of Various Tonometers. J Clin Med. 2021 Aug 27;10(17):3860.
5. Liu J, De Francesco T, Schlenker M, Ahmed II. Icare Home Tonometer: A Review of Characteristics and Clinical Utility. Clin Ophthalmol. 2020 Nov 23;14:4031-4045.
6. Umfress AC, Glaser TS, Ploysangam P, Freedman SF. Rebound tonometry by iCare 200 (IC200): comparison with Tono-Pen in the operating room and Goldmann applanation in the clinic. J AAPOS. 2021.
7. Amm M, Hedderich J. Transpalpebral tonometry with a digital tonometer in healthy eyes and after penetrating keratoplasty. Ophthalmologe. 2005 Jan;102(1):70-6.
8. Molero-Senosiaín M, Morales-Fernández L, Saenz-Francés F, García-Feijoo J, Martínez-de-la-Casa JM. Analysis of reproducibility, evaluation, and preference of the new iC100 rebound tonometer versus iCare PRO and Perkins portable applanation tonometry. Eur J Ophthalmol. 2020 Nov;30(6):1349-1355.
9. Morales-Fernandez L, Pérez-García P, Saenz-Frances F, Molero-Senosiaín M, García-Saenz S, Dora Mendez C, et al. Agreement between rebound (Icare ic200) and applanation tonometry (Perkins) in patients with primary congenital glaucoma. Acta Ophthalmol. 2021 Sep;99(6):663-668.
10. Shunsuke Nakakura, Ryo Asaoka, Etsuko Terao, Yuki Nagata, Yasuko Fukuma, Satomi Oogi et al. Evaluation of rebound tonometer iCare IC200 as compared with IcarePRO and Goldmann applanation tonometer in patients with glaucoma. Eye Vis (Lond) 2021; 8: 25.