

Valoración de la presión intraocular con el tonómetro de rebote iCare ic100 en niños

Intraocular pressure assessment with the iCare ic100 rebound tonometer in children

Marcelo Carrizosa-Murcia¹ Diana García-Lozada^{2*}

Diana V. Rey-Rodríguez³ Jenny Maritza Sánchez-Espinosa⁴

Resumen

La evaluación precisa de la presión intraocular (PIO) permite el diagnóstico oportuno del glaucoma infantil. El objetivo fue analizar la PIO medida con el tonómetro de rebote iCare ic100 en niños. Se realizó un estudio transversal en una muestra consecutiva de niños que asistieron a consulta de optometría. Fueron atendidos 100 pacientes, la edad promedio fue de $7,5 \pm 2,6$ años y 55 % eran de sexo masculino. La medida se realizó con éxito en 97 % de los ojos. La PIO fue en promedio $13,8 \pm 3,5$ mmHg para ojo derecho (OD) y $13,9 \pm 4,1$ mmHg (OI) para ojo izquierdo (OI) ($p=0,6411$); en niñas fue de $13,8 \pm 3,1$ mmHg [IC 95 % 12,8-14,7] en OD y de $13,6 \pm 3,0$ mmHg [IC 95 % 12,7-14,5] en OI. La PIO en niños fue de $13,8 \pm 3,8$ mmHg [IC 95 % 12,7-14,8] en OD y de $14,1 \pm 4,9$ mmHg [IC 95 % 12,8-15,4] en OI. La PIO con el tonómetro de rebote resultó dentro de los valores de normalidad clínica en niños, sin diferencias significativas entre sexo o edad. Por la alta tasa de éxito en la medición, se propone la valoración de la PIO con el tonómetro ic100 en niños, para la identificación temprana de casos de glaucoma.

Palabras clave: presión intraocular, tonometría ocular, iCare ic100, glaucoma, niño.

Abstract

Accurate assessment of intraocular pressure allows timely diagnosis of childhood glaucoma. The objective was to analyze the intraocular pressure (IOP) measured with the iCare ic100 tonometer in children. A cross-sectional study in a consecutive sample of children who attended an optometry consultation. Both eyes of 100 patients were evaluated, 55% male. The measurement was successfully performed in 97% of the eyes. The mean age was 7.5 ± 2.6 years. IOP was on average 13.8 ± 3.5 mmHg for the right eye (RE) and 13.9 ± 4.1 mmHg for the left eye (LE) ($p=0.6411$). Girls' IOP was 13.8 ± 3.1 mmHg [95% CI 12.8-14.7] in the RE and 13.6 ± 3.0 mmHg [95% CI 12.7-14.5] in the LE. The IOP of the children was 13.8 ± 3.8 mmHg [95% CI 12.7-14.8] in the RE and 14.1 ± 4.9 mmHg [95% CI 12.8-15.4] in the LE. Mean IOP in children with a rebound tonometer was within normal clinical values, with no significant differences between sex and age. Due to the high rate of success in the measurement, IOP assessment with the ic100 tonometer in children is proposed for the early identification of glaucoma cases.

Keywords: intraocular pressure, tonometry, ocular, iCare ic100, glaucoma, child.

*Dirección para correspondencia: dgarcialo@unbosque.edu.co

Artículo recibido el 07-01-2022 Artículo aceptado el 29-08-2022 Artículo publicado el 15-11-2022

Fundada 2016 Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

¹Universidad El Bosque, Profesor titular, Facultad de Medicina, Programa de Optometría, Bogotá, Colombia, carrisozamarcelo@unbosque.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-0712-0024>

²Universidad El Bosque, Profesor asociado, Facultad de Medicina, Programa de Optometría, Bogotá, Colombia, dgarcialo@unbosque.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-7719-8794>

³Universidad El Bosque, Profesor asociado, Facultad de Medicina, Programa de Optometría, Bogotá, Colombia, reydiana@unbosque.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-1106-6235>

⁴Universidad El Bosque, Profesor asistente, Facultad de Medicina, Programa de Optometría, Bogotá, Colombia, sanchezjennve@unbosque.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-0434-5076>

Introducción

La presión intraocular (PIO) es un determinante importante en el diagnóstico de glaucoma infantil. El aumento en las cifras tensionales puede causar crecimiento bulbar, opacidad corneal y/o daño en el nervio óptico y en el campo visual¹. El glaucoma congénito primario (GCP) es una patología que causa discapacidad visual pediátrica y puede generar ceguera legal, incluso con tratamiento; su etiología es la disgenesia del ángulo camerular, lo que determina la disminución en el flujo de salida del humor acuoso, con el consecuente aumento de la PIO².

El GCP inicia entre el nacimiento y el segundo año de vida, y los síntomas asociados pueden ser fotofobia, lagrimeo o frotamiento de los ojos. En el segmento anterior se observan buftalmos, megalocórnea, edema corneal con ruptura de la membrana de Descemet y, en la exploración del fondo de ojo, se pueden detallar la distensión de la cabeza del nervio óptico por la presión y el aumento difuso de la relación copa disco $> 0,3$; adicionalmente, la gonioscopia revela un ángulo abierto con estructuras pobremente diferenciadas³.

El glaucoma infantil primario inicia entre el tercer y el décimo año de vida y, al igual que el GCP, tiene como etiología la disgenesia del ángulo, con valores de tensión ocular > 24 mmHg sin tratamiento; a diferencia del GCP, no presenta buftalmos, ni edema corneal, sin embargo, la cabeza del nervio óptico puede presentar distensión y aumento de la excavación por daño difuso del anillo neuroretiniano².

El GCP es un trastorno principalmente esporádico; sin embargo, puede ser hereditario en el 10 % al 40 % de los casos y se transmite de forma autosómica recesiva, con penetrancia variable. Varios loci genéticos distintos se han identificado como el GLC3A, en la región del cromosoma 2p21; GLC3B, en la región del cromosoma 1p36; GLC3C al igual que el GLC3D en la región cromosómica 14q24⁴.

Para la toma de presión intraocular existen diferentes instrumentos de contacto y no contacto, portátiles y convencionales. Cada uno de ellos está diseñado bajo el principio de indentación, aplanamiento o rebote. Los equipos basados en indentación hacen uso de un peso, de manera que se indenta la córnea con una graduación que es proporcional a la presión intraocular⁵. El principio de aplanamiento se logra a través de una fuerza ejercida por el cono del equipo y la respuesta a ello genera el valor tensional; en esta medida es importante considerar las propiedades biomecánicas y el espesor corneal para no subestimar o sobreestimar la tensión ocular. La prueba estándar para la evaluación en adultos es el tonómetro de aplanación de Goldmann (GAT)⁶. Su uso implica contacto corneal, así como el uso de anestésicos y fluoresceína en la mayoría de los casos, procedimientos que podrían suponer un riesgo para la integridad de la superficie ocular. Por lo anterior, se han diseñado equipos de más fácil manipulación, que permiten la realización rápida de la prueba sin requerir fármacos, siendo además mínimamente invasivos. Los equipos de no contacto crean un chorro de aire y lo dirigen de forma perpendicular a la córnea, de manera que un sensor capta el grado de aplanamiento que sufre la córnea con el aire recibido⁵.

Los tonómetros de rebote iCare ic100, a través de una sonda, generan un toque sutil en la córnea; la deceleración de la velocidad de la sonda indica el valor tensional. En niños ha sido práctico y confiable su uso, ya que ha demostrado medidas válidas y repetibles de la presión intraocular en diferentes grupos etarios^{7,8}. En comparación con el tonómetro de aplanación de Goldmann, el equipo iCare ic100 ha tenido una buena correlación en valores de PIO de 10 a 24 mmHg⁹; sin embargo, se ha reportado que, para valores tensionales superiores a 15 mmHg, se sugiere una prueba confirmatoria con un equipo de aplanación¹⁰.

A pesar de la importancia de la medición de la PIO en niños, no es habitual que se practique en la consulta con niños debido a las dificultades en cuanto a la colaboración, por el diseño de los equipos que se usan para el procedimiento y a las destrezas que se requieren por parte del profesional. Por ello, se hace necesario conocer los valores de la PIO en población pediátrica utilizando el tonómetro iCare ic100, equipo portátil que facilita la medición de este parámetro clínico. Existen varios estudios previos que han comparado la confiabilidad, validez y seguridad de las diferentes versiones de

tonómetros de rebote iCare ic100¹¹. Todos ellos se caracterizan por sus ventajas en cuanto a la seguridad, facilidad de manipulación y fiabilidad de los resultados.

Por lo tanto, este estudio tiene como propósito medir la presión intraocular en niños y conocer los valores en este grupo de edad, mediante el uso del tonómetro iCare ic100, con el fin de establecer su utilidad en la detección temprana del glaucoma congénito o infantil.

Metodología

Estudio transversal en una muestra consecutiva de pacientes pediátricos que asistieron a consulta de optometría para su control visual periódico. Se incluyeron niños hasta de 12 años, sin patología ocular en el segmento anterior.

De manera previa a la toma de los datos se realizó la estandarización de los procedimientos para la utilización del equipo iCare ic100 y se evaluó la reproducibilidad de los datos de dos examinadores (MC y JS) en una muestra de 5 sujetos (10 ojos); el coeficiente de correlación concordancia de Lin resultó en 0,89 (se estableció un mínimo aceptable de 0,75)¹². Los datos de estos pacientes no fueron incluidos en la muestra final.

Se realizó examen de optometría y posteriormente se hizo la medición de la PIO con el tonómetro iCare ic100 en cada ojo, siguiendo las instrucciones descritas en el manual suministrado por el fabricante¹³. El equipo registró seis mediciones y reportó el promedio.

Para la descripción de los resultados de cada variable se tuvo en cuenta su naturaleza, utilizando frecuencias absolutas y relativas para las cualitativas y medidas de tendencia central y dispersión apropiadas a la distribución de las variables cuantitativas. Se confirmó la normalidad de los datos con el método de Kolmogorov-Smirnov y la independencia de los datos de la PIO del ojo derecho (OD) y del ojo izquierdo (OI) mediante la correlación de Pearson ($r = 0,5349$, $p < 0,0001$).

Se calculó la media de la PIO con su intervalo de confianza al 95 %. La comparación de los valores de PIO entre ambos ojos se realizó mediante la *t* de Student (o la prueba de Mann-Whitney si la distribución no hubiese resultado normal). Para relacionar los valores de PIO con la edad se utilizaron los coeficientes de correlación de Pearson o de Spearman. Para todos los análisis se consideraron estadísticamente significativos los valores de *p* inferiores a 0,05. El análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico Stata 12.

El estudio siguió los principios éticos en investigación enunciados en la resolución 8430 de 1993 de Colombia y la declaración de Helsinki. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad El Bosque (Cod.: NUR. 074-2019). Se requirió la firma del consentimiento informado de acuerdo con la edad del participante así: consentimiento informado subrogado para sujetos menores de 6 años de edad y consentimiento informado para sujetos de 7 a 12 años, los cuales fueron firmados por los representantes legales (padres de familia o acudiente). Además, se aplicó un asentimiento informado a los sujetos de 7 a 12 años, que fue firmado voluntariamente por ellos mismos.

Resultados y discusión

Fueron atendidos 100 pacientes de los cuales 55 % fueron de sexo masculino. La edad promedio fue de $7,5 \pm 2,6$ años con rango de 1 a 12 (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución según edad y sexo de los niños atendidos

Edad (Años)	Sexo	
	Masculino n (%)	Femenino n (%)
1 - 3	2 (33,3)	4 (66,7)
4 - 6	18 (56,3)	14 (43,7)
7 - 9	20 (55,6)	16 (44,4)
10 - 12	15 (57,7)	11 (42,3)

La medición se pudo realizar con éxito en 97 % de los niños. En dos niñas de 5 años y un niño de 7 años no se obtuvo la colaboración para realizar el procedimiento.

La PIO fue en promedio $13,8 \pm 3,5$ mmHg para OD y $13,9 \pm 4,1$ mmHg para OI ($p= 0,6411$). Se observaron dos casos con valores atípicos, uno en el OD de 25 mmHg (atípico leve) y otro de 40 mmHg (atípico extremo) en el OI (Figura 1). La PIO promedio con el tonómetro ic100 fue ligeramente inferior a la reportada por el estudio de Feng en 2015¹⁴, en niños de 3 a 15 años ($15,2 \pm 2,06$ mmHg con tonómetro de aplanación) y la tasa de éxito en la medición fue superior, ya que ellos reportaron 85 % de éxito con el tonómetro de rebote e incluso del 75 % en menores de 10 años.

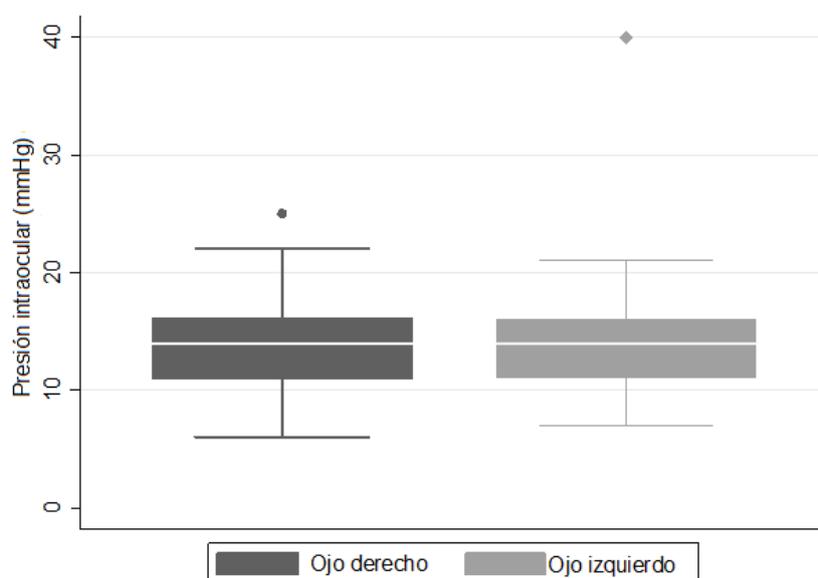


Figura 1. Distribución de la presión intraocular de ojo derecho y ojo izquierdo en 100 niños evaluados.

La PIO de las niñas ($n= 43$) fue de $13,8 \pm 3,1$ mmHg [IC 95 % 12,8 - 14,7] en el OD y de $13,6 \pm 3,0$ mmHg [IC 95 % 12,7 - 14,5] en el OI. La PIO de los niños ($n=55$) fue de $13,8 \pm 3,8$ mmHg [IC 95 % 12,7 - 14,8] en el OD y de $14,1 \pm 4,9$ mmHg [IC 95 % 12,8 - 15,4]. Si se excluye de este análisis el dato atípico extremo del OI la media del OI es $13,6 \pm 3,3$ mmHg [IC 95 % 12,7 - 14,5].

No se halló diferencia estadísticamente significativa entre la PIO de niños y niñas para OD ($p= 0,9957$) ni para OI ($p= 0,5634$). Los valores de la PIO por grupos de edad se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de presión intraocular según grupos de edad

Edad (años)	Ojo derecho			Ojo izquierdo		
	Media \pm desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media \pm desviación estándar	Mínimo	Máximo
1 - 3	$10,8 \pm 1,5$	9	13	$15,5 \pm 12,1$	8	40
4 - 6	$13,0 \pm 3,9$	6	25	$13,6 \pm 3,4$	7	21
7 - 9	$14,3 \pm 3,7$	6	22	$13,6 \pm 3,1$	7	19
10 -12	$14,6 \pm 2,4$	10	19	$14,2 \pm 3,0$	9	19

La correlación entre la PIO y la edad resultó estadísticamente significativa (OD $r=0,331$ $p=0,0009$ con el coeficiente de Pearson; OI $r=0,199$ $p= 0,0499$ con el coeficiente de Spearman) (Figuras 2 y 3).

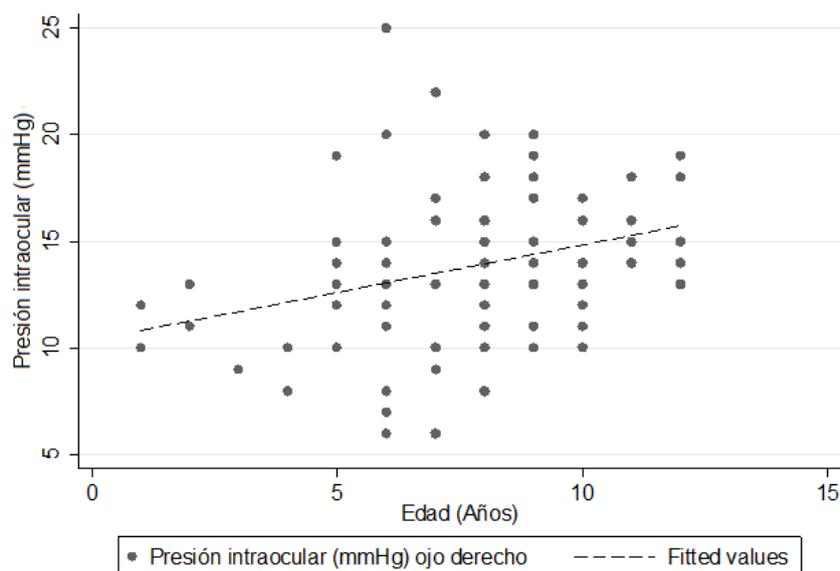


Figura 2. Correlación entre la edad y la presión intraocular del ojo derecho.

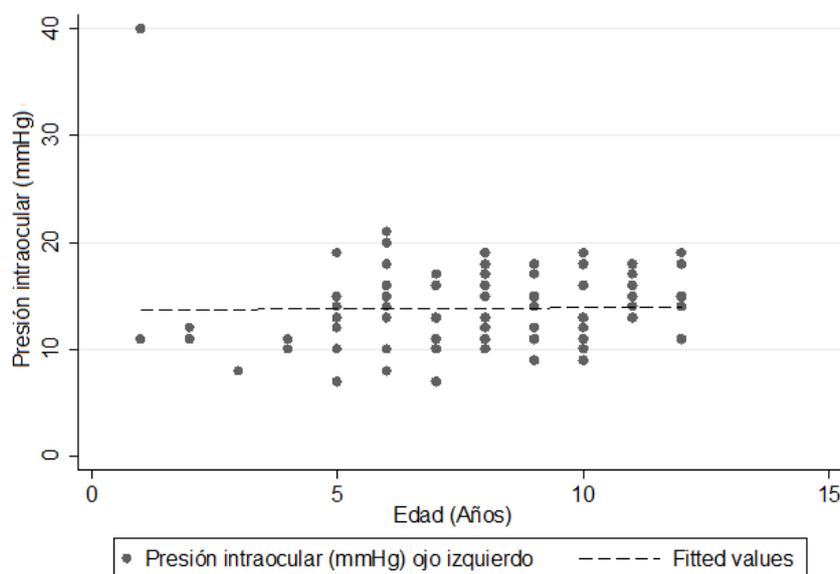


Figura 3. Correlación entre la edad y la presión intraocular del ojo izquierdo.

Aunque la variación en las cifras de la PIO se relaciona con la presión arterial, la edad, el espesor y la curvatura corneal, el sexo y el error de refracción, este estudio demostró datos de PIO homogéneos entre niños y niñas de diferentes grupos de edad, siendo la tonometría relevante en la práctica clínica para el diagnóstico de glaucoma¹⁵. Al incluir la valoración de la PIO en la atención de los pacientes pediátricos que asisten a nuestra consulta de optometría, se pudo hacer una atención más completa, por ejemplo, identificando un caso de hipertensión ocular con valores de 40 mmHg, lo que permitió iniciar de manera oportuna el manejo oftalmológico correspondiente.

Al excluir del análisis del OI un dato atípico (de 40 mmHg) en los niños de 1 a 3 años de edad, se obtiene una media de $10,6 \pm 1,5$ mmHg y el valor máximo es 12 mmHg; la correlación entre la PIO y la edad fue estadísticamente significativa (OI $r = 0,239$; $p = 0,0195$ con el coeficiente de Pearson) (Figura 4).

La evaluación y seguimiento de la PIO mediante el método de referencia (tonometría de aplanación de Goldman), supone el uso de la lámpara de hendidura, de anestésico tópico y fluoresceína, además de personal capacitado para el registro de la medida. No obstante, el valor puede verse influenciado

por múltiples factores que incluyen la paquimetría, la cantidad de fluoresceína, la maniobra de Valsalva, la posición del ojo y el error interobservador¹⁶.

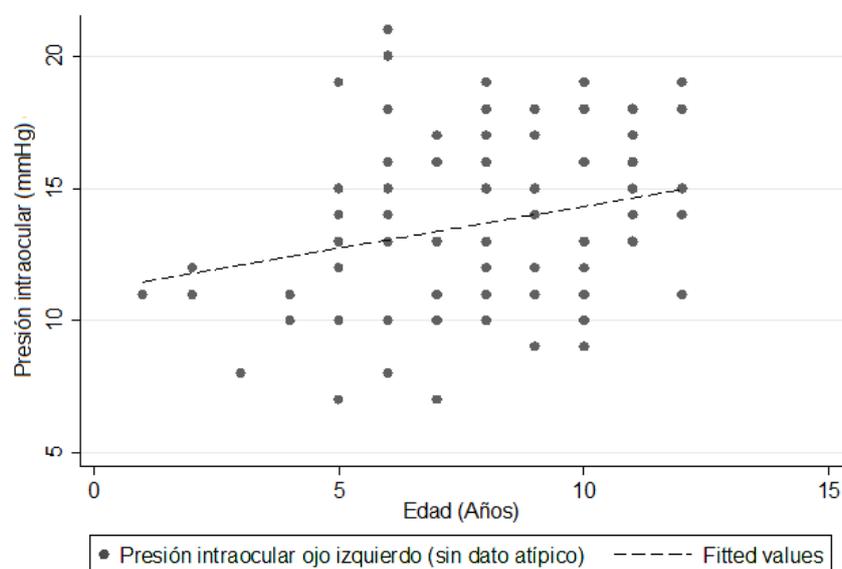


Figura 4. Correlación entre la edad y la presión intraocular del ojo izquierdo, con la exclusión de un dato atípico.

El uso del tonómetro de rebote iCare ic100 permitió medir la presión intraocular de manera no invasiva, sin necesidad de aplicar fármacos de uso tópico ni medios de contraste, ni de equipos oftalmológicos para su montaje o de personal experimentado¹¹, con agilidad en la consulta y medición exitosa en la práctica clínica pediátrica¹⁷. En este estudio se pudo medir con éxito al 97 % de los ojos, es decir, fue bien aceptado por los pacientes. Además, podría ser utilizado para seguimiento de la PIO en casa. Este equipo ha demostrado una buena repetibilidad y sus resultados se han correlacionado de forma adecuada con otros tonómetros¹⁴. Aunque las mediciones de PIO generalmente han sido evaluadas con profesionales experimentados, quienes tomaron las medidas en este trabajo requirieron de un periodo corto de entrenamiento y lograron buena concordancia.

Existe información limitada respecto al grado de acuerdo de las mediciones con el tonómetro iCare ic100 y otros equipos en niños; sin embargo, en relación con la tonometría de aplanación de Goldmann, la diferencia en adultos ha sido de $-2,53 \pm 2,77$ mmHg ($p < 0,001$), siendo la PIO menor con el tonómetro de rebote¹¹. Otro estudio del mismo autor realizado igualmente en adultos, también reportó valores de PIO menores con el tonómetro ic100 con diferencia de $-4,24 \pm 2,98$ respecto al patrón de oro (GAT)¹⁸. Finalmente, un estudio en India encontró buena confiabilidad en comparación con el GAT (coeficiente de correlación intraclase $> 0,87$) en ojos normales y glaucomatosos¹⁹. Con relación al sexo, en el presente estudio no se encontró diferencia significativa entre niños y niñas, a diferencia del reporte de Jiang et al.²⁰, en el que evidenciaron mayor PIO en el sexo femenino, en niños de 4 a 18 años.

También se han realizado comparaciones entre el tonómetro iCare ic100 y el Tono-Pen en bebés prematuros. Las mediciones con el Tono-Pen fueron significativamente más altas que las obtenidas con el equipo iCare ic100 ($p < 0,01$). La PIO media fue de 9 mmHg para iCare ic100 (DE 2,2 mmHg) y de 16 mmHg para Tono-Pen (DE 4,4 mmHg), por lo que la tonometría estimada con el tonómetro de rebote parece reflejar mejor la PIO infantil. Las mediciones con el Tono-Pen probablemente están falsamente elevadas debido a las reacciones de defensa y malestar del bebé prematuro a la instilación de gotas oculares anestésicas y al mayor tamaño de la apertura palpebral debido al área de aplanación²¹.

Respecto a las complicaciones, en el estudio de Jose et al.¹⁹, solo el 0,7 % de los sujetos experimentaron aumento de la tinción después de las mediciones con el ic100 en comparación con el

valor inicial¹⁹. Mientras tanto, Gao et al.²², informaron que no existió ningún ojo con defecto del epitelio corneal después de las mediciones con el tonómetro de rebote. Estos resultados favorables obedecen al tamaño de la sonda (0,9 mm) y la velocidad con la que golpea la córnea de aproximadamente 0,25 a 0,35 m/s, siendo más rápido que el reflejo del parpadeo. En este estudio, aunque no se evaluó la córnea antes y después del procedimiento, ningún participante refirió molestias o llanto durante o después del examen.

Sobre las limitaciones del presente estudio, es importante resaltar que los valores de PIO fueron tomados en diferentes momentos del día, lo que podría dificultar la comparación. Aunque sólo dos participantes obtuvieron cifras tensionales por encima de los valores normales (25 y 40 mmHg), no es posible identificar la exactitud de la prueba dado que no existió comparación con la prueba de referencia (GAT). Los dos casos identificados con presiones intraoculares por fuera de los rangos normales, requirieron de estudios complementarios mediante tomografía óptica de coherencia (OCT), campimetría y la ultrabiomicroscopía para identificar cambios fisiopatológicos del nervio óptico y de la cámara anterior con el propósito de confirmar el diagnóstico de glaucoma⁴. El aumento de la PIO en 1 mmHg aumenta el riesgo de desarrollo de glaucoma en un 10 a 18 %, por lo cual el estudio de la PIO debe hacerse de forma continua y su correlación con otros exámenes de apoyo diagnóstico permite la confirmación de glaucoma²³⁻²⁵.

Se propone realizar futuros estudios que relacionen las medidas de PIO obtenidas con tonómetros de rebote iCare con diferentes parámetros biomecánicos, además de la comparación del ic100 con tonómetros más recientes como el iCare ic200.

Conclusiones

La PIO promedio con el tonómetro de rebote en los niños atendidos está dentro de los valores de normalidad clínica, sin diferencias significativas entre sexo o grupos de edad. Por la rapidez y facilidad para su uso, se propone la detección de la PIO con tonómetro de rebote iCare ic100 en la población infantil para la identificación temprana de casos de glaucoma.

Agradecimiento

A la empresa Icare Finland y su representante en Colombia Andrec Corporation, por suministrar el tonómetro de rebote iCare ic100.

A la psicóloga Diana Carolina Fonseca Guzmán, por su ayuda en la valoración y acompañamiento a los niños durante la realización de las pruebas.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias bibliográficas

1. Marx-Gross S, Laubert-Reh D, Schneider A, Hohn R, Mirshahi A, Munzel T, et al. The Prevalence of Glaucoma in Young People. *Dtsch Arztebl Int* [Internet]. 2017;114(12):204-10. Disponible en: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0204>
2. Mocan MC, Mehta AA, Aref AA. Update in Genetics and Surgical Management of Primary Congenital Glaucoma. *Turkish J Ophthalmol* [Internet]. 2019;49(6):347-55. Disponible en: <https://doi.org/10.4274/tjo.galenos.2019.28828>
3. Badawi AH, Al-Muhaylib AA, Al Owaifeer AM, Al-Essa RS, Al-Shahwan SA. Primary congenital glaucoma: An updated review. *Saudi J Ophthalmol* [Internet]. 2019;33(4):382-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sjopt.2019.10.002>
4. Abdolrahimzadeh S., Fameli V., Mollo R., Contestabile MT., Perdicchi A., Recupero SM. Rare Diseases Leading to Childhood Glaucoma: Epidemiology, Pathophysiology, and Management.

- Biomed Res Int [Internet]. 2015;2015:1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2015/781294>
5. Sales Sanz M. Influencia de la córnea en la medida de la presión intraocular con distintos sistemas tonométricos [Internet]. Disponible en: <https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/9022/Tesis%20Doctoral%20MSS%202010.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Universidad de Alcalá de Henares, 2010 [consultada 2021.06.20].
 6. Carbonaro F, Andrew T, Mackey DA, Spector TD, Hammond CJ. Comparison of three methods of intraocular pressure measurement and their relation to central corneal thickness. Eye [Internet]. 2010;24(7):1165-70. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/eye.2010.11>
 7. Kageyama M, Hirooka K, Baba T, Shiraga F. Comparison of ICare rebound tonometer with noncontact tonometer in healthy children. J Glaucoma [Internet]. 2011;20(1):63-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181d12dc4>
 8. Lundvall A, Svedberg H, Chen E. Application of the ICare rebound tonometer in healthy infants. J Glaucoma [Internet]. 2011;20(1):7-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181d1d1ef>
 9. Wong B, Parikh D, Rosen L, Gorski M, Angelilli A, Shih C. Comparison of Disposable Goldmann Applanation Tonometer, ICare ic100, and Tonopen XL to Standards of Care Goldmann Nondisposable Applanation Tonometer for Measuring Intraocular Pressure. J Glaucoma [Internet]. 2018;27(12):1119-24. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001059>
 10. Esmael A, Ismail YM, Elhousseiny AM, Fayed AE, Elhilali HM. Agreement profiles for rebound and applanation tonometry in normal and glaucomatous children. Eur J Ophthalmol [Internet]. 2019;29(4):379-85. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1120672118795060>
 11. Nakakura S. Icare rebound tonometers: review of their characteristics and ease of use. Clin Ophthalmol [Internet]. 2018;12:1245-53. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S163092>
 12. Cortés-Reyes E, Rubio-Romero J, Gaitán-Duarte H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. Rev Colomb Obs Ginecol [Internet]. 2010;61(3):247-55. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcog/v61n3/v61n3a09.pdf>
 13. ICare Finland. Manual de instrucciones tonómetro iCare ic100. [Internet]. Disponible en: https://isem.mx/wp-content/uploads/2019/09/Icare_ic100_instruction_manual_TA011-047_ES-1-4-1.pdf [consultada 2021.06.21].
 14. Feng CS, Jin KW, Yi K, Choi DG. Comparison of Intraocular Pressure Measurements Obtained by Rebound, Noncontact, and Goldmann Applanation Tonometry in Children. Am J Ophthalmol [Internet]. 2015;160(5):937-43. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2015.07.029>
 15. Wang YX, Xu L, Wei WB, Jonas JB. Intraocular pressure and its normal range adjusted for ocular and systemic parameters. The Beijing Eye Study 2011. PLoS One [Internet]. 2018;13(5):e0196926. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196926>
 16. Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. Surv Ophthalmol [Internet]. 1993;38(1):1-30. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0039-6257\(93\)90053-a](https://doi.org/10.1016/0039-6257(93)90053-a)
 17. Grigorian F, Grigorian AP, Olitsky SE. The use of the iCare tonometer reduced the need for anesthesia to measure intraocular pressure in children. J AAPOS [Internet]. 2012;16(6):508-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jaaapos.2012.07.004>
 18. Nakakura S, Mori E, Fujio Y, Fujisawa Y, Matsuya K, Kobayashi Y, et al. Comparison of the Intraocular Pressure Measured Using the New Rebound Tonometer Icare ic100 and Icare TA01i or Goldmann Applanation Tonometer. J Glaucoma [Internet]. 2019;28(2):172-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001138>
 19. Jose J, Ve R, Pai HV, Biswas S, Parimi V, Poojary P, et al. Agreement and repeatability of Icare ic100 tonometer. Indian J Ophthalmol [Internet]. 2020;68(10):2122. Disponible en: https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_546_19
 20. Jiang WJ, Wu JF, Hu YY, Wu H, Sun W, Lu TL, et al. Intraocular Pressure and Associated Factors in Children: The Shandong Children Eye Study. Invest Ophthalmol Vis Sci [Internet]. 2014;55(7):4128-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1167/iovs.14-14244>
 21. Haus HA, Jonescu-Cuypers C, Seitz B, Kaesmann-Kellner B. Comparison Between Intraocular Pressure Measurements With ICare Rebound Tonometry and Tonopen XL Tonometry in Premature Infants. Invest Ophthalmol Vis Sci [Internet]. 2008;49(13):712. Disponible en: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2376406>
 22. Gao F, Liu X, Zhao Q, Pan Y. Comparison of the iCare rebound tonometer and the Goldmann applanation tonometer. Exp Ther Med [Internet]. 2017;13(5):1912-6. Disponible en: <https://doi.org/10.3892/etm.2017.4164>

23. Bengtsson B, Heijl A. A Long-Term Prospective Study of Risk Factors for Glaucomatous Visual Field Loss in Patients With Ocular Hypertension. *J Glaucoma* [Internet]. 2005;14(2):135-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/01.ijg.0000151683.04410.f3>
24. de Voogd S, Ikram MK, Wolfs RCW, Jansonius NM, Hofman A, de Jong PTVM. Incidence of Open-Angle Glaucoma in a General Elderly Population. *Ophthalmology* [Internet]. 2005;112(9):1487-93. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2005.04.018>
25. Leske MC, Wu S-Y, Hennis A, Honkanen R, Nemesure B. Risk Factors for Incident Open-angle Glaucoma: the Barbados Eye Studies. *Ophthalmology* [Internet]. 2008;115(1):85-93. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.03.017>

Contribución de los autores

Conceptualización: Diana García, Diana Rey, Marcelo Carrizosa, Jenny Sánchez

Curación de datos: Diana García

Análisis formal: Diana García

Adquisición de fondos: No procede

Investigación: Marcelo Carrizosa, Jenny Sánchez

Metodología: Diana García, Diana Rey

Administración del proyecto: Marcelo Carrizosa

Recursos: No procede

Software: No procede

Supervisión: Diana García, Diana Rey

Validación: Marcelo Carrizosa, Jenny Sánchez

Visualización: Diana García, Diana Rey, Marcelo Carrizosa, Jenny Sánchez

Redacción del borrador original: Diana García, Diana Rey, Marcelo Carrizosa, Jenny Sánchez

Redacción, revisión y edición: Diana García, Diana Rey, Marcelo Carrizosa, Jenny Sánchez