

Estudio comparativo de cifras de presión intraocular con tonómetro de Indentación (Schiotz) vs tonómetro de aplanamiento (Goldman)

Fernando Ruíz M, Carolina Cantú G, Karla Ramirez G, Víctor Reyes M, Hilda Rodríguez O, Cesar Gomez H

Hospital General de Zona #20 del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Resumen

La Tonometría constituye uno de los principales procedimientos diagnósticos en la consulta de Oftalmología de segundo nivel, por lo que se plantea Comparar las cifras de presión intraocular con Tonometría de indentación de Schiotz contra la Tonometría de aplanamiento de Goldman en la consulta externa de Oftalmología y determinar la variabilidad entre pruebas.

Abstract

Tonometry is one of the main diagnostic procedures in the second-level Ophthalmology consultation, so it is proposed to compare intraocular pressure figures with Schiotz indentation tonometry against Goldman's flattening tonometry in the Ophthalmology outpatient consultation and determine variability between tests.

Palabras clave: Tonometria, Glaucoma, Schiotz, Goldman.

Keywords: Tonometry, Glaucoma, Schiotz, Goldman.

1. INTRODUCCIÓN

Presión intraocular

Se define como el equilibrio que existe entre la tasa de secreción y drenaje del humor acuoso, el mismo que depende de la resistencia encontrada en los canales de drenaje y el grado de presión venosa episcleral.

La PIO normal varía según la hora (variación circadiana) los latidos cardiacos, la tensión arterial y la respiración. El patrón diurno varia, con tendencia a ser mayor por la mañana y menor por la tarde. Esto se debe al menos en parte a la variación circadiana de la síntesis de humor acuoso, que es menor por la noche. Es buena costumbre anotar la hora del día en la que se toma la PIO [6].

Tonometría

Desde una perspectiva física, la técnica más exacta para determinar la presión intraocular (PIO) es mediante una cánula introducida en cámara anterior conectada a un manómetro. Este método directo implica perforar el globo ocular para poder introducir la cánula. Se han realizado estudios in vivo utilizando esta técnica en pacientes programados para cirugía de cataratas. Aun así, es evidente su nula aplicación clínica para el seguimiento de la PIO; básicamente se reserva para investigación. La medición de la PIO a través de un dispositivo no invasor se denomina tonometría [5].

La tonometría ha cambiado mucho a lo largo de casi dos siglos, desde los primeros intentos de William Bowman (1826) consistentes en la simple palpación digital a través del párpado superior, a las técnicas actuales. La primera técnica que introdujo un instrumento realmente útil y sencillo para la clínica fue la de Hjalmar Schiotz

(1850-1927). Recibe el nombre de Tonómetro de Schiötz, cuyo uso se extendió rápidamente convirtiéndose en el aparato estándar para medir la presión intraocular. A lo largo de los años se introdujeron algunas modificaciones [6].

Tonometría de Schiötz

El primer método indirecto objetivo para determinar la PIO fue la tonometría de indentación. Con el tonómetro de Schiötz un émbolo produce una indentación de la córnea cuya profundidad y volumen dependen de la PIO y de la rigidez escleral. El desplazamiento del émbolo se transmite mediante una aguja a una escala numerada de 0 a 20. El peso del émbolo es de 5,5 g., pudiendo aumentarse a 7,5, 10 y 15 g. El valor de la rigidez escleral puede determinarse realizando dos lecturas con dos pesos diferentes; mediante un nomograma y tablas de conversión se obtiene el valor de la PIO. Otras tablas relacionan una única lectura con la PIO para un ojo con rigidez escleral media [6].

Principio de Imbert Fick

A finales del siglo XIX, Imbert y Fick analizaron las fuerzas que actúan en un ojo simplificado. Su modelo equiparaba el ojo a una esfera ideal, seca y de paredes infinitamente finas, flexibles y elásticas. Determinaron que la presión en su interior (P) es igual a la fuerza necesaria para aplanar su superficie (F) dividida por el área de aplanamiento (A). $P = F / A$ Para poder aplicar este principio a la determinación de la PIO se tiene que tener presente que:

- El ojo humano no es una esfera ideal.
- No está seco. El menisco lagrimal disminuye el valor medido de PIO por tensión superficial.
- La córnea tiene un espesor medio de aproximadamente 0,5 mm y tiene su propia elasticidad y rigidez.
- Es un principio empírico que no se ajusta totalmente a la realidad. Es válido para un rango bajo de valores de A y de P/F [5].

Tonometría de Goldman

Método de toma de PIO más aceptado en centros hospitalarios por ser el más reproducible, con menos variantes dependientes de observador se considera el estándar de oro para la PIO, incluso se menciona en la Guía de referencia rápida de sospecha de glaucoma [7].

Fundamento Teórico de Tonometría de Goldmann

Área de aplanación constante

Goldmann, basándose en sus estudios sobre ojos de cadáveres, modificó el Principio de Imbert-Fick para poder aplicarlo de forma realista al ojo humano. Incorporó la influencia de la lágrima y de la córnea a ese principio, siendo la ecuación resultante: $P + E = F / A + S$ En donde P es la presión intraocular, F la fuerza necesaria para aplanar su superficie, A el área de aplanamiento, E el módulo de elasticidad corneal y S la fuerza de atracción por tensión superficial de la lágrima. Goldmann encontró que, para córneas de espesor normal (0,5 mm), los factores E y S se cancelaban para valores de A entre 4,9 y 12,5 mm² (de 2,5 a 4,0 mm de diámetro) Y escogió un diámetro de contacto constante de 3,06 mm (área de 7,35 mm²), porque entonces la PIO en mm Hg es diez veces la fuerza de contacto aplicada en gramos [6].

Así, el tonómetro de Goldmann se basa en el principio de Imbert-Fick con aplanamiento de un área constante. Va instalado en la lámpara de hendidura y calibrado para que la PIO pueda ser leída en un dial graduado.

Al hacer la medición, el tonómetro en contacto con el ápice corneal desplaza la fluoresceína instalada previamente hacia los bordes y la imagen observada es la de dos coronas semicirculares debido al diseño del tonómetro (incorpora un biprisma). Si el diámetro aplanado es de 3,06 mm, los bordes internos de las coronas semicirculares se encuentran en contacto [7].

En ese momento la PIO es directamente proporcional a la fuerza que ha sido necesario aplicar para conseguirlo. Aunque existen diversas técnicas de tonometría con área de aplanamiento constante (tonómetro de Perkins, Tono-Pen, tonómetro de Draeger), todas se basan en la TG, siendo considerada ésta el “estándar de oro”. Se utiliza de preferencia en la mayoría de los centros hospitalarios, además de ser fiable y con poca variabilidad interobservador [7].

Marco muestral

Se tomaron en cuenta a los pacientes que sean atendidos en el servicio de Oftalmología, mayores de 18 años de edad, cualquier sexo, que cuenten con uno o más de los diagnósticos: Ametropías, Catarata senil, Síndrome de Ojo seco, Blefaritis, sin importar edad, sexo, genero, ya que estos datos son irrelevantes para el estudio comparativo.

2. METODOLOGÍA

Se contempló la revisión de 127 Pacientes (254 PIOs), derivado de que aproximadamente se atienden 15 pacientes con estas características por semana.

Tamaño de la muestra

Se tomaron en cuenta a los pacientes que sean atendidos en el servicio de Oftalmología, que cuenten con uno o más de los diagnósticos mencionados y que deseen participar en el protocolo.

Teniendo en cuenta un tamaño de población de 520 personas, con un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5 % se obtuvo un tamaño de muestra de 126 pacientes (252 ojos).

Posterior se procedió a tomar la PIO con ambos Tonómetros, previa aplicación de Tetracaina sol oftálmica, dejando un tiempo entre tomas de 15 minutos. Una vez obtenidos los datos, fueron vertidos en una hoja de Excel®, los datos fueron analizados mediante una prueba estadística deductiva en este caso usamos “T” de Student tipo pareada para determinar si existió una diferencia significativa entre las medias de ambos grupos.

3. RESULTADOS

Se tomó la presión intraocular a 127 pacientes sin enfermedades que afectaran directamente la presión intraocular, y eliminando a aquellos no cooperadores para la toma.

Se tomó en ambos ojos con dos diferentes tonómetros, en un mismo momento, mismo observador, el principio de función de estos tonómetros es diferente, sin embargo, se esperaría una baja variación entre ellos, la media de presión con tonometría de Schiötz fue 12.9 mmhg y con Goldman 12.12 mmhg, recordando que el tonómetro de Goldman sigue siendo considerado como el estándar de oro para la toma de presión intraocular

Tabla 1. Estadísticas de muestras emparejadas, Tonometría de Schiötz OD y OI vs Tonometría de Goldman OD y OI

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	SCHIOTZOD	12.6157	127	3.55256	.31524
	GOLDMANOD	11.9535	127	2.83400	.25148
Par 2	SCHIOTZOI	13.2480	127	3.76243	.33386
	GOLDMANOI	12.3480	127	3.59903	.31936

Tabla 2. Prueba de Muestras emparejadas de medias entre ojo derecho y ojo izquierdo

		Media	Desviación	Desv Error promedio	95% de intervalo de confianza		Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior	
Ojo derecho	Schiötz Goldman	0.66220	2.68251	0.23803	0.19114	1.13327	0.006
Ojo izquierdo	Schiötz Goldman	.90000	2.52678	0.22422	0.45628	1.34372	0.000

Tabla 3. Correlación de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	SCHIOTZOD & GOLDMANOD	127	.668	.000
Par 2	SCHIOTZOI & GOLDMANOI	127	.765	.000

La p del estudio es 0.000 para ambos ojos, mostrando que existe significancia y por lo tanto una variación importante entre Tonometrías.

4. DISCUSIÓN

La Tonometría, en cualquiera de sus variedades (Goldmann, Schiötz iCare, tonopen, neumotonometro) es una forma indirecta de medir la presión intraocular creados a partir de la necesidad de medir la presión intraocular sin métodos invasivos y potencialmente dañinos para el órgano.

Actualmente el tonómetro de Goldmann basado en el principio de Imbler Flick es el más ampliamente usado por ser el que en diversos estudios demuestra la mayor reproducibilidad interobservador como lo menciona Pérez F. Gutiérrez S. en su estudio.

La necesidad de medir con precisión la presión intraocular se ve relacionada con el glaucoma, ya que sabemos que la mayoría de las veces este es el único factor modificable en la enfermedad como lo menciona Honan A. Herrera N et al, siendo el tonómetro de Goldman el más usado ser más accesible.

Honan A, Herrera H et al menciona en su estudio comparativo entre neumotonometro de no contacto y tonometro de goldman las ventajas que ofrece el neumotonómetro de no contacto son su fiabilidad y facilidad de uso. Puede ser utilizado por personal no médico entrenado. No requiere la instilación de un colirio anestésico, y al no necesitar de un contacto directo con la córnea, puede ser empleado en el postoperatorio

de la cirugía de córnea o de glaucoma, evitando infecciones cruzadas, también toma en cuenta el grosor corneal y queratometrías, que en valores muy extremos requiere validación por tonómetro de Goldmann, situación que afectaría directamente a las tomas con Tonómetro de Schiotz, ya que su principio de indentación se ve directamente afectado por la resistencia que presenta la córnea a la deformación, como es el caso de corneas gruesas de más de 570 micras o en el caso contrario con corneas menores de 500 micras donde la PIO estaría más infravalorada.

Alias Eg. Ferreras A, et al mencionan en su artículo que Los hipertensos oculares presentaron en la paquimetría valores más altos que el grupo control ($p=0,009$). No se encontraron diferencias del espesor corneal central entre los normales y los sospechosos de glaucoma, ni entre los normales y los glaucomas preperimétricos. Se evidenció una débil relación logarítmica directa entre el espesor corneal central y la tonometría Goldmann en el grupo de hipertensos oculares.

Por lo que Los hipertensos oculares presentaron córneas más gruesas que el resto de los grupos. Los sospechosos de glaucoma y los glaucomas preperimétricos tuvieron espesores corneales similares al grupo control.

Diversos estudios han intentado establecer la correspondencia entre el ECC y la PIO e incluso han tratado de determinar patrones de corrección de la PIO en función del resultado de la paquimetría, pero a día de hoy, no existe unanimidad a la hora de aceptar un algoritmo que los relacione. La mayoría de los autores reconocen la existencia de una relación directa entre el espesor corneal central y los valores de la PIO.

Finalmente cabe señalar que la toma de presión intraocular es un procedimiento que depende totalmente de la cooperación del paciente, por lo que algunos métodos resultan más incómodos y por lo tanto dificultan la cooperación del paciente, afectando los valores finales de presión, también importante individualizar el método de toma de presión para cada paciente.

5. CONCLUSIONES

La presión intraocular es el principal factor modificable en la amplia variedad de tipos de glaucoma, por lo tanto es indispensable contar con un método sencillo, cómodo reproducible y sensible para medirla, la tonometría de Goldman continua siendo el método considerado gold standard, aun siendo un método accesible y disponible en la mayoría de las unidades, es necesario sea adaptado a una lámpara de hendidura volviéndolo poco práctico en pacientes con dificultad para pararse o en encamados, por lo tanto la Tonometría de Schiotz resulta bastante práctica, y con variabilidad baja, además en nuestra experiencia es más cómodo y fácil de usar en el paciente poco cooperador.

Considerando su bajo costo comparado con otros tonómetros como el de rebote (iCare), aplanamiento portátil (tonopen), el tonómetro de Schiotz, podría considerarse como una buena alternativa para la toma de presión intraocular.

REFERENCIAS

- [1] Brad Bowling. Glaucoma. En: Brad Bowling. Kanski Oftalmología Clínica. 8a ed. Barcelona: Elsevier; 2016, 306-317.
- [2] B`Ann T, Kaufman P. Hidrodinámica del Humor acuoso. En: Kaufman P, Alm A. Adler Physiology of the eye. 10a ed. Madrid: Elsevier; 2011. 237- 272
- [3] Soto M, Gudiño R, Díaz del E. Guía de Práctica Clínica: Sospecha de Glaucoma. Ciudad de México, México: Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud; 2012. Secretaría de Salud, 2013.
http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/IMSS_615_13_HIPERTENSIONOCULAR/615GER.pdf. Consultado 20 Septiembre 2020.
- [4] Pérez F, Gutiérrez S. Oftalmoscopia, Tonometría, Funduscopia y Gonioscopia Curso breve de lámpara de hendidura. En: Royo S. Actas de la Sociedad Española de Oftalmología. Madrid: Panamericana; 2004. 89-140.
- [5] Sanchez T, Calvo B, Cortiñas I. Estudio comparativo entre el neumotonómetro de no contacto canon tx-10 y el tonómetro de Goldmann. Arch Soc Esp Oftalmol 2005; 80:643-649. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912005001100005&lng=es&nrm=iso
- [6] Honan A, Herrera N, Darias G. Tonometría neumática vs. tonometría aplanación, en sospechosos de glaucoma. Rev Méd Electrón. 2011;33:22-24. <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202011/vol6%202011/tema02.htm>
- [7] Schneider E, Grehn F. Intraocular pressure measurement -comparison dynamic contour and Goldmann tonometry. J Glaucoma 2006;15:2-6. DOI: 10.1097/01.iig.0000196655.85460.d6
- [8] Christoffersen T, Fors T, Ringberg U, et al.. Tonometry in the general practice setting (I): Tono-Pen compared to Goldmann applanation tonometry. Acta Ophthalmol 1993;71:200-212. DOI:10.1111/j.1755-3768.1993.tb04970.x
- [9] Molina N, Milla E, et al. Comparación del tonómetro de Goldmann, neumotonómetro de contacto y el efecto del grosor corneal. Arch Soc Esp Oftalmol 2010;85: 325-328. DOI: 0365-6691
- [10] Krachmer j. Tonometría y Tonografía. En: Wallace L. Glaucoma Los Requisitos. U.K.: Mosby; 2000.9-18.
- [11] James B. Tonometry. En: James B, Benjamin L. Ophthalmology Investigation and examination techniques. Filadelfia: Elsevier; 2007, 29-36
- [12] Zide Bm. Surgical Anatomy Around the Orbit. En: Ziden Bm. The System of Zones. Philadelphia: Lippicott Williams & Wilkins: 2006, 203-249.
- [13] Honan A, Herrera N, Darias Greilys. Tonometría Neumática vs. Tonometría aplanación, en sospechosos de glaucoma. Rev. Med. Electrón 2011;33:694-700. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18242011000600002&script=sci_arttext&lng=pt
- [14] Schneider E, Grehn F. Intraocular Pressure Measurement-Comparison of Dynamic Contour Tonometry and Goldmann Applanation Tonometry. J Glaucoma 2006;15:2-6. <https://doi:10.1097/01.iig.0000196655.85460.d6>
- [15] Alias E, Ferreras A, Polo V. Importancia del espesor corneal central en el estudio de hipertensos oculares, sospechosos de glaucoma y glaucomas preperimétricos. Arch Soc Esp Oftalmol 2007;82:615-622.
<https://scielo.isciii.es/pdf/aseo/v82n10/original2.pdf>
- [16] Fernandes P, Diaz-Rey J, Queiros A. Comparison of the ICare rebound tonometer with the Goldmann tonometer in a normal population. Ophthal Physiol Opt 2005;25:436-440. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2005.00327.x>
- [17] García C, González J. Accuracy of the New ICare Rebound Tonometer vs. Other Portable Tonometers in Healthy Eyes. Optom Visc Sci 2006;83:102-107. doi: 10.1097/01.opx.0000200673.96758.7b
- [18] Holladay J, Allison M, Prager T. Goldmann applanation tonometry in patients with regular corneal astigmatism. Am J Ophthalmol 1983;96:90-93. DOI: 10.1016/0002-9394(83)90459-2
- [19] Shiose Y. Intraocular pressure: new perspectives. Surv Ophthalmol 1990;34:413-435. DOI: 10.1016/0039-6257(90)90122-c
- [20] Marquez A, Oroz F. [Comparative study of two portable tonometers: Tono-Pen XL and Perkins]. Arch Soc Esp Oftalmol 2003;78:189-196. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12743842/>
- [21] Chihara E. Assessment of true intraocular pressure: the gap between theory and practical data. Surv Ophthalmol 2008;53:203-218. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2008.02.005>
- [22] Martínez C, Menezo J. Tonometría y Tonografía. En: Martínez C. Técnicas exploratorias oftalmológicas. Madrid: ESPAVS; 2006; 38-80

Correo de autor: ferchischischis@hotmail.com