COMPARACIÓN DEL TONÓMETRO PASCAL® CON EL NEUMOTONÓMETRO Y EL TONÓMETRO GOLDMANN

COMPARISON OF DYNAMIC CONTOUR TONOMETRY (PASCAL®) WITH PNEUMOTONOMETRY AND GOLDMANN TONOMETRY

HERAS-MULERO H¹, MORENO-MONTAÑÉS J², SÁDABA ECHARRI LM²,
MENDILUCE MARTÍN L³

RESUMEN

Objetivo: Comparar la medición de presión intraocular con el tonómetro de Pascal® en córneas normales frente al tonómetro de Goldmann y al neumotonómetro.

Método: Estudio clínico observacional en el que se han incluido 205 pacientes consecutivos y randomizados que han acudido a la consulta de oftalmología. Se realiza una medición con cada tonómetro en orden aleatorio.

Resultados: El Pascal®, dio una medición de la presión intraocular mayor que la del resto de tonómetros. Se obtienen diferencias significativas del Pascal® frente a los otros dos tonómetros ($p < 0,05$). La fiabilidad del Pascal® fue: fiables en el 27,3% (56 de 205 pacientes), aceptable en el 42% (86 de 205 pacientes) y en el 23,4% (48 de 205 pacientes) inaceptable. En el 7,3% (15 de 205 pacientes) restante no se obtuvo ninguna medición con el tonómetro de Pascal®. Al comparar el tonómetro de Pascal® frente al de Goldmann y al neumotonómetro se observa que el coeficiente de correlación es débil y presenta alta discordancia con el método de Bland-Altman.

ABSTRACT

Purpose: To compare the intraocular pressure measurements as defined by the Pascal® tonometer, the Goldmann tonometer and the pneumotonometer.

Methods: This was an observational clinical study, which included two hundred and five randomly selected subjects recruited from the Ophthalmology Department. The intraocular pressure measurements were performed with each tonometry technique in a randomized order.

Results: The Pascal®'s intraocular pressure measurement was significantly higher than that measured by the other two tonometers ($p < 0.05$). The quality data of Pascal® was: optimum in 27.3% (56 of 205 patients), acceptable in 42% (86 of 205 patients) and unacceptable in 23.4% (48 of 205 patients). In 7.3% (15 of 205 patients) it was impossible to obtain any measurement using Pascal®. A weak correlation coefficient between the Pascal® and the Goldmann, and between Pascal® and the pneumotonometer was found. The Bland-Altman method of measurement using these tonometers showed a high degree of discordance.

Conclusion: As reported by others authors, the Pascal®'s intraocular pressure measurement is higher

Recibido: 31/5/06. Aceptado: 24/5/07.

Departamento de Oftalmología. Clínica Universitaria de Navarra. Pamplona (Navarra). España.

¹ Licenciado en Medicina.

² Doctor en Medicina.

³ Óptico optometrista.

Correspondencia:

Henar Heras Mulero

Clínica Universitaria de Navarra

Departamento de Oftalmología

C/. Pío XII, 36

31008 Pamplona

España

E-mail: henarheras@yahoo.es

Conclusión: Diversos autores han comparado el tonómetro de Pascal® y el Goldmann coincidiendo todos en que el Pascal® ofrece una presión intraocular mayor que el Goldmann con unas diferencias que van de 0,7 a 4,4 mmHg. En córneas patológicas es muy difícil realizar la medición y cuando ésto ocurre ésta suele ser informada como inaceptable.

Palabras clave: Pascal, neumotonómetro, goldmann, tonómetro dinámico de contorno, presión intraocular.

than that of the Goldmann tonometer. The measurement differs from 0.7 to 4.4 mmHg. In corneas with pathology, it is very difficult or even unacceptable to measure the intraocular pressure using the Pascal® tonometer (*Arch Soc Esp Oftalmol* 2007; 82: 337-342).

Key words: Pascal, pneumotonometry, Goldmann tonometer, dynamic contour tonometry, intraocular pressure.

INTRODUCCIÓN

El tonómetro de contorno dinámico Pascal® es un tonómetro digital de contacto que va a medir presiones intraoculares que estén comprendidas entre 5 y 200 mmHg con una precisión de 0,2 mmHg (1-3). Junto con el valor de la presión intraocular, va a informar del grado de fiabilidad y calidad de la medición siendo Q1 fiable, Q2 y Q3 aceptable y Q4 y Q5 inaceptable aconsejando repetir la medición. El tonómetro de Pascal® es un tonómetro independiente del grosor corneal y de las características biomecánicas de la córnea como son la elasticidad, la rigidez, el grado de hidratación corneal o la configuración del estroma lamelar (1-3).

El tonómetro de Goldmann se considera el tonómetro de referencia en la medición de la presión intraocular. Sin embargo, presenta una serie de límites y fuentes de error ya que el valor que ofrece no es digital, las pulsaciones cardiacas hacen que los semicírculos cambien de posición, la presencia de mayor o menor colorante hace que el grosor de los semicírculos varíe, modificando con ello la medición y por último las características corneales como el grosor y curvatura corneal pueden conducir a una medición errónea (1-3).

El neumotonómetro (4) es un tonómetro de contacto con presión de aire que sigue el método de Mackay-Marg. En comparación con el Goldmann, va a infravalorar las presiones altas y a supervalorar las presiones bajas. Este tonómetro, al ser independiente de las características de la córnea, va a resultar útil en córneas edematosas, irregulares o con leucomas.

El objetivo de este trabajo es analizar la fiabilidad del Pascal® frente al tonómetro de Goldmann, que es el tonómetro de referencia, y al neumotonóme-

tro, que se sabe está muy poco influido por las características anatómicas de la córnea.

SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODO

Se ha realizado un estudio clínico observacional en el que se han incluido 205 pacientes consecutivos y aleatorios que han acudido a la consulta de oftalmología. De los 205 pacientes, 24 eran glaucomatosos, 25 transplantados de córnea y 156 pacientes no glaucomatosos y no transplantados de córnea.

Las mediciones las realizó siempre una misma persona, sólo se incluyó un ojo por paciente, tanto el orden de los tonómetros como la elección del ojo a estudiar fue aleatorio. Se realizaron 3 mediciones en el caso del neumotonómetro (Model 30 Classic Pneumatonometer, Medtronic Ophthalmics, Jacksonville, USA) y del Goldmann (Applanation Tonometer AT 900 BQ, Haag-Streit, Köniz, Suiza) anotando la media. Con el Pascal® (Pascal®, SMT Swiss Microtechnology AG, CH-2562 Port, Switzerland) se realizaron 3 mediciones eligiendo la que fuera igual o menor a Q3. En aquellos pacientes en los que no se consiguió un nivel aceptable de medición al cabo de 3 mediciones se anotó la presión que ofrecía la primera medición del Pascal® junto con su grado de fiabilidad.

El análisis de los métodos se realizó mediante test no paramétricos usando para la correlación el coeficiente de Spearman y el test de Wilcoxon para comparación de muestras pareadas. La concordancia entre los tonómetros se realizó por el método de Bland-Altman. Se valoró la mediana y el rango intercuantil (25-75%). El paquete estadístico utilizado fue SPSS 11.0 (SPSS for Windows, SPSS Inc, Chicago, USA).

RESULTADOS

El neumotonómetro ofreció una medición en 200 de los 205 pacientes, mientras que el tonómetro de Goldmann lo hizo en 198 pacientes y el tonómetro de Pascal® sólo fue capaz de realizar mediciones aceptables en 190 de los 205 pacientes (Q1 a Q3). El Pascal®, dio una medición de la presión intraocular mayor que la que se obtuvo con el resto de tonómetros. Cuando se comparan las mediciones obtenidas con el Pascal® frente a los otros dos tonómetros se obtienen diferencias significativas ($p<0,001$) siendo los resultados obtenidos con el Pascal® diferentes a los que se obtienen con el Goldmann o con el neumotonómetro (tabla I).

Cuando se analiza el grado de fiabilidad en la medición del Pascal®, se observa que en el 27,3% (56 de 205) de los pacientes las cifras de presión intraocular son informadas como fiables, en el 42% (86 de 205) aceptable y en el 23,4% (48 de 205) inaceptable, no fiable, aconsejando volver a medir; se volvió a medir y no se obtuvo ningún valor más fiable. En el 7,3% (15 de 205) restante no se pudo obtener ninguna medición con el tonómetro de Pascal®.

Al comparar el tonómetro de Pascal® frente al de Goldmann se observa que el coeficiente de correlación de Spearman es débil, tan sólo de 0,48 ($p=0,01$) (fig. 1a) y presenta discordancia con el método de Bland-Altman (6,42%) (fig. 1b). Cuando se compara el Pascal® frente al neumotonómetro, los resultados son parecidos con un coeficiente de Spearman débil de 0,44 ($p=0,01$) (fig. 2a) y discordancia del 6,25% (fig. 2b). Se podría pensar que estos resultados son debidos al alto porcentaje (23,4%, 48 de 205 pacientes) de pacientes con una fiabilidad baja en el tonómetro de Pascal®, sin embargo, cuando se extraen a estos pacientes y se comparan las medidas que el Pascal® ha informado como aceptables con los otros dos tonómetros los resultados no varían

Tabla I. Tabla resumen de los datos obtenidos mediante los tonómetros Pascal®, Goldmann y neumotonómetro

Tonómetro	Casos	Mediana	RI (25-75)	p Wilcoxon*
Pascal®	190	18,4	6,1	
Goldmann	198	14	4,2	<0,001
Neumotonómetro	200	15	6,2	<0,001

* Comparaciones realizadas del Pascal® frente al Goldmann y del Pascal® frente al neumotonómetro.

Fig. 1a: Recta de regresión y coeficiente de correlación para el Pascal® y el Goldmann.

Fig. 1b: Bland-Altman del Pascal® y el Goldmann con un coeficiente de discordancia del 6,42%.

Fig. 2a: Recta de regresión y coeficiente de correlación para el Pascal® y el neumotonómetro.

mucho. De tal manera que el coeficiente de Spearman del Pascal® frente al Goldmann es de 0,38 ($p=0,01$) (fig. 3a) y de 0,47 ($p=0,01$) con el neumotonómetro (fig. 3b) y la discordancia del Pascal® con el Goldmann y con el neumotonómetro es grande, de 5,88% en ambos casos (fig. 4).

Fig. 2b: Bland-Altman del Pascal® y el neumotonómetro con un coeficiente de discordancia del 6,25%.

Fig. 3a: Recta de regresión y coeficiente de correlación para el Pascal® y el Goldmann sólo para los valores medidos como aceptables por el Pascal.

Fig. 3b: Recta de regresión y coeficiente de correlación para el Pascal® y el neumotonómetro sólo para los valores medidos como aceptables por el Pascal.

DISCUSIÓN

Diversos autores (1-3,5-7) han comparado el tonómetro de Pascal® con el Goldmann coincidiendo todos en que el Pascal® ofrece una presión intra-

Fig. 4a: Bland-Altman del Pascal® y el Goldmann con un coeficiente de discordancia del 5,88%, sólo para los valores medidos como aceptables por el Pascal.

Fig. 4b: Bland-Altman del Pascal® y el neumotonómetro con un coeficiente de discordancia del 5,88% sólo para los valores medidos como aceptables por el Pascal.

ocular mayor que el Goldmann. Kotecha (2) ha sido quien ha encontrado menores diferencias, sólo un aumento en favor del Pascal® de 0,7 mmHg, frente a nuestro estudio, que ha encontrado que el Pascal® sobreestima la presión intraocular en 4,4 mmHg cuando se compara con el Goldmann. Cuando se analiza la correlación existente entre el Pascal® y el Goldmann se encuentran datos muy dispares en la bibliografía que van de la correlación más débil de Kotecha (2) con un coeficiente de 0,22, pasando por el presente trabajo ($r_{\text{spearman}}=0,48$ $p=0,01$) hasta llegar a una correlación casi perfecta de Kampeter (1) de 0,95.

Doyle (3) analizó la relación existente entre el tonómetro de Goldmann y el Pascal® en diversos grosores corneales observando que cuando se estaba frente a una córnea con un grosor normal o gruesa no había diferencias significativas en las mediciones de presión intraocular, mientras que cuando la córnea era fina existían diferencias ($p=0,009$) en

la presión intraocular medida mediante Goldmann y Pascal®.

En la bibliografía sólo existe un trabajo que compare el Pascal®, el Goldmann y el neumotonómetro y lo publicó Kniestedt (4) en el 2005. Como han encontrado el resto de los autores, el Pascal® ofreció una presión intraocular media de 18,3 mmHg, superior a la obtenida con el neumotonómetro (17,1 mmHg) y con el Goldmann (16 mmHg). Asimismo, analizó la correlación de cada uno de los tres tonómetros con el grosor corneal observando que sólo existía correlación con el tonómetro de Goldmann ($r=0,24$ $p<0,01$) siendo el neumotonómetro ($r=17,1$ $p=0,1$) y el tonómetro de Pascal® ($r<0,1$ $p=0,80$) independientes del grosor corneal.

Nos ha llamado la atención que el Pascal® realice, en muchos casos, medidas poco fiables o no sea capaz de medir la presión intraocular. Para realizar la medición, este tonómetro necesita un contorno de película lagrimal redondo que no se observa en pacientes con sequedad lagrimal, astigmatismo elevado o queratoplastia. Aunque este tonómetro en ojos sanos puede ser muy útil, en los enfermos de glaucoma con tratamientos crónicos o en enfermos seniles con sequedad ocular esta baja fiabilidad puede ser importante para su utilidad clínica. Aunque el Pascal® se ha popularizado como un sistema para medir la presión intraocular tras LASIK, conviene valorar su uso en todo tipo de pacientes como un tonómetro en el que no interviene el grosor corneal.

En el presente trabajo, como en el resto de la bibliografía, el tonómetro de Pascal® sobreestima el valor de la presión intraocular. Las mediciones son poco fiables en el 23,4% (48 de 205) de los pacientes, siendo imposible tomar una medida en el 7,3% (15 de 205).

BIBLIOGRAFÍA

1. Kamppeter BA, Jonas JB. Dynamic contour tonometry for intraocular pressure measurement. *Am J Ophthalmol* 2005; 140: 318-320.
2. Kotecha A, White ET, Shewry JM, Garway-Heath DF. The relative effects of corneal thickness and age on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Br J Ophthalmol* 2005; 89: 1572-1575.
3. Doyle A, Lachkar Y. Comparison of dynamic contour tonometry with goldmann applanation tonometry over a wide range of central corneal thickness. *J Glaucoma* 2005; 14: 288-292.
4. Kniestedt C, Lin S, Choe J, Bostrom A, Nee M, Stamper RL. Clinical comparison of contour and applanation tonometry and their relationship to pachymetry. *Arch Ophthalmol* 2005; 123: 1532-1537.
5. Schneider E, Grehn F. Intraocular pressure measurement-comparison of dynamic contour tonometry and goldmann applanation tonometry. *J Glaucoma* 2006; 15: 2-6.
6. Kaufmann C, Bachmann LM, Thiel MA. Comparison of dynamic contour tonometry with goldmann applanation tonometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004; 45: 3118-3121.
7. Pache M, Wilmsmeyer S, Lautebach S, Funk J. Dynamic contour tonometry versus goldmann applanation tonometry: a comparative study. *Graefes Arch Exp Ophthalmol* 2005; 243: 763-767.