



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE MEDICINA  
COMISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
CURSO DE ESPECIALIZACION EN OFTALMOLOGIA  
HOSPITAL MIGUEL PEREZ CARREÑO

**VARIABILIDAD INTRA E INTEROBSERVADOR DE LA MEDICIÓN DE PRESIÓN  
INTRAOCULAR ENTRE TONOMETRÍA DE CONTORNO DINÁMICO VERSUS  
TONOMETRÍA POR APLANACIÓN**

Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al Título de Especialista en  
Oftalmología

Rolando Arturo Pérez Campos  
Darío Enrique Tovar Olivella

Caracas, Agosto 2012



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE MEDICINA**

**COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**VEREDICTO**

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: Rolando Arturo Pérez Campos con P 3712882 bajo el título "**VARIABILIDAD INTRA E INTEROBSERVADOR DE LA MEDICIÓN DE PRESIÓN INTRAOCULAR ENTRE TONOMETRÍA DE CONTORNO DINÁMICO VERSUS TONOMETRÍA POR APLANACIÓN**", a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de Especialista en Oftalmología-HMPC, dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 28 de **Agosto** de **2012** a las **7:00 h** para que lo defendiera en forma pública, lo que hizo en el Servicio de Oftalmología del Hospital Miguel Pérez, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual **respondieron** a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobar** por considerar, sin hacerse solidario con la ideas expuestas por **el autor**, que exigido a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado cumple con las exigencias para su aprobación.

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de EXCELENTE al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los **28** días del mes de **Agosto** del año **2012**, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinadora del jurado Marelvi Marín Nuñez

El presente trabajo fue realizado bajo la dirección de Marelvi Marin Nuñez .

---

**Nombre Apellido / CI**

---

**Nombre Apellido / CI**

---

Marelvi Marin Nuñez  
Tutora

**Siglas de firmante transcriptor y fecha de elaboración**



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE MEDICINA**

**COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**VEREDICTO**

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: Dario Enrique Tovar Olivella con P 72219153, bajo el título "**VARIABILIDAD INTRA E INTEROBSERVADOR DE LA MEDICIÓN DE PRESIÓN INTRAOCULAR ENTRE TONOMETRÍA DE CONTORNO DINÁMICO VERSUS TONOMETRÍA POR APLANACIÓN**", a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de Especialista en Oftalmología-HMPC, dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 28 de **Agosto** de **2012** a las **7:00 h** para que lo defendiera en forma pública, lo que hizo en el Servicio de Oftalmología del Hospital Miguel Pérez, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual **respondieron** a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobar** por considerar, sin hacerse solidario con la ideas expuestas por **el autor**, que exigido a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado cumple con las exigencias para su aprobación.

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de EXCELENTE al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los **28** días del mes de **Agosto** del año **2012**, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinadora del jurado Marelvi Marín Nuñez

El presente trabajo fue realizado bajo la dirección de Marelvi Marin Nuñez .

---

**Nombre Apellido / CI**

---

**Nombre Apellido / CI**

---

Marelvi Marin Nuñez  
Tutora

**Siglas de firmante transcriptor y fecha de elaboración**

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
SISTEMA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA, HUMANÍSTICA Y  
TECNOLÓGICA (SICHT)

FECHA : 28 DE AGOSTO 2012

**AUTORIZACIÓN PARA LA DIFUSIÓN ELECTRONICA DE LOS TRABAJOS DE  
LICENCIATURA, TRABAJO ESPECIAL  
DE GRADO, TRABAJO DE GRADO Y TESIS DOCTORAL DE LA  
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.**

Nosotros, Rolando Arturo Pérez Campos con pasaporte N°3712882 y Dario Enrique Tovar Olivella con Pasaporte N°72219153, autores del trabajo “**VARIABILIDAD INTRA E INTEROBSERVADOR DE LA MEDICIÓN DE PRESIÓN INTRAOCULAR ENTRE TONOMETRÍA DE CONTORNO DINÁMICO VERSUS TONOMETRÍA POR APLANACIÓN**”.

Presentado para optar al Título de Especialista en Oftalmología.

Autorizamos a la Universidad Central de Venezuela, a difundir la versión electrónica de este trabajo, a través de los servicios de información que ofrece la Institución, sólo con fines de académicos y de investigación, de acuerdo a lo previsto en la Ley sobre Derecho de Autor, Artículo 18, 23 y 42 (Gaceta Oficial N° 4.638 Extraordinaria, 01-10-1993).

x	Si autorizo
	Autorizo después de 1 año
	No Autorizo
	Autorizo difundir sólo algunas partes del trabajo
Indique: <b>Si autorizamos</b>	

Rolando Arturo Pérez Campos  
P 3712882  
e-mail: [zen\\_24@hotmail.com](mailto:zen_24@hotmail.com)

Dario Enrique Tovar Olivella  
P 72219153  
e-mail: [dario-tovar@hotmail.com](mailto:dario-tovar@hotmail.com)

En Caracas, a los 28 dias del mes de Agosto del 2012



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE MEDICINA  
COMISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
CURSO DE ESPECIALIZACION EN OFTALMOLOGIA  
HOSPITAL MIGUEL PEREZ CARREÑO

**VARIABILIDAD INTRA E INTEROBSERVADOR DE LA MEDICIÓN DE PRESIÓN  
INTRAOCULAR ENTRE TONOMETRÍA DE CONTORNO DINÁMICO VERSUS  
TONOMETRÍA POR APLANACIÓN**

Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al Título de Especialista en  
Oftalmología

Tutor: Marelvi Marín Núñez

Rolando Arturo Pérez Campos  
Darío Enrique Tovar Olivella

Caracas, Agosto 20

---

Mareli Marín Núñez  
Tutor

---

José Luis Moctezuma  
Director del Curso de Oftalmología

---

Sonia Ojea  
Coordinador del Curso de Oftalmología

---

Douglas Angulo Herrera  
Asesor Estadístico

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	2
METODOS	10
RESULTADOS	13
DISCUSION	18
CONCLUSIONES	20
RECOMENDACIONES	21
REFERENCIAS	22
ANEXOS	24

## INTRODUCCIÓN

El glaucoma es una enfermedad ocular que por su gravedad y frecuencia, constituye aún un problema para los oftalmólogos. Aunque los progresos diagnósticos y terapéuticos han permitido mejorar significativamente las funestas consecuencias que sobre el nervio óptico ejerce determinada presión intraocular (PIO), sus métodos de medición todavía no se han superado significativamente <sup>(1)</sup>.

La medida adecuada de la presión intraocular (PIO) es un parámetro fundamental en cualquier examen oftalmológico. 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 cardíacas 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 <sup>(2)</sup>.

El tonómetro de contorno dinámico de Pascal<sup>®</sup> el cual es un tonómetro digital de contacto que mide presiones intraoculares comprendidas entre 5 y 200 mm Hg con una precisión de 0,2 Mm Hg <sup>(2)</sup>. 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<sup>®</sup> 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 <sup>(3)</sup>.

El objetivo de este trabajo es comparar la variabilidad tanto intra e interobservador del tonómetro de Pascal, que se sabe está muy poco influido por las características anatómicas de la córnea, frente al tonómetro de Goldmann, que es el tonómetro de referencia.



## **Planteamiento y delimitación del Problema**

En un ojo normal, la presión intraocular (PIO) se mantiene constantemente mediante el equilibrio que existe entre la producción y eliminación de líquido en la parte anterior del ojo, denominado humor acuoso. Una eliminación poco eficaz o un aumento de la producción de humor acuoso pueden causar un aumento de la presión intraocular.

El glaucoma se asocia a una presión intraocular elevada. Esta elevación de la presión se puede deber a un exceso de producción de líquido intraocular o, más frecuentemente, a una disminución de su eliminación. Si no se trata, esta PIO elevada puede dañar el nervio óptico y causar una pérdida de visión. Se puede llegar a tener un 40% de daño en el nervio óptico antes de poder detectar una pérdida de visión.

Es posible tener una presión intraocular (PIO) alta sin que exista glaucoma, pero con el tiempo existen muchas probabilidades de que una PIO elevada dañe el nervio óptico. Cuanto mayor es la PIO, mayor es el riesgo de desarrollar glaucoma. La hipertensión ocular se produce cuando la PIO se mantiene elevada de manera continuada, sin que haya un daño en el nervio óptico o pérdida de visión.

En general, tanto para los pacientes con glaucoma de ángulo abierto como para los de ángulo cerrado, cuanto mayor es la PIO, mayor es el riesgo de desarrollar glaucoma o de que se produzca una progresión de la enfermedad.

El presente estudio se realizó en los consultorios de Glaucoma del Servicio de Oftalmología del Hospital Miguel Pérez Carreño. Los pacientes a quienes se les realizó dicho estudio fueron aquellos que acudían por primera vez a la consulta de triaje de oftalmología y comprendidos entre 40 y 70 años de edad, sin ninguna patología ocular de base, entre las fechas de Junio 2011 a Septiembre 2011.

## **Justificación e importancia**

La importancia de este trabajo investigativo recalca en que hasta la fecha no se han reportado estudios de comparación de toma de presión intraocular tanto con el tonómetro de Goldmann y Pascal en Venezuela y así mismo servirá de referencia y control de la toma de la presión intraocular en pacientes del servicio de Oftalmología del Hospital Miguel Pérez Carreño ya que antes no se llevaba éste tipo de registro.

## **Antecedentes**

Los estudios publicados hasta el momento han puesto de manifiesto unas correlaciones excelentes entre las medidas obtenidas con el Tonómetro de Contorno Dinámico (TCD) y el Tonómetro de Aplanación de Goldmann (TAG), con una baja variabilidad tanto intraobservador como interobservador.

Sin embargo, prácticamente la totalidad de autores coinciden en señalar que el TCD sobrestima la presión con respecto a la medida con el TAG. Así, Kaufmann et al <sup>(4)</sup>.en sucesivos trabajos encontraron unas diferencias de 1,7 y 1,6 Mm Hg, mientras que Paché et al <sup>(5)</sup>.encontraron una diferencia de 1 mm Hg entre ambos tonómetros.

Existen estudios comparativos de mediciones de presiones intraoculares entre diversos tonómetros, buscando de esa manera la lectura de presión intraocular óptima entre cada uno de ellos. Así tenemos que en los años 2006 se realizaron estudios sobre la comparación de la medición de presión intraocular con el tonómetro de Pascal y tonómetro de Goldmann como lo reseña en su trabajo Schneider et al <sup>(3)</sup>.Igualmente otros autores concluyen que el TCD es un tonómetro independiente del grosor de la cornea, dando como resultado medidas más altas que las obtenidas con el tonómetro de aplanación de Goldmann. Así, lo describe Martínez et al <sup>(13)</sup>. Igualmente tenemos que en el 2004 y 2007 se realizaron estudios sobre la comparación de la medición de presión intraocular

con el tonómetro de Pascal en córneas normales frente al tonómetro de Goldmann y al Pneumotonómetro , trabajo que a su vez pertenece a los archivos de la Sociedad Española de Oftalmología, dando como conclusión que el tonómetro de Pascal ofrece una presión intraocular mayor que el Goldmann con unas diferencias que van de 0,7 a 4,4 mmHg <sup>(6)</sup>.

## **Marco Teórico**

La presión intraocular normal es el resultado del equilibrio entre la producción y eliminación del humor acuoso (necesario para la nutrición y el mantenimiento de la forma y textura del ojo), que es producido por los procesos ciliares y se elimina a través de la malla trabecular (80%) o vía convencional y, además, por la vía uveoescleral (20%).

La presión intraocular promedio es 15.9 Mm Hg +/- 2.5 mmHg. La distribución de la PIO en la población no es totalmente gaussiana, sino que desplazada hacia la derecha (es decir, hay más gente con PIO mayor a 21 que menor a 10). No existe un rango de PIO normal en una población, pero el 95 % de la población tiene una PIO entre 10 y 21 mmHg. La mejor manera de definir PIO normal es “aquella que no daña el ojo”, pues cada ojo tiene una susceptibilidad particular al daño por PIO. <sup>(7)</sup>

La presión intraocular quedará por tanto determinada por la cantidad de humor acuoso formado (F), por la facilidad con que éste sale del ojo (C) y por el nivel de presión venosa episcleral (Pv). Con frecuencia C suele expresarse por su inversa R, es decir, la resistencia a la salida del HA. La relación entre estos factores viene dada por la ecuación de Goldmann:

$$P_o = (FIC) + P_v \text{ o bien } P_0 = (F \times R) +$$

En la que  $P_o$  es la presión intraocular. <sup>(7)</sup>

El control de esta presión intraocular depende fundamentalmente del humor acuoso, y éste a su vez transmite la presión al humor vítreo. Las cifras de tensión son variables entre individuos, también en el mismo individuo a lo largo del día, y también se modifica con diversas maniobras físicas (aguantar la respiración o realizar esfuerzos físicos bruscos puede subir la presión intraocular). Los valores estadísticos medios están entre 15 y 16 mm Hg, aunque el rango de normalidad es alto: entre 10 y 21 mmHg se consideran estadísticamente normales. Valores por encima de la normalidad pueden relacionarse con el glaucoma. Un valor menor de 10 mm Hg se considera hipotensión ocular, y un valor superior a 21 mm Hg se considera hipertensión ocular.

La medida de la PIO se ve afectada en mayor o menor medida por múltiples factores: la paquimetría corneal central, la rigidez corneal (y por tanto por la edad), el pulso ocular, la hora de la medición, la colaboración del paciente, la capa de lágrima, la calibración del tonómetro, el oftalmólogo que tome la medida, el uso reciente de lentes de contacto, la curvatura corneal, etc. Demasiados factores para que creamos que la medida que hemos tomado representa con exactitud con la presión interna que soportan las células ganglionares y las demás estructuras del ojo.

Se considera un valor normal de paquimetría corneal el de 520  $\mu\text{m}$ . En estudios de metanálisis se determina que los valores van desde 543- 612  $\mu\text{m}$  ( $573\pm 39 \mu\text{m}$ ); pudiendo encontrarse grupos de riesgo como ser afroamericano, que tienden a tener corneas más delgadas y enmascaran las presiones reales ( $555\pm 40\mu\text{m}$ ), sexo femenino y la diabetes mellitus. Las personas de raza blanca tiene corneas más gruesas  $579\pm 37 \mu\text{m}$  <sup>(8)</sup>..

El tonómetro de Goldmann, introducido en 1957, fue el primer caso de tonómetro de aplanación de fuerza variable.

En la actualidad, todavía es considerado como el más fiable y el de uso más frecuente para la evaluación de la PIO. Se utiliza como el estándar por el que se evalúan otros tonómetros. Sin embargo, se pueden presentar algunos límites y fuentes de error:

1. La evaluación de la PIO es subjetiva: no se proporciona ninguna lectura por escrito.
2. Es siempre necesario que el paciente esté sentado.
3. Las pulsaciones oculares pueden producir variaciones de los semicírculos del menisco.
4. La envergadura del semicírculo teñido del menisco influye en la lectura de la PIO.
5. La presencia de una córnea gruesa, de un astigmatismo elevado o de una superficie corneal irregular provoca que la lectura de la PIO sea difícil o incorrecta.
6. La repetición de la tonometría o un contacto prolongado entre la córnea y el tonómetro pueden dañar el epitelio corneal e interferir en una lectura precisa de la PIO.

Como conclusión, la Tonometría de Aplanación de Goldmann sigue siendo el estándar de oro para la medición de la PIO. Sólo se deberían utilizar otros aparatos si no se dispone de esta tonometría o si se presentan factores que hacen que su utilización sea difícil o poco fiable <sup>(9)</sup>.

El Tonómetro de Contorno Dinámico de Pascal (TDC) basa su teórica independencia del espesor corneal en el diseño de la punta que toma la medida. Esa punta está tallada para «encajar» con la curvatura corneal estándar y así causar la menor distorsión posible de la superficie de la córnea de ser aplanada para la toma de la PIO como ocurre con el TAG. Un sensor de presión digital integrado en la superficie cóncava del tonómetro permite la medida directa de la PIO transcorneal. , posee un terminal de 7 mm de diámetro con una superficie cóncava que se adapta al contorno de la córnea y le permite mantener su forma y

curvatura. Esto permite, al menos a priori, una medida de la PIO independiente de las características corneales.

Es el primer método no invasivo capaz de medir la PIO directa y continuamente. Al rozar suavemente la córnea, la punta del tonómetro se adapta a la forma corneal (de contorno). Un campo de fuerza se establece entre la punta del tonómetro y la córnea. Un sensor de presión integrado en la punta del tonómetro mide la PIO de modo continuo y los cambios de la PIO en el tiempo. Así, en teoría, la dependencia del TDC de las propiedades biomecánicas de la córnea es mucho menor que con los tonómetros tradicionales que aplanan o indentan la córnea. Además, al tomar unas 100 veces por segundo la PIO (dinámico), nos mide la amplitud del pulso ocular (APO), medida que es muy interesante sobre todo en aquellos pacientes en los que con el tonómetro de Goldmann vemos cómo los meniscos de fluoresceína oscilan mucho. Esa APO puede ir de 1 a 10 mm Hg, así que es otro factor a tomar en cuenta. El tonómetro va montado en la lámpara de hendidura. No precisa cables (funciona con pilas), no necesita fluoresceína. Puede ser manejado por personal auxiliar porque el aparato nos da una medida de la fiabilidad de la prueba (Q por encima de 3 no es fiable) y porque nos da un valor numérico con decimales de la PIO, lo que resta subjetividad al resultado. Según el fabricante, no hay que calibrarlo porque tiene un sistema de auto calibrado. Nos imprime los resultados mostrados en la pantalla (curva de PIO, amplitud del pulso ocular, frecuencia cardíaca) y puede medir de 5 a 200 mm Hg<sup>(10)</sup>.

La utilización del tonómetro de Pascal es similar a la del TAG. Al igual que éste, va montado en la lámpara de hendidura. Posee una pantalla de cristal líquido en la que tras cada medida se muestra la presión intraocular en mm Hg, la fiabilidad de la misma, y la amplitud de pulso ocular, es decir, la diferencia de presión intraocular entre la sístole y la diástole, que indica de forma indirecta el flujo sanguíneo ocular.

## **Objetivo General**

Comparar la medición de presión intraocular con el tonómetro de Pascal en un grupo de sujetos frente al tonómetro de Goldmann en pacientes del triaje de Oftalmología del Hospital Miguel Pérez Carreño entre las fechas de Junio 2011 Septiembre 2011.

## **Objetivos Específicos**

1. Comparar la medición de la presión intraocular intra e interobservador según tonómetro de Pascal vs el tonómetro de Goldmann.
2. Comparar la medición de la paquimetría según los observadores.

## **Aspectos éticos**

Para proceder con nuestro estudio se consideró la participación y aceptación de cada uno de los pacientes involucrados haciéndoles firmar un consentimiento informado en el cual se especifica los métodos y procedimientos respectivos del estudio.

## **METODOS**

### **Tipo de estudio**

El estudio fue de tipo prospectivo de corte trasversal y comparativo

### **Población y muestra**

La población estuvo constituida por pacientes adultos mayores con edad comprendidas entre 40 a 70 años de edad, sin patología ocular que acudían por primera vez a la consulta del Servicio de Oftalmología del Hospital Miguel Pérez Carreño de la ciudad de Caracas, Venezuela.

La muestra la conformaron pacientes adultos mayores con edad comprendidas entre 40 a 70 años de edad, sin patología ocular que acudían por primera vez a la consulta del Servicio de Oftalmología del Hospital Miguel Pérez Carreño de la ciudad de Caracas, Venezuela entre las fechas de Junio 2011 a Septiembre 2011 quienes aceptaron participar en el estudio firmando el consentimiento informado. Quedando conformada por 30 pacientes, siendo el muestreo intencional, no probabilístico.

### **Criterios de inclusión**

- Pacientes que acudan por primera vez a la consulta oftalmológica del Hospital Miguel Pérez Carreño de la ciudad de Caracas, Venezuela.
- Pacientes con valores de paquimetría corneal normales (520 um hasta 610 um)



## **Criterios de exclusión**

- Pacientes con patología glaucomatosa y corneal.

## **Procedimiento**

Los pacientes citados en la consulta de triaje del Servicio de Oftalmología del Hospital Miguel Pérez Carreño que cumplan con uno de los criterios de inclusión de nuestro estudio (edades comprendidas entre 40 y 70 años) en esa misma tarde se les realizará la medición de la paquimetría corneal correspondiente usando el Microscopio Especular Paquímetro EM-3000 TOMEY y se verificará si dichos resultados corresponden al otro criterio de inclusión de nuestro estudio (valores de paquimetría corneal normales 520 um hasta 610 um). Se citará 20 pacientes semanales por tarde.

Posteriormente cumpliendo dichos criterios de inclusión, a cada paciente, se le procederá a tomar la correspondiente presión intraocular (PIO) en ambos ojos, previa instilación de Proparacaína al 0.5% con tinción de fluoresceína, usando los respectivos tonómetros de Goldmann y Pascal, realizando 3 tomas de PIO en cada ojo de cada paciente, participando en la toma de dicha PIO los residentes encargados del estudio junto con los adjuntos del servicio de Glaucoma, para de esa manera tener valores de PIO tanto interobservador como intraobservador.

Cada valor de PIO fue registrado en una tabla diferente con los correspondientes observadores.

Una vez finalizada la recolección de todos los datos, se procedió a realizar el análisis estadístico correspondiente.

### **Tratamiento estadístico propuesto**

Se calculo la media y la desviación estándar de las variables continuas; en el caso de las variables nominales se calculó su frecuencia y porcentaje. Las diferencias entre procedimientos se evaluarán con la prueba t pareada y en el caso de los valores nominales mediante la prueba Mc Nemar. Se considerará un valor de significancia del 5%. Todos los datos se analizarán con SPSS 20.

## RESULTADOS

La muestra del trabajo de investigación estuvo conformado por 30 pacientes entre 40 y 70 años, quienes acudieron a la consulta de triaje de oftalmología del Hospital Miguel Pérez Carreño, Caracas-Venezuela, a quienes se le practicó medición de la presión intraocular con los tonómetros de Contorno Dinámico Pascal y tonometría de Aplanación de Goldmann.

Los resultados obtenidos se presentan en función de los objetivos trazados.

**Tabla 1.**  
**Paquimetría.**

<b>Renglón</b>	<b>OD</b>	<b>CV</b>	<b>OI</b>	<b>CV</b>
Especialista 1	551 ± 17	3,1	551 ± 16	2,9
Especialista 2	551 ± 17	3,1	551 ± 16	2,9
Especialista 3	551 ± 17	3,1	551 ± 16	2,9
Residente 1	551 ± 17	3,1	551 ± 16	2,9
Residente 2	551 ± 17	3,1	551 ± 16	2,9

OD: F = 0,000 (p = 1,000)

OI: F = 0,000 (p = 1,000)

CV: coeficiente de variación

Al comparar las mediciones de las paquimetrías corneales realizadas tanto por los especialistas y los residentes, se observó que fueron resultados estadísticamente no significativos tanto para el ojo derecho y el ojo izquierdo. (p = 1,000)

**Tabla 2.**

**Diferencias en las mediciones de presión intraocular intrasujetos según Goldmann y Pascal en ojo derecho.**

<b>Renglón</b>	<b>Goldmann</b>	<b>CV</b>	<b>Pascal</b>	<b>CV</b>	<b>Diferencia</b>	<b>p</b>
Especialista 1	15,3 ± 2,6	17,0	16,1 ± 2,1	13,0	0,750	0,028
Especialista 2	15,4 ± 2,4	15,6	15,7 ± 2,0	12,7	0,310	0,155
Especialista 3	15,4 ± 1,9	12,3	16,3 ± 1,7	10,4	0,920	0,000
Residente 1	15,3 ± 2,3	15,0	15,7 ± 1,9	12,1	0,550	0,021
Residente 2	15,4 ± 2,2	14,3	15,9 ± 1,9	11,9	0,510	0,034

Medidas intergrupales:

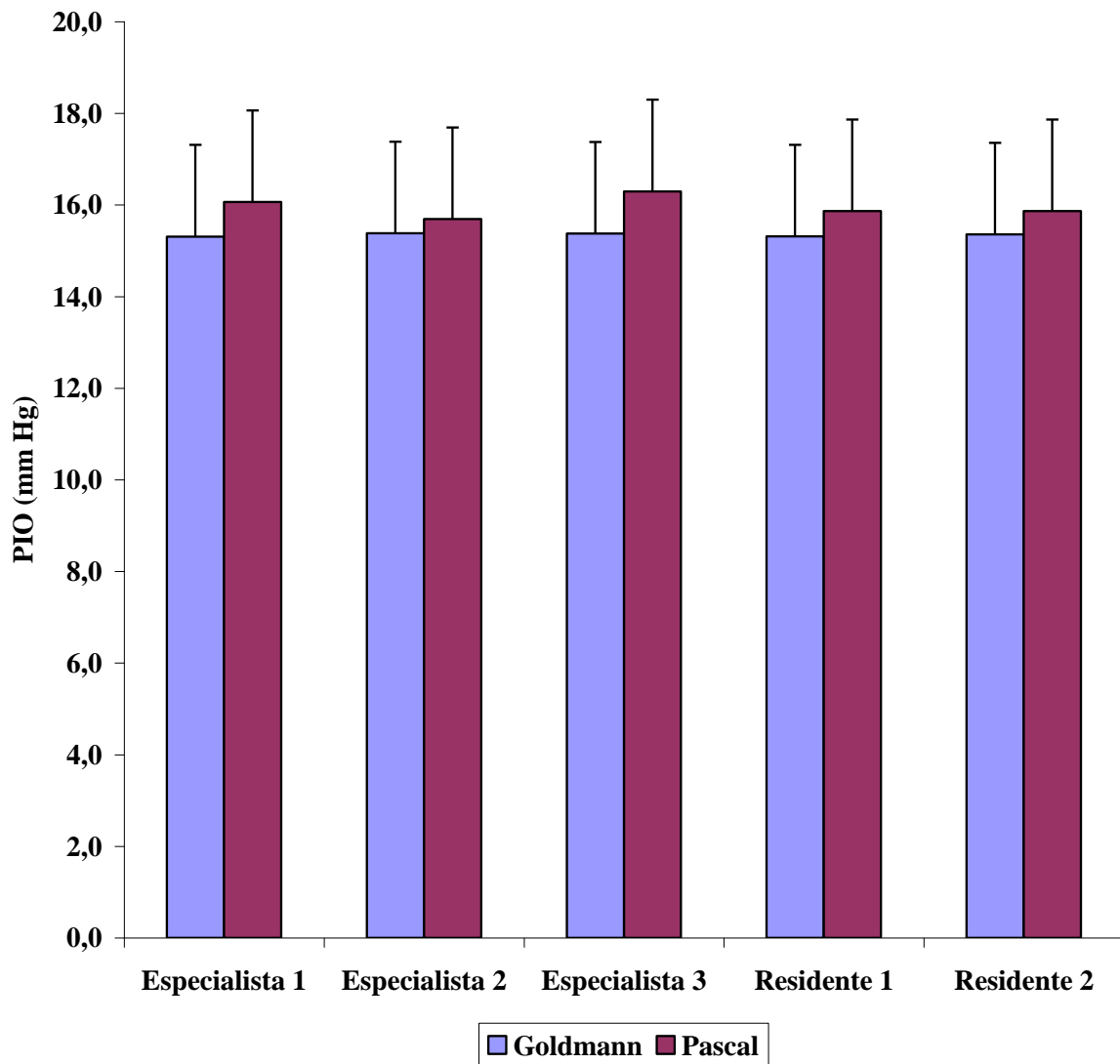
Goldmann: F = 0,007 (p = 1,000)

Pascal: F = 0,436 (p = 0,783)

CV: Coeficiente de variación

Las diferencias entre mediciones según Goldmann o Pascal en OD fueron estadísticamente significativas entre el especialista 3 y los residentes 1 y 2. En el caso de las mayores diferencias evidenciadas, correspondió al especialista 3 (diferencia de 0,92 mm Hg), mientras que la diferencia más pequeña correspondió al residente 2, también hubo diferencias significativas en las mediciones de PIO hechas por el especialista 1 tanto por Goldman respecto a Pascal (p = 0,028). En general, se observó que las mediciones por Pascal fue superiores a las realizadas por Goldmann. Al analizar las diferencias intergrupales, las medidas fueron todas estadísticamente consistentes, tanto por Goldman (p = 1,000) como por Pascal (p = 0,783).

**Gráfico 1.**  
**Presión intraocular en ojo derecho según procedimiento y observador.**



**Tabla 3.**  
**Diferencias en las mediciones de presión intraocular intrasujetos según Goldmann y Pascal en ojo izquierdo.**

<b>Renglón</b>	<b>Goldmann</b>	<b>CV</b>	<b>Pascal</b>	<b>CV</b>	<b>Diferencia</b>	<b>p</b>
Especialista 1	15,6 ± 2,5	16,0	16,1 ± 2,3	14,3	0,57	0,083
Especialista 2	15,5 ± 2,2	14,2	15,7 ± 1,6	10,2	0,16	0,492
Especialista 3	15,6 ± 1,9	12,2	16,4 ± 1,7	10,4	0,76	0,000
Residente 1	15,5 ± 2,5	16,1	15,7 ± 1,8	11,5	0,23	0,300
Residente 2	15,6 ± 2,3	14,7	15,9 ± 1,6	10,1	0,32	0,099

Medidas intergrupales:

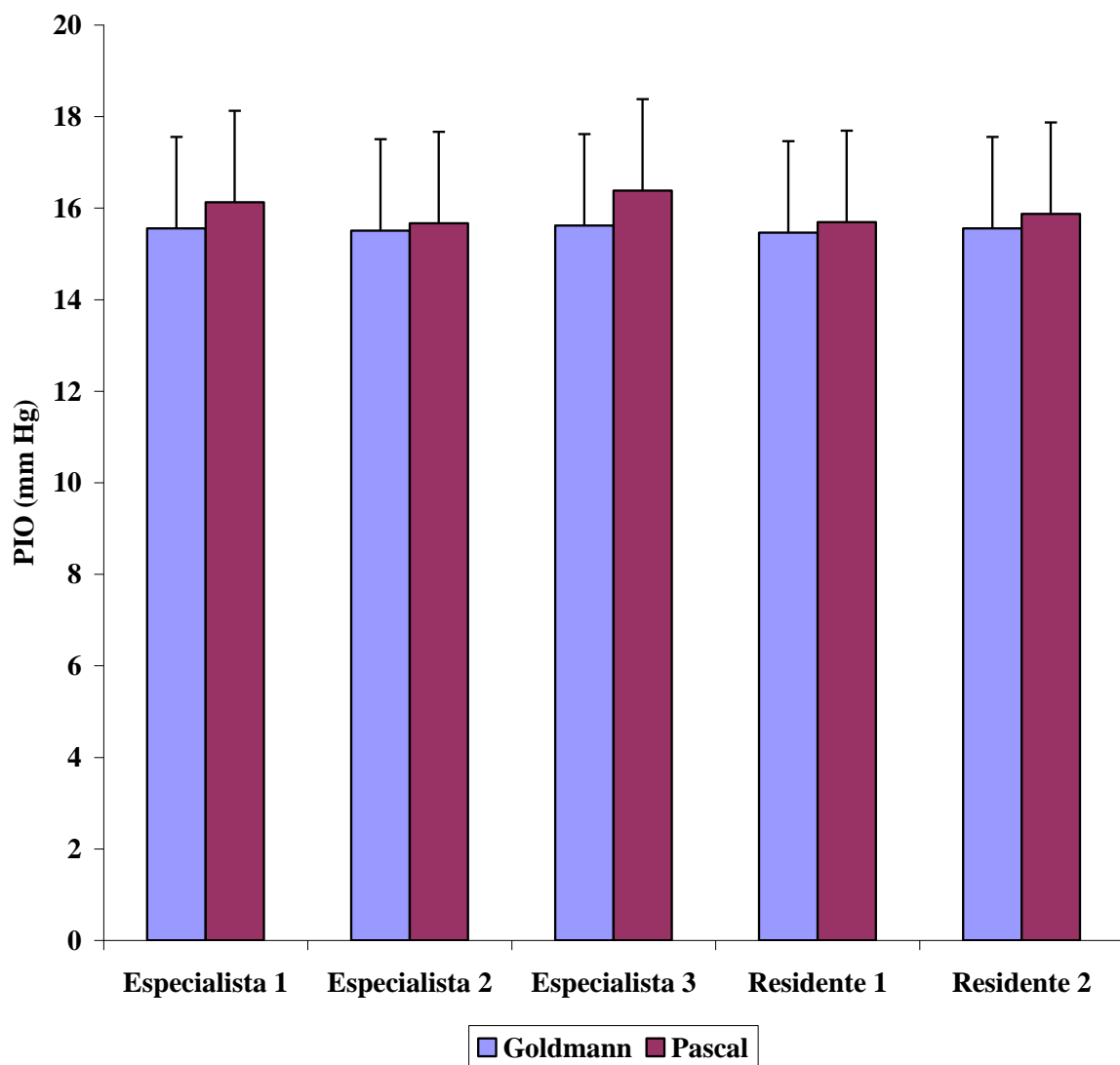
Goldmann: F = 0,019 (p = 0,999)

Pascal: F = 0,852 (p = 0,495)

CV: Coeficiente de variación

En el caso de las mediciones entre sujetos de la PIO, el especialista 3 tuvo las mayores diferencias significativas (p = 0,000), el resto de las mediciones dentro de cada sujeto no fue estadísticamente significativa. Al evaluar las diferencias entre observadores, hubo también consistencia en las mediciones, sin diferencias significativas entre éstas, en el caso del Goldmann (p = 0,999) y en Pascal (p = 0,495). Al igual que en el OD, las mediciones de Pascal fueron superiores a las reportadas por Goldmann.

**Gráfico 2.**  
**Presión intraocular en ojo izquierdo según procedimiento y observador.**



## DISCUSIÓN

En las últimas décadas ha surgido un gran interés por el manejo adecuado de la medición de la Presión intraocular (PIO), mediante diferentes métodos los cuales deben demostrar ser seguros, efectivos y rápidos; sin embargo en la práctica oftalmológica, algunos métodos poco se utilizan debido a la falta de disponibilidad en algunos centros hospitalarios.

El glaucoma es una de las principales causas de ceguera a nivel mundial, por lo tanto una adecuada medición de la PIO puede ayudarnos a la detección temprana de esta patología.

Se realizó éste trabajo de investigación con el fin de comparar la medición de la presión intraocular (PIO) con dos métodos diferentes: Tonometría de Contorno Dinámico de Pascal (TCD) y Tonometría de Aplanación de Goldmann (TAG), además usando variabilidad intraobservador e interobservante.

Así mismo, se pudo comprobar que la utilización de los métodos tanto (TCD) Y (TAG) fueron rápidos, sencillos y seguros. Además se pudo demostrar que las medidas hechas por la (TCD) fueron más altas que las realizadas por la TAG. Esto concuerda con los estudios realizados por Pache M, Wilmsmeyer S,<sup>(5)</sup> donde las medidas realizadas por la (TCD) son más elevadas que la (TAG). Igualmente se pudo comprobar que el (TCD) parece sobrestimar más las medidas de la (PIO) con respecto al tonómetro de aplanación de Goldmann, lo que concuerda con el estudio realizado por Martínez De La Casa JM<sup>(13)</sup>. Igualmente se pudo comprobar que el (TCD) parece ser menos afectado por el grosor de la cornea. Esto concuerda con los estudios realizados por Schneider et al<sup>(3)</sup>



Observando los resultados de la tabla 2, podemos decir que en el ojo derecho, las mediciones Intraobservador Según la TAG y TCD fueron estadísticamente significativas entre la mayoría de los observadores.

La comparación interobservador las medidas estadísticamente fueron todas no significativas tanto por la TAG ( $p=1,000$ ) como por la TCD ( $p=0,783$ ). Podemos agregar que la TCD tuvo una menor variabilidad tanto intra como interobservador con respecto a la TAG y que las medidas hechas por la TCD fueron más altas que las de la TAG. Todo esto concuerda con los estudios realizados por Kaufmann C, Bachmann LM <sup>(4)</sup> donde la TCD da medidas más altas que las de TAG y al mismo tiempo presenta una menor variabilidad tanto intra como interobservador.

En la tabla 3 observamos que en el ojo izquierdo, la variabilidad intraobservador con la TAG y TCD fue estadísticamente significativa en el especialista 3. En el resto la variabilidad intraobservador entre TAG y TCD fue estadísticamente no significativa.

Al mismo tiempo se observó que las mediciones de la variabilidad interobservador hubo consistencia en las mediciones, es decir fueron estadísticamente no significativas. Al igual que en el ojo derecho, se observa que también en el ojo izquierdo, las mediciones de la TCD fueron superiores a las reportadas por la TAG

Finalmente, por lo anterior discutido, consideramos que la utilización de la TAG y la TCD son excelentes métodos para la medición de la PIO.

## CONCLUSIONES

1. Los resultados de las medidas de la PIO usando la TCD son más elevadas que la TAG.
2. La variabilidad intraobservador en el ojo derecho es estadísticamente significativa a diferencia del ojo izquierdo.
3. La variabilidad interobservador tanto en el ojo derecho y el izquierdo es estadísticamente no significativa.
4. La variabilidad intraobservador e interobservador de la TCD es menor que la TAG.
5. Los pacientes sometidos a la medición de la presión intraocular por los dos métodos no reportaron ninguna alteración posterior.
6. Los métodos de medición de la presión intraocular (PIO) tanto con la TCD y TAG fueron sencillos, rápidos y seguros

## RECOMENDACIONES

1. Incentivar la elaboración de otros trabajos de investigación y compararlos con los métodos tradicionales, aumentando el tamaño de la muestra.
2. Elaborar equipos de trabajo coordinados en todos los centros hospitalarios donde existan Postgrado de Oftalmología, para la toma de presión intraocular.
3. Promover el conocimiento del uso del tonómetro dinámico de Pascal en las diferentes instituciones hospitalarias que tengan postgrado de Oftalmología.
4. Estimular la participación e integración de los organismos públicos sanitarios competentes para tener la disponibilidad del tonómetro de Pascal.

## REFERENCIAS

1. Goldman VH, Schmidt T. Applanation tonometry. In: Newell ED. Glaucoma transaction of the second conference. New York: Ophthalmol; 1957. p. 221-42.
2. Shields MB. Intraocular pressure and tonometry. In: Shields MB. Textbook glaucoma. 4ta. ed. Baltimore Maryland: Williams and Wilkins; 1998.p. 46-71
3. Schneider E, Grehn F. Intraocular pressure measurement comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann Applanation tonometry. J Glaucoma. 2006;15:2-6.
4. Kaufmann C, Bachmann LM, Thiel MA. Comparison of Dynamic Contour Tonometry with Goldmann Applanation Tonometry. Invest Ophthalm Vis Sci 2004; 45: 3118-3121.
5. Pache M, Wilmsmeyer S, Lautebach S, Funk J. Dynamic contour tonometry versus Goldmannapplanation tonometry: a comparative study. GraefesArchClinExpOphthalmol. 2005 Mar 9
6. Heras-Mulero H1, Moreno-Montañés J2, Sádaba Echarri LM2, Mendiluce Martín.Comparison of Dynamic Contour Tonometry (Pascal®) with Pneumotonometry and Goldmann Tonometry.
7. Detry-Morel M, Jamart J, Detry MB. Clinical evaluation of the Pascal dynamic contour tonometer.cliniquesUniversitaires Saint Luc, UCL, Bruxelles, Belgique. J FrOphtalmol. 2007 Mar;30(3):260-70.
8. Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. SurvOphthalmol. 1993;38:1-30.

- 9 .Budak IC, Hamed AM, Friedman NJ, Koch DD. Corneal Topography Classification in Myopic eyes based on axial, instantaneous, refractive, and profile difference maps. *J Cataract Refract Surg* 1999; Agosto; 25(8):1069-79.
10. Sánchez Tocino H, Bringas Calvo R. Estudio comparativo entre el neumotonómetro de no contacto y el tonómetro de Goldmann. *Arch. Soc. Esp. Oftalm.* 2005;11.
11. Barleon, Lorenz, Hoffmann Esther M. Comparison of Dynamic Contour Tonometry and Goldmann Applanation Tonometry in Glaucoma Patients and Healthy Subjects. *Am J Ophthalmol.* 2006;142(4):583-90.
12. Sáenz-Francés, F.; García-Catalán, R, et-al. Concordancia entre la tonometría de aplanación de Goldmann y la tonometría de contorno dinámico: efectos de la morfometría corneal. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2011;86:287-91. - vol.86 núm 09.
13. Martínez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Vico E, Fernández-Vidal A, Benítez del Castillo JM, Wasfi M, et-al. Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and goldmann tonometry. *Ophthalmology.* 2006; 113:2156-62.
14. Realini T, Weinreb RN, Hobbs G. Correlation of intraocular pressure measured with goldmann and dynamic contour tonometry in normal and glaucomatous eyes. *J Glaucoma.* 2009; 18:119-23
15. Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol.* 1993; 115:592-6.

## ANEXOS



**Figura.** Tonómetro de contorno dinámico (Pascal).



**Figura.** Tonómetro de Aplanación(Goldmann)

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

Expreso mi consentimiento para participar en el estudio "VARIABILIDAD INTRA E INTEROBSERVADOR DE LA MEDICIÓN DE PRESIÓN INTRAOCULAR ENTRE TONOMETRÍA DE CONTORNO DINÁMICO VERSUS TONOMETRÍA POR APLANACIÓN" dado que he recibido toda la información necesaria de lo que incluirá el mismo y que tuve la oportunidad de formular todas las preguntas necesarias para mi entendimiento, las cuales fueron respondidas con claridad y profundidad, donde además se me explicó que el estudio a realizar no implica ningún tipo de riesgo.

Dejo constancia que mi participación es voluntaria y que puedo dejar de participar en el momento que yo lo decida.

APELLIDO Y NOMBRES DEL PACIENTE: .....

C.I: .....

FIRMA DEL PACIENTE:.....

Caracas , Junio del 2011