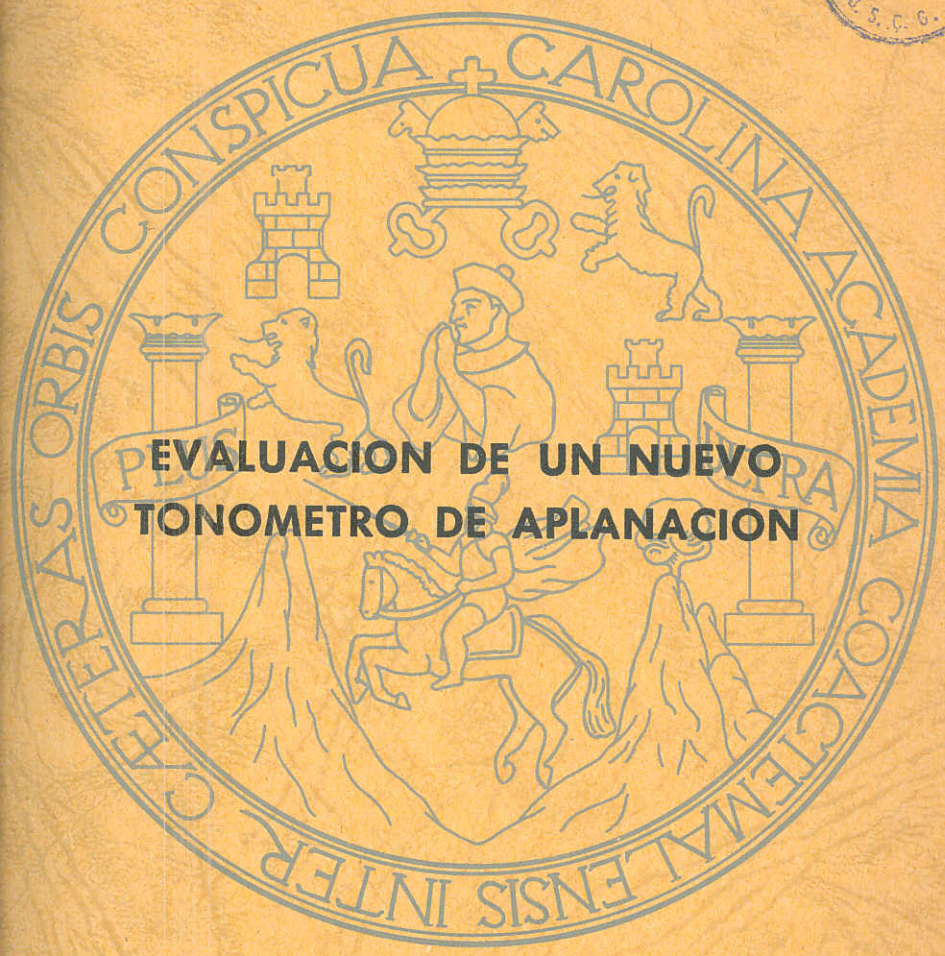
C. 1.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
BIBLIOTECA
U. S. C. G.



EVALUACION DE UN NUEVO TONOMETRO DE APLANACION

LUIS ALFREDO PISQUIY COTY

1972

INTRODUCCION

Honorable Tribunal Examinador, me es honroso presentar a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado "Evaluación de un nuevo Tonómetro de aplanación".

La evaluación clínica de la presión intraocular es un problema que invariablemente genera gran interés, particularmente en cuanto a conveniencia de uso y confiabilidad de las lecturas se refiere, ya que siempre ha existido discusión en relación al método y tipo de tonómetro a usarse. La gran importancia en la búsqueda de un método veraz para la medición de la presión intraocular, radica principalmente en la detección temprana de una pequeña alza sobre los valores máximos normales de Presión Intraocular para el precoz establecimiento del diagnóstico y tratamiento del Glaucoma.

En nuestro medio se han hecho estudios de medición de presión intraocular con el tradicional tonómetro de Schiotz, que sigue siendo un instrumento de uso diario en la práctica del oftalmólogo, pero cumple difícilmente con los requisitos científicos actualmente aceptados. Además contamos con el tonómetro de Goldmann, el cual es aceptado como un método bastante preciso para la medición de la presión intraocular.

En el presente trabajo de Tesis, se hace un estudio comparativo entre, tonometría de identación (tonómetro de Schiotz) y tonometría de aplanación, usando los tonómetros de Goldmann ya bien conocido y uno más reciente, el manual de Halberg todavía no introducido en la práctica rutinaria del oftalmólogo.

Es objetivo también del presente estudio, hacer énfasis en la importancia de la determinación rutinaria de la presión intraocular, para la detección temprana del Glaucoma.

Quiero hacer manifiesto mi agradecimiento a los doctores Luis Noé Figueroa y Fernando Beltranena, por su estrecha colaboración y asesoría de esta Tesis.

CONSIDERACIONES GENERALES

Tonometría:

Para la medición absoluta de la presión intraocular, indudablemente la única técnica exacta es la Manometría, en la cual una cánula se introduce en el ojo y la presión interna es así medida; tal método por supuesto es clínicamente inaplicable y una forma más indirecta se hace necesaria. Esto es logrado por la tonometría, en la cual la tensión de la capa más externa del ojo es estimada, midiendo su impresibilidad o alternativamente su aplanabilidad. Dado que la presión de los contenidos del globo contienen la córnea y esclerótica en estado de tensión, la presión interna puede de allí ser deducida, pero como las deducciones están basadas en factores que admiten amplias variaciones y el valor de los mismos es difícil de medir, los resultados de tonometría permanecerán siempre como aproximaciones. Por esta razón, mientras los resultados de la manometría pueden legítimamente ser expresados como "presión intraocular", aquéllos logrados por tonometría, son más propiamente referidos como "tensión ocular".

Fue Hjalman August Schiotz, que en su juventud ayudó a Javal a construir el Oftalmómetro, quien construyó y modificó un tonómetro, dedicando gran parte de su vida en hacer evolucionar el instrumento al cual le proporcionó su nombre, y a su perfección dedicó un cúmulo de meticulosos cuidados. Además construyó sucesivos modelos de los mismos con sus propias manos, certificando la exactitud y confiabilidad de cada uno de ellos, ya que eran fabricados en su propio taller. Con este instrumento sentó una sólida base para la tonometría clínica y por haberlo hecho es universalmente conocido.

La tonometría puede ser practicada ya sea por los dedos o por instrumentos especiales, diseñados para este fin. Por lo tanto se puede dividir en:

Tonometría digital

Tonometría instrumental
- Indentación
- Aplanación

1. Tonometría Digital

En la Tonometría Digital la impresibilidad de las capas oculares es estimada por sensibilidad de fluctuación, percibida durante la palpación, por lo tanto no es mucha su exactitud y depende enteramente del sentido clínico y tactus eruditus del observador. Cuando éste ha sido desarrollado por la práctica mucha información puede ser ganada y a pesar que es imposible descriminar entre finas diferencias, una tensión patológicamente muy alta o baja puede fácilmente ser apreciada.

2. Tonometría Instrumental

Como una guía para medir la tensión ocular, la tonometría está constituida para estimar la resistencia ofrecida a la deformación por las paredes del globo. Para este fin, los tonómetros pueden ya sea, medir la profundidad de la impresión producida sobre la pared ocular por una fuerza dada representada por un émbolo que lo indenta (tonometría de indentación) o pueden medir la fuerza necesaria para aplanar un área de córnea (tonometría de aplanación).

Tonometría de Identación

Muchos tipos de tonómetros de indentación han sido inventados y se ha puesto una gran cantidad de ingenio para su diseño. Los primeros instrumentos fueron introducidos por Von Graefe, Donders, Hamer (1863). Varios investigadores subsecuentes, diseñaron instrumentos modificados entre los cuales están los de Dor, Priestley, Smith (1865 y 1879); pero el modelo más ampliamente usado es el de Schiotz que fue originalmente producido en 1905 y modificado en 1924 y 1926.

Su característica esencial consiste en un émbolo que deprime la superficie de la córnea tanto mayor cuanto menor es la presión del ojo. El valor de esta depresión provocada por el tonómetro puede leerse en la escala del mismo, graduada de tal manera que cada división corresponde a una depresión de 0.05 mm (proporción de transmisión 1:20).

Actualmente no existe duda que el más acertado, confiable y al mismo tiempo clínicamente apto, instrumento de trabajo sobre el principio de indentación es el tonómetro de Schiotz y que dentro de sus varios modelos el más usado, comprobado y controlado es el modelo de pesas de 1924.

Estandarización

La adecuada estandarización del tonómetro de Schiotz sólo ha sido posible desde 1954. Respecto a los instrumentos no estandarizados o comprobados con métodos antiguos,, no apropiados, es dudoso que se adapten a las normas actuales de Estandarización. Todos los datos relativos a la tensión intraocular como por ejemplo; los límites de la tensión normal así como la tabla de calibración que nos da los valores de la tensión en mm. de Hg., se refieren a cifras obtenidas con instrumentos estandarizados. Por lo tanto un instrumento no estandarizado es tan poco adecuado como una balanza confeccionada con pesas improvisadas o una cinta métrica cuya escala no haya sido comprobada.

En la actualidad existen centros equipados con un aparato de estandarización fabricado por la casa Haag-Streit en las clínicas universitarias de Amsterdam, Berna, Bonn; en la clínica de Oftalmología Universitaria en Budapest, Hamburgo, Lieja, Roma, Estrasburgo, Tubingen, Upsala y en la Clínica Oftalmológica Universitaria de Viena. Estos centros extienden certificados detallados y cualquier otro que extienda el fabricante del aparato no garantiza que el aparato esté exactamente estandarizado.

Se ha comprobado en varios centros de estudios de Estandarización, que sólo el 50 o/o de los tonómetros construidos en la actualidad y declarados exactos por los fabricantes, responden a las normas establecidas. De los tonómetros fabricados antiguamente y que se siguen empleando actualmente, sólo un 10 o/o de los mismos pueden considerarse exactos. Estos resultados son alarmantes, puesto que el tonómetro constituye el instrumento más importante en la detección y control del glaucoma.

Calibración

En la tonometría, los valores directos de la medición vienen representados por el desplazamiento de la aguja y el valor de la pesa. Desde que fue ideado el tonómetro de Schiotz se presentó el problema de la calibración, es decir, la determinación del valor real de la tensión en mm. de Hg. en función de distintos desplazamientos de la aguja. Resulta muy difícil determinar con exactitud los diferentes valores. Han sido necesarias numerosas investigaciones para determinar la tabla de calibración actual, que sólo data de 1955; con ayuda de esta tabla podemos determinar la tensión ocular en mm. de Hg., conociendo la pesa usada (5.5, 7.5 o 10 grs.) y el valor del desplazamiento de la aguja, a condición de que la rigidez del ojo examinado sea normal. Desgraciadamente aún se emplean tablas de calibración más antiguas (1948 y 54 respectivamente) que en realidad debieran haber sido abolidas.

Errores en tonometría de Indentación

Si el tonómetro fuera un perfecto instrumento sin fallas mecánicas ni de fricción y si el ojo fuera una esfera de tamaño estandarizado y sus capas no ofrecieran resistencia distinta, y si el tonómetro desplazara cantidades despreciables de volumen de líquido, entonces el uso del tonómetro será simplemente ajustado al valor de la presión intraocular, y las lecturas instrumentales serían exactas. Ninguna de estas condiciones se obtiene en la práctica.

a) **Errores Instrumentales**

La calibración actualmente aceptada es la de 1955, establecida por la Academia Americana de Oftalmología y Otorrinolaringología. Los errores más frecuentes se producen porque existe mala fricción en deslizamiento del émbolo, el grado de deslizamiento permitible en los puntos mecánicos, tamaño y forma del disco que se pone en contacto con la córnea, etc.

Aún con instrumentos estandarizados diferencias de hasta 3 mm. Hg., son frecuentemente hallados en mediciones de tensión en un mismo ojo, tal como fue reportado por Armaly

en 1960. (3)

b) **Contracción Muscular**

Alguna contracción de los músculos extraoculares ocurre invariablemente cuando un tonómetro es colocado sobre el ojo y ciertamente cuando éste es acercado al ojo, si se tiene en cuenta que el paciente puede verlo. Esto aumenta la tensión intraocular, especialmente al comienzo de una lectura, un error que es considerable, particularmente si el paciente es nervioso. Estudios electromiográficos sugieren que esto es un reflejo de protección de origen central que envuelve ambos músculos agonistas y antagonistas. La acomodación tiene un reflejo reverso, dado que la contracción del músculo ciliar aumenta la facilidad de fluidez del acuoso y reduce la presión intraocular (Korn Bluth 1969; Armalary y Rubin 1961 respectivamente). Por esta razón, cuando la tensión está siendo tomada el paciente debe fijarse en un objeto distante en el cielo raso, más bien que en su dedo si se requieren lecturas correctas.

c) **Rigidez Escleral**

El vástago del tonómetro de Schiotz provoca una depresión de la córnea tanto mayor cuanto menor es la presión del ojo. La presión de la córnea desplaza un cierto volumen de líquido (humor acuoso) que no puede escapar inmediatamente del ojo, por lo que provoca una deformación del mismo. La resistencia a esta deformación se denomina rigidez.

La rigidez no es la misma para todos los ojos. Existen ojos más rígidos y menos ríguidos, sin embargo, la calibración (Tabla de Tonometría) sólo es aplicable a ojos con rigidez media. Si un ojo tiene una rigidez muy distinta del valor promedio, usando el Tonómetro de Schiotz se obtendrán valores falsos.

Con el Tonómetro de Schiotz sólo puede conocerse la verdadera tensión ocular si se efectúan dos mediciones sucesivas, valiéndose de dos pesas distintas (5.5 y 10 grs.), si con ambas pesas se obtienen las mismas tensiones en mm Hg. empleando las tablas de calibración de 1955 se considera que

la rigidez es normal y que los valores obrenidos con el Tonómetro de Schiotz son correctos. (Por razones didácticas se simplifica la explicación). En realidad no se puede sacar ninguna conclusión en base de una medida aislada de comprobación a causa del posible error técnico durante la tonometría. Por el contrario, si la rigidez escleral es subnormal, es decir, si el ojo opone menos resistencia a la deformación que un ojo normal, es vástago del tonómetro provocará una depresión demasiado grande, el desplazamiento de la aguja será proporcionalmente mayor y por consiguiente, el valor en mm de Hg. demasiado bajo. Será aumentado el error en cuanto mayor sea la pesa usada. Con una pesa menor desplazará un menor volumen y con una mayor éste será mayor y por tanto el error inducido por la rigidez anormal será también mayor.

Si existe una diferencia de más de 3 mm. de Hg' entre los valores obtenidos empleando las pesas de 5.5 y 10 gramos es mejor tomar la tensión con el tonómetro de aplanación. Si no se dispone de este aparato puede conocerse la verdadera tensión ocular con ayuda de un nomograma.

Por medio de éste, también se puede determinar la rigidez escleral. Un método todavía más exacto es tomar en cuenta los valores obtenidos con el tonómetro de Schiotz y el de Goldmann y aplicarlos al nomograma para determinar la rigidez escleral, que según Friedenwald, para ojos normales tiene un valor aproximado de 0.0215. Nunca se debe determinar la rigidez escleral con una sola medida de control aislada (tonometría de aplanación y Schiotz o pesa de 5.5 y de 10 gr. con el tonómetro de Schiotz), puesto que pueden sumarse los errores cometidos en ambas mediciones. Sólo se puede confiar en el resultado cuando repetidas comprobaciones dan siempre poco más o menos el mismo valor. Una tonometría de control único (tonometría diferencial) que da resultados idénticos en mm. de Hg., no demuestra que exista una rigidez normal.

La determinación de rigidez escleral tiene importancia práctia porque nos indica si podemos aplicar la tabla de Schiotz, calculada para ojos con rigidez normal o si la determinamos corregirla para adaptarla a un ojo con rigidez normal. Existen tablas para rigidez anormal.

d) **Variaciones con respecto a volumen del globo ocular**

Puede ser probado matemáticamente que la tensión de las capas oculares con respecto a la presión intraocular varía directamente al radio de la curvatura del ojo, se deduce por lo tanto que las lecturas tonométricas varían directamente con el tamaño del ojo y la curvatura del meridiano medido.

Si se requieren lecturas exactas, es necesario por lo tanto, la medición de la curvatura corneal en cada caso usando por ejemplo el queratómetro; pero dado que pocos ojos difieren marcadamente a este respecto no se incurre en un error significante, a menos que se tengan casos de microftalmos, buftalmos y miopías altas. Frindenwald inventó tablas especiales para estos ojos cuando se emplea el tonómetro de Schiotz.

Es aparente que la interpretación final de las lecturas logradas aún con el mejor instrumento de indentación, usando la técnica más cuidadosa y utilizando todas las correcciones y ajustes a la escala de calibración serán siempre una aproximación a los verdaderos valores.

Tonometría de Aplanación

La tonometría de aplanación es un método simple y seguro para medir la presión intraocular (1).

La condición básica en este tipo de tonometría es la ley de Imbert Fick, la cual establece que la presión en una esfera llena de líquido y rodeada por una membrana delgada y flexible, puede ser medida por una contra presión la cual sólo aplana la membrana en un plano. Esto puede hacerse aproximando dos esferas de igual volumen, de tal forma que una superficie de contacto es establecida entre las mismas. Puede fácilmente apreciarse que si la presión fuese igual en las dos esferas, el área de contacto sería una superficie plana. Las mismas condiciones se pueden dar si una superficie plana es aplicada a una esfera con una fuerza suficiente para aplanar un área de la superficie de la esfera. En estas circunstancias W (fuerza aplicada), A (área aplanada), P (presión en el interior de la esfera). $P = W/A$

La principal ventaja de esta técnica reside en que el cambio en el volumen ocular producido por la aplanación de un área relativamente pequeña es menor que aquélla producida por el método de indentación. Como el tonómetro de aplanación apenas desplaza fluido (.5 microlitros) aproximadamente y no aumenta la presión en el ojo de manera ostensible, este método es casi independiente de la rigidez ocular (1).

Todo lo que se requiere es un aparato por medio del cual con una fuerza conocida se haga aplanar un área conocida de córnea, evento en el cual ya sea el área aplanada puede ser mantenida constante y medir la fuerza, o esta última ser mantenida constante y medir el área de aplanación.

El primer tonómetro de aplanación fue introducido por Weber (1867) y Maklakoff (1886). Posteriormente Roemer (1818), Perkins (1953) y Posner (1965) utilizaron en la construcción de sus tonómetros el mismo principio que Maklakoff, es decir, una fuerza conocida es aplicada al ojo y el área de aplanación es evaluada. Los tonómetros que usan el principio alternativo de una fuerza variable para aplanar un área constante incluyen los de Fick (1888), Souter (1916), Maurice (1951), Goldmann (1954) y Mackay (1960). El último difiere de los demás en que la fuerza es medida eléctricamente en vez de hacerse mecánicamente.

TONOMETRO DE GOLDMANN

Diseñado por Goldmann en 1954 y modificado en 1957 por Goldmann y Schimid, este tonómetro mide la presión en forma directa como equivalente a la fuerza requerida para aplanar un área predeterminada de córnea (3.06 mm de diámetro). El aparato está formado por dos partes:

Un cono de plástico destinado a ponerse en contacto con la córnea por su vértice y que contiene en su interior dos prismas que sirven para dividir la imagen en dos mitades, desplazadas una de la otra 3.06 mm.; y una balanza de resorte, cuyo muelle ha sido probado para 20,000 cambios de tensión y en su uso corriente no se llega a su límite de

elasticidad. Se puede comprobar con un peso de referencia y todo posible error puede ser compensado por un anillo de corredera.

Técnica para su uso:

1) Anestesia superficial de la córnea, con 1 ó 2 gotas de anestésico.

2) Se intoruce en el fondo del saco conjuntival una tira de papel estéril teñido con fluoresceína sódica y se deja por unos 20 ó 30 segundos para que se diluya el colorante.

3) Se coloca al paciente en el apoya-mentón de la lámpara de hendidura.

4) La lámpara debe tener interpuesta el filtro azul, abierto el diafragma al máximo y ser colocada en un ángulo de 60 grados para obtener una imagen clara y exenta de reflejos.

5) El cono del tonómetro se limpia con una solución acuosa de Fenilhidrargidium bórico al 1/32,000.

6) Se ajusta el tambor que acciona la balanza a 0.1 gramo de presión y se adelanta la lámpara de hendidura hasta que el cono del tonómetro haga contacto con la córnea, en cuyo momento aparecen dos pequeños semicírculos amarillo verdosos opuestos por sus concavidades. Se va aumentando la presión a través del tambor, hasta que los bordes internos de los dos semicírculos se entrecrucen, en este momento el tambor indica la presión en gramos que se ejerce sobre un área de aplanación corneal de 3.06 mm. de diámetro y se multiplica por 10, de esta manera se obtiene la tensión intraocular en mm. de Hg. (4).

   Si los semicírculos aparecen muy pequeños y gruesos, es a causa de que el prisma está muy separado y deberá moverse hacia adelante con la palanca de control; si, por el contrario, aparecen grandes, finos y entrelazados en exceso, el instrumento está muy hacia adelante. Cuando existe un fuerte astigmatismo corneal, mayor de tres Dioptrías, se recomienda que el prisma sea rotado hasta

que su línea divisoria se coloque a un ángulo de 43 grados con el meridiano de mayor radio de curvatura; esto se consigue de una manera fácil y automática si se coloca el meridiano de la escala del prisma correspondiente al mayor radio de curvatura corneal en línea recta con la marca de color rojo que aparece en el sostén del prisma (3).

Ventajas del tonómetro de Goldmann:

1) La medida de la tensión intraocular se hace en la lámpara de hendidura con el paciente sentado. Ello permite que sea un examen de rutina, dentro de la exploración biomicroscópica.

2) La gran precisión de la medida y el hecho de que ésta se obtiene en mm. de mercurio sin tener que recurrir a consultar ninguna tabla.

3) No es necesario tener un concepto previo de la rigidez escleral ni del radio de curvatura corneal.

4) Medidas consecutivas no producen ninguna baja de la tensión, porque no se ejerce efecto de masaje.

5) El tonómetro de Goldmann no necesita de estandarización ni calibración periódica (8).

Factores de error con tonómetro de Goldmann:

Las causas de error con tonómetro de Goldmann provienen en su mayor parte de una técnica pobre o de inexperiencia del examinador, otras son consecuencia de la falla de calibración del instrumento, de poca cooperación de parte del paciente (apretando los párpados hasta tocar el prisma, etc.) y de variados trastornos de la córnea: edema, cicatrices, irregularidades y alteraciones de la consistencia. Recientemente se ha señalado como una causa de error el uso de concentraciones inadecuadas de fluoresceína en el fluido lagrimal. Además las soluciones anestésicas tópicas tienden a apagar la fluorescencia de las lágrimas; bajo estas condiciones,

la poca visibilidad del borde del fluido lagrimal producen una excesiva estimación del área aplanada y como consecuencia, la tensión intraocular obtenida es inferior a la normal.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó en base a doscientos cincuenta pacientes bajo tratamiento en el Instituto Dr. Rodolfo Robles (Comité Nacional Pro Ciegos y Sordomudos) contando con la aprobación de los mismos al explicárseles el objetivo del estudio y la técnica a seguirse.

El criterio usado al seleccionar los pacientes, fue únicamente rechazar aquellos que presentaran córnea anormal (edema, úlcera, etc.,) procesos oculares infecciosos y edad no suficiente para colaborar.

Se llevaron los siguientes datos para cada paciente:

1) Número de Registro Médico;

2) Edad;

3) Sexo;

4) Diagnóstico; y

5) Los valores obtenidos con los diferentes Tonómetros empleados.

Se utilizaron los Tonómetros de indentación de Schiotz y los de aplanación de Goldmann y el nuevo de uso manual de Halberg, que a continuación paso a describir.

Tonómetro de aplicación manual de Halberg

Como se ha dicho anteriormente, Maklakoff en 1885, mejoró su principio de Tonometría de Aplanación. En los tonómetros basados en este principio, una fuerza conocida (peso conocido, atraído verticalmente por la gravedad) es

aplicada al ojo y la superficie no aplanada desconocida es así evaluada, usualmente midiendo el diámetro del área circular aplanada. Por el método original de Maklakoff, el área aplanada es presentada como una área sobre la cual no se presenta un tono oscuro en la superficie del peso del tonómetro. En 1918 Roemer construyó un tonómetro de vidrio transparente basado en los principios de Maklakoff, pero usó un proceso de medición muy complicado lo que hizo poco práctico su instrumento. Perkins en 1953 construyó un tonómetro de aplicación manual, usando el mismo principio pero que permitía ver y medir directamente el área aplanada por un cilindro transparente de aplanamiento. En 1965 Posner utilizó y mecánicamente mejoró el tonómetro de Maklakoff. Este tonómetro también usa un tono oscuro durante el proceso de aplanamiento, también publicó tablas permitiendo la conversión de la superficie aplanada en mm Hg. de presión intraocular (5).

Hace muchos años Filagtov – Kalfa, produjeron un tipo diferente de tonómetro de aplanación, el cual aplanaba la córnea con un plato plano y un peso constante. La presión intraocular se determinaba midiendo el área de la córnea aplanada, por ese peso constante (8).

Recientemente Halberg desarrolló un tonómetro que resulta muy atractivo por su simple diseño. Este es una versión avanzada del de Perkins en 1953, cuyo principio está basado más o menos ligeramente en el de Maklakoff.

El Tonómetro de Halberg es portable, gravitacional, se lee directamente por medio de aplanación y trabaja de acuerdo al principio de deformación variable bajo la acción de una fuerza teóricamente invariable, la cual lo constituye el peso de tonómetro (9). El nuevo tonómetro tiene una porción para sujeción manual, la que tiene reminiscencia del de indentación de Schiotz. El peso de aplanamiento es de 5 gr. de metil-metacrilato en forma de cilindro. Un centro de gravedad bajo es garantizado por la circunvalación de una faja de metal en la parte inferior del cilindro. Esto es necesario para el fácil balance del instrumento. La superficie en contacto con el ojo es un disco de vidrio. El sistema de observación óptico consiste en dos lentes convexos arreglados en tal forma que

permiten la fácil lectura de la escala decimal en mm. que está en el instrumento, lectura que se hace fácil aún para observadores con presbicia. Los límites de foco del sistema de observación quedan limitados al punto medio del cilindro de aplanamiento, sirviendo así para salvaguardar la SOBRE o MENOS aplanación. La escala es retirada un poco de la superficie inmediata de aplanamiento cuando el instrumento no se sujeta verticalmente. Hay dos anillos de metal que pesan 2.5 gr. colocados en la porción de sujetación y que pueden ser bajados individualmente hacia la parte baja del cilindro, por un simple giro de 1/4 aumentando así le peso del cilindro a 7.5 o 10 gr.

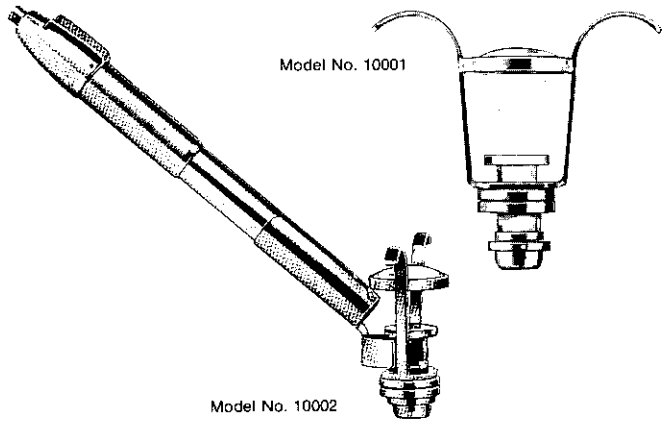
Para efectos de medición el paciente se coloca en posición supina tal y como en el caso de tonometría de indentación. Los ojos se anestesian con una gota de Dorsocaína, Optaína o cualquier otro anestésico. Solución diluída de fluoresceína puede ser aplicada, aunque no son esenciales.

El área aplanada no debe ser menos de 3.8 mm. Si los 5 gr. de peso adicional, producen un aplanamiento menor que ese, un peso adicional debe ser bajado al cilindro. La mayor confiabilidad de este instrumento será entre los 3.8 a 5.6 mm de diámetro de aplanamiento.

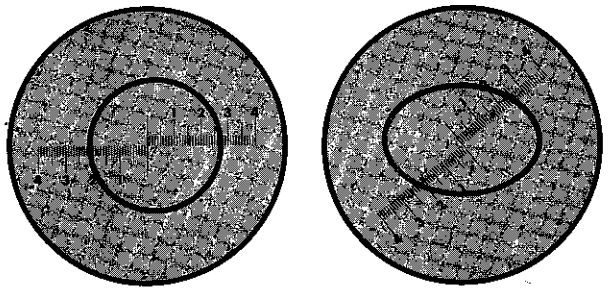
Iluminación de cuarto corriente será suficiente en la mayoría de los casos y en algunos raros, será necesario iluminación extra que puede ser dado por algún asistente. Esto es para el modelo 10001, ya que el No. 10002 trae una lámpara manual de pilas adaptable. En nuestro estudio, utilizamos el modelo con iluminación propia.

El uso de tablas de corrección de Posner-Inglima es recomendada, para pasar los mm de aplanamiento en mm Hg. de presión. El instrumento puede también ser usado como el tonómetro de Maklakoff, convencional con la ventaja que la escala de medición está construida en el aparato (5).

Se realizó la tonometría bajo condiciones rutinarias tales como las que prevalecen en un centro de asistencia pública o en la clínica privada.



2 modelos del tonómetro de Halberg.



Aspecto de la zona de aplanación y manera de efectuar en córnea esférica y cilíndrica. En el dibujo se observa fluoresceína, aunque ésta no es necesaria.

El método utilizado fue el siguiente:

a) Anestesia de la córnea con tetracaína;

b) La acostumbrada limpieza de los tonómetros en cada caso;

c) Seguidamente se procedió a tomar la tensión intraocular en forma sucesiva en este orden:

1o.) Tonómetro de Goldmann (posiciòn sentada)

2o.) Tonómetro de Halberg (posición supina)

3o.) Tonómetro de Schiotz (posición supina)

La forma como se procedió fue la siguiente:

Con el tonómetro de Goldmann previamente calibrado, se puso una o dos gotas de tetracaína, aunque existe discusión con respecto al efecto que produce sobre la fluorescencia de las lágrimas y la consecuente modificación de los resultados, quisimos hacerlo así pues es este tipo de anestesia que más se usa en nuestro medio, llenando así uno de los objetivos del presente estudio (realizar la evaluación en condiciones prevalecientes en este medio).

Inmediatamente después en posición supina se procedió a tomar la presión intraocular con el tonómetro de Halberg, previa instalación de anestesia y flouresceína utilizando la pesa de 5 gr. y en muy pocos casos se le adicionó la otra pesa de 5 gr. cuando el diámetro de aplanación era menor de 3.8 mm.

En la misma posición se evaluó el tonómetro de Schiotz. Con el objeto de que la utilización de este tonómetro fuera lo más cerca posible de la verdadera tensión intraocultar se determinaron dos medidas con diferentes pesos (5 y 10 gr.), interpolando los valores en el nomograma de Frindenmwald. En cada caso se sacó el valor de rigidez escleral K.

Se comprenderá fácilmente porque se siguió este orden si se tiene en cuenta que los dos primeros tonómetros usados

(Goldmann y Halberg) no desplazan cantidad apreciable de humor acuoso como para alterar en forma significativa los valores de presión intraocular, fenómeno no acorde con la tonometría de indentación.

La comodidad del paciente fue tenida también en cuenta, a modo de granjearnos su mayor colaboración lo que nos aseguraba resultados de mayor exactitud.

Nuestra decisión de tomar la tensión ocular en forma sucesiva fue basada en el hecho de que la misma es sujeto de cambios motivados por varios factores en el interim de unas pocas horas de un día al otro.

Previo al inicio de este trabajo, se realizó un entrenamiento con setenticinco casos, encaminado al aprendizaje y familiarización con el uso de los tonómetros de Goldmann y Halberg, no así con el tonómetro de Schiotz con el cual se consideró tener suficiente habilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

De los 250 casos estudiados, los resultados obviamente indican que los valores obtenidos con los tonómetros usados estaban muy lejos entre sí, esto se debió quizá al uso de una mala técnica o poca colaboración por parte del paciente. Así es que la evaluación se realizó en base a 240 casos (480 ojos); como nos interesaba únicamente comparar los valores obtenidos con cada uno de los tonómetros usados y no en sí los valores encontrados, no tuvimos un patrón específico para agruparlos, de tal forma que los reunimos en 7 grupos según edades que van de 10 en 10 años, como hubiera podido agruparse siguiendo otra alternativa, estos hallazgos están indicados en la tabla 1-7.

Quisimos agruparlos también según el número de casos encontrados para cada valor de tensión de donde obtuvimos que 65 o/o,de los pacientes se encontraron concentrados en el intervalo de 18 a 20 mm Hg., de aquí sacamos también una conclusión confiable sobre la validez del tonómetro de Halberg

(ver cuadro 12 y 13). En la sección correspondiente a discusión se entrará en detalle (ver gráfico No. 5 y 6).

Analizamos el número de tensiones encontradas en las cuatro siguientes alternativas para ojos derecho y ojo izquierdo:

a) Número de tensiones iguales

b) Número de tensiones con diferencia de 1 mm Hg.

c) Número de tensiones con diferencia de 2 mm Hg.

d) Número de tensiones con diferencia de más de 2 mm Hg.

FACULTAD DE CIENCIAS BIBLIOTECA U. S. C. G.

Teniendo en cuenta ésto pudimos concluir lo siguiente.

Análisis de los tonómetros de Goldmann y Halberg. Ojo derecho

Entre los 240 casos estudiados, comparando los resultados de tensiones oculares obtenidas con los tonómetros de Goldmann y Halberg, observamos que de éstos: el 50 o/o (122 casos) dieron una lectura idéntica; el 35 o/o (85 casos) con una variación de solamente 1 mm; y en el 18 o/o restante (17 casos) la variación fue de 2 mm. (Ver cuadro 8 y gráfico No. 1).

Siendo Goldmann el tonómetro rutinario de más aceptación, los resultados claramente indican que el 50 o/o de las medidas fueron exactamente las mismas.

Si recordamos que las variaciones en uno o dos mm no son altamente significativas, la similitud entre ambos alcanza la cifra de 93 o/o (ver gráfica No. 1.1) de lo que con facilidad se deduce que el resultado de la tensión ocular obtenido con el tonómetro de Halberg es tan confiable como la dada por el de Goldmann.

En el ojo izquierdo se obtuvieron resultados similares. (Ver cuadro No. 5; gráfico No. 2 y gráfico 2.1).

Análisis de los tonómetros Goldmann y Schiotz. Ojo derecho

Al comparar estos resultados se observa que existe un índice de diferencia mayor que el obtenido entre los tonómetros de Goldmann y Halberg, ya que de los 240 casos del total, únicamente el 34 o/o (83 casos) dieron resultados idénticos; el 37 o/o (89 casos) con una diferencia de 1 mm y el 19 o/o (44 casos) con diferencia de 2 mm (ver cuadro No. 10; gráfico No. 3 y gráfico 3.1). Los resultados del ojo izquierdo, tienen una distribución semejante. (Ver cuadro No. 11; gráfico No. 4 y gráfico 4.1).

Según lo descrito anteriormente, es evidente que en la comparación entre los tonómetros de Goldmann y Schiotz tenemos una distribución homogénea de los casos, entre las tres primeras alternativas (a, b, c).

La distribución de los casos obtenidos en la comparación con los tonómetros de Goldmann y Halberg está concentrada en mayor porporción (50 o/o de los casos) en la alternativa a, siguiendo sucesivamente en orden decreciente, la b y c.

Insistimos pues, en que los datos que obtuvimos con el tonómetro de Halberg se acercan mucho más a los que adquirimos con el de Goldmann, en comparación con el tonómetro de indentación de Chiotz, a pesar que éste último se usó de modo que se tomó en cuenta la rigidez escleral K.

La gráfica No. 6 nos indica que de los 240 casos medidos con el tonómetro de Goldmann, se encuentran 149 comprendidos entre 18 y 20 mm. De los mismos casos, con el tonómetro de Halberg, 141 se agrupan en este mismo intervalo (18 a 20 mm).

En términos porcentuales esto significa que en torno a los mencionados valores (18 a 20 mm de mercurio) se agrupan aproximadamente un 65 o/o del total de los casos. Esto nos demuestra la tendencia de identificación entre los valores obtenidos con los tonómetros de Halberg y Goldmann a lo

largo de toda la curva.

Se comprenderá más fácilmente si lográsemos "suvizar" ambas curvas obteniendo como resultado una nueva que estaría equidistante de las otras dos dadas por los valores de los tonómetros indicados.

En la tonometría por identación (Schiotz), los resultados varían considerablemente como puede observarse en la gráfica mencionada al principio. Si comparamos las curvas de todos estos datos con los obtenidos con el tonómetro de Goldmann e intentamos el proceso de "suavizar" a que nos referimos anteriormente, la tendencia de la nueva curva será muy distinta de las que le dieron origen.

DISCUSION

Estudios hechos previamente en diferentes países, vienen a confirmar la confiabilidad de los resultados obtenidos con el tonómetro de Halberg. Hasta el presente, la literatura revisada no reporta comparaciones entre los 3 tonómetros actualmente evaluados.

Sin embargo existen estudios entre el tonómetro en mención y otras de uso más popular en la actualidad, incluyendo:

a) Tonómetro de Mackay Marg

b) Tonómetro de Halberg

c) Tonómetro de Draeger

d) Tonómetro de Filatov-Kalfa

e) Tonómetro de Perkins.

Bucci y Romani (2) en Italia, realizaron un estudio

comparativo con los tonómetros de aplanación de Halberg y la unidad electrónica de Mackay-Marg, determinando la presión en 310 ojos de pacientes normales y con glaucoma.

Literatura voluminosa ha sido publicada sobre la validez y propiedades del tonómetro electrónico. La más reciente publicación al respecto fue hecha por Kaufman en febrero de 1972 (6), en la cual afirma la exactitud del tonómetro de Mackay-Marg, al reportarnos que los estudios realizados por Irvine y Kaufman demostraron que este tonómetro podría acertadamente medir la presión ocular con conejos cuyas córneas se habían vuelto adematosas por medio de enfriamiento y en animales similares luego de Keratoplastía. Además hallaron este instrumento generalmente acertado al compararse con el tonómetro de Goldmann en varios tipos de pacientes.

Posteriormente Wind e Irvine, confirmaron la validez y exactitud del tonómetro de Mackay-Marg al obtener los mismos resultados en la medición simultánea de la presión intraocular, introduciendo una cánula dentro del globo ocular y simultáneamente utilizando el tonómetro en mención.

Así es, que Bucci y Romani amparados en la exactitud del tonómetro de Mackay-Marg, realizaron su estudio de evaluación del tonómetro de Halberg, comparando los resultados encontrados con ambos tonómetros, llegando a la conclusión que "El tonómetro de Halberg es muy interesante por su conveniencia de uso, la exactitud de sus mediciones y su costo moderado".

El tonómetro de Goldmann, sin duda representa el estandard de certeza en paciente con córnea normal (6), esto ha servido de base a diferentes investigadores para evaluar el nuevo tonómetro de uso manual de HALBERG, comparando los resultados obtenidos con ambos. Entre estos estudios se encuentran los publicados por SCHARGEL, en Venezuela en 1970 (9), donde evaluaron 50 pacientes egresados del departamento de Glaucoma del Servicio de Oftalmología; se realizó la tonometría bajo condiciones rutinarias sin tener en cuenta la patología ocular, encontrándose que el tonómetro de HALBERG dio valores de 3.53 mm Hg. más altos que el

GOLDMANN. Esto se explica por la posición del paciente durante la tonometría, hecho ya observado por Hall en 1918, Leydhecker en 1955, Schmid en 1956 y Goldmann en 1957, concluyendo que "El Tonómetro de Halberg es lo suficientemente preciso, como para ser usado en la práctica en la clínica oftalmológica. Además, su fácil manejo, diseño simple, con un minimun de mantenimiento lo hace todavía más atractivo".

Posteriormente Jules en 1971, (5) llevó a cabo un estudio más completo escogiendo 15 pacientes al azar, incluyendo ojos sanos y patológicos, pero con córnea normal, de los cuales descartó 4 por diferentes motivos, llevándose el estudio con 21 ojos, utilizando los siguientes tonómetros:

a) Draeguer, Halberg y Filatov-Kalfa, en posición supina.

b) Draeguer, Goldmann, en posición sentado.

En un análisis detallado observó que los principales resultados están muy cerca para los tonómetros de Halberg y Filatov-Kalfa (Maklakoff), pero la desviación standard es menos significativa para el primero que para el segundo, de donde es posible concluir, que el tonómetro de Halberg es tan preciso como el de Maklakoff, con la ventaja de tener su área de aplanación perfectamente visible. Ahora bien, en comparación con el tonómetro de Goldmann es solamente un poco menos preciso, pero tiene la ventaja de ser más simple y portable.

El último estudio reportado es el de Zimnerman, en octubre de 1972 (10), en el cual detalladamente compara dos tonómetros que se utilizan en posición supina: el tonómetro de Perkins que es considerado equivalente en precisión al tonómetro de Goldmann, y el nuevo de Halberg.

Se midió la presión intraocular en 150 ojos, determinándose previamente el coeficiente de correlación entre el tonómetro de Goldmann y Halberg, que fue de 0.96 y entre el Goldman y Perkins que fue de 0.95.

Este autor afirma que lecturas confiables fueron obtenidas con el tonómetro de Halberg, luego de haber logrado suficiente

experiencia. Un hallazgo inesperado fue que el tonómetro de Halberg, es más fácil de aprender a usarse a pesar de que el operador tenía experiencia con el Goldmann. Observaciones hechas cuando se usaba el de Halberg sugirieron que una estricta adherencia a las instrucciones operatorias y suficiente experiencia eran necesarias si se deseaban obtener resultados confiables.

Así como con el instrumento de Schiotz, se debe de tener cuidado de alinear el tonómetro y el eje visual, de tal forma que los dos sean perpendiculares al piso. Luego de suficiente experiencia, el de Perkins o el de Halberg arrojan resultados confiables; el primero es un excelente instrumento y sería quizá preferido por los oftalmólogos al Goldmann, sin embargo el de Halberg debe ser considerado cuando se está enseñando tonometría en posición supina.

Kaufman en febrero 1972 (6) realizó un estudio para la evolución del tonómetro a usarse en pacientes que presentan córnea normal o anormal y con rigidez esclerarl normal o alterada, afirmando que para medir la presión intraocular el tonómetro de aplanamiento de Halberg puede ser una alternativa el de Schiotz para tomas rutinarias.

A pesar de que más o menos 100 tomas son necesarias para ganar experiencia con el mismo; el instrumento es exacto en pacientes con córnea normal, aún cuando tengan rigidez esceleral anormal, lo que haría con el Schiotz las lecturas incorrectas. En pacientes con defectos de la córnea y con superficie irregular debido a edema, ciactrices, etc., el instumento de aplanamiento óptico no puede ser usado con exactitud. Además en estos pacientes el Schiotz es no sólo inexacto sino que puede llevar a lecturas bajas y gravemente erróneas; en estos casos reporta, según estudios realizados, que el tonómetro de aplanación electrónico de Mackay-Marg, arroja las primeras lecturas confiables de presión intraocular.

Después de revisada la literatura actual con respecto a la validez del tonómetro hoy evaluado, es necesario afirmar que nuestros resultados son similares a los referidos con anterioridad, pues como se cita en la sección de resultado se observa que los valores obtenidos con el tonómetro de Halberg

son en un 50 o/o para el ojo derecho y 46 o/o para el izquierdo similares a los obtenidos con el Goldmann, hasta la fecha, el más aceptado para tomas rutinarias de tensión.

Si se toma en cuenta variaciones de uno de dos milimetros que no son significativas, la similitud entre ambos alcanza la cifra de 93 o/o para el ojo derecho y 91 o/o para el ojo izquierdo.

Observamos entonces que la evaluación del tonómetro de Schiotz (con dos pesas) en comparación con Goldmann nos muestra que existe un mayor índice de diferencia en cuanto a porcentaje de resultados similares se refiere (34 o/o ojo derecho y 30 o/o ojo izquierdo), y que la mayor concentración está encajada dentro del grupo que incluye diferencias de uno y dos mm. (90 o/o ojo derecho y 89 o/o ojo izquierdo).

Mientras que para la evaluación del tonómetro de Halberg y Goldmann prescindimos de la rigidez escleral y radio de curvatura corneal, en el caso del tronómetro de Schiotz, para obtener los presentes resultados se tuvo que determinar la rigidez escleral y hacer las respectivas correcciones usando las diferentes tablas que para el efecto existen. Esto implica mucho mayor trabajo dado que se hace necesario usar la correlación entre el valor obtenido y las tablas de rigidez escleral en aquéllos casos en los cuales los valores tomados con dos pesas diferentes no sean exactamente los mismos, pero da un dato más fidedigno al acercarse más a los valores observados en los dos tonómetros de aplanación.

Como hallazgo incidental se encontraron 22 pacientes en los cuales la tensión ocular estaba por arriba de los límites normales sin que hubieran sido considerados previamente con hipertensión ocular. Es importante hacer notar que el 54 o/o de estos (12 casos) reportaban tensión normal con el tonómetro de Schiotz, lo que nos viene a confirmar los trabajos de Kaufman (6) quien en estudio experimental utilizando monometría intraocular, tonómetro de Mackay-Marg y de Schiotz, tomando en cuenta que la curvatura corneal fuese normal y que la cánula no interfiriera con el tonómetro, se horrorizó al comparar los valores obtenidos con Schiotz, ya

que comprobó que éste no es sólo inexacto sino que lleva a errores garrafales, pues aún cuando las tensiones eran de 40 a 60 mm., el tonómetro de Schiotz mostraba de 20 a 30 mm. Hg.

En esta experiencia, como indicamos anteriormente, se tuvo un entrenamiento previo con 75, casos 150 ojos, para familiarizarnos con el uso de los tonómetros de aplanación, pareciendo al autor que el tonómetro de Halberg es de aprendizaje más que el de Goldmann hecho reportado por Zimmerman (10) y Kaufman (6). Observación también importante fue el hecho que durante la tonometría se notó más colaboración por parte del paciente, con el uso del tonómetro de Halberg en comparación con el Goldmann, al interrogar al paciente sobre este hecho, nos afirmó sentirse menos incómodo con este instrumento.

Por lo tanto, podemos concluir que, en la afanosa búsqueda de métodos fidedignos para medir la presión intraocular en forma sencilla, rápida y confiable, el nuevo tonómetro manual de aplanación de Halberg, se nos presenta ventajosamente como una alternativa al de Schiotz, hecho comprobado en el presente estudio y por otros anteriores en diferentes latitudes. En comparación con el tonómetro de Goldmann, los resultados son tan confiables como éste último, con las siguientes ventajas:

1) Comodidad en su transporte (portable)

2) Lectura de la parte aplanada de la córnea mientras el aparato se halla todavía sobre ésta (lectura directa).

3) Es gravitacional y no tiene émbolo que cause erosión de la córnea con manos no entrenadas.

4) No necesita de aparatos especializados para completarlo (lámpara de hendidura), lo cual facilita grandemente su uso en cualquier sitio.

5) Relativo bajo costo (en comparación con el Goldmann).

6) Diseño simple

7) Cuidados mínimos en su mantenimiento.

8) No necesita calibración periódica.

9) De más fácil aprendizaje en su uso, de tal forma que pueda encargarse a personal paramédico, que usualmente encontramos en nuestras instituciones.

10) Se puede cómodamente utilizar en pacientes encamados o bajo efectos de anestesia general.

11) Manualmente más fácil de usarse, su tamaño lo hace menos incómodo o pesado y la retracción del párpado se obtiene más fácilmente.

Desventajas

Ninguna fundamental a no ser que el 7 o/o se apartó de las lecturas obtenidas con el Goldmann, pero puede ser febido a que el diámetro de aplanación es mayor que el Goldmann (3.06 mm.)

Con respecto al tonómetro de Schiotz es evidente las ventajas encontradas en el presente estudio; analicemos además estas **situaciones:**

1) El tonómetro de Halberg puede ser estirilizado en gas, hecho no aceptado por el Schiotz.

2) No tiene parte movible que pueda doblarse lo que nos implica que soporta el trato duro en instituciones grandes.

CONCLUSIONES

1) La tonometría es importante en la clínica diaria y encontrar el tonómetro confiable y sencillo en su uso es también de igual importancia.

2) Se estudiaron las tensiones de 3 tonómetros (2 de ellos ya conocidos) con el fin de obtener los valores más cercanos a la verdad.

3) El tonómetro de Halberg es un instrumento de uso más fácil para el personal paramédico, ya que su aprendizaje es más simple que el de Goldmann.

4) El tonómetro de Halberg es portable, gravitacional y de lectura directa.

5) La colaboración del paciente le parece al autor ser mucho mayor al usar el tonómetro de Halberg, que el de Goldmann.

6) El precio es relativamente inferior al de Goldmann, y no necesita lámpara de Hendidura.

7) La facilidad de limpieza del instrumento es semejante al de Goldmann.

8) El tonómetro de Halberg puede utilizarse en posición prona, lo que facilita su uso en pacientes encamados o bajo anestesia en sala de operaciones.

9) Los resultados muestran finalmente que el tonómetro de Halberg es un instrumento confiable y sencillo en su uso en la clínica diaria.

CUADRO No. 1.

EDADES: 10 - 19 AÑOS																							
GOLDMAN	O.D.	17	15	20	20	18	18	19	20	20	18	19	17	18	19	20	20	18	21	17	18	22	20	22
	O.I.	17	15	20	20	18	19	22	20	20	18	18	19	20	17	18	19	20	18	20	18	21	18	22
HALBERG	O.D.	16	15	19	20	18	17	19	20	20	19	18	18	22	17	17	19	19	20	19	21	16	17	21
	O.I.	16	15	20	19	18	18	22	19	20	18	17	19	20	17	17	19	19	18	20	19	21	18	21
SCHIOTZ	O.D.	16	15	21	20	20	20	20	21	20	19	18	18	21	19	20	21	20	20	21	17	17	19	21
	O.I.	18	15	20	20	19	18	22	19	20	20	20	20	19	19	19	20	20	18	21	20	21	19	21

CUADRO No. 1. (Continuación)...

EDADES:
10-19
AÑOS:

O.D.	22	20	22	21	22	20	20	18	18	14	19	18	20	18	21	20	21	21	22	18	20	18	20
GOLDMANN																							
O.I.	20	22	21	22	20	20	18	18	18	14	19	13	20	18	21	20	21	21	22	18	18	18	20
O.D.	19	21	19	21	20	21	20	19	17	17	14	18	12	20	18	20	19	21	20	21	17	19	19
HALBERG																							
O.I.	19	21	20	21	20	19	17	17	14	18	12	20	17	20	20	21	21	17	19	19	17	21	21
O.D.	19	21	19	21	20	21	20	20	20	20	16	17	18	21	18	19	20	20	20	21	18	20	20
SCHIOTZ																							
O.I.	19	21	21	21	20	20	20	20	17	18	18	21	18	19	20	20	20	18	20	19	19	19	20

CUADRO No. II.

EDADES
20 - 29
AÑOS

O.D.	20	22	20	15	19	16	20	18	20	18	15	23	23	18	24	20	19	17	14	16	18	22	15
GOLDMANN																							
O.I.	14	19	20	22	22	16	20	18	20	18	15	23	14	18	24	20	19	17	14	16	18	22	15
O.D.	20	22	19	14	19	16	20	17	20	17	13	22	23	17	24	19	19	16	13	16	18	21	15
HALBERG																							
O.I.	15	19	20	22	21	16	20	18	20	18	13	23	24	18	24	20	19	17	13	16	18	21	15
O.D.	21	20	19	17	20	20	22	18	20	18	17	23	22	20	24	19	19	17	18	17	18	21	16
SCHIOTZ																							
O.I.	18	20	21	21	21	20	22	19	20	18	17	23	22	20	24	19	20	17	18	18	20	21	18

CUADRO No. II (Continuación)...

EDADES:
20 - 29
AÑOS:

O.D.	19	18	17	18	20	21	18	20	18	16	21	14
GOLDMANN												
O.I.	19	18	18	17	20	21	18	20	18	16	21	14
O.D.	19	17	16	18	20	21	18	20	18	16	21	14
HALBERG												
O.I.	19	17	18	16	20	21	18	20	18	14	20	14
O.D.	19	18	16	18	21	21	20	20	19	18	20	17
SCHIOTZ												
O.I.	19	18	19	18	21	21	20	20	19	18	21	18

CUADRO No. III.

EDADES:
30 - 39
AÑOS:

O.D.	19	15	19	18	20	22	17	18	21	20	16	18	20	22	21	16	18	20	22	20	19	20
GOLDMANN																						
O.I.	19	16	19	18	18	20	22	17	21	20	16	18	20	22	20	16	18	20	22	20	19	20
O.D.	19	15	18	18	20	22	17	18	21	20	16	18	20	22	10	16	18	19	21	19	19	20
HALBERG																						
O.I.	19	15	18	18	18	18	20	22	17	21	20	16	18	10	22	21	16	18	20	21	19	19
O.D.	20	16	18	20	20	23	17	18	21	22	20	20	21	21	19	17	18	19	21	20	19	20
SCHIOTZ																						
O.I.	18	17	18	18	20	20	23	18	21	22	20	20	21	20	20	18	18	19	21	20	19	20

CUADRO No. III (Continuación)...

EDADES:
30 - 39
AÑOS:

O.D.	20	18	20	18	20	23	18	25	21	18	18	22	13	22	18	20	18	22	20	22	18	20
GOLDMANN																							
O.I.	20	18	20	18	20	23	18	30	26	19	18	22	13	25	22	20	18	22	20	20	18	20
O.D.	19	18	19	17	19	24	19	26	21	18	17	22	12	21	17	20	19	21	19	21	17	21
HALBERG																							
O.I.	19	18	19	17	19	24	18	28	16	19	17	22	12	24	21	20	19	21	19	20	18	19
O.D.	20	18	20	20	19	22	20	25	21	18	18	24	14	20	19	19	18	21	20	20	18	19
SCHIOTZ																							
O.I.	20	18	20	20	20	22	20	25	25	19	18	24	24	23	19	18	18	21	20	20	18	19

CUADRO No. IV.

EDADES:
40 - 49
AÑOS:

O.D.	22	18	25	22	20	18	21	20	20	20	18	20	17	20	22	22	24	19	17	22	17	18	20
GOLDMANN																							
O.I.	22	18	25	22	20	18	21	20	20	20	18	21	17	17	20	22	20	13	19	17	22	17	18
O.D.	21	18	22	22	20	18	21	19	18	19	17	20	17	20	21	21	21	19	17	21	17	18	19
HALBERG																							
O.I.	22	18	24	21	20	18	21	19	18	19	17	21	16	17	20	21	19	11	19	17	21	17	18
O.D.	20	18	23	23	20	18	22	19	18	19	18	18	19	19	20	21	20	20	17	20	17	20	20
SCHIOTZ																							
O.I.	21	18	23	23	20	18	22	19	18	19	18	18	18	19	20	22	19	10	20	18	20	17	20

CUADRO No. IV. (Continuación)...

EDADES:
40 - 49
AÑOS:

O.D.	20	21	20	22	21	20	20	26	21	21	18	18	18	23	16	18	22	20	20	14	22	18	10
GOLDMANN																							
O.I.	20	20	21	20	22	21	20	26	21	22	18	18	20	23	16	18	22	20	22	14	21	18	10
O.D.	19	21	20	21	19	19	19	24	20	21	18	18	17	23	16	18	22	20	20	14	21	19	9
HALBERG																							
O.I.	19	19	21	20	21	18	19	19	19	20	18	18	17	23	17	18	21	20	20	14	21	20	10
O.D.	20	21	21	20	20	20	20	20	20	21	18	18	18	23	17	17	21	20	20	14	22	19	14
SCHIOTZ																							
O.I.	20	20	21	20	20	20	20	20	19	21	17	19	20	25	16	17	21	20	20	15	21	19	15

CUADRO No. V.

EDADES:
50 - 59
AÑOS

O.D.	17	22	20	24	17	18	20	20	18	20	17	14	22	18	17	20	18	21	18
GOLDMANN																			
O.I.	17	22	20	21	17	18	20	18	17	19	14	14	21	18	16	20	19	20	18
O.D.	17	22	19	23	17	17	20	18	17	20	17	14	21	18	17	20	18	21	18
HALBERG																			
O.I.	17	22	19	21	17	17	20	19	14	17	14	13	20	18	17	20	17	20	18
O.D.	18	20	19	20	18	19	21	18	18	20	19	16	22	19	18	22	20	21	20
SCHIOTZ																			
O.I.	20	20	19	15	18	18	21	18	18	18	17	17	23	18	17	22	20	21	10

CUADRO No. V. (Continuación)...

EDADES:
50 - 59
AÑOS:

O.D.	20	20	21	26	16	19	20	18	21	21	19	19	22	18	34	18	19	16
GOLDMANN																		
O.I.	18	18	21	19	19	22	18	20	18	19	16	19	22	20	33	18	19	15
O.D.	17	22	19	24	14	18	20	18	20	20	19	19	21	18	34	17	18	14
HALBERG																		
O.I.	18	17	19	18	19	22	17	20	17	18	14	19	21	19	33	17	19	16
O.D.	20	20	20	25	16	18	21	18	20	20	18	18	21	18	29	19	19	17
SCHIOTZ																		
O.I.	19	19	20	20	18	21	18	19	20	20	16	19	22	20	32	19	19	17

CUADRO No. VII.

EDADES:
60 - 69
AÑOS:

O. D.	21	17	21	20	20	20	26	22	20	22	21	16	20	21	18	17
GOLDMANN																
O. I.	20	21	17	21	25	26	22	20	22	21	14	20	21	18	18	17
O. D.	20	17	20	20	20	20	26	21	19	22	20	15	20	21	17	17
HALBERG																
O.I.	20	20	17	20	24	25	21	20	21	21	14	20	21	18	17	17
O.D.	20	17	20	20	20	20	21	20	19	22	20	15	10	20	19	18
SCHIOTZ																
O.I.	20	21	18	20	23	24	21	20	20	21	15	20	22	18	17	17

CUADRO No. VII.

EDADES:
70 - 79
AÑOS:

O.D.	14	17	17	17	18	17	24	22	18	20	18	20	19	17	18	20
GOLDMANN																
O.I.	14	17	17	17	18	17	24	20	22	18	20	18	18	20	18	20
O.D.	14	17	17	17	17	17	24	21	17	19	18	19	19	17	17	19
HALBERG																
O.I.	14	17	17	17	17	17	17	24	19	21	17	19	18	17	19	18
O.D.	17	18	18	19	18	18	23	19	19	20	20	20	18	18	18	18
SCHIOTZ																
O.I.	17	18	18	19	18	18	18	23	19	20	19	19	20	18	20	18

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICION DE LA PRESION INTRAOCULAR CON LOS TONOMETROS DE -- HALBERG Y GOLDMANN.

No. 8.

OJO DERECHO:	No. DE CASOS:	PORCENTAJE:
a) Tensión igual	122	50%
b) Diferencia de 1 mm. Hg.	85	35%
c) Diferencia de 2 mm. Hg.	17	8%
d) Diferencia mayor de 2 mm Hg.	16	7%
T O T A L:	240	100%

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRESION INTRAOCULAR CON LOS TONOMETROS DE HALBERG Y GOLDMANN.

No. 9.

OJO IZQUIERDO:	No. DE CASOS:	PORCENTAJE:
a) Tensión igual	111	46%
b) Diferencia de 1 mm. Hg.	82	35%
c) Diferencia de 2 mm. Hg.	25	10%
d) Diferencia mayor de 2 mm. Hg.	22	9%
T O T A L :	240	100%

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICION DE LA PRESION - INTRAOCULAR CON LOS TONOMETROS DE GOLMAN Y SCHIOTZ.

No. 10.

OJO DERECHO:	No. DE CASOS:	PORCENTAJE:
a) Tensión igual	83	34%
b) Diferencia de 1 mm. Hg.	89	37%
c) Diferencia de 2 mm. Hg.	44	19%
d) Diferencia mayor de 2 mm. Hg.	24	10%
T O T A L :	240	100%

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICION DE LA PRESION INTRAOCULAR CON LOS TONOMETROS DE GOLMAN Y SCHIOTZ.

No. 11.

OJO IZQUIERDO:	No. DE CASOS:	PORCENTAJE:
a) Tensión Igual	72	30%
b) Diferencia de 1 mm. Hg.	94	39%
c) Diferencia de 2 mm. Hg.	49	20%
d) Diferencia mayor de 2 mm Hg.	25	11%
T O T A L :	240	100%

CUADRO COMPARATIVO DE LAS TENDENCIAS OBTENIDAS EN LA MEDICION DE PRESION INTRAOCULAR CON LOS TOMETROS DE GOLDMANN, HALBERG Y SCHIOTZ, OJO DERECHO.

No. 12.

Tensiones:	GOLDMANN		HALBERG:		SCHIOTZ:	
	# CASOS:	PORCENTAJE:	# CASOS:	PORCENTAJE:	# CASOS:	PORCENTAJE:
10-11	2	0.83%	3	1.25%	1	0.44%
12-13	2	0.83%	4	1.66%	0	0.00%
14-15	12	5.00%	12	5.00%	4	1.66%
16-17	33	13.79%	46	19.19%	26	10.83%
18-19	65	27.08%	80	33.33%	89	37.08%
20-21	78	32.54%	61	25.58%	96	40.00%
22-23	38	15.83%	16	6.66%	16	6.66%
24-25	7	2.95%	6	2.50%	6	2.50%
26-27	3	1.25%	12	5.00%	0	0.00%
28-29	0	0.00%	0	0.00%	2	0.83%

CUADRO COMPARATIVO DE LAS TENDENCIAS OBTENIDAS EN LA MEDICION DE PRESION INTRAOCULAR CON LOS TONOMETROS DE GOLDMAN, HALBERG Y SHIOTZ.

OJO IZQUIERDO

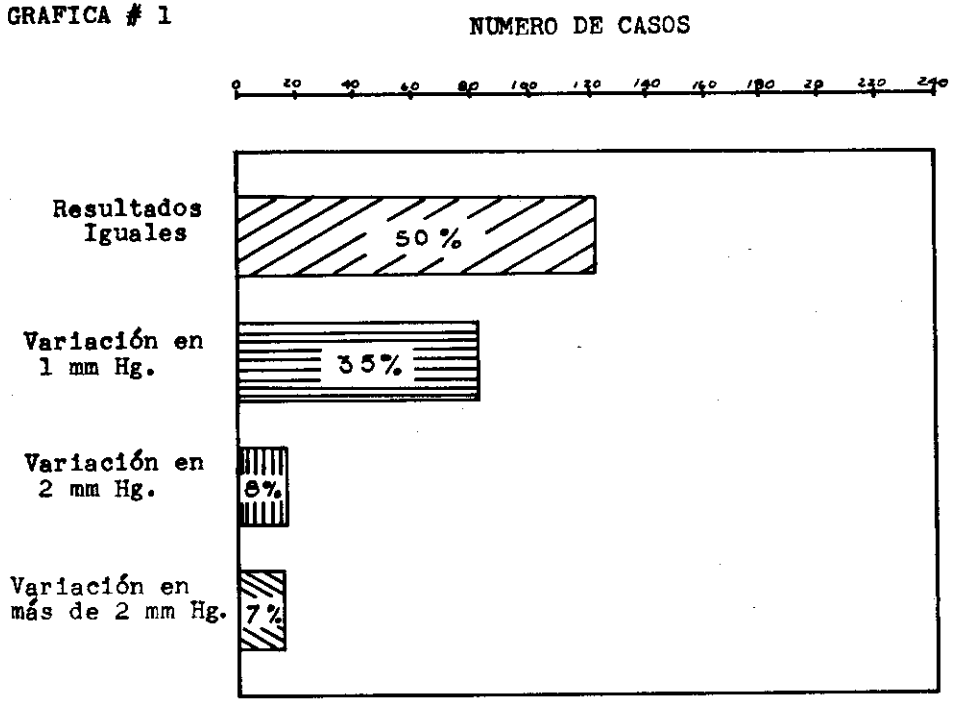
No. 13

Tensioes:	GOLDMANN:		HALBERG:		SCHIOTZ:	
	# CASOS:	PORCENTAJE:	# CASOS:	PORCENTAJE:	# CASOS:	PORCENTAJE:
10-11	1	0.41%	3	1.25%	1	0.41%
12-13	4	1.66%	5	2.08%	0	0.00%
14-15	12	5.00%	14	5.83%	5	2.11%
16-17	28	11.66%	45	18.75%	11	4.58%
18-19	70	29.16%	77	33.03%	96	40.00%
20-23	79	32.91%	68	28.29%	100	41.66%
22-23	30	12.50%	15	6.25%	22	9.16%
24-25	10	4.16%	8	3.33%	5	2.08%
26-27	3	1.25%	2	0.83%	0	0.00%
28-29	1	0.41%	2	0.83%	0	0.00%
30-31	1	0.41%	0	0.00%	0	0.00%
32-33	1	0.41%	1	0.41%	0	0.00%

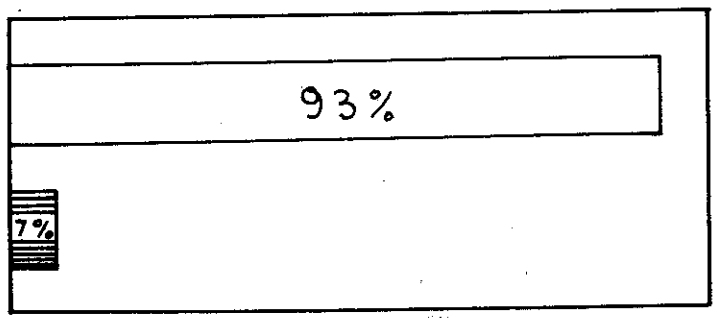
CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MEDICIONES DE PRESION INTRAOCULAR CON LOS TONOMETROS DE GOLDMANN Y HALBERG

OJO DERECHO

GRAFICA # 1

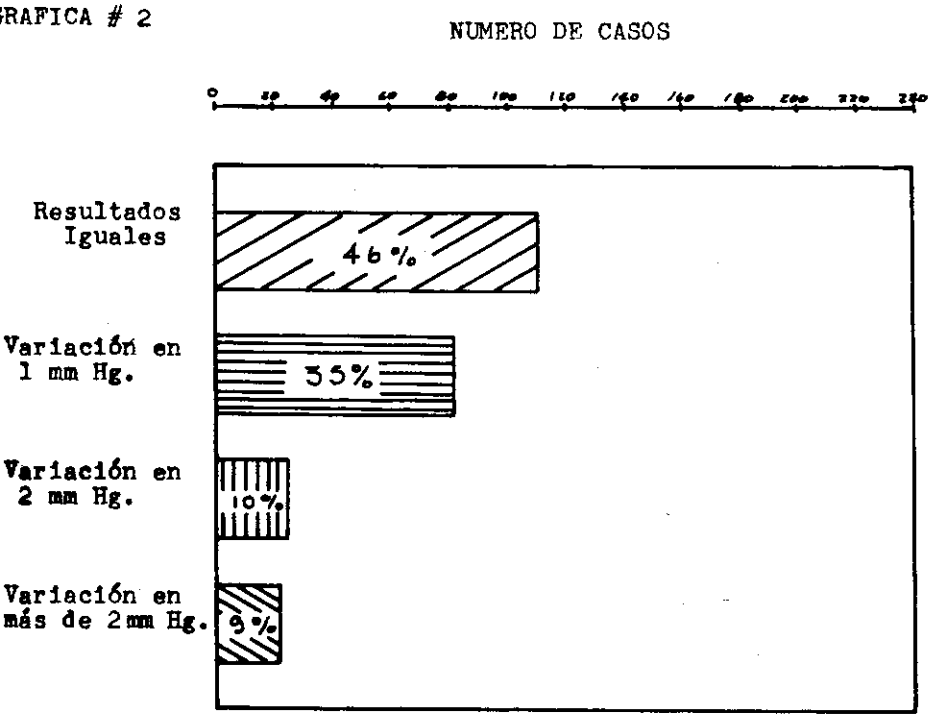


GRAFICA 1.1

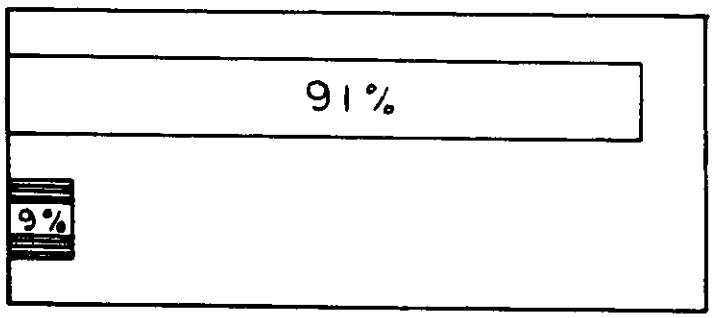


CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS
EN LAS MEDICIONES DE PRESION INTRAOCULAR CON
LOS TONOMETROS DE GOLDMANN Y HALBERG
OJO IZQUIERDO

GRAFICA # 2

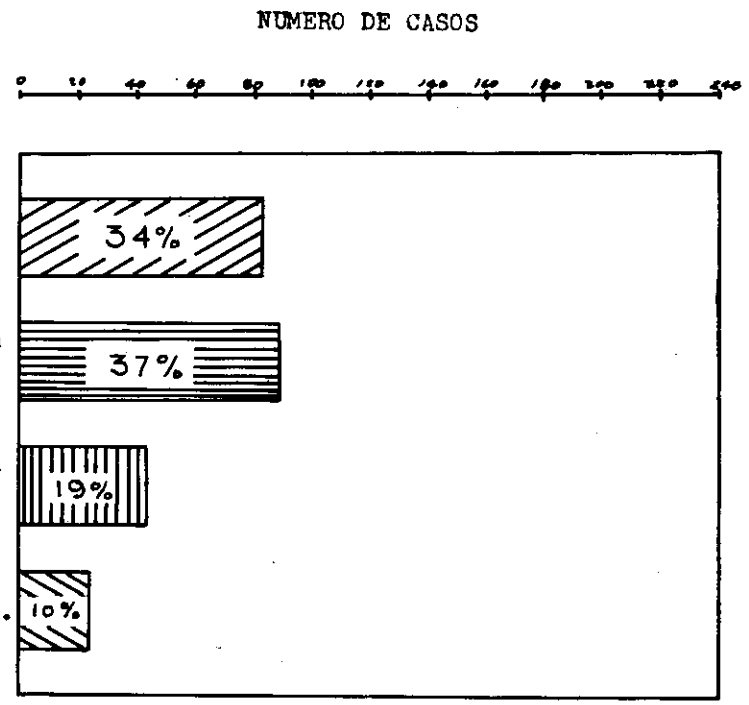


GRAFICA 2.1

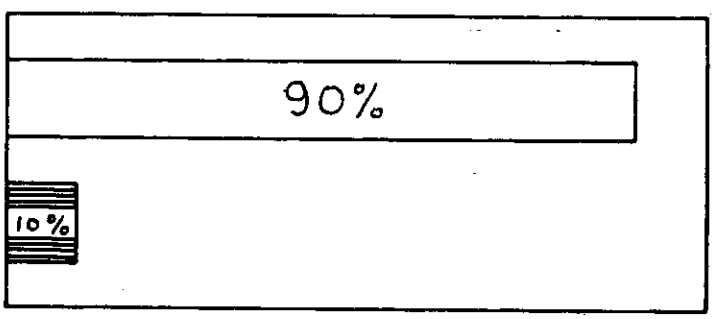


CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS
EN LAS MEDICIONES DE PRESION INTRAOCULAR CON
LOS TONOMETROS DE GOLDMANN Y SCHIOTZ
OJO DERECHO

AFICA # 3



FICA 3.1



CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

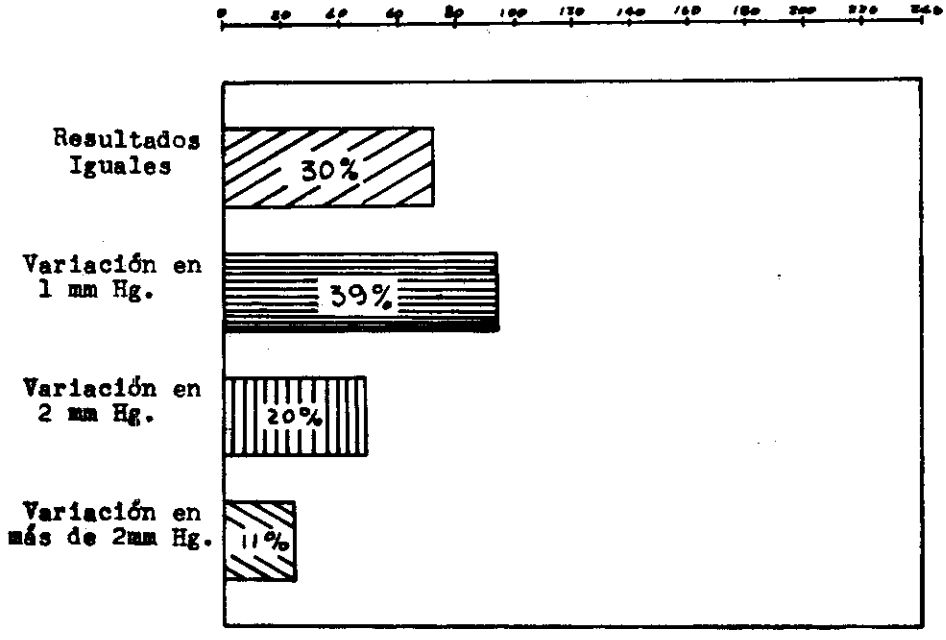
EN LAS MEDICIONES DE PRESION INTRAOCULAR CON

LOS TONOMETROS DE GOLDMANN Y SCHIOTZ

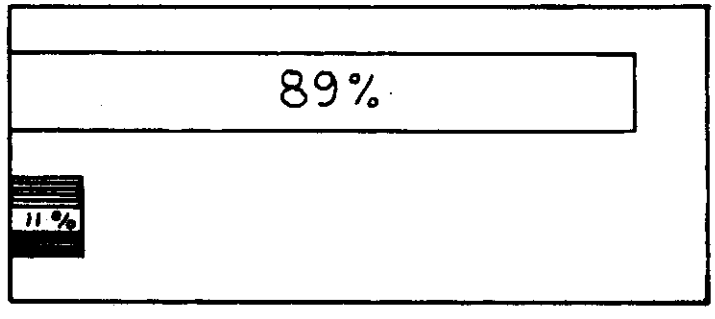
OJO IZQUIERDO

GRAFICA # 4

NUMERO DE CASOS

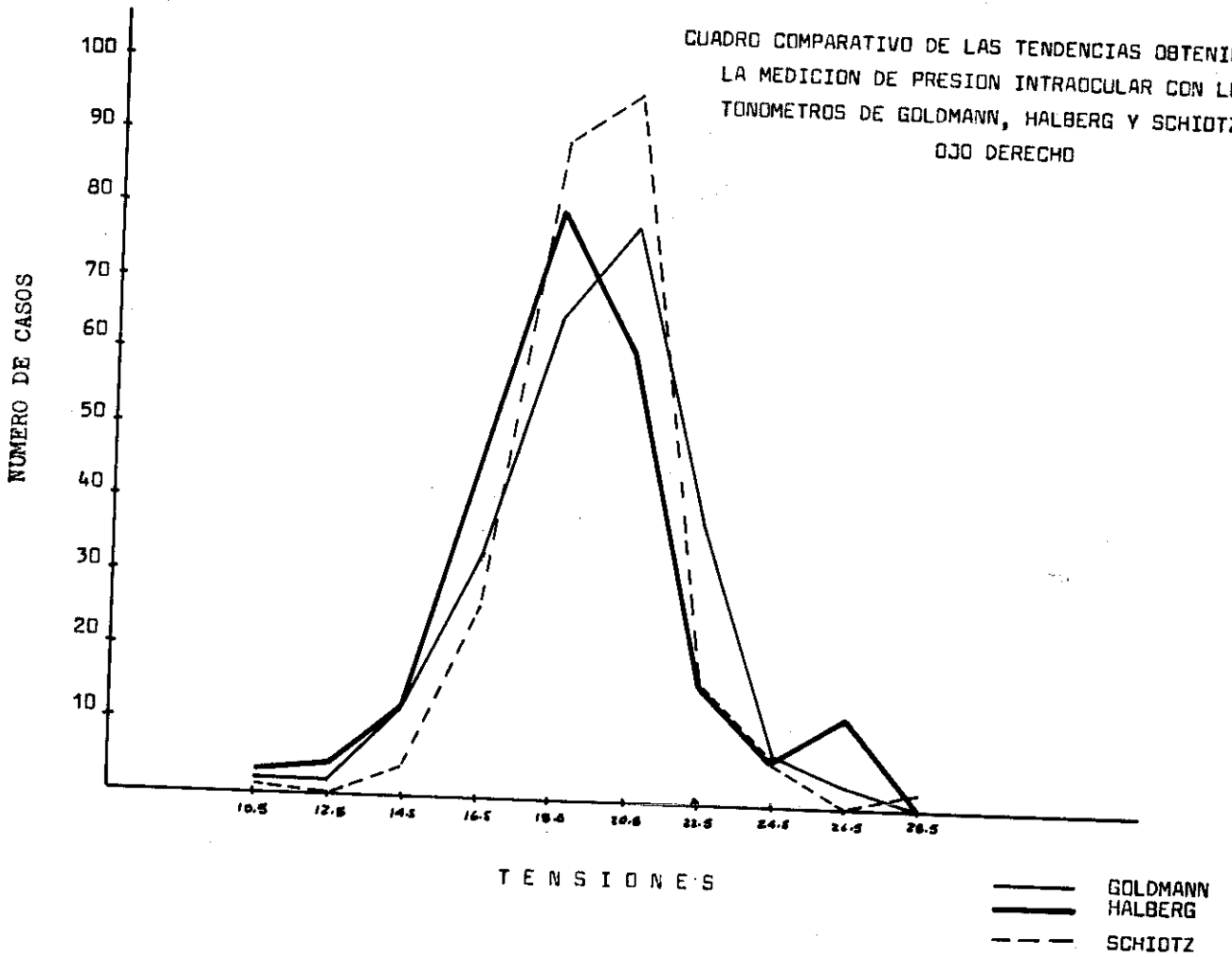


GRAFICA 4.1

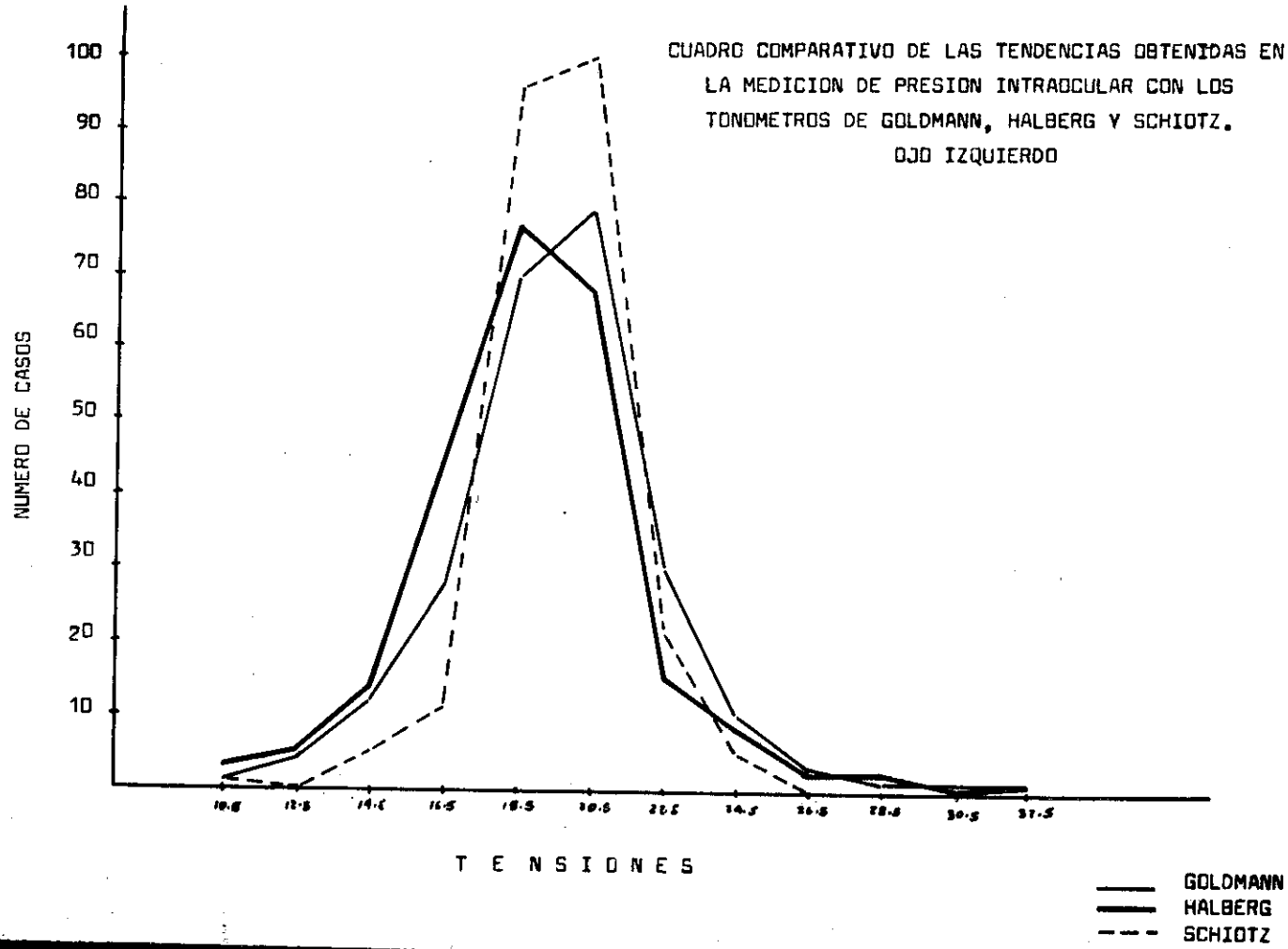


CUADRO COMPARATIVO DE LAS TENDENCIAS OBTENIDAS EN LA MEDICION DE PRESION INTRAOCULAR CON LOS TONOMETROS DE GOLDMANN, HALBERG Y SCHIOTZ.

OJO DERECHO



CUADRO COMPARATIVO DE LAS TENDENCIAS OBTENIDAS EN LA MEDICION DE PRESION INTRAOCULAR CON LOS TONOMETROS DE GOLDMANN, HALBERG Y SCHIOTZ.
OJO IZQUIERDO



BIBLIOGRAFIA

1) Becker, Bernard, y Shaffer, Robert N. Diagnóstico y tratamiento del glaucoma. Barcelona, Ed. Toray Masson, 1965 pp 51-59.

2) Bucci, M. G. and Romani, E. Clinical validity of Halberg's and Mackay-Marg's tonometer. Bulletino d' oculistics 49(7): 366-373, 1970.

3) Duke-Elder, Stewart, et al. Sistem of ophthalmology St. Louis C.V. Mosby, 1962 pp. 336-352.

4) Halberg, G. Peter, Hand applanation tonometer N. Y., Am. Academy of Ophthal. January-February, 1968. pp. 112:113.

5) Jules, Francois, et al. Halberg tonometer, an evaluation. Arch. Ophthal. 86: 376-384, Oct. 1971.

6) Kaufman, Herbert E. Presure Measurement: which tonometer invest. Ophthal. (2:80-85), February, 1972.

7) Leijchecker, Wolgang. El glaucoma en la práctica. Barcelona, Ed. Toray-Masson, 1964. pp 33-47.

8) Rosales Salaverría, Guillermo. Tonometría con el tonómetro de Goldmann, tensiones promedio y variación standard encontradas en 351 ojos examinados. Guatemala. Colegio Médico de Guatemala, Marzo, 1965. pp 29:35.

9) Schargel, Kowrad; From, Edward and Uzcategen, Clara E. Applanation tonometry with Halberg and Goldman tonometers. N.Y., Rynco Scientific Corp. 1971. pp. 196 209.

10) Zimmerman, T. J. and Worthen, D.M. Comparison of two hand applanation tonometers Arch. Ophthal. 88 (4): 421-423, Oct. 1972.

Vo. Bo.

Ruth R. de Amaya
Bibliotecaria

Br. LUIS ALFREDO PISQUIY

Dr. FERNANDO BELTRANENA
Asesor

Dr. LUIS NOE FIGUEROA
Revisor

Dr. JOSE QUIÑONEZ
Director de Fase III

Dr. CARLOS A. BERNHARD
Secretario

Vo. Bo.

Dr. CESAR AUGUSTO VARGAS
Decano