TONOMETRÍA Y PAQUÍMETRIA

AUTOR (ES)

Luigi Bilotto, *Brien Holden Vision Institute*, Sydney, Australia. University of Montreal, Quebec, Canada.

PARES REVISOR (ES)

Benoit Tousignant University of Montreal, Canada.

ESTE CAPÍTULO INCLUIRÁ LA REVISION DE:

- Tonometría
  - Principios teóricos de la tonometría
  - Técnicas communes más usadas
  - Interpretación de resultados
- Paquimetría
  - Propósito
  - Teoría e instrumentación
  - Procedimiento
  - registro

La tonometría es una técnica clínica que permite medir la presión intraocular del ojo. También conocida como PIO, tensión ocular. Técnicamente hablando, el valor dado de la PIO, representa la combinación de la resistencia de las diferentes capas del ojo y de la presión en sí misma

PRINCIPIOS TEÓRICOS DE LA TONOMETRÍA

La tonometría se puede medir mediante tres principios diferentes: Aplanación, indentación y manometría. Los principios más usados actualmente son el de la tonometría de aplanación.

APLANACIÓN

La tonometría de aplanación es la técnica más usada para medir la PÍO. Ejemplos de tonómetro de aplanación son: Goldmann, Perkins y tonómetros de no contacto.

La teoría de la tonometría de aplanación se basa en una formula física llamada, la formula de Imbert-Fick

PIO= fuerza / área

En otras palabras, la PIO se relaciona con la fuerza aplicada y con el tamaño del área del ojo en la cual la fuerza es aplicada. La PIO se puede medir entonces manteniendo una variable constante y cambiando la otra

La tonometría de Goldman es un método en el cual el área de la córnea aplanada es la constante, y la fuerza requerida para aplanar la cornea es la medida (Fig. 18.1). La PIO es directamente relacionada con la medida de la fuerza.

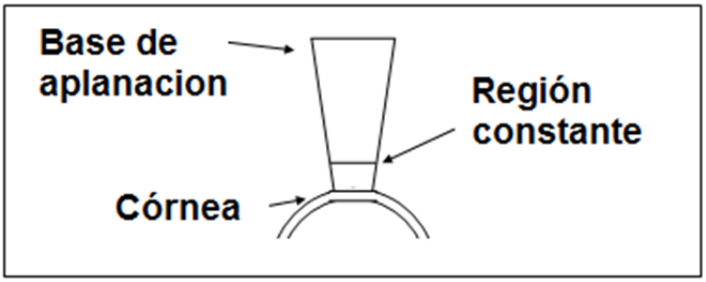


Figura 18.1 *Aplanación de la cornea usando un tonómetro de Goldman*

La tonometría de Maklokov, es un método de aplanación que aplica una fuerza constante en la cornea y el área medida de la misma. Esta técnica se usa comúnmente en clínicas.

INDENTACION

La tonometría de indentación, usa una fuerza constante aplicada a la cornea hasta que la misma es empujada posteriormente (Fig. 18.2). Un ejemplo de esta técnica es la tonometría de Schiotz; donde una pesa calibrada se deja caer sobre el ápice corneal. La profundidad de la indentación corneal resultante es la medida y se convierte en el valor de la PIO.

Esta técnica tiene sus limitaciones, por lo cual los estándares clínicos están en favor de la tonometría de Goldman o de Perkíns, sobre la de Schiotz, que es considerada una técnica de tonometría más invasiva, y cuya medida es influenciada por la rigidez corneal (la cual es variable según la persona) y la repetición de varias medidas puede originar equivocaciones (ya que el humor acuoso se está evacuando con cada medida).

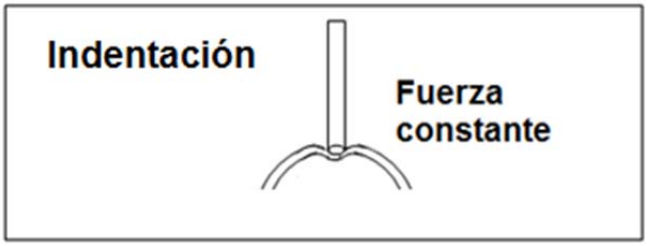


Figura 18.2 *Indentación de la cornea usando la tonometría de Shiotz*

MANOMETRIA

Es el método más directo y efectivo para medir la PIO. Sin embargo, no se usa en la cotidianidad de la práctica por su naturaleza invasiva. Se usa más que todo para la calibración de instrumentos de medida. Para poder tomar la manometria se usa una aguja que se inserta dentro del ojo y se conecta a una columna de mercurio que hace directamente la lectura de la PIO.

TÉCNICAS COMUNES

TONOMETRÍA DE APLANACIÓN DE GOLDMAN

La tonometría de aplanación de Goldman usa un cono que contiene un sistema interno de prismas dobles. Cuando la punta toca la córnea, una imágen de un círculo se divide en dos por el sistema interno de prismas dobles, produciendo una imagen de dos semi círculos llamados miras. Las miras son visibles mirando a través del otro extremo del cono usando la lámpara de hendidura. El examinador acercar a la punta del cono para tocar la córnea y usará el botón de graduación rotatorio, se genera una fuerza suave que gradualmente se aplica en una pequeña área de la córnea (estandarizada en una constante de 3.06mm) y dicha zona es aplanada. El punto final se detecta observando la posición de las miras – que deben estar centradas y alineadas horizontalmente de forma tal que los bordes internos apenas se toquen-. En este punto La PIO se puede medir girando el tambor de medida. La tonometría de Goldman es considerada el ¨gold estándar¨ o ¨la prueba de oro¨, debido a la exactitud y repetibilidad de los resultados. Existe una versión manual, con el tonómetro del Perkins que discutiremos más adelante.

PROCEDIMIENTO

1. Explicar al paciente el procedimiento
2. Asegúrese que el paciente está cómodamente sentado en la lámpara de hendidura
3. Desinfectar la punta del tonómetro (Fig. 18.3)

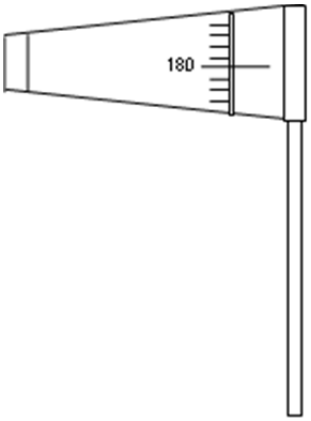


Figura 18.3 *Punta del tonómetro*

4. Ubique la punta en su soporte correspondiente
5. Alinear la marca de 180° de la punta del tonómetro con la línea horizontal del soporte (esto aplica para pacientes con menos de 3 dioptrías de astigmatismo)
6. Si el paciente tiene más de 3 dioptrías , alinee la línea roja del tonómetro de Goldman con el eje del defecto refractivo del paciente
7. Aplique anestesia tópica a la córnea
8. Aplique la fluoresceina
9. Introduzca el filtro azul cobalto
10. Use la iluminación al máximo brillo
11. Revise la cornea para verificar que no haya alguna tinción previa causada por un tonómetro
12. Aleje la lámpara de hendidura, antes de realizar la me
13. Ubique el brazo de iluminación aproximadamente a 60° tempor
14. Use el máximo de apertura del haz de iluminación
15. Inicie con el tambor de medida del tonómetro en 10 mm Hg (marca 1 en el tambor)

TÉCNICAS COMUNES (CONTINUACIÓN)

TONOMETRÍA DE APLANACIÓN DE GOLDMAN (CONTINUACIÓN

16. Use la magnificación de ≥ 10x
17. Ubique la punta del cono en la posición ¨derecho al frente¨ (generalmente hace click para asegurarse en esa posición)
18. Indique al paciente que debe permanecer mirando derecho al frente (es muy importante para disminuir las posibilidades de hacer una abrasión corneal)
19. Comience con el ojo derecho
20. Comience acercando el cono hacia el ojo , mientras está observando por fuera la lámpara de hendidura hasta que la punta del cono está a 2 o 3 mm de la corneal, también puede apoyar el cono suavemente la córnea, el limbo producirá un brillo especial cuando se toca la córnea (se conoce como brillo limbar).
21. Ahora observe a través de los oculares
22. Mueva lentamente la lámpara con el joystick hasta que la punta del cono entre en contacto con la córnea (aparecerán unas miras verdes), si el cono ya estuvo en contacto con la córnea serán aún más visibles
23. Ubique las miras centralmente haciendo los movimientos correspondientes en la lámpara, hacia la mira más grande. Fig 18.4a

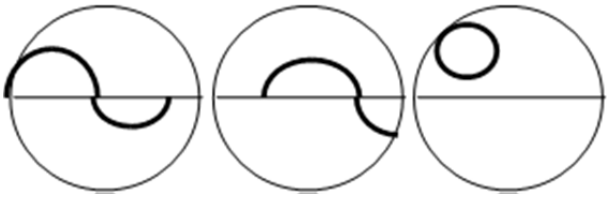


Figura 18.4 (a) subir la lámpara (b) mueva la lámpara hacia la derecha (c) mueva la lámpara hacia arriba y hacia la izquierda

24. Haga los ajustes en el tambor de lectura del tonómetro
25. Las miras de los semi circulos se deben tocar (Fig. 18.5)

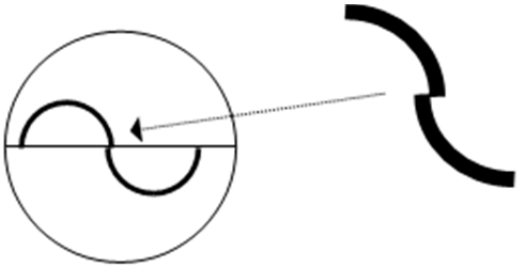


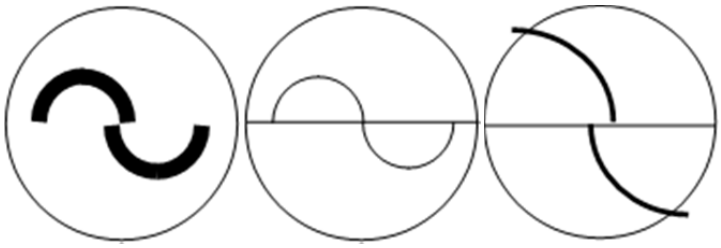
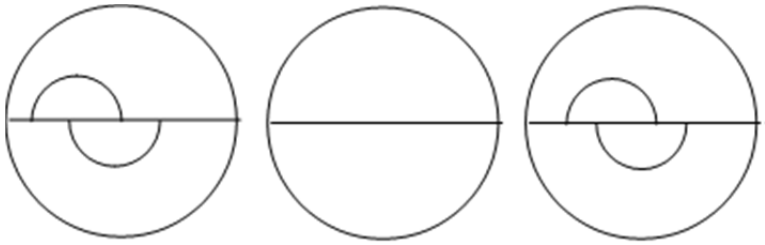
Figura 18.5 *Alineación interna correcta*

26. Aleje el cono de la córne
27. Haga la lectura de la PIO en el tambor (cada línea representa 2mmHg)
28. Ubique nuevamente el tambor de lectura en 10mmHg y repita los pasos 19 – 26 para el ojo izquierdo
29. Revise que no se haya producido alguna tinción en la córnea posterior a la medición

* Use una dilución de 1:100 de blanqueador, solución salina o peróxido al 3% durante 10 minutos, exposiciones más largas pueden dañar el cono. Asegúrese de enguajar muy bien con solución salina antes de realizar la tonometría. El alcohol no permite una desinfección completa y no se recomienda para los conos del cronómetro. También hay disponibles tonómetros desechables. (Fig. 18.6).

**Una combinación de gotas que contenga anestesia y fluoresceina (por ej: Fluress or Fluoracaine), también se pueden usar para realizar la tonometría. Estas soluciones tienden a facilitar la formación de cultivos de seudomona, agente patógeno puede rápidamente ulcerar y perforar la cornea. En situaciones donde la higiene sea una preocupación importante, este método no es recomendando.

TÉCNICAS COMUNES (CONTINUACIÓN)

TONOMETRÍA DE APLANACIÓN DE GOLDMAN (CONTINUACIÓN)	**RECOMENDACIONES** **Errores comunes** Mucha fluoresceína causa una medida muy alta ,debido a que las miras quedan muy anchas. Si esto ocurre, limpia la punta del tonómetro con un pañuelo desechable, pídale al paciente que se seque el exceso de gotas de sus ojos, y repita el procedimiento (Figura 18.6a). Muy poca fluoresceína causará miras delgadas y la lectura será falsamente baja, si esto pasa aplique más fluoresceína y y repita la lectura (Figura 18.6b). Si se ejerce una presión excesiva sobre el ojo, se distorsionan las miras. Girar del tambor no causará cambio en la apariencia de las miras (Figura 18.6c).  ***Figura 18.6a*** ***Figura 18.6b*** ***Figura 18.6c*** Presión insuficiente sobre el ojo causará un salto en las miras (se ven y luego no) – miras intermitentes. Si esto pasa, simplemente mueva la lámpara de hendidura hacia adelante para incrementar la presión (Figura 18.7).  ***Figura 18.7*** *Presión insuficiente sobre el ojo para indentar el cono* Un **pulso ocular** que se transmite desde la presión sistémica, se puede observar en ocasiones, mientras se realiza la tonometría. Si el paciente tiene un pulso muy fuerte, es difícil registrar la medida porque las miras permanecen pulsátiles o intermitentes. Para esta situación, a línea de la imagen de forma tal que el espacio entre las miras (durante el sístole y diástole) sea igual en ambos extremos internos de las miras. Si el paciente tiene **un párpado caído o tendencia a parpadear**, puede ser necesario sostener el ojo abierto (Fig. 18.9). En estos casos la tonometría se puede realizar usando una mano para ajustar la lámpara de hendidura y girar el tambor de lectura. Esto requiere de una cierta habilidad para poderse realizar. Si la córnea presenta algún edema o cicatrización, la tonometría de Goldman es difícil de realizar porque las miras se distorsionan y por lo tanto la medida será menos exacta.

TÉCNICAS COMUNES (CONTINUACIÓN)

TONOMETRO DE PERKINS	El tonómetro de Perkíns se usa en con el mismo tipo de cono usado en el método de la tonometría de aplanación de Goldman (Fig 18.10). La ventaja de planetas que se puede realizar en cualquier posición, con el paciente sentado, de pie o reclinado. **PROCEDIMIENTO** • El paciente se prepara de la misma forma que para el procedimiento explicado anteriormente • Por convención el ojo derecho es examinado primero • El instrumento se sostiene con la mano derecha para examinar el ojo derecho, y luego con la mano izquierda para examinar el ojo izquierdo • El instrumento se enciende girando la rueda plateada, con el dedo pulgar • La rueda del tonómetro se gradúa en 10 mmHg • The patient is instructed to rest his head comfortably against headrest • Se le pide el paciente que apoye su cabeza cómodamente en el apoya cabezas • El tonómetro debe ser apoyado con el apoya frente, en la frente el paciente • El párpado superior se sostiene suavemente abierto con la mano libre del examinador • La parte posterior del instrumento se apoya suavemente en la mejilla del paciente para buscar estabilidad • La punta del cono se acerca la cornea y se observa el brillo limbar • Las miras se observan a través del lente magnificador • El procedimiento continua como el método Goldman hasta hacer la lectura adecuada y la lectura correspondiente **RECOMENDACIONES** Un ajuste correcto del apoya frente, es necesario para qué el cono quede perpendicular a la córnea. La punta del cono debe quedar perpendicular a la córnea para obtener una lectura adecuada. Se ajusta en una posición más alejada para ojos ubicados muy profundos, o más corta para ojos protuidos. Para tener una lectura, no es necesario que el tonómetro esté en posición vertical. Ubique el instrumento en forma oblicua, a la cara del paciente, para hacerlo más cómodo para el examinador y el paciente. La posición necesaria para la visualización de las miras, se asume antes de colocar el cono en la córnea , porque es difícil mantener la ubicación central de la punta del cono, si el examinador se está moviendo. Si el examinador ubica su mano en la frente del paciente en vez del apoya frente, puede usar su pulgar o dedo índice para nivelar el instrumento, e incrementar la estabilidad. Si la córnea tiene cicatrices o esta edematizada, la tonometría de Perkins, se dificulta porque las miras se distorsionan y por lo tanto la medida será menos exacta.

TÉCNICAS COMUNES (CONTINUACIÓN)

TONOPEN (TONÓMETRO PORTATIL)	El tonopen tiene los principios de la aplanación y de indentación. El instrumentos portátil, en forma de bolígrafo, usar la tecnología basada en el tonómetro de Mackay-Marg, un instrumento que ya no se usa. En el extremo del tonopen se encuentra un instrumento con tecnología de microchip. Por dentro tiene un sensor electrónico sensible. El instrumento es apoyado contra la superficie corneal anestesiada y el émbolo regresa dentro de la base. Cuando el émbolo está en el mismo plano de la base, la córnea sea plana y se registra la medida de la PIO. Se toman varias medidas y se realiza un promedio. Una pantalla digital indica la medida de la PIO y la confiabilidad de los resultados es un porcentaje. El instrumento requiere calibración todos los días antes de usarse. **PROCEDIMIENTO** • La calibración del instrumento se logra siguiendo las instrucciones de la pantalla digital • La cubierta desechable externa y estéril se ubica en el extremo del instrumento • Se aplica la anestesia • Primero se examina el ojo derecho • El paciente fija derecho al frente • El botón de lectura se presiona y el examinado escuchara una alerta • Esta alarma indica que el instrumento está listo para realizar la lectura • El instrumento se sostiene perpendicularmente a la superficie corneal • The corneal surface is gently tapped 3 - 5 times • La superficie corneal se presiona suavemente 3 o 5 veces • El instrumento activa una alarma cada vez que se realice una lectura • En la pantalla digital se observará la lectura de la PIO • Una línea aparecerá sobre el porcentaje más confiable • Una lectura que indique un margen de error del 5% es aceptable • Si no se obtiene un resultado confiable, se debe repetir el procedimiento **RECOMENDACIONES** • El tonopen tiende a sobreestimar medidas bajas de PIO, y a subestimar medidas altas de PIO • En casos en que la cornea presenta a cicatrices o edema el tonopen puede obtener medidas confiables, porque la superficie corneal utilizada para la lectura es muy pequeña • El tono Pen tiene además la ventaja de que se pueden usar en niños, con pacientes poco colaboradores, o en aquellos pacientes que no se pueden ubicar en la lámpara de hendidura, que no pueden resistir la prueba del tonómetro de Perkins o el tonómetro de no contacto • Es contraindicado en pacientes que tengan alergias conocidas al látex

TÉCNICAS COMUNES (CONTINUACIÓN)

TONOMETRIA DE NO CONTACTO

El tonómetro de no contacto es un tipo de tonómetro de aplanación que usa un disparo de aire , en vez de la punta de un cono , para aplanar un área fija de la córnea. La medida se toma en un corto periodo de 2 a 8 milisegundos. Un sistema de espejos monitorea el haz de luz, que refleja la cornea. Cuando un área fija de la córnea, es aplanada por la fuerza creada por la presión de aire, el instrumento refleja la medida. (Fig. 18.8). El tonómetro de no contacto registra una medida aleatoria de la PIO. Ya que la PIO puede variar entre 3-4mmHg, debido al pulso ocular, se recomienda hacer el promedio de unas tres medidas.

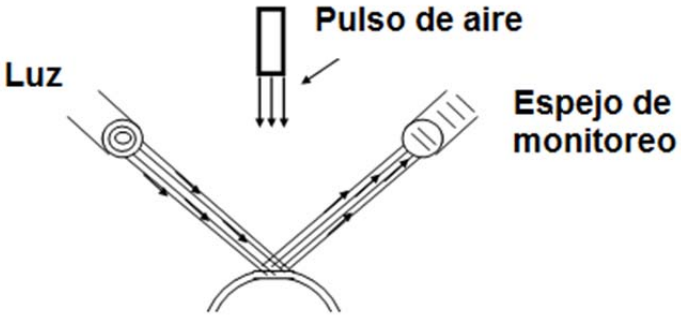


Figura 18.8 *tonómetro de no contacto*

Diferentes tipos de tonómetro de no-contacto están disponibles y cada una tiene sus instrucciones específicas para tomar la medida de acuerdo a las recomendaciones del fabricante

Generalmente la mayoría de tonómetros de no contacto usan los siguientes elementos y pasos:

- Un sistema de video monitorea la imagen del ojo
- Algunas miras visibles en el observador (producidas por reflejo de la cornea)
- Las miras deben ser enfocadas y alineadas
- A button on the joystick is pressed (or an automatic mechanism is triggered) and the instrument shoots
- Se presiona un botón en el joystick o se activa un mecanismo automático y el instrumento dispara un chorro de aire
- La lectura será visible en el observador (en algunos equipos se puede imprimir el resultado)

RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL TONOMETRO DE NO CONTACTO

- En los casos en que sea posible, apoyar el mentón y la frente en los soportes correspondientes, una vez hayan sido desinfectados
- Demostración del chorro de aire en los dedos del paciente
- Por convención, el ojo derecho se examina primero
- De ser aplicable, se usa un seguro para fijar el instrumento a una distancia segura del ojo
- Se toman tres o más lecturas y se realiza un promedio (para tener en cuenta el pulso ocular)
- Las lecturas del tonómetro de no contacto, con frecuencia no son precisas, y se consideran más útiles como tamizaje, o si la tonometría de contacto no se puede realizar. Las tonometrías de Goldman o Perkins se deben realizar en la medida de lo posible cada vez que las lecturas del cronómetro pleno contacto serán anormales o sospechoso

TÉCNICAS COMUNES (CONTINUACIÓN)

TONOMETRO DE SCHIOTZ	El tonómetro de Schiotz es manual y portátil que usa el principio de indentación. El paciente esta recostado boca arriba para poder realizar el procedimiento. Un peso constante es aplicado en la córnea y el área de profundidad deprimida se mide y se convierte en la PIO, usando un gráfico. La base del instrumento contiene un émbolo que es conectado a un nivelador. El nivelador está adherido a un indicador que muestra el grado de indentación en una escala milimétrica logarítmica. Las lecturas se ubican en una escala de calibración donde se determina la PIO. (Tabla 18.1). La medida se corrige por el error inducido por la rigidez corneal. El instrumento se diseñó en 1905 y es considerado un instrumento de tonometría tradicional. Todavía se usa en algunos sitios de recursos limitados, es un procedimiento confiable, pero se ha descontinuado, por el advenimiento de las técnicas modernas como el tonopen o el Perkins. **PROCEDIMIENTO** • El instrumento se debe desinfectar y ensamblar • Primero se coloca una pesa de 5.5g • La calibración del instrumento se logra utilizando la pieza metálica adecuada para ello • El indicador de la escala debe estar en 0m • El paciente debe estar boca arriba • Aplicar anestesia en cada ojo • Inicie con el ojo derecho • Se le indica un punto de fijación al paciente , en el ojo que no está siendo examinado • El instrumento se sostiene perpendicularmente a la córnea • El instrumento se apoya suavemente en el ojo ***Figura 18.9*** *Tonómetro de Schiotz* • El medidor se gradúa en la posición más baja • El examinador lee la escala, cerrando un ojo para eliminar el paralaje • La lectura se convierte en PIO usando la escala de calibración (Table 18.1) • La medida se ajusta usando el gráfico de análisis de la rigidez corneal

TÉCNICAS COMUNES (CONTINUACIÓN)

TONOMETRO DE SCHIOTZ (CONTINUACIÓN)

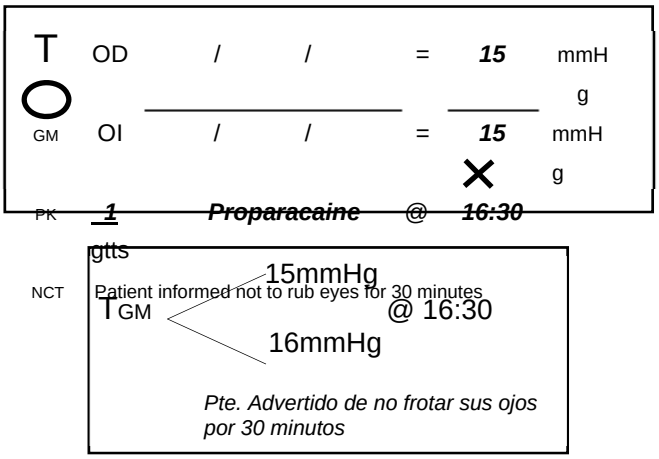
RECOMENDACIONES

Para medidas altas de la PIO, es necesario usar más peso para realizar la tonometría de indentación. Se necesitan pesas adicionales para indentar la córnea y obtener lecturas adecuadas. Las desventajas de esta técnica incluyen: alto riesgo de abrasión corneal, posición supina del paciente, influencia de la técnica los resultados, ensamble del instrumento, desplazamiento del acuoso afecta la repetición de las lecturas, nerviosismo del paciente ante la técnica. Como hay más instrumentos manuales disponibles, este es el método menos recomendable.

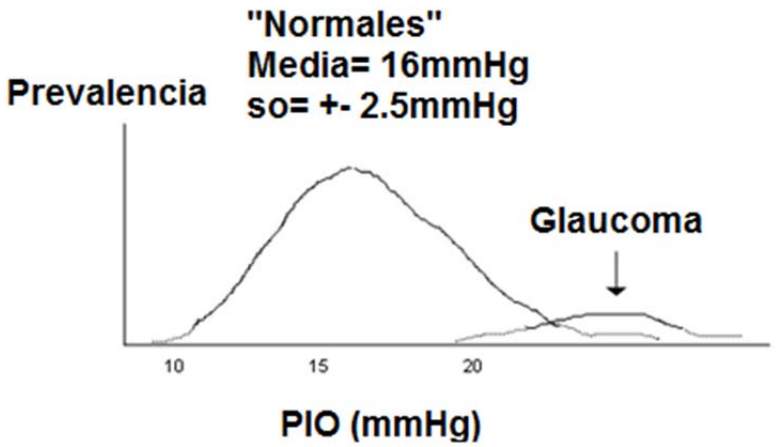
Tabla 18.1 *Escala de calibración de Schiotz*

Escala de lecturas	Carga del embolo		/ PIO en mmHg	
	5.5 gm	7.5 gm	10.0 gm	16.0 gm
0.0	41.5	59.1	81.7	127.5
0.5	37.8	54.2	75.1	117.9
1.0	34.5	49.8	69.3	109.3
1.5	31.6	45.8	64.0	101.4
2.0	29.0	42.1	59.1	94.3
2.5	26.6	38.8	54.7	88.0
3.0	24.4	35.8	50.6	81.8
3.5	22.4	33.0	46.9	76.2
4.0	20.6	30.4	43.4	66.2
4.5	18.9	28.0	40.2	61.8
5.0	17.3	25.8	37.2	57.6
5.5	15.9	23.8	34.4	53.6
6.0	14.6	21.9	31.8	49.9
6.5	13. 4	20.1	29.4	46.5
7.0	12.2	18.5	27.2	43.2
7.5	11.2	17.0	25.1	40.2
8.0	9.2	15.6	23.1	38.1
8.5	10.4	14.3	21.3	34.6
9.0	8.5	13.1	19.6	32.0
9.5	7.8	12.0	18.0	29.6
10.0	7.1	10.9	16.5	27.4
10.5	6.5	10.0	15.1	25.3
11.0	5.9	9.0	13.8	23.3
11.5	5.3	8.3	12.6	21.4
12.0	4.9	7.5	11.5	19.7
12.5	4.4	6.8	10.5	18.1
13.0	4.0	6.2	9.5	16.5
13.5		5.6	8.6	15.1
14.0		5.0	7.8	13.7
14.5		4.5	7.1	12.6
15.0		4.0	6.4	11.4
15.5			5.8	10.4
16.0			5.2	9.4
16.5			4.7	8.5
17.0			4.2	7.7
17.5				6.9
18.0				6.2
18.5				5.6
19.0				4.9
19.5				4.5
20.0				

TÉCNICAS COMUNES (CONTINUACIÓN)

TENSION DIGITAL	La Tensión digital, es un método grosso para evaluar la PIO, en aquellos casos en que no hay otro método disponible (ej: pacientes no colaboradores). Uno solo puede calcular, si la presión es suave, normal, o alta, comparando ambos ojos y observando cualquier diferencia.
REGISTRO	El registro de la tonometría debe incluir lo siguiente: • La PIO de cada ojo • Tipo de anestésico e instrumento usado • Tipo de tonómetro y hora en que se tomo la medida • Registrar las medidas repetidas y sus horas • Posición del paciente (si es pertinente) Estos ejemplo representan métodos aceptables y como registrarlos (Fig. 18.10).  ***Figura 18.10*** *ejemplos de registro de tonometrías* Se le debe indicar al paciente, no frotar los ojos después de tomar la presión, ya que la córnea esta anestesiada (al menos durante 30 min). Si la PIO se registra usando los dos valores, uno sobre el otro, la primera medida (la superior) se tomará como la medida del ojo derecho.

INTERPRETACION DE RESULTADOS

PIO "NORMAL"	La presión normal media de la población es de 16mmHg +/- 2.5mmHg. (Fig. 18.11). La presión intraocular se considera alta, si es dos desviaciones standard más alta que la media. Por lo tanto, una PIO mayor de 21mmHg, estará estadísticamente fuera del rango normal, y se considerará clínicamente sospechosa. El glaucoma es un grupo de condiciones caracterizadas por el daño en el nervio óptico. Una PIO mayor de 21mmHg, es un factor de riesgo para desarrollar el glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA). PIO alta no es el único factor para diagnosticar un GPAA, se necesita una evaluación profunda del nervio óptico, su estructura y funcionamiento. Una PIO mayor de 21 mm Hg, que se pueda confirmar con una estructura sana del nervio óptico, se conoce como Hipertensión ocular (HPO). El 90% de ellos no desarrollan GPAA. Una PIO muy alta (por encima de 30mmHg) puede deberse a otros tipos de glaucoma, glaucoma secundario, glaucoma agudo, glaucoma facolítico, o por complicaciones de cirugías, traumas o alteraciones del segmento anterior. Estas condiciones usualmente se asocian a otros hallazgos clínicos, como el enrojecimiento, la inflamación, alteraciones de la córnea o cámara anterior, y asuntos propios de la historia clínica como un trauma reciente, cirugía o defectos congénitos.  ***Figura 18.11*** *Gráfico de la media de la PIO*
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PIO	**FACTORES FISICOS** **Presión en el globo** • Aplicar presión en el globo ocular tiende a elevar la PIO. Esto es importante porque durante el procedimiento, puede ser necesario sostener los párpados del paciente. Debe realizarse esto con cuidado, a nivel del borde orbitario, para evitar presionar el globo. Si el examinador presiona el globo ocular mientras toma la PIO, el resultado puede ser artificialmente elevado • El parpadeo del paciente eleva la PIO. Un parpadeo fuerte, o blefaroespasmo, puede elevar significativamente la presión debido a la compresión muscular del globo. Por lo tanto, es necesario advertir al paciente, para que evite parpadear fuerte y eso eleve la medida de su PIO

INTERPRETACION DE RESULTADOS (CONTINUACIÓN)

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PIO (CONTINUACIÓN)	**Trauma/Inflamación**
	• Un trauma o proceso inflamatorio puede elevar o disminuir la PIO
	• Si el trauma afecta el cuerpo ciliar, se disminuye la producción de humor acuoso, lo que disminuye la PIO, mientras que si el trauma afecta las estructuras del ángulo camerular, el flujo de salida del acuso, de disminuye, lo cual incrementará la PIO
	• Si el paciente tiene una inflamación ocular como una uveítis, el cuerpo ciliar se inflama, se disminuye la producción de humor acuoso, se disminuye la PIO. Esto se presenta inicialmente en los estadios iniciales de la respuesta inflamatoria. En los estadios tardíos, las células inflamatorias tienden a congestionar la cámara anterior y se reduce el flujo del humor acuoso, lo que produce un incremento en la PIO
	Medicaciones
	• Algunos medicamentos pueden elevar o reducir la presión
	  o Se ha demostrado que el uso prolongado de cortico esteroides (orales o tópicos) induce un incremento en la PIO
	  o Algunos medicamentos para el tratamiento de la presión arterial, como los beta bloqueadores tomados oralmente, pueden reducir la PIO
	  o El uso de sustancias como la marihuana y el alcohol reducen temporalmente la PIO
	FACTORES FISIOLOGICOS
	Variación Diurna
	• La PIO tiende a variar a lo largo del día, siendo en general más alta durante la mañana, y más baja en la noche. El promedio de la variación diurna es de 4 mm Hg . Las personas que padecen glaucoma, tienden a tener una variación diurna mayor durante el día, variaciones mayores de 8 mm Hg, representan un riesgo mayor de GPAA. Debido a esta variación , la PIO se toma a diferente horas del día, para poder hacer una evaluación definitiva
	Integridad Vascular
	• Si hay poca circulación en el cuerpo ciliar, esto se puede deber a condiciones cardiovasculares, como la enfermedad de la carótida, la estenosis puede producir poca circulación hacia el nervio óptico, lo que se conoce como el glaucoma de presión normal, en donde se daña el nervio óptico por poca perfusión
	• Hay otros casos en los cuales, una obstrucción del drenaje de cabeza y cuello se presentan, como usar un collar apretado, o cuando el paciente retiene su respiración mientras se le toma la presión, lo que produce disminución en el flujo del acuoso, y se incrementa la PIO entre 4- 5 mmHg
	Posición del paciente para la medida
	• Cuando el paciente está acostado, o recostado de modo que la cabeza este más abajo que el corazón, la PIO aumenta en 2 o 3 mm Hg, cuando el paciente esta acostado, que cuando está sentado. Este incremento se debe a la disminución del humor acuoso debido a la presión venosa epiescleral

PAQUIMETRIA

PROPOSITO

También llamada pacometría, es la medida del espesor corneal, un parámetro relevante en muchas situaciones clínicas, como la valoración pre quirúrgica, el diagnóstico de enfermedades corneales, la adaptación de lentes de contacto, y la medida exacta de la presión intraocular.

El uso clínico del paquímetro, se desarrolla para cada tema, este capítulo representa el procedimiento y la teoría correspondiente del procedimiento y la relevancia de la tonometría,

El espesor corneal es reconocido como un factor de riesgo de glaucoma, corneas delgadas (menos de 555 micras) tiende a ser asociado al glaucoma primario de ángulo abierto. Adicionalmente, el espesor corneal afecta la lectura tonométrica, ya que está basado en la aplanación de la córnea usando la ley de Imbert-Fick's (PIO= fuerza/ area aplanada).

Como resultado de esto, la tonometría de aplanación en córneas más gruesas, tiende a ser sobre- estimada (se necesita una fuerza más alta para aplanar un área fija) y en córneas delgadas tiende a ser una medida sub-estimada. Un ajuste en la lectura de la tonometría es requerida,para obtener una presión confiable. (Tabla 18.2).

Tabla 18.2 *Corrección de los valores de acuerdo al espesor corneal de 545μm*
Fuente: (Bell, 2011)

Espesor Corneal (μm)	Valor de Corrección
405	7
425	6
445	5
465	4
485	3
505	2
525	1
545	0
565	-1
585	-2
605	-3
525	-4
645	-5
665	-6
685	-7
705	-8

TEORIA E INSTRUMENTACION

Un paquímetro es un dispositivo que se puede utilizar para medir el espesor de la córnea. Varias técnicas, basadas en principios ópticos o ultrasónicos, están disponibles de manera confiable y reproducible para medir el espesor corneal.

Los primeros modelos estaban basados en principios ópticos esenciales de dispositivos calibrados montados en lámparas de hendidura para alinear la superficie anterior y la superficie posterior de la córnea (Fig. 18.12a, 18.12b). El paquímetro Haig- Strait, por ejemplo, la duplicación se produce por dos laminas de vidrio neutras. Las láminas de vidrio se colocan una encima de la otra, enfrente de uno de los lentes objetivos del biomicroscopio. Ambas laminas son perpendiculares al eje óptico del microscopio. La lámina inferior es fija, pero la lámina superior se puede rotar alrededor del eje vertical. A medida que la lámina superior se rota, la media imagen vista a través de este medio la placa se desplaza lateralmente con respecto a la media imagen vista a través de la lámina inferior. Una escala conectada a la lámina móvil, permite una cantidad de desplazamiento de la imagen relativa a determinar. El microscopio de lámpara de hendidura se coloca en un ángulo de 40 ° con respecto al sistema de iluminación. El sistema de iluminación se ajusta , de manera que un haz muy fino de luz se dirige perpendicular a la córnea. Normalmente la porción iluminada de la córnea, observada de esta manera aparece como una sección transversal de la córnea (una sección óptica) (Fig. 18.12a). Sin embargo, cuando se ve a través del paquímetro, la sección óptica aparecerá duplicada como se ilustra a continuación (Fig. 18.12b). Para medir el grosor corneal aparente, la cantidad de duplicación se altera primeri para obtener una alineación perfecta de las dos medias imágenes (fig. 18.13). Entonces, de una manera muy similar al procedimiento de duplicación utilizado en la queratometría, la cantidad de duplicación varía hasta que el lado epitelial de una imagen está alineada con el lado endotelial de la otra imagen. La cantidad de duplicación necesaria proporciona una indicación del espesor corneal aparente y del verdadero espesor de la córnea, entonces el espesor puede calcular. El espesor promedio corneal medido con esta técnica es 0,52 mm (espesor real), (Bourne y Alsbirk, 2006).

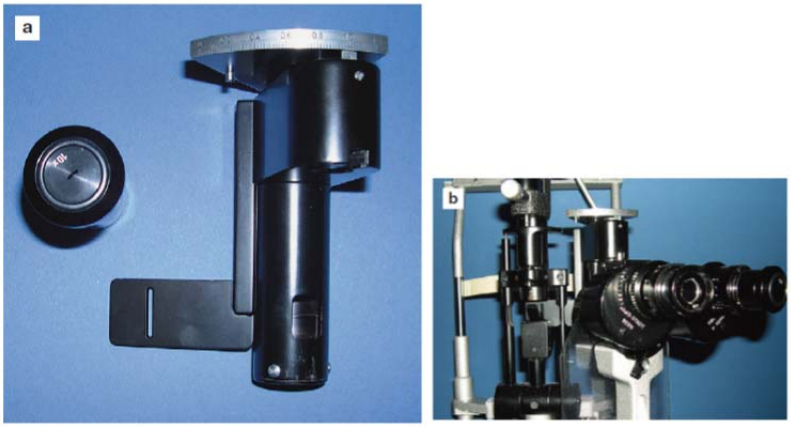


Figura 18.12. *(a) Paquímetro Objetivo (b) Paquímetro montado en la lámpara de hendidura*

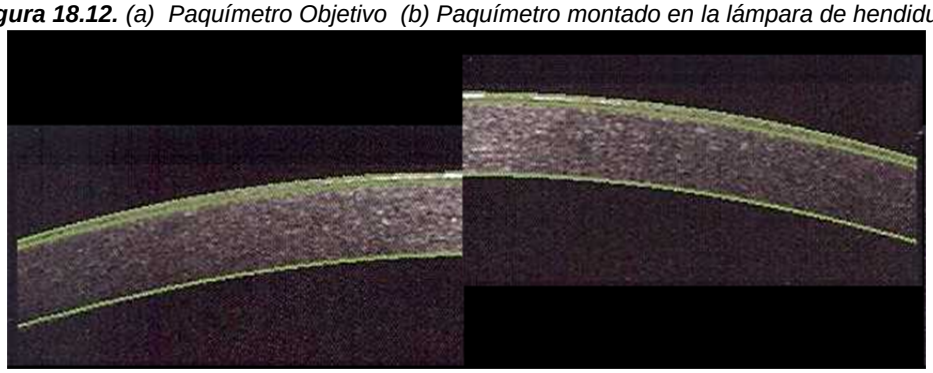


Figura 18.13 *La duplicación se altera para crear una alineación perfecta de los dos medios puntos de vista*

Los diseños modernos incorporan la tecnología de ultrasonido para la medición del espesor

En resúmen, la tecnología de ultrasonido utiliza diferencias en el tiempo para las ondas de sonido (ecos) que son las superficies corneales anterior y posterior, para calcular el espesor de la córnea.

Una unidad de ultrasonido típicamente consiste en un transmisor, un transductor, un receptor y una unidad de visualización.

TEORIA E INSTRUMENTACION (CONTINUACIÓN)

El transmisor produce un pulso eléctrico corto que se envía al transductor (un elemento receptor) que produce el impulso de ultrasonidos. El eco de retorno entonces, deforma el elemento que produce una señal eléctrica que se envía al receptor, un dispositivo de radio que amplifica las frecuencias de sonido. La unidad de visualización permite la visualización, el almacenamiento y la impresión de la señal grabada.

Varios instrumentos están disponibles para este propósito, pero todos esencialmente consisten en colocar una sonda (algo similar a un tonómetro de Goldman o Tonopen) en una córnea anestesiada.

PROCEDIMIENTO

- Asegúre la calibración del instrumento, según el manual respectivo del instrumento utilizado
- Desinfecte la punta
- Los ojos se anestesian
- El ojo derecho se examina primero
- La fijación del paciente se dirige derecho al frente- se le da un objeto de fijación
- El instrumento se mantiene perpendicular a la superficie de la córnea
- La sonda se coloca suavemente sobre la córnea central hasta que una medición se indica (por lo general por un pitido) y se muestra el resultado
- La mayoría de los instrumentos tomarán varias lecturas, o el promedio de las medidas
- La pantalla digital se visualiza para las mediciones
- Si un resultado fiable no se obtiene, el procedimiento se repite
- Registre el espesor corneal central

Registro

CCT: OD: 620µm OS: 625 µm

PIO corrección de valores : - 4 mmHG

BIBLIOGRAFÍA

BELL, J. 2011. *Primary Open-Angle Glaucoma* [Online]. Available: http://emedicine.medscape.com/article/1206147-workup [Accessed 27 July 2011]

BOURNE, R. & ALSBIRK, R. 2006. *Anterior chamber depth measurement by optical pachymetry: systematic difference using the Haag-Streit attachments*. British Journal of Ophthalmology, 90, 142-145