

11234  
53

*Viviana Piña Ruiz*

ASOCIACION PARA EVITAR LA CEGUERA EN MEXICO, I. A. P.  
HOSPITAL DR. LUIS SANCHEZ BULNES

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**ASOCIACIÓN PARA EVITAR LA CEGUERA EN MÉXICO**  
**HOSPITAL "DR. LUIS SÁNCHEZ BULNES"**

JEFATURA DE ENSEÑANZA



*Viviana Piña Ruiz*  
SECRETARIO

**VARIABILIDAD DE LA TONOMETRIA MEDIDA CON TONOPEN EN  
PACIENTES SONMETIDOS A CIRUGIA REFRACTIVA CON LASIK**

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de esta tesis de grado.

NOMBRE: VIVIANA PIÑA RUIZ

FECHA: 02 10 03

FIRMA: *[Signature]*

**PARA OBTENER EL TITULO DE CIRUJANO OFTALMÓLOGO  
PRESENTA**

**VIVIANA PIÑA RUIZ**

**TUTOR:  
DR. FELIX GIL CARRASCO**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**TESIS  
CON  
FALLA DE  
ORIGEN**

# INDICE

<b>1. MARCO TEORICO</b>	<b>3.</b>
1.1 Síntesis del proyecto	3.
1.2 Antecedentes	3.
1.3 Justificación	6.
1.4 Planteamiento del problema	6.
1.5 Objetivos e hipótesis	7.
1.5.1 Objetivos generales	7.
1.5.2. Objetivos específicos	7.
1.5.3 Hipótesis	8.
<b>2. DISEÑO DEL ESTUDIO</b>	<b>8.</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>8.</b>
3.1 Población	8.
3.2 Unidad de observación	8.
3.3 Universo	8.
3.4 Método de muestreo	8.
3.5 Obtención de la población	8.
3.6 Criterios de inclusión	9.
3.7 Criterios de exclusión	9.
3.8 Variables	10.
3.9 Instrumento de medición	10.
3.10 Momento de la medición	10.
3.11 Método	11.
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>12.</b>
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>16.</b>
<b>6. CONCLUSIÓN</b>	<b>18.</b>
<b>7. REFERENCIAS</b>	<b>19.</b>
<b>8. APENDICES</b>	<b>22.</b>

TESIS CON  
FALLA DE OPICEN

## **I. MARCO TEORICO**

### **1.1 SINTESIS DEL PROYECTO**

**Determinar si la disminución en la paquimetría central y periférica se asocia con disminución en la Tonometría medida con Tono-Pen en pacientes sometidos a cirugía refractiva con LASIK.**

### **1.2 ANTECEDENTES**

**En la actualidad, los procedimientos de cirugía refractiva han incrementado su popularidad gracias a los buenos resultados obtenidos con las técnicas de queratomielisis in situ con láser (LASIK). Es muy probable que esta técnica permanezca por largo tiempo, aún y cuando sufra cambios atribuibles a la evolución tecnológica.**

**Todos los tipos de tonometría clínica involucran una deformación corneal determinada. Los factores que pueden alterar la rigidez corneal en pacientes normales son el grosor y el radio de la curvatura corneal. Ambos factores tienen un a relación directamente proporcional con la medición de la presión intraocular medida por tonometría de aplanación.**

**El adelgazamiento y aplanación corneal posterior a cirugía refractiva contribuyen a la falsa disminución de la presión intraocular (PIO) interpretada por el tonómetro de aplanación de Goldmann. (TAG).**

Se ha demostrado en varios estudios que la tonometría central medida con TAG es subestimada en varios mmHg en pacientes sometidos a LASIK o queratectomía refractiva (PRK).

Absoglu y cols. compararon la tonometría tomada con TAG y pneumotonómetro en pacientes operados de PRK y encontraron una subestimación en la PIO de  $2.40 \pm 1.23$  mmHg. Así mismo Danasoury, en un estudio muy similar, reportó una subestimación de  $-4.3 \pm 2.1$  mmHg con el tonómetro de aplanación y de  $6.1 \pm 2.3$  mmHg con el pneumotonómetro, observando además una disminución de la PIO en 95.4% de los pacientes tomadas con el TAG.

El factor más importante en la subestimación de la PIO en este tipo de pacientes es la disminución del grosor corneal producida por la ablación.

Emara y cols., en 1998, realizaron un estudio en el que revisaron la relación entre la paquimetría corneal y la PIO encontrando una disminución de 1 mmHg por cada 37.8 micras disminuidas por ablación, reportando la diferencias entre las mediciones pre y postLASIK en la zona central en 2.5 mmHg.

Existen estudios comparativos con diferentes tipos de tonómetro, encontrando que el que menor subestimación de la PIO produce es el Tono-Pen, probablemente porque su funcionamiento se basa en un principio similar al tonómetro de MacKay-Marg, el cual se encuentra

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

entre en de indentación y el de aplanación. Además el Tono-Pen tiene un diámetro de superficie de sólo 1.5mm, lo cual permite una menor interferencia con el tipo de superficie corneal, razón por la cual es útil y predecible en pacientes con irregularidades corneales.

La exactitud en la tonometría en pacientes sometidos a cirugía refractiva. Después de la cirugía estos son tratados por semanas con esteroides tópicos que pueden aumentar la presión intraocular en más de 10 mmHg hasta en 34% de ellos.

Además estos pacientes son jóvenes y miopes en la mayoría de los casos, teniendo mayor riesgo de desarrollar glaucoma primario de ángulo abierto o hipertensión intraocular asociada al uso de esteroides.

Para hacer un diagnóstico oportuno y un tratamiento adecuado, se debe tomar en cuenta la subestimación de la presión intraocular tomada con TAG como resultado de la disminución del grosor corneal en los pacientes sometidos a cirugía refractiva.

Ya que la diferencia entre la tonometría central y periférica en el preoperatorio no es significativa y que la disminución de la paquimetría corneal central produce disminución de la tonometría central tomada por aplanación, siendo el Tono-Pen un instrumento menos dependiente del grosor y curvaturas corneales, nuestro objetivo fue observar si existe una disminución en la tonometría central y periférica con Tono-Pen posterior a la aplicación de LASIK para determinar si este instrumento es útil en el seguimiento de este tipo de pacientes.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **1.3 JUSTIFICACION**

- **La tonometría en estos pacientes es muy importante porque son tratados con esteroides por tiempos prolongados en post-operatorio.**
- **Los pacientes sometidos a cirugía refractiva con LASIK son en su mayoría pacientes míopes altos que tienen mayor riesgo de desarrollar glaucoma primario de ángulo abierto e hipertensión intraocular.**
- **Poder determinar con exactitud la PIO después de la cirugía en este tipo de pacientes.**

### **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

**¿ Existe alguna diferencia entre la tonometría central y periférica antes y después de cirugía refractiva con LASIK, medida con Tono-Pen?**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **1.5 OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

**Demostrar si la disminución de la paquimetría corneal en los pacientes sometidos a LASIK produce una diferencia estadísticamente significativa entre la tonometría central y periférica realizada con Tono-Pen.**

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Demostrar que las diferencias entre la tonometría central y periférica en el preoperatorio no tienen diferencias estadísticamente significativas.**
- Observar si la ablación central de la córnea produce una disminución en la paquimetría de la córnea periférica.**
- Observar si existe una disminución en la tonometría periférica después de LASIK.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### **1.5.3 HIPOTESIS**

**La tonometría periférica, medida con Tono-Pen, es más específica que la central en pacientes postoperados de cirugía refractiva con LASIK.**

## **2 DISEÑO DEL ESTUDIO**

**Es un estudio longitudinal, prospectivo, experimental y comparativo.**

## **3 METODOLOGÍA**

**3.1 POBLACION** Pacientes miopes que fueran a ser sometidos a cirugía refractiva con LASIK.

**3.2 UNIDAD DE OBSERVACIÓN** Los ojos como unidades independientes.

**3.3 UNIVERSO** Todos los pacientes con diagnóstico de ametropía que fueran a ser operados de cirugía refractiva con LASIK.

**3.4 METODO DE MUESTREO** Reclutamiento específico.

**3.5 OBTENCCION DE LA POBLACIÓN** Sorteo al azar.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **3.6 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- **Pacientes miopes menores de 10 dioptrías.**
- **Pacientes programados para cirugía refractiva con LASIK.**
- **Pacientes con expediente completo.**
- **Pacientes con hoja de consentimiento informado firmada.**

### **3.7 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- **Enfermedades sistémicas.**
- **Antecedentes heredofamiliares de glaucoma.**
- **Diagnóstico de glaucoma.**
- **Antecedente de trauma ocular previo.**
- **Uso crónico de esteroides.**
- **Enfermedades oculares asociadas.**
- **Complicaciones trans o postoperatorias.**
- **Abandono del seguimiento.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **3.8 VARIABLES**

- **Edad.**
- **Sexo.**
- **Agudeza y capacidad visual.**
- **Paquimetrías centrales y periféricas.**
- **Tonometrías centrales y periféricas.**
- **Quaratometrías.**

### **3.9 INSTRUMENTOS DE MEDICION**

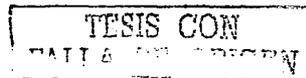
- **Topógrafo de elevación de Orbscan.**
- **Tono-Pen. (apéndice 1)**

### **3.10 MOMENTO DE LA MEDICION**

- **Preoperatorio, a los 30, 60 y 90 días posteriores a la cirugía.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.11 METODO



Se incluyeron en el estudio 21 pacientes con miopía menor a 10 dioptrías de equivalente esférico programados para cirugía refractiva con LASIK en el servicio de Córnea y Cirugía Refractiva de la Asociación para evitar la Ceguera en México hospital "Dr. Luis Sánchez Búlness".

A todos los pacientes se les realizó historia clínica completa, biomicroscopía, agudeza y capacidad visual, paquimetría óptica tonometría con Tono-Pen incluyendo tres tomas: central, nasal y temporal. Las mediciones de paquimetría y tonometría se realizaron en el periodo preoperatorio y a los 30,60 y 90 días del postoperatorio.

Las mediciones de paquimetría se realizaron con el topógrafo de elevación Orbscan, por el mismo médico. Las tonometrías con Tono-Pen, se hicieron 4 mediciones y se promediaron para dar un valor confiable. Para las mediciones periféricas temporales el paciente dirigió la mirada hacia el área nasal, mientras que el tonómetro se colocó perpendicularmente a la porción temporal de la córnea, subsecuentemente se realizó una medición similar en el área nasal. Todas las mediciones fueron realizadas por el mismo médico, el cual no conoció las mediciones previas.

El procedimiento de LASIK fue realizado con un excimer láser de punto flotante VISX S2, con un microqueratomo Hansatome automático, utilizando un nomograma de reducción de graduación estandarizado

previamente, el cual fue realizado por médicos del servicio de córnea y dejando un mínimo de 250 micras de paquimetría del lecho corneal.

Se analizaron los resultados con pruebas no paramétricas : pruebas de rangos señalados de Wilcoxon, con ajuste del valor alfa. Se analizó si existió diferencia en las mediciones de la tonometría y la paquimetría pre y postquirúrgicas. Se hizo correlación de Sperman de las diferencias de la PIO encontradas y del grosor corneal en le prequirúrgico y a los 90 días del postquirúrgico para determinar si existieron cambios en la tonometría que pudieran atribuirse a los cambios en la paquimetría.

#### **4 RESULTADOS**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

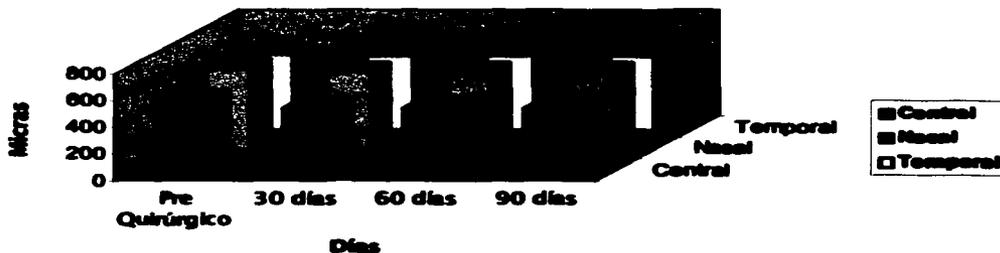
La edad promedio fue de 29.24 +/- 6.5 años (rango 19-47), 12 masculinos (57%) y 9 femeninos (43%). La agudeza visual sin corrección inicial presentó una mediana de 1.5/10 (rango cuenta dedos a 1.5/10) y la capacidad visual con corrección presentó una mediana de 10/10 (rango 8/10 - 10/10). El promedio de equivalente esférico preoperatorio fue de 5.39 +/- 2.75 dioptrías (rango -1.25 a -10.00D) y las queratometrías promedio iniciales fueron 42.5 +/- 1.20 dioptrías. El tamaño del colgajo fue de 8.5mm de diámetro y 160 micras de profundidad en todos los pacientes.

La disminución promedio del grosor corneal en el sector central en los tres meses de seguimiento fue de 60.90 +/- 1.81 micras, con una mediana de 63 micras (rango de 14 - 111 micras) mientras que en el sector nasal el promedio fue de 24.55 +/- 1.86 micras con una mediana de 27 micras (rango de 5 - 43 micras) y en el sector temporal, el promedio fue de 14.46 +/- 1.45 micras, con una mediana de 15 micras (rango de 1 - 36 micras).

Comparando las paquimetrías pre y postquirúrgicas, estas disminuyeron en forma estadísticamente significativa en todos los sectores (prueba de Wilcoxon con ajuste de alfa  $p < 0.0001$ ) (tabla 1).

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

**Comparación del Grosor Corneal por Orscan en las diferentes zonas en el pre y postquirúrgico**



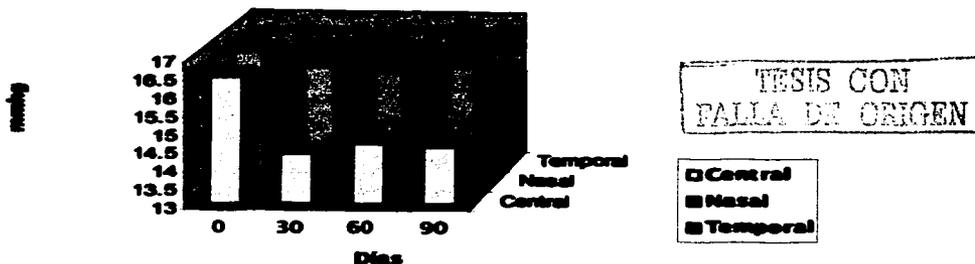
\*Prueba de Wilcoxon con ajusta de alfa

La disminución de la tonometría a los 90 días de seguimiento en el sector central fue en promedio de 1.94 +/- 0.14 mmHg con una mediana

de 2 mmHg (rango de 0 - 3 mmHg), en el sector nasal el promedio fue de 0.42 +/- 0.08 mmHg con una mediana de 0 mmHg (rango de 0 - 2) y en el sector temporal el promedio fue de 0.75 +/- 0.16 mmHg con una mediana de 1 mmHg (rango de 0 -4 mmHg).

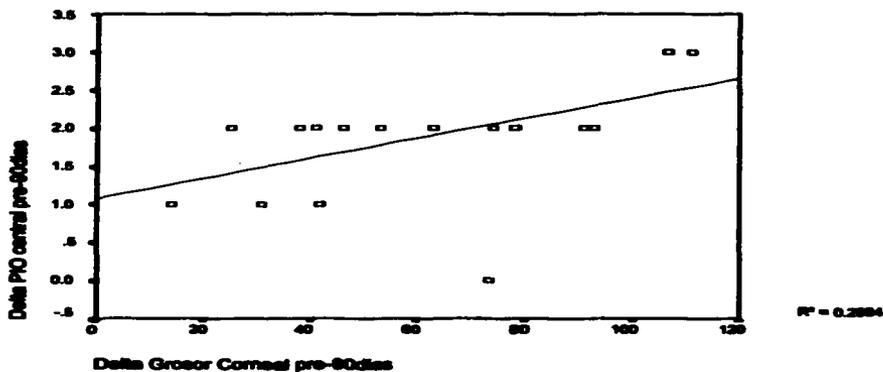
Cuando comparamos la PIO central pre y postquirúrgicas con las periféricas, todas demostraron disminución estadísticamente significativas ( prueba de Wilcoxon  $p < 0.023$ ) (tabla 2).

**Comparación de la PIO con Tono-Pen en los diferentes sectores en el pre y postquirúrgico**



La PIO central comparada con la nasal en el postquirúrgico mostró una disminución estadísticamente significativa ( $p < 0.003$ ) en todas las visitas del seguimiento, mientras que la PIO central comparada con la temporal en el postquirúrgico no resultó con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.402$ ) como se muestra en la tabla 2.

Se realizó correlación de Spearman de las diferencias de la PIO y el grosor corneal central en el prequirúrgico y a los 90 días del postquirúrgico encontrándose una correlación significativa ( $r$  Spearman 0.618;  $p = 0.003$ ;  $r^2 = 0.2964$ ) como se muestra en la gráfica 1.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **5 DISCUSIÓN**

TESIS CON  
FALLA DE CINGEN

Se conoce que la relación entre la presión intraocular y el grosor corneal juegan un papel importante en el diagnóstico adecuado del glaucoma de tensión normal y de la hipertensión ocular. En el glaucoma de presión normal una córnea delgada puede ser responsable de la subestimación de la presión intraocular, mientras que en la hipertensión una córnea gruesa puede ocasionar una sobrestimación de la misma. Este concepto ha sido tomado en cuenta por varios autores. ( 15-18)

Schipper y cols. (4) midieron la presión intraocular con el TAG en la zona central y periférica antes y después de PRK, reportando en el postquirúrgico presiones menores en 2 a 3 mmHg con respecto a las periféricas.

El sector central de la córnea presentó la mayor disminución de la PIO (1.94 +/- 0.14 mmHg), lo cual se relaciona con la zona principal de ablación, con un promedio de 60.90 +/- 1.80 micras ; sin embargo con los sectores nasal y temporal también presentaron disminución de la PIO, siendo esta estadísticamente significativa (prueba de Wilcoxon  $p < 0.023$ ).

Al relacionar las diferencias de la PIO prequirúrgicas y a los 90 días con las diferencias en el grosor corneal central, también en el prequirúrgico y a los 90 días , se observó una correlación significativa ( $r$  Spearman 0.618,  $p = 0.003$ ), sin embargo al realizar el dispersograma y atendiendo su coeficiente de determinación ( $r^2 = 0.2964$ ) observamos que

la relación no es precisamente lineal. Independientemente de esto podemos observar en la gráfica 1 tres zonas de disminución de la PIO con relación al cambio en el grosor corneal.

La primera zona muestra que cuando la disminución en el grosor corneal es entre 0 a 40 micras, la PIO tiende a disminuir en 1 a 2 mmHg; en la segunda zona observamos que cuando la disminución es entre 40 a 90 micras la PIO tiende a disminuir 2 mmHg, y cuando la disminución del grosor corneal se encuentra por arriba de 100 micras, la PIO tiende a disminuir en 3 mmHg.

Estos resultados sugieren que debemos tener particular atención en pacientes cuya ablación corneal central sea mayor a 100 micras, ya que la disminución en la PIO registrada ocasionada por esta ablación pudiera ya ser clínicamente significativa (3mmHg).

Sin duda el sector central de la córnea es el más susceptible a subestimación de la PIO debido a la disminución del grosor corneal secundario a la ablación por el láser, aún cuando la medición sea realizada con Tono-Pen.

Sin embargo, en los sectores nasal y temporal también se observó una discreta disminución en la paquimetría y la tonometría, probablemente como resultado de la ablación periférica del cilindro y la cercanía entre el sector corneal periférico medido (2mm del limbo) y el corte del colgajo (8.5 mm).

TESIS CON  
FALLA DE ONCEN

**El hecho de que los sectores periféricos se vean menos afectados por el procedimiento, permiten una menor subestimación de la PIO medida con Tono-Pen, lo cual lo convierte en un elemento útil en la evaluación de pacientes operados de cirugía refractiva.**

## **6 CONCLUSIÓN**

**Recomendamos realizar tonometría central y periférica con Tino-Pen en los pacientes operados de LASIK con la intención de disminuir el riesgo de subestimación de la PIO y poner particular atención en pacientes cuya ablación corneal central sea mayor a 100 micras, ya que la disminución en la PIO registrada ocasionada por esta cantidad de ablación pudiera ya resultar estadísticamente significativa (3 mmHg).**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **7. REFERENCIAS**

1. Faucher A, Grégoire J, Blondeau P.: Accuracy of Goldman tonometry after refractive surgery, *J Cataract Refract Surg* 1997;23:832-8.
2. Mardelli PG, Piebenga LW, Whitacre MM, Siegmund KD.: The effect of excimer laser photorefractive keratectomy on intraocular pressure measurements using the Goldmann applanation tonometer. *Ophthalmology* 1997;104:945-48.
3. Levy Y, Zadok D, Glovinsky Y, Krakowski D, Nemet P.: Tono-Pen vs Goldmann tonometry after excimer laser photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg.* 1999;25:486-491.
4. Schipper I, Senn P, Thomann U, Suppiger M.: Intraocular pressure after excimer laser photorefractive keratectomy for myopia. *J Refract Surg* 1995; 11:366-370.
5. Phelan PS, McGuee CN, Bryce IG.: Excimer laser PRK and corticosteroid induced IOP elevation: the tip of an emerging iceberg? (letter). *Br J Ophthalmol* 1994;78:802-3
6. Chatterjee A, Shah S, Bessant DA.: Reduction in Intraocular pressure after excimer laser photorefractive keratectomy: Correlation with pre treatment myopia. *Ophthalmology* 1997;104:355-359
7. Abbasoglu OE, Bowman RW, Cavanagh HD, McCulley JP.: Reliability of Intraocular Pressure Measurements after Myopic Excimer Photorefractive Keratectomy. *Ophthalmology* 1998;105:2193-2196

8. Danasoury MA, el-Maghraby A, Coopender SJ.: Change in intraocular pressure in myopic eyes measured with contact and non-contact tonometers after laser in situ Keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2001;17:97-103
9. Emara B, Probst L, Tingey D, Kennedy DW, Willms L, Machat J.: Correlation of intraocular pressure and central corneal thickness in normal myopic eyes and after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:1320-25.
10. Garzozzi HJ, Chung HS, Lang Y, Kagemann L, Harris A.: Intraocular pressure and photorefractive keratectomy: a comparison of three different tonometers *Cornea* 2001 Jan;20(1):33-6
11. Rootman DS, Insler MS, Thompson HW.: Accuracy and precision of the Tono-Pen in measuring intraocular pressure after keratoplasty and epideratophakia and in scarred corneas. *Arch Ophthalmol* 1988; 106:1697-1700
12. Armaly MF.: Dexamethasone ocular hypertension in the clinically normal eye II. The untreated eye, outflow facility, and concentration. *Arch Ophthalmol* 1966; 75:776-782.
13. Whitacre MM, Stain R.: Sources of error with use of Goldmann-type tonometer. *Surv Ophthalmol.* 1993;38:1-30
14. Moses RA.: The Goldmann applanation tonometer. *Am J Ophthalmol.* 1958;46:865-9.

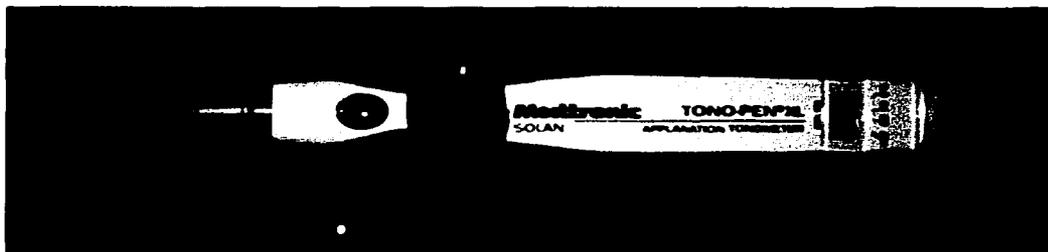
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

15. Herndon LW, Choudhri SA, Cox T.: Central corneal thickness in normal, glaucomatous and ocular hypertensive eyes. *Arch Ophthalmol* 1997; 115:1137-1141.
16. Ehlers N.: Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1975;53:34-43
17. Argus WA.: Ocular hypertension and central corneal thickness. *Ophthalmology* 1995 Dec;102 (12):1810-2
18. Shah S, Chatterjee A.: Relationship between corneal thickness and measured intraocular pressure in a general ophthalmology clinic. *Ophthalmology* 1999 Nov;106(11):2154

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 9. APENDICES

### Tonometría con Tonómetro Tono-Pen



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN