



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO DE OFTALMOLOGÍA  
FUNDACIÓN “CONDE DE VALENCIANA”

DETERMINACIÓN DEL GROSOR DEL CUERPO CILIAR Y PROCESOS  
CILIARES EN POBLACIÓN SANA POR BIOMICROSCOPIA ULTRASÓNICA  
DEL INSTITUTO DE OFTALMOLOGÍA FUNDACIÓN CONDE DE  
VALENCIANA

TESIS DE POSGRADO  
Que para obtener el diplomado de especialidad en  
OFTALMOLOGÍA

Presenta la  
DRA. ALICIA ZAVALA AYALA

DIRECTOR DE TESIS  
Dr. Gilberto Islas de la Vega

ASESORES  
Dr. Wilson Koga Nakamura  
Dr. David González Coronado



México, D.F

2009

---

---



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.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto y amigos que aquí he encontrado, por su apoyo.

A los Doctores Gilberto Islas de la Vega, Wilson Koga Nakamura y Erica Navarro Martínez, Cristina González González por el apoyo y ayuda en la realización de mi tesis, al Doctor David González Coronado por la idea de ésta tesis, agradezco al Doctor Pedro Martín Hernández Quiroz en su asesoramiento estadístico.

A mis **Compañeros** de carrera y **personal** administrativo, médico y de Sistemas del Hospital por su colaboración en la realización del estudio.

A **mis padres** y **hermana** por su apoyo y ayuda durante estos tres años y toda mi vida.

A **Jorge** por estar conmigo cuando más lo necesito.

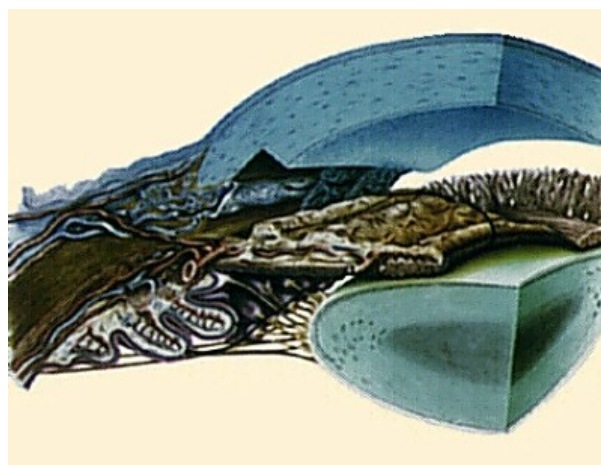
## INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	JUSTIFICACIÓN.....	5
III.	OBJETIVO.....	5
IV.	METODOLOGIA.....	6
V.	RESULTADOS.....	8
VI.	DISCUSIÓN.....	17
VII.	CONCLUSIÓN.....	18
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	19

## INTRODUCCION

El cuerpo ciliar y el iris forman el tracto uveal anterior del ojo. El cuerpo ciliar está posterior al iris como un anillo de tejido vascular altamente especializado y está formado por el músculo ciliar y los procesos ciliares. La porción anterior del cuerpo ciliar, pars plicata se compone de aproximadamente 70 procesos ciliares en forma radiada proyectados hacia la cámara posterior, los procesos ciliares largos miden aproximadamente 2 mm de longitud y 0.5 mm de ancho (14), los cuales se distribuyen de forma radiada y consisten en núcleos estromales vascularizados rodeados por dos capas de epitelio, la capa pigmentada interna y la capa no pigmentada externa. Estas dos capas de células tienen uniones ápex con ápex entre ellas. La zónula ocludens cerca de los ápices de las células no pigmentadas forma la barrera hemato acuosa. El epitelio no pigmentado es el sitio de secreción de humor acuoso. La porción media del cuerpo ciliar, la pars plana es una estructura delgada de 4mm de longitud, localizada entre la pars plicata y la ora serrata. La parte interna de la pars plana, esta compuesta por células epiteliales pigmentadas que son cuboidales y continuas con el epitelio pigmentario retiniano, la capa externa esta hecha de células epiteliales no pigmentadas que son columnares. Adyacente a la pars plicata, el cuerpo ciliar se compone de tres capas de tejido muscular liso no estriado. La capa longitudinal externa, que se sujeta del espolón escleral, el músculo radial se origina de la parte media del cuerpo ciliar y el músculo circular de la parte interna. (1) Las funciones del cuerpo ciliar son tres; formación de humor acuoso, sostén de la zónula y acomodación. Las tres capas de músculos actúan como unidad y son

inervadas primariamente por el sistema nervioso parasimpático que hace sinapsis en el ganglio ciliar. La contracción de los músculos relaja las fibras zonulares permitiendo que el cristalino asuma una forma mas esférica para acomodación. La formación de humor acuoso involucra tres procesos que ocurren en serie, primero, hay un flujo de sangre a los procesos ciliares en la uvea anterior. Segundo, alguna porción del plasma se filtra a través de capilares fenestrados al espacio intersticial entre los vasos y el epitelio ciliar . Tercero, la mayor parte del fluido filtrado es secretado por el epitelio ciliar en la cámara posterior, este proceso ocurre a través de un gradiente de presión oncótica, es un proceso que consume energía, está hecho por aproximadamente 4 millones de células no pigmentadas epiteliales que tiene un volumen aproximado de 8  $\mu$ l. El 4% del plasma que fluye por la pars plicata es filtrado.



Los estudios que hasta la fecha existen determinan el tamaño del cuerpo ciliar de manera *in vitro*, con ojos de cadáver, lo innovador del presente estudio es la determinación del tamaño en población sana emétrope de manera *in vivo*, mediante el empleo de Biomicroscopía Ultrasónica.

La tecnología de la Biomicroscopía Ultrasónica originalmente desarrollada por Pavlin, Sherar y Foster (8-9) se basa en transductores de 50 y 100 MHz incorporados en un escáner modo B. Con los transductores de alta frecuencia se obtiene mejor resolución, mientras que con los transductores de baja frecuencia se obtiene mayor profundidad de penetración. La penetración tisular con la Biomicroscopía Ultrasónica es de 4 a 5 mm. El estudio se realiza con el paciente en posición supina, se utilizan copas de plástico entre los párpados con metilcelulosa o solución salina como medio de inmersión (4) , para maximizar la detección de señales el transductor debe orientarse perpendicular a lo que se desea observar(7). La Biomicroscopía Ultrasónica es un método de alta resolución de imágenes *in vivo* no invasivo que permite la observación y medición de estructuras oculares (10). La biomicroscopía Ultrasónica provee un estudio *in vivo* del grosor del cuerpo ciliar y el efecto de la acomodación en la anatomía del cuerpo ciliar y la posición y forma del cristalino.

De acuerdo con estudios recientes, los ojos miopes tiene longitudes axiales mas largas, cámaras anteriores más profundas y cuerpo ciliar mas grueso (2). La reflectividad del cuerpo ciliar es baja y varia en configuración según se este pasando por un proceso o por un valle entre dos procesos.

La longitud axial en adultos emétopes de 20-40 años es en promedio para hombres 23.16 y para mujeres 22.68, a los 13 años, por lo tanto de los 18 a los 40 años la longitud axial será estable en población emétope. (13)



## **JUSTIFICACION**

No existen parámetros establecidos de medición de cuerpo ciliar y procesos ciliares en población sana *in vivo*.

## **OBJETIVO**

Establecer un parámetro en cuanto a medición de cuerpo ciliar y procesos ciliares en población mexicana sana de entre 18 y 40 años de edad.

## METODOLOGIA

Tipo de estudio

Prospectivo, descriptivo y observacional.

Pacientes y métodos: 52 ojos de 26 pacientes de población mexicana sana del IOFCV.

Material y métodos:

Se realizará la medición del grosor del cuerpo ciliar mediante Biomicroscopía Ultrasónica con el aparato UltraBiomicroscopy Modelo P40 Paradigm en 50 ojos de población sana del IOFCV, la medición será realizada por dos observadores experimentados.

Se medirá mediante ecografía modo A el eje anteroposterior en 10 ocasiones de las cuales se obtendrá un promedio. Se aplicará proparacaina tópica 0.5% para anestesiarse la córnea previo a la medición. Se probarán tres diferentes tamaños de copas ópticas dependiendo del tamaño de apertura ocular, se llenará la copa óptica con hipromelosa al 5% y solución salina estéril, se le pedirá al paciente que fije la mirada en una tarjeta en el techo con el ojo contralateral para eliminar el proceso de acomodación, estando el paciente recostado en un sillón de exploración. Se realizará la medición con luz de cuarto. El grosor del cuerpo ciliar se medirá en la imagen de una sección transversal en el limbo de los cuatro cuadrantes (superior, temporal, nasal e inferior) de ambos ojos. Se medirá el cuerpo ciliar en cortes transversales a 1 y 1.5 mm del espón escleral.

Se medirá también en los cuatro cuadrantes un proceso ciliar largo y uno corto en ambos ojos en la imagen de una sección longitudinal.

Se utilizará la Correlación de Pearson para describir si existe relación entre la longitud axial y el grosor del cuerpo ciliar. Velocidad 1550 m/seg

Se utilizará la Correlación de Pearson para describir si existe relación entre la longitud axial y el grosor del cuerpo ciliar, con una significancia del 95%.

#### Criterios de inclusión

Pacientes hombres o mujeres mayores de 18 años y menores de 40 años, oftalmológicamente sanos, sin historia de enfermedad ocular previa ( glaucoma, trauma o cirugía intraocular) con una graduación emétrepe de entre  $-1.00$  y  $+1.00$ . Con eje anteroposterior entre 21.5 y 25.4 mm. Sin antecedentes familiares de glaucoma. Con antecedente de tres generaciones previas de ser mexicanos.

#### Criterios de exclusión:

Alteración en ángulo encontrada por gonioscopía, patología ocular.  
Pacientes con refracciones fuera de lo mencionado.

#### Criterios de eliminación:

Falta de cooperación durante la exploración

## RESULTADOS

Se estudiaron 52 ojos de 26 voluntarios, oftalmológicamente sanos de 18 a 40 años de edad, con un promedio de edad de 28.46 años, 18 mujeres y 8 hombres, todos emétopes, con longitud entre 21 y 25 mm de eje anteroposterior, en ojo derecho la longitud axial promedio fue de 23.22 mm con una desviación estándar de 0.7, y en ojo izquierdo con longitud axial promedio de 23.08 mm, con desviación estándar de 0.8, sin diferencias significativas entre ambos ojos (Tabla 1).

**TABLA 1**

mm	LA OD	LA OI	CA OD	CA OI
Promedio	23.22	23.08	2.92	2.92
DE	0.70	0.80	0.30	0.27
Mínimo	21.73	21.64	2.24	2.45
Máximo	24.96	25.39	3.79	3.76

LA: Longitud Axial, CA: Cámara anterior, OD: Ojo derecho, OI: Ojo izquierdo

En todos los pacientes se midió: grosor corneal, encontrando como promedio para ojo derecho 0.599 mm y 0.589 mm para el ojo izquierdo, ver Tabla 2; profundidad de cámara anterior (de endotelio corneal a cápsula anterior de cristalino), encontrando como promedio 2.92 mm para ambos ojos.

**TABLA 2**

mm	cornea OD	cornea OI
Promedio	0.599	0.589
DE	0.028	0.036
Mínimo	0.556	0.521
Máximo	0.660	0.661

El grosor del Cuerpo Ciliar en una imagen de un corte transversal, tomando como CC1 a la medición a 1 mm del espolón fue para ojo derecho en cuadrante superior un promedio de 0.690 mm (0.486 a 1.009 mm), y en ojo izquierdo el promedio fue de 0.711 mm ( 0.437 a 0.949 mm). Tabla 3

El grosor del Cuerpo Ciliar en cuadrante superior para ojo derecho a 1.5 mm del espolón escleral fue de 0.529 mm ( 0.325 - 0.778 mm) y para ojo izquierdo fue de 0.585 mm (0.394 – 0.918 mm), Tabla 3.

**TABLA 3**

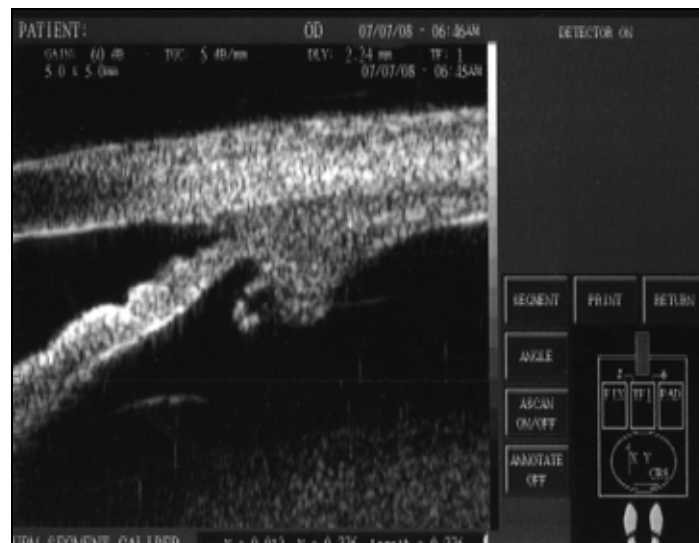
mm	CC1 supOD	CC2 sup OD	CC1 supOI	CC2 sup OI
Promedio	0.690	0.529	0.711	0.585
DE	0.143	0.118	0.146	0.130
Mínimo	0.486	0.325	0.437	0.394
Máximo	1.009	0.778	0.949	0.918

CC1sup: Medición del cuerpo ciliar a 1 mm del espolón escleral en cuadrante superior, CC2sup: Medición del cuerpo ciliar a 1.5 mm del espolón escleral



En cuadrante temporal del Cuerpo Ciliar en la medición a 1 mm del espolón escleral para ojo derecho fue 0.707 mm (0.360 - 1.193 mm), en ojo izquierdo fue

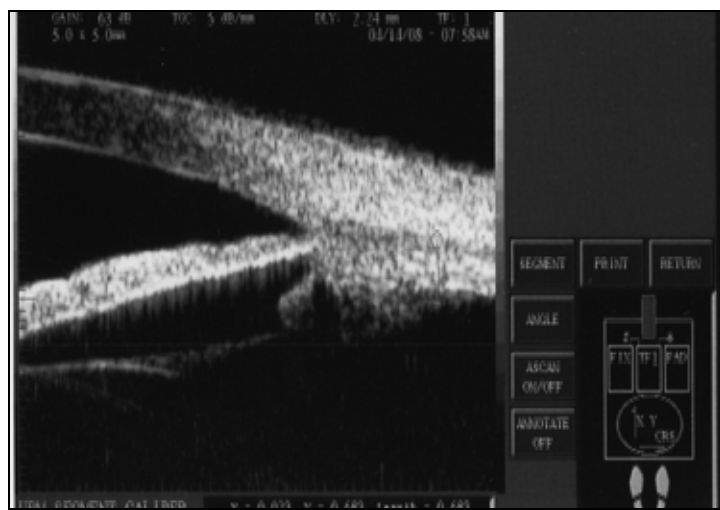
de 0.785 mm (0.486 – 1.265 mm). La medición a 1.5 mm en el mismo cuadrante para ojo derecho fue de 0.546 mm (0.370 – 0.884 mm) y para ojo izquierdo fue de 0.526 mm (0.325 – 0.787 mm), Tabla 4.



**TABLA 4**

mm	CC1 <i>temOD</i>	CC2 <i>temOD</i>	CC1 <i>temOI</i>	CC2 <i>temOI</i>
Promedio	0.707	0.546	0.743	0.526
DE	0.156	0.115	0.146	0.111
Mínimo	0.360	0.370	0.534	0.325
Máximo	1.193	0.884	1.101	0.787

CC1tem: Medición del cuerpo ciliar a 1 mm del espolón escleral en cuadrante temporal, CC2tem: Medición del cuerpo ciliar a 1.5 mm del espolón escleral

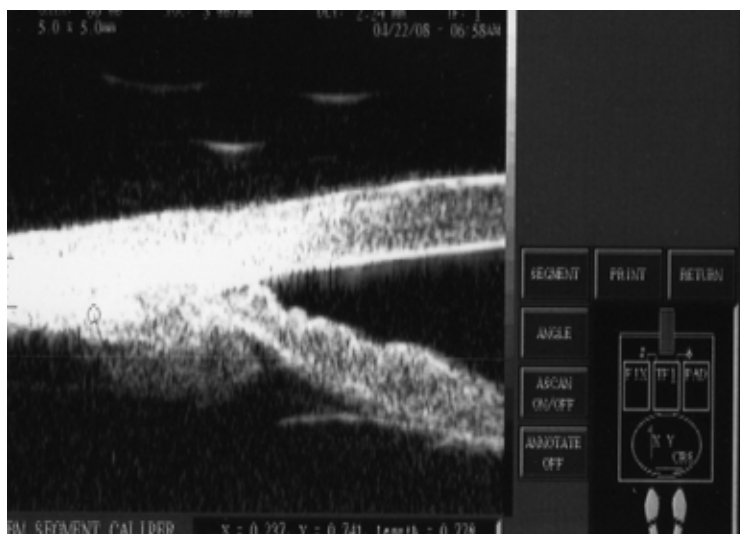


En el cuadrante inferior la medición del Cuerpo Ciliar a 1mm del espolón escleral para ojo derecho fue 0.730 mm (0.550 - 1.040), para el ojo izquierdo fue de 0.667 mm (0.442 - 1.040 mm). En la medición a 1.5 mm del espolón escleral para el ojo derecho se encontró 0.589 mm ( 0.428 - 0.857 mm) y para el ojo izquierdo fue de 0.545 mm ( 0.243 - 0.781 mm), Tabla 5.

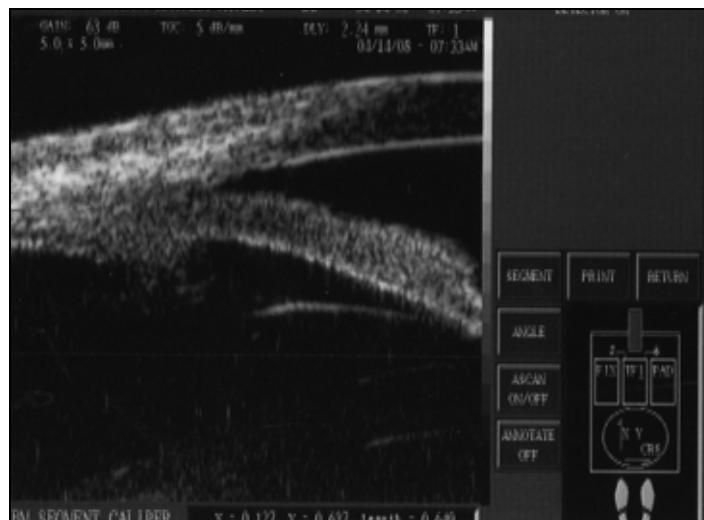
**TABLA 5**

mm	CC1 infOD	CC2 infOD	CC1 infOI	CC2 infOI
Promedio	0.730	0.589	0.667	0.545
DE	0.124	0.109	0.130	0.120
Mínimo	0.550	0.428	0.442	0.243
Máximo	1.040	0.857	1.040	0.781

CC1inf: Medición del cuerpo ciliar a 1 mm del espolón escleral en cuadrante inferior  
 CC2inf: Medición del cuerpo ciliar a 1.5 mm del espolón escleral en cuadrante inferior



En el cuadrante inferior en la medición del Cuerpo Ciliar a 1 mm para ojo derecho fue de 0.716 mm (0.521 – 1.123 mm) y en ojo izquierdo fue 0.693 mm ( 0.500 – 0.975 mm). La medición del Cuerpo Ciliar a 1.5 mm del esopolón escleral en cuadrante inferior para ojo derecho fue 0.538 (0.398 – 0.856 mm) y para ojo izquierdo fue 0.525 mm (0.410 – 0.764 mm) Tabla 6.



**TABLA 6**

mm	<i>CC1 nasal OD</i>	<i>CC2 nasal OD</i>	<i>CC1 nasOI</i>	<i>CC2 nasOI</i>
----	---------------------	---------------------	------------------	------------------



Promedio	0.716	0.538	0.693	0.525
DE	0.127	0.101	0.114	0.088
Mínimo	0.521	0.398	0.500	0.410
Máximo	1.123	0.856	0.975	0.764

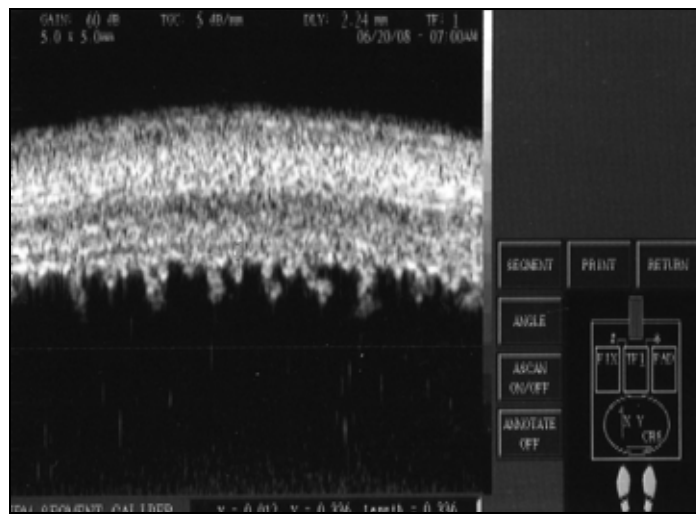
CC1nasal: Medición del cuerpo ciliar a 1 mm del espolón escleral, CC2sup: Medición del cuerpo ciliar a 1.5 mm del espolón escleral

En las mediciones de los procesos ciliares se observó gran variabilidad en su longitud en promedio 0.643 mm con rangos de 0.177 a 1.338 mm. En algunos pacientes se observó un patrón de proceso largo, proceso corto, en algunos otros se observaron los procesos ciliares más anchos. Tablas 7 a la 10

**TABLA 7**

mm	PC 1 sup OD	PC 2 sup OD	PC 1 sup OI	PC 2 sup OI
Promedio	0.697	0.416	0.788	0.520
DE	0.143	0.136	0.160	0.184
Mínimo	0.440	0.201	0.549	0.271
Máximo	1.015	0.664	1.102	1.061

PC1sup: Proceso ciliar largo del cuadrante superior, PC2sup: Proceso ciliar corto del cuadrante superior, OD: Ojo derecho, OI ojo izquierdo.



**TABLA 8**

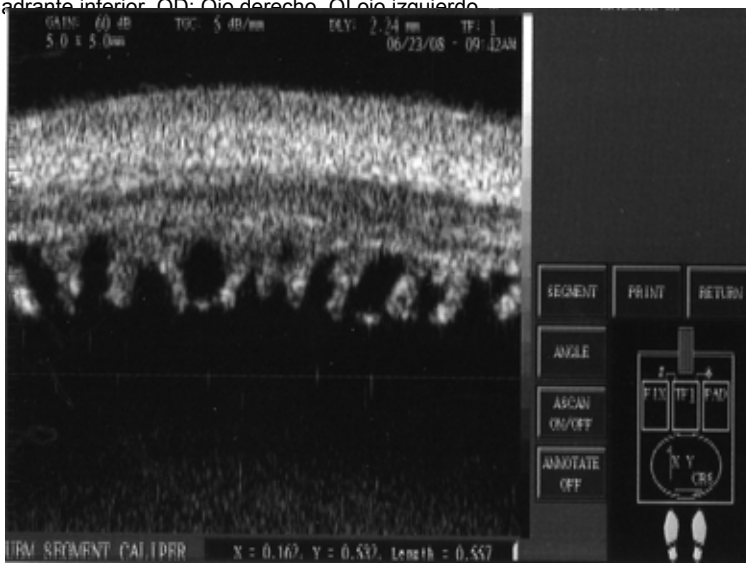
mm	<i>PC1 temOD</i>	<i>PC2 temOD</i>	<i>PC1 temOI</i>	<i>PC2 temOI</i>
Promedio	0.809	0.523	0.785	0.469
DE	0.194	0.179	0.205	0.180
Mínimo	0.492	0.210	0.486	0.210
Máximo	1.338	0.828	1.265	0.867

PC1tem: Proceso ciliar largo del cuadrante temporal, PC2tem: Proceso ciliar corto del cuadrante temporal, OD: Ojo derecho, OI ojo izquierdo.

**TABLA 9**

mm	<i>PC1infOD</i>	<i>PC2 infOD</i>	<i>PC1infOI</i>	<i>PC2 infOI</i>
Promedio	0.780	0.537	0.816	0.599
DE	0.169	0.211	0.231	0.218
Mínimo	0.422	0.238	0.232	0.220
Máximo	1.065	0.927	1.313	1.071

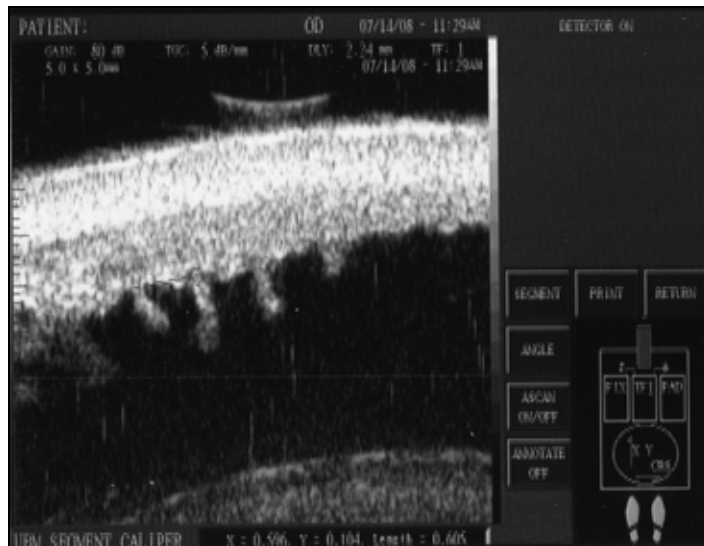
PC1inf: Proceso ciliar largo del cuadrante inferior, PC2inf: Proceso ciliar corto del cuadrante inferior, OD: Ojo derecho, OI ojo izquierdo.



**TABLA 10**

mm	<i>PC1 nasOD</i>	<i>PC2 nasalOD</i>	<i>PC1 nasOI</i>	<i>PC2 nasOI</i>
Promedio	0.713	0.539	0.773	0.538
DE	0.167	0.164	0.145	0.155
Mínimo	0.349	0.177	0.510	0.198
Máximo	1.030	0.819	1.106	0.839

PC1nas: Proceso ciliar largo del cuadrante nasal, PC2nas: Proceso ciliar corto del cuadrante nasal, OD: Ojo derecho, OI ojo izquierdo.



En la correlación entre la longitud axial y la longitud tanto del cuerpo ciliar como de los procesos ciliares en ambos ojos todas las mediciones  $R^2$  son muy pequeñas y sin significancia estadística  $p > 0.05$ . Tablas 11 y 12

**TABLA 11**

		laod	cc1supod	cc2supod	cc1tempod	cc2tempod	cc1infod	cc2infod	cc1nasod	cc2nasod
laod	Correlación de Pearson	1	-0.13	-0.20	0.15	-0.18	-0.08	-0.03	-0.09	-0.28
	p		0.51	0.35	0.47	0.37	0.68	0.89	0.66	0.18
	Número de pacientes	26	26	25	26	26	26	26	26	25

		laoi	cc1supoi	cc2supoi	cc1tempoi	cc2tempoi	cc1infoi	cc2infoi	cc1nasoi	cc2nasoi
Laoi	Correlación de Pearson	1	-0.34	-0.17	0.08	0.12	0.35	0.31	0.14	0.16
	p		0.09	0.39	0.68	0.57	0.08	0.13	0.50	0.42
	Número de pacientes	26	26	26	26	26	26	26	26	26

## DISCUSION

El tamaño del cuerpo ciliar es muy variable; a 1 mm del espolón escleral en promedio de los cuatro cuadrantes es de 0.710 mm con rangos desde 0.360 mm hasta 1.193 mm, y a 1.5 mm del espolón escleral la medición promedio es de 0.550 mm ( 0.325 – 0.884 mm) y no tiene relación con la longitud axial en individuos emétopes, la disposición de los procesos ciliares también es muy variable, en algunos sujetos se observó patrón de proceso largo, proceso corto en todos los cuadrantes, en otros sujetos se observó patrón de procesos ciliares muy largos y delgados en los cuatro cuadrantes, mientras en otros todos los procesos se encontraron cortos y anchos.

Es el primer estudio que demuestra in vivo, mediante Biomicroscopía Ultrasónica, las medidas del cuerpo ciliar y los procesos ciliares en población emétopa sana mexicana.

Serían útiles estudios futuros para comparar contra población con glaucoma y dar seguimiento a personas con antecedentes familiares de glaucoma, determinando con Biomicroscopía Ultrasónica algún riesgo o factor pronóstico. Es importante remarcar que a pesar de haber encontrado parámetros de emetropía según se estableció en metodología, los pacientes mostraron diferentes longitudes axiales, seguramente compensadas con poder queratométrico corneal.

## CONCLUSIONES

El cuerpo ciliar en población mexicana sana, emélope, es muy variable y no existe relación entre la longitud axial y la longitud tanto del cuerpo ciliar como de los procesos ciliares, tal como lo muestra la correlación de Person: todas las mediciones  $R^2$  son muy pequeñas y sin significancia estadística  $p > 0.05$ .

También observando las diferentes mediciones del cuerpo ciliar se pueden establecer parámetros para las personas sanas, sin embargo, es necesario una muestra más grande y totalmente aleatoria para establecer las medidas del cuerpo ciliar en la población mexicana.

## BIBLIOGRAFIA

1. Yanoff, Duker, Ophthalmology, Second Edition, Mosby, 2004.
2. Oliveira C, Tello C, Ciliary Body Thickness Increases With Increasing Axial Myopia, AmJ Ophthalmol 2005; 140:324-325.
3. Jaeryung O, Hyung Ho S, Direct Measurement of the Ciliary Sulcus Diameter by 35 Megahertz Ultrasound Biomicroscopy, Ophthalmology 2007; 114:9
4. Tello, Liebmann, An improved coupling medium for ultrasound biomicroscopy, Ophthalmic Surgery, 1994; 25:6
5. Gohdo T, Tsumura T, Ultrasound Biomicroscopic Study of Ciliary Body Thickness in Eyes With Narrow Angles, Am J Ophthalmol, 2000;129:342-346.
6. Tanaka S, Takeuchi S, Ultrasound Biomicroscopy for Detection of Breaks and Detachment of the Ciliary Epithelium, Am J Ophthalmolo 1999;128:466-471.
7. Tello, An improved coupling medium for ultrasound biomicroscopy, Ophthalmic Surgery, 1994; 25:6.
8. Pavlin, Sherar, Foster, Subsurface Ultrasound Microscopic Imaging of the Intact Eye, Ophthalmology, 1990; 97:2.
9. Pavlin, Sherar, Foster, Clinical Use of Ultrasound Biomicroscopy, Ophthalmology, 1991; 98, 3.

10. Tello, measurement of Ultrasound Biomicroscopy Images: Intraobserver and interobserver Reliability, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 1994; 35, 9.
11. Takashi Gohdo, et al. Ultrasound Biomicroscopic Study of Ciliary Body Thickness in Eyes With Narrow Angles, *Am J Ophthalmol* 2000; 129: 342-6.
12. Ishikawa H, Schuman J, Anterior segment imaging: ultrasound biomicroscopy, *Ophthalmology Clin N Am* 2004; 17: 7-20
13. Larsen, J. The Sagittal Growth of The Eye, Ultrasonic measurement of the axial length of the eye from birth to puberty, *Acta Ophthalmologica* 1971; 49: 873-6.
14. Ritch, R. *The Glaucomas*, Second Edition, Mosby, 1996.