

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FUNDACIÓN HOSPITAL "NUESTRA SEÑORA DE LA LUZ" I.A.P.
DEPARTAMENTO DE SEGMENTO ANTERIOR

Acomodación Pseudofáquica.

Evaluación por Visante.

**TESIS DE POSTGRADO
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LA ESPECIALIDAD EN OFTALMOLOGÍA
P R E S E N T A :**

DR. MIGUEL ÁNGEL VÁZQUEZ GARCÍA

ASESORES DE TESIS:
DRA. LAURA LETICIA ARROYO MUÑOZ
DR. JAIME LOZANO ALCÁZAR
DRA. CLAUDIA PALACIO PASTRANA

MÉXICO, D.F. 2008

RESPONSABLE:



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.

Dr. Miguel Ángel Vázquez García
Médico Residente
Fundación Hospital “Nuestra Señora de la Luz” I.A.P.

Firma

TUTORES DE TESIS

Dra. Laura Leticia Arroyo Muñoz
Jefa del Departamento de Segmento Anterior
Fundación Hospital “Nuestra Señora de la Luz” I.A.P.

Firma

Dr. Jaime Lozano Alcázar
Departamento de Segmento Anterior
Fundación Hospital “Nuestra Señora de la Luz” I.A.P.

Firma

Dra. Claudia Palacio Pastrana
Departamento de Segmento Anterior
Fundación Hospital "Nuestra Señora de la Luz" I.A.P.

Firma

INDICE

Introducción	1
Objetivo	6
Material y métodos	7
Resultados	9
Discusión	13
Conclusiones	16
Bibliografía	17

Introducción

Durante los primeros años de la infancia, el ser humano presenta una amplitud de acomodación de aproximadamente 15 dioptrías, pero su necesidad de acomodación para la mayor parte de las tareas visuales es mucho menor. Aunque la amplitud de la acomodación disminuye de forma gradual hasta los 50 años, el déficit en la mayoría de las personas aparece cuando la amplitud de la acomodación disminuye hasta sólo unas pocas dioptrías, apareciendo la presbicia. La disminución fisiológica en la amplitud de acomodación durante el envejecimiento es probablemente causado por la disminución en la elasticidad del cristalino, un aumento en el diámetro ecuatorial del cristalino, alteraciones en el tejido elástico de la membrana de Bruch y/o atrofia del músculo ciliar .(1)

Como resultado de varios factores como miosis pupilar y astigmatismo miópico, los pacientes pueden presentar un aumento en la profundidad de foco, la cual puede resultar en una buena agudeza visual cercana y lejana sin corrección. (2)

La acomodación es un cambio óptico dinámico de la potencia dióptrica del ojo, permitiendo modificar el punto de enfoque del ojo respecto de los objetos lejanos y próximos. Esta característica está mediada por la contracción del músculo ciliar, por la liberación de la tensión de reposo de las zónulas del cristalino y por el redondeamiento del cristalino debido a las fuerzas ejercidas sobre el mismo por su cápsula. El aumento en la potencia óptica se consigue mediante el incremento en las curvaturas de las superficies anterior y posterior del cristalino y mediante el aumento en el grosor del mismo. Cuando los objetos se acercan hacia el ojo, éste debe presentar acomodación para mantener una imagen claramente enfocada del mismo sobre la retina.

El aparato de acomodación del ojo está constituido por el cuerpo ciliar, el músculo ciliar, la coroides, las fibras zonulares anteriores y posteriores, la cápsula del cristalino y el propio cristalino.

Cuando el ojo está enfocado para una distancia lejana (infinito óptico), la tensión en reposo de las fibras de la zónula ejerce una fuerza con dirección externa sobre el ecuador del cristalino a través de su cápsula. Esta tensión mantiene al cristalino relativamente aplanado y sin acomodación. Cuando se contrae el músculo ciliar, el vértice interno del cuerpo ciliar se desplaza hacia delante, dando lugar a un estiramiento de la unión posterior del músculo ciliar a la coroides y de las fibras zonulares posteriores. Consecuentemente se reduce la tensión de reposo de todas las fibras zonulares. Al cesar la fuerza centrífuga en el ecuador del cristalino, su cápsula hace que el mismo adquiera una forma más esférica. Por consiguiente, el diámetro del cristalino disminuye y aumentan las curvaturas de la superficie anterior y, en menor grado, la superficie posterior, aumentando el grosor del mismo. Además, disminuye la profundidad de la cámara anterior debido al desplazamiento hacia delante de la superficie anterior del cristalino (3,4). También se observa una pequeña disminución en la profundidad de la cámara vítrea por el movimiento de la superficie posterior del cristalino (5).

La cápsula representa la fuerza de mayor intensidad para el efecto de acomodación del cristalino, y la sustancia del cristalino retrasa la intensidad y velocidad del movimiento de la cápsula. Cuando se elimina la sustancia del cristalino en el mono y se deja un saco capsular vacío sostenido por la zónula, la elasticidad del saco vacío produce un estiramiento activo de los procesos ciliares con mayor rapidez e intensidad durante el esfuerzo de acomodación.

La acomodación se puede estimular por varios mecanismos y se produce como respuesta a la visión borrosa (6). Si se hipermetropiza uno de los ojos colocándole delante una lente negativa se observa acomodación de ambos ojos para superar el desenfoque inducido. Si se presenta un objeto cercano tiene lugar la acomodación y la convergencia acopladas.

La acomodación también se puede inducir mediante estimulación farmacológica. La aplicación tópica de agonistas colinérgicos muscarínicos

(pilocarpina) da lugar a una estimulación farmacológica directa del músculo ciliar (intensidad mayor en ojos con iris claro). En el mono la acomodación estimulada por medios farmacológicos presenta una amplitud mayor que la acomodación secundaria a estimulación central [respuesta supramáxima] (7,8).

La acomodación pseudofáquica se define como el cambio dinámico en el estado refractivo del ojo causado por la contracción del músculo ciliar en un ojo pseudofaco (9) . Hasta la fecha la acomodación pseudofáquica la acomodación solo puede ser obtenida mediante el desplazamiento anterior de la óptica con un desplazamiento del plano focal, ya que la óptica del lente intraocular (LIO) no es deformable, cuando es comprimida por las fuerzas producidas por el músculo ciliar. Recientemente se han hecho varios intentos con LIOs especialmente diseñados para obtener acomodación pseudofáquica (10,11,12). El concepto básico de estos LIOs es la flexión anterior de la óptica en relación con las hápticas.

La fibrosis capsular postoperatoria y la contracción capsular resultan en una firme adhesión de la cápsula a la óptica y hápticas del LIO. Debido a que la forma de la óptica del LIO no cambia durante la contracción del músculo ciliar, se sobreentiende que los pacientes pseudofacos no pueden acomodar.

La pseudoacomodación pseudofáquica se manifiesta independientemente de la función del músculo ciliar y se produce por características ópticas estáticas del ojo pseudofaco [multifocalidad corneal, astigmatismo miópico leve contra la regla y aumento de la profundidad de foco inducido por una pupila pequeña] (13,14,15). Como resultado de estos factores los pacientes postoperados de extracción extracapsular de catarata pueden presentar una buena agudeza visual cercana y lejana sin corrección (2,16,17,18,19).

El Visante es un aparato desarrollado por Carl Zeiss Meditec que produce imágenes de alta resolución de la cámara anterior mediante tomografía de coherencia óptica [OCT-CA] (20), permitiendo la reconstrucción de imágenes bidimensionales a partir de una serie de escaneos axiales desplazados transversalmente. El Visante

utiliza una luz infrarroja con una longitud de onda de 1310 nm. Por lo tanto, la cantidad de dispersión de luz es reducida con esta longitud de onda, permitiendo una mejor penetración en los tejidos oculares (21). El OCT-CA tiene una resolución axial de 18 μ . Sin embargo, el OCT-CA no puede penetrar completamente a través del epitelio pigmentado del iris, por lo cual, tiene uso limitado para la visualización de estructuras que se encuentren por detrás de éste. Las imágenes producidas por el OCT-CA son alteradas por el índice de refracción y la curvatura de la córnea. Los LIO son mejor visualizados con la pupila completamente dilatada y cuando la superficie del LIO es perpendicular al escáner.

Objetivo

Cuantificar mediante OCT-CA el desplazamiento del LIO:

- al estimular la acomodación mediante la colocación de una lente negativa
- posterior a la aplicación de pilocarpina al 2%

Material y métodos

Fue un estudio prospectivo, comparativo, experimental y transversal, que se realizó de mayo a octubre del 2007 en la Fundación Hospital "Nuestra Señora de la Luz". Se incluyeron pacientes operados de facoemulsificación sin complicaciones trans o postquirúrgicas, con un periodo mínimo de 3 meses posterior a la cirugía, con capacidad visual mínima 20/40, sin patología ocular severa agregada y sin cirugía ocular previa. Se excluyeron pacientes con complicaciones trans o posquirúrgicas, patología ocular severa agregada o cirugía intraocular previa.

La cirugía de facoemulsificación se realizó mediante la siguiente técnica: previa asepsia y antisepsia, colocación de campos estériles, opsite y blefarostato, se realiza una insición corneal en el meridiano X, se inyecta azul de tripano y posteriormente viscoelástico a través de la insición, se procede a realizar la capsulorrexis circular continua, se hidrodiseca y rota el núcleo. Se realiza insición corneal en el meridiano II para el puerto lateral. Mediante técnicas convencionales se fractura el núcleo y se aspira el mismo por cuadrantes. Los restos corticales se aspiran con la cánula. Se coloca viscoelástico y LIO dentro de la bolsa capsular. Se cierra la herida corneal previa aspiración de viscoelástico y se da por terminado el acto quirúrgico.

A todos los pacientes se les dio seguimiento y al cumplir mínimo 3 meses después de la cirugía se les tomó el OCT-CA previa medición de la agudeza visual mediante cartilla de Snellen.

Se tomaron 3 impresiones de OCT Visante por ojo. La primera correspondió a la imagen basal, sin ningún estímulo ni aplicación de medicamento. La segunda impresión utilizando una refracción esférica de 3.00D negativas en el ojo a examinar compensándola en la computadora del

OCT para estimular la acomodación. La tercera impresión se hizo 30 minutos posterior a la aplicación de pilocarpina al 2% (1 gota cada 10 minutos hasta completar 3 gotas).

Se trazó una línea entre los ángulos iridocorneales opuestos, y se obtuvo su bisectriz. Mediante el trazado de una línea perpendicular que se extendió desde la superficie corneal central posterior hasta la superficie anterior del LIO pasando por la bisectriz se obtuvo la profundidad de la cámara anterior. El mismo procedimiento se realizó en las 3 tomas de OCT especificadas anteriormente.

La medición de desplazamiento del LIO se obtuvo de la diferencia de la profundidad de cámara anterior basal menos la profundidad de cámara anterior medida posterior al estímulo acomodativo o a la aplicación de pilocarpina. Si el resultado fue un valor numérico negativo existió un desplazamiento anterior del LIO; si el resultado fue un valor numérico positivo existió desplazamiento posterior del LIO.

El análisis estadístico fue realizado con prueba de t student para evaluar significancia estadística del desplazamiento de LIO.

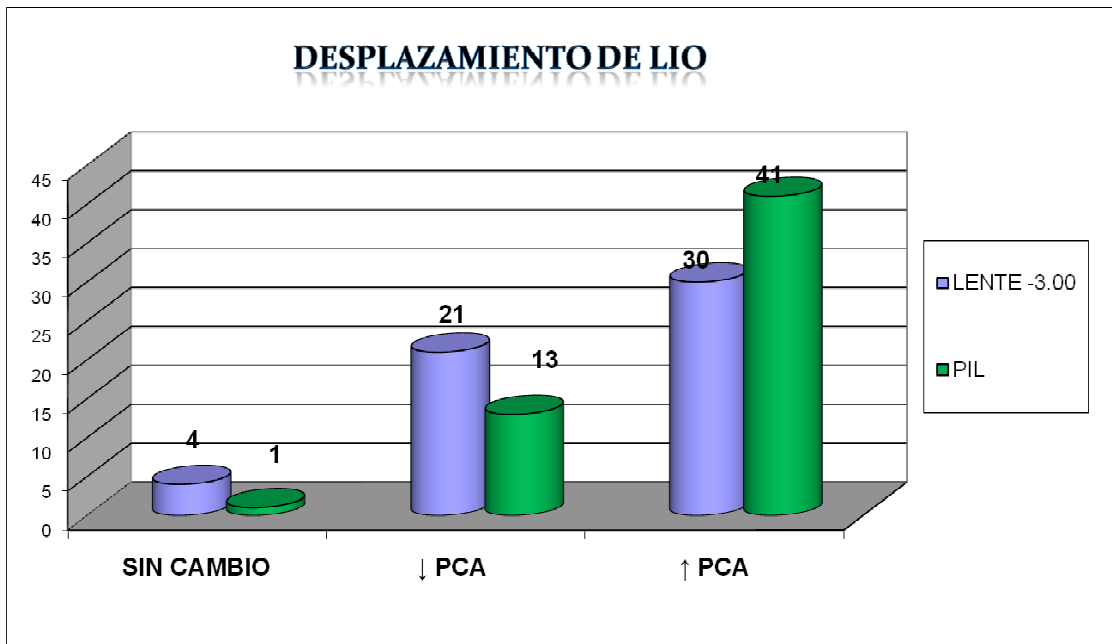
Resultados

Se incluyeron en este estudio 55 ojos de 36 pacientes con pseudofaquia que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Veintitrés pacientes correspondieron al género femenino y trece al género masculino. La edad media de los pacientes fue de 66 años con una desviación estándar ± 14.47 años.

A todos los pacientes se les realizó capsulorrexis circular continua, facoemulsificación y LIO implantado en la bolsa capsular. En cuanto al lente intraocular a 7 ojos se les colocó akreos, 5 AMO, 7 MA60, 12 SA60, 13 SN60, 5 con PMMA y 6 no estaban especificados en el expediente. A 17 pacientes se les realizó cirugía unilateral y en 19 pacientes fue en ambos ojos.

El LIO se desplazó anteriormente en 21 pacientes al colocar una lente de 3.00 D negativas y en 13 pacientes posterior a la aplicación de pilocarpina 2%. El LIO se desplazó posteriormente en 30 pacientes al colocar una lente de 3.00D negativas y en 41 pacientes posterior a la aplicación de pilocarpina 2%. El LIO no sufrió desplazamiento en 4 pacientes al colocar lente de -3.00D y en 1 paciente posterior a la aplicación de pilocarpina 2%.

Tabla 1



El promedio de la profundidad de cámara anterior (PCA) basal fue de 3.94 ± 0.383 , la PCA con lente de $-3.00D$ fue de 3.96 ± 0.376 , la PCA posterior a la aplicación de pilocarpina 2% fue de $4.03\% \pm 0.426$.

Tabla 2

	PCA S/A	PCA C/A	PCA C/PIL
MEDIA	3.944	3.960	4.031
SD	0.383	0.376	0.426
P		0.0494	0.000009

El promedio de desplazamiento con lente de $-3.00D$ que sufrió el LIO fue de 16μ en sentido posterior con desviación estándar de $\pm 71\mu$; siendo el promedio de

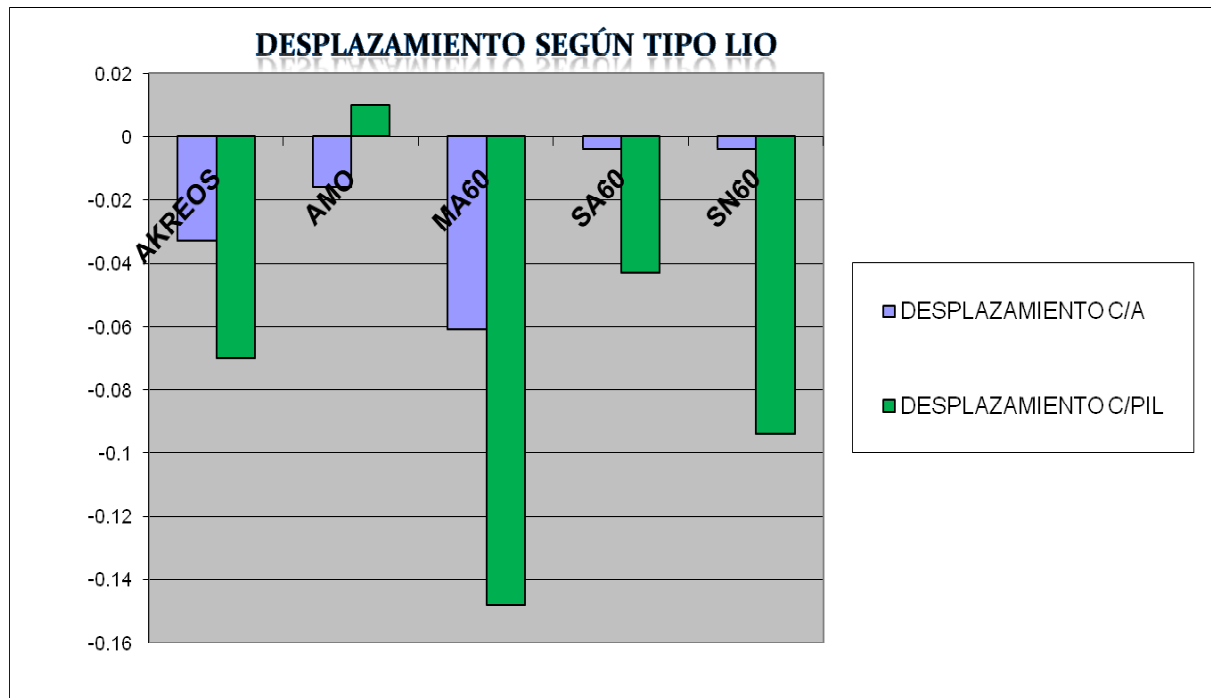
desplazamiento posterior a la aplicación de pilocarpina de 87μ en sentido posterior con una desviación estándar de $\pm 137\mu$.

Tabla 3

	DESPLAZAMIENTO C/A	DESPLAZAMIENTO C /PIL
MEDIA	-0.016	-0.087
SD	± 0.071	± 0.137

En cuanto al desplazamiento del LIO según el tipo de lente se vio un desplazamiento de mayor magnitud en sentido posterior, tanto con la lente de 3.00D negativas como con la aplicación de pilocarpina, con el LIO MA60.

Tabla 4



Discusión

Las ventajas del OCT incluyen medición real de la profundidad de cámara anterior, ya que es un método de no contacto y por lo tanto no produce indentación sobre la córnea. Además tiene la peculiaridad de poder agregar lentes de diferentes dioptrías para poder estimular al efecto de acomodación del cristalino.

Varios estudios han mostrado el movimiento de LIOs de cámara posterior durante la acomodación. (22,23,24,25)

Tabla 5

Estudio	n	Tipo LIO	Técnica	Desplazamiento LIO
<i>González</i>	8	Hidrogel	Biometría	0.42
	12	PMMA		-0.08
<i>Lesiewska-Junk</i>	45	PMMA	Biometría	0.42
<i>Langenbacher</i>	20	PMMA, acrílico	Biometría	0.18
		hidrofóbico e hidrofílico	IOL Master	0.16
<i>Findl</i>	12	Acrílico hidrofóbico	ICP	-0.156
<i>Vázquez</i>	55	PMMA, acrílico	OCT CA	-0.016
		hidrofóbico		-0.087

La mayor parte de los estudios utilizaron biometría ultrasónica, la cual proporciona baja confiabilidad en ojos pseudofacos.

Contrario a otros, Findl et al. encontró que los LIOs de acrílico hidrofóbico (acrysof) presentó desplazamiento posterior después de la contracción del músculo ciliar inducido por pilocarpina. Ellos sugieren que el tamaño total del acrysof MA60,

siendo de 13.0 mm es demasiado grande para la bolsa capsular promedio, la cual tiene un diámetro promedio de 10.4 mm. De esta manera, al contraerse el músculo ciliar, la angulación de 10 grados entre la óptica y el háptica del acrysof resulta en un desplazamiento posterior, a pesar de existir un movimiento anterior del complejo cuerpo ciliar-iris-bolsa capsular (26).

En nuestra serie, encontramos que el LIO se desplazó posteriormente en la mayor parte de los ojos (74.5%) después de a la aplicación de pilocarpina; aunque en algunos ojos hubo desplazamiento anterior (23.6%). En cambio el desplazamiento posterior del LIO después de colocar una lente de -3.00 dioptrías fue menos pronunciado (54.5%) comparado con los que sufrieron desplazamiento anterior (38.2%).

Tabla 6

	c/acomodación		c/pil	
	Posterior	Anterior	Posterior	Anterior
Media ± SD	-0.055±0.071	0.037 ± 0.033	-0.142 ± 0.108	0.0807 ± 0.080
Rango	-0.35 a -0.01	0.01 a 0.11	-0.44 a -0.02	0.01 a 0.2
Porcentaje	54.5	38.2	74.5	23.6

Una teoría para explicar el desplazamiento anterior del LIO menciona que el movimiento del LIO no está inducido por la contracción radial del músculo ciliar en las hápticas sino mas bien por la presión vítrea producida por detrás del LIO después de la contracción muscular ciliar , la cual causa un desplazamiento anterior de la óptica (27).

Conclusiones

En este estudio encontramos una tendencia al desplazamiento posterior del LIO tanto con la colocación de lente de -3.00 dioptrías así como posterior a la aplicación de pilocarpina al 2%.

La variabilidad del desplazamiento fue mayor al aplicar pilocarpina al 2% comparada con la colocación de lente de -3.00 dioptrías, lo cual nos habla de un estímulo suprafisiológico, que no se obtiene con la acomodación fisiológica diaria.

El LIO que sufrió el mayor desplazamiento fue el MA60, tanto con la lente de -3.00 dioptrías, así como posterior a la aplicación de pilocarpina al 2%.

Por lo tanto podemos concluir que el fenómeno de acomodación persiste después de la cirugía de facoemulsificación.

Bibliografía

1. Kaufman PL, Accommodation and presbyopia: neuromuscular and biophysical aspects. Hart WM Jr, Adler's physiology of the eye; Clinical application, 9th ed. St Louis, MO, Mosby 1992; 391-411.
2. Koretz JF, Kauffman PL, Neider MW, et al. Accommodation and presbyopia in the human eye, Aging of the anterior segment. *Vision Res* 1989; 29:1685.
3. Koretz JF, Bertasso AM, Neider MW, et al. Slit-lamp studies of the rhesus monkey eye, changes in crystalline lens shape, thickness and position during accommodation and aging. *Exp Eye Res* 1987; 45:317.
4. Koretz JF, Handleman GH. Model of the accommodative mechanism in the human eye. *Vision Res* 1982; 22:917.
5. Croft MA et al . Lenses and ciliary muscle function in young and old rhesus monkeys . *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40: 1361.
6. Moses RA. Accommodation in Moses RA, Hart WM, eds: Adler's physiology of the eye, clinical application. 8th ed, St Louis, CV Mosby 1987.
7. Crawford K, Terasawa E, Kaufman PL. Reproducible stimulation of ciliary muscle contraction in the cynomolgus monkey via permanent indwelling midbrain electrode. *Brain Res* 1989; 503: 265
8. Crawford K, Kaufman PL, Bito LZ: The role of the iris in the accommodation of rhesus monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1990;31:2185.
9. Tsorbatzoglou A, Nemeth G, Math J. Pseudophakic accommodation and pseudoaccommodation under physiological conditions measured with partial coherence interferometry. *J Cataract refract Surg* 2006; 32:1345-1350.

10. Cumming JS, Slade SG, Chayet A. Clinical evaluation of the model AT-45 Silicone accommodating intraocular lenses; results of feasibility and the initial phase of the Food and Drug Administration clinical trials ophthalmology 2001; 108: 2005-2009.
11. Hara T, Hara T, Yasuda A, Yamada Y. Accommodative intraocular lenses with spring action. Design and placement in an excised animal eye. Ophthalmic Surg 1990; 21: 128-133.
12. Legeais JM, Werner L, Werner L. Et al . Pseudoaccommodation: BioComFold versus foldable silicone intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 1999; 25: 262-267.
13. Fukuyama M, Oshika T, Amano S, Yoshitomi F. Relationship between apparent accommodation and corneal multifocality in pseudophakic eyes. Ophthalmology 1999; 106: 1178-1181.
14. Ravalico G, Baccara F. Apparent accommodation in pseudophakic eyes. Acta Ophthalmol 1990; 68: 604-606.
15. Trindade F, Oliveira A, Frasson M. Benefit of against the rule astigmatism to uncorrected near acuity . J Cataract Refract Surg. 2003; 29: 669-676.
16. Huber C. Myopic astigmatism; a substitute for accommodation in pseudophakia. Doc Ophthalmol 1981; 52:123-178.
17. Verzella F, Calossi A. Multifocal effect of against the rule myopic astigmatism in pseudophakic eyes. Refract Corneal Surg 1993; 9: 58-61.
18. Nakazawa M, Ohtsuki K. Apparent accommodation in pseudophakic eyes after implantation of posterior chamber intraocular lenses. Am J Ophthalmol 1983; 96:435-438.
19. Elder MJ, Murphy C, Sanderson GF. Apparent accommodation and depth of field in pseudophakia. J cataract refract surg 1996; 22:615-619.
20. Huang D, Swanson EA, Lin CP. Optical Coherence Tomography. Science 1991; 254: 1178-1181.

21. Donahue SP. The pupils and accommodation: loss of accommodation and presbyopia . Yanoff M, Duker JS, Ophthalmology. London, England: Mosby; 1999: 11.21.1-2
22. González F, Capeans C, Santos L. et al . Anteroposterior shift in rigid and soft implants supported by the intraocular capsular bag. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1992; 230:237-239.
23. Lesiewska-Junk H, Kaluzny J. Intraocular lens movement and accommodation in eye of young patients. J Cataract Refract Surg 2000; 26: 562-565.
24. Langenbacher A, Huber S, et al . Measurement of accommodation after implantation of an accommodating posterior chamber intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2003; 29:677-685.
25. Findl O, Kiss B, Petternel V, et al . Intraocular lens movement caused by ciliary muscle contraction . J Cataract Refract Surg 2003; 29: 669-676.
26. Muftuoglu O, Melek B, et al. Drug- induced intraocular lens movement and near visual acuity after AcrySof intraocular lens implantation . J Cataract Refract Surg 2005;31: 1298-1305.
27. Cumming JS, Kammann J. Experience with accommodating IOL. J Cataract Refract Surg 1996; 22: 1001.