

11234  
36

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ASOCIACIÓN PARA EVITAR LA CEGUERA  
EN MÉXICO, I.A.P.

## ABERRACIONES MÁS FRECUENTES EN PACIENTES ANISOMÉTRICOS

Tesis de post-grado

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
OFTALMÓLOGO

PRESENTA

*Anel De Luca Brown*

ASESOR

**Dr. Ramón Naranjo Tackman**  
Jefe del Servicio de Cornea y Cirugía Refractiva de la  
Asociación para Evitar la Ceguera en México

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2003

1



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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**

*V. Bo*  
*P. Quintero*

**MÉXICO, DF. 2003**



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

JEFATURA DE ENSEÑANZA



SUBDIVISION DE...  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
U. N. A. M.

# **ABERRACIONES MÁS FRECUENTES EN PACIENTES ANISOMÉTROPES**

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.  
NOMBRE: ANAL DE LUCIA BROWN

FECHA: 02/OCTUBRE/03  
FIRMA: [Signature]

**TESIS CON  
FALLA DE CUBIERN**

## ÍNDICE

	<b>Páginas</b>
1. Antecedentes	5
2. Justificación	9
3. Planteamiento del problema	9
4. Objetivos	9
5. Hipótesis	10
6. Diseño	10
7. Metodología	11
8. Criterios de inclusión	11
9. Criterios de exclusión	11
10. Variables	11
11. Tamaño de la muestra	12
12. Material y método	12
13. Recolección y análisis de datos	12
14. Consideraciones éticas	13
15. Recursos	13
16. Resultados	14
17. Discusión	21
18. Conclusiones	22
19. Referencias	23

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**A mis padres  
de principio a fin**

**A Mau por su ayuda y apoyo incondicional**

**A Narily por sus enseñanzas**

**Al Dr. Ramón Naranjo por creer en mi**

**Y a todos los que contribuyeron  
a que mi camino llegara a este objetivo**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **ANTECEDENTES**

La ambliopía es una condición visual limitante para el paciente. Ésta puede ser uni o bilateral, dependiendo de la patología subyacente. Se considera un defecto visual adquirido, secundario a una experiencia visual anormal durante un periodo crítico durante el desarrollo visual. Ésto produce una reducción en la calidad y cantidad de visión, así como en la integración binocular (1-5). Existen múltiples causas de ambliopía, principalmente: Estrabismo, anisometropía (unilateral), o privación sensorial (uni o bilateral) por ptosis, opacidad de medios, nistagmo, etc.(6, 7). Una de las causas más frecuentes es la anisometropía, ya sea asociada o no a estrabismo.(8) La anisometropía se caracteriza por una diferencia en el poder refractivo de ambos ojos (9). Esta diferencia produce una imagen borrosa en el ojo más afectado, disminuyendo su desarrollo visual máximo. Se han empleado diversas definiciones de anisometropía en la literatura, basándose en la diferencia en la esfera, el cilindro, ambos, o el equivalente esférico entre un ojo y otro; con un rango de diferencia de 0.5 a 2.0 dioptrías(10, 11).

Una de las últimas tecnologías desarrolladas para el diagnóstico y tratamiento en la cirugía refractiva es el estudio de las aberraciones del sistema óptico humano. La aberrometría es una herramienta diagnóstica útil para conocer el defecto refractivo total del ojo. Una de las principales finalidades de este estudio es hacer un diagnóstico más fino para poder aplicar una ablación

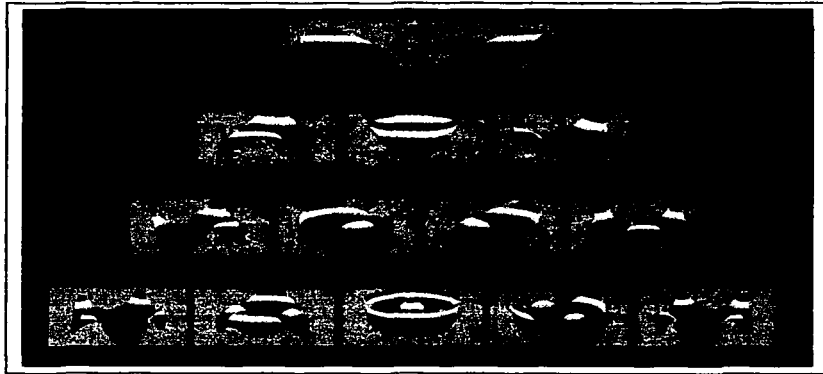
TESIS CON  
FALLA DE CUBIEN

personalizada. A diferencia de una ablación convencional, la ablación personalizada puede corregir, hasta cierto punto, aberraciones de alto orden, obteniendo así lo que se ha llamado supervisión (10). El sistema aberrométrico del frente de onda o "wavefront" se basa en los polinomios de Zernike. Este sistema de polinomios agrupa las aberraciones en una pirámide, cuyos escalones determinan la gravedad de la distorsión de la imagen producida por la aberración. El primer nivel incluye a un sistema ideal, libre de aberraciones. En el segundo escalón se encuentran las aberraciones de primer orden, y así de manera progresiva hasta el cuarto orden, siendo todas éstas las que analiza el aberrómetro y son consideradas para determinar un tratamiento personalizado. Existen aberraciones de orden más alto, llegando hasta el octavo orden, pero habitualmente no son tomadas en cuenta para tratamiento. Las aberraciones de primer y segundo orden se consideran aberraciones de bajo orden. Las aberraciones de tercer orden en adelante son consideradas de alto orden y no pueden ser corregidas con lentes esfero-cilíndricos ni por una ablación convencional, únicamente por medio de una ablación personalizada (11). Las aberraciones de primer orden son el *tip* y el *tilt*. Las de segundo orden son el *defocus*, el *astigmatismo oblicuo* y el *astigmatismo cardinal*. El tercer orden está integrado por la *coma vertical*, la *coma horizontal*, el *trifoil cardinal*, el *trifoil oblicuo*. En el cuarto orden se encuentra la *aberración esférica*, el *astigmatismo secundario oblicuo*, el *astigmatismo secundario cardinal*, el *tetrafoil oblicuo* y el *tetrafoil cardinal*. El quinto orden está conformado por los diferentes tipos de *coma secundario*. En el sexto orden están las diferentes variantes de *aberración esférica secundaria*. Las



aberraciones de séptimo y octavo orden no tienen un nombre específico.

### Polinomios de Zernike



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las diferentes aberraciones se han definido de la siguiente manera:

- a) *Tilt*: Representa un sistema ideal sin aberraciones y con un wavefront plano tomado de forma inclinada.
- b) *Defocus*: Incluye únicamente al defecto esférico representando la hipermetropía en color rojo y la miopía en color azul.
- c) *Astigmatismo*: Se representa en forma tridimensional como un sistema con un eje elevado de mayor aberración que

corresponde a la orientación astigmática y otro eje más plano de menor aberración.

- d) *Trifoil*: Es la representación de un sistema con tres zonas periféricas aberradas y que distorsionan la imagen entre más se acerque al borde pupilar.
- e) *Coma*: Un borde pupilar es más miope y el otro más hipermetrope.
- f) *Tetrafoil*: Es un sistema aberrado en cuatro puntos periféricos.
- g) *Aberración esférica*: Es la diferencia entre el poder refractivo del ojo determinado en el centro pupilar, respecto al poder refractivo en el margen pupilar.
- h) *Astigmatismo secundario*: Incluye a un sistema en el que se encuentran dos ejes astigmáticos. El paciente refiere visión doble monocular, por lo que es considerada la aberración más importante ya que produce mayor incapacidad visual.

El *match* es un valor determinado por el aberrómetro y expresa en porcentaje, la cantidad estimada de aberraciones que pueden ser corregidas mediante una ablación esfero-cilíndrica convencional, o por medio de lentes de este mismo tipo. Este parámetro refleja la participación de las aberraciones de bajo orden en la totalidad de las aberraciones del sistema óptico. El porcentaje restante corresponde a las aberraciones de alto orden, que solo pueden ser corregidas por medio de una ablación personalizada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **JUSTIFICACIÓN**

La anisometropía es un defecto visual determinado por una desigualdad en el poder refractivo de ambos ojos. El sistema de frente de onda nos sirve para determinar las aberraciones de todo el sistema óptico del ojo, no únicamente la esfera y el cilindro. Este estudio nos puede ayudar a conocer las aberraciones que de manera más importante determinan la diferencia de poder refractivo entre ambos ojos. Además nos permite saber si dichas aberraciones pueden ser o no corregidas mediante lentes esfero-cilíndricos o una ablación con laser del mismo tipo.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Basándonos en el hecho de que los anisométricos tienen una refracción muy diferente entre un ojo y el otro, es posible que esto no solo involucre la esfera y el cilindro, sino que también participen las demás aberraciones del sistema óptico.

## **OBJETIVO GENERAL**

Conocer las aberraciones más frecuentes en pacientes anisométricos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**Determinar si las aberraciones del ojo más anisométrico son diferentes a las aberraciones del ojo menos afectado.**

**Determinar la potencial corrección esferocilíndrica por medio del match en el ojo anisométrico y compararla con el ojo contralateral.**

## **HIPÓTESIS GENERAL**

**Las aberraciones de los ojos anisométricos son diferentes a las del ojo contralateral.**

## **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

**Las aberraciones de los ojos anisométricos son mayores que las aberraciones del ojo contralateral.**

**El match es un buen método para determinar si las aberraciones son potencialmente corregibles.**

## **DISEÑO DEL ESTUDIO**

**Es un estudio transversal, descriptivo y observacional de una serie de casos.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **METODOLOGÍA**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

**Pacientes anisométricos, ambliopes o no ambliopes, que sean sanos, sin patología ocular ni sistémica subyacente.**

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

**Pacientes con graduaciones demasiado altas, que salgan del rango registrable por el aberrómetro utilizado.**

**Pacientes que no tengan una fijación adecuada o no cooperen para la toma del estudio.**

**Aquellos pacientes con expedientes incompletos.**

### **VARIABLES INDEPENDIENTES**

**Edad, sexo, ambliopía, ojo anisométrico, diámetro pupilar.**

### **VARIABLES DEPENDIENTES**

**Agudeza visual, capacidad visual, refracción, equivalente esférico, coma y cada una de las aberraciones.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Pacientes que acudieron por primera vez al Hospital, se les realizó el diagnóstico de anisometropía y accedieron participar en el estudio.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Se incluyeron 34 ojos de 17 pacientes con diagnóstico de anisometropía. Se definió anisometropía como una diferencia de 2 o más dioptrías de esfera o cilindro entre ambos ojos. El ojo con la mayor graduación se denominó anisométrico. Se determinó la agudeza visual con la Cartilla de Marques y la capacidad visual mediante una prueba de lente de contacto. En caso de existir una diferencia entre la capacidad visual de ambos ojos, se definió como ambliope el ojo que presentara una menor capacidad visual de dos o más líneas en la Cartilla. Se realizó un estudio de aberrometría utilizando los parámetros especificados por el fabricante del Ladarwave.

## **RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Se recabaron los datos a partir del expediente clínico y se vaciaron en una hoja de Excel para su análisis. Se utilizó la Prueba de Wilcoxon una prueba no paramétrica, para determinar si existe diferencia entre las variables estudiadas en los ojos anisométricos y los ojos sanos. El punto de corte es un valor de p menor o igual a

0.05, esto equivale a que las diferencias se deben al azar en 5% o menos.

## **CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Siendo un estudio observacional, lo único en que se intervino fue en la toma del estudio de aberrometría que tan solo requiere que el paciente fije la vista al frente y mantenga los ojos abiertos durante el estudio. Se realizaron además estudios de refracción y prueba de lentes de manera habitual. Ninguno de estos estudios representa un peligro, ni mayor incomodidad para el paciente.

## **RECURSOS**

**HUMANOS:** Pacientes de la Asociación para Evitar la Ceguera en México, I.A.P.

**MATERIALES:** Hojas de papel, hoja de vaciado de datos, plumas.

**FINANCIAMIENTO:** El estudio de aberrometría se considera de investigación y no tiene ningún costo para el paciente, al igual que las pruebas de refracción y lente de contacto.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **RESULTADOS**

De los 17 pacientes estudiados, 9 (52.9%) fueron del sexo femenino y 8 (47.1%) del sexo masculino.

La edad promedio de los pacientes fue de 33.24 años, con un rango de 16 a 58 años.

El ojo anisométrico fue el derecho en el 41.2% de los casos (7 ojos), y el ojo izquierdo en el 58.8% (8 ojos).

Sólo 10 (58.8%) de los pacientes eran ambliopes. (ver tablas)

La esfera fue el parámetro que presentó un mayor rango de variación. Con un promedio de  $-2.04 \pm 5.74$  con un rango de  $-13.22$  a  $+4.25$  para el ojo anisométrico y  $-2.69 \pm 1.81$  con un rango de  $-6.05$  a  $+2.18$  para el ojo contralateral.

Empleando la prueba de Wilcoxon para rangos se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre la agudeza visual y la capacidad visual del ojo anisométrico respecto al ojo contralateral.

En cuanto a la refracción, la esfera no mostró diferencias significativas, pero sí el cilindro y el equivalente esférico entre ambos ojos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



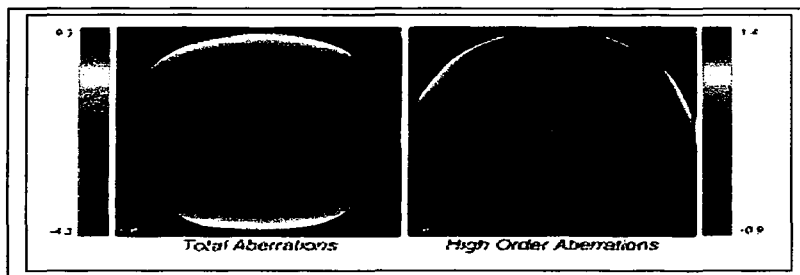
Cabe destacar que uno de los datos que mayor significancia estadística tuvo fue el match; tanto para las aberraciones de bajo orden (match), como para las de alto orden (100-match).

No se encontraron diferencias en los diámetros pupilares de ambos ojos.

La única aberración que mostró una diferencia significativa, fue el astigmatismo cardinal, que principalmente está determinado por el cilindro, siendo éste también estadísticamente significativo.

El resto de las aberraciones de bajo y alto orden estudiadas no mostraron diferencias significativas entre ambos ojos. (ver gráficas)

### MAPA DE ABERRACIONES



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## FRECUENCIAS

### EDAD

	Promedio	Desviación estandar	Rango
Edad	33.24	13.084	16 - 58

### SEXO

Sexo	Número	%
Femenino	9	52.9
Masculino	8	47.1
Total	17	100

### OJO ANISOMÉTROPE

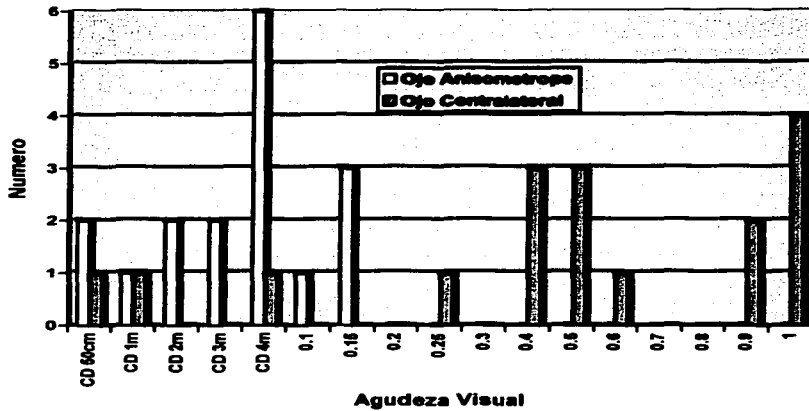
Ojo	Número	%
Derecho	7	41.2
Izquierdo	10	58.8
Total	17	100

### OJO AMBLOIPE

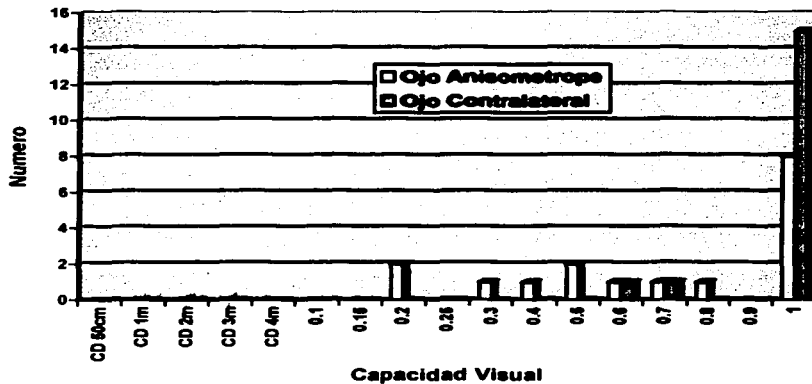
	Número	%
Si	10	58.8
No	7	41.2
Total	17	100

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

### Agudeza Visual



### Capacidad Visual

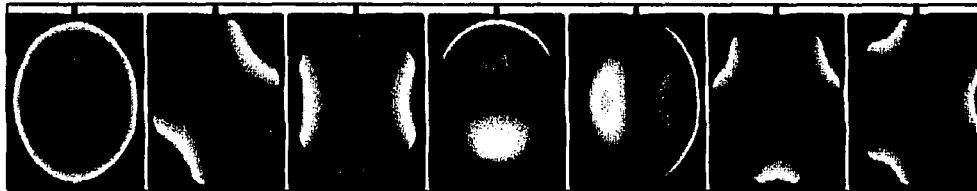


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

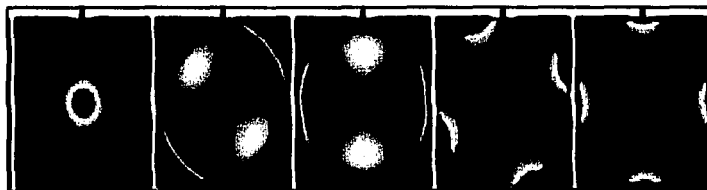
## SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA

	AGUDEZA VISUAL	CAPACIDAD VISUAL	ESFERA	CILINDRO	EJE	EQUIVALENTE ESFERICO	MATCH	100-MATCH	DIAMETRO
p	0.001	0.019	0.227	0.002	0.887	0.049	0.001	0.001	0.484

	DEFOCUS	ASTIGMATISMO OBLICUO	ASTIGMATISMO CARDINAL	COMA VERTICAL	COMA HORIZONTAL	TRIFOIL CARDINAL	TRIFOIL OBLICUO
p	0.001	0.019	0.227	0.002	0.887	0.049	0.001



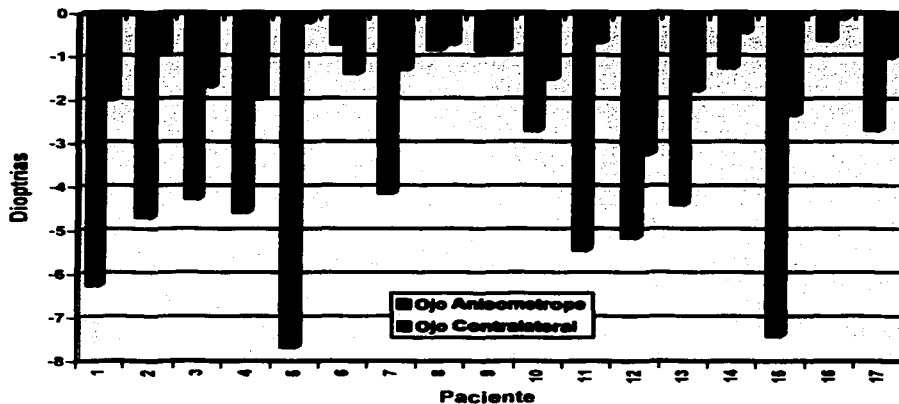
	ABERRACIÓN ESFÉRICA	ASTIGMATISMO SECUNDARIO OBLICUO	ASTIGMATISMO SECUNDARIO CARDINAL	TETRAFOIL OBLICUO	TETRAFOIL CARDINAL
p	0.001	0.019	0.227	0.002	0.887



TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

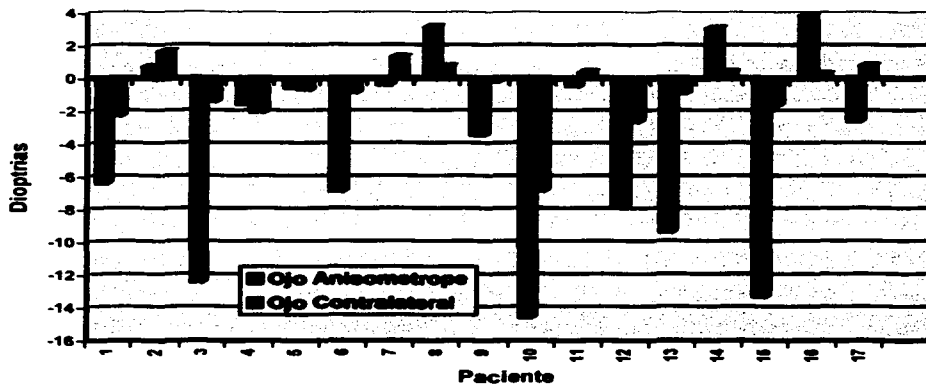
Wilcoxon Signed Ranks Test.

### Cilindro



P=0.002

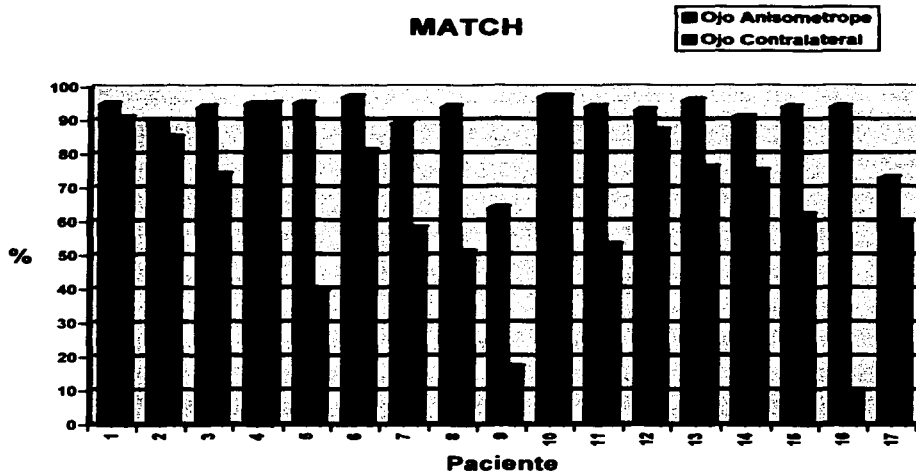
### Equivalente Esferico



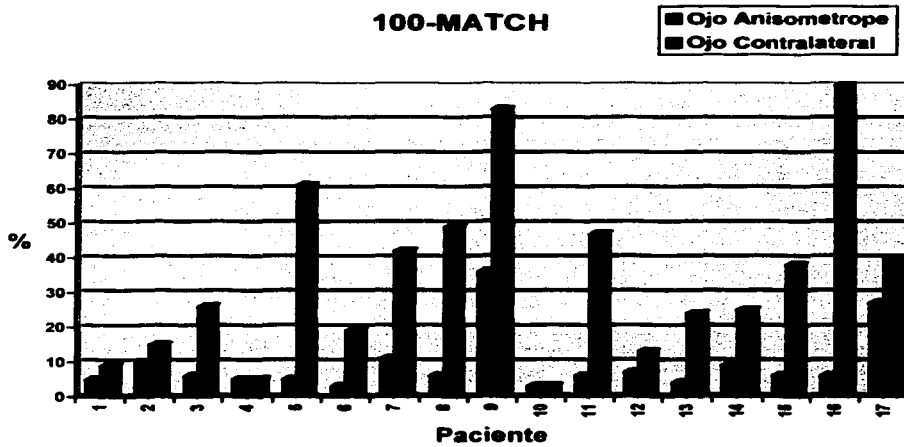
P=0.049

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

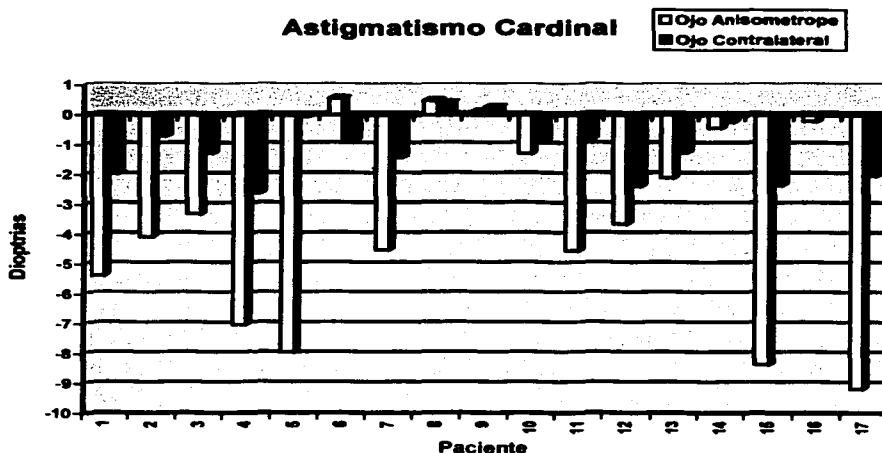
### MATCH



### 100-MATCH



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## DISCUSIÓN

La diferencia en la agudeza visual y la capacidad visual del ojo anisométrico era de esperarse, ya que más de la mitad de los pacientes estudiados son ambliopes. Tomando en cuenta la definición de ambliopía, esperábamos que al menos en el subgrupo de ambliopes se hiciera evidente esta diferencia.

Por los resultados obtenidos inferimos que el cilindro es el componente refractivo más importante en los ojos anisométricos, aún con esferas altas.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

El tener un match alto es importante para determinar si el defecto refractivo puede ser corregido mediante un lente esfero-cilíndrico o una ablación con LASIK convencional. El hecho que el match del ojo anisométrico sea más alto que el del ojo contralateral implica que las aberraciones del ojo anisométrico son potencialmente corregibles en mayor proporción que las del ojo "sano", aunque éste también tenga un defecto refractivo.

El match referente a las aberraciones de alto orden (100 - match) fue mayor para el ojo sano, lo que implica que presenta más aberraciones de alto orden que el ojo anisométrico, aunque la diferencia entre ambos ojos para estas aberraciones en conjunto, no fue significativa.

La única aberración que por sí sola tuvo significancia, fue el astigmatismo cardinal, una aberración de bajo orden. Ésta puede correlacionarse con el poder del cilindro, que también mostró diferencias.

## **CONCLUSIONES**

Determinando el porcentaje de match podemos saber si un paciente puede mejorar su capacidad visual mediante una ablación convencional o tan solo con una ablación personalizada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Las aberraciones de los ojos anisométricos son potencialmente corregibles con lentes esfero-cilíndricos o ablaciones convencionales de LASIK; ya que principalmente son de bajo orden. Dentro de éstas últimas, el astigmatismo cardinal es el más significativo.

## REFERENCIAS

1. Friendly DS, Amblyopia: definition, classification, diagnosis, and management considerations for pediatricians, family physicians, and general practitioners. *Pediatr Clin North Am.* 1987 Dec; 34(6): 1389-401.
2. Sjostrand J, Abrahamsson M, Prevention of amblyopia and the concept of cure. *Eur J Ophthalmol.* 1997 Apr-Jun; 7(2): 121-9.
3. Grigg J, Thomas R, Billson F, Neuronal basis of amblyopia: a review. *Indian J Ophthalmol.* 1996 Jun;44(2): 69-76.
4. Barrett BT, Pacey IE, Bradley A, et al, Nonveridical visual perception in human amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003 Apr; 44(4): 1555-67.
5. McKee SP, Levi DM, Movshon JA, The pattern of visual deficits in amblyopia. *J Vis.* 2003; 3(5): 380-405.
6. Mittelman D, Amblyopia. *Pediatr Clin North Am.* 2003 Feb; 50(1): 189-96.
7. Campos E, Amblyopia. *Surv Ophthalmol* 1995; 40: 23-39.
8. Weakley D, The Association between Nonstrabismic Anisometropia, Amblyopia, and Subnormal Binocularity. *Ophthalmology* 2001;108:163-171

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

9. Guzowski M, Fraser-Bell S, et al, Asymmetric Refraction in an Older Population: The Blue Mountains Eye Study. Am J Ophthalmol 2003;136:551-553.
10. Saunders K, Early Refractive Development in Humans. Surv Ophthalmol 1995; 40: 207-216.
11. Tomac S, Birdal E, Effects of Anisometropia on Binocularity. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 2001; 38: 27-33.
12. Mrochen M and Seiler T. Fundamentals of wavefront-guided refractive corneal surgery. Ophthalmologe 2001 Aug; 98(8): 703-14.
13. Marcos S. Aberrations and visual performance following Standard laser vision correction. J Cataract Refract Surg 2001 Sep-Oct; 17(5):S 596-601.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN