

1-1-2009

Valoración de la acomodación en pacientes miopes pre y post cirugía refractiva láser técnica LASIK

Viviana Paola Becerra García

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ciencias_vision

Citación recomendada

Becerra García, V. P. (2009). Valoración de la acomodación en pacientes miopes pre y post cirugía refractiva láser técnica LASIK. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ciencias_vision/30

This Tesis de maestría is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias de la Salud at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Maestría en Ciencias de la Visión by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**VALORACIÓN DE LA ACOMODACIÓN EN PACIENTES MIOPE PRE Y POST
CIRUGÍA REFRACTIVA LÁSER TÉCNICA LASIK**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL
VIVIANA PAOLA BECERRA GARCÍA
OPTÓMETRA**

**ASESORA METODOLÓGICA
MARÍA MARGARITA SEGURA
OFTALMÓLOGA**

**ASESOR TEMÁTICO
MARCELA CAMACHO MONTOYA
OPTÓMETRA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE OPTOMETRÍA
UNIVERSIDAD DE LA SALLE
BOGOTÁ D.C., DICIEMBRE DE 2009**

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FECHA: _____

DEDICATORIA

A todos los seres que amo Dios, mi familia, mis amigos; que son la parte más esencial de mi vida porque día a día me motivan y me apoyan incondicionalmente para lograr cada una de mis metas.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA
1. RESUMEN DEL PROYECTO	01
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	02
2.1 Problema y Justificación	02
3. OBJETIVOS	05
3.1 Objetivo General	05
3.2 Objetivos Específicos	05
4. INTRODUCCIÓN	06
5. MARCO TEORICO	12
5.1 Acomodación	12
5.2 Mecanismos de Acomodación	13
5.3 Componentes de la Acomodación	17
5.3.1 Acomodación Tónica	17
5.3.2 Acomodación de Convergencia	18
5.3.3 Acomodación Próximal	18
5.3.4 Acomodación Refleja	18
5.4 Estímulos para la Acomodación	19

5.5 Métodos para valorar la Acomodación	19
5.5.1 Amplitud de Acomodación	20
5.5.1.1 Método de Donders (Push Up) ó Acercamiento	22
5.5.1.2 Método de Sheard ó Lente Negativo	23
5.5.1.3 Valores esperados	23
5.5.1.3.1 Donders	23
5.5.1.3.2 Duane	24
5.5.1.3.3 Hosftetter	24
5.5.2 Flexibilidad Acomodativa	25
5.5.2.1 Valores esperados	26
5.5.3 Acomodación Relativa	28
5.5.3.1 Acomodación Relativa Negativa	28
5.5.3.2 Acomodación Relativa Positiva	29
5.5.3.3 Valores esperados	30
5.5.4 Retinoscopia MEM	31
5.5.4.1 Valores esperados	31
5.6 Anomalías de la Acomodación	31
5.6.1 Hipofunción Acomodativa	33
5.6.1.1 Insuficiencia de Acomodación	33
5.6.1.1.1 Acomodación Mal Sostenida	34
5.6.1.1.2 Parálisis de la Acomodación	35
5.6.1.1.3 Acomodación Desigual	35
5.6.2 Hiperfunción Acomodativa	35
5.6.2.1 Exceso de Acomodación	36
5.6.2.2 Espasmo de Acomodación	36
5.6.3 Inflexibilidad Acomodativa	37
5.7 Influencia de la acomodación en el desarrollo de defectos refractivos	38
5.7.1 El ojo emétrope y la Acomodación	38
5.7.2 Miopía y Acomodación	38

5.7.2.1 Grados de Miopía	40
5.7.2.2 Miopías Acomodativas	41
5.7.2.3 Espasmo Acomodativo	41
5.7.2.4 Pseudomiopía	41
5.8 Cirugía Refractiva Láser	42
5.8.1 Láser Excímer y Técnica LASIK	42
6. MATERIALES Y MÉTODOS	44
6.1 Tipo de investigación	44
6.2 Tamaño de la muestra	44
6.3 Población	45
6.4 Muestra Poblacional	45
6.4.1 Criterios de inclusión	45
6.4.2 Criterios de exclusión	45
6.5 Fuentes de recolección de Información	46
6.5.1 Retinoscopia de MEM	46
6.5.2 Amplitud de Acomodación	46
6.5.2.1 Método de acercamiento ó Donders	46
6.5.2.2 Lente Negativo ó Sheard	46
6.5.3 Flexibilidad de Acomodación	47
6.5.4 Acomodación Relativa	47
6.5.4.1 Acomodación Relativa Negativa	47
6.5.4.2 Acomodación Relativa Positiva	47
6.5.5 Rangos de valores	47
6.5.5.1 Retinoscopia MEM	47

6.5.5.2 Amplitud de Acomodación	47
6.5.5.3 Flexibilidad de Acomodación	48
6.5.5.4 Acomodación Relativa Negativa	48
6.5.5.5 Acomodación Relativa Positiva	48
6.6 Formato de Historia Clínica de Ortóptica	48
7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INFORMACIÓN	49
7.1 Marco legal	49
7.1.1 Consetimiento Informado	49
7.2 Ficha Técnica	49
7.3. Etapas del Trabajo	49
7.4 Variables del Estudio	50
7.5. Análisis Estadístico	50
7.5.1 Estadísticos descriptivos	50
7.5.2 Prueba de Kolmogorov – Smirnov	52
7.5.3 Prueba t-student	53
7.5.4 Prueba de Wilcoxon	53
7.5.5 Prueba de McNemar	54
7.6 Control de Sesgos	55
7.7 Plan de Análisis	55
8. RESULTADOS	57
9. DISCUSIÓN	66

10. CONCLUSIONES	70
11. RECOMENDACIONES	74
12. BIBLIOGRAFÍA	76
13. ANEXOS	84

LISTA DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla No.1 Valores de amplitud de acomodación con relación a la edad, según Donders.	23
Tabla No.2 Valores monoculares de la flexibilidad de acomodación	26
Tabla No.3 Rango monocular de la habilidad acomodativa	27
Tabla No.4 Valor promedio normal de ARN Y ARP	30
Tabla No.5 Variables del Estudio	50
Tabla No.6 Prueba de McNemar	54
Tabla No.7 Valores normales-anormales de las medidas acomodativas	55
Tabla No.8 Estados de la acomodación Pre-Poscx	60
Tabla No.9 Diagnósticos de la valoración de la acomodación Pre-Poscx	70
Tabla No.10 Prevalencia de alteraciones acomodativas de acuerdo al grupo refractivo.	71
Tabla No. 11 Condiciones acomodativas Pre-Poscx	72

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura No.1 Esquemas representativos del modelo clásico de acomodación y del modelo de Scharchar.	14
Figura No.2 Esquema representativo de la inervación simpática y parasimpática del esfínter del iris.	17
Figura No.3 Acomodación del ojo miope	40

LISTA DE GRÁFICAS

	PÁGINA
Gráfica No.1 Valores de amplitud de acomodación con relación a la edad, según Duane.	24
Gráfica No.2 Diagnóstico Acomodativo Pre – Pos Cx.	57
Gráfica No.3 Relación de alteraciones acomodativas post cx de acuerdo al grupo refractivo (Miopía e Hipermetropía)	58
Gráfica No.4 MEM Pre – Pos Cx para O.D – O.I.	61
Gráfica No.5 Amplitud de Acercamiento Técnica de Acercamiento Pre – Pos Cx para O.D.	61
Gráfica No.6 Amplitud de Acercamiento Técnica de Acercamiento Pre – Pos Cx O.I.	62
Gráfica No.7 Amplitud de Acercamiento Técnica de Lente Negativo Pre – Pos Cx para O.D.	62
Gráfica No.8 Amplitud de Acercamiento Técnica de Lente Negativo Pre – Pos Cx para O.I.	63
Gráfica No.9 Flexibilidad de Acomodación Pre – Pos Cx para O.D-O.I	63
Gráfica No.10 A.R.N Pre – Pos Cx para O.D – O.I.	64
Gráfica No.11 A.R.P Pre – Pos Cx para O.D – O.I.	64

LISTA DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo No.1 Historia Clínica de Ortóptica	84
Anexo No.2 Estadísticos descriptivos	85
Anexo No.3 Prueba de Kolmogorov-Smirnov	87
Anexo No.4 Prueba t-student	89
Anexo No.5 Prueba de Wilcoxon	90

VALORACIÓN DE LA ACOMODACIÓN EN PACIENTES MIOPES PRE Y POST CIRUGÍA REFRACTIVA LASIK

1. RESUMEN DEL PROYECTO

Se realizó una valoración completa de los componentes de la acomodación, con el objetivo de conocer el real estado acomodativo de cada paciente antes y después de someterse a cirugía refractiva con técnica Lasik. **Métodos:** Estudio descriptivo prospectivo de 30 pacientes consecutivos operados de cirugía refractiva láser técnica LASIK de miopía, que asistieron al Centro Oftalmológico Ojos Láser Center. Se incluyó dentro de la historia clínica test optométricos como son: retinoscopía estática, retinoscopía dinámica, retinoscopía MEM, evaluación de la amplitud acomodativa con los métodos de acercamiento monocular y lente negativo monocular, flexibilidad de acomodación monocular, acomodación relativa positiva, acomodación relativa negativa. Lo que permitió analizar la condición acomodativa prequirúrgica y el análisis prospectivo del estado acomodativo tras la cirugía refractiva. **Resultados:** De 30 pacientes valorados PreCx y PostCx, a los que se les realizó cirugía refractiva con técnica LASIK, presentaron PreCx: Acomodación estable 80% (24 ptes), insuficiencia de acomodación 16,7% (5 ptes), exceso de acomodación 3,3% (1 pte). Los resultados PostCx: Acomodación estable 73,3% (22 ptes), insuficiencia de acomodación 20% (6 ptes), exceso de acomodación 3,3% (1 pte), acomodación mal sostenida 3,3% (1 pte). El porcentaje de pacientes con alteraciones acomodativas (insuficiencia de acomodación, exceso de acomodación, acomodación mal sostenida) PreCx es del 20% (6 ptes) y PostCx del 26,7% (8 ptes).

Palabras claves: LASIK, Miopía, Acomodación.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Problema y Justificación

Existe un gran porcentaje de la población con defectos refractivos y que requieren el uso permanente de su corrección óptica ya sea en gafas o lentes de contacto, de las que no quisieran depender, pero indispensables para realizar sus actividades diarias. Debido a estas circunstancias se hace necesario recurrir a procedimientos quirúrgicos, dentro de los cuales se cuenta con técnicas modernas que favorecen la recuperación de la visión de una manera rápida y con menos dolor.

La corrección de la visión con láser se realiza desde hace varios años, el LASIK es actualmente la técnica de corrección de la visión con láser más popular, ocupa aproximadamente 90% de todos los procedimientos refractivos en EE.UU. y 70% en Europa (Madeira L. et al., 2004). Fue introducido por primera vez, a mediados de la década de los años noventa del siglo anterior y desde su aparición, ha tenido avances significativos para lograr mejor previsibilidad de los resultados. Sin embargo, estos dependen de diferentes factores como el examen anatómico y funcional del sistema visual, agudeza visual y refracción; la selección del paciente y contraindicaciones (Elies D, 2001). Donde la acomodación no se ha tenido en cuenta.

La clave de un óptimo resultado quirúrgico en defectos refractivos como miopías e hipermetropías, es evaluar y tratar ortópticamente los pacientes antes y después de la cirugía refractiva Lasik, evitando resultados indeseados en cuanto a correcciones inadecuadas, parciales o sobreestimadas, favoreciendo la visión y comodidad del paciente sometido a dicho procedimiento quirúrgico.(Camacho 2008)

El pasar por alto las alteraciones acomodativas antes de la cirugía podría conducir a hipercorrecciones posquirúrgicas lo cual restaría éxito al procedimiento y satisfacción

al paciente. Alteraciones como la inercia o la inflexibilidad de acomodación, los estados hiperacomodativos o hipoacomodativos pueden hacer sobreestimar defectos refractivos o inducir falsos estados de refracción por modificaciones del lag acomodativo, generando oscilaciones entre 0,75 y 1,50 dioptrías en el resultado post quirúrgico (Salz 1992).

La existencia de sintomatología por parte de los pacientes, después de haber sido sometidos a una cirugía refractiva corneal láser, en algunos casos no presentes antes de la cirugía, y que no esta asociada al procedimiento quirúrgico, hace necesario determinar la prevalencia de problemas acomodativos o motores antes ó después de la cirugía refractiva para determinar si se presentan como resultado de este tipo de procedimientos o alguna alteración acomodativa no manifiesta (Camacho 2008). Si el sistema acomodativo no se encuentra en condiciones óptimas el paciente puede presentar síntomas, las alteraciones acomodativas se manifiestan con relativa frecuencia en la población (Liu L. et al., 2008). Aún teniendo amplitud de acomodación normal, se pueden presentar síntomas astenópicos y por ello es necesario realizar un estudio completo de la acomodación en cuanto a flexibilidad, amplitud y respuesta acomodativa (Sheiman y Wick 2006). El estado acomodativo mantiene una relación ligada a la comodidad visual, por lo que cualquier disfunción en la acomodación obstaculiza las actividades en visión próxima de las personas, lo que las obligan a no seguir realizándolas. (Jiménez 2005).

La estrecha relación existente entre la acomodación y la convergencia, (Guerrero 2006) hace de gran importancia la valoración de reservas fusionales antes y después de cirugía refractiva, debido a que su alteración puede generar condiciones de anomalías vergenciales que se descompensan en el postoperatorio, generando infort e inestabilidad del paciente a esta nueva condición visual obtenida.

Actualmente se conocen muy pocos resultados de estudios que incluyan el componente acomodativo; dentro de estas publicaciones se encuentra: Wu XY, Liu SZ (2003) Espasmo acomodativo después de laser in situ keratomileusis LASIK;

Prakash et al., (2007) Cambios en la convergencia acomodativa después de laser in situ keratomileusis en pacientes miopes ortofóricos: Estudio prospectivo; Liu L. et al., (2008) Efecto del laser in situ keratomileusis sobre la acomodación; donde se tuvo en cuenta el defecto refractivo, el estrabismo y la amplitud de acomodación, sin tener en cuenta una valoración completa prequirúrgica y posquirúrgica de todos los componentes de la acomodación.

Por tal razón se generó la necesidad de realizar un estudio donde el objetivo fuera valorar la acomodación antes y después de la cirugía refractiva, determinando por completo el estado acomodativo en pacientes con miopía e hipermetropía tras la cirugía refractiva con la técnica LASIK; con el fin de optimizar los resultados de la cirugía refractiva y de generar evidencias para producir impacto a nivel clínico, donde se incluya en el protocolo de atención para los pacientes que aspiran a la cirugía refractiva y en el posoperatorio; y que por medio del profesional (optómetra) se realice la valoración de la acomodación a través de la medida de la amplitud de acomodación, flexibilidad de acomodación y acomodación relativa.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Valorar la acomodación en pacientes miopes pre y post cirugía refractiva láser técnica lasik.

3.2 Objetivos Específicos

- ✚ Determinar por medio de la valoración prequirúrgica el porcentaje de pacientes que puedan presentar alteraciones acomodativas (Insuficiencia – exceso de acomodación, fatiga de acomodación, espasmos acomodativos) previo a la cirugía refractiva láser

- ✚ Identificar las posibles alteraciones acomodativas (Insuficiencia – exceso de acomodación, fatiga de acomodación, espasmos acomodativos), posteriores a la cirugía refractiva Láser.

- ✚ Identificar la prevalencia de alteraciones acomodativas de acuerdo al grupo refractivo posquirúrgico: hipermetropía o miopía.

- ✚ Comparar la respuesta acomodativa de los pacientes posteriores a la cirugía y en el respectivo control al 1 mes.

4. INTRODUCCIÓN

La importancia de realizar un examen completo antes de la cirugía refractiva influye en los resultados que se obtendrán después del procedimiento quirúrgico. Por tal motivo para la realización de este estudio se genero la necesidad de incluir en el prequirúrgico y en el posquirúrgico la valoración de los componentes de la acomodación; de igual manera para la aplicación de cada uno de los tests acomodativos (Amplitud de acomodación, flexibilidad de acomodación y retinoscopia MEM) se tuvo en cuenta que estos fueran realizados en condiciones monoculares.

Por medio del examen optométrico completo en que fue incluida la valoración ortóptica previa y posterior a la cirugía, se pudo conocer las condiciones acomodativas con las que el paciente se presentaba antes de cirugía y los posteriores cambios acomodativos presentes en los pacientes miopes que fueron sometidos a la cirugía refractiva láser técnica lasik. De esta manera se logro determinar por medio de la evaluación realizada, el porcentaje de pacientes con alteraciones acomodativas (Insuficiencia acomodativa, exceso de acomodación, inflexibilidad acomodativa). Para lograr esto se tuvo en cuenta:

Amplitud de Acomodación Monocular: Indica la cantidad total de acomodación disponible, el método estándar exige una medida de la amplitud acomodativa para cada ojo. En estas condiciones se tienen pocos indicadores de la eficacia con la que el paciente puede utilizar la amplitud acomodativa o si la puede mantener durante un período de tiempo razonable. (Win-Hall et al 2007)

Una amplitud acomodativa adecuada no elimina la posibilidad de una anomalía acomodativa. Un problema de flexibilidad, problema de mantenimiento o una incapacidad de relajar la acomodación podrían coexistir con una amplitud acomodativa normal. Por tanto es importante realizar tests adicionales. (Scheiman M., Wick B. 2002)

Flexibilidad Acomodativa Monocular con Lentes Positivos y Negativos: Este método requiere que el paciente realice cambios rápidos y amplios en la respuesta acomodativa. El estímulo de la acomodación cambia desde +2.00 D hasta -2.00 D con cada fijación. (Scheiman M., Wick B. 2002)

En un paciente que presenta síntomas en visión próxima este test se debería realizar por un minuto. El número de ciclos que realiza en un minuto puede luego ser comparado con una tabla de resultados esperados. Esto permite evaluar la habilidad individual para realizar cambios acomodativos rápidos y amplios y mantenerlos durante un largo período de tiempo. (Hamasaki et al 1956)

Retinoscopia MEM: Este método sirve para la valoración objetiva de la respuesta acomodativa del paciente. Otros métodos optométricos utilizados para valorar la acomodación y la binocularidad fallan en el control de la respuesta acomodativa. La información obtenida puede ser utilizada para confirmar la presencia de una anomalía acomodativa y/o binocular. Un resultado más positivo de lo esperado tiende a reforzar un diagnóstico de insuficiencia acomodativa. Otros resultados relevantes incluirán: ARP bajo, y dificultad con lentes negativos en la flexibilidad acomodativa. (Scheiman M., Wick B. 2002)

Como referencia al estado acomodativo antes de la cirugía, se encuentran investigaciones, como las realizadas por Tassinari (2002) En un grupo de 211 personas evaluó la respuesta acomodativa y estado refractivo; en el que se evidenció la diferencia entre la respuesta acomodativa y el estímulo acomodativo, el test que se utilizó para esta muestra fue MEM. Las 211 personas fueron distribuidos en 3 grupos: 93 emétopes, (82%) lag normal; 86 miopes, (71%) lag normal; y 32 hipermétropes, (81%) lag normal. De igual manera Casillas (2002) comparo los diferentes aspectos de la acomodación y el estado refractivo. Algunas de las conclusiones son:

- Amplitud acomodativa: Los resultados han sido ambiguos, casi la mitad de los estudios indicaron una ausencia de diferencias entre grupos refractivos, mientras

que la otra mitad observó una amplitud acomodativa mayor para miopes y para emétopes.

- ✚ Acomodación de vergencia: Se observó que la acomodación convergente era similar en emétopes y miopes.
- ✚ Relación AC/A La mayoría de los estudios mostraron una mayor relación para miopes que para hipermetropes y emétopes.
- ✚ Acomodación inducida proximalmente. Los emétopes mostraron una mayor acomodación proximal que los miopes.
- ✚ Acomodación tónica: Aunque los resultados son confusos la mayoría de ellos indican que los miopes muestran una menor acomodación que los otros grupos refractivos.

Con la aplicación de los tests para la valoración de la acomodación, se puede identificar la condición acomodativa real de los pacientes y nos permite diagnosticar las anomalías de la acomodación; así como fue reportado por Hokoda (1985) cuando estudió una muestra de 119 pacientes sintomáticos y encontró que la disfunción acomodativa era la condición mas frecuente. 25 de los 119 tenían una disfunción binocular o acomodativa y el 80% de los 25 tenían problemas acomodativos. Cacho et al. (1998) con una muestra de 205 pacientes reportando alguna sintomatología, estudió las disfunciones acomodativas y binoculares no estrabicas, obteniendo como resultado 44 sujetos (21.46%) de los 205 con disfunciones acomodativas y binoculares; de esos 44 sujetos, 25 (56,82%) presentaron alteraciones binoculares y 19 (43,18%) alteraciones acomodativas.

Dentro de las alteraciones acomodativas que se pueden presentar, esta la insuficiencia de acomodación, el exceso de acomodación y la inflexibilidad de acomodación, manifestándose de la siguiente manera:

Insuficiencia Acomodativa: Condición en la que el paciente tiene dificultad para estimular la acomodación. El resultado característico es una amplitud acomodativa

inferior al límite más bajo del valor esperado para la edad del paciente. (Cacho P., et al. 2002)

La acomodación mal sostenida o la fatiga acomodativa ha sido clasificada por la mayoría de los autores como una subclasificación de la insuficiencia acomodativa. Duane y Duke-Elder (1971) describieron la acomodación mal sostenida como un estadio inicial de la insuficiencia de acomodación.

Exceso Acomodativo: Condición en la que el paciente tiene dificultad con todas aquellas tareas que requieren la relajación de la acomodación. El paciente tendrá dificultades en la flexibilidad acomodativa monocular y binocular con lentes positivas y con el ARN. La retinoscopia MEM mostrará menos positivo de lo normal. Al igual que en todas las disfunciones acomodativas, es frecuente encontrar asociada disfunciones de la visión binocular. (Borras G. M. Rosa. 1994).

En el exceso acomodativo puede existir tanto endoforia como exoforia. Si el problema acomodativo es primario, el paciente sobreacomodará en función del estímulo, lo que produce una excesiva convergencia acomodativa y una endoforia de cerca. Otra posibilidad es que la disfunción primaria sea una insuficiencia de convergencia y el exceso acomodativo secundario. (Cacho P., et al. 2002)

Inflexibilidad Acomodativa: La inflexibilidad acomodativa es una condición en la que el paciente experimenta dificultad al cambiar el nivel de la respuesta acomodativa. Una característica importante de la inflexibilidad acomodativa es que es una condición en la que la latencia y la velocidad de la respuesta de la acomodación son anormales. Por lo tanto es una disfunción donde la amplitud es normal, pero la capacidad del paciente para hacer uso de esta amplitud de manera rápida y por largos períodos de tiempo es inadecuada. Esta distinción entre la amplitud y la flexibilidad de respuesta es similar a la que se presenta en las anomalías de la visión binocular. (Daum K.M. 1983)

El presente estudio se fundamentó en la valoración de la acomodación prequirúrgica y posquirúrgica de los pacientes miopes e hipermétropes a los cuales se les realizó la cirugía refractiva con técnica LASIK, donde la comparación de la acomodación antes y al mes de la cirugía no presentó diferencias estadísticamente significativas.

Con relación a este aspecto son muy limitadas las publicaciones encontradas que hacen referencia a la valoración precirugía y poscirugía y que incluyen la acomodación, como los estudios realizados por Camacho (2008) y Liu L. et al., (2008).

Camacho y Jurado (2008) Realizaron un estudio en el que evaluaron y trataron 49 pacientes ortópticamente antes y después de cirugía refractiva. De los 49 pacientes el 57% presentaron síntomas, y el 43% eran asintomáticos. Las autoras del estudio afirman que los defectos refractivos prequirúrgicos presentaron una relación directa con los síntomas y desajustes funcionales. Del 100% de los pacientes sintomáticos, el 42.85% tenían astigmatismo mixto prequirúrgico, el 32.14% astigmatismo miópico, el 17.85% astigmatismo hipermetrópico y solo el 7.14% eran miopes. En cuanto al estado oculomotor: de los 49 pacientes evaluados 6 (12,24%) se encontraron con un estado oculomotor normal, 72% de la población total presentaban problemas acomodativos. De los pacientes con problemas de acomodación, el 29% presentaron inercia de acomodación, 32% excesos acomodativos, el 4% con insuficiencias acomodativas y el 6% con anisoacomodaciones.

Liu L. et al., 2008 Observaron la función acomodativa antes y después del láser in situ keratomileusis LASIK, e investigaron el efecto de LASIK sobre la acomodación. En un ensayo clínico de 48 pacientes miopes (96 ojos) expuestos a LASIK bilateral, se evaluó la respuesta acomodativa y la amplitud de acomodación, tomadas antes de la cirugía, a la semana y 30 días después de la operación. El rango acomodativo posoperatorio comparado con el preoperatorio no tenía ninguna diferencia significativa a la semana ni 30 días después de la operación, tanto en ojos

dominantes como en ojos no dominantes ($P>0.05$), se presentó diferencia significativa en la amplitud de acomodación ($P<0.01$). No se encontró ningún cambio de predominio ocular. No había ninguna diferencia significativa en la función acomodativa entre ojos dominantes y ojos no dominantes. Se sugiere que LASIK no produce ningún efecto significativo sobre la acomodación.

5. MARCO TEÓRICO

El proceso acomodativo involucra una serie de cambios como la miosis pupilar, el abombamiento del cristalino, la activación de las zonulas y la convergencia de los rayos en la fovea (Hofstetter et al 2000); cambios que se producen al trabajar en visión próxima o al fijar en diferentes distancias; presentes en las actividades diarias laborales, académicas o personales; con el uso constante de computadores, alternando la fijación entre un texto ubicado en visión próxima y otro en visión lejana. Estos cambios de enfoque se presentan de forma habitual y actualmente con una mayor exigencia al intentar mantener una imagen clara durante un período prolongado de tiempo.

5.1 Acomodación

La acomodación es el proceso por el cual se produce un aumento de la potencia refractiva del ojo, dada por una modificación de la forma del cristalino mediante la contracción del músculo ciliar, este cambio refractivo le permite al ojo enfocar sobre la retina nítidamente objetos cercanos o a diferentes distancias, sin acomodación los rayos procedentes de puntos situados a distancias finitas se reunirían detrás de la retina proyectando sobre ésta una imagen borrosa en lugar de obtener una clara y precisa. (Adler 1987)

Su medida se representa en dioptrías, al igual que el error refractivo. El aumento y la disminución de la potencia óptica del ojo, se consiguen mediante el incremento o decremento en las curvaturas de las superficies anterior y posterior del cristalino y mediante el aumento o la disminución en el grosor del cristalino. (Colomé J. 2003)

El aparato de acomodación del ojo está constituido por el cuerpo ciliar, músculo ciliar, la coroides, las fibras zonulares anteriores (estas abarcan todo el espacio alrededor

del cristalino que se extiende entre los procesos ciliares y el ecuador del mismo) y las ecuatoriales, que constituyen los elementos suspensorios del cristalino (se extienden entre las puntas de los procesos filiares y la pars plana del cuerpo ciliar posterior en la proximidad de la ora serrata. (Adler 1987)

El mecanismo de la acomodación se da por la contracción del músculo ciliar, la liberación de la tensión al reposo de las zónulas del ecuador del cristalino, y el redondeamiento del mismo, provocado este último por la fuerza que ejerce la cápsula sobre el cristalino.

El acto de la acomodación da lugar a tres respuestas fisiológicas: la pupila se contrae, los ojos muestran una convergencia y una respuesta acomodativa. El conjunto de estas tres respuestas se denomina: triada de la acomodación ó reflejo de cercanía. (Adler 1987)

Muchos son los síntomas y signos que se presentan cuando la acomodación de un individuo es inadecuada, o por el contrario es excesiva, o simplemente porque no se logra mantener en consideraciones favorables por mucho tiempo.

Para que se haga presente el mecanismo de la acomodación es necesario que se estimule dicha acomodación para lo cual existen varios procedimientos.

5.2 Mecanismo Acomodativo

Cuando la borrosidad es detectada, la información se envía a través del nervio óptico al área 19 y después al núcleo de Edinger - Westphal ubicado en el mesencéfalo y que contiene las neuronas motoras parasimpáticas de primer orden que inervan posteriormente mediante sinapsis al músculo ciliar. De ahí, la información pasa por el III par al cuerpo ciliar, donde se produce la respuesta. El músculo ciliar se contrae, la contracción del esfínter provoca una reducción del diámetro del músculo ciliar, y la consecuente reducción en la tensión de las 70 fibras de la zónula que sostienen el

cristalino. Este efecto conlleva un aumento de curvatura del cristalino y del poder dióptrico del mismo, permitiendo enfocar nítidamente objetos cercanos. (Colomé J., 2003).

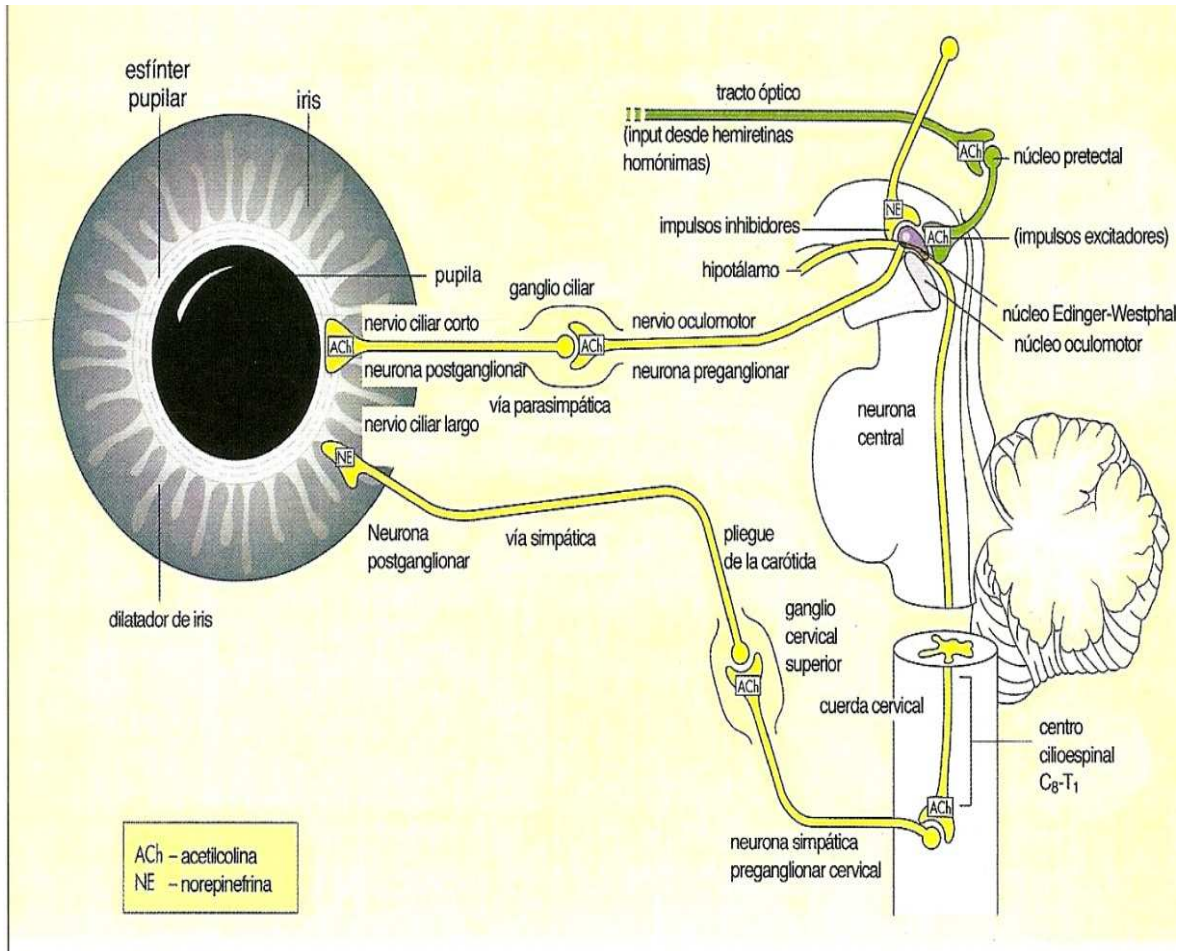


Figura No.1 Esquemas representativos del modelo clásico de acomodación y del modelo de Scharchar. Destaca la diferencia existente entre la distancia del cristalino y la esclera para cada uno de los esquemas. Colomé J., 2003

Según la teoría de Helmholtz, respaldada en su esencia por la mayoría de la comunidad científica, durante la visión lejana el músculo ciliar se encuentra relajado. En esta situación pasiva, las zónulas ejercen una tensión sobre el cristalino, manteniéndolo extendido (Hecht, Et al 2000). Por el contrario, cuando es necesario enfocar un objeto cercano, el músculo ciliar se contrae, lo que provoca que las

zónulas se liberen. Entonces, gracias a la elasticidad del cristalino, su diámetro ecuatorial disminuye, mientras que el espesor entre las caras anterior y posterior aumenta. La lente adopta, pues, una forma más esférica. De acuerdo con Helmholtz, durante la acomodación es sobre todo la cara anterior la que adquiere una curvatura más convexa. Simultáneamente, esta cara se desplaza hacia adelante, al igual que el margen del iris que delimita a la pupila. Además, en la visión cercana también se produce una constricción de la pupila (así como un aumento en el ángulo de convergencia de los ojos).

La teoría del científico germano ha sido refinada desde su primera formulación por varios autores. Por ejemplo, Gullstrand, que recibió el Nobel de Medicina en 1911 por sus estudios en óptica fisiológica, introdujo la idea de que la forma del cristalino sin acomodación estaba determinada por el equilibrio entre dos fuerzas elásticas que actuaban en sentidos opuestos: Helmholtz, Hermann von (1925) por un lado, la fuerza ejercida la coroides, que influiría en el cristalino a través de las zónulas; por el otro, la fuerza recuperadora del propio cristalino. El papel del músculo ciliar sería el de alterar dicho equilibrio, situación a la que se volvería cuando se completase el proceso de acomodación.

En el año 1925, Fincham introdujo otra modificación relevante a la teoría. Según este autor, la elasticidad del cristalino es relativamente baja como para desempeñar la tarea asignada por Helmholtz. En cambio, la cápsula que lo envuelve sí que es altamente elástica. Por tanto, ante la relajación de las zónulas, la cápsula actuaría sobre el cristalino, modificando su forma "moldeándolo". Fincham también sugirió que, al contrario de lo que pensaba Helmholtz, la cara posterior se desplazaba hacia atrás con la acomodación. Medidas biométricas posteriores han confirmado que, en efecto, existe un movimiento significativo de dicha superficie, aunque de menor magnitud que el de la cara anterior hacia adelante. (Kaufman et al., 2004).

Así pues, con las modificaciones de Gullstrand y Fincham y ciertas contribuciones posteriores, el mecanismo quedaría como sigue: Cuando el músculo ciliar se encuentra relajado, la elasticidad de la coroides tira de todo el sistema de zónulas,

extendiendo el cristalino. Llega un momento en el que esta tensión se equilibra con la ejercida en sentido opuesto por la cápsula, alcanzándose el estado de desacomodación (Kaufman et al., 2004). En cambio, cuando el músculo se contrae, el cuerpo ciliar se mueve hacia el ecuador del cristalino.

Como el plexo zonular se encuentra unido al cuerpo ciliar por medio del sistema de fibras secundario, este movimiento del cuerpo ciliar posibilita que sea dicho sistema el que contrarreste la tensión de la coroides. Por tanto, las zónulas posteriores se mantienen estiradas, mientras que las zónulas anteriores se liberan, lo que permite que la cápsula deforme el cristalino. El cristalino aumenta entonces su espesor y disminuye su diámetro ecuatorial hasta que su cambio de forma posibilita que se recupere la tensión de las zónulas anteriores. (Hart W. 1994)

La alternativa conceptual del modelo matemático biomecánico de Scharchar recientemente propuesta se acerca a las teorías iniciales de Tscherning. Estos consideran que las fibras zonulares más anteriores del ecuador del cristalino presentan su inserción en la parte anterior del músculo ciliar, a nivel de la raíz del iris, y las zónulas más posteriores del cristalino en la parte posterior del cuerpo ciliar.

Consecuencia de ellos es que la contracción del músculo ciliar genera un incremento de tensión sobre las zónulas centrales del ecuador, al mismo tiempo que relaja los haces de la zónula ubicados más anterior y posteriormente. Esto provoca una fuerza sobre las fibras del ecuador del cristalino que lo empujan hacia la esclera durante la acomodación, que junto con la relajación de los haces anteriores y posteriores crea un achatamiento de las superficies periféricas del ecuador del cristalino incrementando con ello la curvatura anterior y posterior del mismo. Durante este proceso Scharchar no considera ni al cuerpo vítreo ni al fenómeno de la gravedad participe en ninguna de sus fases. (Colomé J., 2003).

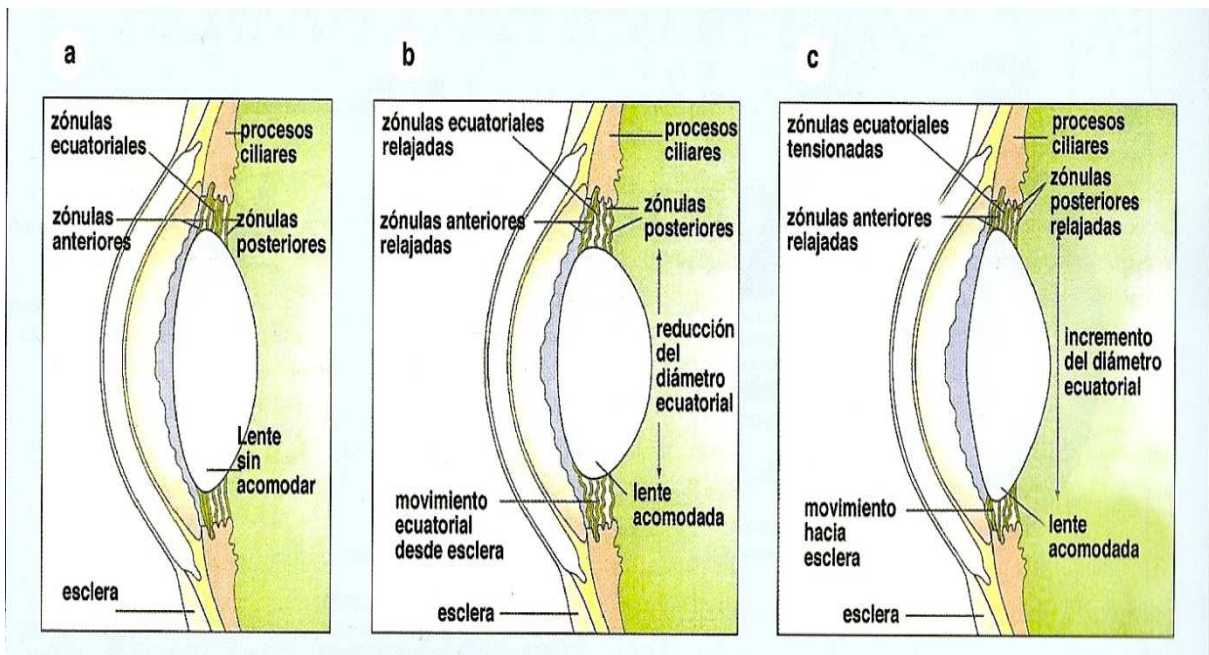


Figura No.2 Esquema representativo de la inervación simpática y parasimpática del esfínter del iris. Colomé J., 2003

5.3 Componentes de la Acomodación

La acomodación tiene cuatro componentes básicos, (clasificación dada por G. Heath 1956):

5.3.1. Acomodación Tónica

Se refiere al estado refractivo del ojo cuando la retroalimentación visual se ha vuelto inefectiva, representando el estado de reposo de la acomodación, que se obtiene cuando no está presente ningún objeto definido para enfocar; como ocurre durante el sueño, la anestesia general, la oscuridad y el estado de trance. Parece deberse al equilibrio del tono simpático y el parasimpático del músculo ciliar en reposo, predominando el último. (G. Heath 1956)

Se valora normalmente en absoluta oscuridad, bajo condiciones sin contraste o con el uso de agujero estenopéico en condiciones normales de visión monocular. Tiene un valor medio de 1.00 - 1.50 dioptrías. La miopía nocturna y la miopía espacial pueden ser consideradas como manifestaciones de acomodación tónica. (G. Heath 1956)

5.3.2. Acomodación de Convergencia

Debido a la conexión neural de la vergencia fusional con el sistema acomodativo, todos los movimientos de vergencia están acompañados por el correspondiente cambio acomodativo, la magnitud del cambio depende de la relación AC/A de cada persona.

Por lo tanto la acomodación de vergencia se refiere a la cantidad de acomodación producida por el acto de vergencia, siendo este último estimulado por la disparidad retinal. (G. Heath 1956)

5.3.3. Acomodación Proximal

Acomodación obtenida tras la proximidad de un objeto, también puede ser tomada hasta cierto punto mediante imágenes mentales. Generalmente se mide libre de emborronamiento y durante la percepción de la proximidad de un objeto y de los alrededores cercanos. (G. Heath 1956)

5.3.4. Acomodación Refleja

Considerado como el componente más importante, y se refiere al ajuste automático del estado refractivo del ojo en respuesta a una imagen borrosa, con el objetivo de convertirla en una imagen nítida en la retina. La acomodación refleja es sensible a cantidades menores de borrosidad, hasta de 2 dioptrías aproximadamente. (G. Heath 1956)

5.4 Estímulos para la Acomodación

En reposo los ojos presentan una cierta acomodación residual ó nivel de acomodación en reposo de aproximadamente 1.5 dioptrías y a esto se le ha denominado acomodación tónica. De cerca, el ser humano presenta una máximo de acomodación de 15 dioptrías, y representa la amplitud de acomodación. (G. Heath 1956)

La acomodación se puede estimular por varios métodos como son: (Scheiman M., Wick B. 2002).

- ✚ Con lentes esféricas negativas,
- ✚ La borrosidad de la imagen retiniana cuando se cambia la mirada de lejos a cerca, es decir, el aumento del tamaño de los círculos de difusión de la imagen.
- ✚ El cambio de vergencia de los rayos de luz que llegan a la retina.
- ✚ Los estímulos psíquicos como el tamaño y la distancia aparentes, es decir, la conciencia de proximidad.
- ✚ Los cambios producidos por la aberración cromática en los bordes coloreados de la imagen.
- ✚ Con prismas base externa,
- ✚ Y a través de la instilación de fármacos, cuyo objetivo es provocar una visión borrosa y cuando esta se presenta, se produce la respuesta acomodativa.

Los primeros dos procedimientos tienen el efecto de aumentar la vergencia de los rayos luminosos en el ojo.

5.5 Métodos para valorar la Acomodación

Cuando se evalúa el sistema acomodativo se deben tener en cuenta dos factores: Primero, se puede valorar mejor la acomodación en condiciones monoculares. Esto elimina cualquier interferencia en los resultados de los test por la influencia de los problemas de visión binocular. Algunas de las pruebas incluidas en los grupos de

VFP y VFN se realizan en condiciones binoculares. Algunos de estos métodos también aportan información sobre el sistema acomodativo. Sin embargo, es importante resaltar que solamente son indicativos del estado de la acomodación si el sistema binocular no está afectado. Los test de esta categoría incluyen: ARN, ARP, flexibilidad acomodativa binocular, retinoscopia MEM. (Scheiman M., Wick B. 2002).

Por ejemplo, un ARP bajo puede ser indicativo de una insuficiencia de acomodación o de un problema con endoforia y una vergencia fusional negativa baja. Por tal razón para poder afirmar el diagnóstico de insuficiencia de acomodación se requiere que al realizar los demás tests muestren una vergencia fusional negativa adecuada.

El segundo factor importante es que tanto la relajación como la estimulación de la acomodación se deberían evaluar e interpretar sus resultados de forma individual.

Para hacer una adecuada evaluación del funcionamiento de sistema de acomodación, es necesario valorar: (Scheiman M., Wick B. 2002).

- ✚ La amplitud de acomodación.
- ✚ La habilidad acomodativa (flexibilidad acomodativa).
- ✚ La acomodación relativa.
- ✚ Retinoscopia MEM

5.5.1. Amplitud de Acomodación

La amplitud de acomodación también se conoce como el rango máximo de acomodación. Y es la diferencia de lectura más alejada y la distancia de lectura más cercana en la que el texto se enfoca de forma adecuada. (Kragha 1986).

Ambos se basan en las posiciones del punto remoto, (punto más alejado al que el ojo puede formar una imagen nítida sobre la retina) y el punto próximo de acomodación

(punto más próximo al que el ojo puede formar una imagen nítida sobre la retina). (Hamasaki et al. 1956)

La extensión a la que el optotipo de agudeza visual puede desplazarse más cerca o más lejos del paciente (empezando desde la posición en que la imagen óptica queda enfocada nítidamente sobre la retina) se le conoce con el nombre de profundidad de campo del ojo (P.C.). La extensión a la que la imagen puede localizarse delante ó detrás de la retina sin dejar de verse nítida se conoce como profundidad de foco (P.F); dicho de otra forma la P.F., es el error de enfoque que se puede tolerar sin que aparezca una disminución apreciable en la agudeza visual, ó tenga un cambio en la borrosidad ó el enfoque de la imagen. (Hamasaki et al. 1956)

Por tanto P.F., constituye una consideración importante para determinar la amplitud de acomodación. Generalmente depende del tamaño de la pupila y del nivel de iluminación que se emplee al realizar la prueba:

- ✚ Una pupila pequeña da lugar a una profundidad de foco relativamente grande.
- ✚ Una pupila grande da lugar a una profundidad de foco pequeña.
- ✚ A más iluminación la pupila se hace miótica (pequeña).
- ✚ A menor iluminación la pupila se hace midriática (grande).

Para un objeto iluminado de forma brillante, el tamaño de la pupila disminuye y la profundidad de foco aumenta.

Cuando la amplitud de acomodación se determina mediante métodos subjetivos como el acercamiento, además de la profundidad de foco, otro factor que da lugar a una estimación excesiva de la amplitud real de la acomodación es la magnificación relativa a la distancia.

Esta magnificación relativa a la distancia se presenta en las letras cuando se acercan progresivamente hacia los ojos del paciente, un ejemplo de esto sería:

Cuando se coloca un optotipo de 20/30 a 40cm, se formará en la retina un ángulo de 1' de arco, pero si este mismo optotipo se acerca a 20 cm., formará un ángulo de 2' de arco, simulando un optotipo de 20/60; lo que significará que el paciente pueda ver las letras claras por más tiempo. (Wade, Nicholas J. 2007)

Por esta razón, cuando la amplitud de acomodación se determina mediante este método incluso en los pacientes de edad avanzada se sigue detectando la presencia de 1:00 dioptría de acomodación.

Además de la P.F., de la P.C y de la magnificación relativa a la distancia, otros aspectos que también influyen sobre la determinación subjetiva de la A.A. son: la agudeza visual y la sensibilidad al contraste. (Wade, Nicholas J. 2007)

5.5.1.1. Método de Donders (Push-up) ó Acercamiento.

Con el sujeto emetropizado para visión lejana, el examinador sitúa una tarjeta acomodativa (tamaño de letra 20/30) a una distancia de 50 cm en la línea media de sus ojos. El sujeto debe leer el test, sin perder la nitidez, mientras se le acerca lentamente (1- 2 cm/seg), hasta que refiera primera borrosidad mantenida. En ese momento, con una reglilla milimétrica se mide la distancia (expresada en metros), desde el test al sujeto. La inversa de esa distancia (punto próximo) expresará la medida de la amplitud de acomodación en dioptrías. Una variación de este método consiste en colocar el test en la nariz del sujeto y alejarlo lentamente hasta que el sujeto pueda leer (Rosenfield, Cohen; 1996)

Sea acercando o alejando el test, no se han observado diferencias significativas (Woehrle M.B., et al 1997). Estas medidas deben realizarse monocular y binocularmente, y ser repetidas al menos tres veces para obtener un valor medio. Una variante de este método es la utilización de una regla RAF (Royal Air Force). Un problema asociado a este método es que al usar un solo tamaño de letra (20/30)

para una distancia que varía continuamente, se sobreestima la amplitud de acomodación en aproximadamente 2 D (Rutstein, et al 1993).

5.5.1.2. Método de Sheard ó Lente Negativo

Con el sujeto emetropizado para visión lejana, el examinador sitúa un test de cerca (tamaño de letra 20/30) en la varilla del foróptero a una distancia de 40 cm. Se anteponen lenta y sucesivamente lentes negativas en pasos de 0.25 D, hasta que el sujeto refiera primera borrosidad mantenida. La suma, en valor absoluto, de la potencia que produce borrosidad más las 2.50 D de acomodación ejercida a la distancia de 40 cm, será la medida de la amplitud de acomodación.

Estas medidas deben realizarse monocularmente y repetirse al menos tres veces, para obtener un valor medio. (Rosenfield, Cohen; 1996). Hay que tener en cuenta, que con este método se subestima el valor de la amplitud de acomodación debido a la disminución del tamaño de la imagen del test cuando se observa a través de lentes negativas (Scheiman M., Wick B. 2002).

5.5.1.3. Valores esperados

Numerosos autores son los que han medido la amplitud de acomodación y cada uno expresa sus valores normativos:

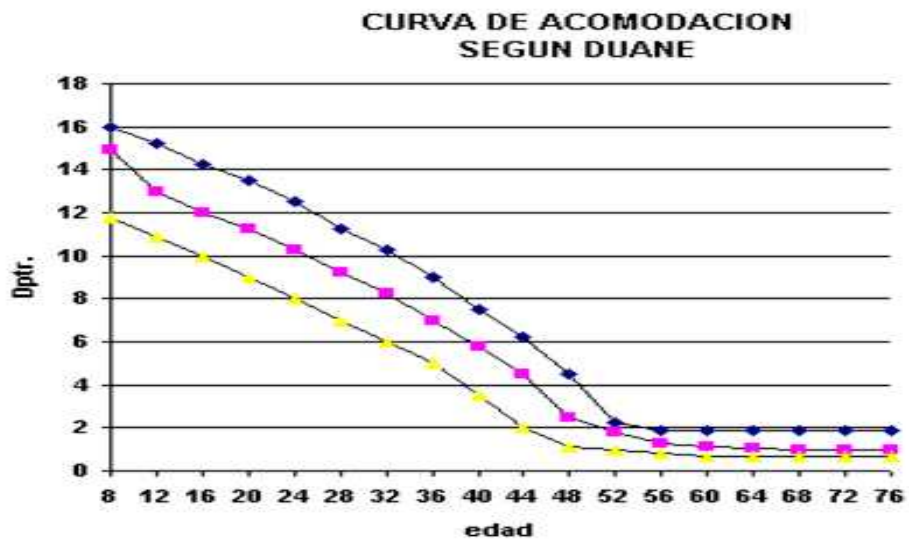
5.5.1.3.1. Donders

EDAD	AMPLITUD	EDAD	AMPLITUD
10	14 D	45	3,5 D
15	12 D	50	2,5 D
20	10 D	55	1,75 D

25	8,5 D	60	1 D
30	7 D	65	0,5 D
35	5,5 D	70	0,25 D
40	4,5 D	75	0 D

Tabla No.1 Valores de amplitud de acomodación con relación a la edad, según Donders.

5.5.1.3.2. Donders



Gráfica No.1 Valores de amplitud de acomodación con relación a la edad, según Duane.

5.5.1.3.3. Hofstetter

Diseñó una fórmula para medir la amplitud de acomodación, argumentando que el método propuesto por Donders, era demasiado inexacto. (Hofstetter H.W. 1950).

$$A.A. = 15 - 0.25 (\text{edad del paciente en años})$$

Por ejemplo un paciente de 13 años de edad, la amplitud de acomodación esperada:

$$A.A. = 15 - 0.25 (13)$$

$$A.A. = 15 - 3.25$$

$$A.A. = 11.75$$

5.5.2. Flexibilidad Acomodativa

Es la capacidad que tiene el sistema acomodativo, para responder a niveles de demanda altos, en los cuales se estimula y se relaja dicha acomodación, pero además se valora la habilidad de mantener estos cambios por cierto tiempo. Las propiedades de la habilidad acomodativa son: latencia, velocidad y tiempo. También es conocida como facilidad acomodativa y flexibilidad de la acomodación. (Scheiman M., Wick B. 2002).

El propósito de la flexibilidad acomodativa es evaluar la calidad, resistencia y dinamismo de la acomodación. Es importante evaluar no solo la cantidad sino también la calidad de la acomodación, existiendo diversas causas funcionales que pueden alterar la flexibilidad acomodativa, y por lo tanto alterar a la eficacia de la visión binocular. (Grosvenor 1982)

Esta prueba se realiza tanto de lejos y de cerca, binocular como monocularmente, debe valorarse primero durante un minuto y después repitiendo la prueba por dos o tres minutos más.

Una respuesta normal en el test de flexibilidad acomodativa binocular sugiere un funcionamiento normal en ambas áreas. Si el paciente tiene dificultad con el test binocular entonces se realiza de forma monocular, siendo este último el test diagnóstico. Si el paciente sigue presentando dificultades con algunos de los lentes en forma monocular, existirá un problema acomodativo. Sin embargo, si el paciente falla de forma binocular y pasa de manera monocular es más probable que sea un problema de la visión binocular. (Scheiman M., Wick B. 2002)

En algunos pacientes al momento de hacer la prueba de flippers acomodativo, su respuesta monocular es aceptable, pero la respuesta binocular está por debajo de lo normal, lo cual indica que hay un problema acomodativo, pero también se sospecha de la presencia de un desorden en sus vergencias fusionales.

Haynes aplicó el mismo procedimiento, para valorar la habilidad acomodativa de lejos, en estudiantes y pacientes de una clínica de entre 18 y 35 años de edad, quienes alcanzaron 25 ciclos por minuto. En la actualidad no se tienen datos de volares normativos de lejos. (Morgan M. W. 1944b).

Al valorar esta capacidad de acomodación que tiene el cristalino, se puede obtener de una manera rápida y fácil cuál es la respuesta acomodativa que está alterada.

En realidad sólo se conoce un procedimiento, que se lleva a cabo, a través de los flippers con demanda esférica de +2.00 y -2.00 dioptrías; para estimular y relajar la acomodación, midiendo cuantos ciclos puede aclarar el paciente en un minuto, tomando como norma valores próximos a los 12-15 ciclos/minuto (un ciclo se considera cuando el paciente ha aclarado el lente positivo y el negativo). Este método es considerado muy efectivo. (Grosvenor 1982).

5.5.2.1 Valores esperados (cerca)

	EDAD	MONOCULAR
Zeller et al.	20 a 30 a.	11 cpm
Griffin	18 a 23 a	17 cpm
Sheiman et al.	13 a 30 a	13 cpm
	30 a 40 a	14 cpm

Tabla No.2 Valores monoculares de la flexibilidad de acomodación

Existe un rango de habilidad acomodativa que se muestra en la siguiente tabla:

RANGO	MONOCULAR
Muy alto	> 18 cpm
Alto	14 a 18 cpm
Normal	10 a 13 cpm
Bajo	6 a 9 cpm
Muy bajo	< 6 cpm

Tabla No.3 Rango monocular de habilidad acomodativa

Al momento de realizar la prueba, se debe tener en cuenta el lente con el que se dificultó aclarar la imagen, ya que esto indicará la anomalía acomodativa que se está presentando, ejemplo: (Scheiman M., Wick B. 1996).

- ✚ Si al momento de realizar la prueba: el paciente presentó dificultad para aclarar, con lentes negativos, se podría sospechar de una insuficiencia de acomodación.
- ✚ Si al momento de realizar la prueba: el paciente presentó dificultad para aclarar, con lentes positivos, se podría sospechar de un exceso de acomodación o un espasmo acomodativo.
- ✚ Pero si al realizar la prueba el paciente inicia bien, pero durante el transcurso del minuto, muestra dificultad para aclarar con ambos lentes positivo-negativo, se debe sospechar de una fatiga acomodativa.

5.5.3. Acomodación Relativa

La acomodación relativa es la capacidad del cristalino de responder a estímulos esféricos positivos (ARN) y posteriormente a estímulos esféricos negativos (ARP) de forma gradual, controlando en lo posible el factor de convergencia, de aquí el nombre de relativa; es una respuesta propia de la conocida: triada de acomodación. (Adler 1987).

Cuando se presenta una modificación en la acomodación, ésta será acompañada por un reflejo de convergencia acomodativa, el cual se presenta para mantener la visión binocular simple, que sólo puede lograrse con un esfuerzo de las vergencias fusionales contrarias, que compensen el cambio de la convergencia acomodativa.

Esta forma subjetiva de valorar la acomodación en condiciones binoculares aporta información sobre el grado de colaboración entre el sistema acomodativo y el binocular. Los resultados deben ser interpretados considerando que en la situación en la que se encuentra el paciente, cualquiera de los dos sistemas puede estar fallando. (Scheiman M., Wick B. 2002).

5.5.3.1 Acomodación Relativa Negativa

Al introducir lentes positivos se relaja la acomodación al mismo tiempo que se relaja la convergencia acomodativa, en función del AC/A. Para evitar la diplopía y mantener la fusión sobre la tarjeta acomodativa el paciente deberá contrarrestar la relajación de la convergencia acomodativa utilizando la vergencia fusional positiva. Por lo tanto, el ARN no solamente indica la habilidad de relajar la acomodación sino que también refleja el estado de la vergencia fusional positiva. (Scheiman M., Wick B. 2002).

Para evitar que las capacidades adaptativas del sistema alteren las respuestas es conveniente realizar inicialmente la acomodación relativa negativa y luego la

acomodación relativa positiva (hay mayor tendencia adaptativa en el sentido de estimulación que de relajación).

El método para la toma de la acomodación relativa negativa, consiste en agregar lentes positivos en pasos de +0.25 dpt hasta que el paciente reporte un ver borroso de manera sostenida.

5.5.3.2 Acomodación Relativa Positiva

La medida clínica de la acomodación relativa requiere que el paciente fije binocularmente una tarjeta con detalles. Al introducir por ejemplo, lentes negativos para medir la ARP, estimulando la acomodación y al mismo tiempo estimulando la convergencia acomodativa. Este aumento de la convergencia acomodativa dependerá del AC/A. Para mantener la fusión se requiere un estímulo compensatorio inmediato de la vergencia fusional negativa. En ausencia de una respuesta vergencial compensatoria, esta convergencia aumentaría progresivamente al añadir lentes negativos, hasta que apareciera diplopía. Por lo tanto, el ARP no solamente nos indica la habilidad de estimular la acomodación sino que refleja indirectamente el estado de la vergencia fusional negativa. El punto final del test llegará cuando bien no se pueda estimular la acomodación o bien cuando la vergencia fusional negativa haya llegado a su límite. (Pigion R.G, Miller R.J.1985).

El test se realiza agregando lente negativo, en pasos de -0.25, partiendo del mejor subjetivo, hasta que el paciente reporte ver borroso de manera sostenida.

Es importante mencionar que el valor de la ARP, está influenciado por el valor de las vergencias positivas y la amplitud de acomodación, de esta manera un paciente que haya presentado una amplitud de acomodación normal, su ARP será normal, mientras que un paciente que presente una amplitud de acomodación menor de la esperada, es frecuente que la ARP también esté disminuida, al igual que sus vergencias fusionales positivas.

5.5.3.3 Valores esperados

Se consideran valores normales de ARN: $+2.00D \pm 0.50D$. Debido que la cantidad de acomodación puesta en juego a 40cm. (distancia a la que se realiza el test) es de 2.50D, la máxima cantidad de acomodación que puede relajarse será de 2.50D. Por lo tanto, si encontramos un ARN mayor deberemos pensar que la acomodación no estaba totalmente relajada de lejos o sea una hipermetropía latente sin corregir (hipocorrección en positivos), o una hipercorrección en negativos y se debe hacer la refracción nuevamente. Si por el contrario el valor obtenido en el ARN es menor a 2.50D, se pueden pensar tres cosas: que el paciente es incapaz de relajar más la acomodación, que los rangos de la vergencia fusional positiva están reducidos, o que el paciente esté hipercorrecto en positivos para lejos. (Morgan M. W. 1944b).

El valor esperado para el ARP dependerá de la edad, cuando más joven sea el paciente mayor será su amplitud acomodativa, y por lo tanto, mayor será el valor del ARP siendo este de unas 3.00D (exactamente $-2.37D \pm 0.50D$) aunque estará limitado por las reservas fusionales negativas. Si se encuentra con un valor bajo de ARP, se podría pensar que: el paciente es incapaz de estimular más acomodación, que los rangos de vergencia fusional negativa están reducidos, o que el paciente está sobre corregido en negativos. (Morgan M. W. 1944b).

Tanto el ARN y el ARP dependerán del valor del AC/A, en general, cuando mayor sea el AC/A, menor será el valor de la acomodación relativa.

Los valores de ARN deben ser similares a los de ARP.

	A.R.N	A.R.P
Morgan	+ 2.00 (± 0.50)	-2.37(± 1.00)

Tabla No.4 Valor promedio normal de ARN Y ARP (Scheiman M., Wick B. 1996).

5.5.4. Retinoscopia MEM

La retinoscopia MEM tiene como propósito la estimación del retraso acomodativo en condiciones binoculares y comprobar el balance acomodativo de cerca. Para la valoración de la retinoscopia MEM las lentes utilizadas para neutralizar las sombras no se colocan en el foróptero, estas se sitúan durante unos 2 segundos, se aprecia el movimiento de las sombras y se retiran, así no se altera el estado acomodativo binocular. (Rutstein, R. P., et al., 1993).

5.5.4.1. Valores esperados

Normalmente se presenta una tarjeta a 40 cms que representa un estímulo acomodativo de 2.50 D. Las normas esperadas para la retinoscopia MEM son de +0.50 Dpt. a +0.75 Dpt. (Rosenfield, M., Cohen, A. S. 1996).

5.6 Anomalías de la Acomodación

El sistema visual está diseñado para soportar cambios constantes y mantener fijaciones frecuentes de lejos a cerca y viceversa. Y aunque al leer o escribir hay poca o ninguna modificación en la respuesta acomodativa, a consecuencia del esfuerzo en visión próxima de forma prolongada, el sistema visual puede sufrir trastornos que se describen como: un estancamiento, una paralización, o una pérdida de su eficacia lo que dificulta su actividad; de forma que se desencadenan un sin número de síntomas, que afectan el desempeño adecuado de las personas que los padecen. (Cacho P., et al. 2002)

Una revisión sobre el desarrollo de las funciones fisiológicas oculares revela que la acomodación normalmente aparece a los 6 meses de edad (Braddick et al. 1979), y durante la etapa infantil es bastante flexible y resistente a la fatiga. Esta capacidad se deteriora lentamente con la edad (Duane A. 1912), llegando a ser un problema

manifiesto a partir de la cuarta década de la vida, cuando aparece la presbicia o incapacidad del sistema visual de enfocar correctamente las imágenes correspondientes a objetos situados a una distancia cercana determinada, y ésta dependerá naturalmente del error refractivo, de las características fisiológicas individuales del sujeto, del sexo, la raza, o factores ambientales, entre otros.

Tradicionalmente, la evaluación de la función acomodativa sólo ha incluido medidas de la amplitud de acomodación, sin embargo, debido a que la función acomodativa no sólo se caracteriza con la medida de la amplitud de acomodación, muchos autores han reseñado también la importancia clínica de medir otros parámetros como la acomodación relativa, la facilidad acomodativa (Hennessey D. et al. 1984).

Un sujeto puede presentar síntomas astenópicos como consecuencia de una anomalía acomodativa, aún teniendo valores normales de amplitud de acomodación (Liu J.S. et al., 1979), y por tanto, cuando se sospeche de la presencia de una anomalía acomodativa, todos los parámetros que caracterizan la función acomodativa deben ser evaluados (Wick B., Hall P. 1987).

Desde un punto de vista clínico, está ampliamente aceptado que las anomalías acomodativas se clasifiquen dentro de 5 grandes grupos (Walsh F, 1969, Duke-Elder 1971):

- ✚ Insuficiencia de acomodación
- ✚ Infacilidad acomodativa
- ✚ Dificultad en el mantenimiento temporal de la acomodación o fatiga acomodativa
- ✚ Espasmo de acomodación
- ✚ Parálisis de la acomodación

Normalmente se asocian diferentes síntomas con estas disfunciones, utilizándose el término astenopía para referirse al conjunto de síntomas asociados con el uso de los

ojos, entre los que cabe destacar, visión borrosa, dolor de cabeza, diplopía, fotofobia y problemas en la lectura (Hoffman L.G., Rouse M. 1980).

La clasificación de los problemas acomodativos se determina por la dificultad de estimular o relajar la acomodación o por la dificultad al cambiar el nivel de la respuesta acomodativa y se manifiestan de la siguiente manera:

5.6.1. Hipofunción Acomodativa

Hace referencia a los problemas visuales que surgen como resultado de una función acomodativa inferior a la requerida. La insuficiencia de acomodación. Su síntoma principal es la presencia de visión borrosa de cerca. (Hennessey D., et al., 1984).

5.6.1.1 Insuficiencia de Acomodación

La insuficiencia acomodativa es la condición en la cual la amplitud de acomodación del sujeto es menor que la esperada para su edad (Von Noorden et al., 1973). Morgan (1944), cuando describe los criterios de diagnóstico, establece que existe esta anomalía cuando la amplitud de acomodación está reducida en más de 2 D respecto a los valores esperados para la edad según Duane (1912). Daum (1983) usa el criterio de 2 D por debajo de la ecuación para la mínima amplitud esperada para la edad. Sin embargo, no existe consenso respecto al criterio a seguir.

Síntomas: Están relacionados generalmente con el trabajo en visión cercana; (Cacho P., et al. 2002)

- ✚ Fatiga y Somnolencia,
- ✚ Visión borrosa de cerca,
- ✚ Perdida de comprensión le lectura con el tiempo,
- ✚ Dolor de cabeza,
- ✚ Tensión ocular,
- ✚ Problemas de lectura,

- ✚ Movimiento de las letras,
- ✚ Sensación de tirantez alrededor de los ojos,
- ✚ Evitar la lectura u otras tareas de cerca.

Signos: Medidas directas de la estimulación acomodativa; (Cacho P., et al. 2002)

- ✚ Amplitud de acomodación reducida
- ✚ Dificultad para aclarar -2.00 en la flexibilidad acomodativa monocular
- ✚ Valor MEM alto

Medidas indirectas de la estimulación acomodativa;

- ✚ ARP reducido

5.6.1.1.1. Acomodación Mal Sostenida

La fatiga de acomodación se describe como la incapacidad del músculo ciliar de mantenerse de forma permanente contraído mientras se observa un test de cerca, de ahí que también se le llame dificultad en el mantenimiento temporal de la acomodación (Pigion R.G, Miller R.J. 1985), (Schor C.M., Tsuetaki T.K. 1987).

Duane y Duke-Elder describieron la acomodación mal sostenida como un estadio inicial de la insuficiencia de la acomodación, es una condición en la que la amplitud de acomodación es normal, bajo las condiciones típicas del examen, pero se deteriora con el tiempo, por tal razón si hay sospecha de acomodación mal sostenida, es importante repetir la medida de la amplitud de la acomodación varias veces. (Scheiman y Wick 1996).

Signos:

- ✚ Amplitud de acomodación dentro de los valores normales, sufre repentinos cambios durante el día (Rutstein, R. P., Daum, K. M. 1998).
- ✚ ARP y ARN dentro de los valores esperados.

- ✚ La prueba de MEM se reportan valores dentro de la norma.
- ✚ Facilidad acomodativa reducida monocular principalmente cuando se realiza por más de un minuto.

5.6.1.1.2. Parálisis de la Acomodación

La causa más común de una parálisis acomodativa es la cicloplegía tóxica, siendo generalmente pasajera y relacionada con la historia clínica del sujeto (Michaels 1987), (Mutti et al., 1994). Aunque también puede ser funcional debido a la debilidad o fatiga del músculo ciliar.

Es una condición muy rara que se asocia a distintas causas orgánicas como infecciones, glaucoma, traumas, envenenamiento con plomo y diabetes. También puede presentarse de manera temporal o permanente por un golpe en la cabeza, puede ser unilateral o bilateral, repentina o insidiosa, si es unilateral, esta conduce a otra categoría de disfunción acomodativa denominada acomodación desigual. (Goldstein J.H., Schneekloth B.B. 1996).

5.6.1.1.3. Acomodación Desigual

Una posible causa de la acomodación desigual es la ambliopía funcional. (Mutti D.O., et al., 1994).

5.6.2. Hiperfunción Acomodativa

Hace referencia a los problemas visuales que surgen como consecuencia a una respuesta excesiva del sistema visual. Exceso de acomodación y espasmo acomodativo. Su síntoma principal es la sensación de visión borrosa de lejos. (Rutstein et al., 1988)

5.6.2.1. Exceso de Acomodación

Síntomas: Están relacionados generalmente con el trabajo en visión cercana;

- ✚ Vision borrosa de lejos de forma intermitente,
- ✚ Dolor de cabeza,
- ✚ Tensión ocular,
- ✚ Problemas de lectura,
- ✚ Dificultad para enfocar de lejos a cerca,
- ✚ Sensibilidad a la luz.

Signos: Medidas directas de la relajación acomodativa;

- ✚ Dificultad para aclarar +2.00 en la flexibilidad acomodativa monocular
- ✚ Valor MEM bajo

Medidas indirectas de la relajación acomodativa;

- ✚ ARN reducido
- ✚ Dificultad para aclarar +2.00 en la flexibilidad acomodativa binocular

5.6.2.2 Espasmo de Acomodación

Es una contracción involuntaria constante o intermitente del músculo ciliar (Rutstein et al., 1988), (Goldstein, Schneekloth 1996), pudiendo ser unilateral o bilateral.

Síntomas:

- ✚ Visión borrosa de lejos y/o cerca,
- ✚ Distorsión visual,
- ✚ Posible diplopía intermitente o permanente.

5.6.3. Inflexibilidad Acomodativa

La infacilidad acomodativa es la condición en la cual falla la habilidad para cambiar rápidamente el estado acomodativo de visión lejana a cercana o en la cual estos rápidos cambios inducen síntomas tales como astenopia ocular, dolor de cabeza o visión borrosa (Hennessey et al., 1984). Se diferencia de la insuficiencia acomodativa en que la visión nítida se consigue eventualmente. Los criterios de diagnóstico para la infacilidad acomodativa son ARN y ARP $< \pm 1.75$ D, y el test de facilidad utilizando los flippers de ± 2.00 D muestra una desviación estándar de una unidad por debajo de la media (3 ciclos por minuto). Si en el cambio de fijación de lejos a cerca, se tarda más de un segundo en ver nítido el test, es muy probable que también se presente esta condición (Daum 1983).

Síntomas: Están relacionados generalmente con el trabajo en visión cercana;

- ✚ Fatiga y Somnolencia,
- ✚ Visión borrosa particularmente cuando mira de lejos a cerca o viceversa,
- ✚ Dolor de cabeza,
- ✚ Tensión ocular,
- ✚ Problemas de lectura,
- ✚ Movimiento de las letras,
- ✚ Sensación de tirantez alrededor de los ojos,
- ✚ Perdida de comprensión le lectura con el tiempo,
- ✚ Evita la lectura y otras tareas de cerca.

Signos: Medidas directas de la flexibilidad acomodativa;

- ✚ Dificultad para aclarar -2.00 y $+2.00$ en la flexibilidad acomodativa monocular

Medidas indirectas de la flexibilidad acomodativa;

- ✚ ARP y ARN reducido
- ✚ Dificultad para aclarar -2.00 y $+2.00$ en la flexibilidad acomodativa binocular

5.7 Influencia de la Acomodación en el Desarrollo de los Defectos Refractivos

5.7.1. El ojo Emétrope y la Acomodación

En el ojo de óptica ideal o emétrope, las imágenes de los objetos lejanos quedan enfocadas justamente sobre la retina. Esto es así en el estado “de reposo”. Cuando miramos un objeto próximo, p. ej. , al leer un libro, se produce un cambio por acción de un músculo interno del ojo, el músculo ciliar, y el cristalino aumenta su poder óptico para que las imágenes de dicho objeto vuelvan a enfocarse nítidamente sobre la retina. La córnea es una lente fija y no participa en este cambio de enfoque denominado acomodación. (Day M., et al. 2003)

Un paciente emétrope cuyo poder refractivo es de +60.00 dpts cuando observa un objeto distante, si desea ver un objeto a 50 cms el poder del ojo debe incrementarse a +62.00 dpts es decir, su estímulo acomodativo es de 2.00 dpts sin embargo un hipermetrope no corregido tiene un poder refractivo sin acomodación de +58.00 dpts para observar el mismo objeto por lo que deberá realizar un cambio en el poder refractivo de 4.00 dpts para llevar la imagen del objeto cercano a la retina. Sin embargo un miope de 2.00 dpts el estímulo de acomodación es cero porque el objeto está localizado ya en el punto lejano de fijación. (Day M., et al. 2003)

5.7.2. Miopía y Acomodación

Cuando la óptica del ojo no es emétrope, se habla de defectos o errores de la refracción ocular: La miopía, la hipermetropía y el astigmatismo. La primera afecta a una parte importante de la población: entre un 20 y un 30% de las personas. Casi siempre, el ojo del miope tiene una longitud mayor de lo normal (de delante a atrás).

Esto hace que las imágenes de los objetos lejanos queden enfocadas en un plano por delante de la retina. La córnea y el cristalino, en general normales, focalizan las imágenes a la distancia usual, pero la retina está más atrás al ser el ojo más largo.

Por eso, al no alcanzar la retina, las imágenes quedan desenfocadas y los objetos lejanos se ven borrosos. (Day M., et al. 2003)

Ocasionalmente la miopía puede ser causada por una córnea o un cristalino demasiado potentes ópticamente. A diferencia del ojo emétrope, el del miope en reposo está enfocado para un punto más o menos cercano. Cuanto más miope sea el ojo, más cerca necesitará tener los objetos para poderlos ver bien sin corrección. La acomodación sólo es efectiva, por desgracia, en el sentido de enfocar más cerca: no podemos desacomodar más allá del estado de reposo y compensar así un defecto miópico. (Radhakrishnan H., Charman W. 2007)

La asociación entre el trabajo en visión próxima y la miopía, ha sido una controversia existente desde hace mucho tiempo. Se dice que los individuos que leen mucho se vuelven miopes y una actividad de cerca prolongada da lugar a cambios en el tono del músculo ciliar. Donders (1864) sugirió que la miopía ocurría como consecuencia de un trabajo prolongado en visión cercana, atribuyó el desarrollo miópico a la tensión de los ojos para los objetos cercanos.

En visión próxima los rayos llegan más divergentes al ojo, por lo que el punto focal se va hacia atrás conforme se va acercando el objeto. Teniendo en cuenta que en el miope el punto focal está delante de la retina, al acercar el objeto, se acerca la imagen a la retina, haciéndose cada vez más nítida. Por lo tanto el objeto cercano se enfoca solo, es decir que no está activando la acomodación.

Otra teoría que involucra a la acomodación sostiene que la activación del músculo ciliar mejora la irrigación sanguínea de la coroides contribuyendo a un crecimiento normal del ojo. Según esta teoría al no activarse la acomodación con regularidad como sucede en los miopes, la coroides se debilita por una insuficiente irrigación sanguínea contribuyendo a aumentar la miopía. Para los defensores de esta teoría los miopes deben usar su corrección de cerca para que los obligue a utilizar la acomodación. (Rosenfield M., et al. 2002)

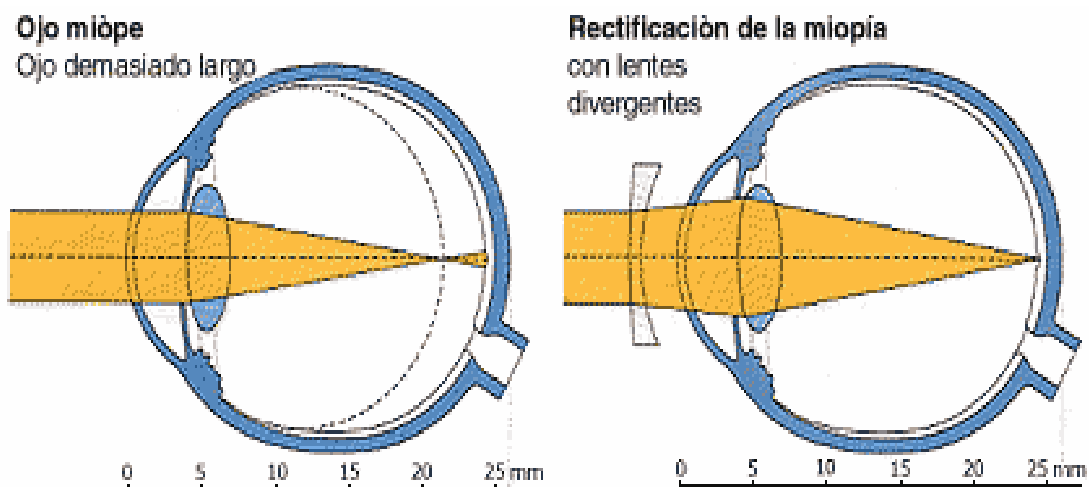


Figura No.3 Acomodación del ojo miope www.unav.es/.../akkomodation-2.gif

5.7.2.1. Grados de Miopía

La dioptría (D) es la unidad de potencia refractiva de una lente o sistema óptico: $[D = 1/f]$, siendo (f) la distancia focal en metros (m). Así, 1 D corresponde a una lente capaz de enfocar la luz (rayos inicialmente paralelos) a 1 m de distancia; 2 D enfocan a 1/2 m, 3 D a 1/3 m, etc. Las miopías pueden oscilar desde una fracción de dioptría hasta varias decenas. Un ojo miope de 5 dpt, no es capaz de ver con nitidez más lejos de 1/5 m (20 cm) y se corrige con una lente de -5 D. Las dioptrías negativas corresponden a lentes correctoras divergentes (cóncavas, más finas en su centro que en sus bordes), que retrasan el plano focal. (Kaufman, Paul L.; Alm, Albert 2004).

De todos los pacientes miopes, el 90% tienen una graduación menor a -6.00 dioptrías. A continuación se muestran los diferentes grados de miopía y su clasificación: (Vuori E. Holopainen JM. 2009)

- ✚ Miopía baja: Menor a -3.00 dpt.
- ✚ Miopía moderada: -3.00 a -6.00 dpt.

- ✚ Miopía severa: -6.00 a -9.00 dpt.
- ✚ Miopía extrema: Mayor a -9.00 dpt.

5.7.2.2. Miopías Acomodativas

Cuando el estímulo visual no es suficiente para inducir acomodación se adopta un valor comprendido entre 1.5 y 2 D. Esta acomodación tónica crea un estado pseudomiópico. Esto es, se vuelve más miope que en condiciones de visión normal, dentro de esta clase de miopías se encuentran la miopía nocturna, de campo vacío e instrumental. (Kaufman, Paul L.; Alm, Albert 2004).

5.7.2.3. Espasmo Acomodativo

El espasmo acomodativo tiene lugar cuando existe una mayor respuesta acomodativa para un estímulo dado. Generalmente se produce por un aumento en la inervación parasimpática del músculo ciliar. Los síntomas pueden incluir: astenopia, cefalea, fatiga ocular, visión borrosa y en ocasiones diplopia, esto debido a una excesiva convergencia acomodativa. Ocurre frecuentemente después de un periodo prolongado de trabajo en visión cercana. (Kaufman, Paul L.; Alm, Albert 2004).

5.7.2.4. Pseudomiopía

Es un cambio miópico, resultado de una inadecuada relajación de la acomodación. Esta condición es transitoria, aunque en ocasiones puede volverse permanente.

Al realizar la refracción bajo ciclopléjico se puede demostrar una diferencia significativa, mayor de una dioptría, esto es, menos miopía que la encontrada en la refracción objetiva inicial. Otros signos asociados pueden ser endoforia en visión cercana y amplitud acomodativa baja para la edad. (Scheiman M., Wick B. 2002).

5.8 Cirugía Refractiva Láser

La solución a los problemas derivados de los errores de refracción: miopía, hipermetropía y astigmatismo, defectos refractivos que normalmente pasan por la utilización de lentes de contacto o gafas, pero estas ayudas ópticas pueden originar distintos efectos aparentemente no deseados dependiendo de las personas, sus circunstancias personales, su trabajo, sus aficiones, su propia mentalidad. Por estas razones se recurre a la cirugía refractiva, como método correctivo de los defectos visuales. (Samper G., et al, 1999)

5.8.1. Láser Excimer y Técnica de LASIK.

Sigla de Láser In situ Keratomileusis, la técnica LASIK empezó a practicarse en el año 1991, pero está basada en la queratomileúsis que se comenzó a realizar hace más de 50 años. Esta técnica se efectúa con dos instrumentos fundamentales: el Microqueratomo y el Láser Excimer. Es la técnica más extendida en la actualidad por su seguridad y eficacia. (Hernández J., et al. 2008)

LASIK es el resultado de la fusión entre dos de las principales líneas históricas en cirugía refractiva. Por un lado, la queratomileusis (del griego, esculpir la córnea), ideada a mediados del siglo pasado por José I. Barraquer. Por el otro, el uso del láser de excímero como herramienta de alta precisión y seguridad para dicho esculpido. Se trata de modificar la curvatura de la lente corneal para cambiar su poder óptico, corrigiendo así un defecto refractivo.

Consiste en la modificación de la forma de la córnea (estroma), mediante la aplicación del láser Excimer en su interior. Previamente se ha levantado una fina capa de tejido corneal que posteriormente es recolocada y se adhiere sin necesidad de puntos. (Centro de Oftalmología Barraquer 2008).

La córnea es la primera lente del globo ocular y la más potente: unas 40 á 45 D, es decir, 2/3 del poder óptico total del ojo. Esto explica, junto con su situación externa, que sea el principal terreno de aplicación de la cirugía refractiva. Tal potencia óptica es debida al fenómeno de refracción que sufren los rayos de luz al pasar del aire al tejido corneal y a la curvatura del mismo. Si se reduce (aplanar), se corrige la miopía; si se aumenta o incurva, se estaría corrigiendo hipermetropía. El astigmatismo se trata actuando de forma diferenciada en determinados sectores de la córnea. (Medeiros F. et al., 2007).

Esta técnica patentada en Estados Unidos por el médico Gholam Peyman, puede llegar a corregir Miopía de - 1 a -10 Dioptrías, Hipermetropía de +1 a + 5 Dioptrías, Astigmatismo -1 a - 4 Dioptrías (Instituto de Barraquer de América; 2004). Siempre que otros parámetros como el espesor corneal, el diámetro pupilar, la curvatura corneal y la distancia blanco-blanco lo permitan.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Tipo de Investigación

Se realizó un estudio descriptivo prospectivo de 30 pacientes miopes operados con cirugía refractiva técnica LASIK. Este tipo de estudios posee una característica fundamental, es la de iniciarse con la exposición de una supuesta causa, y luego seguir a través del tiempo a una población específica hasta determinar o no la aparición del efecto. Cuando se realiza un estudio prospectivo, una vez planteada la hipótesis, se define la población que participará en la observación. La población sujeta al estudio, se observa a través del tiempo. El seguimiento se realiza mediante la aplicación de cuestionarios, exámenes clínicos periódicos, seguimiento de registros especiales y rutinarios, entre otros. La duración del seguimiento varía, hasta que se presente o no el efecto postulado en la hipótesis. (Polanco F. 2007).

6.2 Tamaño de la Muestra

El cálculo del tamaño de la muestra realizado fue de conveniencia y basado en referencias bibliográficas: (Wu XY, Liu SZ 2003) Accommodative spasm after laser-assisted in situ keratomileusis LASIK; (Hughes et al. 2006) A symptomatic post-lasik; (Camacho M. 2008) Problemas posteriores a cirugía refractiva. Para obtener un total de 30 pacientes.

Pacientes aptos para cirugía refractiva láser técnica lasik, miopes o con astigmatismo no superior a 0,75 dpt, que asistieron al Centro Oftalmológico Ojos Láser Center, a los que se les realizó una valoración por ortóptica, previo a la cirugía refractiva y posterior a esta, al primer mes.

6.3 Población

Pacientes aptos para cirugía refractiva láser técnica lasik, miopes o con astigmatismo inferior a 0,75 dpt, que asistieron al Centro Oftalmológico Ojos Láser Center; pacientes a los que se les realizó una valoración por ortóptica, prequirúrgica y postquirúrgica al primer mes de la cirugía refractiva, donde también se encontraron pacientes con hipermetropía.

6.4 Muestra Poblacional

Se incluyeron todos los pacientes que reunían las características necesarias para el estudio y que se realizaron la cirugía refractiva con técnica lasik en el Centro Oftalmológico Ojos Láser Center hasta completar el tamaño de la muestra.

6.4.1 Criterios de Inclusión

Pacientes miopes sin importar el grado de ametropía esférica ó con astigmatismo inferior a 0,75 dpt; con o sin alteraciones acomodativas; usando corrección óptica en gafas o lentes contacto de manera continua u ocasional; que asistieron al Centro Oftalmológico Ojos Láser Center aptos para la realización de la cirugía refractiva láser con técnica lasik.

6.4.2 Criterios de Exclusión

Fueron excluidos aquellos pacientes que:

- ✚ No completaron en la historia clínica los datos requeridos en el estudio después de la cirugía refractiva para el análisis y cruce de datos.
- ✚ Pacientes con astigmatismo superior a 0.75 dpt.
- ✚ Pacientes présbitas.

6.5 Fuentes de Recolección de Información

Para el desarrollo de la historia clínica completa que se utilizó se tuvo en cuenta: (Sheiman y Wick 1996)

6.5.1 Retinoscopia MEM

- ✚ Binocular
- ✚ Distancia de trabajo (40 cm)
- ✚ Estímulo acomodativo 2.50 dpt.

6.5.2 Amplitud de Acomodación

Se realizó para ojo derecho e izquierdo con las técnicas de Sheard y Donders

6.5.2.1 Método de Acercamiento o Donders

- ✚ Monocular
- ✚ Con la corrección de lentes para ambos ojos
- ✚ Cartilla de visión cercana ubicada a 40 cms. del ojo.
- ✚ Se le indicó al paciente que observara las letras más pequeñas que pudiera leer.
- ✚ Se aproximó lentamente la cartilla y se preguntó al paciente por el punto en el cual el objeto aparece borroso en forma sostenida.
- ✚ Se midió la distancia desde el ojo a la cartilla y se convirtió en dioptrías.
- ✚ Se repitió el procedimiento en el ojo izquierdo.

6.5.2.2 Lentes Negativas o Sheard

- ✚ Monocular
- ✚ Con la corrección de lentes en ambos ojos
- ✚ El optotipo de fijación fue colocado a 40 cms.
- ✚ Buena iluminación
- ✚ Se le indicó al paciente que observe el optotipo de letras más pequeño.
- ✚ Se cambiaron lentes negativas en pasos de 0.25 D. a un ritmo constante para mover la localización de la imagen en la retina, hasta que el paciente reportó el

punto de borrosidad mantenida, es decir la imagen no pudo ser aclarada por medio de un esfuerzo consciente

- ✚ Se repitió el procedimiento en el ojo izquierdo.

6.5.3 Flexibilidad de Acomodación

- ✚ Monocular
- ✚ Ciclos por minuto/ Lente Positivo
Lente Negativo

6.5.4 Acomodación Relativa

6.5.4.1 Acomodación Relativa Negativa

- ✚ Binocular
- ✚ Se adiciono lente positivo en pasos de +0.25 D. hasta el primer emborronamiento.

6.5.4.2 Acomodación Relativa Positiva

- ✚ Binocular
- ✚ Se adiciono lente negativo en pasos de -0.25 D. hasta el primer emborronamiento.

6.5.5 Rangos de Valores

Los siguientes rangos corresponden a valores con el uso de la corrección óptica tanto para visión lejana como cercana:

6.5.5.1 Retinoscopia MEM Moderado:

- ✚ **Valor Norma:** +0.25 a +0.50 dioptrías
- ✚ **Mas Positiva:** Insuficiencia de acomodación
- ✚ **Menos Positiva:** Espasmo acomodativo o Exceso de acomodación.

6.5.5.2 Amplitud de Acomodación: Corregidas para la edad

- ✚ **Leve:** Disminuida entre 0.50 y 1.75 dioptrías

✚ **Moderado:** Disminuida entre 2.00 y 3.00 dioptrías

✚ **Alto:** Disminuida en mas de 3.00 dioptrías

6.5.5.3 Flexibilidad de Acomodación:

✚ **Leve:** Disminuida en 1 o 2 ciclos por minuto

✚ **Moderado:** Disminuida entre 2 y 4 ciclos por minuto

✚ **Alto:** Disminuida en mas de 4 ciclos por minuto

6.5.5.4 Acomodación Relativa Negativa:

✚ **Rango:** +2.00 D.S +/- 0.50 D

6.5.5.5 Acomodación Relativa Positiva:

✚ **Rango:** -2.37 D.S +/- 1.00 D

6.6 Formato de Historia Clínica de Ortóptica

Ver anexo No.1 Historia Clínica de Ortóptica

7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INFORMACIÓN

7.1 Marco Legal

7.1.1 Consentimiento Informado

Los pacientes fueron informados y firmaron un consentimiento antes de iniciar el estudio, después de que les fue explicado en detalle cada uno de los procedimientos que se iba a realizar, conociendo los beneficios y los riesgos potenciales del estudio.

7.2 Ficha Técnica

Se realizó teniendo en cuenta: Retinoscopia MEM, amplitud de acomodación técnica de acercamiento y lente negativo, flexibilidad de acomodación monocular, acomodación relativa negativa, acomodación relativa positiva.

7.3. Etapas del Trabajo

- ✚ Evaluación previa general del paciente, Historia clínica completa.
- ✚ Valoración por ortóptica pre – quirúrgica
- ✚ Realizar la cirugía, (oftalmología).
- ✚ Valoración ortóptica post - quirúrgica
- ✚ Recolección de información
- ✚ Tabulación de datos
- ✚ Cruce de información
- ✚ Entrega de resultados
- ✚ Realización de artículo
- ✚ Exposición o divulgación de resultados

7.4 Variables del Estudio

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	NATURALEZA	MEDICION
Edad	Años	Cuantitativa	Razón
Defecto refractivo Pre-Post cirugía	Dioptrías	Cuantitativa	Intervalo
A.A Pre-Post cirugía	Dioptrías	Cuantitativa	intervalo
Flexibilidad de Acomodación Pre-Post cirugía	Dioptrías	Cuantitativa	Intervalo
MEM	Dioptrías	Cuantitativa	Intervalo
A.R.N Pre-Post cirugía	Dioptrías	Cuantitativa	Intervalo
A.R.P Pre-Post cirugía	Dioptrías	Cuantitativa	Intervalo

Tabla No.5 Variables del Estudio

7.5 Análisis Estadístico

Se diseñó una base de datos en SPSS versión 15.0 para registrar la información obtenida de cada paciente. De igual manera se realizó un análisis de tipo descriptivo con sus respectivas gráficas y se realizó el análisis de los datos obtenidos pre y post quirúrgicos.

7.5.1 Estadísticos Descriptivos

De una población total de 30 pacientes con una edad media de 27,7 años, que asistieron al Centro Oftalmológico Ojos Láser Center para que se les realizara cirugía refractiva láser, que fueron valorados por optometría – ortóptica y comparando los datos con los valores norma según Scheiman & Wick (1996), se obtuvo en los resultados (datos en medias) que la retinoscopia MEM, amplitud de acomodación técnica de acercamiento y lente negativo, flexibilidad de acomodación, A.R.N y A.R.N se encontraban dentro de rangos normales; los datos de refracción muestran que la ametropía mas alta en el prequirúrgico fue de – 5,25 dpt y la mas baja de -1,00 dpt y

en el posquirúrgico el rango del defecto refractivo fue de +0.75 dpt a -1.00 dpt; la mejor agudeza visual con corrección en el prequirúrgico y sin corrección en el posquirúrgico es de 1.0 agudeza visual en decimales (Grosnevor 2004); la peor agudeza visual antes de cirugía con corrección es de 0,8 y posterior a la cirugía sin corrección es de 0,5. Anexo No.2

Datos Pre-Cx (medias):

- ✚ MEM Pre-Cx O.D: 0,49
- ✚ MEM Pre-Cx O.I: 0,49
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Donders Pre-Cx O.D: 12,11 A.A normal teniendo en cuenta la edad media de 27,7 años
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Donders Pre-Cx O.I: 12,15
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Sheard Pre-Cx O.D: 6,62
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Sheard Pre-Cx O.I: 6,55
- ✚ Flexibilidad valorada en ciclos por minuto Pre-Cx O.D: 8,63
- ✚ Flexibilidad valorada en ciclos por minuto Pre-Cx O.I: 9,06
- ✚ A.R.P Pre-Cx: 2,89
- ✚ A.R.N Pre-Cx: 2,70

Datos Pos-Cx (medias):

- ✚ MEM Pos-Cx O.D: 0,50
- ✚ MEM Pos-Cx O.I: 0,50
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Donders Pos-Cx O.D: 11,01 A.A normal teniendo en cuenta la edad media de 27,7 años
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Donders Pos-Cx O.I: 11,25
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Sheard Pos-Cx O.D: 6,33
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Sheard Pos-Cx O.I: 6,23
- ✚ Flexibilidad valorada en ciclos por minuto Pos-Cx O.D: 8,00
- ✚ Flexibilidad valorada en ciclos por minuto Pos-Cx O.I: 8,13
- ✚ A.R.P Pos-Cx: 2,70
- ✚ A.R.N Pos-Cx: 2,68

7.5.2 Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Esta prueba estadística fue utilizada para contrastar la normalidad de los datos y se aplicó porque las variables son de categoría cuantitativa. Los resultados $p \geq 0,05$ se consideran con distribución de normalidad. (Casas et al., 1997)

La prueba de Kolmogorov-Smirnov se aplicó para todos los datos de la historia clínica; presentando una distribución de normalidad: La amplitud de acomodación tanto con la técnica de Donders y Sheard, flexibilidad de acomodación, A.R.N y A.R.P. Anexo No.3

Datos Pre-Cx

- ✚ Amplitud de acomodación, método de Donders Pre-Cx O.D: 0,43
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Donders Pre-Cx O.I: 0,40
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Sheard Pre-Cx O.D: 0,86
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Sheard Pre-Cx O.I: 0,53
- ✚ Flexibilidad valorada en ciclos por minuto Pre-Cx O.D: 0,32
- ✚ Flexibilidad valorada en ciclos por minuto Pre-Cx O.I: 0,58
- ✚ A.R.P Pre-Cx: 0,072
- ✚ A.R.N Pre-Cx: 0,64

Datos Pos-Cx

- ✚ Amplitud de acomodación, método de Donders Pos-Cx O.D: 0,79
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Donders Pos-Cx O.I: 0,92
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Sheard Pos-Cx O.D: 0,86
- ✚ Amplitud de acomodación, método de Sheard Pos-Cx O.I: 0,85
- ✚ Flexibilidad valorada en ciclos por minuto Pos-Cx O.D: 0,37
- ✚ Flexibilidad valorada en ciclos por minuto Pos-Cx O.I: 0,21
- ✚ A.R.P Pos-Cx: 0,28
- ✚ A.R.N Pos-Cx: 0,49

7.5.3 Prueba t-student

Esta prueba se plantea cuando se están comparando dos grupos (normalmente dos tratamientos) con relación a una variable de eficacia cuantitativa, la hipótesis para poder aplicar la t-student son que en cada grupo la variable estudiada siga una distribución Normal.(Casas1997)

De acuerdo con las pruebas optométricas aplicadas precx- poscx para la valoración de los componentes acomodativos de los 30 pacientes sometidos a la cirugía refractiva, se puede decir que hay diferencias estadísticamente significativas en Donders, Sheard, flexibilidad acomodativa; no hay diferencia estadísticamente significativa en A.R.N y A.R.P. Anexo No.4

- ✚ Donders Pre-Cx O.D - Pos-Cx O.D: 0,004
- ✚ Donders Pre-Cx O.I - Pos-Cx O.I: 0,018
- ✚ Sheard Pre-Cx O.D - Pos-Cx O.D: 0,016
- ✚ Sheard Pre-Cx O.I - Pos-Cx O.I: 0,008
- ✚ Flexibilidad de la acomodación Pre-Cx O.D - Pos-Cx O.D: 0,00
- ✚ Flexibilidad de la acomodación Pre-Cx O.I - Pos-Cx O.I: 0,00
- ✚ ARP Pre-Cx - Pos-Cx: 0,067
- ✚ ARN Pre-Cx - Pos-Cx: 0,823

7.5.4 Prueba de Wilcoxon

La prueba de los signos de Wilcoxon es una prueba no paramétrica, alternativa a la prueba t-student, que compara la media de dos muestras relacionadas para determinar si existen diferencias entre ellas. Se aplica cuando el tipo de medición no cumpla con los requisitos que la prueba t-student exige. (Casas 1997)

Por medio de la prueba de Wilcoxon aplicada a la retinoscopia MEM, se puede determinar que no hay diferencia estadísticamente significativa (Sig. Asintót. 1.00) en el resultado Pre-Pos quirúrgico de la retinoscopia MEM.

7.5.5 Prueba de McNemar

Ho: No se presentan cambios en la acomodación después de realizarse la cirugía refractiva técnica lasik.

Hi: Tras la cirugía refractiva técnica lasik se presentan cambios acomodativos.

Poscx Precx	-	+	Total
-	5	1	6
+	3	21	24
Total	8	22	30

Tabla No.6 Prueba de McNemar

Aplicación de la prueba estadística

$$X^2 = \frac{([1-3] - 1)^2}{1+3}$$

$$X^2 = 9/4 = 2,25$$

$$X^2 = 2,25$$

Cálculo de los grados de libertad (gl)

$$gl = 1.$$

El estadístico X^2 de McNemar se compara con los valores críticos de ji cuadrada. Con un grado de libertad, se observa que 3.84 corresponde a una probabilidad de 0.05, mientras que el cálculo corresponde a una probabilidad >0.05 .

Decisión

En razón de que el valor de X^2 calculado tiene una probabilidad >0.05 por lo tanto, no se puede rechazar H_0 .

Interpretación

La cirugía refractiva técnica lasik utilizada en este caso para la corrección de defectos refractivos (miopía-hipermetropía), no representó cambios significativos en la acomodación. La prueba estadística revela que la cirugía refractiva no altera las condiciones acomodativas.

7.6 Control de Sesgos

Para el control de sesgos se tuvo en cuenta que los datos de la historia clínica se encontraran diligenciados de manera correcta y completa, basándose en la adecuada aplicación de cada test, todos realizados con la corrección óptica en uso al momento de la valoración y con la misma técnica (según protocolo para cada test); como también se tuvo en cuenta el manejo para el seguimiento que se hizo en el control a cada uno de los pacientes. No harán parte del estudio las historias clínicas que contengan los datos de la acomodación incompletos para el análisis estadístico.

7.7 Plan de Análisis

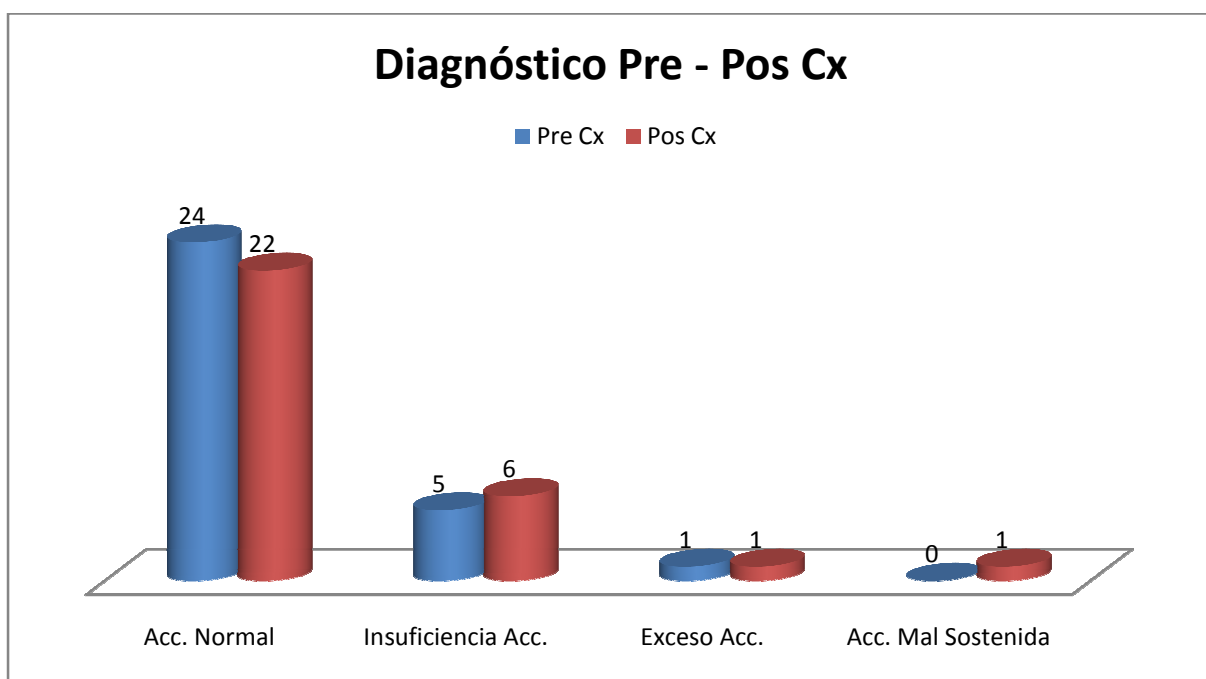
Valores Normales	Valores Anormales
MEM +0.25 a +0.50 dpt	MEM < +0.25 dpt, >+0.75 dpt
A.A ACERCAMIENTO 18-1/3 edad D.S +/-2 LENTE NEGATIVO 2 dpt menos que acercamiento	A.A ACERCAMIENTO < 2 dpt ó más para la edad LENTE NEGATIVO < ó > 2 dpt que acercamiento

<p>FLEXIBILIDAD</p> <p>13-30 años:+2.00/-2.00 11 cpm D.S +/- 5 cpm</p> <p>30-40 años:+2.00/-2.00 8 cpm D.S +/- 5 cpm</p>	<p>FLEXIBILIDAD</p> <p>< ó > 5 cpm.</p>
<p>ARN: +2,00 D.S +/- 0.50 dpt</p>	<p>ARP: <+1.50, > +2.50</p>
<p>ARP: -2.37 D.S +/- 0.50 dpt</p>	<p>ARP: <-1.87, > 2.87</p>

Tabla No.7 Valores normales-anormales de las medidas acomodativas. (Scheiman y Wick 1996).

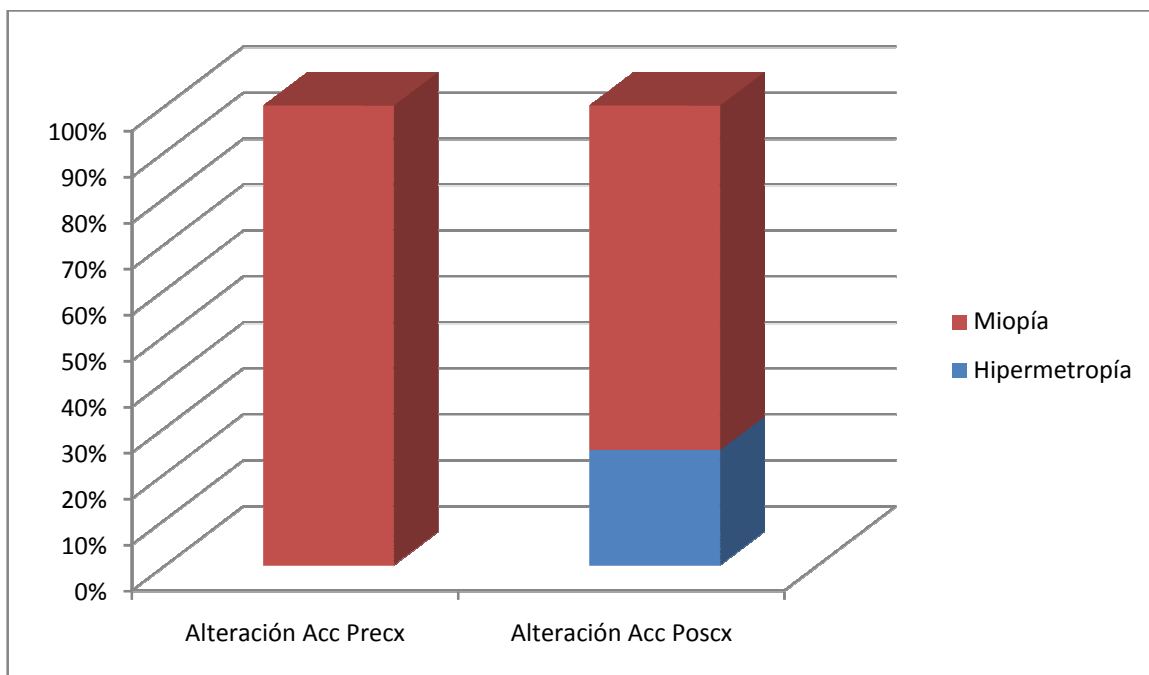
8. RESULTADOS

1. El porcentaje de los 30 pacientes miopes que fueron sometidos a cirugía refractiva con técnica lasik, y que presentaron alteraciones acomodativas en el momento de la valoración prequirúrgica fue del 20%, clasificados de la siguiente manera: Insuficiencia de acomodación 16,7%, exceso de acomodación 3,3%. (Gráfica No. 2)
2. Por medio del control realizado al mes de la cirugía refractiva se encontró que 8(26,6%) de los 30 pacientes presentaron alteraciones acomodativas, diagnosticadas de la siguiente manera: 6 (20%) Insuficiencia de acomodación, 1 (3,3%) exceso de acomodación, 1 (3,3%) acomodación mal sostenida. (Gráfica No. 2)



Gráfica No.2 Diagnóstico Acomodativo Pre – Pos Cx. Representa las alteraciones acomodativas en el poscx de 2 pacientes, que en el precx se encontraban normales.

3. El defecto refractivo prevalente fue la miopía; en la valoración precirugía del 100% de las alteraciones acomodativas (Insuficiencia de acomodación, exceso de acomodación) corresponden a los pacientes miopes; en el posoperatorio el 75% de las alteraciones acomodativas (Insuficiencia de acomodación, exceso de acomodación, acomodación mal sostenida.) eran miopes y el otro 25% hipermétropes.



Gráfica No.3 Relación de alteraciones acomodativas posquirúrgicas de acuerdo al grupo refractivo (Miopía e Hipermetropía).

Los pacientes se clasificaron de acuerdo al defecto refractivo y a la alteración acomodativa, de la siguiente manera:

Insuficiencia de acomodación: Prequirúrgico, presente en 5 pacientes con miopía moderada -3,25 dpt y -4,00 dpt (Vuori E. Holopainen JM. 2009), de estos 5 pacientes miopes, 3 presentaron una agudeza visual con corrección de 1.0; y los otros 2 miopes AVCC 0,8. Posquirúrgico, la insuficiencia de acomodación persistió en estos

5 sujetos; los 3 pacientes que en el preoperatorio presentaron AVCC 1.0 continuaron con AVSC 1.0, con un resultado refractivo no superior a +0,75 dpt; los otros 2 pacientes alcanzaron AVSC 0,5 presentando refracciones de -0,75 dpt y -1,00 dpt. Adicionalmente se encontró el caso de un paciente que en el prequirúrgico presentaba acomodación normal, con un defecto refractivo O.D -4,50 dpt O.I -4,00 dpt AVCC 1.0 AO., y posquirúrgico O.D +0,50 dpt O.I +0,75 dpt AVSC 1.0 con insuficiencia de acomodación.

Exceso de acomodación: Prequirúrgico, Un paciente con miopía baja (Vuori E. Holopainen JM. 2009), O.D -1,75 dpt O.I -2,75 AVCC 1.0 A.O. En el control posquirúrgico este paciente presento una acomodación estable con un defecto refractivo de -0,25 dpt AO, AVSC 1.0. Pos quirúrgico, El caso de un paciente que presento en el pre operatorio acomodación estable con una refracción de -4,00 dpt AO y AVCC 1.0 y en el pos operatorio manifestó un exceso de acomodación con un resultado refractivo O.D Neutro O.I -0,25 dpt AVSC 1.0 AO.

Acomodacion mal sostenida: Prequirúrgico, no se reportaron casos con acomodación mal sostenida. Posquirúrgico, un paciente que en la valoración prequirúrgica presento O.D -1,50 dpt O.I -1,00 dpt AVCC 1.0 y acomodación estable; en el posquirúrgico O.D -0,25 dpt O.I +0,25 dpt AVSC 1.0 AO y acomodación mal sostenida.

Los 30 pacientes valorados en el prequirúrgico presentaron los siguientes valores refractivos y acomodativos: 15 sujetos con miopía menor a -3,00 dpt y 9 con miopía mayor o igual a -3,00 dpt se encontraban con acomodación normal; 6 sujetos presentaron alteración de la acomodación (1 con miopía < -3,00 dpt y exceso de acomodación; 5 con miopía \geq -3,00 dpt e insuficiencia de acomodación). En el control posquirúrgico 4 sujetos presentaron insuficiencia de acomodación con miopía entre -0,25 dpt y -1,00 dpt y 2 pacientes con hipermetropía entre +0,50 dpt y +1,00 dpt; el exceso de acomodación se presento en un caso con miopía O.D Neutro O.I -0,25 dpt; acomodación mal sostenida O.D +0,25 dpt O.I -0,25 dpt; el resto de los

pacientes (22) mantuvieron la acomodación estable con datos refractivos no superiores a +0,50 dpt y -1,00 dpt.

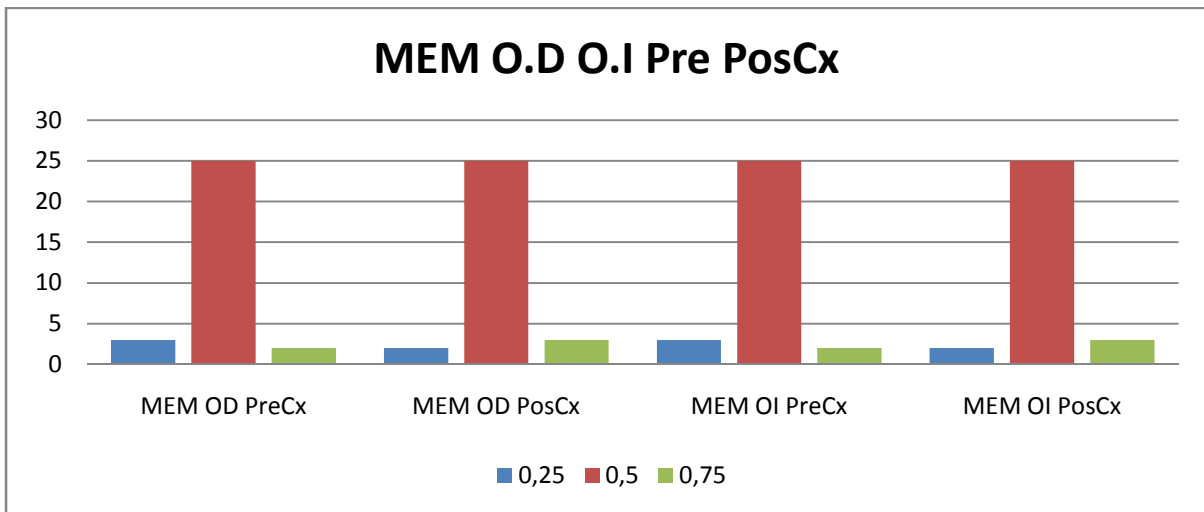
4. Los resultados obtenidos en la valoración prequirúrgica y en el control posquirúrgico realizado al mes, son los siguientes:

- ✚ De 30 pacientes con cirugía refractiva láser, 21pacientes se encontraban en condiciones acomodativas normales y posterior al procedimiento quirúrgico la acomodación se mantenía estable, (Tabla No.8).
- ✚ Posterior a la cirugía se estabilizó la acomodación en un paciente que en la valoración Precx presentaba acomodación alterada, (Tabla No.8).
- ✚ 3 de los 30 pacientes valorados Precx presentaron un estado acomodativo normal y posterior a la cirugía presentaron alguna alteración acomodativa, (Tabla No.8).
- ✚ La respuesta acomodativa de 5 pacientes se encontraba alterada en el momento de la valoración Precx y Poscx. (Tabla No. 8)

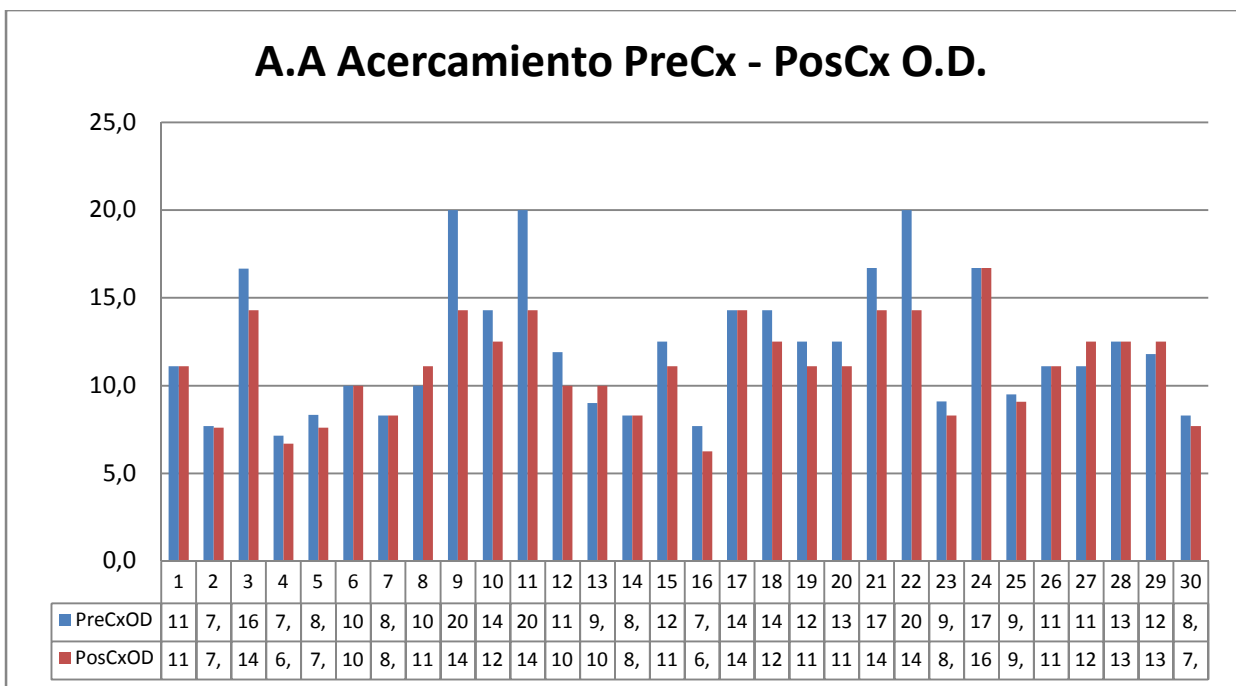
Precx Poscx	Acc Estable No.ptes (%)	Acc Alterada No.ptes (%)
Acc Estable No.ptes (%)	21 (70)	1 (3,3)
Acc Alterada No.ptes (%)	3 (10)	5 (16,7)

Tabla No.8 Estados de la acomodación Pre-Poscx.

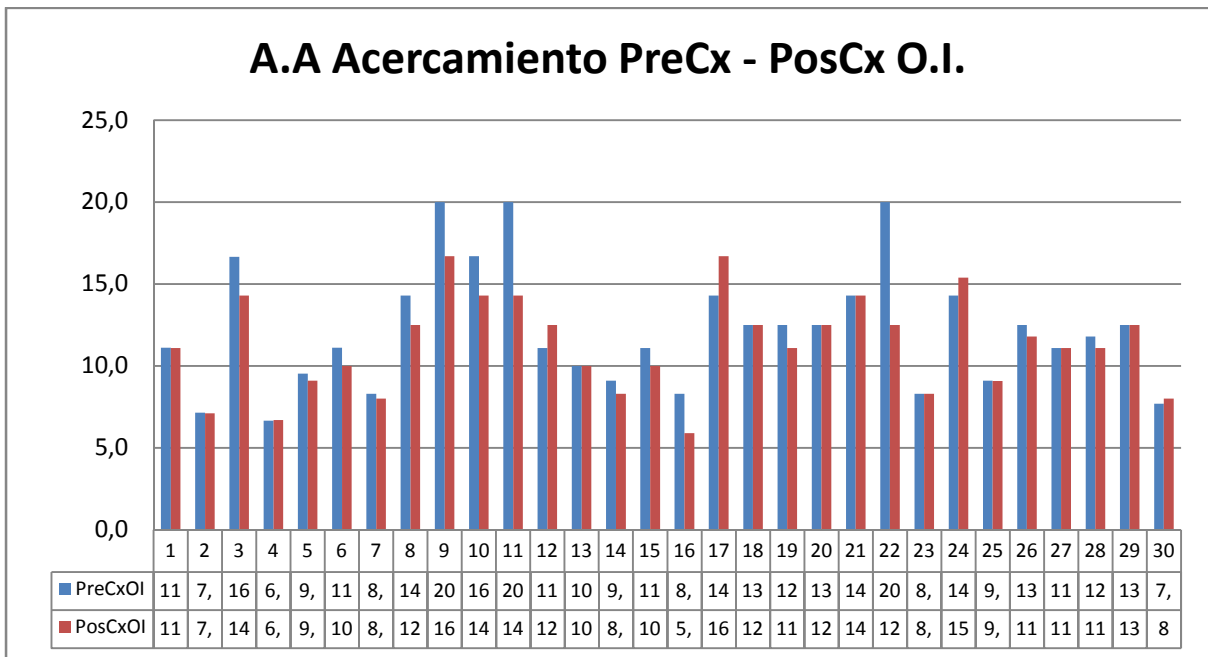
Lista de resultados de los test realizados en el prequirúrgico y en el posquirúrgico, por medio de los cuales se pudo conocer el estado de la acomodación de los 30 pacientes sometidos a cirugía refractiva LASIK:



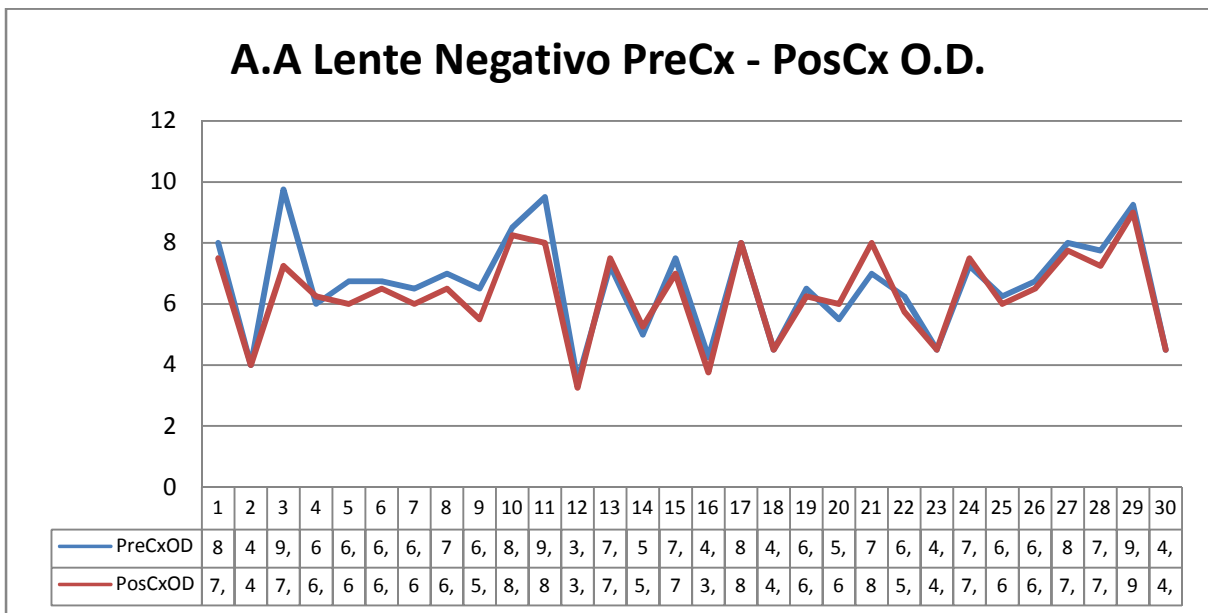
Gráfica No.4 MEM Pre – Pos Cx para O.D – O.I. El valor promedio de MEM precx poscx es +0,50 Dpt; se presenta cambio en un paciente poscx aumentando su valor en la retinoscopia MEM.



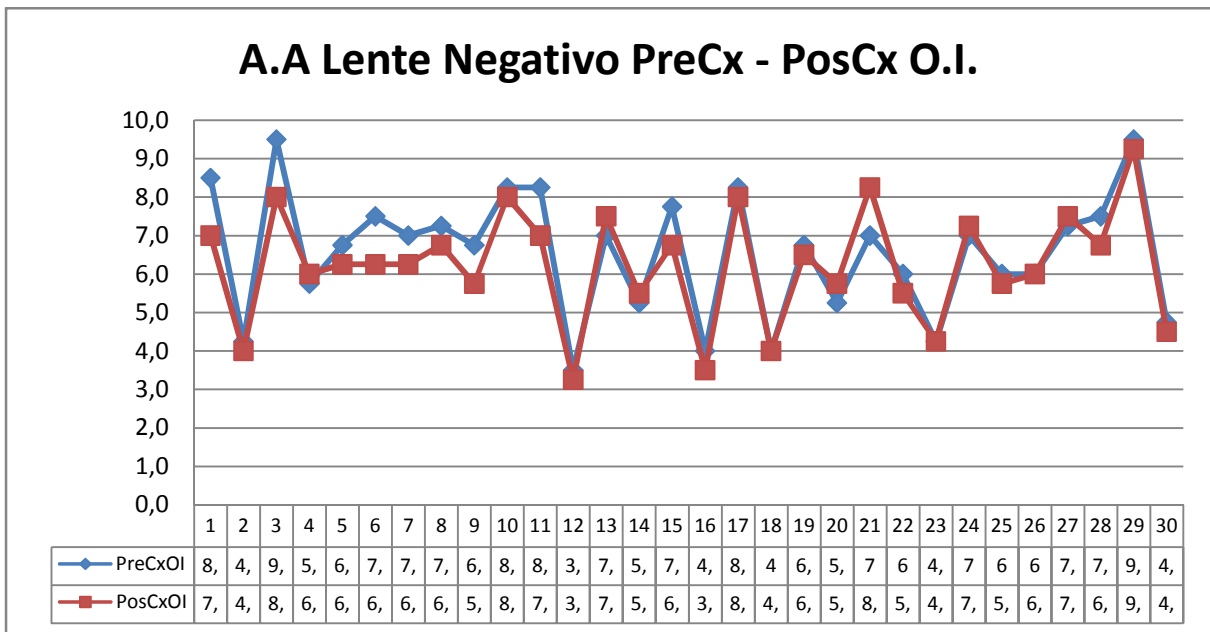
Gráfica No.5 Amplitud de Acercamiento Técnica de Acercamiento Pre – Pos Cx para O.D. Indica la disminución de la A.A en el paciente No.14 pre y poscx los demás se encuentran dentro de los valores normales.



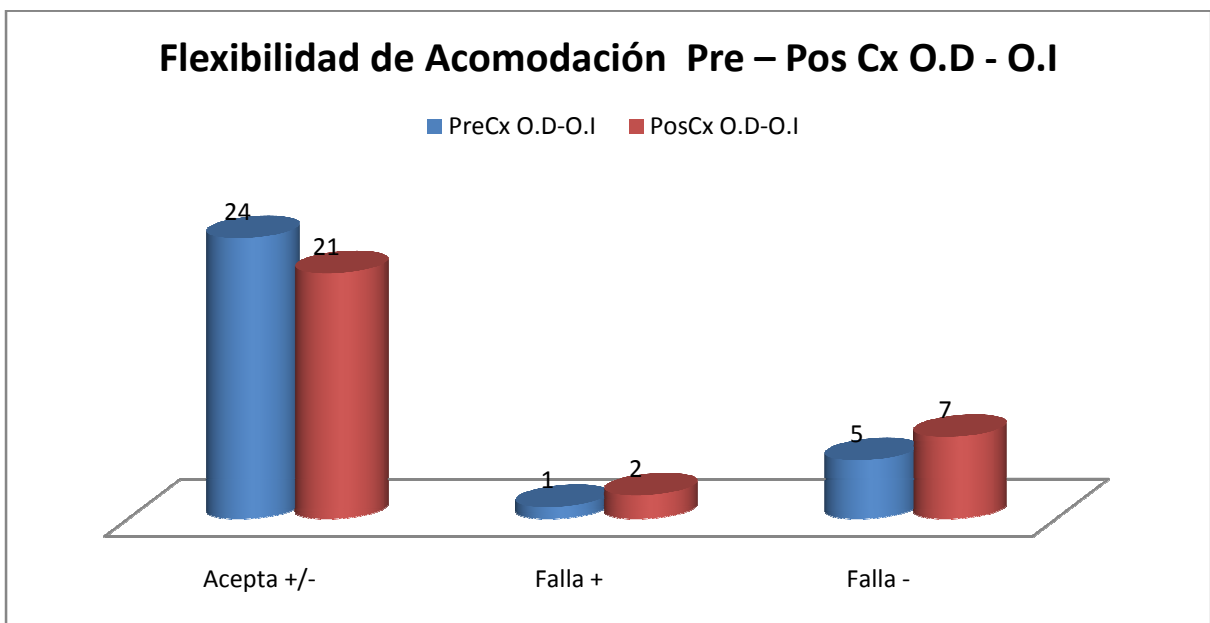
Gráfica No.6 Amplitud de Acercamiento Técnica de Acercamiento Pre – Pos Cx O.I. se presentó gran similitud en la respuesta del O.D y el O.I



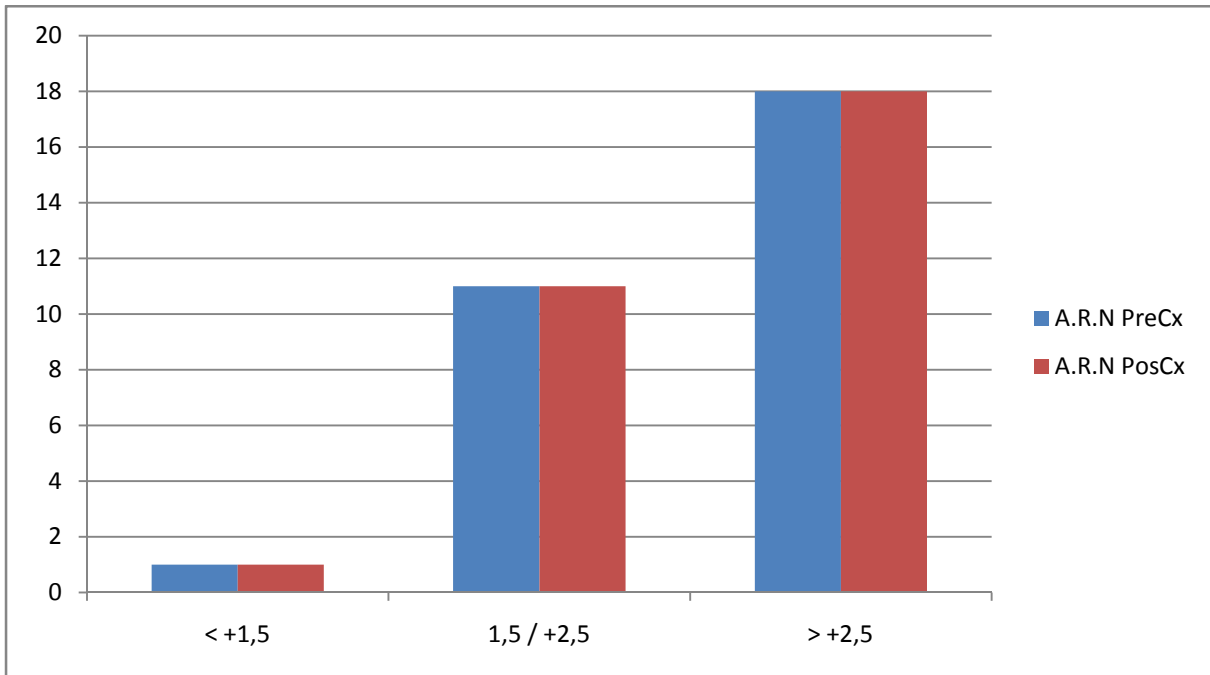
Gráfica No.7 Amplitud de Acercamiento Técnica de Lente Negativo Pre – Pos Cx para O.D. Indica la disminución de la A.A de 5 pacientes pre y poscx y la disminución poscx en el paciente No.22, los demás se encuentran dentro de los valores normales.



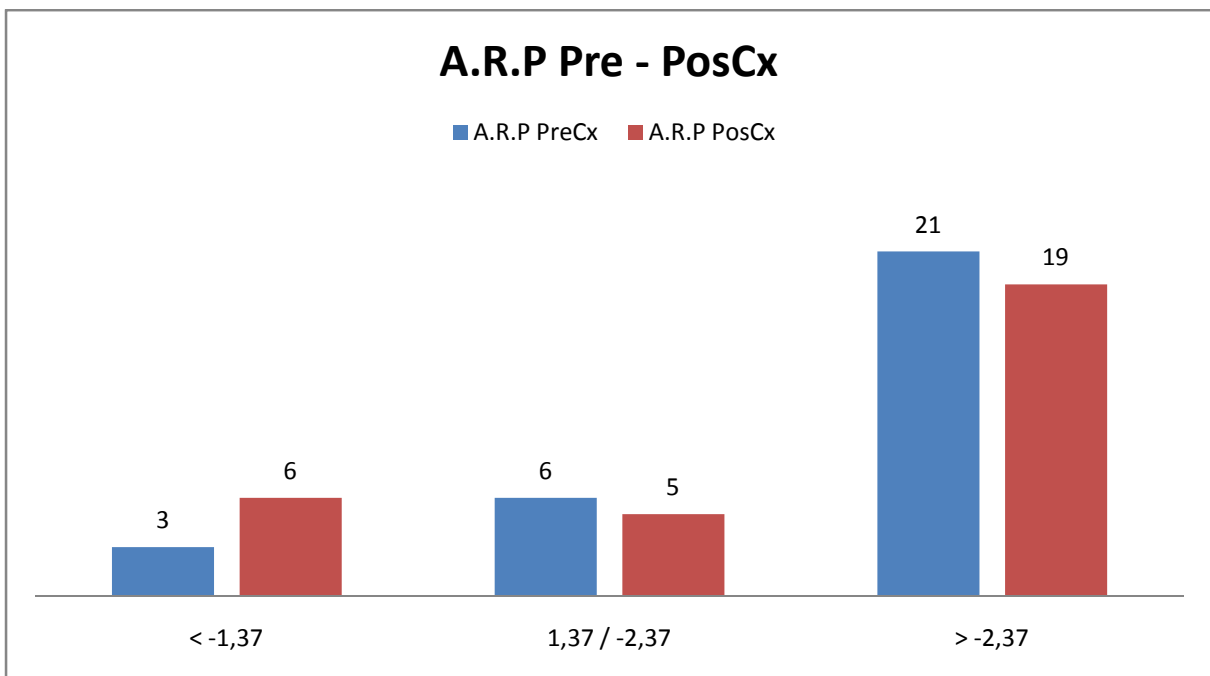
Gráfica No.8 Amplitud de Acercamiento Técnica de Lente Negativo Pre – Pos Cx para O.I. Respuesta acomodativa similar al O.D



Gráfica No.9 Flexibilidad de Acomodación Pre – Pos Cx para O.D – O.I. Representa falla en la relajación acomodativa de un paciente pre y poscx y falla en la estimulación acomodativa en 5 pacientes precx y 7 pacientes poscx. Tanto para O.D como para O.I



Gráfica No.10 A.R.N Pre – Pos Cx para O.D – O.I. Representa falla en la relajación de la acomodación en un paciente pre y poscx.



Gráfica No.11 A.R.P Pre – Pos Cx para O.D – O.I. Indica falla en la activación de la acomodación en 3 pacientes precx y 6 pacientes poscx.

5. La prueba de Kolmogorov-Smirnov mostró una distribución de normalidad para los tests de Donders, Sheard, Flexibilidad, ARP y ARN y una distribución de no normalidad en MEM. Con la prueba t-student se concluyó que hay diferencias estadísticamente significativas en Donders, Sheard, flexibilidad acomodativa; y que no hay diferencias estadísticamente significativas en ARP y ARN. A través de la prueba de Wilcoxon se pudo concluir que no hay diferencias estadísticamente significativas en MEM. Por medio de la prueba de McNemar, se logró conocer que la cirugía refractiva con técnica lasik no produce cambios significativos en el estado acomodativo del paciente.

9. DISCUSIÓN

1. Hokoda en (1985) estudió una población con 119 pacientes sintomáticos y encontró que la disfunción acomodativa era la condición mas frecuente. De los cuales 25 presentaron una disfunción binocular o acomodativa y el 80% de los 25 tenían problemas acomodativos, lo que corresponde al 16,8% del total de la muestra. Luego con una muestra de 205 pacientes que manifestaban algún tipo de síntoma, Cacho et al., (1998), estudiaron las disfunciones acomodativas y binoculares no estrabicas, con un resultado de 44 sujetos (21.46%) de los 205 con disfunciones acomodativas y binoculares; de esos 44 sujetos, 25 (56,82%) presentaron alteraciones binoculares y 19 (43,18%) alteraciones acomodativas; es decir que el 9,26% de los 205 pacientes presentaron alteraciones acomodativas. Tassinari (2002) con un grupo de 211 personas donde evaluó la respuesta acomodativa y estado refractivo; en el que se evidencio la diferencia entre la respuesta acomodativa y el estímulo acomodativo, el test utilizado para la muestra fue MEM. Las 211 personas fueron distribuidos en 3 grupos: 93 emétopes, (82%) lag normal; 86 miopes, (71%) lag normal; y 32 hipermétropes, (81%) lag normal.

Se presentan características similares entre los reportes de los anteriores autores y el estudio realizado donde se encontró que en la valoración prequirúrgica, el estado acomodativo de los pacientes presentaba una acomodación normal 80% (24), insuficiencia de acomodación 16,7% (5), exceso de acomodación 3,3% (1 pte). En el control realizado al mes de haberse practicado la cirugía refractiva con técnica lasik; los resultados fueron: acomodación normal 73,3% (22), insuficiencia de acomodación 20% (6), exceso de acomodación 3,3% (1), acomodación mal sostenida 3,3% (1).

2. Wu XY, Liu SZ (2003). Informe de un caso de espasmo acomodativo después de cirugía láser in situ keratomileusis (LASIK). Dos meses después de la cirugía

LASIK, una mujer sana de 41 años se quejó de dolores de cabeza intolerables que habían interferido con sus actividades diarias. Le realizaron una resonancia magnética en el cerebro y era normal. La mejor agudeza visual corregida (AVCC) era 20/20 y 20/25 con refracción O.D -2.25-0.50x170 O.I Neutro. Refracción bajo ciclopegia O.D Neutro O.I +0.75 AVCC 20/20 bilateral. Después del tratamiento con una gota de cyclopentolato 1% en cada ojo a la hora de acostarse, durante aproximadamente seis semanas, el dolor de cabeza se resolvió completamente. Con este caso se puede decir, que el espasmo acomodativo debería ser considerado como una posible complicación en pacientes que se someten a cirugía LASIK. Hughes et al., (2006), el caso de una mujer de 33 años operada en el 2002, se le realizó LASIK bilateral con una miopía prequirúrgica de O.D -6.00 D O.I -6,25-0,25x40 AVCC 20/20 AO; presentando posquirugía sintomatología mayor en O.D que en O.I, refracción O.D +0.25-0.75X163° 20/20-1 O.I +0.25-0.75X80° 20/20-1. Refracción bajo ciclopegia O.D+0.75-0.50X107° 20/20-1 O.I+1.75-0.75X75° 20/20-1. AVSC 20/25. Al realizarse LASIK se sobrecorrigieron ambos ojos del paciente, pero el izquierdo en un grado mayor. El problema de esta paciente se relaciona con tres áreas: acomodación, error de refracción residual y una calidad de visión disminuida debido a aberraciones de orden más alta. “Creo que ella usa la acomodación para corregir el astigmatismo hipermetropico del ojo izquierdo y así induce la miopía en el ojo derecho. Por consiguiente, su ojo derecho es más sintomático. Si uno trata su ojo derecho y corrige el dato de la refracción bajo ciclopegia ella empeorara cuando acomode para corregir su ojo izquierdo”.

De acuerdo a los casos expuestos por Wu XY y Hughes, se encuentra relación con los resultados de este estudio donde los tres pacientes que tenían acomodación normal en el prequirúrgico, presentaron insuficiencia de acomodación, exceso de acomodación y acomodación mal sostenida en la valoración posquirúrgica; lo que nos indica que aunque estadísticamente no hay diferencia en la acomodación después de la cirugía refractiva, se presenta la

posibilidad de que posterior al LASIK la acomodación se desestabilice provocando algún tipo de alteración acomodativa.

3. Cerviño A, (2007) Indica que los miopes precisan realizar una mayor acomodación y vergencia tras la cirugía refractiva comparado con la corrección en gafas y contrariamente los hipermétropes requerirán una menor acomodación y vergencia tras la cirugía. La respuesta acomodativa podría verse alterada por el grado del defecto refractivo, presentando una alteración del estado acomodativo al realizarse la cirugía refractiva para corregir su defecto visual.

Bajo esta teoría la investigación realizada se relaciona con lo expuesto por el autor, esto se evidenció en 3 casos del estudio; pacientes miopes (2 con miopía mayor a -4,00 dpt) que fueron valorados al mes de la cirugía presentando alteración acomodativa no manifiesta en el pre operatorio.

4. Liu, et al. 2008, observaron la función acomodativa antes y después de realizar la cirugía refractiva LASIK y los efectos que esta produce sobre la acomodación, en un estudio prospectivo de 48 pacientes miopes. Todos mostraron una agudeza visual sin corrección de 0,8 o mejor a la semana de la cirugía y 1.0 o mejor a los 30 días del pos operatorio. Comparando los resultados entre el pre operatorio y el pos operatorio, el rango acomodativo a la semana y al primer mes no presentó diferencia significativa; la amplitud de acomodación después de la cirugía presentó diferencia significativa; no se notó cambio de dominancia ocular; tampoco se presentó diferencia significativa en la función acomodativa entre el ojo dominante y el no dominante. Esto sugiere que el LASIK no produce efectos significantes sobre la acomodación.

En el estudio realizado se acepta esta propuesta, ya que de acuerdo a los resultados estadísticos $p > 0,05$ la cirugía refractiva con técnica LASIK no altero la acomodación.

5. Camacho y Jurado (2008) Evaluaron y trataron 49 pacientes ortópticamente antes y después de cirugía refractiva; de la población evaluada el 72% presentaron problemas acomodativos. De los pacientes con problemas de acomodación, el 29% presentaron inercia de acomodación, 32% excesos acomodativos, el 4% con insuficiencias acomodativas y el 6% con anisoacomodaciones.

No se encuentra relación entre los resultados presentados por las anteriores autoras y los encontrados en el actual estudio, donde los problemas de la acomodación se manifestaron en el prequirúrgico 20% y en el posquirúrgico el 26,6% del total de la población estudio y la anomalía acomodativa mas frecuente fue la insuficiencia de acomodación.

10. CONCLUSIONES

1. No hay diferencia estadísticamente significativa en los resultados de la valoración acomodativa del prequirúrgico y los encontrados en el control posquirúrgico al mes de la cirugía refractiva.
2. Datos de la acomodación prequirúrgicos:

La mayoría de los pacientes (24 ptes) en la valoración prequirúrgica presentaron una acomodación normal, los demás pacientes (6) manifestaron alteración acomodativa. Tabla No.9

	Valoración Precx No. ptes (%)	Valoración Poscx No. ptes (%)
Acomodación Normal	24 (80)	22 (73,3)
Insuficiencia de Acc	5 (16,7)	6(20)
Exceso de Acc	1 (3,3)	1 (3,3)
Acc mal sostenida	0 (0)	1 (3,3)

Tabla No.9 Diagnósticos de la valoración de la acomodación Pre-Poscx

3. Datos posquirúrgicos de la acomodación: (Tabla No.9)

El porcentaje de pacientes con alteraciones acomodativas prequirúrgico es del 20% (6 ptes) y posquirúrgico del 26,6% (8 ptes); aunque estos datos nos indican que la acomodación en porcentaje no se ve alterada por la cirugía refractiva con técnica LASIK; clínicamente si se encuentra valor en estos resultados. Significa que entre 6 sujetos (20%) y 8 (26,6%) de la población total de 30 pacientes, la acomodación se encuentra de alguna manera afectada y en determinado

momento desarrollan síntomas astenópicos que entorpecen la comodidad visual y el desarrollo de las actividades diarias de los pacientes. De esta manera se confirma la importancia de realizar un estudio completo de la acomodación en el momento previo de la cirugía y así optimizar los resultados posteriores al lasik.

4. Relación de defectos refractivos posquirúrgicos (miopía e hipermetropía) y acomodación:

En el prequirúrgico todos los pacientes valorados fueron miopes; y posquirúrgico el defecto refractivos predominante fue la miopía; la prevalencia de las anomalías acomodativas en el grupo de los pacientes miopes tanto prequirúrgica como posquirúrgico, es la insuficiencia de acomodación.

	Miopía No. ptes (%)		Hipermetropía No. ptes (%)	
	Precx	Poscx	Precx	Poscx
Insuficiencia de Acc	5 (83,3)	4 (50)	0 (0)	2 (25)
Exceso de Acc	1 (16,7)	1 (12,5)	0 (0)	0 (0)
Acc mal sostenida	0 (0)	1 (12,5)	0 (0)	0 (0)

Tabla No.10 Prevalencia de alteraciones acomodativas de acuerdo al grupo refractivo. (Porcentaje dado de acuerdo al total de alteraciones acomodativas).

Se encuentra mayor relación prequirúrgico de las alteraciones acomodativas con miopías entre -3,00 dpt a -4,25 dpt. De igual manera en el control posquirúrgico la insuficiencia acomodativa tiene mayor prevalencia ocurriendo lo mismo con la miopía.

5. Comparación de los datos acomodativos prequirúrgicos y el control mensual posquirúrgico:

Acc Precx	Acc Poscx	No. Pacientes (%)
Normal	Normal	21 (70)
Anormal	Normal	1 (3,3)
Normal	Anormal	3 (10)
Anormal	Anormal	5 (16,7)

Tabla No. 11 Condiciones acomodativas Pre-Poscx

De acuerdo con la comparación entre los resultados de la valoración precx y poscx, se concluye que el porcentaje de pacientes que mantuvo estable su acomodación antes y después de la cirugía fue del 70%. (Tabla No. 11)

El 3,3% de los pacientes que previo a la cirugía refractiva presentaron alguna alteración acomodativa lograron estabilizarse después del procedimiento quirúrgico. (Tabla No. 11)

El 10% (3 ptes) de los 30 pacientes valorados antes de la cirugía presentaban un estado de acomodación normal y posterior al procedimiento quirúrgico manifestaron alguna alteración acomodativa. (Tabla No. 11)

Con este estudio se busco determinar la importancia de la valoración acomodativa en los pacientes que se sometían a cirugía refractiva técnica lasik, procedimiento que puede generar excelentes resultados siempre y cuando se realice una valoración prequirúrgica completa, donde aparte del estado refractivo y ocular del paciente se incluya la medición de los componentes de la acomodación; con el principal objetivo de identificar y tratar antes de la cirugía

cualquier alteración acomodativa que pueda inducir cambios en los resultados posquirúrgicos. De igual manera es importante incluir en el protocolo de atención de los controles posquirúrgicos la valoración de la acomodación, teniendo en cuenta que si se presenta algún cambio negativo de la acomodación en el posoperatorio, se pueda tratar a tiempo y evitar los síntomas de las alteraciones acomodativas que generan tanto inconfort al paciente, principalmente en las tareas de visión próxima; logrando de esta forma mejores resultados y mayor satisfacción al paciente. De esta manera no solo se estará haciendo un aporte científico, sino que es un crecimiento profesional de la optometría.

11. RECOMENDACIONES

1. En el momento de realizar la valoración a los pacientes aspirantes a cirugía refractiva es importante que en el examen optométrico se incluya la adecuada evaluación del sistema acomodativo, se deben realizar métodos exactos, y tener en cuenta que esta valoración es mejor realizarla en condiciones monoculares; así se eliminan las posibles alteraciones en los resultados por la influencia de las alteraciones de la binocularidad; de esta manera será una información específica para hacer un diagnóstico acertado y completo del estado acomodativo de los pacientes que se les practique la cirugía refractiva y con esto obtener mayor éxito en los resultados del procedimiento quirúrgico.
2. Debido a la diversidad de conceptos frente a la influencia de alteraciones acomodativas con el uso de la corrección óptica, se sugiere que en futuros estudios se tenga en cuenta el tiempo de uso, el tipo de corrección óptica que utiliza el paciente y de igual manera realizar las medidas sin la corrección óptica. En la bibliografía publicada al respecto, se encuentra, Wu XY, Liu SZ (2003) estudiaron 135 miopes sometidos a LASIK midiendo el AC/A antes y al tercer mes posoperatorio. En los resultados encontraron correlación positiva entre pacientes que usaban gafas y los que no las usaban antes de la cirugía refractiva y no hubo diferencia entre los pacientes que llevaban gafas antes de la cirugía y el no llevarlas después. (Cerviño A, 2007) Teniendo en cuenta que la corrección de un error refractivo podría causar un problema binocular que previamente se encontraba equilibrado con la prescripción habitual indica que según la teoría las demandas de acomodación y vergencia son diferentes entre los lentes de contacto monofocales y las gafas. “Los miopes precisan realizar una mayor acomodación y vergencia tras la cirugía refractiva comparado con la corrección en gafas y contrariamente los hipermétropes requerirán una menor acomodación y vergencia tras la cirugía comparado con la corrección en gafas” (Alpern 1949). Para pacientes miopes la corrección en los anteojos proporciona un efecto

prismático base interna cuando están fijando un objeto cercano, resultando en una menor necesidad de convergencia. Cuando se corrige con cirugía refractiva se pierde este efecto por lo que requiere un mayor esfuerzo vergencial y lo contrario se presenta para correcciones hipermetrópicas.

3. El ampliar la población del estudio y hacer los períodos de seguimiento mas largos son factores que pueden influir para encontrar nuevos resultados o diferentes cambios acomodativos; por estas razones se sugiere para futuras investigaciones aumentar el tamaño de la muestra y los controles posquirúrgicos, con el fin de esperar que la visión se estabilice y a la vez confirmar los datos de la acomodación por medio de análisis de correlación. Praskash et al., 2008, realizaron un estudio prospectivo, donde valoraron la convergencia acomodativa por unidad de acomodación (AC/A) en 61 pacientes miopes ortofóricos a quienes le practicaron cirugía refractiva laser LASIK en ambos ojos, excluyeron pacientes con tropia manifiesta, con antecedentes de cirugías oculares, ambliopía y pacientes con monovisión. En el pos operatorio se les hizo un seguimiento de 9 meses, presentando a la semana y al mes una disminución significativa de la razón AC/A y una recuperación progresiva entre el tercer y noveno mes de la cirugía, con la reducción de los síntomas manifiestos en el primer mes. De acuerdo con lo anterior se interpreta que la variación máxima en la relación acomodación – convergencia es manifiesta después del tercer mes de la cirugía refractiva LASIK.

12. BIBLIOGRAFÍA

Adler 1987. Fisiología del ojo - Aplicación Clínica, octava edición, editorial Panamericana cap. 11, 315-335 pp

Airiani S, Braunstein R. 2006. Accommodative spasm after laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK) Am J Ophthalmol. 141(6):1163-4.

Alpern M. 1949. Accommodation and convergence with contact lenses. American Journal of Optometry. 26,379-387

Banks M.S. 1980. The development of visual accommodation during early infancy. Child. Dev. 51(3):646-66.

Bharadwaj S., Schor C, 2005. Acceleration characteristics of human ocular accommodation. Vision Research, 45 (1), 17 – 28.

Borras G. M. Rosa. 1994. Visión Binocular: diagnóstico y tratamiento; editorial Alfa-Omega, cap. 2. 49-64 pp

Braddick O., et al. 1979. A photorefractive study of infant accommodation. Vision. Res. 19, 319-330.

Buehren T., Collins M, 2006. Accommodation stimulus response function and retinal image quality. Vision Research, 46 (10), 1633 – 1645.

Cacho P., et al. 2002. Estudio de las disfunciones acomodativas y binoculares no estrabicas en la clínica optométrica diaria. Archivos Optométricos, 9 – 17.

Cacho P., et al. 2002. Diagnostic signs of accommodative insufficiency. *Optometry and vision science*, 79 (9), 614 – 620.

Calahorro A., Carmona O. 1998. Endotropía recurrente tras cirugía fotorrefractiva y su posterior corrección quirúrgica. *Gaceta Óptica*, (321), 16 – 18.

Camacho M, et al., 2008. Problemas posteriores a cirugía refractiva. *Revista sociedad colombiana de oftalmología*, 41 (1), 497-506.

Casas Sánchez, et al., 1997. *Inferencia Estadística 2, ilustrada edición*, Ramón Areces, p. 32. ISBN 848004263X

Centro de Oftalmología Barraquer 2008. Cirugía refractiva con láser tratamiento de la miopía y de otros defectos de la refracción ocular (astigmatismo, hipermetropía).

Cerviño A., García C. 2007. Valoración refractiva del candidato a cirugía refractiva. *Gaceta Óptica*, (416), 10 – 14.

Colomé J. 2003. Consideraciones teóricas sobre los nuevos modelos del proceso de acomodación. *Gaceta Óptica*, (369), 22- 24.

Cortés et al., 2000. Efecto de la queratotomía hexagonal sobre la acomodación en hipermetropías primarias *Rev Cubana Oftalmol* 2000;13(1):44-50

Daum K.M. 1983. Accommodative dysfunction. *Doc. Ophthalmol.* 55:177–98.

Day M., et al. 2003. Refractive group differences in accommodation microfluctuations with changing accommodation stimulus. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 26 (1), 88 – 96.

Donders, F. C. 1864. On the anomalies of accommodation and refraction of the eye
In: Optometría. Ediciones Científicas y Técnicas (eds K. Edwards and R. Llewellyn),
New Sydenham Society, London,1993, pp. 173–235. Ed. Masson-Salvat, Barcelona.

Duke-Elder S. 1971. Paresis of accommodation. System of Ophthalmology. Vol XII,
Neuro-ophthalmology. Henry Kimpton, London, UK.

Elies D. 2001. Protocolos de Actuación en cirugía refractiva. Annals d.Oftalmología,
9(3), 158-164

Fuentelsaz Gallego C. 2004. Calculo de tamaño de muestra Matronas Profesión. (5),
18

García A., et al. 2002. Evaluating relative accommodation in general binocular
dysfunctions. Optometry and vision science, 79 (12), 779 – 787.

Goldstein J.H., Schneekloth B.B. 1996. Spasm of the near reflex: a spectrum of
anomalies. Surv. Ophthalmol. 40(4):269–78.

Gómez et al. 2006. Visión binocular tras cirugía refractiva en pacientes
hipermétropes. Arch Soc. Esp Oftalmol, 81 (2), 107 – 114.

Goss D. 1995. Ocular accommodation, convergence and Disparity Fixation: a manual
of clinical analysis. Second edition. Editorial Butterworth-Heinemann. 135-140 pp

Griffin John 1995. Binocular Anomalies: Diagnosis and Vision Therapy. Third Edition.
Editorial Butterworth-Heinemann; cap 2 pag 34-43

Grosvenor Theodore 2004. Optometría de atención primaria; tercera edición, pp 13,
105-110

Hamasaki D. et al., 1956. The Amplitude Of Accommodation In Presbyopia. American Journal Of Optometry And Archives Of American Academy Of Optometry. No 192.

Harb E. et al. 2006. Characteristic of accommodative behavior during sustained reading in emmetropes and myopes. Vision Research, 46 (16), 2581 – 2592.

Hart W. 1994. Adler Fisiología del ojo, Novena, (393 – 413). España, Mosby.

Hecht, Eugene. 2000. Óptica. Madrid: Addison Wesley Iberoamericana. ISBN 0-201-30425-2.

Helmholtz, Hermann von 1925: edición original; 2001: edición electrónica. Helmholtz's Treatise on Physiological Optics. The Optical Society of America (edición original), Universidad de Pensilvania.

Hennessey D., et al., 1984. Relation of symptoms to accommodative infacility of school-aged children. Am. J. Optom. Vis. Opt. 61:177–83.

Hoffman L.G., Rouse M. 1980. Referral recommendations for binocular function and/or developmental perceptual deficiencies. J. Am. Optom. Assoc. 51(2):119–26.

Hofstetter H.W. 1950. Useful age-amplitude formula. Optom. World. 38:42-45.

Jiménez et al., 2006. Actualización en optometría pediátrica, Función acomodativa. Gaceta óptica, (407) p 20-26

Kaufman, Paul L.; Alm, Albert (2004). Adler. Fisiología del Ojo. Aplicación Clínica. Madrid: Elsevier España. ISBN 84-8174-705-X.

Koretz J., Handelman G. 1988. How the human eye focuses. Sci. Am. 64–71.

Kyun S., et al. 2000. Ocular deviation after unilateral láser in situ keratomileusis. Medical Journal, 41 (3), 404 – 406.

Land, Michael F. y Nilsson, Dan-Eric 2002. *Animal Eyes*. Oxford University Press. ISBN 0-19-850968-5.

Lara F., et al. 2001. General binocular disorders: prevalence in a clinic population. *Ophthalmology and Physiology Optics*, 21 (1), 70-74.

Linn W. C. 1983. How to find and treat accommodative disorders. *Review of Optometry/January*. 48-52. pp

Liu J.S., et al., 1979. Objective assessment of accommodation orthoptics. I. Dynamic insufficiency. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 56(5):285–94.

Liu L. et al., 2008. Effect of laser in situ keratomileusis on accommodation. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci.* 28(5):596-8. Epub 2008 Oct 10.

Lovicu, et al., 2004. *Development of the Ocular Lens*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-83819-3.

Mantilla T., Bueno G. 2005. Consultas de Optometría – Terapias de la acomodación. *Gaceta Óptica*, (370), 28- 29.

Morgan M. W. 1944. Analysis of clinical data. *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.* 21(12): 477-490.

Michaels D.D. 1987. Accommodation: clinical aspects. *Am. Acad. Ophthalmol. Focal points. Clinical modules for ophthalmologists. Vol 5, Module 10.*

Mutti D.O., et al., 1994. The effect of cycloplegia on measurement of the ocular components. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 35(2):515–27.

Ostrin L., Glasser A., 2004. Accommodation measurements in a prepresbyopic and presbyopic population *J Cataract Refract Surg*; 30:1435–1444.

Pigion R.G, Miller R.J. 1985. Fatigue of accommodation: changes in accommodation after visual work. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 62(12):853–63.

Prakash et al., 2007. Change in the accommodative convergence per unit of accommodation ratio after bilateral laser in situ keratomileusis for myopia in orthotropic patients: prospective evaluation. *J Cataract Refract Surg*, 33 (12), 2054 – 2056.

Radhakrishnan H., Charman W. 2007. Changes in astigmatism with accommodation. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 27 (3), 275 – 280.

Rojas A., Chacón A. 2007. Lasek en miopía. *Ciencia y Tecnología para la salud visual y ocular*, (8), 63 – 68.

Rosenfield M. Cohen A. 1996. Repeatability of Clinical Measurements of the Amplitude of Accommodation. *Oph and Physiol Opt.* Vol 16, No 3 pp 247-249

Rosenfield M., et al. 2002. Do progressing myopes show reduced accommodative responses? *Optometry and vision science*, 79 (4), 268 – 273.

Rutstein R.P, et al., 1988. Accommodative spasm: a study of 17 cases. *J.Am. Optom. Assoc.* 59(7):527–38.

Rutstein, R. P., et al., 1993. Comparing the amplitude of accommodation determined objectively and subjectively. *Optom. Vis. Sci.* 70, 496–500.

Rutstein, R. P., Daum, K. M. 1998. *Anomalies of Binocular Vision: Diagnosis and Management.* Mosby, St Louis, pp. 61–94.

Sang K., et al. 2005. Ocular deviation after unilateral laser in situ keratomileusis. *Medical Journal*, 41 (3), 404 – 406.

Sheiman. Mitchel 1994. Optometric Management of learning-related vision problems. Editorial Mosby. 277-283 pp

Scheiman M., Wick B. 1996. Tratamiento clínico de la visión binocular, (339 – 401), España, Luzan.

Scheiman M., Wick B. 2002. Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative and Eye Movement Disorders, Chap. 1. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA, 3–52 pp.

Schor C.M., Tsuetaki T.K. 1987. Fatigue of accommodation and vergence modifies their mutual interactions. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 28(8):1250–9.

Schor C., et al. 2006. Pulse step models of control strategies for dynamic ocular accommodation and disaccommodation. Vision Research, 46 (1-2), 242 – 258.

Shovlin J. 2001. Lasik Induced keratoconus?. Review of Optometry, (53), 107 – 109.

Smith, et al., 1997. The Eye and Visual Optical Instruments. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-47820-0.

Tassinari J. 2006. Monocular estimate method retinoscopy: Central tendency measures and relationship to refractive status and heterophoria. Optometry and vision science, 79 (11), 708 – 714.

Tsukamoto M., et al. 2000. Accommodation causes with the rule astigmatism in emmetropes. Optometry and vision science, 77 (3), 150 – 155.

Von Noorden et al., 1973. Associated convergence and accommodative insufficiency. Doc. Ophthalmol. 21;34(1):393–403.

Vuori E. Holopainen JM. 2009. Laser refractive correction of myopia in visually impaired patients improves visual acuity. *Acta Ophthalmol.*

Wade, Nicholas J. 2007. Image, eye, and retina (invited review). *Journal of the Optical Society of America A* 24 (5). ISSN 1520-8532.

Walker T., Mutti D. 2002. The effect of accommodation on ocular shape. *Optometry and vision science*, 79 (7), 424 – 430.

Walsh F, Hoyt W. 1969. *Clinical neuro-ophthalmology*. 3rd ed., Williams and Wilkins, Baltimore, MD, USA.

Wick B., Hall P. 1987. Relation among accommodative facility, lag, and amplitude in elementary school children. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 64(8):593–8.

Woehrle M.B., et al., 1997. Accommodative amplitude determination: can we substitute the pull away for the push-up method? *J. Optom. Vis. Dev.* 28:246-249.

Wu X.Y., Liu S. Z. 2003. Analysis of AC/A ratio after myopic excimer laser in situ keratomileusis. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*, 39(3), 132-135

Zellers J., et al., 1984. A review of the literature and a normative study of accommodative facility. *J. Am. Optom. Soc.* 55:31–7.

13. ANEXOS

Anexo No.1 Historia Clínica de Ortóptica

NOMBRE _____ IDENTIFICACIÓN _____
 DIRECCIÓN _____ TELEFONO _____
 EDAD _____ OCUPACIÓN _____ SEXO _____
 FECHA DE VALORACIÓN PRE QUIRÚRGICA _____
 FECHA DE CIRUGÍA _____
 FECHA DE VALORACIÓN POS QUIRÚRGICA _____
 MOTIVO DE CONSULTA _____

AGUDEZA VISUAL

		PRE CX	POSCX
C.C	O.D		
	O.I		

REFRACCIÓN

		PRE CX	POSCX
MEM	O.D		
	O.I		

AMPLITUD DE ACOMODACIÓN

		PRE CX	POSCX
ACERCAM.	O.D		
	O.I		
LENTE (-)	O.D		
	O.I		

FLEXIBILIDAD

	PRE CX	POSCX
O.D		
O.I		

ACOMODACIÓN RELATIVA

	PRE CX	POSCX
A.R.N		
A.R.P		

FIRMA DEL PACIENTE,

Manifiesto que he sido informado a mi entera satisfacción del estudio y acepto que me practiquen y realicen los actos de optometría que sean necesarios para el proyecto de investigación, de otro lado autorizo que accedan a la información incorporada en mi historia clínica como de su publicación.

Anexo No.2 Estadísticos Descriptivos

Variable (Unidad de medida)	Rango		Media	Desv. típ.
EDAD (años)	18	40	27.70	6.417
EsfpreOD (dpt)	-1.00	-5.25	-2.7917	1.10462
EsfpreOI (dpt)	-1.00	-4.25	-2.6083	1.10774
AV_CC_O#D (decimal)	0.8	1.0	0.90	0.03790
AV_CC_O#I	0.8	1.0	0.91	0.04342
MEM_O#D (dpt)	0.25	0.75	0.4917	0.10346
MEM_O#I (dpt)	0.25	0.75	0.4917	0.10346
Donders_OD (dpt)	7.14	20.00	12.1115	3.82247
Donders_OI (dpt)	6.67	20.00	12.1504	3.71522
Sheard_OD (dpt)	3.50	9.75	6.6250	1.63706
Sheard_OI (dpt)	3.50	9.50	6.5583	1.61976
FLNpre_OD (dpt)	1.00	2.00	1.9000	0.25086
FLPpre_OD (dpt)	1.50	2.00	1.9667	0.10854
Ciclospre_OD (ciclos por min.)	5.00	15.00	8.6333	2.26645
FLNpre_OI (dpt)	1.00	2.00	1.8917	0.26816
FLPpre_OI (dpt)	1.50	2.00	1.9667	0.10854
Ciclospre_OI (ciclos por min.)	5.00	16.00	9.0667	2.34790
ARP (dpt)	1.00	4.25	2.8917	0.96643
ARN (dpt)	1.50	3.75	2.7000	0.57009
CxEsfpos_OD (dpt)	+0.75	-1.00	-0.1250	0.53639
CxEsfpos_OI (dpt)	+1.00	-1.00	0.0500	0.55476
CxAV_SC_O#D (dpt)	0.5	1.0	0.8	0.07581
CxAV_SC_O#I (dpt)	0.5	1.0	0.86	0.05960
CxMEM_O#D (dpt)	0.25	0.75	0.5083	0.10346
CxMEM_O#I (dpt)	0.25	0.75	0.5083	0.10346
CxDonders_OD (dpt)	6.25	16.70	11.0477	2.70834
CxDonders_OI (dpt)	5.90	16.70	11.2563	2.89266
CxSheard_OD (dpt)	3.25	9.00	6.3333	1.45971
CxSheard_OI (dpt)	3.25	9.25	6.2333	1.48547

CxFLN_pos_OD (dpt)	1.00	2.00	1.8417	0.31131
CxFLP_pos_OD (dpt)	1.50	2.00	1.9750	0.10064
CxCiclosposOD(ciclos por min)	5.00	15.00	8.0000	2.27429
CxFLN_pos_OI (dpt)	1.00	2.00	1.8333	0.32386
CxFLP_pos_OI (dpt)	1.50	2.00	1.9750	0.10064
CxCiclosposOI(ciclos por min.)	5.00	14.00	8.1333	2.23966
CxARP (dpt)	1.00	4.25	2.7000	1.03890
CxARN (dpt)	1.25	3.50	2.6833	0.62606

Anexo No.3 Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	N	Parámetros normales ^{a,b}		Diferencias más extremas			Z de Kolmogorov v-Smirnov	Valor p Sig. asintót. (bilateral)
		Media	Desviación típica	Absoluta	Positiva	Negativa		
EsfpreOD	30	-2.7917	1.10462	.112	.096	-.112	.615	0.844
Esf_pre_OI	30	-2.6083	1.10774	.149	.149	-.141	.814	0.521
AV_CC_O#D	30	.0167	.03790	.503	.503	-.330	2.756	0.000
AV_CC_O#I	30	.0133	.04342	.521	.521	-.379	2.852	0.000
MEM_O#D	30	.4917	.10346	.432	.401	-.432	2.367	0.000
MEM_O#I	30	.4917	.10346	.432	.401	-.432	2.367	0.000
Donders_OD	30	12.1115	3.82247	.160	.160	-.097	.874	0.430
Donders_OI	30	12.1504	3.71522	.163	.163	-.083	.890	0.406
Sheard_OD	30	6.6250	1.63706	.109	.103	-.109	.599	0.865
Sheard_OI	30	6.5583	1.61976	.147	.090	-.147	.806	0.535
FLNpre_OD	30	1.9000	.25086	.488	.345	-.488	2.674	0.000
FLPpre_OD	30	1.9667	.10854	.521	.379	-.521	2.852	0.000
Ciclospre_OD	30	8.6333	2.26645	.173	.173	-.102	.949	0.329
FLNpre_OI	30	1.8917	.26816	.490	.343	-.490	2.685	0.000
FLPpre_OI	30	1.9667	.10854	.521	.379	-.521	2.852	0.000
Ciclospre_OI	30	9.0667	2.34790	.142	.142	-.089	.777	0.582
ARP	30	2.8917	.96643	.235	.115	-.235	1.290	0.072
ARN	30	2.7000	.57009	.135	.099	-.135	.739	0.645
CxEsf_pos_OD	30	-.1250	.53639	.208	.125	-.208	1.139	0.150
CxEsf_pos_OI	30	.0500	.55476	.136	.136	-.096	.744	0.637
CxAV_SC_O#D	30	.0333	.07581	.470	.470	-.330	2.574	0.000
CxAV_SC_O#I	30	.0300	.05960	.459	.459	-.307	2.516	0.000
CxMEM_O#D	30	.5083	.10346	.432	.432	-.401	2.367	0.000
CxMEM_O#I	30	.5083	.10346	.432	.432	-.401	2.367	0.000
CxDonders_OD	30	11.0477	2.70834	.118	.111	-.118	.649	0.794
CxDonders_OI	30	11.2563	2.89266	.100	.100	-.100	.549	0.924

CxSheard_OD	30	6.3333	1.45971	.110	.095	-.110	.601	0.863
CxSheard_OI	30	6.2333	1.48547	.111	.078	-.111	.607	0.855
CxFLN_pos_OD	30	1.8417	.31131	.461	.306	-.461	2.526	0.000
CxFLP_pos_OD	30	1.9750	.10064	.531	.402	-.531	2.911	0.000
CxCiclos_posOD	30	8.0000	2.27429	.167	.167	-.123	.913	0.375
CxFLN_pos_OI	30	1.8333	.32386	.463	.303	-.463	2.537	0.000
CxFLP_pos_OI	30	1.9750	.10064	.531	.402	-.531	2.911	0.000
CxCiclos_posOI	30	8.1333	2.23966	.194	.194	-.104	1.060	0.211
CxARP	30	2.7000	1.03890	.179	.119	-.179	.982	0.289
CxARN	30	2.6833	.62606	.151	.096	-.151	.830	0.497

- a. Los datos con contraste representan la distribución de Normalidad.
- b. Se han calculado a partir de los datos de cada prueba aplicada.

Anexo No.4 Prueba t-student

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Diferencia de Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
Inferior				Superior				
Donders_OD - CxDonders_OD	1.064	1.85	0.33824	0.37210	1.75565	3.145	29	0.004
Donders_OI - CxDonders_OI	0.894	1.96	0.35773	0.16244	1.62571	2.499	29	0.018
Sheard_OD - CxSheard_OD	0.291	0.623	0.11377	0.05899	0.52435	2.564	29	0.016
Sheard_OI - CxSheard_OI	0.325	0.626	0.11444	0.09095	0.55905	2.840	29	0.008
Ciclospre_OD - CxCiclos_posOD	0.633	0.765	0.13965	0.34772	0.91895	4.535	29	0.000
Ciclospre_OI - CxCiclos_posOI	0.933	1.08	0.19730	0.52981	1.33686	4.731	29	0.000
ARP - CxARP	0.191	0.552	0.10078	-0.01444	0.39778	1.902	29	0.067
ARN - CxARN	0.017	0.404	0.07383	-0.13432	0.16766	0.226	29	0.823

Valores Sig. ≤ 0.05 indican diferencias estadísticamente significativas.

Anexo No.5 Prueba de Wilcoxon

	MEM OD MEM POSCX OD
Z	,000(a)
Sig. asintót. (bilateral)	1,000
	MEM OI MEM POSCX OI
Z	,000(a)
Sig. asintót. (bilateral)	1,000

Valores Sig. ≤ 0.05 indican diferencias estadísticamente significativas.

- a La suma de rangos precx es igual a la suma de rangos poscx
- b Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon