

Estado acomodativo en pacientes ambliopes y no ambliopes de 5 a 12 años de edad

Accommodative state in amblyopic and non-amblyopic patients from 5 to 12 years of age

JOHANNA M. GONZÁLEZ BERMÚDEZ*
LINA M. ACUÑA BEDOYA** ✉
SANDRA M. MEDRANO MUÑOZ***

Recibido: 06-14-2017 / Aceptado: 09-22-2017

RESUMEN

Objetivo: determinar la diferencia del estado acomodativo entre pacientes ambliopes refractivos y no ambliopes de 5 a 12 años de edad. **Métodos:** se incluyó una muestra de 142 niños (46 ambliopes refractivos y 96 no ambliopes) entre los 5 y los 12 años; en cada uno se evaluó el estado acomodativo, al determinar el lag de acomodación con retinoscopia de Nott, la flexibilidad de acomodación con flippers y la amplitud de acomodación con una técnica subjetiva (MPD) y una objetiva (MODAA). **Resultados:** se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa entre sujetos ambliopes y no ambliopes en el lag (0,22; $p < 0,001$), la flexibilidad de acomodación (1,5 ciclos; $p < 0,001$) y la amplitud de acomodación —con MPD: 1,6 D ($p < 0,001$); con MODAA no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambliopes y no ambliopes para el ojo dominante (0,02 D; $p = 0,893$), mientras que para el ojo no dominante la diferencia fue de 0,38 D. **Conclusiones:** al evaluar con métodos objetivos las tres funciones del estado acomodativo en pacientes ambliopes refractivos de leves a moderados, se obtuvieron valores dentro del rango de normalidad; sin embargo, al compararlos con los pacientes no ambliopes, se detectó una diferencia estadísticamente significativa, lo que no necesariamente conlleva a diagnosticar a los pacientes ambliopes con una insuficiencia de acomodación. La función acomodativa más alterada en los ojos no dominantes de los pacientes ambliopes refractivos fue la flexibilidad de acomodación. En los pacientes ambliopes refractivos, la alteración en el sistema acomodativo es directamente proporcional al grado de anisometropía.

Palabras clave: amplitud de acomodación, ambliopía refractiva, MODAA, Lag, flexibilidad de acomodación, insuficiencia de acomodación.

* Optómetra. Magíster en Ciencias de la Visión de la Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Docente Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia.

** Optómetra. Magíster en Ciencias de la Visión de la Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. ✉ lacuna42@unisalle.edu.co

*** Optómetra. Magíster en Ciencias de la Visión de la Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Docente investigadora de la Universidad de La Salle. Miembro del Grupo Terapia y Rehabilitación Visual.

ABSTRACT

Objective: To determine difference in the accommodative state between refractive amblyopic and non-amblyopic patients from 5 to 12 years of age. *Methods:* The sample included 142 children (46 with refractive amblyopia and 96 non-amblyopic) between 5 and 12 years of age; the accommodative state was evaluated in each one of them by determining the accommodative lag with Nott retinoscopy, accommodative flexibility with flippers, and the amplitude of accommodation with a subjective (MPD) and an objective technique (MODAA). *Results:* A statistically significant difference was found between amblyopic and non-amblyopic subjects in the lag of accommodation (0.22, $p < 0.001$), accommodative flexibility (1.5 cycles, $p < 0.001$), and the amplitude of accommodation 1.6 D ($p < 0.001$), using the MPD technique. With MODAA, there was no statistically significant difference between amblyopic and non-amblyopic children for the dominant eye (0.02 D, $p = 0.893$), while for the non-dominant eye the difference was 0.38 D. *Conclusions:* Using objective methods to evaluate these three functions of the accommodative state in patients with mild to moderate refractive amblyopia, the values obtained were within the normal range. However, when compared with non-amblyopic patients, a statistically significant difference was detected, which does not necessarily lead to the diagnosis of amblyopic patients with inadequate accommodation. The most altered accommodative function in the non-dominant eyes of patients with refractive amblyopia was accommodative flexibility. In patients with refractive amblyopia, alteration of the accommodative system is directly proportional to the degree of anisometropia.

Keywords: amplitude of accommodation, refractive amblyopia, MODAA, lag, accommodative flexibility, insufficiency of accommodation.

INTRODUCCIÓN

El estado acomodativo se define a partir de tres funciones, las cuales deben evaluarse integralmente con el objetivo de establecer el diagnóstico del paciente; estas son la amplitud, la flexibilidad y el lag de acomodación. Las investigaciones acerca de las funciones acomodativas han comparado varios métodos, grupos etarios y pacientes con diferentes defectos refractivos en condiciones visuales óptimas; sin embargo, muy pocos estudios han tenido en cuenta la población infantil diagnosticada con ambliopía, y los resultados encontrados han confirmado que estos individuos difieren en el rendimiento acomodativo con respecto a los pacientes no ambliopes (1-5).

Las investigaciones respecto a la ambliopía y el estado acomodativo fueron lideradas, hacia 1983, por Ciuffreda y colaboradores (6), quienes evaluaron la acomodación en los ambliopes y determinaron que en estos pacientes hay un aumento de la profundidad de foco y una disminución del control acomodativo, de la pendiente de la curva estímulo-respuesta y de la amplitud de acomodación; estas anomalías se atribuyeron a los efectos

de la experiencia visual anómala prolongada y temprana en el sistema visual sensorial (7). Más tarde, en 1992, Singh, Sinha y Singh (3) desarrollaron un estudio con pacientes entre 30 meses y 10 años de edad diagnosticados con ambliopía anisométrica; así, evidenciaron que en el grupo de ambliopes se presentó una agudeza visual más disminuida para visión próxima que para visión lejana, así como había una mejoría en la visión próxima de una línea o más, luego de adicionar un lente de +3,00 D, lo que indicó la presencia de una disfunción acomodativa.

Ahora bien, en cuanto a los resultados concernientes a cada función acomodativa, se han encontrado diferencias que vale la pena mencionar: en 2013, Singman y colaboradores (4) estudiaron la asociación entre la amplitud de acomodación y la ambliopía, al evaluar niños en edades entre 3 y 14 años, a quienes les midieron la amplitud de acomodación objetivamente (autorrefractómetro Grand Seiko); de esta manera, encontraron una disminución de la amplitud de acomodación en los ojos ambliopes respecto a los no ambliopes; además, sus hallazgos permitieron evidenciar que la amplitud de acomodación empeora

progresivamente con el grado de ambliopía, lo que sugiere la necesidad de desarrollar nuevos estudios sobre la utilidad de la monitorización de la amplitud de acomodación durante y después del tratamiento.

Por otro lado, Candy y colaboradores (8) evaluaron el lag acomodativo en pacientes entre 3,5 meses y 7 años, incluidos pacientes hipermétropes, ambliopes, estrábicos y sanos; sus resultados confirmaron lo reportado por Ciuffreda y colaboradores en 1983 (6), al establecer que los pacientes con ambliopía refractiva no tratada o sin corregir tienen un lag superior, debido al aumento en la profundidad de campo, resultante de su visión espacial limitada. Así mismo, evidenciaron que los pacientes ambliopes presentan una acomodación imprecisa, ya que no responden en la misma medida al adicionar lentes positivos y negativos, lo cual puede deberse a la falta de información por parte de la porción central de la retina para iniciar el control de la acomodación (6).

En 2015, Manh y colaboradores (9) compararon el rendimiento acomodativo en niños con ambliopía unilateral (38 niños) de 3 a 13 años de edad y un grupo de control de 25 niños visualmente normales. El objetivo de este estudio fue contrastar la respuesta acomodativa entre el ojo dominante de los sujetos con ambliopía (anisometrópica, estrábica y ambliopía mixta) y el ojo dominante de los pacientes control; de este modo, se encontró una diferencia en el lag acomodativo entre los ojos ambliopes y los ojos no ambliopes (del mismo paciente) de $0,49 \pm 0,57$ D, que incrementaba significativamente con el aumento de la demanda acomodativa; así mismo, se encontró una diferencia significativa en el retraso acomodativo de los ojos ambliopes con respecto al grupo de control. Los autores concluyeron que los niños con ambliopías unilaterales presentan mayores retrasos acomodativos, lo que supone una insuficiencia acomodativa; cabe mencionar que estos resultados no muestran una comparación entre los diferentes tipos ni grados de ambliopía.

En 2013, Medrano, Acuña y Angulo (10), mediante una prueba piloto, evaluaron el estado acomodativo en un grupo de pacientes entre los 5 y los 12 años (15 ambliopes refractivos y 15 no ambliopes); la valoración del estado acomodativo incluyó la medición de la amplitud de acomodación con técnicas subjetivas y la medición objetiva y dinámica de la amplitud de acomodación (MODAA), de la flexibilidad de acomodación y del lag acomodativo con retinoscopia de Nott. Los resultados reflejaron una discrepancia en la respuesta acomodativa (lag), la cual señala que los ambliopes tienen una menor respuesta (0,25 D más positiva); mientras que la flexibilidad de acomodación varió en el número de ciclos (2), pero no en cuanto al poder de los lentes empleados. La amplitud de acomodación medida con las cuatro técnicas subjetivas tuvo una disminución estadísticamente significativa: en los ambliopes la diferencia fue mayor con el método subjetivo de *minus lens* (ML = 4,72 D) y menor con MODAA (0,47 D). Estos resultados confirmaron que el estado acomodativo en pacientes con ambliopía refractiva leve es menor que en pacientes no ambliopes y que la alteración acomodativa más frecuente en este tipo de pacientes es la insuficiencia de acomodación. No obstante, cabe aclarar que los resultados de la amplitud de acomodación con la técnica objetiva, aunque presentan diferencias estadísticamente significativas, clínicamente no son tan evidentes.

La importancia de evaluar el estado acomodativo en niños radica en que la reducción de la acomodación puede preceder a la pérdida de la agudeza visual, mejor corregida en la ambliopía (4); por ello, esta investigación brinda un patrón de referencia respecto al comportamiento acomodativo de los pacientes ambliopes refractivos, cuyos resultados permitirían replantear la terapia visual y, sobre todo, considerar la posibilidad de incluir la valoración completa de las funciones acomodativas en el protocolo de manejo de pacientes ambliopes. Así, el propósito de esta investigación fue establecer las diferencias en el estado acomoda-

dativo de pacientes ambliopes refractivos de 5 a 12 años y pacientes no ambliopes, mediante una valoración completa y objetiva de las funciones acomodativas, con el fin de que, al conocer el estado acomodativo evaluado integralmente, sea posible replantear los protocolos de terapia visual en términos de diagnóstico, tiempo, pronóstico y de actividades en consultorio y en casa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuó un estudio de corte cuantitativo. La población meta incluida correspondió a niños ambliopes refractivos y no ambliopes de 5 a 12 años. Se estimó un tamaño de muestra no probabilística de 142 niños, entre los cuales había un grupo de 46 niños ambliopes refractivos de 5 a 12 años y un grupo de 96 niños no ambliopes de la misma edad. La muestra se calculó mediante el método diferencia entre dos grupos de asignación desigual a dos colas, con un error alfa de 5% y un nivel de confianza de 95%. Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- *Pacientes ambliopes*: ambliopías refractivas isoametrópicas (hipermetropía mayor a 4,00 D, miopía mayor a 6,00 D y astigmatismo mayor a 2,50 D) y anisoametrópicas (hipermetropía mayor a 1,00 D, miopía mayor a 3,00 D y astigmatismo mayor a 1,50 D), así como defecto refractivo corregido (después de haber usado durante cuatro semanas la corrección determinada por las examinadoras en la valoración inicial).
- *Pacientes no ambliopes*: agudeza visual máxima de 0,2 unidades del logaritmo del mínimo ángulo de resolución (LogMAR) sin corrección en cada ojo, tanto en visión lejana como en visión próxima; defectos refractivos corregidos en un rango de esfera de +0,50 a -0,50 y cilindros hasta de -0,50 D y pacientes sin glaucoma de ángulo estrecho, problemas cardíacos y trastornos del sistema nervioso central (epilepsia).

Se excluyeron pacientes con estrabismos congénitos o ambliopías estrábicas; individuos que estuvieran o hubieran estado en tratamiento de ambliopía o alteraciones patológicas de segmento anterior o posterior que afecten la agudeza visual; sujetos con antecedentes oculares de cirugía de estrabismo o trauma y pacientes que no prestaran colaboración suficiente para la realización de las distintas técnicas, alteraciones o retrasos psicomotores o nistagmo.

Así mismo, se realizó una estandarización de los procedimientos entre las investigadoras, para lo cual se evaluaron siete pacientes (5% de la muestra) elegidos al azar. Se decidió evaluar ambos ojos (dominantes y no dominantes) tanto en los pacientes ambliopes como en los no ambliopes. La dominancia ocular motora se determinó partir del ojo que lograra la mejor agudeza visual corregida, así como por el resultado obtenido con el test tradicional (triángulo con las manos).

Los pacientes se captaron en la Clínica de Optometría de la Universidad Autónoma de Aguascalientes en México y en los lugares de práctica clínica privada de las investigadoras en Bogotá. En ambos países se verificó que cumplieran con los criterios de inclusión; de acuerdo con los lineamientos de la declaración de Helsinki y el Decreto 8430 de 1993, se procedió a explicar de forma oral y escrita los procedimientos a los pacientes y a los acudientes y se entregó el consentimiento y asentimiento informado; al recibir la aceptación de participación, se procedió a evaluar el estado visual y acomodativo.

Para evaluar la agudeza visual en visión lejana se empleó la cartilla de letras o figuras (LEA) a 3 metros del paciente y en visión próxima, a 40 centímetros de este. Los resultados se anotaron en unidades LogMAR.

A todos los pacientes se les efectuó examen externo y fondo de ojo, valoración de la heteroforia y del punto próximo de convergencia y detección del defecto refractivo (retinoscopia estática y bajo

cicloplejia); posteriormente, se evaluó el estado acomodativo en ambos ojos de los pacientes ambliopes y no ambliopes, como se menciona a continuación.

MEDICIÓN OBJETIVA Y DINÁMICA DE LA AMPLITUD DE ACOMODACIÓN (MODAA)

Se dispuso en la montura de pruebas la corrección del sujeto que se halló en la afinación de la fórmula determinada bajo cicloplejia. Se ocluyó el ojo izquierdo y, luego, se adicionó un lente de $-4,00$ D. El punto de fijación fue un set de figuras que subtendían un minuto un ángulo de resolución, el cual correspondía a una línea por debajo de su mejor agudeza visual en visión próxima. Se le pidió al paciente que sostuviera lo más cerca posible al ojo el punto de fijación y que, a continuación, lo empezara a alejar constantemente hasta que pudiera observar las figuras de forma clara y sostenida; en ese punto, se le pidió que leyera en voz alta las figuras. El evaluador se situó con el retinoscopio por detrás del punto de fijación, con la banda del aparato dispuesta perpendicular al meridiano más refringente. El examinador valoró las sombras retinoscópicas a partir del momento en el que el sujeto vio las figuras de forma clara y sostenida. Si la sombra era “contra”, se movía en dirección al ojo del paciente hasta encontrar el primer movimiento “con”. Si la sombra era directa (“con”), se alejaba del ojo del paciente hasta que observara el primer movimiento “contra”. El inverso de la distancia (expresado en dioptrías) desde el plano del lente hasta el retinoscopio más $4,00$ D fue el valor de la amplitud de acomodación objetiva. El procedimiento fue repetido dos veces por cada ojo (11).

AMPLITUD DE ACOMODACIÓN CON LA TÉCNICA DE DONDERS MODIFICADO (MPD)

Se dispuso en la montura de pruebas la corrección del sujeto que se halló en la afinación de la fórmula determinada bajo cicloplejia. Se ocluyó el ojo izquierdo y, luego, se adicionó un lente de $-4,00$ D.

Las características del punto de fijación fueron las mismas que en el procedimiento anterior. El punto de fijación se sostuvo lo más cerca posible al ojo del paciente y, a continuación, se empezó a alejar lenta y constantemente hasta que el niño pudo nombrar las figuras observadas. La medida de la amplitud de acomodación con *modified push down* (MPD) fue expresada en dioptrías: corresponde al inverso de la distancia desde el plano del lente hasta el punto de fijación más $4,00$ D. El procedimiento se repitió para el otro ojo; la medición por cada ojo se efectuó dos veces, con un minuto de intervalo entre cada toma (12).

LAG DE ACOMODACIÓN CON RETINOSCOPIA DE NOTT

Se utilizaron los lentes hallados en la afinación de la fórmula determinada bajo cicloplejia. El punto de fijación se situó a 40 centímetros del ojo del paciente. Se ocluyó el ojo izquierdo y se le pidió al sujeto que observara de forma clara y constante las figuras de fijación, alentándolo a que las pronunciara en voz alta para confirmar que veía claro y nítido el objeto de fijación. El evaluador se ubicó con el retinoscopio por detrás del punto de fijación (entre las figuras y el infinito óptico), de tal forma que quedara lo más cerca posible del eje visual del paciente. La banda del retinoscopio se orientó perpendicular al meridiano más refringente. Si el movimiento retinoscópico era inverso (“contra”), el examinador se acercaba hacia el ojo del paciente hasta que se neutralizara el movimiento u observara que este se revertía (se volvía “con”). Si el reflejo retinoscópico era directo (“con”), el evaluador se alejaba del ojo del paciente hasta que neutralizara el movimiento o notara que la sombra se invertía (se volvía “contra”). Posteriormente, se registró la distancia entre el ojo del evaluado y el espejo del retinoscopio. El inverso de esta distancia, expresado en dioptrías, se denominó *respuesta acomodativa* y el inverso de la distancia desde el ojo del paciente hasta el punto de fijación (40 centímetros), expresado en dioptrías, se denominó *demanda de acomodación*. Así, el lag de acomodación se determinó a partir

de la diferencia entre la demanda de acomodación y la respuesta acomodativa. Si la demanda era mayor a la respuesta, el lag tenía signo positivo; si la demanda era menor a la respuesta, el lag sería de signo negativo: este se designó *lead*. El procedimiento se repitió dos veces y, luego, se realizó en el otro ojo.

VALORACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD DE ACOMODACIÓN

Este proceso se efectuó de forma monocular, con la corrección óptica basada en la afinación de la fórmula determinada bajo cicloplejia. Se le pidió al paciente que leyera en voz alta los componentes de una línea inferior a su mejor agudeza visual en visión próxima de la cartilla de fijación, ubicada a una distancia de 50 centímetros; se le preguntó si veía las imágenes de forma “clara y sostenida” y se le solicitó que nombrara los objetos observados; mientras lo hacía, se antepuso un lente de +2,00 D y, luego, uno de -2,00 D. Vale la pena mencionar que cada vez que el paciente completaba la lectura de una línea (5 ítems), se hacía el cambio del lente; por lo tanto, un ciclo correspondía a la lectura de cinco ítems con lente positivo y cinco con lente negativo. Se realizó el cambio entre los lentes durante un minuto y se contaron y se anotaron los ciclos por minuto. Se repitió el mismo procedimiento para el otro ojo.

Cuando el sujeto presentó más dificultad con uno u otro lente, se anotó “positivo” si la dificultad fue con el poder positivo, “negativo” si la dificultad fue con el poder negativo y “ambos” si la dificultad fue con ambos lentes. Si al cabo de 10 segundos (máximo) el sujeto no pudo leer o aclarar las imágenes con uno o ambos lentes, se disminuyó 0,50 D al poder del lente con el que presentó la dificultad y se inició nuevamente.

RESULTADOS

Se evaluaron 165 pacientes, de los cuales 142 cumplieron con los criterios de inclusión (96 no

ambliopes y 46 ambliopes). Para los resultados se tuvieron en cuenta los dos ojos (dominante y no dominante) de los dos grupos de pacientes (no ambliopes y ambliopes) y se analizaron separadamente, de acuerdo con la dominancia ocular en cada grupo.

El promedio de edad fue de 8,6 años (desviación estándar [DE]: 1,76) para el grupo de no ambliopes y de 8 años (DE: 2,01) para el grupo de ambliopes. La agudeza visual próxima y lejana en promedio para el ojo dominante y no dominante de los niños no ambliopes fue de 0,0 LogMAR (DE: 0,05); mientras que la agudeza visual lejana en promedio para los niños ambliopes fue de 0,2 (DE: 0,20) en el ojo dominante y de 0,5 (DE: 0,16) para el ojo no dominante; en visión próxima fue de 0,2 (DE: 0,19) y 0,4 (DE: 0,16), respectivamente.

De acuerdo con los referentes teóricos establecidos para el lag de acomodación, los resultados permiten evidenciar que, aunque los valores son ligeramente más altos en los pacientes ambliopes, se encuentran dentro del rango de normalidad en los dos grupos.

Al evaluar la amplitud de acomodación con el método de Donders modificado (MDP), se obtuvieron valores más altos que al medirlos con MODAA, tanto en no ambliopes como en ambliopes, es decir, para el grupo de no ambliopes, el ojo dominante tuvo una amplitud de acomodación con MPD de 12,68 y con MODAA de 8,17; el ojo no dominante obtuvo 12,18 con MPD y 8,06 con MODAA. Aunque en el grupo de ambliopes la respuesta con MPD fue menor que en el grupo de sujetos sanos, aún es más alta que con MODAA: se encontró que en el ojo dominante el MPD fue de 11,07 y con MODAA fue de 8,15; en el ojo no dominante el MPD fue 10,49 y el MODAA, 7,68. La mayor variación de los resultados (tenga en cuenta la desviación estándar) se obtuvo con la técnica de MPD en ambos grupos (tabla 1 y figura 1).

Las tablas 2 y 3 muestran el comportamiento de ambos grupos, al evaluar la flexibilidad de acomoda-

dación. En el ojo no dominante de los pacientes no ambliopes se evidenció una leve dificultad con el lente negativo. En el caso de los ambliopes, algunos pacientes (19) tuvieron dificultad para enfocar con el ojo dominante al anteponer lente negativo; con el ojo no dominante, más de la mitad de los pacientes (34) presentaron dificultad con el mismo lente. Respecto a la cantidad de ciclos efectuados, los pacientes ambliopes presentaron menor cantidad de ciclos tanto en el ojo dominante como en el no dominante.

TABLA 1. Valores promedio (Prom) y desviación estándar (DE) del lag acomodativo (retinoscopia de Nott) y la amplitud de acomodación subjetiva (Donders modificado [MPD]) y objetiva (MODAA) en 142 sujetos (96 no ambliopes y 46 ambliopes). Los resultados están discriminados por ojo dominante (O dom) y ojo no dominante (N dom) en los dos grupos de pacientes

DIAGNÓSTICO		LAG		MPD		MODAA	
		N DOM	O DOM	N DOM	O DOM	N DOM	O DOM
No ambliopes	Prom	0,37	0,40	12,68	12,18	8,17	8,06
	DE	0,12	0,12	0,94	1,09	0,50	0,48
Ambliopes	Prom	0,57	0,68	11,07	10,49	8,15	7,68
	DE	0,25	0,26	1,92	1,93	0,85	0,88

TABLA 2. Frecuencias absolutas (N) y relativas (%) de la flexibilidad de acomodación que presentaron 142 sujetos (96 normales, 46 ambliopes), discriminados por ojo dominante y no dominante en cada grupo de pacientes evaluados. Clasificados: sin dificultad (ok), dificultad con lente positivo (P), con lente negativo (N) y con ambos lentes (N/P)

DIAGNÓSTICO		OJO DOMINANTE		OJO NO DOMINANTE	
		N	%	N	%
No ambliopes	N/P	0,00	0,00	0,00	0,00
	N	2,00	2,08	12,00	12,50
	P	1,00	1,04	0,00	0,00
	ok	93,00	96,88	84,00	87,50
Total		96,00	100,00	96,00	100,00
Ambliopes	N/P	0,00	0,00	2,00	4,35
	N	19,00	41,30	34,00	73,91
	P	0,00	0,00	0,00	0,00
	ok	27,00	58,70	10,00	21,74
Total		46,00	100,00	46,00	100,00

TABLA 3. Promedio y desviación estándar (DE) para la cantidad de ciclos por minuto efectuados al evaluar la flexibilidad de acomodación en 96 sujetos no ambliopes y 46 ambliopes (total 142), discriminados por ojo dominante (O dom) y no dominante (N dom) en ambos grupos de pacientes

DIAGNÓSTICO		O DOM	N DOM
No ambliopes	Prom	5,7	5,5
	DE	0,8	0,9
Ambliope	Prom	4,7	3,5
	DE	2,2	2,1

Al observar la diferencia hallada entre pacientes ambliopes y no ambliopes, en el lag de acomodación en ambos ojos se evidenció un mayor retraso acomodativo (aproximadamente 0,25 D más positivo que en los pacientes sanos); en cuanto a la flexibilidad de acomodación, también hubo una diferencia estadísticamente significativa: dos ciclos menos efectuados en el ojo no dominante y un ciclo menos en el ojo dominante de los pacientes ambliopes (tabla 4).

TABLA 4. Diferencias entre los ojos dominantes y no dominantes de los pacientes ambliopes y no ambliopes, para el lag acomodativo, la flexibilidad de acomodación ($\pm 2,00$ ciclos por minuto), la amplitud de acomodación subjetiva (Donders modificado [MPD]) y objetiva (MODAA)

		OJO DOMINANTE	OJO NO DOMINANTE
Lag	Diferencia	0,20	0,28
	Valor p*	< 0,001	< 0,001
Flexibilidad de acomodación (ciclos)	Diferencia	1,0	2,1
	Valor p	< 0,001	< 0,001
Donders Modificado	Diferencia	1,61	1,68
	Valor p	< 0,001	< 0,001
MODAA	Diferencia	0,02	0,38
	Valor p	0,893	0,009

* $p < 0,05$.

Nota. La hipótesis nula establecida durante el trabajo es: existe diferencia significativa del estado acomodativo entre el ojo dominante y el no dominante; por lo tanto, si el valor p es igual o superior a 0,05, la hipótesis nula no puede rechazarse. No obstante, si p es menor a 0,05, la hipótesis debe rechazarse, ya que existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de ojos no dominantes y el grupo de ojos dominantes.

La amplitud de acomodación medida con MPD también presentó una diferencia estadísticamente

significativa entre no ambliopes y ambliopes en los ojos dominantes (1,61 D) y no dominantes (1,68 D). Por el contrario, la única variable que no presentó variación significativa estadísticamente fue la MODAA en los ojos dominantes (0,02 D); mientras que en los ojos no dominantes (0,38 D) sí hubo una diferencia estadísticamente significativa.

Por otro lado, se evidenció que el comportamiento acomodativo en los pacientes ambliopes varía de acuerdo con la agudeza visual, lo cual se puede apreciar en las figuras 2, 3 y 4. La severidad de la ambliopía se determinó a partir de la agudeza visual, es decir, valores entre 0,3 y 0,5 correspondían a ambliopía leve y entre 0,6 y 0,9, a amblio-

pías moderadas. La agudeza visual promedio de los pacientes diagnosticados con ambliopía leve en el ojo dominante fue de 0,18 y en el ojo no dominante, de 0,37; así mismo, el promedio de la agudeza visual de los ambliopes moderados fue de 0,32 en el ojo dominante y de 0,65 en el no dominante.

Con respecto a la distribución del diagnóstico del estado acomodativo en los pacientes ambliopes, se hallaron predominantemente diagnósticos de insuficiencia acomodativa, tanto en ojos dominantes como en no dominantes. El diagnóstico menos frecuente fue el exceso de acomodación, como se puede observar en la figura 5.

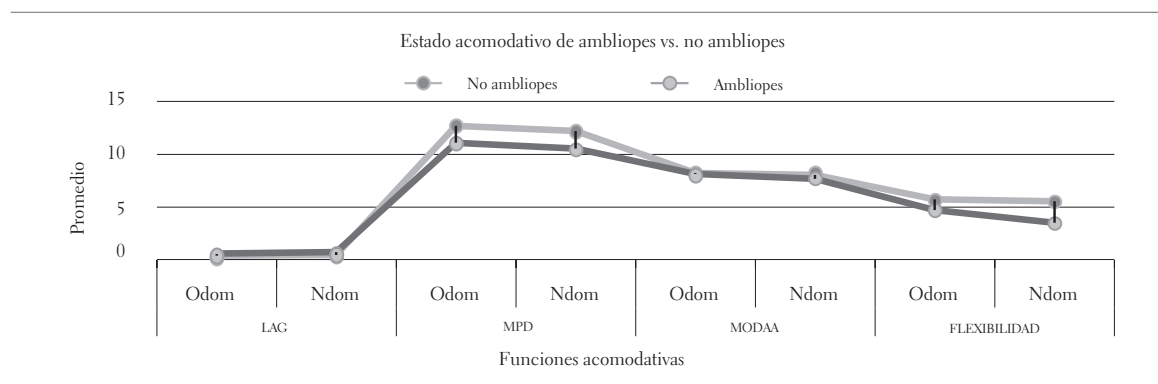
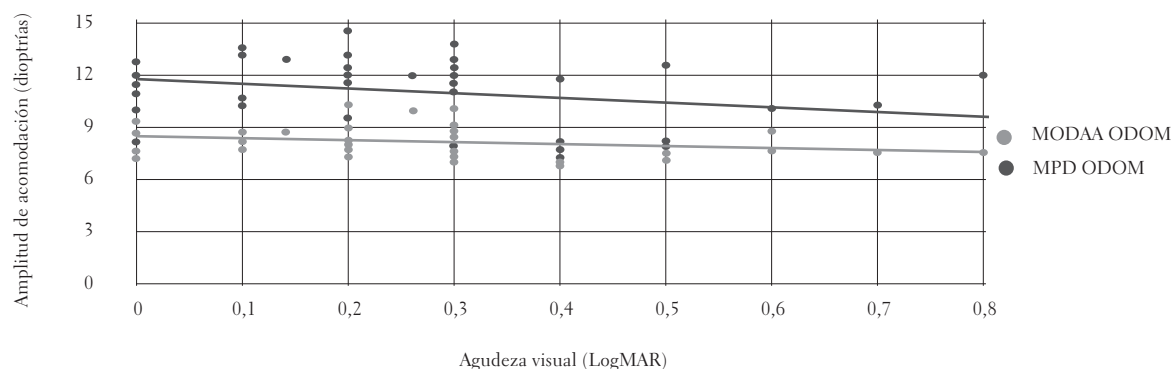


FIGURA 1. Comparación de las funciones acomodativas (lag, amplitud de acomodación [MODAA y MPD] y flexibilidad [ciclos]) entre los pacientes ambliopes y no ambliopes, separados por ojos dominante y no dominante



A)

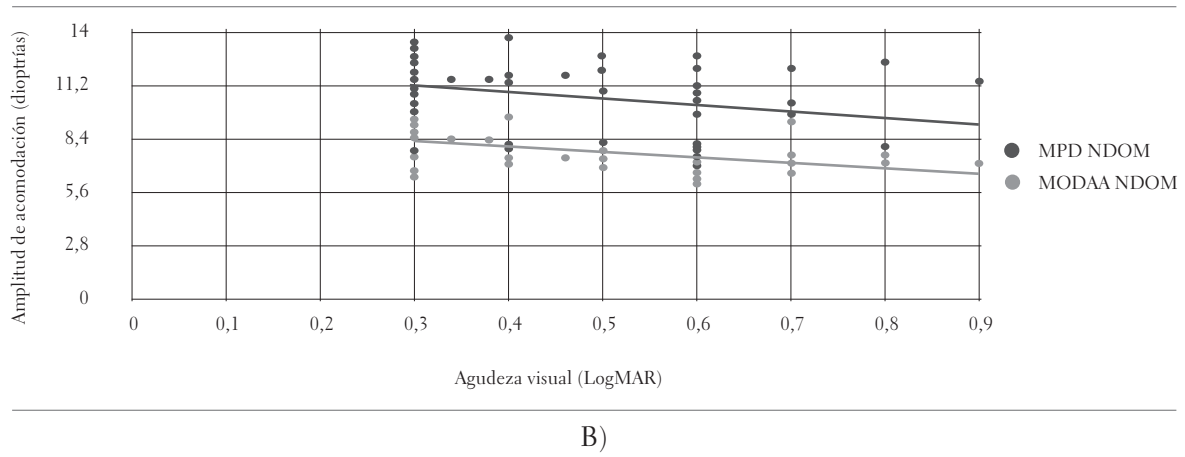


FIGURA 2. Comportamiento de la amplitud de acomodación en los pacientes ambliopes con respecto a la agudeza visual, de acuerdo con las dos técnicas empleadas. A) Comparación entre MODAA y MPD en el ojo dominante (O dom). B) Comparación de los resultados obtenidos con ambas técnicas en el ojo no dominante (N dom)

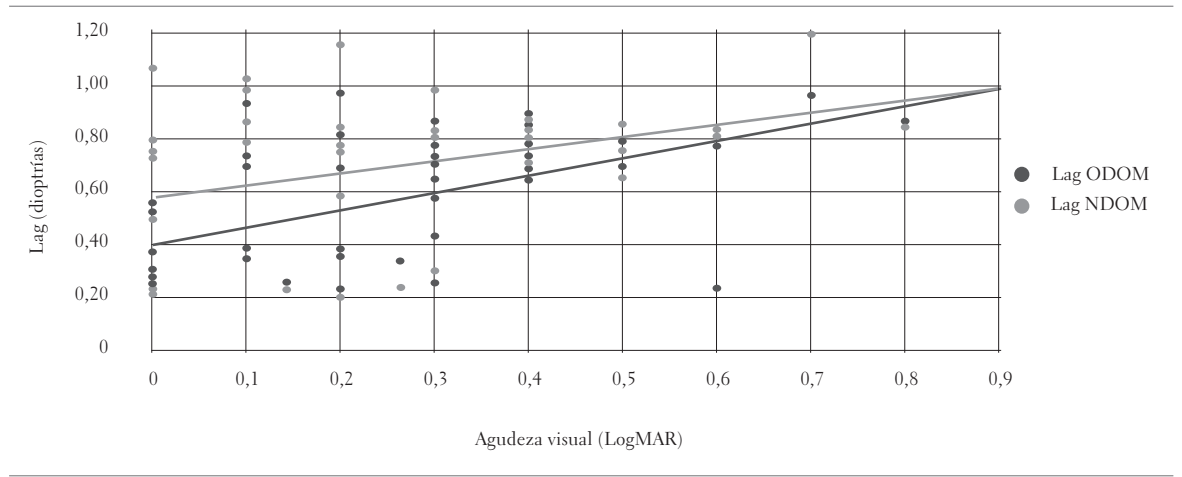


FIGURA 3. Comparación del lag entre el ojo dominante (O dom) y no dominante (N dom) de los pacientes ambliopes con respecto a la agudeza visual. A menor capacidad visual, existe un mayor retraso acomodativo

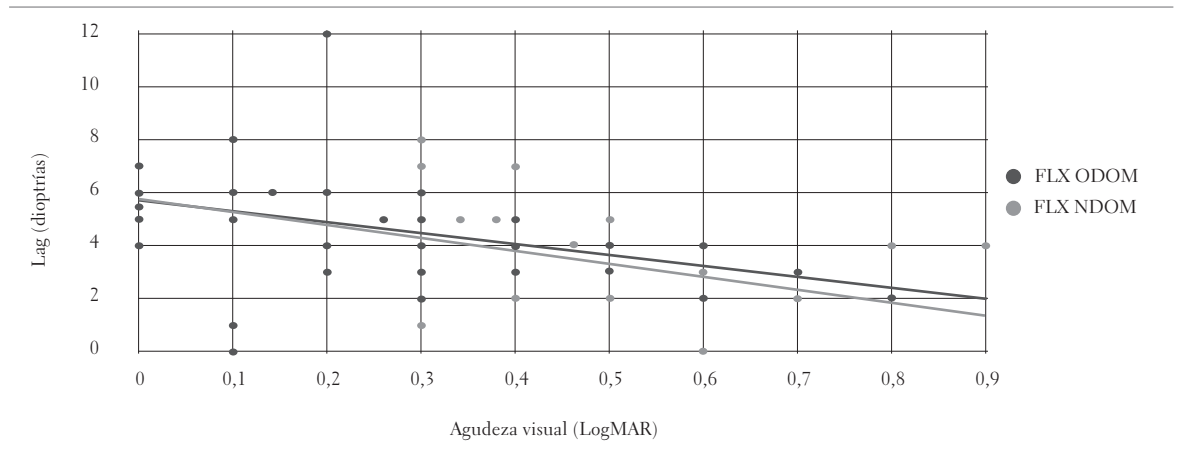


FIGURA 4. Comparación de la flexibilidad de acomodación en ciclos (FLX) entre el ojo dominante (O dom) y no dominante (N dom) de los pacientes ambliopes, con respecto a la agudeza visual. Se observa un paralelismo del comportamiento entre los dos grupos, así como una disminución de la flexibilidad de acomodación en ciclos por minuto a medida que disminuye la capacidad visual

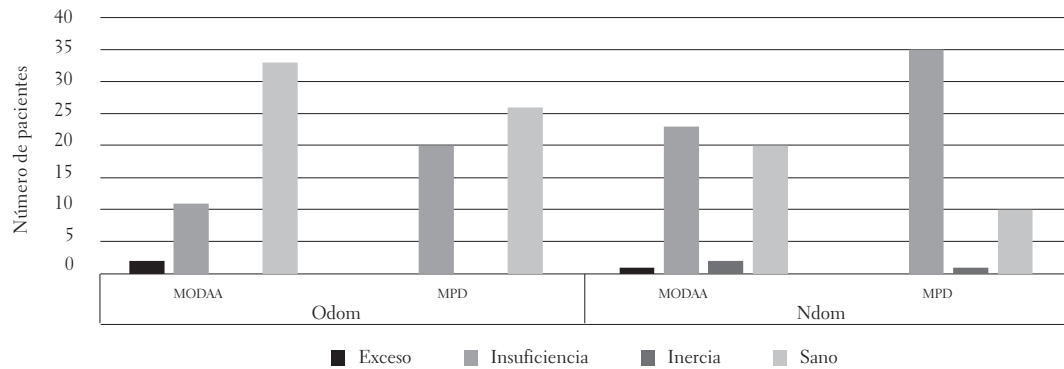


FIGURA 5. Diferencias en el diagnóstico del estado acomodativo de los ojos dominantes y no dominantes de los pacientes ambliopes, de acuerdo con la técnica empleada para valorar la amplitud de acomodación (MODAA y MPD). Vale la pena aclarar que el diagnóstico se realizó teniendo en cuenta la alteración de dos de tres funciones acomodativas (lag, flexibilidad y amplitud de acomodación evaluada con las dos técnicas MODAA y MPD)

DISCUSIÓN

La valoración completa del estado acomodativo desarrollada en la presente investigación ha permitido evidenciar que, a pesar de la variación encontrada entre ambliopes y no ambliopes, la mayoría de las funciones acomodativas en los ambliopes se encuentra dentro de límites normales y que, al evaluarlas objetivamente, se descarta el diagnóstico de insuficiencia de acomodación en este grupo de pacientes.

El lag acomodativo se encuentra entre los rangos de normalidad (de acuerdo con la desviación estándar) en los ojos dominantes y no dominantes de los niños ambliopes y no ambliopes; no obstante, entre ellos hay una diferencia estadísticamente significativa, reflejada en un lag más positivo en los pacientes ambliopes, lo cual coincide con lo reportado por Wood y Tomlinson (13), para quienes una reducción en la pendiente estímulo-respuesta significó un aumento del lag frente a estímulos acomodativos altos, debido a la reducción del esfuerzo acomodativo para mantener el objeto enfocado. Por su parte, Ciuffreda y colaboradores (14) postularon que los pacientes ambliopes pueden manifestar un retraso acomodativo mayor como resultado de un incremento de la profundidad de campo, generada por su visión espacial limitada. Además de confirmar los hallazgos de los estudios

mencionados, en 2012, Candy y colaboradores (8) encontraron que el lag acomodativo se incrementa con el aumento de la hipermetropía; así mismo, en los ambliopes refractivos aumenta con el grado de anisometropía, por lo que hallaron un retraso acomodativo más alto en el ojo más hipermetrope como resultado del rendimiento relativamente preciso del ojo dominante. Recientemente, Manh y colaboradores (9) compararon el lag acomodativo entre niños no ambliopes y ambliopes y determinaron que los niños entre 3 y 13 años diagnosticados con ambliopía unilateral tienen un lag acomodativo significativamente mayor en el ojo ambliope con respecto al ojo no ambliope y frente al ojo no dominante de los pacientes no ambliopes; de esta manera, encontraron una diferencia interocular entre el ojo no ambliope y el ojo ambliope de 0,24 D, lo que en el presente estudio representó una diferencia de 0,28 D.

A pesar de que se ha reportado el aumento en la profundidad de foco y su consecuente incremento del lag —lo que permitiría correlacionar el rendimiento acomodativo con la magnitud del déficit visual—, los resultados de Manh y colaboradores (9), en 2015, no revelaron una asociación significativa entre el error de acomodación del ojo ambliope para una demanda de 4,00 D y la agudeza visual; en efecto, hallaron que la agudeza visual del ojo ambliope no fue un predictor

significativo del error de acomodación (vale la pena mencionar que la ausencia de esta relación fue atribuida al tamaño de la muestra y al rango limitado de agudeza visual del ojo ambliope). Por el contrario, los resultados hallados en la presente investigación sugieren una relación directa entre el aumento del lag y la magnitud del defecto visual en los pacientes ambliopes refractivos, ya que se encontró un lag promedio de 0,68 y 0,86 D en los ojos dominante y no dominante de los pacientes diagnosticados con ambliopía moderada, respectivamente, y 0,45 y 0,68 D en los ambliopes leves, lo que corresponde con lo descrito por Vincent y colaboradores (15), quienes establecieron que a mayor aberración óptica esférica o esferocilíndrica (mayor defecto visual), junto con una disminución de la sensibilidad neuronal, se amplía la profundidad de foco, lo que produce un mayor retraso acomodativo.

Ahora bien, respecto a la flexibilidad de acomodación, es evidente la dificultad de los pacientes ambliopes para enfocar con el lente negativo en ambos ojos, aunque en mayor proporción con el ojo no dominante (en el 73 % de pacientes); esto justifica la disminución en el número de ciclos con este mismo ojo (3,5 cpm \pm 2,1), lo que genera resultados que no solo se encuentran por debajo de los valores esperados para el promedio de edad (7 cpm \pm 2,5), sino que, al compararse con el ojo no dominante de pacientes no ambliopes, tienen una diferencia estadísticamente significativa: es la única función acomodativa que se encuentra realmente afectada en el ojo no dominante de los pacientes con ambliopía de leve a moderada. Por el contrario, en el caso de los ojos dominantes, el promedio de ciclos está dentro del rango normal (4,7 ciclos, valores de referencia de Scheiman y Wick [16]), aunque al compararlo con el ojo dominante de los no ambliopes, la diferencia también fue estadísticamente significativa. Los hallazgos confirman la afirmación de Ciuffreda y colaboradores (14), quienes describieron que la acomodación imprecisa de los pacientes ambliopes se hace evidente al no responder en la misma medida frente a los lentes positivos y negativos.

En cuanto a la amplitud de acomodación, los resultados obtenidos coinciden con lo reportado en los estudios que preceden esta investigación: cuando se evalúa con una técnica subjetiva como Donders modificado, es evidente que la amplitud de acomodación se reduce en los pacientes ambliopes, aún más en el ojo no dominante. Ciuffreda y colaboradores (14) atribuyeron la alteración en la acomodación en pacientes ambliopes al efecto temprano y prolongado de la experiencia visual anómala sobre el sistema sensorial, justificado en el deterioro de la percepción al contraste y de los movimientos fijacionales, es decir, la reducción en la curva estímulo-respuesta es una consecuencia de la pérdida sensorial primaria implicada en la percepción al contraste. Esto concuerda con numerosos estudios que evidencian que la sensibilidad reducida (reflejada en el aumento de la profundidad de foco) genera una reducción en la capacidad acomodativa. Tal es el caso de Ukai, Ishii y Ishikawa (17), quienes, en 1986, confirmaron que la reducción de la amplitud de acomodación y del rendimiento acomodativo en los pacientes ambliopes está relacionado con algún tipo de pérdida sensorial, debido a la reducción de la sensibilidad al cambio de contraste, reflejado en el incremento de las microfluctuaciones acomodativas. Por otro lado, Wood y Tomlinson (13), en 1975, evaluaron la amplitud de acomodación con un método subjetivo (método de acercamiento, *push up*) y encontraron respuestas acomodativas iguales en el ojo sano y en el ambliope (frente a estímulos acomodativos bajos), lo cual difiere con lo reportado en este trabajo, ya que al emplear una técnica subjetiva (Donders modificado [MPD]) se encontró una diferencia estadísticamente significativa (aproximadamente de 1,50 D; $p < 0,001$) entre los ojos dominantes y no dominantes de los pacientes sanos y ambliopes; esto representa una diferencia clínica y estadísticamente significativa entre pacientes no ambliopes y ambliopes, cuando su amplitud de acomodación se evalúa subjetivamente. Se cree que el resultado encontrado por Wood y Tomlinson (13) pudo estar determinado por la subjetividad por parte del paciente y la sobrestimación generada con el método de Donders

— las letras no subtienden el ángulo de resolución esperado para una línea menor de la mejor agudeza visual, existe una magnificación de la imagen, debido a la reducción de la distancia relativa del objeto (18,19), y la contracción de la pupila aumenta al acercarse un objeto, lo que incrementa la profundidad de foco y reduce los círculos de difusión (19)—.

Por otra parte, teniendo en cuenta que los valores de normalidad con la técnica de MODAA reportados por León, Estrada y Rosenfield (19), en 2015, para niños sanos entre 5 y 14 años se encuentran entre 7,31 y 9,36 D (incluida la desviación estándar), la amplitud de acomodación de los pacientes ambliopes se encontró dentro de los valores normales (ojo dominante: 8,15; DE: 0,85; y ojo no dominante: 7,68; DE: 0,68), aunque al compararlos con los sujetos sanos hubo una diferencia estadísticamente significativa en el comportamiento acomodativo de los ojos no dominantes (0,38; $p = 0,009$), lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Singman y colaboradores (4), en 2013, quienes evaluaron objetivamente la amplitud de acomodación de niños con ambliopía entre 3 y 14 años y encontraron que esta se reduce en los ojos ambliopes, así como parece empeorar progresivamente con el grado de ambliopía, de manera que en cuanto peor es la agudeza visual, menor es la amplitud de acomodación. Así mismo, esto coincide con los resultados encontrados en este estudio, ya que para los pacientes ambliopes refractivos leves se encontró una amplitud de acomodación de 8,46 y 8,11 D en los ojos dominante y no dominante, respectivamente, y de 7,80 y 7,21 D para los ojos ambliopes moderados. De esta manera, es evidente que la respuesta acomodativa se altera de acuerdo con el deterioro de la agudeza visual (mayor grado de severidad de la ambliopía), tal como se muestra en las figuras 1, 2 y 3, donde se observa una relación directamente proporcional cuando se comparan las tres variables del estado acomodativo (lag, amplitud de acomodación, flexibilidad) con respecto a la agudeza visual.

A su vez, estos hallazgos coinciden con los resultados de White & Wick (citado en 16), en los cuales los pacientes con mayor afectación central tienen menos precisión acomodativa, debido a la falta de definición de desenfoque y a las anomalías sensoriales establecidas por los factores ambliogénicos durante el desarrollo visual, las cuales limitan la capacidad de detectar la necesidad acomodativa y aumentan la profundidad de foco, lo que disminuye la exactitud en la acomodación. En 2010, Horwood y Riddell (20), al evaluar la respuesta acomodativa binocularmente con el autorrefractómetro PlusoptiX S04, describieron la presencia de acomodación asimétrica en los pacientes con ambliopía por anisometropía, es decir, obtuvieron pacientes que acomodan normalmente con el ojo no ambliope y presentan disminución de la acomodación frente a estímulos cercanos con el ojo ambliope, con lo que demostraron que la acomodación no necesariamente es una respuesta consensuada. En la presente investigación se confirma lo mencionado por estos autores, aunque la diferencia interocular entre los ambliopes fue de 0,47 D, mucho menor que la encontrada por ellos (3,9 D; $p = 0,008$), posiblemente debido a la severidad de la ambliopía de los pacientes estudiados (agudeza visual peor a 20/200). En la acomodación del ojo no ambliope no se encontró diferencia significativa respecto al ojo sano (0,02 D; $p = 0,893$), lo cual implica que la acomodación con el ojo dominante en los pacientes ambliopes es prácticamente normal.

Al ser evidente la diferencia en el comportamiento acomodativo entre los ojos dominantes y no dominantes de los pacientes ambliopes con respecto a los sanos, solo restaría definir el diagnóstico acomodativo, para el cual se consideraron los criterios establecidos por Scheiman y Wick (16) en 2013: para ser diagnosticado con insuficiencia de acomodación, es necesario tener una amplitud de acomodación de por lo menos 2,00 D por debajo del valor esperado o del mínimo establecido por la fórmula de Hofstetter, así como una falla en la flexibilidad y un valor estimado de lag igual o

mayor a 1,00 D con retinoscopia del método de estimulación monocular (MEM). Así mismo, se estableció que el diagnóstico se realiza al encontrar una alteración en al menos dos de las tres funciones acomodativas que se pretenden evaluar (lag, flexibilidad y amplitud de acomodación). En esta investigación, el diagnóstico se determinó a través del resultado obtenido de acuerdo con la técnica empleada para medir la amplitud de acomodación: cuando se evaluó con el método subjetivo (MPD), el diagnóstico fue una insuficiencia de acomodación, debido a que dos de las tres funciones del estado acomodativo estaban alteradas (flexibilidad y AA), pero cuando se estimó con el método objetivo (MODAA), el comportamiento acomodativo se asemejó más al de un paciente sano, a tal punto que el ojo dominante del ambliope no presentó una diferencia estadísticamente significativa respecto al ojo dominante sano. No obstante, entre el ojo no dominante ambliope y el ojo no dominante sano la diferencia fue 0,38 D, lo que estadísticamente fue significativo, pero clínicamente es posible que no lo sea, por lo que se puede afirmar que no hay diferencia clínicamente significativa en el estado acomodativo entre pacientes sanos y ambliopes refractivos de leves a moderados entre 5 y 12 años de edad cuando se evalúan con la técnica MODAA. Así mismo, cuando se comparan los resultados de los pacientes ambliopes con los rangos de normalidad, solo se encuentra alteración en la flexibilidad de acomodación (menor cantidad de ciclos y dificultad con el lente negativo) y en la amplitud de acomodación si se valora con MPD; sin embargo, si se evalúa con la técnica objetiva, el comportamiento es similar al de un paciente no ambliope, razón por la cual se sugiere la evaluación de la acomodación con la técnica de MODAA, ya que es evidente que con los métodos subjetivos se sobrestiman los valores de acomodación y se producen diagnósticos incorrectos que alteran las líneas de tratamiento.

Los resultados de esta investigación permiten reflexionar respecto al planteamiento de la terapia visual en los niños con ambliopía refractiva de leve

a moderada, puesto que es evidente que al evaluar el estado acomodativo en su totalidad (lag, flexibilidad y amplitud) con métodos objetivos no hay un diagnóstico que justifique iniciar la terapia visual con técnicas que permitan mejorar unas funciones acomodativas que en realidad no se encuentran alteradas, lo que lleva a perder tiempo y oportunidades valiosas para mejorar otras funciones que pueden estar afectadas en los niños ambliopes de esta categoría; así mismo, es necesario considerar la opinión de algunos autores (4) respecto a la importancia de valorar el estado acomodativo en los niños ambliopes y no solamente la agudeza visual, ya que indican que la reducción de la acomodación puede preceder a la pérdida de la agudeza visual mejor corregida en la ambliopía. En este sentido, la valoración del estado acomodativo permitiría el control del progreso de los pacientes durante y después de la terapia visual: esta es una hipótesis que, según nuestros hallazgos, podría evidenciarse en pacientes con ambliopías de moderada a severa.

CONCLUSIONES

Al comparar el estado acomodativo de los sujetos ambliopes refractivos de leves a moderados de 5 a 12 años de edad con los sujetos no ambliopes, existe una diferencia estadísticamente significativa en las funciones correspondientes a la amplitud de acomodación, lag y flexibilidad; en efecto, es evidente la diferencia en el comportamiento acomodativo, lo que no necesariamente conlleva a diagnosticar a los pacientes ambliopes con insuficiencia de acomodación.

La función acomodativa más alterada en los ojos no dominantes de los pacientes ambliopes refractivos fue la flexibilidad de acomodación. La alteración acomodativa en los ojos dominantes de los pacientes con ambliopía refractiva de leve a moderada sugiere que la ambliopía es una condición bilateral que afecta funciones visuales en ambos ojos.

REFERENCIAS

1. Burian H, Von Noorden G. Binocular vision and ocular motility. Maryland Heights (MO): Mosby; 1974.
2. Ciuffreda KJ, Hokoda SC, Hung GK, Semmlow JL, Selenow A. Static aspects of accommodation in human amblyopia. *Am J Optom Physiol Opt* [Internet]. 1983 jun [citado 2016 may 19];60(6):436-49. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6881274>
3. Singh V, Sinha S, Singh GK. A retrospective cohort study for prognostic significance of visual acuity for near over that for distance in anisometric amblyopia. *Indian J Ophthalmol*. 1992;40(2):44-7.
4. Singman E, Matta N, Tian J, Silbert D. Association between accommodative amplitudes and amblyopia. 2013 jun;21(2):137-9.
5. Webber AL, Wood J. Amblyopia: prevalence, natural history, functional effects and treatment. *Clin Exp Optom*. 2005;88(6):365-75.
6. Ciuffreda KJ, Hokoda SC, Hung GK, Semmlow JL, Selenow A. Static aspects of accommodation in human amblyopia. *Optom Vis Sci* [Internet]. 1983;60(6):436-49. Disponible en: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKP:lan dingpage&an=00006324-198306000-00004>
7. Hung GK, Ciuffreda KJ, Semmlow JL, Hokoda SC. Model of static accommodative behavior in human. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1983;30(10):665-71.
8. Candy TR, Gray KH, Hohenbary CC, Lyon DW. Visual psychophysics and physiological optics the accommodative lag of the young hyperopic patient. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(1).
9. Manh V, Chen AM, Tarczy-Hornoch K, Cotter SA, Candy TR. Accommodative performance of children with unilateral amblyopia. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2015;56(2):1193-207.
10. Medrano S, Acuña L, Angulo S. Acomodación en pacientes de cinco a doce años con ambliopía refractiva leve y moderada: prueba piloto. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2014;12(1):65-77.
11. León A. Validación de una técnica objetiva para determinar la amplitud de acomodación [tesis de maestría]. [Bogotá]: Universidad de La Salle; 2009.
12. Chen AH, O'Leary DJ, Howell ER. Near visual function in young children. Part I: near point of convergence. Part II: amplitude of accommodation. Part III: near heterophoria. *Ophthalmic Physiol Opt* [Internet]. 2000 may [citado 2016 may 21];20(3):185-98. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1475-1313.2000.00498.x>
13. Wood IC, Tomlinson A. The accommodative response in amblyopia. *Am J Optom Physiol Opt*. 1975;52(4):243-7.
14. Ciuffreda KJ, Hokoda SC, Hung GK, Semmlow JL. Accommodative stimulus/response function in human amblyopia. 1984;29(54):303-26.
15. Vincent SJ, Collins MJ, Read SA, Carney LG. Monocular amblyopia and higher order aberrations. *Vision Res*. 2012;66:39-48.
16. Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorders. 4ª ed. Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
17. Ukai K, Ishii M, Ishikawa S. A quasi-static study of accommodation in amblyopia. 1986;6(3):287-95.
18. Ostrin LA, Glasser A. Accommodation measurements in a prepresbyopic and presbyopic population. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2004 jul [citado 2016 may 22];30(7):1435-44. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0886335004000690>
19. León A, Estrada JM, Rosenfield M. Age and the amplitude of accommodation measured using dynamic retinoscopy. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2016;31(1):5-12.
20. Horwood AM, Riddell PM. Independent and reciprocal accommodation in anisometric amblyopia. *J AAPOS*. 2010;14(5):447-9.