

**ESTUDIO DEL ESTADO ACOMODATIVO EN PACIENTES DE 5 A 12 AÑOS DE EDAD
CON AMBLIOPIA REFRACTIVA VS PACIENTES NO AMBLIOPE**

LINA MARCELA ACUÑA BEDOYA

JOHANNA MARCELA GONZÁLEZ BERMÚDEZ

Directora:

DRA. SANDRA MEDRANO O.D., MSc

Asesor Metodológico:

DR. ALEJANDRO LEÓN O.D., MSc

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA VISIÓN
BOGOTÁ
2016**

**ESTUDIO DEL ESTADO ACOMODATIVO EN PACIENTES DE 5 A 12 AÑOS DE EDAD
CON AMBLIOPIA REFRACTIVA VS PACIENTES NO AMBLIOPES**

**LINA MARCELA ACUÑA BEDOYA
JOHANNA MARCELA GONZÁLEZ BERMÚDEZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TITULO DE MAGISTER EN CIENCIAS DE LA
VISIÓN**

**Directora de Investigación:
DRA. SANDRA MEDRANO OD.**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA OPTOMETRÍA
TRABAJO DE GRADO
BOGOTA, COLOMBIA
2016**

Nota de Aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá _____

A Dios, por iluminar y guiar mi camino.
A mis papás, por ser mi fuente de admiración e inspiración.
A Pipe, mi hermano, mi motivo y mi ilusión.
A Joha, colega ejemplar y compañera de luchas incansables.
A la Universidad de la Salle por abrirme paso hacia nuevos caminos.
A The Vision Care Institute por haber creído en mí y acercarme a mis sueños

Lina Marcela Acuña Bedoya

A Dios por sus infinitas bendiciones
A mis papás por sus luchas incansables en busca de mi felicidad
A Sebas, mi amigo, hermano y compañero de vida
A mi familia y amigos por creer siempre en mí
A Lina por su apoyo y profesionalismo
A mis pacientes por ellos y para ellos
Y a la inigualable alma mater: La Universidad de la Salle!

Johanna M. González Bermúdez

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora Sandra Medrano por su apoyo incondicional, dedicación y grandes aportes en la realización de este trabajo.

Al Doctor Alejandro León por su gran colaboración y ayuda en la parte estadística de la investigación.

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes por facilitar el trabajo de campo de esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO

1. Lista de Tablas
2. Lista de Figuras
3. Lista de Anexos
4. Resumen
5. Introducción
6. Marco Teórico
 - 6.1. Ambliopía
 - 6.2. Etiología de la ambliopía- base neurológica
 - 6.3. Ambliopía y agudeza visual
 - 6.4. Ambliopía y sensibilidad al contraste
 - 6.5. Ambliopía y acomodación
 - 6.6. Ambliopía y visión binocular
 - 6.7. Tratamiento de la ambliopía
 - 6.7.1. Tratamiento activo: Corrección refractiva
 - 6.7.2. Oclusión
 - 6.7.3. Atropina y Penalización
 - 6.7.4. Tratamiento Pasivo
7. Objetivos
 - 7.1. Objetivo General
8. Metodología
 - 8.1. Tipo de Estudio
 - 8.2. Población
 - 8.3. Muestra
 - 8.4. Criterios de Inclusión
 - 8.5. Criterios de Exclusión
 - 8.6. Materiales
 - 8.7. Aspectos Éticos
9. Procedimiento
 - 9.1. Técnicas a Emplear
 - 9.1.1. Agudeza Visual
 - 9.1.2. Examen externo y fondo de Ojo
 - 9.1.3. Valoración de la Heteroforia (HTF)
 - 9.1.4. Estado Refractivo en Visión Lejana
 - 9.1.5. Lag de Acomodación - Retinoscopía de Nott
 - 9.1.6. Valoración de la Flexibilidad de Acomodación
 - 9.1.7. Amplitud de Acomodación
 - 9.1.7.1. Técnica de Modified Push Down – MPD (Donders Modificado)
 - 9.1.7.2. Técnica de Medición Objetiva Dinámica de la Amplitud de Acomodación – MODAA.
10. Recolección de la Información y Análisis Estadístico de Datos
11. Resultados
12. Discusión
13. Conclusiones

14. Recomendaciones

15. Referencias bibliográficas

16. Anexos

16.1. Consentimiento Informado

16.2. Historia Clínica

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Promedio (Prom) y desviación estándar (DE) del Lag acomodativo (retinoscopía de Nott), la amplitud de acomodación subjetiva (Donders Modificado -MPD) y objetiva (MODAA) en 142 sujetos (96 sanos y 46 ambliopes).

Tabla 2. Frecuencias absolutas (N) y relativas (%) de la flexibilidad de acomodación que presentaron 142 sujetos (96 normales, 46 ambliopes)

Tabla 3. Promedio y desviación estándar (DE) para la cantidad de ciclos por minuto efectuados al evaluar la flexibilidad de acomodación en 96 sujetos normales y 46 ambliopes (total 142), discriminados por ojo dominante (Odom) y no dominante (Ndom).

Tabla 4: Diferencia entre sujetos normales y ambliopes para el Lag acomodativo, la flexibilidad de acomodación (± 2.00 , ciclos por minuto), la amplitud de acomodación subjetiva (Donders Modificado) y objetiva (MODAA).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A. Objetos de fijación para niños de 5 y 6 años **B.** Objetos de fijación para niños de 7 – 12 años.

Figura 2. Comportamiento de la amplitud de acomodación en los pacientes ambliopes con respecto a la agudeza visual. **A.** Comparación entre las técnicas de amplitud de acomodación MODAA vs. MPD en el ojo dominante (Odom). **B.** Comparación de los resultados obtenidos con ambas técnicas en el ojo No dominante (Ndom).

Figura 3. Comparación del Lag entre el ojo dominante (Odom) y no dominante (Onodom) de los pacientes ambliopes con respecto a la agudeza visual.

Figura 4. Comparación de la flexibilidad de acomodación (Ciclos) entre el ojo dominante (Odom) y no dominante (Onodom) de los pacientes ambliopes con respecto a la agudeza visual.

Figura 5. Comparación de las funciones acomodativas (Lag, Amplitud de acomodación - medida con MODAA y MPD- y Flexibilidad –Ciclos-) entre los pacientes ambliopes y no ambliopes.

Figura 6. Diferencias en el diagnóstico del estado acomodativo de los pacientes ambliopes de acuerdo a la técnica empleada para valorar la amplitud de acomodación (MODAA vs. MPD).

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento Informado para la investigación dirigido a padres de familia.

Anexo 2. Asentimiento informado para los niños.

Anexo 3. Ficha técnica de preguntas para padres acerca de antecedentes que puedan impedir la dilatación con cicloplegia.

Anexo 4. Historia clínica.

ESTUDIO DEL ESTADO ACOMODATIVO EN PACIENTES CON AMBLIOPÍA REFRACTIVA VS PACIENTES NO AMBLIOPES DE 5 A 12 AÑOS

RESUMEN:

En la actualidad la terapia visual está diseñada para remediar las deficiencias acomodativas propias de los pacientes ambliopes, sin embargo los tratamientos actuales pretenden rehabilitar el componente acomodativo sin discriminación del grado de severidad de la ambliopía, tal vez porque no se han establecido las posibles diferencias que pueden existir entre estas. Por lo cual, la presente investigación tiene como objeto evaluar las funciones de la acomodación en su totalidad, de tal manera que sea posible conocer el grado y tipo de afectación de las mismas, permitiendo protocolizar a futuro el diagnóstico, manejo y seguimiento en esos pacientes. **Objetivo** Determinar la diferencia del estado acomodativo entre pacientes de 5 a 12 años de edad ambliopes refractivos y pacientes no ambliopes. **Materiales y Métodos:** Se incluyó una muestra de 142 niños, (46 ambliopes refractivos y 96 no ambliopes) entre los 5 y 12 años de edad, en cada sujeto se evaluó el estado acomodativo determinando el Lag de acomodación con retinoscopia de Nott, la flexibilidad de acomodación y la Amplitud de Acomodación (AA) 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 (Dif 0,22 $p < 0,001$), flexibilidad de acomodación (Dif 1,5 ciclos $p < 0,001$) y AA medida con MPD (Dif=1,6 Dts $p < 0,001$), con MODAA no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambliopes y no ambliopes para el ojo dominante (Dif 0,02 Dts $p = 0,893$) mientras que para el ojo no dominante la diferencia fue de 0,38 Dts. **Conclusiones:** La diferencia estadísticamente significativa en el estado acomodativo entre pacientes ambliopes refractivos de 5 a 12 años de edad con respecto a los no ambliopes, no implica un diagnóstico de insuficiencia de acomodación cuando es empleada la técnica de MODAA para evaluar la amplitud de acomodación.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la práctica clínica y con base en diferentes estudios sobre la prevalencia de la ambliopía, se ha establecido que los tipos más comunes son la refractiva y la estrábica, siendo la ambliopía anisométrica la más frecuente en la población pediátrica (1,2). Respecto a la población latina el Pediatric Eye Disease Study (PEDIG) (3) en 2008 realizó un estudio multiétnico en el cual evaluaron 3007 niños entre 30 y 72 meses, para determinar la prevalencia de la ambliopía de acuerdo a la edad y al origen étnico específico, encontrando una prevalencia de ambliopía de 2,6% en los hispano/latinos, cuya causa principal es la anisometropía(3).

Por otro lado, el estado acomodativo se define a partir de tres funciones que deben ser evaluadas integralmente con el objetivo de establecer el diagnóstico del paciente, estas comprenden: la amplitud, la flexibilidad y el lag de acomodación. Los estudios realizados al respecto en su mayoría, se han enfocado en comparar los resultados con diferentes métodos, por grupos etarios y defectos refractivos en pacientes que con su mejor corrección logran el nivel visual esperado. Sin embargo, muy pocos estudios han tenido en cuenta la población infantil diagnosticada con ambliopía, no obstante, sus resultados han confirmado que difieren en el rendimiento acomodativo con respecto a los pacientes no ambliopes (4–8).

En cuanto a la relación entre la ambliopía y el estado acomodativo es poco lo que se ha estudiado, las investigaciones respectivas las iniciaron Ciuffreda y Cols. (5) en 1983, estudiaron los aspectos estáticos de la acomodación en la ambliopía, y determinaron que en los pacientes ambliopes se encuentran anomalías tales como disminución del control acomodativo, de la pendiente estímulo respuesta de la curva acomodativa, de la amplitud de acomodación y aumento de la profundidad de foco; estas anomalías se atribuyeron a los efectos de la experiencia visual anómala prolongada y temprana en el sistema visual sensorial. Más tarde, en 1992 se realizó un estudio de 50 niños de 2,5 a 10 años con ambliopía anisométrica y se evidenció que en el grupo de ambliopes con una Agudeza visual más disminuida para visión próxima que para visión lejana, había una mejoría en la visión próxima de una línea o más, luego de adicionar un lente de +3.00D, lo que indicó la presencia de una disfunción acomodativa (6); frente a tales hallazgos, se han planteado diversos argumentos para explicar la reducción del rendimiento acomodativo en pacientes ambliopes. Burian, H & Von Noorden, G (4) en 1974 propusieron que la causa más probable de esta disminución es la pérdida sensorial primaria en la región central de la retina debido a la prolongada experiencia visual anómala.

Recientemente Singman y Cols. (7) en 2013 estudiaron la asociación entre la amplitud de acomodación y la ambliopía, evaluaron 52 niños en edades entre 3 y 14 años a los cuales se les midió la amplitud de acomodación objetivamente mediante el autorefractómetro Grand Seiko, encontrando 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, sugiriendo la necesidad de realizar nuevos estudios sobre la utilidad de la monitorización de la amplitud de acomodación durante y después del tratamiento de la ambliopía (7).

Respecto al Lag acomodativo, Candy et al., (9) evaluaron el retraso acomodativo en 111 pacientes entre los 3.5 meses y los 7 años, incluyendo pacientes hipermétropes, ambliopes, estrábicos y sanos; sus resultados confirman lo reportado por Ciuffreda et al. (5) estableciendo 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, los pacientes ambliopes también presentan una acomodación imprecisa, ya que no responden en la misma medida al adicionar lentes positivos y negativos, lo cual se puede deber a la falta de información por parte de la porción central de la retina para iniciar el control de la acomodación(5).

Wong (10) en el 2013 realizó una comparación del rendimiento acomodativo en niños con ambliopía unilateral de los 3 a los 13 años de edad versus un grupo control de 25 niños visualmente normales en Estados Unidos (Indiana, y los Ángeles). El objetivo de este estudio fue comparar la respuesta acomodativa en el ojo dominante de los sujetos con ambliopes (anisométrica, estrábica y ambliopía mixta) y sujetos control, en condiciones binoculares y de visión monocular, encontrando una diferencia en el retraso acomodativo (Lag) entre los ojos ambliopes y sanos de $0,49 \pm 0,57D$ incrementando significativamente con el aumento de la demanda acomodativa, así como también encontró una diferencia significativa en el retraso acomodativo de los ojos ambliopes con respecto al grupo control. El autor concluyó que los niños con ambliopías unilaterales presentan mayores retrasos acomodativos lo que supone una insuficiencia acomodativa, cabe mencionar que estos resultados no muestran comparación entre los diferentes tipos ni grados de ambliopía.

En 2013 Acuña y Angulo (11) mediante una prueba piloto evaluaron el estado acomodativo en un grupo de 30 pacientes entre los 5 y 12 años, de los cuales 15 fueron 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 dinámica de la amplitud (MODAA) de acomodación, de la flexibilidad de acomodación y del Lag acomodativo mediante la retinoscopia de Nott. Los resultados reflejaron una discrepancia en la respuesta acomodativa (LAG) la cual señala que los ambliopes tienen una menor respuesta (0.25D 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 4 técnicas subjetivas tuvo una disminución estadísticamente significativa en los ambliopes ($p < 0,05$) la diferencia fue mayor con el método subjetivo de minus lens (ML= 4,72D) y menor con MODAA (0,47D). 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 estas discrepancias.

Teniendo en cuenta los estudios que anteceden esta investigación, es evidente que la información respecto a la relación entre la ambliopía y el estado acomodativo es escasa, además no se han establecido las posibles diferencias que se puedan presentar en el componente acomodativo de pacientes con ambliopía refractiva versus pacientes no ambliopes; por lo cual es indispensable evaluar las funciones de la acomodación en su totalidad para reconocer el grado y tipo de afectación de las mismas, de forma tal que sea posible diagnosticar correctamente las variaciones que se presentan en éste tipo de pacientes, para protocolizar el manejo de dicha función mediante la terapia visual. Así mismo, sería útil determinar cuál es la alteración acomodativa más frecuente en pacientes ambliopes refractivos, ya que en la literatura no hay información precisa al respecto que

permita establecer diferencias respecto a la forma de tratarlas. Así pues, este trabajo brindará pautas importantes para nuevos protocolos en la realización de terapias visuales para el tratamiento de la ambliopía.

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 (7). En este sentido, la valoración del estado acomodativo permite el control del progreso de los pacientes durante y después de la terapia visual, por lo cual ésta investigación brindaría un patrón de referencia respecto al comportamiento acomodativo de los pacientes ambliopes refractivos, cuyos resultados permitirían replantear la terapia visual y sobretodo considerar la posibilidad de incluir la valoración completa de las funciones acomodativas en el protocolo de manejo de los pacientes ambliopes tratados. Es así como el propósito de esta investigación va encaminado a establecer posibles diferencias en el estado acomodativo de los pacientes ambliopes refractivos versus pacientes no ambliopes, mediante la valoración completa y objetiva de las funciones acomodativas de forma tal que sea posible plantear la terapia visual en términos de diagnóstico, duración y pronóstico.

MARCO TEÓRICO

AMBLIOPIA

La ambliopía es un trastorno del desarrollo de la corteza visual y una de las causas principales de la disfunción visual en la población pediátrica, es la consecuencia de la interrupción del desarrollo neurológico normal del sistema visual y puede producirse por varias razones, dentro de las causas más comunes están los estrabismos, los defectos refractivos no corregidos, las anisometropías y las deprivaciones visuales, estas condiciones crean desenfoque de los rayos de luz que estimulan la retina en un periodo crítico dando lugar a una pérdida o reorganización anormal de las conexiones neuronales dentro de la corteza visual, lo que genera un desarrollo neurológico anómalo y una inmadurez cerebral que se correlaciona con varios cambios cognoscitivos y de comportamiento observados durante la infancia y la adolescencia (8).

ETIOLOGIA DE LA AMBLIOPIA- BASE NEUROLOGICA

Gran parte de lo que se conoce en la actualidad sobre la fisiopatología de la ambliopía proviene del trabajo propuesto por Hubel y Wiesel, quienes estudiaron los efectos de una experiencia normal y anormal en gatos y micos, en su inicial experimento los investigadores suturaron el párpado de uno de los ojos de los gatos recién nacidos, simulando de esta manera una forma de privación (catarata, ptosis, defecto refractivo alto, estrabismo) y evaluando el efecto que esto representaba después de 10 semanas de oclusión, descubriendo que bajo estas condiciones la respuesta eléctrica de la corteza cerebral no era la misma con respecto al ojo no privado, histológicamente encontraron una contracción celular a nivel del cuerpo geniculado lateral así como una reducción en el número de células corticales visuales binoculares. Este hallazgo les llevo a postular que en un cerebro en desarrollo (periodo sensible) existe una competencia entre los dos ojos que se representa a nivel celular en la corteza visual y que solo ocurre durante un periodo determinado ya que en gatos y micos adultos el efecto de la oclusión no altero ninguna de las conexiones previamente establecidas en la infancia. De este trabajo se concluye que la privación o la falta de estímulo correcto en un periodo importante de desarrollo tiene un impacto negativo sobre la competencia de las células corticales, encontrando una alternancia de la dominancia ocular que lleva a una reacción selectiva de las columnas de dominancia de un ojo con

respeto al otro, revelando cambios en las propiedades de la corteza visual estriada (V1), que dependen de la profundidad de la ambliopía y del tiempo de exposición al factor ambliogénico, es decir entre más temprano se dé la experiencia anormal y más tiempo dure este efecto peor será el pronóstico visual (12).

Se ha reportado en la literatura que la ambliopía genera una serie de cambios a nivel morfo fisiológico en la retina que lleva a una disminución de la agudeza visual, de la sensibilidad al contraste, de la acomodación y de la estereopsis y que estos cambios dependen directamente del tipo y de la severidad de la misma. En los últimos años, extensos estudios de neuroimagen se han llevado a cabo para evaluar las anomalías corticales, estructurales/funcionales en la ambliopía con el fin de poder establecer las diferencias entre los tipos y grados para así encontrar la etiología precisa de cada uno de estos. Joly y Frankó (13) en 2014 estudiaron la morfología de la retina tanto en pacientes ambliopes refractivos como en estrábicos mediante el uso de la tomografía de coherencia óptica encontrando una reducción significativa en el grosor de capas de células ganglionares y un incremento en el grosor foveolar como resultado de una depresión anormal de la zona foveolar durante el desarrollo en la retina del ambliope estrábico, lo que le confiere un desarrollo menor de agudeza visual con respecto al ambliope refractivo .

En concordancia con esto Mckee y colaboradores (14) exponen que los diferentes tipos de ambliopía presentan patrones visuales desiguales basados en que presentan una etiología diferente, el paciente ambliope estrábico al no utilizar de una forma adecuada su fovea presenta un desarrollo superior de la vía magnocelular con presencia de campos receptivos mucho más grandes que le confieren la capacidad de tener una mejor sensibilidad al contraste pero un poco reconociendo de patrones de ahí su pobre agudeza visual, mientras que el ambliope refractivo al utilizar de una forma adecuada su fijación desarrolla mejor la vía parvocelular, contando con campos receptivos mucho más pequeños y específicos lo que le confiere mayor capacidad de reconociendo de detalles, mejor agudeza visual pero una sensibilidad al contraste más reducida en especialmente en las frecuencias espaciales de medias a altas.

AMBLIOPIA Y AGUDEZA VISUAL:

La agudeza visual constituye uno de los aspectos más importantes que se debe tener en cuenta en los pacientes ambliopes pues finalmente va a ser uno de los indicadores más importantes de la evolución y superación de la ambliopía. Diferentes estudios se han realizado sobre una misma pregunta: ¿Cómo ve el ambliope? Y hasta el momento se ha podido identificar que en la ambliopía al existir una contracción de células corticales que lleva a una alteración en el recorrido de la información visual en la vía geniculoes triada se podría pensar que existe un pobre reconociendo de formas y representación de objetos en la zona ínfero-temporal de la corteza visual primaria que es donde finalmente se interpreta el ¿Qué se está viendo? De ahí la afirmación que al paciente ambliope le es más difícil reconocer o discriminar un optotipo correctamente cuando se presenta en una fila acompañado de otros optotipos que cuando se presenta solo en un fondo uniforme, pues se habla que en la ambliopía existe lo que se conoce como el “fenómeno de amontonamiento” entendido como la dificultad que tiene el sistema ambliope de discriminar un optotipo determinado en medio de otros optotipo (ruido visual), Esta reducción de la agudeza es debido a un efecto de interferencia dada por los patrones de acompañamiento, a veces denominado " interacción de contorno” (15). La interacción de contornos es entonces la capacidad de vincular características de un fondo específico para extraer una figura coherente, es decir poder superar una serie de ruidos visuales y discriminar una figura de un fondo, como se expuso anteriormente en los ambliopes esta función está afectada, tal como

lo confirma Kiorpes (16) en 2006 quien después de estudiar la ambliopía en macacos concluyó que todos los ojos ambliopes tienen dificultad en identificación de contornos y que este grado de deterioro depende de la pérdida de visión espacial, es decir en la ambliopía no solo se ve afectada la capacidad de identificación de objetos (asociación entre información visual y memoria visual) sino la capacidad de identificar detalles y de detectar diferentes frecuencias espaciales. Así pues, en la ambliopía se tiene que tener en cuenta tanto la agudeza visual morfoscopica como la angular, de igual manera, es importante tener en cuenta la cartilla utilizada para la medición de la agudeza visual en pacientes ambliopes, pues debido a que los pacientes ambliopes presentan fenómeno de amontonamiento, resulta lógico que sea más fácil discriminar optotipos separados que en línea, por lo que la agudeza visual angular será mejor que la morfoscópica. Dentro de este apartado también es importante justificar el hecho de que con el test de rejillas (basado en la función de sensibilidad al contraste) se ha reportado una sobrestimación de agudeza visual con respecto a pruebas como Snellen y la razón está dada porque el hecho de emplear rejillas sinusoidales benefician la selección de un solo canal de visión que responden específicamente a una frecuencia dada, mientras que discriminar una letra implica poder responder a diferentes canales de visión que están a diferentes frecuencias espaciales lo que le confiere una tarea mucho más compleja. (17).

AMBLIOPIA Y SENSIBILIDAD AL CONTRASTE:

La sensibilidad al contraste (variaciones de luminancia dentro de una imagen) es una propiedad fundamental del sistema visual humano. La mayoría de las células en la corteza visual primaria (V1) responden a diversas escalas espaciales y orientaciones pudiendo identificar la intensidad del estímulo y su orientación en el espacio. En la ambliopía esta característica al igual que la agudeza visual se ve altamente afectada, quizá la explicación sea porque en la ambliopía se ve afectada la vía retinocortical en donde la sensibilidad al contraste valora el proceso de la información visual desde la retina hasta el cerebro, y a nivel de la corteza visual existe la representación de la forma y el contraste del estímulo visual. (18)

Medrano y colaboradores (18) en 2011 determinaron los cambios en la función visual de sensibilidad al contraste posterior a terapia en niños con diagnóstico de ambliopía refractiva encontrando cambios tanto en la agudeza visual como en la sensibilidad al contraste entre el momento previo y posterior a la terapia lo que concluye que si existe una disminución de la agudeza visual y en la función de sensibilidad al contraste principalmente en las frecuencias espaciales medias y altas en ojos ambliopes, quizás la explicación a esta manifestación sea que las frecuencias espaciales más bajas requieren de un procesamiento de la información mucho más detallado y una estabilidad en los canales que permitan responder a diferentes frecuencias espaciales donde las células de la vía parvo celular deben responder de una forma más específica exigiendo un recorrido de la información perfecto por la vía geniculocortical, mientras que en las frecuencias espaciales altas el poder de resolución es mucho más grueso y poco específico, luego entonces la tarea es un poco más simple y no requiere de tanto detalle por esto estas frecuencias espaciales se ven menos afectadas en ambliopías de leves a moderadas.

AMBLIOPIA Y ACOMODACIÓN

En cuanto a la relación entre la ambliopía y el estado acomodativo es poco lo que se ha estudiado, sin embargo, las investigaciones respectivas han confirmado las diferencias que existen en el rendimiento acomodativo entre pacientes ambliopes y no ambliopes (4–6,8,19–

21). En los ambliopes se han encontrado anomalías tales como disminución del control acomodativo, de la pendiente estímulo respuesta de la curva acomodativa, de la amplitud de acomodación y aumento de la profundidad de foco, atribuidas a los efectos de la experiencia visual anómala prolongada y temprana en el sistema visual sensorial y a la pérdida sensorial primaria en la región central de la retina debido a la prolongada experiencia visual anómala (4,5). Recientemente, han encontrado una disminución de la amplitud de acomodación en los ojos ambliopes respecto a los no ambliopes y un empeoramiento de la amplitud de acomodación progresivo de acuerdo a el grado de ambliopía (19).

Respecto al Lag de acomodación se ha establecido 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, presentan una acomodación imprecisa, ya que no responden en la misma medida al adicionar lentes positivos y negativos, lo cual se puede deber a la falta de información por parte de la porción central de la retina para iniciar el control de la acomodación (5,22). Estos hallazgos han sido confirmados por Wong (10) en 2013 quien encontró una diferencia en el retraso acomodativo (Lag) entre el ojo ambliope y el dominante de $0,49 \pm 0,57D$ incrementando significativamente con el aumento de la demanda acomodativa; sumado a esto, encontró una diferencia significativa en el retraso acomodativo de los ojos ambliopes con respecto a los pacientes sanos. El autor concluyó que los niños con ambliopías unilaterales presentan mayores retrasos acomodativos lo que supone una insuficiencia acomodativa. En el mismo año, Medrano, Acuña y Angulo (11) encontraron una discrepancia en la respuesta acomodativa (LAG) la cual señala que los ambliopes tienen una menor respuesta (0.25D 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 técnicas subjetivas tuvo una disminución estadísticamente significativa en los ambliopes ($p < 0,05$) la diferencia fue mayor con el método subjetivo de minus lens (ML= 4,72D) y menor con MODAA (0,47D). 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.

AMBLIOPÍA Y VISIÓN BINOCULAR

Los mecanismos neuronales que subyacen las alteraciones en la ambliopía han sido estudiados en animales haciendo uso de exámenes electrofisiológicos; no obstante, en los últimos años se han venido desarrollando investigaciones con técnicas de neuroimagen en humanos, que han permitido obtener una mayor comprensión de la afectación de las funciones binoculares en los pacientes ambliopes. Mientras que los primeros estudios mencionaban la anormalidad de las respuestas en las áreas visuales primarias y secundarias, las investigaciones recientes han demostrado que hay déficit en los niveles más altos dentro de las vías visuales de la corteza parieto-occipital y temporal (13).

Desde hace algunos años se ha establecido que la experiencia binocular está relacionada con los déficit monoculares, de tal forma que la pérdida de visión monocular podría predecir al menos parcialmente la anormalidad de las tareas monoculares, al punto de categorizar el déficit binocular como primario, y el de la agudeza visual como secundario (14,23), esto sugiere que la ausencia de interacciones binoculares en la ambliopía reportadas en la literatura pueden haber sido debidas al desequilibrio en las señales monoculares en lugar de a una ausencia de capacidad de interacción binocular (24).

En el caso de la ambliopía estrábica y por anisometropía además de la disminución de la agudeza visual, se produce una alteración significativa de la visión binocular, ocasionando el deterioro de la percepción de profundidad estereoscópica, interrupción de la sumación binocular y la supresión del ojo ambliope.

Supresión

Una de las hipótesis aceptadas establece que la ambliopía surge debido a la falta de coincidencia entre las imágenes de cada ojo, provocando la supresión de uno de ellos, lo cual genera la reducción de la agudeza visual y consecuentemente compromete la visión binocular (25). Los efectos de la privación total o parcial, generan la pérdida de entradas efectivas de información desde las neuronas del ojo privado a la corteza visual, donde se ha demostrado reducción en las neuronas que conducen a la binocularidad en el área V1 y en el número de células dirigidas por el ojo ambliopizado; en los pacientes con estrabismo, las conexiones corticales son interrumpidas y pueden conducir a la preferencia de fijación de un ojo, reduciendo la coordinación de las respuestas evocadas por el ojo ambliope; convirtiéndose probablemente en el origen de la alteración en la transmisión a las áreas visuales superiores (26). En la ambliopía anisométrica si los pacientes carecen de función binocular central, el patrón de déficit visual se asemeja a los que tienen ambliopía estrábica, siendo la presencia o ausencia de visión binocular la que establece el patrón de déficit visual.

Información espacial

En la ambliopía unilateral se ha evidenciado un déficit en el procesamiento global que afecta los resultados del ojo ambliope y del ojo sano, confirmando que el déficit en la corteza extra-estriada es independiente de la alteración del procesamiento local (27). Adicionalmente, los resultados de resonancia magnética han permitido evidenciar alteraciones en los procesos de sumación espacial y reducción de la activación en el área de V5; al evaluar con RMN el patrón de déficit en los pacientes con ambliopía por anisometropía o estrabismo vs pacientes sanos, las respuestas fueron significativamente más débiles en los ojos ambliopes con respecto a los ojos sanos, aunque el patrón general de activación en el área V5 fue similar, mostrando respuestas diferenciales a cada tipo de estímulo; no obstante, al observar con el ojo ambliope, las respuesta fueron aún más débiles y el área V5 no se activó diferencialmente (28).

Estero-agudeza

La discriminación de las diferencias de profundidad basadas en la disparidad retiniana binocular se asocia con el tipo y la magnitud anisometropía. Se ha establecido que la cantidad de anisometropía esférica o cilíndrica es inversamente proporcional a la esteroagudeza, lo cual se explica porque la aniseiconia se convierte en un obstáculo para la fusión y el desarrollo de la esteroagudeza sensorial (29). En los pacientes cuya agudeza visual fue menor que 20/25 y había una diferencia de una línea de AV entre cada ojo la etereopsis era peor que la de los niños con visión normal de la misma edad. Estos datos apoyan la premisa de que la ambliopía anisométrica se asocia con el desarrollo binocular subnormal, posiblemente como manifestación de una supresión foveal parcial o una limitación central de la capacidad binocular. En conclusión la mejoría en la esteroagudeza, se asocia con una mejor agudeza visual basal del ojo ambliope, menos anisometropía y anisometropía debido al astigmatismo. (30).

La reducción de esteroagudeza ha sido correlacionada con la agudeza visual monocular y binocular en la ambliopía anisométrica, siendo normal en frecuencias espaciales bajas,

subnormal en frecuencias espaciales intermedias y muy deficiente en frecuencias espaciales altas; en el caso de ambliopes estrábicos la esteroagudeza es anormal en todas las frecuencias espaciales (31,32).

TRATAMIENTO

Los tratamientos actuales para la ambliopía se basan principalmente en privar al ojo sano de la visión para forzar el uso del ojo ambliope. Se supone que el déficit primario en la ambliopía es un déficit de agudeza visual monocular causada por la preferencia de fijación del ojo sano. Al privar el otro ojo de la visión, la supresión del ojo ambliope se elimina y la experiencia visual se promueve; lo cual se obtiene empleando dos estrategias de tratamiento: pasivo y activo (33).

Tratamiento pasivo

- **Prescripción óptica:**

Teniendo en cuenta que una de las causas que genera ambliopía son los defectos visuales no corregidos, es de vital importancia el uso de la corrección óptica permanente en el tratamiento de la ambliopía. Sólo en los últimos 15 años se han realizado diferentes ensayos clínicos aleatorios para evaluar la eficacia de tratamiento de la ambliopía y comenzar a definir protocolos de tratamiento óptimos. El PEDIG (Grupo de Investigadores de la enfermedad ocular pediátrica) ha llevado a cabo una serie de ensayos clínicos para el tratamiento de la ambliopía en niños de 3 a 17 años, comprobando que en un período de 16 a 22 semanas de tratamiento sólo el uso de la corrección óptica conduce a una mejoría de 0,2 logMAR (2 líneas de AV) en niños con ambliopía anisométrica como estrábica o mixtalo que lleva a pensar que la corrección refractiva como la primera línea de manejo es la más viable y efectiva (33).

- **Oclusión:**

La oclusión para el tratamiento de la ambliopía consiste en privar de estímulo visual el ojo sano para estimular el ojo ambliope. Diferentes estudios han demostrado la efectividad del parche en el tratamiento. (Wallace et al, 2006). El PEDIG en 2008 reportó estudios clínicos aleatorizados en donde ha evaluado niños ambliopes de 3 a 7 años de edad que han sido sometidos a tratamiento con oclusión encontrando los siguientes resultados: para ambliopía moderada, los resultados con parche 2 horas diarias fueron los mismos cuando se contó con una oclusión de 6 horas/día (34)(35) y, para los casos de ambliopía severa 6 horas /día produce resultados similares que con 12 horas/día.

- **Atropina y penalización**

Otras formas no tan comunes para el tratamiento de la ambliopía son el uso de colirios oftálmicos tales como atropina, ciclopentolato 1% o incluso la penalización óptica. Estos suelen ser elegidos como tratamientos secundarios si el tratamiento con parche falla, porque afecta negativamente el desarrollo psicosocial del niño, por la escasa colaboración de los padres o incluso en algunos casos el adhesivo puede generar reacciones alérgicas por los largos periodos de oclusión, por tanto, la atropina paraliza temporalmente el músculo ciliar interfiriendo en el proceso de acomodación ojo no ambliope o con mejor agudeza visual con el fin de que el niño no tenga más opción que estimular el ojo ambliope y mejorar la agudeza visual (36,37).

Tratamiento activo

Se ha reportado en la literatura que la terapia pasiva (uso de anteojos y parche) arroja mejores resultados combinándola con terapia activa (38) (reportaron hallazgos clínicos en un grupo de 25 niños en edades entre los 7 y los 16 años a quienes se les prescribieron actividades de cerca junto con la oclusión y el uso de la corrección óptica, dentro de las actividades se encontraban ejercicios de rayado en un cuaderno que contenía filas de patrones repetidos de ángulo visual constante a lo largo de cada fila que iba disminuyendo paulatinamente. Los ejercicios fueron realizados durante 1 hora diaria con el ojo ambliope mientras el ojo no ambliope se encontraba parchado. Los autores encontraron una mejoría de 3 líneas de agudeza visual en 16 de los 25 pacientes (39).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la diferencia del estado acomodativo entre pacientes de 5 y 12 años de edad ambliopes refractivos y pacientes no ambliopes.

METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Estudio analítico de corte transversal.

2.2 POBLACIÓN

Niños ambliopes refractivos y no ambliopes de 5 a 12 años de las ciudades de Bogotá (Colombia) y Aguascalientes (México).

2.3 MUESTRA

La muestra fue de 142 niños entre cuales hubo un grupo de 46 ambliopes refractivos de 5 a 12 años y un grupo de 96 niños no ambliopes de la misma edad, que acudieron a consulta a las entidades donde laboran las investigadoras (Clínica oftalmológica ojos láser center y consultorio particular VISSO), y a la Clínica de optometría de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (México).

Cabe mencionar que fue determinada haciendo uso del método de diferencia entre dos grupos de asignación desigual

Este tipo de muestra se emplea cuando se tienen dos grupos paralelos, comúnmente dos tratamientos y varianza común conocida. n representa el número total de individuos. n_1 Representa el número de individuos en el primer grupo. n_2 Representa el número de individuos en el segundo grupo. r representa la razón de tamaño entre el primer grupo y el segundo grupo ($n : n r : 1 1 2 \square \square$). d representa la diferencia mínima esperada entre los promedios de los dos grupos. La diferencia entre promedios de los dos grupos puede ser calculada si se tienen los promedios individuales. La fórmula presentada tiene como supuesto que los promedios provengan de grupos independientes y la diferencia entre ellos provengan de una distribución normal.).

$$n = \frac{(r+1)^2}{r} \sigma^2 \left(\frac{Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta}}{d} \right)^2$$

Donde $n = n_1 + n_2$ y por tanto: $n_1 = \frac{rn}{r+1}$ y $n_2 = \frac{n}{r+1}$

La fórmula de tamaño de muestra es la siguiente:

Los datos de entrada con sus respectivos límites son:

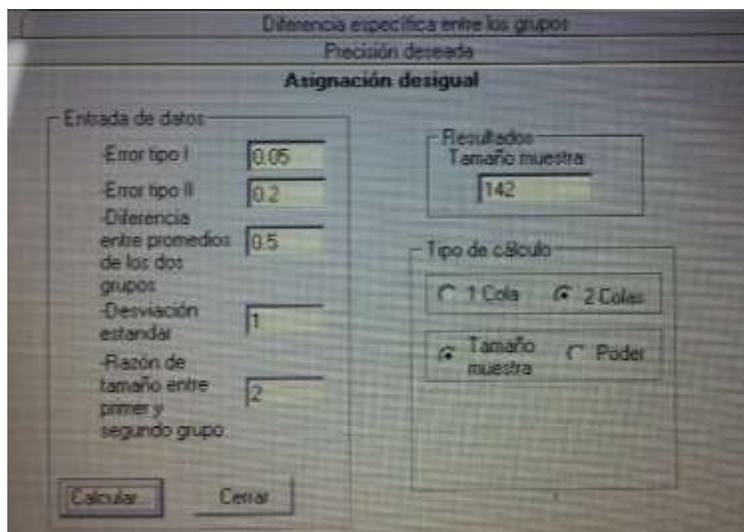
a = probabilidad de error tipo I o nivel de significación **“Error tipo I”** (0,05).

b = probabilidad de error tipo II **“Error tipo II”** (0,2).

d = **“Diferencia entre los promedios de los dos grupos”** (-□, □).

s = **“Desviación estándar”** (0, □□□)

r = **“Razón de tamaño entre el primer y el segundo grupo”** (0, □□□)



CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y DE EXCLUSIÓN

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Ambliopías refractivas isoamétricas y anisoamétricas.
- Ambliopes leves o moderados (con AV mínima de 0.3 y máxima de 0.9 LogMar con corrección), en al menos uno de los dos ojos.
- Defecto refractivo corregido después de haber usado durante 4 semanas la corrección determinada por las examinadoras en la valoración inicial.

Respecto al tiempo de uso de la corrección vale la pena aclarar que inicialmente se consideró necesario realizar el diagnóstico de ambliopía y valorar el estado acomodativo inmediatamente después de examen inicial, sin esperar que transcurriera un determinado tiempo de uso de la corrección; justificado en que el hecho de utilizar las gafas de forma permanente es un tratamiento eficaz y ha sido considerado como la primera opción de manejo para la ambliopía (3,33), lo cual probablemente modificaría el estado acomodativo del paciente. No obstante, el PEDIG (24) al evaluar la efectividad del uso de la corrección óptica como único tratamiento para la ambliopía anisométrica en niños de 3 a 7 años de edad encontraron que en algunos casos se resuelve la ambliopía y en

otros mejora significativamente agudeza visual (40); pero en el caso de pacientes diagnosticados inicialmente con ambliopía refractiva leve se podría presentar que mejoraran su agudeza visual después del uso de la corrección, por lo cual se correría el riesgo de incluir en el estudio pacientes que realmente no tuvieran ambliopía, razón por la cual se prefirió esperar 4 semanas de acuerdo a tiempo de uso establecido por los protocolos (33) (40).

Isoametropía

- Hipermetropía mayor a 4.00 D
- Miopía mayor a 6.00 D
- Astigmatismo mayor a 2.50 D

El rango de agudeza visual bilateral mejor corregida*

Leve $\geq 0.3 - 0.5$.

Moderada 0.6 – 0.9.

Anisoametropía

Determinada por una diferencia interocular en el meridiano principal (33):

- Hipermetropía mayor a 1.00 D
- Miopía mayor a 3.00 D
- Astigmatismo mayor a 1.50 D

El rango de agudeza visual mejor corregida en el ojo ambliope

Leve $\geq 0.3 - 0.5$

Moderada 0.6 – 0.9.

PACIENTES NO AMBLIOPES

- Pacientes con agudeza visual máxima de 0.2 LogMar sin corrección en cada ojo tanto en visión lejana como en visión próxima.
- Defectos refractivos corregidos en un rango de esfera +0.50 a –0.50 y cilindros hasta de -0.50 Dpts.
- Pacientes sin glaucoma de ángulo estrecho, problemas cardíacos y trastornos del Sistema Nervioso Central – Epilepsia.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- Estrabismos congénitos.
- Estrabismos o ambliopías estrábicas
- Pacientes que estén o hayan estado en tratamiento para la ambliopía (oclusión, atropina, terapia visual en casa y/o en consultorio)
- Alteraciones patológicas de segmento anterior o posterior que afecten la agudeza visual
- Antecedentes oculares de cirugía de estrabismo o trauma.

- Pacientes que no presten colaboración suficiente para la realización de las distintas técnicas.
- Alteraciones o retrasos psicomotores.
- Nistagmus

Valores esperados en la evaluación del estado acomodativo

	Técnica	Valores normales	Desviación estándar
AMPLITUD DE ACOMODACIÓN	<i>Donders Invertido (Modified push down)*</i>	15 – ¼ Edad	La mínima AA esperada según Hofstetter
	MODAA**	5 – 9 años: 8.32D	DE: 1.01
		10 -14 años: 8.46D	DE: 0,9

	Edad	Valores normales	Desviación estándar
FLEXIBILIDAD DE ACOMODACIÓN *	Niños 6 Años	+/- 2.00 5.5 cpm	+/- 2.5 D
	Niños 7 Años	+/- 2.00 6.5 cpm	+/- 2.0 D
	Niños 8 – 12 Años	+/- 2.00 7.0 cpm – 5.0cpm	+/- 2.5 D

	Técnica	Valores normales	Desviación estándar
LAG	Retinoscopía de Nott*	+0.50 D	+/- 0.25 D Se considera Lag Bajo si es < a 0.25D Se considera Lag Alto si es > a 0.75D

Fuentes: *Scheiman, M and Wick, B., 2013 (41)., **León .et. al, 2015 (42).

Los diagnósticos se obtuvieron según la clasificación de las alteraciones acomodativas realizada por Scheiman en 2013, el diagnóstico se cumple con dos de las tres funciones alteradas.

	AA	LAG	FLEXIBILIDAD
INSUFICIENCIA DE ACC.	Bajo	Alto	Rechazo de lente negativo

EXCESO DE ACOMODACIÓN	Normal	Bajo	Rechazo de lente positivo
INERCIA DE ACC	Normal	Normal	Rechazo de lente positivo y negativo

Materiales a emplear:

1. Test para Medir la agudeza visual (Cartilla Log MAR para visión lejana y visión próxima)
2. Test para la evaluación de la esteréopsis: (Titmus)
3. Caja de pruebas
4. Retinoscopio de Franja
5. Montura de pruebas
6. Cartilla de fijación para retiniscopía dinámica
7. Prismas
8. Oftalmoscopio
9. Metro
10. Objetos de fijación.

METODOLOGÍA

1. Se realizó una estandarización de los procedimientos entre las investigadoras para lo cual se evaluaron 7 pacientes (5% de la muestra) elegidos al azar.
2. Se decidió evaluar ambos ojos (Dominantes y No dominantes) tanto en los pacientes ambliopes como en los no ambliopes. La determinación de la dominancia ocular estuvo dada por el ojo que lograra la mejor agudeza visual corregida y por el resultado obtenido con el test tradicional (triangulo con las manos).
3. Recopilación de la muestra:

Ambliopes:

Se analizaron las historias clínicas de los pacientes que habían acudido a consulta durante el último mes, una vez se determinó que podrían cumplir con los criterios de inclusión, se verificó telefónicamente que no hubieran iniciado terapia visual de ningún tipo y que estuvieran usando la corrección óptica hasta completar mínimo cuatro semanas, momento en el cual fueron citados a control. En éste, se realizó la valoración inicial de acuerdo al protocolo y en caso de haber comprobado una mejoría considerable que les impidiera cumplir con los criterios establecidos, fueron excluidos del estudio. En caso contrario, se procedió a explicar los procedimientos a los pacientes y a los acudientes, haciendo entrega del consentimiento y asentimiento informado (VER ANEXO 1,2,3), al recibir la aceptación se procedió a evaluar el estado acomodativo.

En los pacientes que acudieron a consulta por primera vez y que durante el examen rutinario se evidenció que podrían ser diagnosticados con ambliopía, se realizó la valoración completa de la agudeza visual, el estado refractivo (retinoscopía estática y bajo cicloplegia) y estado motor (siguiendo los parámetros del protocolo), se prescribieron los anteojos y se citaron a

control después de haberlos usado durante un mes. En el control se verificó la agudeza visual, se confirmó el diagnóstico, se solicitó el consentimiento y asentimiento correspondientes y se evaluó el estado acomodativo.

No Ambliopes:

Se tuvieron en cuenta pacientes que acudieron a consulta por primera vez o a control corroborando que cumplieran con los criterios de inclusión, se procedió a determinar si querían hacer parte del estudio y se realizó la valoración completa siguiendo los parámetros establecidos en el protocolo.

4. Valoración del estado refractivo y motor

Los test que evalúan el estado refractivo y motor de los pacientes se han elegido siguiendo los parámetros establecidos por el Vision In Preschoolers (VIP) Study Group.

3.1 Agudeza visual: para evaluar la agudeza visual en visión lejana se ubicó la cartilla de LEA (letras o figuras) a 3 metros del sujeto a evaluar; se ocluyó uno de los ojos del evaluado y se le pidió que observara los optotipos más grandes del test. A continuación debía nombrarlos y seguir haciéndolo para los siguientes niveles. La prueba se detuvo cuando el infante no fue capaz de nombrar de forma correcta al menos 3 de los 5 optotipos del nivel que estaba observando e inmediatamente después se realizará lo mismo en el otro ojo. Los resultados fueron anotados en unidades del logaritmo del mínimo ángulo de resolución (logMAR) (43).

Luego, se evaluó la agudeza visual en visión próxima ubicando la cartilla de LEA (para cerca) a 40 cm del paciente, y se llevó a cabo el procedimiento mencionado anteriormente. Los resultados fueron anotados en unidades logarítmicas.

3.2 Examen Externo y fondo de ojo: Se tomó el oftalmoscopio directo y se ajustó el rayo luminoso redondo y el disco de lentes en 0 dioptrías. Se le pidió al paciente que mirara un punto fijo en frente. A 50 cm del paciente y 15° laterales respecto al eje visual, se dirigió el rayo de luz a la pupila, se observó el "Reflejo Rojo". Con el rayo enfocado en el reflejo rojo, se desplazó 15° hacia la pupila. Se enfocó nuevamente el oftalmoscopio para evaluar las diferentes estructuras del ojo desde el segmento anterior hasta el segmento posterior. Se realizó el mismo procedimiento para el ojo izquierdo (43).

3.3 Valoración de la heteroforia (HTF): Con el método objetivo del cover test se evaluó la presencia, dirección y magnitud de la foria. Se utilizó un depresor de lengua con figuras en sus extremos a ambos lados y girándolo para mantener la atención sobre el estímulo acomodativo. El paciente ópticamente corregido (con base en el subjetivo) debió haber identificado el estímulo durante el cover test a una distancia de 40 centímetros. Se inició el procedimiento con cover alternante para determinar la dirección seguido de cover unilateral para descartar presencia de tropia. Si no se observó movimiento, se anotó como ortoforia, si se observó movimiento en dirección endo, se adicionaron prismas base externa y en caso de dirección exo, se adicionaron prismas base interna para obtener el dato de la cantidad de prismas correspondientes a la medida de la foria. De igual forma se repitió el procedimiento en visión lejana con el paciente fijando un componente de la línea inferior a su agudeza visual. Se anotó en la historia clínica la foria encontrada, seguida del número de prismas con los que se neutralizó el movimiento.

3.4 **Valoración del Punto próximo de convergencia (PPC)** Se realizó con estímulo acomodativo buscando que entren en juego la convergencia voluntaria, convergencia acomodativa, convergencia proximal y convergencia fusional y posteriormente con luz en donde no entra en juego el componente acomodativo, sino únicamente el vergencial. Se determinó el punto de ruptura y el punto de recuperación de la visión binocular. Se colocó el estímulo, desde una distancia de 40 centímetros, se le preguntó al paciente si veía doble o un solo objeto, si la respuesta fue que veía doble, se alejó el objeto hasta que vio un solo, si la respuesta fue que veía un objeto, se acercó al paciente y se le pidió que indicara cuando lo veía doble o se detuvo la prueba cuando se observó que un ojo perdió la fijación (43).

3.5 **Detección del defecto refractivo:** Se realizó por medio de la retinoscopia estática. Se le pidió al sujeto que fijara un objeto que subtende un ángulo total de resolución de 50 minutos de arco para una distancia \geq a 6 metros. Se le antepusieron un par de lentes de +2.00D (RL) en ambos ojos. El evaluador se ubicó a 0.5 metros del ojo a evaluar y determinó que sombra observa. Si la sombra tenía un movimiento “contra” en ambos meridianos, se antepuso un lente de -1.50D; si la sombra cambió a un movimiento “con” en ambos meridianos, se registró que el ojo es miope $<1.50D$; si la sombra continuaba siendo “contra” en ambos meridianos, se registró como miope $>1.50D$. Si al valorar las sombras con los lentes RL se observó un movimiento “con” en los meridianos principales, se antepuso sobre el RL un lente de +1.50D; si la sombra cambia a “contra” en ambos meridianos, se registrará como “hipermétrope $<1.50D$ ”; si por el contrario la sombra continuo siendo “con” en ambos meridianos, se registrará como “hipermétrope $>1.50D$ ”. Al anteponer un lente de +2,00 (RL) se observa un movimiento “con” en el meridiano horizontal y contra en el vertical se registró como un astigmatismo WR, si se observó un movimiento “con” en el meridiano vertical y contra en el horizontal se registrará como astigmatismo AR (43).

3.6 **Cicloplegia**

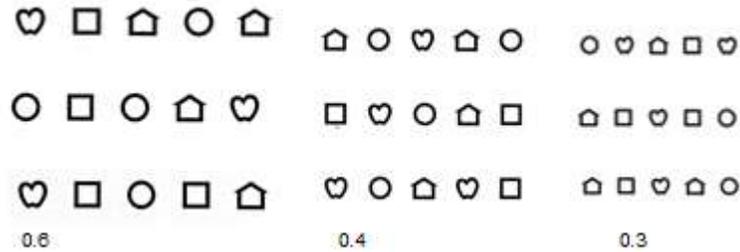
Se realizó refracción bajo cicloplegia en todos los niños con diagnóstico inicial de ambliopía. Al paciente cómodamente sentado se le aplicó una gota de ciclopentolato 1% (Cyclogyl) de la siguiente manera: se aplicó 1 gota de ciclopentolato al 1%, se dejó 5 minutos de intervalo para aplicar otra gota (1) de ciclopentolato, y la última instilación fue de tropicamida (mydriacyl) a los 5 minutos después en ambos ojos. El efecto máximo del cicloplegia ocurrió entre los 30 y 40 minutos aplicada la última gota. Inmediatamente después se revisaron las pupilas, con el reflejo fotomotor, para determinar si la acomodación se encontraba totalmente paralizada, en el momento que no hubo reflejo, se procedió a refractar. la retinoscopia en ambos ojos se realizó con las técnicas comunes, compensando la distancia de trabajo en caso de no trabajar con lente RL. Y finalmente se tiene en cuenta el tono del musculo ciliar para la prescripción de la Rx. (en este caso como el fármaco empleado fue ciclopentolato se compenso 0,75 Dts).

4 Valoración del estado acomodativo: se evaluó el estado acomodativo en ambos ojos de los pacientes ambliopes y no ambliopes por medio de las siguientes técnicas: amplitud de acomodación (Técnica de Donders modificado y MODAA), flexibilidad de acomodación y Lag (Retinoscopia de Nott).

Para la valoración del estado acomodativo se diseñaron estímulos que consistieron en un set de figuras a escala (Logmar), que subtendían un ángulo de resolución de 1 línea menor a la mejor agudeza visual corregida en visión próxima, vale la pena resaltar que

los objetos empleados para niños de 7 años o mayores alternaban entre números y letras, de forma tal que el paciente pudiera leer continuamente, evitando errores de fijación durante las técnicas y alteraciones en el resultado debido a la memorización de los estímulos, para los niños de 5 años se emplearon las figuras al test de LEA symbols como se muestra en la figura 1.

A.



B.

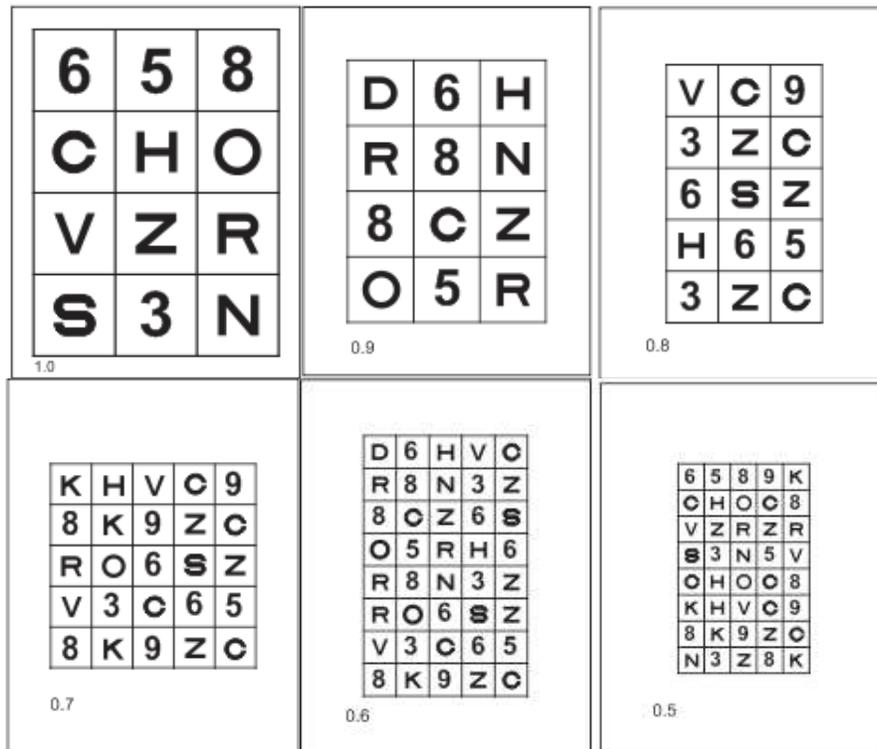


Figura 1. A. Objetos de fijación para niños de 5 y 6 años **B.** Objetos de fijación para niños de 7 – 12 años.

4.1 Retinoscopía de Nott:

Se utilizaron los lentes hallados en el subjetivo. El punto de fijación fue un set de figuras que subtienden un ángulo de resolución 1 línea por debajo de su mejor AV en VP, este se situó a 40 centímetros del ojo a evaluar. 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. Luego se ocluyó el otro ojo y se realizó el mismo

procedimiento con el dominante. 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 tendría que alejarse 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 hasta el espejo del retinoscopio. El inverso de esta distancia expresado en dioptrías fue denominado “respuesta acomodativa”, y el inverso de la distancia desde el ojo del paciente hasta el punto de fijación (40 cm) expresado en dioptrías se denominó “demanda de acomodación”. Así pues el lag de acomodación fue determinado por la diferencia entre la demanda de acomodación menos 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 y se denominó lead. El procedimiento se repitió 2 veces y luego se realizó en el otro ojo.

4.2 Valoración de la flexibilidad de acomodación:

Se realizó de forma monocular, con la corrección óptica basada en el subjetivo. Se le pidió al paciente que leyera en voz alta los componentes de una línea inferior a su mejor agudeza visual en VP de una cartilla de fijación ubicada a una distancia de 40 centímetros, se le preguntó si las imágenes las veía de forma “clara y sostenida”, y posteriormente, 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. 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 y/o aclarar las imágenes con uno o ambos lentes, se disminuyó 0.50D al poder del lente con el que presentó la dificultad y se inició nuevamente.

4.3 Medición objetiva y dinámica de la amplitud de acomodación (MODAA):

En la montura de pruebas se colocó la corrección del sujeto hallada en el subjetivo. Se ocluyó el ojo derecho, y luego se adicionó un lente de -4.00 D. El punto de fijación fue un set de figuras que subtendían un ángulo de resolución de 1 línea por debajo de su mejor AV 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 el momento en 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 orientada perpendicular al meridiano más refringente.

El examinador empezó a valorar las sombras retinoscópicas a partir del momento en 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 dioptrías, fue el valor de la amplitud de acomodación objetiva. El procedimiento fue repetido 2 veces por cada ojo (44).

4.4 Amplitud de acomodación con la técnica de Donders modificado (DM):

En la montura de pruebas, se colocaron los lentes del subjetivo. 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 ángulo de resolución de 1 línea por debajo de su mejor AV en visión próxima. El punto de fijación se sostuvo lo más cerca posible al ojo del paciente y a continuación se empezó a alejar constantemente y lentamente hasta cuando el niño no pudo seguir nombrando las figuras observadas. La medida de la AA con MPD fue expresada en dioptrías, y corresponde al inverso de la distancia desde el plano del lente hasta el punto de fijación más 4.00D. El procedimiento se repitió para el otro ojo, y la medición por cada ojo se efectuó 2 veces, esperando un minuto entre cada toma (45)

Aspectos éticos:

Marco legal: Se respetó la identidad de los pacientes y la historia clínica como documento legal inalterable.

Teniendo en cuenta las normas éticas para investigación en seres humanos (46) los pacientes evaluados como parte del estudio prospectivo, fueron informados y sus acudientes firmaron un consentimiento antes de iniciar el estudio, después de haber sido explicado en detalle cada uno de los procedimientos y los riesgos potenciales (ver anexo 1, 2 y 3).

Plan de Análisis Estadístico:

Se empleó estadística descriptiva (media, mediana y desviación estándar), para caracterizar las diferentes variables. Las diferencias entre las técnicas de amplitud de acomodación fueron determinadas por un análisis de varianza (ANOVA) de un factor, junto con la corrección de Bonferroni. Las discrepancias entre los sujetos no ambliopes y los ambliopes se hallaron usando la prueba “t-Student” para muestras independientes, cabe mencionar que a pesar de haber calculado la muestra por pacientes, el análisis estadístico se realizó por ojos, separando ojos dominantes y no dominantes de pacientes sanos y ambliopes, de forma tal que las comparaciones se realizaron entre el ojo dominante de los pacientes ambliopes vs el ojo dominante de los pacientes sanos y entre el ojo no dominante del paciente sano vs el ojo no dominante del paciente ambliope.

Para estos análisis serán empleados los paquetes estadísticos SPSS. Versión 20.0 y STATA 12.

RESULTADOS

Se evaluaron 165 pacientes, de los cuales 142 cumplieron con los criterios de inclusión (96 no ambliopes y 46 ambliopes). La exclusión de los 23 pacientes estuvo determinada por la

severidad de la ambliopía, la presencia de estrabismo y/o porque ya habían iniciado terapia visual.

Los resultados fueron medidos los dos ojos (dominante y no dominante) de los dos grupos de pacientes (sanos y ambliopes) y los resultados se analizaron separadamente de acuerdo a la dominancia ocular en cada grupo.

El promedio de la edad fue de 8,6 años para el grupo de sanos, y de 8 años para el grupo de ambliopes. La agudeza visual de lejos y cerca en promedio para el ojo dominante y no dominante de los niños sanos fue de 0,0 Logmar; mientras que la AV lejana en promedio para los niños ambliopes fue de 0,2 en el ojo dominante y de 0,5 para el ojo no dominante, y de cerca 0,2 y 0,4 respectivamente.

Tabla 1. Valores promedio (Prom) y desviación estándar (DE) del Lag acomodativo (retinoscopía de Nott), la amplitud de acomodación subjetiva (Donders Modificado -MPD) y objetiva (MODAA) en 142 sujetos (96 sanos y 46 ambliopes). Los resultados están discriminados por ojo dominante (Odom) y ojo no dominante (Ndom) en los dos grupos de paciente.

Dx		LAG		MPD		MODAA	
		Odom	Ndom	Odom	Ndom	Odom	Ndom
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

Los resultados permiten evidenciar que aunque los valores del Lag acomodativo son ligeramente más altos en los pacientes ambliopes, éstos se encuentran dentro del rango de normalidad en los dos grupos.

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

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 ambas lentes (N/P).

Dx		Ojo dominante		Ojo no dominante	
		N	%	N	%
No ambliopes	N/P	0	0	0	0
	N	2	2,08	12	12,5
	P	1	1,04	0	0
	ok	93	96,88	84	87,5
Total		96	100	96	100
Ambliopes	N/P	0	0	2	4,35
	N	19	41,3	34	73,91
	P	0	0	0	0
	ok	27	58,7	10	21,74
Total		46	100	46	100

Tabla 3. Promedio y desviación estándar (DE) para la cantidad de ciclos por minuto efectuados al evaluar la flexibilidad de acomodación en 96 sujetos normales y 46 ambliopes (total 142), discriminados por ojo dominante (Odom) y no dominante (Ndom) en pacientes sanos y ambliopes.

Dx		Odom	Ndom
No ambliopes	<i>Prom</i>	5,7	5,5
	<i>DE</i>	0,8	0,9
Ambliope	<i>Prom</i>	4,7	3,5
	<i>DE</i>	2,2	2,1

Las tablas 2 y 3 muestran el comportamiento de ambos grupos al evaluar la flexibilidad de acomodación. En el ojo no dominante de los pacientes no ambliopes se evidenció una leve dificultad con el lente negativo, mientras que en el caso de los ambliopes algunos pacientes (19) tuvieron dificultad para enfocar con el ojo dominante al anteponer lente negativo y 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 4. Diferencia entre el ojo dominante de los pacientes ambliopes con respecto al ojo dominante de los pacientes sanos, y entre el ojo no dominante de los ambliopes vs el ojo no dominante de los sanos para el Lag acomodativo, la flexibilidad de acomodación (± 2.00 , ciclos por minuto), la amplitud de acomodación subjetiva (Donders Modificado - MPD) y objetiva (MODAA).

		Odom Ambliopes VS. Sanos	Ndom Ambliopes VS. Sanos
Lag	Diferencia	0.20	0.28

	Valor p	<0.001	<0.001
F Acc (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

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, resultando en 2 ciclos menos efectuados en el ojo no dominante y 1 ciclo menos en el ojo dominante de los pacientes ambliopes.

La amplitud de acomodación medida con MPD también presentó una diferencia estadísticamente significativa entre sanos y ambliopes en los ojos dominantes (1.61D) y no dominantes (1.68D), por el contrario, la única variable que no presentó variación significativa estadísticamente fue MODAA, en los ojos dominantes (0.02D), mientras que en los ojos no dominantes (0.38D), si hubo una diferencia estadísticamente significativa.

Para determinar si la AA fue igual o diferente con las 2 técnicas empleadas, fue usado un Análisis de Varianza de un Factor (ANOVA) junto con la corrección de Bonferroni, indicando que tanto en ojos dominantes como en no dominantes si hay diferencia estadísticamente significativa ($p<0,05$). Este mismo análisis fue empleado en los niños ambliopes, encontrando una diferencia significativa ($p<0,05$).

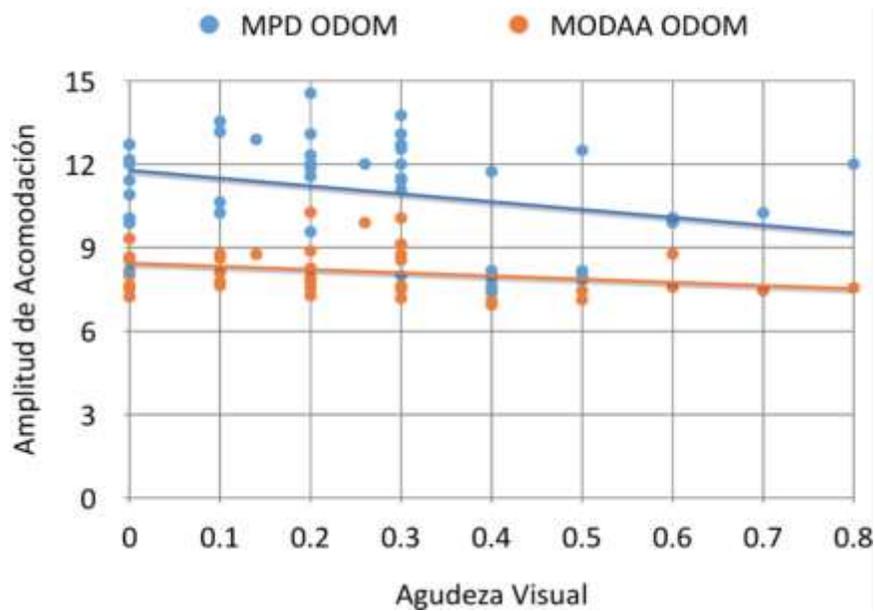
Tabla 5. Análisis de varianza de un factor (ANOVA), para comparar 2 técnicas de amplitud de acomodación entre 96 sujetos normales y 46 ambliopes (total 142), discriminados por ojo dominante (Odom) y no dominante (Ndom).

	NO AMBLIOPES		AMBLIOPES	
	<i>MPD Odom</i>	<i>MPD Ndom</i>	<i>MPD Odom</i>	<i>MPD Ndom</i>
MODAA Odom	4,51 (0.000)		2.91 (0.000)	
MODAA Ndom		4.11 (0.000)		2.80 (0.000)

p<0,05

Por otro lado, se evidenció que el comportamiento acomodativo en los pacientes ambliopes varía de acuerdo a la agudeza visual, lo cual se aprecia en las figuras 1, 2 y 3. La severidad de la ambliopía fue determinada de acuerdo a la AV, es decir, agudezas visuales entre 0.3 y 0.5 correspondían a ambliopía leve y entre 0.6 y 0.9 a ambliopías 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, de los ambliopes moderados fue de 0.32 en el ojo dominante y de 0.65 en el no dominante.

A.



B.

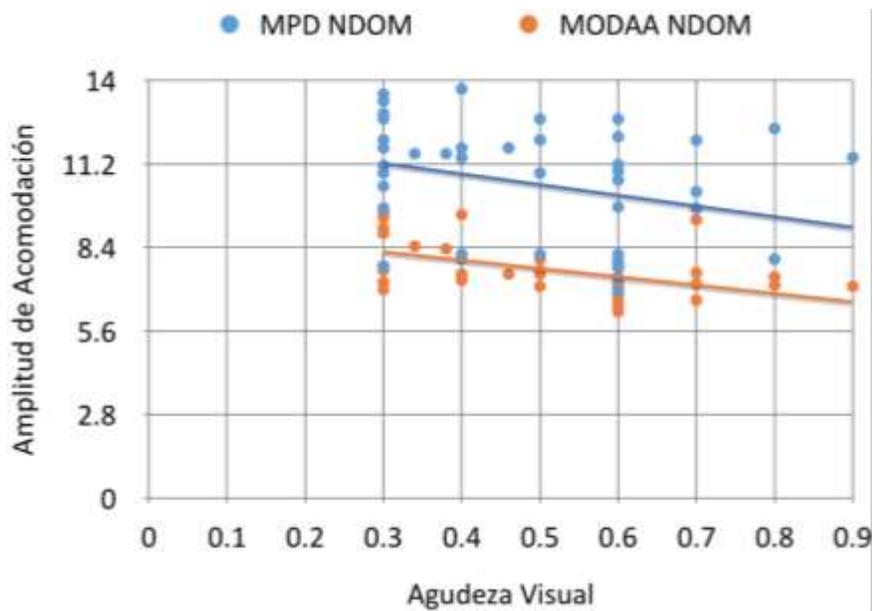


Figura 2. Comportamiento de la amplitud de acomodación en los pacientes ambliopes con respecto a la agudeza visual, teniendo en cuenta las dos técnicas empleadas. **A.** Comparación entre las técnicas de amplitud de acomodación MODAA vs. MPD en el ojo dominante (Odom). **B.** Comparación de los resultados obtenidos con ambas técnicas en el ojo No dominante (Ndom).

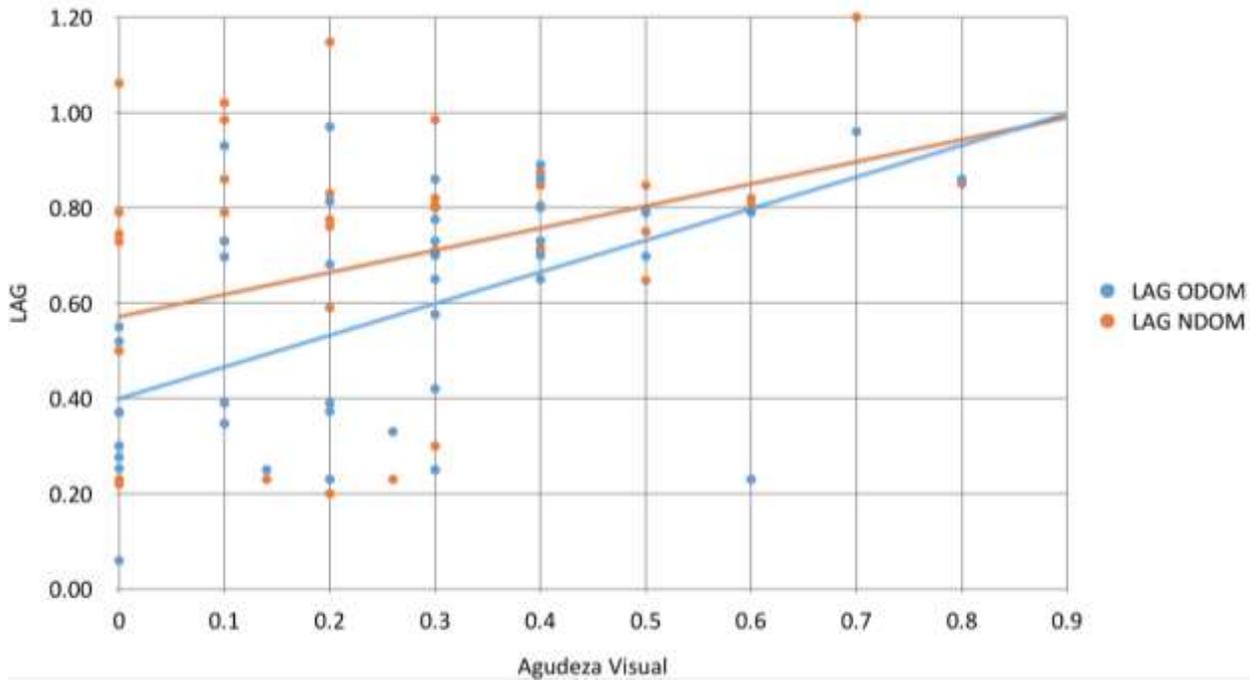


Figura 3. Comparación del Lag entre el ojo dominante (Odom) y no dominante (Onodom) de los pacientes ambliopes con respecto a la agudeza visual.

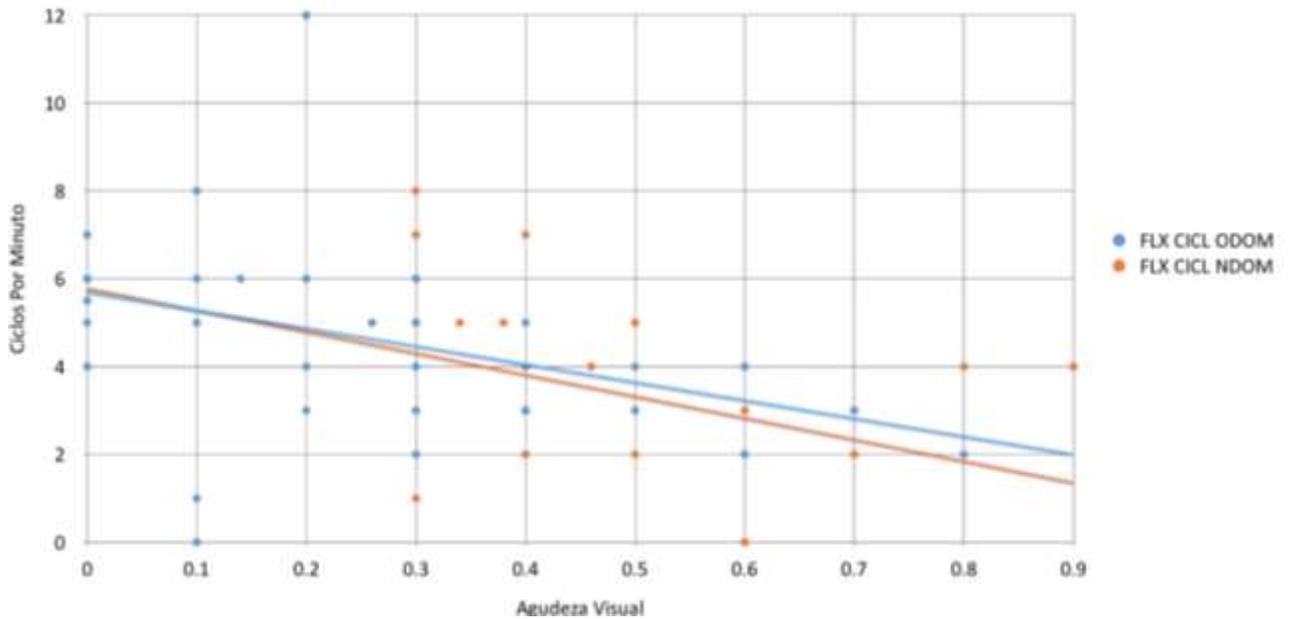


Figura 4. Comparación de la flexibilidad de acomodación (Ciclos) entre el ojo dominante (Odom) y no dominante (Onodom) de los pacientes ambliopes con respecto a la agudeza visual.

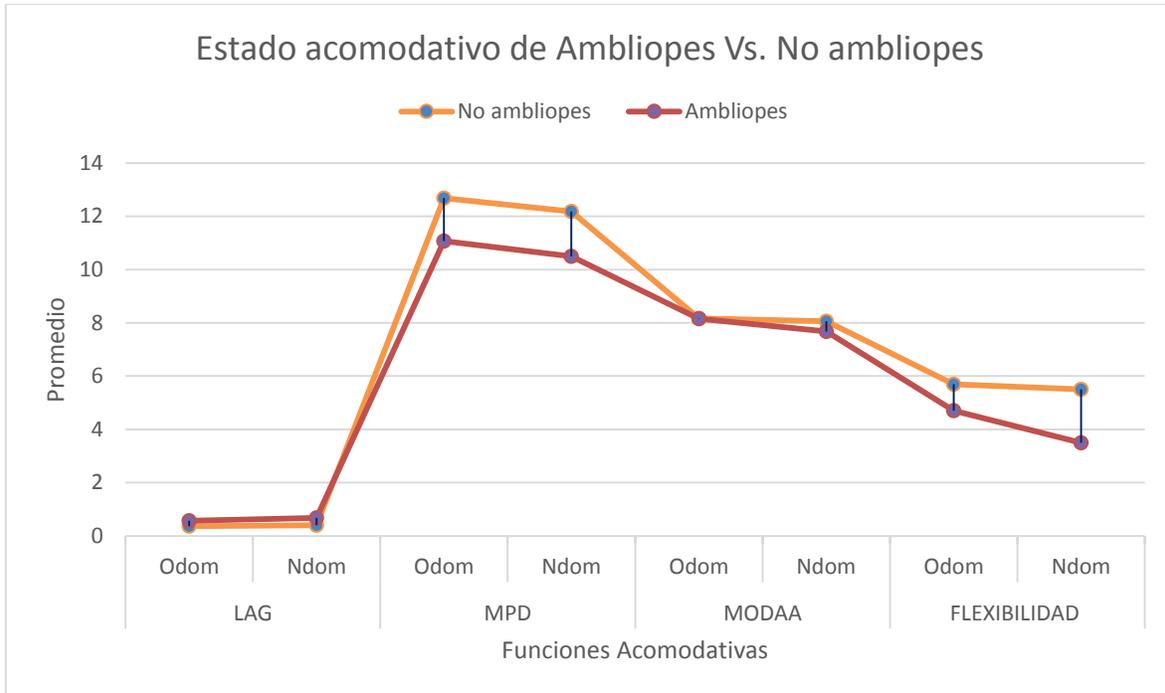


Figura 5. Comparación de las funciones acomodativas (Lag, Amplitud de acomodación - medida con MODAA y MPD- y Flexibilidad –Ciclos-) entre los pacientes ambliopes y no ambliopes separados por ojos dominante y no dominante.

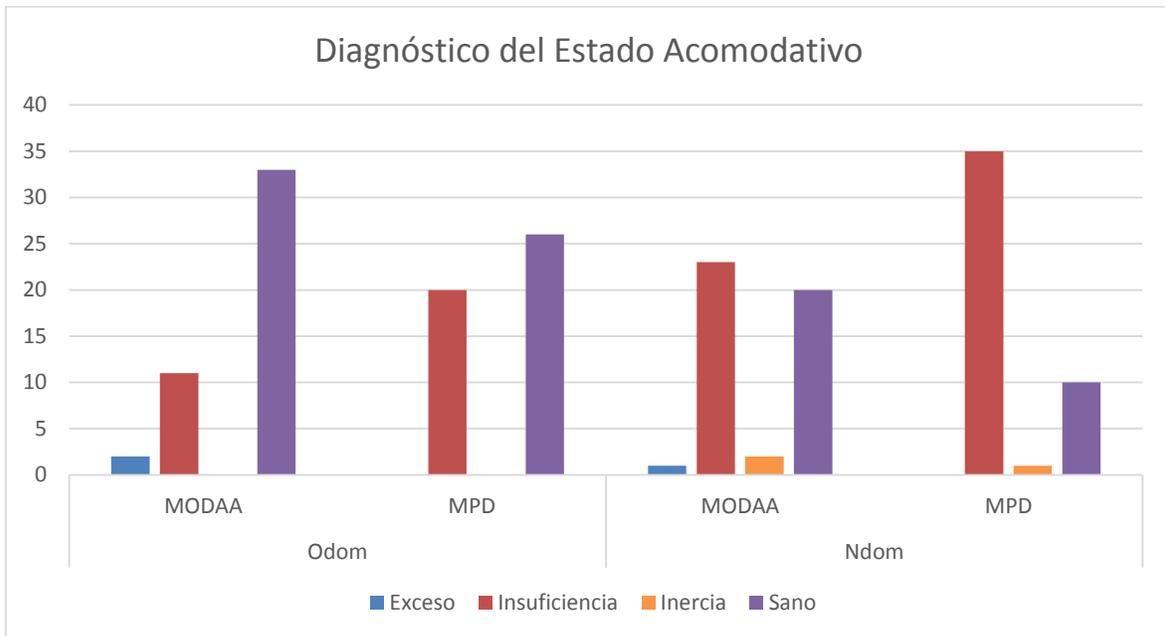


Figura 6. Diferencias en el diagnóstico del estado acomodativo de los ojos dominantes y no dominantes de los pacientes ambliopes de acuerdo a la técnica empleada para valorar la amplitud de acomodación (MODAA vs. MPD). Vale la pena aclarar que el diagnóstico se realizó teniendo en cuenta la alteración de 2 de 3 funciones acomodativas (Lag, felibilidad y ambplitud de acomodación cuando ésta última fue evaluada con las dos técnicas MODAA y MPD).

DISCUSIÓN

La valoración completa del estado acomodativo realizada en la presente investigación ha permitido evidenciar que a pesar de la variación encontrada entre sanos y ambliopes, la mayoría de las funciones acomodativas en los ambliopes se encuentran dentro de límites normales, y que al evaluarlas objetivamente se descarta el diagnóstico de insuficiencia de acomodación en éste grupo de pacientes.

El Lag acomodativo se encuentra entre los rangos de normalidad (teniendo en cuenta la desviación estándar) en los ojos dominantes y no dominantes de los niños ambliopes y sanos; 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, J and Tomlinson (47) para quienes una reducción en la pendiente estímulo respuesta significó un aumento del Lag frente a estímulos acomodativos altos argumentado en la reducción del esfuerzo acomodativo para mantener el objeto enfocado; por su parte, Ciuffreda et al. (21) 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, Candy, Gray, Hohenbary, & Lyon (9) en 2012 encontraron que el Lag acomodativo se incrementa con el aumento de la hipermetropía y en los ambliopes refractivos con el grado de anisometropía, hallando un retraso acomodativo más alto en su ojo más hipermetrope como resultado del rendimiento relativamente preciso de su ojo dominante. Recientemente, Manh, Chen, Tarczy-Hornoch, Cotter, & Rowan Candy (48) compararon el Lag acomodativo entre niños sanos 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 al ojo no dominante de los pacientes sanos, encontrando una diferencia interocular entre éste y el ojo ambliope de 0.24 D, lo que en éste estudio representó una diferencia de 0.28D. 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 Cols. (48) en 2015 no revelaron una asociación significativa entre el error de acomodación del ojo ambliope para una demanda de 4.00D y la agudeza visual, encontrando que la agudeza visual del ojo ambliope no fue un predictor significativo del error de acomodación (vale la pena mencionar que la ausencia de ésta relación fue atribuida al tamaño de la muestra y al rango limitado de agudeza visual del ojo ambliope); contrario a éstos resultados, los 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, pues se encontró un Lag promedio de 0.68D y 0.86D en los ojos dominante y no dominante de los pacientes diagnosticados con ambliopía moderada vs 0.45 y 0.68D en los ambliopes leves, lo que corresponde con lo descrito Vincent, Collins, Reasd & Carney (49) quienes establecieron que a mayor aberración óptica esférica o esferocilíndrica (mayor defecto visual) en combinación con la disminución de la sensibilidad neuronal, se amplía la profundidad de foco resultando en un mayor retraso acomodativo.

Ahora bien, referente 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); lo cual justifica la disminución en el número de ciclos con éste mismo ojo (3.5 c.p.m), generando resultados que no sólo se encuentran por debajo de los valores esperados para el promedio de edad (7 c.p.m. +/- 2.5), sino que al ser comparados con el ojo no dominante de pacientes sanos tienen una diferencia estadísticamente significativa, siendo 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), aunque al compararlo con el ojo dominante de los sanos la diferencia también fue estadísticamente significativa; los hallazgos confirman la afirmación de Ciuffreda et al., 1984, 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 ésta investigación, cuando se evalúa con una técnica subjetiva como Donders modificado ha sido evidente que la amplitud de acomodación se reduce en los pacientes ambliopes y aún más en el ojo no dominante. Ciuffreda et al., (21) 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 como consecuencia una reducción en la capacidad acomodativa. Tal es el caso de Ukai, Ishii, & Ishikawa (50) en 1986, quienes 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, J y Tomlinson (47) en 1975 evaluaron la amplitud de acomodación con un método subjetivo (Método de acercamiento - PU) y encontraron respuestas acomodativas iguales en el ojo sano y ambliope (frente a estímulos acomodativos bajos), lo cual difiere con lo reportado en éste trabajo, ya al emplear una técnica subjetiva (Donders Modificado – MPD) se encontró una diferencia estadísticamente significativa (aproximadamente de 1.50D $p < 0.001$) entre los ojos dominantes y no dominantes de los pacientes sanos y ambliopes, lo cual representa una diferencia clínica y estadísticamente significativa entre pacientes sanos y ambliopes cuando su AA se evalúa subjetivamente, se cree que el resultado encontrado por Wood y cols., pudo estar determinado por la subjetividad por parte del paciente y la sobrestimación generada con el método de Donders, puesto que las letras no subtienden el ángulo de resolución esperado para una línea menor de la mejor AV, debido a la magnificación de la imagen por la reducción de la distancia relativa del objeto (51) y debido a que al acercarse un objeto la contracción de la pupila aumenta, incrementando la profundidad de foco y reduciendo los círculos de difusión, por lo que la imagen se verá clara sin necesidad de llevar a cabo tanta acomodación, por lo tanto entre más cercano esté un objeto menor será el porcentaje de acomodación necesaria para verlo (44). Dadas las desventajas ampliamente mencionadas al utilizar las técnicas subjetivas, se sugiere emplear métodos objetivos para la valoración de la AA, pues tienen una mejor reproducibilidad y miden el aumento real en el poder refractivo del ojo, además cuando los pacientes fueron evaluados objetivamente con la técnica de MODAA no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los ojos dominantes de sanos vs ambliopes y la diferencia hallada entre los ojos no dominantes fue mínima.

De otra parte, teniendo en cuenta que los valores de normalidad con la técnica de MODAA reportados por León, Estrada, & Rosenfield (42) en 2015 para niños sanos entre 5 y 14 años se encuentran entre 7,31 y 9,36D (incluyendo la desviación estándar) la amplitud de acomodación de los pacientes ambliopes se encontró dentro de los valores normales (Odom: 8,15 DE:0,85 y Onodom: 7.68 DE:0,68), aunque al compararlos con los sanos hubo una diferencia estadísticamente significativa en el comportamiento acomodativo de los ojos no dominantes (0.38 $p=0,009$), lo cual se corresponde con los resultados obtenidos por

Sigman y Cols (7) en 2013, quienes evaluaron objetivamente la AA de niños con ambliopía entre 3 y 14 años y encontraron que la amplitud de acomodación se reduce en los ojos ambliopes, y que parece empeorar progresivamente con el grado de ambliopía, de manera que en cuanto peor es la AV, menor es la AA., coincidiendo también con los resultados encontrados, pues para los pacientes ambliopes refractivos leves se encontró una AA de 8,46 y 8,11D en los ojos dominante y no dominante respectivamente y de 7,80 y 7,21D para los ojos ambliopes moderados; siendo evidente que la respuesta acomodativa se ve afectada de acuerdo al deterioro de la agudeza visual (mayor grado de severidad de la ambliopía) tal como se muestra en las figuras 1B, 2 y 3 donde se ve una relación directamente proporcional cuando se comparan las 3 variables del estado acomodativo (LAG, AA, Flexibilidad) con respecto a la agudeza visual, no obstante, el objetivo del estudio no fue realizar comparación del estado acomodativo de acuerdo a la severidad de la ambliopía por lo tanto la muestra no fue calculada para tal fin, por lo cual se sugieren nuevos estudios que confirmen éstos hallazgos los que a su vez coinciden con los resultados de White & Wick, 1995 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 disminuyendo la exactitud en la acomodación. En 2010 (52) Horwood & Riddell al evaluar la respuesta acomodativa binocularmente con el autorefractómetro PlusptiX 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 con el ojo ambliope presentan disminución de la acomodación frente a estímulos cercanos, con lo cual demostraron que la acomodación no necesariamente es una respuesta consensuada; en ésta investigación se confirma lo mencionado por los autores, aunque la diferencia interocular entre los ambliopes fue de 0,47D, siendo mucho menor que la encontrada por ellos (3,9D; $p=0.008$), posiblemente debido a la severidad de la ambliopía de los pacientes estudiados (AV peor a 20/200), en la acomodación del ojo no ambliope no se encontró diferencia significativa respecto al ojo sano (0.02D, $p=0.893$), lo cual implica que la acomodación con el ojo dominante en los pacientes ambliopes es prácticamente normal

En cuanto a la técnica empleada para la valoración de la amplitud de acomodación ha sido evidente que la evaluación subjetiva de la AA sobrestima significativamente el resultado tanto en los pacientes sanos como en los ambliopes, mostrando una diferencia estadísticamente significativa cuando se emplea un método subjetivo (MPD) y un método objetivo (MODAA), la razón está dada porque las técnicas objetivas determinan el aumento del poder refractivo real del ojo, mientras que en los métodos subjetivos el valor de la amplitud de acomodación está determinado por la distancia mínima en la que el paciente reporta ver con claridad un estímulo y está sujeta a la respuesta de cada persona lo que le resta confiabilidad a la técnica. Es importante destacar que los métodos subjetivos son comparados con los datos de normalidad obtenidos de las ecuaciones de Hofstetter que se basan en los resultados de Duane, quien no tuvo en cuenta la profundidad de foco y por tal razón los datos de normalidad son superiores a los reportados con los métodos objetivos. MODAA por el contrario ha demostrado tener buena repetibilidad y reproducibilidad en comparación con los métodos subjetivos, León et al (53), cuando se comparan los resultados de amplitud de acomodación en los pacientes sanos con los reportados por Anderson y Stuebing (54) en 2008 que también emplearon un método objetivo (autorefractómetro Grand Seiko WAM-5500) para la evaluación de la AA en sujetos entre los 3 y los 64 años de edad, la AA promedio para el mismo grupo de edad (5 – 12 años) fue de 8.00D, y la obtenida en éste caso fue de 8,11D, lo que confirma la repetibilidad de la retinoscopía dinámica para la evaluación de la amplitud de acomodación. Respecto a los resultados encontrados en 2013

por Medrano, Acuña y Angulo (11) en la prueba piloto que antecede ésta investigación la AA medida con MODAA para los ojos no dominantes de los pacientes sanos fue de 8.00 D y para los ojos no dominantes de los ambliopes fue de 7,52D , encontrando una diferencia de 0,15D aproximadamente entre los ojos no dominantes sanos y no dominantes ambliopes respecto a ésta investigación, lo que confirma la repetibilidad de la técnica objetiva.

Siendo evidente la diferencia en el comportamiento acomodativo entre los ojos dominantes y no dominantes de los pacientes ambliopes con respecto a los sanos, sólo restaría definir el diagnóstico acomodativo, para el cual se tuvieron en cuenta los criterios establecidos por Scheiman (41) en 2013 quien especificó que para ser diagnosticado con insuficiencia de acomodación, es necesario tener una AA de por lo menos 2.00D por debajo del valor esperado o del mínimo establecido por la fórmula de Hofstetter, así como falla en la flexibilidad y un valor estimado de Lag de \geq a 1.00D con retinoscopia de MEM, también estableció que el diagnóstico se realiza al encontrar alteración en al menos dos de las tres funciones acomodativas a evaluar (Lag, flexibilidad y amplitud de acomodación). En ésta investigación el diagnóstico estuvo determinado por el resultado obtenido de acuerdo a la técnica empleada para medir la AA: cuando fue evaluada con el método subjetivo (MPD) el diagnóstico encontrando fue una insuficiencia de acomodación debido a que dos de las tres funciones del estado acomodativo estaban alteradas (flexibilidad y AA), pero cuando fue estimada 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 diferencia estadísticamente significativa respecto al ojo dominante sano, no obstante para el ojo no dominante de estos dos grupos la diferencia fue 0.38D lo que estadísticamente fue significativo pero clínicamente es posible que no lo sea, pudiendo 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 son evaluados con la técnica MODAA. Así mismo, cuando se comparan los resultados de los pacientes ambliopes con los rangos de normalidad sólo se encuentra alteración en la flexibilidad de acomodación (menor cantidad de ciclos y dificultad con el lente negativo) y en la AA si es valorada con MPD, pero 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, pues es evidente que con los métodos subjetivos se sobrestiman los valores de acomodación llevando a diagnósticos incorrectos que alteran las líneas de tratamiento.

Los resultados de ésta investigación permiten reflexionar respecto al planteamiento de la terapia visual en los niños con ambliopía refractiva de leve a moderada, puesto que ha sido 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, perdiendo tiempo y oportunidades valiosas para mejorar otras funciones que pueden estar afectadas en los niños ambliopes de ésta categoría; así mismo, es necesario considerar la opinión de algunos autores (7) respecto a la importancia de valorar el estado acomodativo en los niños ambliopes y no solamente la agudeza visual, pues ellos 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, siendo ésta 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, siendo 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 fue la flexibilidad de acomodación en pacientes ambliopes refractivos.
- A mayor grado de anisometropía mayor fue la alteración del sistema acomodativo.
- La alteración acomodativa en los ojos dominantes de los pacientes ambliopes conforman que la ambliopía es una condición bilateral.

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar el uso de métodos objetivos para la evaluación de la amplitud de acomodación.

Se sugiere evaluar todo el estado acomodativo (Lag, flexibilidad y Amplitud) para determinar el diagnóstico acomodativo del paciente.

Se recomienda ampliar éste estudio con el objetivo de determinar las diferencias del estado acomodativo de acuerdo a la severidad de la ambliopía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Menon V, Chaudhuri Z, Saxena R, Gill K, Sachdev MM. Profile of amblyopia in a hospital referral practice. *Indian J Ophthalmol*. 2005;53(4):227–34.
2. Canadanovic V, Bjelica D, Babovic S, Bedov T, Babic N, Grkovic D. Detection and treatment of amblyopia in children. *Med Pregl [Internet]*. 2011 [cited 2016 May 19];64(1-2):73–6. Available from: <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0025-81051102073C>
3. Pediatric TM, Disease E. Prevalence of Amblyopia and Strabismus in African American and Hispanic Children Ages 6 to 72 Months. The Multi-ethnic Pediatric Eye Disease Study. *Ophthalmology*. 2008;115(7):1229–37.
4. Burian, H & Von Noorden G. *Binocular Vision and Ocular Motility*. Mosby, editor. 1974.
5. Ciuffreda, K, Hokoda, S, Hung, G, Semmlow, J and Selenow A. Static Aspects of Accommodation in Human Amblyopia. *Optom Vis Sci [Internet]*. 1983;60(6):436–49. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00006324-198306000-00004>
6. Singh, V., Sinha, S. SG. 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.

7. Singman E, Matta N, Tian J, Silbert D. Association Between Accommodative Amplitudes and Amblyopia. 2013;21(May):137–9.
8. Webber A. Paediatric hyperopia, accommodative esotropia and refractive amblyopia. *Clin Exp Optom*. 2011;94(1):108–11.
9. Candy TR, Gray KH, Hohenbary CC, Lyon DW. Visual Psychophysics and Physiological Optics The Accommodative Lag of the Young Hyperopic Patient. 2012;53(1).
10. Wong VM w. The accommodative performance of children with unilateral amblyopia. INDIANA UNIVERSITY. INDIANA UNIVERSITY; 2013.
11. Medrano SM, Bedoya LMA, Sánchez SVA. Acomodación en pacientes de cinco a doce años con ambliopía refractiva leve y moderada: prueba piloto. *Cienc Tecnol para la Salud Vis y Ocul*. 2014;12(1):65–77.
12. Hubel DH WT. Ferrier lecture. Functional architecture of macaque monkey visual cortex. *Proc R Soc L B Biol Sci*. 1977;198:1–59.
13. Joly O, Frankó E. Neuroimaging of amblyopia and binocular vision: a review. *Front Integr Neurosci* [Internet]. 2014;8(August):1–10. Available from: http://www.frontiersin.org/Integrative_Neuroscience/10.3389/fnint.2014.00062/abstract
14. McKee SP, Levi DM MJ. The pattern of visual deficits in amblyopia. *J Vision*. 2003;3(5):380–405.
15. Bonneh YS, Sagi D, Polat U. Spatial and temporal crowding in amblyopia. *Vision Res*. 2007;47:1950–10962.
16. Kiorpes, L., Kiper, D., O'Keefe, L., Cavanaugh, L. and Movshon A. Neuronal correlates of amblyopia in the visual cortex of macaque monkeys with experimental strabismus and anisometropia. *J Neurosci*. 1998;18(16):6411–24.
17. Charman W. Fluctuations in accommodation: a review. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1988;8:153–64.
18. Medrano Sandra, León A. sensibilidad al contraste posterior a la terapia visual en pacientes con diagnóstico de ambliopía refractiva. 2011;9:81–9.
19. Singman, E., Matta, N., Tian, J y Silbert D. Association between accommodative amplitudes and amblyopia. *Strabismus*. 2013;21(2):137–9.
20. Wang J, Rowan Candy T. The sensitivity of the 2- to 4-month-old human infant accommodation system. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51(6):3309–17.
21. Ciuffreda KJ, Hokoda SC, Hung GK, Semmlow JL. Accommodative stimulus / response function in human amblyopia. 1984;326:303–26.
22. Clelland JFMC, Saunders KJ. Accommodative Lag Using Dynamic Retinoscopy : Age Norms for School-Age. 2004;81(12):929–33.
23. Agrawal R, Conner I, Odom J, Schwartz T MJ. Relating binocular and monocular vision in strabismic and anisometropic amblyopia. *Arch Ophthalmol*. 2006;124:844–50.

24. Birch EE. Amblyopia and binocular vision. *Prog Retin Eye Res.* Elsevier Ltd; 2013;33:67–84.
25. Harrad R. Psychophysics of suppression. *Eye (Lond).* 1996;10:270–3.
26. Fries P, Schröder J-H, Roelfsema PR, Singer W, Engel AK. Oscillatory neuronal synchronization in primary visual cortex as a correlate of stimulus selection. *J Neurosci.* 2002;22(9):3739–54.
27. Hamm LM, Black J, Dai S, Thompson B. Global processing in amblyopia: A review. *Front Psychol.* 2014;5(JUN):1–21.
28. Thompson, B., Villeneuve, M., Casanova, C., Hess R. Abnormal cortical processing of pattern motion in amblyopia: evidence from fMRI. *Neuroimage.* 2012;60(2):1307–15.
29. Rutstein and Corliss D. Relationship between anisometropia, amblyopia, and binocularity. *Optom Vis Sci.* 1999;76:229–33.
30. Wallace DK, Lazar EL, Melia M, Eileen E, Holmes JM, Hopkins KB, et al. Stereoacuity in children with anisometropic amblyopia. *JAAPOS.* 2011;15(5):455–61.
31. Goodwin R RP. Stereoacuity degradation by experimental and real monocular and binocular amblyopia. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 1985;26:917–23.
32. Holopigian K, Blake R GM. Selective losses in binocular vision in anisometropic amblyopes. *Vis Res.* 1986;26:621–30.
33. Wallace DK. Evidence-Based Amblyopia Treatment: Results of PEDIG Studies. *Am Orthopt J.* 2007;57:48–55.
34. Oviedo PE. El estilo pedagógico y la resolución de problemas: una contribución al proceso de enseñanza-aprendizaje en la práctica clínica de optometría pediátrica. Doctor. 2008;67–75.
35. Pediatric Eye Disease Investigato Group. A Randomized Trial of Patching Regimens for Treatment of Moderate Amblyopia in Children. *Arch Ophthalmol* [Internet]. American Medical Association; 2003 May 1 [cited 2016 May 19];121(5):603. Available from: <http://archophth.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/archophth.121.5.603>
36. Andrew, T., Astle, P., McGraw, V y Webb B. Can human amblyopia be treated in adulthood? *Strabismus.* 2011;19(3):99–109.
37. Stewart, C., Fielder, A., Stephens, D., y Moseley M. Treatment of unilateral amblyopia: factors influencing visual outcome. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 2005;46(9):3152–60.
38. Suttle, C., Melmoth, R., Finlay, A., Sloper, J y Grant S. Eye–Hand Coordination Skills in Children with and without Amblyopia. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(3)(3):1851–64.
39. Von Noorden, G. y Campos E. Binocular vision and ocular motility, theory and managment of strabismus. 6th ed. Mosby, editor. St. Louis, Missouri; 2002. 145- 150 p.
40. Cotter S a. Treatment of Anisometropic Amblyopia in Children with Refractive Correction. *Ophthalmology.* 2006;113:895–903.

41. Scheiman, M and Wick B. Clinical management of binocular vision. Heterophoric, accommodative and eye movement disorders. Fourth edi. Wolters Kluwer, editor. 2013.
42. León A, Estrada JM, Rosenfield M. Age and the amplitude of accommodation measured using dynamic retinoscopy. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2015;1–8.
43. Guerrero J. *Optometría Clínica*. 1era ed. Bucaramanga; 2006. 46-52 p.
44. León A. Validación de una técnica objetiva para determinar la amplitud de acomodación. 2009.
45. 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]. Blackwell Publishers; 2000 May [cited 2016 May 21];20(3):185–98. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1475-1313.2000.00498.x>
46. Helsinki D De. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. *Asoc Médica Mund.* 2008;
47. Wood, J and Tomlinson A. The accommodative response in amblyopia. *Am J Optom Physiol Opt.* 1975;52:243–7.
48. Manh V, Chen AM, Tarczy-Hornoch K, Cotter SA, Rowan Candy T. Accommodative performance of children with unilateral amblyopia. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 2015;56(2):1193–207.
49. Vincent SJ, Collins MJ, Read SA, Carney LG. Monocular amblyopia and higher order aberrations. *Vision Res.* 2012;66:39–48.
50. Ukai K, Ishii M, Ishikawa S. A QUASI-STATIC STUDY OF ACCOMMODATION IN AMBLYOPIA *. 1986;6(3):287–95.
51. Ostrin LA, Glasser A, Hamasaki D, Ong J, Marg E, Glasser A, et al. Accommodation measurements in a prepresbyopic and presbyopic population. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. Elsevier; 2004 Jul [cited 2016 May 22];30(7):1435–44. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0886335004000690>
52. Horwood AM, Riddell PM. Independent and reciprocal accommodation in anisometropic amblyopia. *J AAPOS.* 2010;14(5):447–9.
53. León, A., Estrada, J., Cruz, K and López J. Concordancia de las técnicas subjetivas que miden la amplitud de acomodación. *Cienc Tecnol para la Salud Vis y Ocul.* 2010;8(1):41–52.
54. Anderson HA, Hentz G, Glasser A, Stuebing KK, Ruth E. Minus-Lens-Stimulated accommodative amplitude decreases sigmoidally with age: A Study of Objectively Measured Accommodative Amplitudes from Age 3. 2008;49(7):2919–26.

ANEXO 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA INVESTIGACIÓN DIRIGIDO A

PADRES DE FAMILIA

Nombre del estudio:

ESTUDIO DEL ESTADO ACOMODATIVO EN PACIENTES DE 5 A 12 AÑOS DE EDAD CON AMBLIOPÍA REFRACTIVA VS PACIENTES NO AMBLIOPES

La presente investigación, ha sido aprobada por el comité de investigaciones de la Facultad de Ciencias de la Salud y de Ciencias de la Educación de la Universidad de La Salle.

Justificación:

En la actualidad la terapia visual está diseñada para remediar las deficiencias acomodativas propias de los pacientes ambliopes, sin embargo los protocolos de manejo establecidos pretenden rehabilitar el componente acomodativo sin discriminación del grado de severidad de la ambliopía, tal vez porque no se han establecido las posibles diferencias que pueden existir entre estas. Por lo cual, la presente investigación tiene como objeto evaluar las funciones de la acomodación en su totalidad, de tal manera que sea posible reconocer el grado y tipo de afectación de las mismas, permitiendo protocolizar el diagnóstico, manejo y seguimiento en esos pacientes. **El objetivo general** Determinar la diferencia del estado acomodativo entre pacientes ambliopes refractivos y pacientes no ambliopes entre los 5 y 12 años de edad

Se incluirán niños sin ambliopía y niños ambliopes refractivos (por falta de corrección óptica) entre 5 y 12 años de edad. No se incluirán niños con diagnóstico de algún tipo de enfermedad neurológica, sistémica o psicológica, que estén actualmente tomando antidepresivos, con antecedentes de convulsiones y enfermedades cardíacas, niños con patologías oculares y/o ambliopías de otro tipo a quienes no se puedan colocar gotas para dilatar.

Los procedimientos que se llevarán a cabo en los niños serán:

1. Valoración de la agudeza visual
2. Retinoscopía estática
3. Retinoscopía bajo cicloplejia (**EN CASO DE SER NECESARIO**). Consiste en inducir parálisis transitoria del músculo ciliar mediante la instilación de una gota de ciclopentolato al 1%. Los riesgos y complicaciones conocidas son: hiperactividad, convulsiones, hipersensibilidad a alguno de los componentes del fármaco instilado, fotofobia (sensibilidad a la luz), visión borrosa, calor, rubor, somnolencia, fiebre, mareo, problema cardiorrespiratorio leve. El procedimiento está contraindicado en casos de: glaucoma de ángulo estrecho, problemas cardiacos y trastornos del Sistema Nervioso Central – Epilepsia.

4. Examen externo.
5. Fondo de ojo
6. Valoración del estado acomodativo, como se menciona a continuación:

6.1. **Amplitud de Acomodación** Consiste en evaluar la máxima capacidad de enfoque del ojo, para ello se realizarán cuatro técnicas no invasivas, en las cuales el paciente será evaluado con su corrección habitual, ocluyendo un ojo; deberá observar un objeto de fijación mientras se realizan cambios con lentes de diferentes dioptrías, o se le solicitará que acerque o aleje el texto según la técnica empleada. Cada técnica será repetida dos veces en cada ojo. Las técnicas a realizar son:

6.1.1. *Donders Modificado*

6.1.2. *Método Objetivo de Estimación de la Amplitud de Acomodación MODAA*

6.2. **Lag de Acomodación** Será medido con la técnica de Retinoscopia de Nott en la cual el paciente debe observar una cartilla con letras o dibujos, mientras el examinador observará los reflejos del paciente a 40 cm. Será repetida dos veces en cada ojo.

6.3. **Flexibilidad de Acomodación** Permite evaluar la capacidad para realizar cambios de enfoque al adicionar lentes positivos y negativos (+2.00/-2.00) en cada ojo, durante determinado tiempo. Será repetida dos veces en cada ojo.

Molestias:

- Específicamente con la dilatación pupilar el niño quedará viendo borroso cerca por un periodo de al menos 24 horas, puede sentir sensación de piquiña al instilar la gota y tener molestia con la luz mientras dura el efecto del medicamento. Los riesgos de este medicamento son bajos por cuanto, según el protocolo, se aplicará una sola gota en cada ojo y se evitará que el medicamento se vaya por circulación al cuerpo minimizando las posibilidades de efectos adversos por uso del medicamento.
- En los demás procedimientos a realizar, el riesgo es solamente cansancio que se manejará con pausas entre cada prueba.
- Aunque es raro encontrar en la práctica clínica efectos del medicamento para dilatar (ciclopentolato), vale la pena aclarar que se puede generar: enrojecimiento de la piel, somnolencia, náuseas, fiebre, rubor, convulsiones. Sin embargo, los efectos de este medicamento se preverán a través de un interrogatorio previo y en casos de contraindicación no se aplicará.

Beneficios que se pueden obtener para niños:

- Se le realizará el examen visual completo de forma gratuita.
- Se le entregará fórmula de prescripción óptica gratuitamente a los niños que lo necesiten.
- Se evaluará el estado acomodativo (capacidad de enfoque para realizar determinadas tareas).

El ejercicio profesional de los optómetras participantes está amparado por una póliza de responsabilidad civil.

Los padres o acudientes serán informados del estudio de forma escrita y verbal, si lo desean, y podrán formular preguntas ante cualquier duda. Igualmente, tendrán la libertad de retirarse del estudio en cualquier momento. Los nombres de padres y niños y los resultados de las pruebas serán mantenidos en reserva.

Si usted desea que el menor a su cargo participe en el programa, debe diligenciar el siguiente consentimiento debidamente firmado.

Yo _____ identificado(a) con cédula de ciudadanía No. _____ Como responsable del paciente _____ identificado con T.I. o R.C No. _____, autorizo a las optómetras Lina Acuña , Johana González, Sandra Medrano para la realización del procedimiento mencionado anteriormente.

Al firmar este documento reconozco que recibí información precisa sobre las técnicas, que se me ha explicado el procedimiento y que comprendo perfectamente su contenido. Se me han dado amplias oportunidades de formular preguntas y que todas las preguntas que he formulado han sido respondidas o explicadas en forma satisfactoria.

Doy mi consentimiento para la realización del procedimiento y firmo a continuación:

NOMBRE _____

FIRMA _____

CC. _____

Fecha _____ / _____ / _____

Datos de los investigadores:

Johanna González Bermúdez

Optómetra Universidad de la Salle

Estudiante Maestría en Ciencias de la Visión IV SEM- Universidad de la Salle

Tel 3165367470

Lina Marcela Acuña Bedoya

Optómetra Universidad de la Salle

Estudiante Maestría en Ciencias de la Visión IV SEM- Universidad de la Salle

Tel 3123448427

Sandra Milena Medrano Muñoz

Docente-Instructor de Clínica de optometría Pediátrica y Terapia Visual

Tel:3166926550

ANEXO 2

ASENTIMIENTO INFORMADO PARA LOS NIÑOS

Mi nombre es _____, soy investigadora en el proyecto: **ESTUDIO DEL ESTADO ACOMODATIVO EN PACIENTES DE 5 A 12 AÑOS DE EDAD CON AMBLIOPÍA REFRACTIVA VS PACIENTES NO AMBLIOPES.**

El objetivo de la investigación es determinar la diferencia del estado acomodativo en pacientes ambliopes refractivos y no ambliopes de 5 a 12 años de edad.

Queremos invitarte a la investigación porque nuestro trabajo se realizará en niños en edades de 5 a 12 años, para realizar unas pruebas visuales.

No tienes por qué participar en esta investigación si no lo deseas. Es tu decisión si decides participar o no, está bien y no cambiara nada. Incluso si dices que “sí” ahora, puedes cambiar de idea más tarde y estará bien.

Procedimientos:

-Para el desarrollo de este trabajo hemos pedido permiso a tus padres para realizarte un examen visual y poder saber cómo están tus ojos

-Te haremos un examen visual completo: medida de visión, examinar los músculos de tus ojos, examinar el fondo de ojo y decidir si necesitas lentes o no. Para esto último, te aplicaremos una gota en cada ojo que puede picar cuando se coloca, quedaras viendo borroso durante unas horas sólo de cerca y es posible que te moleste un poco la luz.

-Si necesitas gafas de corrección, te lo diremos para que las uses y haremos unas pruebas visuales para determinar cómo tus ojos son capaces de enfocar diferentes figuras. Al realizarlos, haremos pausas de descanso

-Al final se analizarán los resultados y te contaremos lo que encontramos.

No diremos a otras personas que estas en la investigación, ni contaremos lo que encontramos en tus ojos, no usaremos tu nombre nunca durante el trabajo.

He preguntado al niño/a y entiende que su participación es voluntaria _____ (inicial) “Sé que puedo elegir participar en la investigación o no hacerlo. Sé que puedo retirarme cuando quiera. He leído esta información (o se me ha leído la información) y la entiendo. Me han respondido las preguntas y sé que puedo hacer preguntas más tarde si las tengo. Entiendo que cualquier cambio se discutirá conmigo. Acepto participar en la investigación”.

O “Yo no deseo participar en la investigación y no he firmado el asentimiento que sigue”. _____(iniciales del niño/menor)

Solo si el niño/a asiente:

Nombre del niño/a _____

Firma del niño/a: _____

Fecha: _____

Día/mes/año

ANEXO 3

Nombre del estudio:

ESTUDIO DEL ESTADO ACOMODATIVO EN PACIENTES DE 5 A 12 AÑOS DE EDAD CON AMBLIOPÍA REFRACTIVA VS PACIENTES NO AMBLIOPES

FICHA TECNICA DE PREGUNTAS PARA PADRES ACERCA DE ANTECEDENTES QUE PUEDAN IMPEDIR LA DILATACIÓN CON CICLOPLEJIA.

POR FAVOR LUEGO DE LEER LAS PREGUNTAS MARQUE CON UNA X DONDE CORRESPONDA

Su hijo ha presentado convulsiones?	Si ¿Cuál fue la razón de la convulsión?	No
Su hijo tiene antecedentes de enfermedad del corazón?	Si	No
Su hijo toma algún tipo de medicamentos?	Si ¿Cuáles?	No
Su hijo tiene seguro Médico	Si ¿Cuál?	No
Su hijo tiene diagnóstico conocido de ambliopía (ojo perezoso?)	Si	No
A su hijo se le han realizado terapias visuales?	Si	No

ANEXO 4. HISTORIA CLÍNICA

ESTUDIO DEL ESTADO ACOMODATIVO EN PACIENTES DE 5 A 12 AÑOS DE EDAD CON AMBLIOPIA REFRACTIVA VS PACIENTES NO AMBLIOPES – HISTORIA CLÍNICA

Fecha _____

Apellidos _____ Nombres _____

Edad _____ Sexo _____ Fecha de Nto. Día _____ Mes _____ Año _____

N de identificación _____ Teléfono _____

Persona responsable _____ Parentesco _____

Antecedentes:

Agudeza visual:

	Visión Lejana	AO	Visión Próxima	AO
Ojo Derecho				
Ojo Izquierdo				

Lensometría

Ojo Derecho	Ojo Izquierdo

Examen externo:

Ojo Derecho	Ojo Izquierdo

Fondo de ojo:

Ojo Derecho	Ojo Izquierdo
-------------	---------------

Excavación: _____ Rel _____ A/V: _____ Mácula: _____ _____ _____	Excavación: _____ Rel _____ A/V: _____ Mácula: _____ _____ _____
---	---

Examen Motor

	Visión Lejana	Visión Próxima
CT		
PPC		

Estereópsis: _____

Test: _____

Retinoscopia Estática			
Ojo Derecho	AV	Ojo Izquierdo	AV
Retinoscopia Bajo cicloplejia			
Ojo Derecho	AV	Ojo Izquierdo	AV
Subjetivo			
Ojo Derecho	AV	Ojo Izquierdo	AV

Estado Acomodativo

LAG DE ACOMODACIÓN					FLEXIBILIDAD DE ACOMODACIÓN					
	1a		2a		Pr		POS	NEG	CICLOS	DIF
	DIST	DPTS	DIST	DPTS						
OD						OD				
OI						OI				

AMPLITUD DE ACOMODACIÓN	
DERECHO	IZQUIERDO

	1a		2a		Pr		1a		2a		Pr
	Dist	Dpts	Dist	Dpts			Dist	Dpts	Dist	Dpts	
MPD						MPD					
MODAA						MODAA					

Firma Acudiente: _____