



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2326>

Ciencias de la salud
Artículo de investigación

*Criterios sobre efectos del aprendizaje visual perceptivo neuro-funcional en
pacientes con ambliopía de 6 a 18 años en el Instituto de la Visión*

*Criteria on effects of neuro-functional visual perceptual learning in patients with
amblyopia aged 6 to 18 years at the Institute of Vision*

*Critérios sobre os efeitos da aprendizagem perceptual visual neuro-funcional em
pacientes com ambliopia com idade entre 6 e 18 anos no Instituto of Vision*

Verónica Dolores Moreira-Pico^I
veronica.moreira@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6963-0164>

Laura Centeno-Morales^{II}
laucen@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9777-9935>

Jenny Sánchez-Espinoza^{III}
sanchezjennye@unbosque.edu.com
<https://orcid.org/0000-0003-0434-5076>

Correspondencia: veronica.moreira@utm.edu.ec

***Recibido:** 12 de Agosto de 2021 ***Aceptado:** 15 de Septiembre de 2021 *** Publicado:** 12 de Octubre de 2021

- I. Licenciatura en Optometría. Instituto de la Visión S.A. Docente de la carrera de Optometría, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Licenciatura en Optometría. Centro de Atención Visual Integral, Torreón. Asociación Ver Contigo, Torreón. Centro Optimus, Monterrey.
- III. Optómetra, Especialista en Docencia Universitaria, Magister en Ciencias de la Visión, Grupo de Investigación Salud Visual y Ocular de la Universidad El Bosque.

Resumen

Dada la importancia que tiene la ambliopía en el medio natural y la ventaja que proporciona la tecnología para realizar terapias visuales, se estudiará en este sentido ¿cómo responde la corteza cerebral al recibir un estímulo luminoso normalizado en la retina y de esa manera comprobar si es posible mejorar la función visual del paciente. Para ello, se plantó como objetivo general del estudio el hecho de identificar los efectos de la terapia visual-perceptiva Retimax® Visual Trainer en la ambliopía fuera del periodo crítico en niños y jóvenes de 6 a 18 años. En correspondencia, el estudio se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo de tipo analítico, ensayo clínico de corte longitudinal. La modalidad de investigación en el área de la Gestión de la Calidad de Vida. Desde esta perspectiva se aplicó una terapia visual con el Retimax® Visual Trainer para mejorar, normalizar e incrementar las capacidades y habilidades visuales. En ello se realizaron entrenamientos que realizaron los pacientes en 10 sesiones durante un mes con una duración de 10 a 15 minutos, para controlar las respuestas bioeléctricas corticales y tener una mejora gradual en su función visual. En la prueba de Wilcoxon donde la agudeza visual de lejos pre-terapia comparada con la agudeza visual de lejos post terapia, se evaluaron solo 9 ojos ambliopes, pero de basarse en los resultados que se obtuvo por cada ojo evaluado post terapia, si hubo un cambio en su agudeza visual en los pacientes fuera del período crítico de desarrollo que se sometieron a la terapia.

Palabras claves: Optometría; Ambliopía; Visión; Agudeza visual.

Abstract

Given the importance of amblyopia in the natural environment and the advantage that technology provides to perform visual therapies, it will be studied in a sense how the cerebral cortex responds to receiving a normalized light stimulus in the retina and thus check if it is possible to improve the patient's visual function. To this end, the general objective of the study was to identify the effects of the visual-perceptual therapy Retimax® Visual Trainer on amblyopia outside the critical period in children and young people aged 6 to 18 years. Correspondingly, the study was carried out with a quantitative analytical approach, longitudinal section clinical trial. The research modality in the area of Quality of Life Management. From this perspective, a visual therapy was applied with the Retimax® Visual Trainer to improve, normalize and increase visual capacities and abilities. In this, patients carried out workouts in 10 sessions for a month with a duration of 10 to 15 minutes, to control

the cortical bioelectric responses and have a gradual improvement in their visual function. In the Wilcoxon test where pre-therapy distance visual acuity compared to post-therapy distance visual acuity, only 9 amblyopic eyes were evaluated, but based on the results obtained for each eye evaluated post-therapy, if there was a change in their visual acuity in patients outside the critical developmental period who underwent therapy.

Keywords: Optometry; Amblyopia; Vision; Visual acuity.

Resumo

Dada a importância da ambliopia no ambiente natural e a vantagem que a tecnologia proporciona para a realização de terapias visuais, será estudado de certa forma como o córtex cerebral responde ao receber um estímulo de luz normalizado na retina e, assim, verificar se é possível melhorar a função visual do paciente? Para tanto, o objetivo geral do estudo foi identificar os efeitos da terapia viso-perceptual Retimax® Visual Trainer na ambliopia fora do período crítico em crianças e jovens de 6 a 18 anos. Correspondentemente, o estudo foi realizado com abordagem analítica quantitativa, ensaio clínico de secção longitudinal. A modalidade de pesquisa na área de Gestão da Qualidade de Vida. Nessa perspectiva, uma terapia visual foi aplicada com o Retimax® Visual Trainer para melhorar, normalizar e aumentar as capacidades e habilidades visuais. Neste, os treinos eram realizados pelos pacientes em 10 sessões durante um mês com duração de 10 a 15 minutos, para controlar as respostas bioelétricas corticais e ter uma melhora gradual em sua função visual. No teste de Wilcoxon, onde a acuidade visual à distância pré-terapia em comparação com a acuidade visual à distância pós-terapia, apenas 9 olhos amblíopes foram avaliados, mas com base nos resultados obtidos para cada olho avaliado após a terapia, se houve uma mudança em sua acuidade visual em pacientes fora do período crítico de desenvolvimento que foram submetidos à terapia.

Palavras-chave: Optometria; Ambliopia; Visão; Acuidade visual.

Introducción

La visión es un sentido que contempla el funcionamiento sinérgico de la anatomía y fisiología de cada una de las partes que la conforman; las alteraciones en la etapa de desarrollo visual y neurológico, es decir, de los 0-6 años, pueden presentar consecuencias negativas para el resto de la vida, debido a que la estimulación visual es un factor determinante para el desarrollo del sistema. Las anomalías de la

visión binocular, dentro de las cuales está la ambliopía, es una de las principales causas de morbilidad visual en la población infantil, incluso más que los traumatismos oculares. (Gómez & Zapata. 2016) La ambliopía, se la considera como una disminución unilateral o bilateral de la mejor agudeza visual (AV) corregida, debido a una privación de visión formal o interacción binocular anormal, no justificable por ninguna patología hallada en el ojo o la vía visual. (Kanski. 2016)

El tratamiento de la ambliopía en niños con edades superiores a los seis años ha sido motivo de controversia, ya que se consideraba hasta hace poco que el período efectivo (período crítico) para la respuesta al tratamiento finalizaba antes de esta edad. Sin embargo, un estudio realizado en el 2014 por Esposito P. et al, a 21 pacientes con ambliopía anisométrica, aplicaron la técnica de entrenamiento visual sobre la función retiniana en jóvenes fuera del periodo crítico de desarrollo visual, las sesiones de capacitación fueron realizadas por el Retimax® Visual Trainer, un método de rehabilitación no invasivo recientemente desarrollado para mejorar la visión en niños y adultos, basado en estímulos de muestra y biofeedback auditivo. Se trata de un dispositivo multifuncional para el registro de la electrofisiología visual que permite obtener simultáneamente grabaciones del potencial evocado visual (VEP) y análisis en tiempo real durante el entrenamiento de la visión. Los resultados reflejaron que los valores de agudeza visual mejoraron significativamente en comparación con los de la línea de base. (Esposito, et. al. 2014)

Un entrenamiento o una terapia visual efectiva requieren que las habilidades visuales sean desarrolladas hasta que estén completamente integradas con otros sistemas y se vuelvan automáticas, permitiendo a los individuos utilizar todo su potencial visual. (Visual, 2011) Diferentes investigaciones han apoyado el uso de las técnicas de aprendizaje perceptivo neuronal para el tratamiento de la ambliopía en niños y adultos. Este aprendizaje es un proceso activo, por el cual se consigue un desarrollo en la realización de tareas sensoriales a través de la práctica o de la experiencia. (Esposito, et. al. 2014); (PAR M del RDP. 2019)

Este aprendizaje perceptivo neuro-funcional desarrollado a partir del entrenamiento visual es una de las técnicas que más atención ha captado en los últimos tiempos para su uso en el tratamiento de la ambliopía. (Hamamé. 2011)

El entrenamiento visual perceptivo es una técnica que utiliza un tipo de proceso de aprendizaje para mejorar la visión. El éxito depende de la atención que se les preste a los estímulos proporcionados. Esta técnica de biorretroalimentación de potenciales visuales evocados aplicados en el tratamiento de la ambliopía fuera del periodo crítico se ha utilizado para mejorar el rendimiento visual con el objetivo

de crear nuevas conexiones neuronales y poder desarrollar y mejorar la eficacia del sistema visual. (Lapajne, et. al. 2010); (Halperin, & Yolton. 1986); (Rita, et al. 2019)

Con este entrenamiento el paciente puede ser consciente de nuevas relaciones al utilizar procesos que le permitan extraer una mayor cantidad de información de una manera más eficaz, es decir, que la estimulación cerebral mejora el aprendizaje visual. (Bellizzi, & Bellizzi, 2015)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el número de niños con discapacidad visual asciende a 19 millones, de los cuales 12 millones la padecen debido a errores de refracción, fácilmente diagnosticables y corregibles. Aproximadamente 1.4 millones de menores de 15 años sufren ceguera irreversible y necesitan acceso a servicios de rehabilitación visual para optimizar su funcionamiento y reducir la discapacidad.

En Latinoamérica, las cifras oscilan entre 9 y 10% (Biar, & Casado, 2011) y en el Ecuador se encuentran muy pocos estudios que revelen estadísticas de la salud ocular y visual, por otra parte, no existen programas para poder detectar a tiempo esta anomalía e investigaciones que proporcionen datos acerca de la prevención, atención y control de la ambliopía, sin embargo, hay patologías oculares que, debido a una falta de atención adecuada, se convierten en problemas de salud tanto en el área de optometría y oftalmología.

La ambliopía es una de las anomalías visuales más frecuente que afecta hasta el 5% en la población, (Lapajne, et. al. 2010) es prevenible y tratable si existe un diagnóstico precoz. La detección y tratamiento se ha vuelto tema de estudio y del interés de investigadores, que llevan cada día a desarrollar nuevas técnicas basadas en la tecnología, al proporcionar oportunidades para mejorar la calidad visual de los pacientes.

Métodos y materiales

Estudio de enfoque cuantitativo de tipo analítico, ensayo clínico, corte longitudinal. La modalidad de investigación en el área de la Gestión de la Calidad de Vida.

Como población se define a 25 niños y jóvenes 6 a 18 años diagnosticados con ambliopía en la clínica en cuestión por el periodo tratado en el año 2020. Y en consecuencia se deriva como muestra delimitada el estimado de 8 pacientes, con un procedimiento de muestreo no probabilístico por conveniencia.

Los criterios de selección que se desarrollan tuvieron en cuenta los elementos de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- Niños y jóvenes de 6 a 18 años
- Pacientes con ambliopía refractiva (anisométrica e isométrica)
- Agudeza visual mejor corregida de lejos $\geq 0,2$ logMar
- Error refractivo mayor a 1Dpt. e inferior a 12 Dpt. (Esferas y cilindros)
- Paciente no tenga enfermedades oculares y/o sistémicas

Criterios de exclusión

- Estrabismo
- Antecedentes de cirugía ocular
- Cirugía refractiva previa
- Nistagmo
- Trastorno por déficit de atención y/o antecedentes de condición cognitiva
- Heteroforia vertical

Esta terapia visual con el Retimax® Visual Trainer tuvo como objetivo mejorar, normalizar e incrementar las capacidades y habilidades visuales. Entrenamiento que deberán realizar los pacientes en 10 sesiones durante un mes con una duración de 10 a 15 minutos, éstos aprenderán a controlar las respuestas bioeléctricas corticales y a mejorar gradualmente su función visual.

La recolección de la información se desarrolló desde una serie de procedimientos (definir protocolos). Se realizó una carta de autorización al Instituto de la Visión, donde se detalló el estudio, sus objetivos y la población, una vez que se obtuvo el permiso se citaron a los pacientes; antes de empezar a evaluar a los pacientes, se les presentó un consentimiento informado a los padres y un asentimiento informado a los pacientes para su aprobación y participación. Una vez adquirida la documentación necesaria se realizaron 3 citas de valoración antes de las sesiones de terapias que se detallan a continuación:

- **1 cita - Agudeza visual de lejos y de cerca, retinoscopia estática y dinámica). Protocolo para obtener la agudeza visual.**

Para poder realizar la toma de agudeza visual se le solicitó al paciente que realice lo siguiente: Se le pidió que se siente en la unidad de refracción que se encuentra ubicada a 3 metros de la cartilla electrónica, para la toma de AV de lejos se le presentó un optotipo de escala logarítmica (LogMar), se adecuó la sala con una excelente iluminación, de tal manera que el paciente pudiera identificar adecuadamente las letras gracias al contraste entre el fondo blanco del optotipo. La luz procedente de

ese mismo fondo (retroiluminación) y las letras del test que eran de color negro, primero de manera morfoscópica y después angular; se ocluyó el OI para tomar la AV del OD, y después se tomó la AV del OI y se ocluyó el OD.

Es importante señalar que la AV se la tomó con corrección en uso y sin corrección, con lente de armazón o con lente de contacto si fuera el caso. Así mismo se tomó una AV de cerca sin corrección y con corrección, de manera monocular y binocular.

– **Protocolo para obtener la refracción bajo retinoscopia estática y dinámica.**

En primer lugar, se le explicó en qué consistía la prueba al paciente. Este procedimiento es un examen objetivo que consiste en observar el movimiento del reflejo procedente de la retina del paciente y colocar lentes hasta que se logre neutralizar tal movimiento. La distancia a la que se realizó la retinoscopia, (distancia de trabajo) fue de 50 cm, este equivalente dióptrico de la distancia corresponde a un lente de trabajo de +2.00. Se ajustó la montura de prueba a la distancia pupilar del usuario en visión lejana. Se le indicó al paciente que debía estar fijando al infinito óptico con ambos ojos y en posición primaria de mirada. Se empezó por ojo derecho y después el ojo izquierdo, y se analizó si existía un defecto esférico o esfero-cilíndrico.

Luego, se realizó una retinoscopia dinámica. Es una técnica objetiva relacionada a la visión próxima para determinar el estado refractivo del ojo. Es importante compensar al valor encontrado el valor de la respuesta acomodativa. Se ubicó al paciente con su corrección óptica, se colocaron las tarjetas de visión próxima idónea según la edad cognitiva del paciente a 40 cm y se le pidió que las leyera en voz alta las letras o figuras y se procedió a neutralizar las sombras con lentes positivas si las sombras son directas o negativas si son inversas. Se realizó primero en el OD y después el OI.

– **2 cita - Refracción bajo cicloplejia. Protocolo refracción bajo cicloplejia**

Es una prueba objetivo que nos permite determinar y cuantificar los diferentes defectos refractivos con la acomodación totalmente paralizada mediante el uso de ciclopléjicos. Se utilizó un agente colinérgico ciclopentolato al 1%. Se colocaron 3 gotas en cada ojo, cada 15 minutos. El procedimiento consistía en lo siguiente: Se sentó al paciente apoyando su cabeza sobre el soporte que lleva el espaldar de la silla. Previo a la instilación del fármaco, se realizó un examen de presión intraocular y fondo de ojo que fueron examinados por el médico oftalmólogo para su autorización. Se instiló el fármaco de la siguiente manera: 1 gota de ciclopentolato al 1%, con 15 minutos de intervalo para aplicar cada gota de ciclopentolato, esperando un efecto entre 45 a 60 minutos. Se revisaron las pupilas, con el reflejo fotomotor, para determinar si la acomodación se encuentra totalmente

paralizada, en el momento que no exista reflejo, es el momento de refractar. Se procedió a realizar la retinoscopía estática en ambos ojos con las técnicas antes mencionadas, compensando el tono del músculo ciliar y la distancia de trabajo. Por último, se toma la agudeza visual de ambos ojos de manera monocular.

– **3 cita - Subjetivo final y sensibilidad al contraste**

La prueba subjetiva es utilizada para verificar y afinar la corrección refractiva obtenida por medio de técnicas objetivas controlando la acomodación. Esa técnica tiene como objetivo conseguir una buena visión con ambos ojos al colocar al paciente el lente más positivo con que logre la mejor agudeza visual para visión lejana monocular. El procedimiento fue el siguiente: Se toma de base el valor objetivo de la refracción obtenida previamente en la retinoscopía bajo cicloplejia. Se ocluyó el OI para evaluar el OD y luego el OD para evaluar el OI. Se tomó la agudeza visual mejor corregida, la cual serviría para realizar las sesiones de terapia. Después se procedió a corregir sea con lentes de armazón o de contacto.

Sensibilidad al contraste

Se refiere a la habilidad del sistema visual para distinguir entre un objeto y el fondo. Se pidió al paciente que se sentara a una distancia de 3 metros, con su corrección primero se realizó la toma del OD y se ocluyó el OI. Se le pidió al paciente que observe las rejillas de onda sinusoidal que evalúan las curvas de sensibilidad al contraste. Estas corresponden a un número alternado de barras oscuras y claras que crean un ciclo de evaluación. Para poder determinar los porcentajes de sensibilidad al contraste se construyen rejillas con diferentes frecuencias espaciales, barras de diferentes espesores y en diferentes contrastes. A continuación, debe identificar en cuál de los dos círculos se encuentra la rejilla sinusoidal. El nivel de contraste de la última respuesta correcta representa el umbral de contraste, Se repiten los mismos pasos con todas las filas.

Resultados y discusión

La ambliopía es la causa más común de impedimento visual en la niñez. Esta condición afecta aproximadamente de 2 a 3 de cada 100 niños. A menos que sea exitosamente tratada en los primeros años de vida, la ambliopía usualmente continúa en la edad adulta, y es la causa más común de impedimento de la visión monocular (un solo ojo) entre niños, jóvenes y adultos de mediana edad. (Biar, & Casado, 2011); (Lidia, et. Al. (2016).

Es considerada de interés de salud público por el impacto negativo que tiene, no solo para las personas que la padecen, también para la familia y la sociedad en general, debido a las dificultades para la realización de las actividades de la vida cotidiana, tales como las escolares, sociales entre otras. (Alcalde, Barraza, & Colombo. 2018) Se estima una prevalencia entre 2 y 4 % de la población en general, entre 3 y 4 % de los niños en edad preescolar, y entre 2 y 7 % de los niños en edad escolar. (Curbelo, et. Al. 2015)

La corrección de la ambliopía es un área muy amplia y ha sido abordada con diferentes tratamientos propuestos a lo largo de muchos años. Hace tiempo se pensaba que podía ser tratada sólo en el período crítico y que la plasticidad era algo exclusivo del desarrollo temprano, sin embargo, en la actualidad han surgido numerosos hallazgos que han demostrado una mejora en la función visual fuera de este período, incluso existen pruebas que las propiedades de plasticidad neuronal siguen presentes en el cerebro visual de los adultos. (Hamamé, 2011)

Los enfoques de aprendizaje perceptivo neuro-funcional se han desarrollado recientemente, el 20 de mayo del 2020 Lapajne L. y et al, en su estudio: Visión training with VEP biofeedback in amblyopia after the critical period, apoyan este entrenamiento como una herramienta para el tratamiento de la ambliopía más allá del período crítico. Es así como se convierte en un interés clínico y basado en la evidencia científica para realizar nuevas técnicas de terapia visual en personas que padecen esta anomalía visual. (Lapajne, et. al. 2010)

La ambliopía afecta del 1 al 5% de la población en general, siendo la primera causa de disminución de agudeza visual en niños fácilmente prevenible y tratable si se realiza un diagnóstico precoz. Además, la ambliopía puede ser parcial y manifestarse como una reducción de la agudeza visual, en cuyo caso, afecta esencialmente a la visión central con discriminación de las formas o en casos extremos puede incluso haber un pequeño escotoma central; la agudeza visual es un parámetro muy importante para evaluar la magnitud de una ambliopía. (Fonseca, 2914)

Se han examinado las propiedades anatómicas y fisiológicas de las células de la retina, el núcleo geniculado lateral (LGN) y la corteza visual para comprender cómo la ambliopía cambia la organización espacial y la función de las neuronas dentro de los circuitos visuales. La corteza visual primaria (V1) se considera un locus de ambliopía debido a la pérdida de respuestas binoculares después de la privación visual durante el período crítico. (Stephany, et. Al. 2018)

El déficit visual de un ojo ambliope resulta principalmente de los cambios corticales visuales, con una experiencia visual anormal en los primeros años de vida, las células de la corteza visual primaria

pueden perder su capacidad de responder a la estimulación de uno o ambos ojos, y las células que permanecen receptivas muestran deficiencias funcionales significativas.

Las deficiencias de la corteza visual pueden explicar el fenómeno de amontonamiento, en el que los opto tipos son más fáciles de reconocer cuando están aislados que cuando están rodeados de formas similares. También se encuentran anomalías en las neuronas del cuerpo geniculado lateral, pero la retina en la ambliopía es esencialmente normal. La ambliopía es principalmente un defecto de la visión central; el campo visual periférico suele ser normal. (Micó, 2012)

En la ambliopía, la pérdida de visión es principalmente el resultado de un funcionamiento anómalo de la red neuronal de la corteza visual primaria, y en particular de las neuronas de orientación selectiva. Un estímulo visual anormal durante los primeros años de vida, producirá patrones de actividad distorsionados en la corteza visual, lo que lleva a un desarrollo también alterado de la conectividad cortical.

Muchos de los conocimientos actuales sobre la fisiopatología de la ambliopía, se sustentan a partir de sus hallazgos. Existen dos teorías principales que intentan explicar las bases fisiopatológicas de la ambliopía:

- **Teoría inhibitorial:** Hipótesis desarrollada sobre la teoría del procesamiento paralelo de Ikeda y Wright, según la cual, si el estímulo visual no está enfocado en la retina, las células no son estimuladas correctamente, con la consiguiente afectación de la vía visual.
- **Teoría de la rivalidad cortical:** Desarrollada a partir de los trabajos experimentales de Hubel y Wiesel. En el desarrollo del sistema visual existe una competencia de las fibras geniculocorticales de cada ojo por establecer sinapsis con las neuronas corticales, y una mayor actividad se asocia con más sinapsis. Según esta teoría, las alteraciones que dan lugar a la ambliopía están localizadas en el CGL o en el córtex, y la ambliopía sería un problema de competencia binocular en las capas de dominancia ocular del córtex.

En los primeros años de vida, los dos ojos necesitan los mismos inputs visuales para establecer una visión binocular a nivel de las columnas de dominancia. Si esto no fuera así por diferentes causas, se compromete el desarrollo normal y aparece la supresión como un proceso activo. (Esperanza, & Romo, 2016).

Desafortunadamente no existen signos confiables que hagan sospechar al paciente y principalmente cuando se presenta en niños, que los padres puedan identificar la presencia de una ambliopía.

Muchos pacientes no los presentan síntomas, pero en ocasiones suelen quejarse de visión borrosa,

dolor de cabeza y molestias oculares en general. Es muy importante realizar una excelente anamnesis y evaluación clínica visual para determinar los síntomas que se puedan relacionar con la ambliopía. (Scheiman, & Wick. 2013)

Clasificación de la Ambliopía

- Según la AV del ojo ambliope:
 - Ligera: la AV del ojo ambliope es mayor de 0,5
 - Media: la AV del ojo ambliope es de 0,1 a 0,5
 - Profunda: dicha AV es menor de 0,1
- Según la diferencia de AV entre ambos ojos:
 - Ligera: la diferencia de AV entre AO es menor de 0,2
 - Media: La diferencia de AV es de 0,2 a 0,5
 - Profunda: La diferencia de AV es mayor de 0,5

Características clínicas de la ambliopía

Además de la reducción de la agudeza visual mejor corregida, hay un déficit en la función visual del ojo ambliope, incluyendo la interacción anormal del contorno, sensibilidad al contraste reducida, mala acomodación, movimientos anormales de los ojos, y supresión. La ambliopía puede presentar otras alteraciones que se dan independientemente del nivel de AV que se tenga. (Micó, 2012)

La agudeza visual (AV) se define como “la capacidad del sistema de visión para percibir, detectar o identificar objetos espaciales en condiciones de iluminación adecuadas” (Micó, 2012 p. 26)

Se señalan las siguientes características:

- Es un parámetro muy importante y cualquier diferencia de agudeza visual entre ambos ojos representa una ambliopía del ojo con visión más pobre.
- Desde un punto de vista clínico se considera una diferencia de dos líneas de AV como criterio de diagnóstico para ambliopía.
- Los ojos ambliopes funcionan mejor en situación mesópica y escotópica que en condiciones fotópicas.
- La agudeza visual en ambliopes es mejor con baja iluminación.
- Se recomienda tomar la agudeza visual de manera aislada (de manera angular).

Fenómeno de crowding

Este fenómeno llamado dificultad de separación o “crowding phenomenon”, también se ha referido a agudeza visual morfoscópica (reconocimiento central) cuando se mide con opto tipos en línea y agudeza visual angular (retinal), cuando se mide con símbolos aislados. (Málaga, 2019)

En pacientes ambliopes la agudeza visual es menor cuando se evalúa con opto tipos con símbolos en línea que con opto tipos con símbolos aislados. Cuando es en línea, parece que las imágenes se amontonan. Muchos pacientes son capaces de discriminar símbolos de AV pequeños cuando se presentan solos contra un fondo uniforme, mientras que cuando se presentan en fila, los símbolos deben ser más grandes, a menudo considerablemente más grandes, para que un paciente pueda reconocerlos con el ojo ambliope. (Scheiman, & Wick, 2013)

En otras palabras, una característica frecuente de los ojos ambliopes es la incapacidad de discriminar los opto tipos que están muy juntos. Es importante señalar que se debe lograr una agudeza visual en línea estándar, ya que esta representa la verdadera capacidad funcional del ojo con ambliopía. (Castaldi, Lunghi, & Morrone, 2020)

Fijación excéntrica

Se deben considerar dos aspectos: la capacidad de un ojo para captar y mantener la fijación, y el patrón de fijación encontrado con la observación oftalmoscópica. La fijación excéntrica significa que la fovea no se está fijando y el paciente está viendo desde una parte extrafoveal de la retina. (Wright, Peter, & Thompson, 2018) Es importante la evaluación de la fijación en un paciente con ambliopía. Sigue siendo útil establecer si la fijación es central y estable o excéntrica y/o errante. Esta prueba se puede realizar en niños mayores de 2 a 3 años. Una evaluación oftalmoscópica de la fijación es útil para comprender las razones de una baja agudeza visual que de otra manera sería inexplicable.

En el procedimiento se le pide al paciente que mire primero al objetivo con el ojo de mejor visión para familiarizarse con la prueba, después se examina el ojo ambliope, mientras que el otro ojo se oculta. Se anotan dos aspectos: a) si el paciente usa la fovea central para la fijación, y b) si la fijación es fija o errante. Una fijación central errante tiene un mejor pronóstico que una fijación excéntrica estable. (Campos, 1995)

Sensibilidad al contraste

Además de presentar una evidente reducción de la agudeza visual, también se ve afectada la sensibilidad al contraste y la estereopsis. (Bonaccorsi, Berardi, & Sale, 2014) La prueba de sensibilidad al contraste tiene un valor muy especial en la evaluación y examen de ambliopía. La

sensibilidad al contraste evalúa la percepción del proceso visual en retina-cerebro, ya que a nivel cortical hay un código basado en forma y contraste del estímulo visual. (Medrano, León, & Izquierdo, 2011).

Esta se define como la capacidad que tiene una persona para identificar un objeto de su trasfondo y también como la habilidad de detectar objetos de diferentes tamaños de bajo contraste. La reducción de la sensibilidad al contraste es una de las principales consecuencias de la ambliopía y es más prominente en la ambliopía anisométrica.

Corresponde a la capacidad del sistema visual para percibir diferencias de intensidad luminosa (luminancia) entre un estímulo y su fondo circundante o entre dos áreas con diferente luminancia que no se encuentran separadas por un borde definido; no necesariamente depende de la agudeza visual ya que puede coexistir una agudeza visual óptima con sensibilidad al contraste reducida que sugiere fallas fisiológicas de la retina o la vía óptica o se deriva de la reducción de la calidad refringente, disfunciones de la corteza occipital, el CGL y la vía óptica profunda, entre otras. La función de sensibilidad al contraste refleja la sensibilidad o capacidad de detección del sistema visual no solo del tamaño más pequeño sino de todos los demás, cualquiera que sea su tamaño. (Herranz, & Antolínez, 2010)

Un sistema óptico emetropizado presenta mayor sensibilidad al contraste frente a frecuencias espaciales bajas (4 a 5cpg) y se reduce con el aumento de dicho parámetro, especialmente cuando inciden fenómenos como la difracción, las aberraciones ópticas y los errores refractivos de cierta magnitud, capaces de alterar la coherencia de los frentes de onda incidentes. Otros aspectos incidentes en la sensibilidad al contraste incluyen la adaptabilidad luminosa del entorno, el tamaño pupilar, de la excentricidad de la fijación, orientación espacial del estímulo, las características temporales del sistema visual y factores ópticos que incluyen el desenfoque, emborronamiento dióptrico, emborronamiento difuso y astigmatismo. La sensibilidad al contraste del ser humano se representa mediante una curva de tendencia en forma de una *U* invertida basada en la frecuencia espacial y en el contraste que incorpora los canales visuales y cuyo extremo descendente corresponde con el máximo nivel de agudeza visual.

Las escalas de medición de sensibilidad al contraste normalmente se asocian con los patrones monocromáticos en escala de grises de dificultad variable que evalúan simultáneamente el contraste y la frecuencia angular de los estímulos; aunque estas pruebas son consideradas como especializadas,

su aplicación creciente en optometría y oftalmología permiten evaluar la eficiencia de la corrección óptica.

- **Umbral de contraste:** Es la menor cantidad de contraste necesario para poder ver un objeto. Los estímulos superiores al umbral son detectados (vistos) mientras que los inferiores no son detectados (no vistos).
- **Ciclos:** Un ciclo está compuesto por una pareja de bandas, una negra (luminancia mínima) y otra blanca (luminancia máxima). También se puede definir como la distancia espacial entre dos picos sucesivos del perfil de luminancia, similar al concepto de longitud de onda.
- **Frecuencia espacial:** Define el número de ciclos que tiene un grado, es decir, el grosor o ancho de la rejilla que se presenta en un grado.

Normalmente se expresa en ciclos por grado. Se habla de frecuencia espacial alta cuando en un grado entran un gran número de bandas y la red (tets) es delgada. Cuando la red se hace más grande, en un grado caben menos bandas y, por tanto, su frecuencia espacial es menor. Por el contrario, cuando la red se hace más pequeña en un grado entrarán más bandas y, por tanto, su frecuencia espacial es mayor. Al representar la sensibilidad al contraste frente a la frecuencia espacial se obtiene la función de sensibilidad al contraste.

Tipos de pérdida de sensibilidad al contraste

La pérdida de sensibilidad al contraste se ha clasificado en tres diferentes en función de las frecuencias espaciales afectadas, que ayudan a su interpretación clínica:

- Patrón de pérdida tipo I: Muestra una pérdida de sensibilidad al contraste en frecuencias espaciales altas, siendo normal en las frecuencias bajas.
- Patrón de pérdida tipo II: Muestra una pérdida de sensibilidad al contraste en todas las frecuencias espaciales.
- Patrón de pérdida tipo III: muestra una pérdida de sensibilidad al contraste en frecuencias espaciales bajas, mientras que los valores en frecuencias altas y medias son normales y, por tanto, la AV puede no estar afectada. (Herranz, & Antolínez, 2010)

La evaluación clínica a tener en cuenta

En la historia del paciente: Además de los datos personales, antecedentes personales y familiares, queja principal (por parte del paciente o de familiares), es importante que mientras elaboramos la historia clínica del paciente observemos su comportamiento visual. Existen síntomas típicos

asociados a la ambliopía. El paciente o sus familiares pueden referir una disminución de la visión en uno o en ambos ojos, si es así debemos preguntar desde cuándo se produce o desde cuándo notaron ese problema y si conocen su causa.

El paciente con ambliopía presentará dificultad al realizar tareas que requieren percepción binocular. Si la ambliopía está asociada con estrabismo el paciente o sus familiares referirán el problema estético o que incluso cierra un ojo o parpadea mucho para evitar diplopía. El paciente con ambliopía isoametrópica puede presentar signos y síntomas que indican déficit en las habilidades de percepción visual. En el caso de las anisotropías ni el mismo paciente es consciente del problema.

Agudeza visual: En la ambliopía se produce una disminución de la AV, hay diversos métodos utilizados para medir la AV, algunos de los más utilizados son: la prueba de Snellen, los paneles ETDRS, test de mirada preferencial, símbolos Lea, HTOV y E volteada, test de Wecker o el de Landolt. En la práctica el valor más utilizado es el logaritmo decimal (LogMAR), y será el valor que se utilice para indicar la AV. Para tomar la agudeza visual en un paciente ambliope se deben tomar en cuenta la interacción de los contornos ya que es más crítica por la disminución de AV que existe, produciéndose el fenómeno de amontonamiento. (Micó, 2012); (María, Baena, & Nieto, 2017)

Refracción: El examen refractivo en un paciente con ambliopía es muy importante, tanto si se trata de una anisometropía o un estrabismo, no solo porque se debe conocer el valor refractivo sino porque es fundamental a la hora del tratamiento. La refracción debe incluir el examen objetivo por medio de la retinoscopía y el subjetivo buscando siempre el máximo valor positivo con el que se obtiene la mayor agudeza visual. Se puede realizar una cicloplejia (ciclopentolato 0,50 al 1.00% - atropina 0,50 al 1.00%), en niños, puede ser necesaria una refracción ciclopléjica para controlar totalmente la acomodación y poder obtener la refracción real.

Fijación: En casi todos los casos de ambliopía anisometrópica e isoametrópica, la fijación es inestable y central. Una importante prueba de diagnóstico diferencial para la ambliopía refractiva es la evaluación objetiva de la fijación. La evaluación se facilita utilizando oftalmoscopios directos con objetivos de fijación incorporados en el sistema de iluminación. La fijación central es la localización subjetiva estable de los objetos en el espacio visual, cuando el paciente con fijación central se fija en el blanco proyectado en la retina, la fovea estará dentro de la porción circular del blanco. (Scheiman, & Wick. 2013)

En la medida de lo posible hay que determinar:

- Tipo de fijación: central o excéntrica.

- Magnitud de la fijación excéntrica: grados de excentricidad.
- Calidad de la fijación: estable o inestable.
- Dirección de la fijación excéntrica: nasal, temporal, inferior o superior
- Localización subjetiva de la dirección visual primaria (propiocepción).

Binocularidad: Se debe evaluar la función motora en un paciente con ambliopía, la prueba de elección será el Cover test, es insustituible, este debe realizarse tanto en visión lejana como en visión próxima y en las distintas posiciones de mirada para conocer la comitancia ocular. Su resultado ayudará a determinar si existe un estrabismo que pueda considerarse origen de la ambliopía del paciente. Por otro lado, un ambliope puede tener afectada su sensorialidad, puede existir supresión y correspondencia sensorial anómala. Es evidente que esto afectará el diagnóstico (especialmente si hay CSA) y determinará el tratamiento. Por tanto, debemos evaluar la estereopsis puesto que estará afectada en una ambliopía estrábica y anisométrica. (Micó, 2012).

Desviación ocular: Para conocer la desviación ocular en pacientes ambliopes debemos utilizar test objetivos como: Test de Hirschberg, Angulo Kappa, cover test o la varilla de Maddox. En el caso de que exista estrabismo, se debe determinar su dirección, su magnitud, su frecuencia (constante o intermitente) y su lateralidad si es unilateral OD/OI o si es alternante.

Motilidad ocular: A los pacientes ambliopes se deberá de examinar los movimientos de versión, evaluaremos la capacidad para mantener la fijación, los movimientos sacádicos y los de seguimiento. Normalmente el sistema oculomotor de ambos ojos se activa de forma conjunta para fijar, buscar y seguir los objetos durante las actividades diarias. No obstante, si un ojo tiene o ha tenido un período de experiencia visual anómala, como en el caso de ambliopía, puede verse afectado el proceso sensorial y de control motor de los movimientos oculares. (Carmen, & Bautista. 2014).

Acomodación: Se estudiará la presencia de los defectos acomodativos característicos de un ojo ambliope:

- Amplitud de acomodación: Es desigual en ambos ojos, con frecuencia esta se encuentra reducida en el ojo ambliope.
- Retraso acomodativo: La respuesta acomodativa del ojo ambliope en visión próxima se ve alterada, existe un mayor retraso de la acomodación, la acomodación efectuada es mucho menor de lo que le exige la distancia del estímulo.

- **Flexibilidad de acomodación:** La flexibilidad de acomodación es imprecisa, ya que, si se adicionan lentes positivas o negativas variando el valor del estímulo, la acomodación no responde en la misma medida.

Sensibilidad al contraste

Los resultados de la prueba de sensibilidad al contraste se encuentran generalmente disminuidos. El interés de realizar esta prueba es para tener una mejor caracterización de como se ve disminuida la calidad visual en los casos de ambliopía, ya que esta prueba puede brindar una información que revela condiciones en las pérdidas de visión no identificables mediante la medida de la agudeza visual.

Tratamiento de la ambliopía

Todos los tratamientos de la ambliopía van dirigidos a que aumente el uso del ojo ambliope, para conseguir la máxima AV. El objetivo de un tratamiento precoz es evitar el desarrollo de anomalías neurocorticales secundarias a la persistencia de un estímulo anómalo. El tratamiento siempre debe empezar con la identificación y corrección de los errores refractivos.

Los tratamientos comunes y convencionales de la ambliopía incluyen la oclusión del ojo sano, penalización farmacológica, técnicas de estimulación como la estimulación CAM, o las terapias basadas en el "aprendizaje perceptivo" que se han propuesto como tratamiento adyuvante para la ambliopía después del período crítico de desarrollo. (Esposito, et. al. 2014)

Terapia visual

La terapia visual es un campo de las ciencias de la visión que evalúa y trata casos de trastorno del sistema visual y oculomotor, enfatizando los movimientos oculares y la visión binocular entre los que incluyen ambliopía, estrabismo, diplopía y habilidades visuales relacionadas con la lectura.

La terapia refractiva consiste en corregir el error refractivo del paciente para conseguir la mejor AV posible, bien con gafas o LC, de forma que llegue a la retina de cada ojo una imagen óptica nítida.

La prescripción del error refractivo es siempre el primer paso en el tratamiento de un paciente ambliope. Tenemos que conseguir que a la retina llegue a la máxima información, la imagen más precisa posible por medio de la corrección de la ametropía del paciente. Por esta razón, se debe prescribir la mejor corrección objetiva del paciente, dado que la subjetiva generalmente no es precisa. Partiendo de esta premisa debemos diferenciar entre los distintos tipos de ambliopía.

En el caso de la isométrica el simple hecho de prescribir la mejor corrección en ambos ojos, y que el paciente utilice siempre sus lentes, será suficiente para que recupere su agudez visual. Si la ambliopía es anisométrica sin estrabismo, el criterio es el mismo. En este caso se debe tener en

cuenta en momento de prescribir su corrección debido a la aniseiconia que produce imágenes de tamaños muy diferentes en la retina en ametropías muy elevadas, lo que se traduce a supresión del ojo anisométrico que impide la recuperación de la ambliopía.

En la anisometropía estrábica es una disfunción que produce típicamente ambliopía y que precisa de un tratamiento mucho más complejo que las dos anteriores. Sin embargo, respecto a la corrección del error refractivo se sigue el mismo criterio de prescribir la mejor corrección anisométrica, en estos casos además se puede utilizar prismas de base contraria a la desviación si no existe CSA y adición positiva en el caso de una ET.

La terapia de oclusión es el tratamiento más común utilizado para la ambliopía unilateral. Consiste en ocluir con un parche opaco el ojo dominante para estimular la función visual del ojo ambliópico. En general, los parches son bien aceptados por los niños, mejor en la forma de oclusión horaria y siempre contando con la supervisión de padres o tutores. De acuerdo con estudios PEDIG, las oclusiones horarias de 2 a 6 horas al día son igual de efectivas en las ambliopías moderadas, que las oclusiones de 6 a 24 horas al día en las ambliopías severas.

Recientemente, han sido incorporadas al tratamiento de la ambliopía unas gafas de cristal líquido polarizado, que se ocluyen de forma intermitente y automática. Estas gafas estarían indicadas en ambliopías leves y moderadas y como tratamiento de mantenimiento. Tienen la ventaja de que el paciente no se percata de la oclusión y se vencen los componentes estético y social, aunque no se puede ajustar el tiempo de oclusión y todavía son caras.

Penalización ocular

La penalización consiste en reducir la AV del ojo dominante, óptica o farmacológicamente por diferentes métodos. La atropina en colirio provoca una penalización farmacológica del ojo no ambliope. Se puede utilizar en dos concentraciones (0.5% y 1%), todos los días de la semana o dos días en semana, mostrando igual eficacia o bien pautas intermedias.

Tratamientos no convencionales

Brinker y Katz: tratamiento con filtro rojo: En 1963, tras la controversia en el tratamiento de la ambliopía asociada con la fijación excéntrica, Brinker y Katz informaron sobre el uso de un filtro rojo. Su idea era ocluir totalmente el ojo no ambliópico y colocar un filtro rojo en la montura de las gafas frente al ojo ambliópico. El filtro rojo excluyó las longitudes de onda inferiores a 640 nm (el filtro más utilizado fue el filtro rojo de gelatina Kodak Wratten No. 92). El fundamento de este método radica en la teoría de que los conos visuales son sensibles a la estimulación de la luz del extremo rojo

del espectro y los bastones visuales no. El área de la retina poblada por bastones, que se utiliza para la fijación excéntrica, es insensible a esta luz roja. Con el ojo no ambliope ocluido y el filtro delante del ojo ambliope, se animó al paciente a trabajar cerca. Una vez que la fijación se hizo central, se retiró el filtro rojo y se instituyó el tratamiento convencional para la ambliopía con fijación central.

Pigassou y Garipuy: Como se mencionó anteriormente, el principio del tratamiento pleóptico estimuló más estudios oftalmoscópicos de la ambliopía y precipitó el concepto de fijación excéntrica. Como resultado de estos estudios adicionales, se introdujo el uso de prismas para el tratamiento de la ambliopía. En 1966, Pigassou y Garipuy trataron la ambliopía con fijación excéntrica mediante la oclusión del mejor ojo y un prisma invertido delante del ojo ambliópico.

Campbell: Tratamiento CAM (1978). En un intento por mejorar la aceptación de la terapia de oclusión por parte de los padres y el niño, Campbell et al. Desarrollaron un aparato en el que se giraban lentamente rejillas de onda cuadrada de alto contraste frente al ojo ambliópico mientras el niño realizaba una tarea que requiere concentración visual. Este proceso tomó sólo 7 minutos durante los cuales se ocluyó el ojo no ambliópico. Entre las sesiones semanales, el ojo no ambliópico no debía ser ocluido. La razón fundamental para utilizar rejillas giratorias con diferentes frecuencias espaciales fue que proporcionaba la estimulación de todo el rango de movimiento del sistema visual ambliópico. (Simonsz, 2005)

Programas informáticos y videojuegos

Las terapias utilizando programas informáticos permiten integrar ejercicios de terapia visual para la recuperación del ojo ambliope y ofrecen la ventaja de ser personalizados. Los videojuegos tanto en ordenadores como en plataformas móviles son una tecnología relativamente reciente, que permiten ser utilizados como terapia domiciliaria de la ambliopía.

Potenciales visuales evocados

La evaluación electrofisiológica es un objetivo método para estudiar la función de las vías visuales. Los potenciales visuales evocados (PEV) se han descrito como una herramienta útil para estudiar la conducción neural a lo largo de las vías visuales. La prueba del potencial visual evocado (PEV) registra la actividad de la corteza visual primaria (V1) en respuesta a los estímulos visuales y es una de las técnicas actuales utilizadas para comprender el complicado mecanismo de la ambliopía. (Talebnejad, et. al. 2016)

La estimulación visual produce actividad eléctrica cerebral que puede ser registrada por medio de electrodos colocados en la región occipital. Ese potencial registrado corresponde a la actividad del

área central de la retina, pues las vías ópticas provenientes de esa área se proyectan en la superficie del lobo occipital. La retina periférica tiene su representación profundamente en la hendidura calcarina y su actividad no llega a influir en el trazado.

En el PVE se estudian la amplitud y la latencia de los componentes del trazado. Si se desea estudiar la agudeza visual, interesa la amplitud; si se desea investigar alguna lesión, se mide la latencia. La amplitud es medida en microvolts y la latencia es el tiempo recorrido entre el estímulo visual y el pico de un componente y se expresa en milisegundos. El primer componente positivo (P1) que surge después de aproximadamente 100 m. seg, es el utilizado en la clínica.

La amplitud y latencia de las respuestas evocadas visualmente a estímulos con diferentes niveles de contraste, así como las mediciones psicofísicas de sensibilidad de contraste podrían ser hallazgos clínicos notables para el diagnóstico de ambliopía. (Mohammadi, et al. 2018)

Varios estudios han indicado que las respuestas evocadas visuales convencionales en estos casos son anormales. Estas anomalías en los potenciales evocados visuales (PEV) están relacionadas con la pérdida de la sensibilidad al contraste de alta frecuencia espacial y pueden ser marcadas en pacientes ambliopicos. También se ha demostrado que la disminución de la agudeza visual para los ojos ambliopicos es mayor en la fovea que en la periferia del campo visual, y la sensibilidad al contraste para una frecuencia espacial fija en todo el campo visual de los pacientes ambliopicos muestra una mayor depresión en la fovea que periféricamente. Recientemente, los PEV se han utilizado ampliamente para investigar cambios patológicos o variaciones funcionales en el sistema visual. Con esta técnica, se pueden estimular simultáneamente numerosas ubicaciones en los campos visuales y se pueden extraer respuestas individuales de cada una de ellas. (Moschos, et. al. 2010)

Entre las técnicas actuales que están en un continuo estudio experimental se encuentra el aprendizaje perceptivo.

Aprendizaje perceptivo: Es un proceso activo, por el cual se consigue un desarrollo en la realización de tareas sensoriales a través de la práctica o de la experiencia. Este aprendizaje obliga al córtex visual a responder mediante cambios neuronales que se traducen en modificaciones sinápticas durante la terapia visual, produciendo un incremento de la eficacia en las sinapsis a nivel de V1 de forma paralela a la terapia y mejorando así la visión en adultos y niños. De este modo, se produce un aumento de la AV, de la sensibilidad al contraste y se reduce el ruido neuronal en la vía visual.

El aprendizaje perceptivo es un tratamiento no invasivo que se basa en programas informáticos específicos para el paciente, donde todas las herramientas interactivas se basan en la estimulación

visual. Con este aprendizaje se consigue la facilitación de conexiones neurales a nivel cortical. (María, Baena, & Nieto, 2017)

Tanto la reducción de la agudeza visual como la sensibilidad al contraste son características de la ambliopía. Mientras que la agudeza visual refleja los límites de la resolución espacial, la función de sensibilidad al contraste evalúa la visión espacial en un rango completo de frecuencias espaciales. (Zhou, et al. 2006)

Se conoce que los efectos positivos de las técnicas de aprendizaje perceptivo son duraderos en el tiempo. No obstante, se ha discutido que los entrenamientos al ir asociados frecuentemente a la oclusión del ojo sano, los resultados podrían verse enmascarados. A este respecto, se ha observado que los resultados son más rápidos asociando oclusión y aprendizaje perceptivo que utilizando solamente el parche. Esto convertiría al entrenamiento perceptivo en una valiosa herramienta clínica para aumentar la función visual en adultos. Sin embargo, se precisan más estudios clínicos en adultos ambliopes para poder evaluar los beneficios del aprendizaje perceptivo y compararlos con diferentes terapias oclusivas, teniendo en cuenta que la plasticidad va a depender de cada individuo y que ya está codificada genéticamente condicionando los resultados. (Esperanza, & Romo, 2016)

Las sesiones de terapia visual consistieron en lo siguiente

Antes de empezar el entrenamiento visual se le explicó al paciente en qué consistía todo el procedimiento y lo que haría durante la terapia. A continuación, se le colocaron electrodos de color en la cabeza, cada color indica el lugar donde irá ubicado, el color negro (región frontal de la cabeza), color verde (región mastoidea retro auricular) y color rojo (región occipital), cada área fue desinfectada con una crema especial abrasiva para limpiar la piel (Nuprep). Cada electrodo fue desinfectado o esterilizado antes de su uso.

Se utilizó un gel electrolítico (TEN 20 – pasta adhesiva especial, conductora de electricidad que se utiliza en los electrodos y tener un buen contacto con la piel) a fin de garantizar un mejor contacto. El paciente fue colocado frente a una pantalla a una distancia de 50 cm, y se le indicó que observe una cuadrícula blanco con negro y un punto de fijación (cruz) de color rojo que se reflejaba en el centro de la pantalla, durante la sesión de la terapia el paciente siempre utilizó su corrección (lentes de armazón o lentes de contacto), una vez listo el paciente, se procedía a iniciar el entrenamiento visual empezando primero por el ojo derecho y después el izquierdo, en un ambiente totalmente oscuro.

Durante el entrenamiento existe una biorretroalimentación acústica correlacionada con la amplitud del componente armónico, proporcionada por el paciente, en tiempo real, es decir, la información adecuada para aprender el control voluntario de su respuesta cortical y retiniana a los estímulos a los que se somete durante el tratamiento. En todas las sesiones se realizó lo mismo.

Las evaluaciones de los pacientes se realizaron en el consultorio de Optometría y las sesiones de terapia en el área de terapia visual del instituto de la Visión donde se encuentra el Retimax® Visual Trainer, equipo utilizado para realizar el entrenamiento visual.

El Entrenador de la Visión (Retimax CSO, Italia) combina las últimas técnicas de biorretroalimentación con la experiencia adquirida en la ejecución de potenciales evocados visuales (VEP). El objetivo de este sistema de rehabilitación visual es mejorar, normalizar y aumentar las capacidades visuales y las habilidades relacionadas con ellas en sujetos que sufren enfermedades oculares de diversos orígenes y naturaleza, ametropías y problemas de binocularidad.

La herramienta básica en la que se basa el principio consiste en un dispositivo para el registro de respuestas bioeléctricas PEV (Potencial Visual Evocado) que es un medio clínico de investigación de las estructuras visuales retinocorticales y, en particular, para el diagnóstico de anomalías de la visión con síntomas poco evidentes o en pacientes con escasa cooperación.

La biorretroalimentación acústica correlacionada con la amplitud del componente armónico que proporciona el paciente, en tiempo real, la información adecuada para aprender el control voluntario de su respuesta cortical y retiniana a los estímulos a los que se somete durante el tratamiento. En el instrumento en cuestión, al transformar la respuesta bioeléctrica cortical y retiniana en una señal sonora modulada con las técnicas adecuadas, es posible evaluar en tiempo real el grado de eficacia de esta, aprendiendo a controlarla y mejorarla gradualmente: todo ello se traduce, en términos prácticos, en un aumento de las capacidades visuales del sujeto que se somete a la formación.

Con respecto a la afectación distribuida por ojos, se presentan resultado en la siguiente tabla:

Tabla 1. Distribución de ojos portadores de ambliopía

	Frecuencia	Porcentaje
Ojo Derecho	2	22%
Ojo Izquierdo	5	56%
Ambos Ojos	2	22%
Total	8	100%

Fuente: Elaboración de las autoras

De acuerdo con los datos obtenidos en la investigación respecto a la corrección óptica se puede observar que el rango mínimo de los pacientes es de (máximo y mínimo).

Con respecto a la corrección óptica tenemos los siguientes resultados estadísticos:

Tabla 2. Análisis en correspondencia con la estadística descriptiva de la corrección óptica

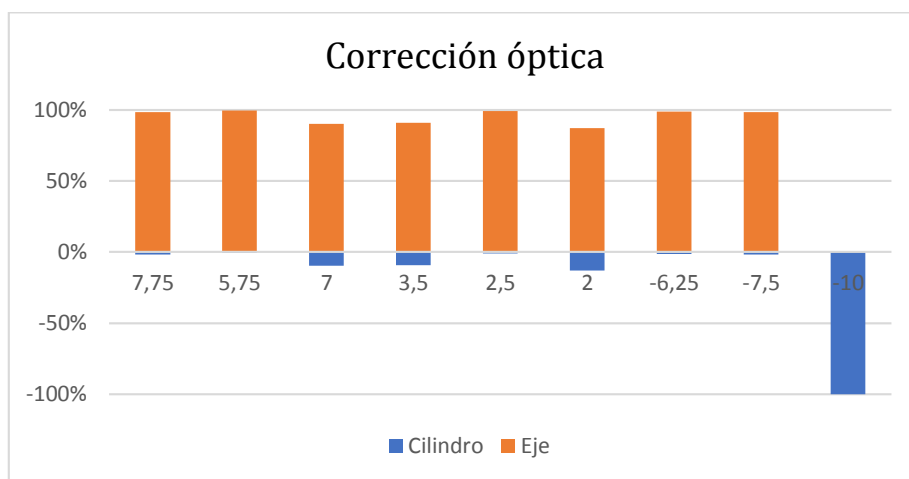
Corrección óptica			Equivalente esférico
Esfera	Cilindro	Eje	
+7,75	-3,25	180	+6,13
-7,50	-2,50	150	-8,75
-6,25	-2,25	170	-7,38
+7,00	-3,25	30	+5,38
+2,00	-1,50	10	+1,25
+2,50	-2,00	180	+1,50
-10,00	-2,75	0	-11,37
+3,50	-1,50	15	+2,75
+5,75	-0,50	100	+5,50

Fuente: Elaboración de las autoras

Tabla 3. Estadística Descriptiva de la corrección óptica del más positivo al más negativo

Corrección óptica			Equivalente esférico
Esfera	Cilindro	Eje	
+7,75	-3,25	180	+6,13
+5,75	-0,50	100	+5.50
+7,00	-3,25	30	+5.38
+3,50	-1,50	15	+2.75
+2,50	-2,00	180	+1.50
+2,00	-1,50	10	+1.25
-6,25	-2,25	170	-7.38
-7,50	-2,50	150	-8.75
-10,00	-2,75	0	-11.37

Fuente: Elaboración de las autoras



Gráfica 1. Valores de la corrección óptica.

De la tabla anterior se puede indicar, que más del 50% de los pacientes presentaron esfera positiva con una máxima de 7.75 y una esfera negativa de -10.00, y referente al eje más del 50% se encontraba con la regla.

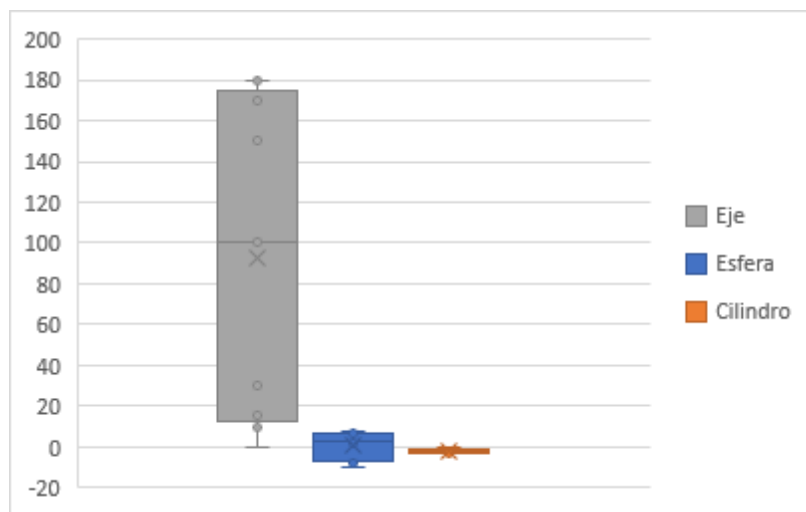
Tabla 4. Estadística Descriptiva de la corrección óptica

	Esfera	Cilindro	Eje
N	9	9	9
Rango	17,75	2,75	180,00
Mínimo	-10,00	-3,25	0,00
Máximo	7,75	-0,50	180,00
Suma	4,75	-19,50	835,00
Media	0,53	-2,17	92,78
Mediana	2,50	-2,25	100,00
Desviación estándar	6,6842	0,9014	79,022
Varianza	44,6788	0,8125	6244,444

Fuente: Elaboración de las autoras

De la tabla anterior (Tabla 4), se puede indicar que el promedio de esfera es 0,53 y el 50% de los casos de estudio tienen una esfera superior a 2,50. Con respecto al cilindro, el promedio es de -2,17 siendo que el 50% de los casos de estudio es un valor menor a -2,25; y, finalmente con respecto al eje se tiene que el promedio es de 92,78, y el 50% de los casos es mayor a 100,00.

Gráficamente, se tiene:



Gráfica 1. Diagrama de caja de las variables que involucran la corrección óptica

Dadas, las características de las variables, se presentan las tres variables: Eje, Esfera y Cilindro (en ese orden), el gráfico resume el conjunto de datos, al indicar que el eje, posee una mediana (más del 50% de las personas analizadas) de 100, esfera de 2,50 y cilindro presenta un valor negativo (-2,25).

Tabla 5. Agudeza Visual (Lejos)

AVMC Pre terapia / LogMar (lejos)	AVMC Post terapia / LogMar (lejos)
0,40	0,20
0,90	0,70
0,20	0,0
0,20	0,0
0,80	0,60
0,80	0,60
0,80	0,50
0,40	0,10
0,90	0,80

Fuente: Elaboración de las autoras

Según los resultados obtenidos de acuerdo con la prueba de Wilcoxon donde la agudeza visual de lejos pre-terapia comparada con la agudeza visual de lejos post terapia, y si nos basamos en datos estadísticos no hay evidencia significativa ya que se evaluaron solo 9 ojos ambliopes, pero si nos

Criterios sobre efectos del aprendizaje visual perceptivo neuro-funcional en pacientes con ambliopía de 6 a 18 años en el Instituto de la Visión

basamos en los resultados que se obtuvo por cada ojo evaluado post terapia, si hubo un cambio en su agudeza visual en los pacientes fuera del período crítico de desarrollo que se sometieron a la terapia. Teniendo que la agudeza visual mínima en escala de LogMAR obtenida es de 0,20.

Con respecto a la agudeza visual, la estadística descriptiva se expresa además en la tabla continuación:

Tabla 6. Estadística Descriptiva de AVMC (Lejos)

	AVMC Pre-terapia / LogMar (lejos)	AVMC post terapia / LogMar (lejos)	Diferencia entre el Pre-Test y el Post Test
N	9	9	9
Rango	0,70	0,80	0,20
Mínimo	0,20	0,00	0,10
Máximo	0,90	0,80	0,30
Suma	5,40	3,50	1,90
Media	0,6000	0,3889	0,21
Mediana	0,8000	0,5000	0,20
Desviación Estándar	0,29580	0,31402	0,060
Varianza	0,088	0,099	0,0036

Fuente: Elaboración de las autoras

Tabla 7. Agudeza Visual (cerca)

AVMC Pre terapia (cerca)	AVMC Post terapia (cerca)
,50	,20
,50	,00
,60	,00
,70	,60
,70	,60
,90	,70
,70	,50
1,2	1,1

Fuente: Elaboración de las autoras

Las estadísticas de la AVMC (cerca) se puede apreciar en la tabla 8:

Tabla 8: Estadística Descriptiva AVMC (cerca)

	AVMC pre terapia (cerca)	AVMC post terapia (cerca)	Diferencia entre el Pre Test (cerca) y el Post Test (cerca)
N	9	9	9
Rango	0,70	1,10	0,50

Criterios sobre efectos del aprendizaje visual perceptivo neuro-funcional en pacientes con ambliopía de 6 a 18 años en el Instituto de la Visión

Mínimo	0,50	0,00	0,10
Máximo	1,20	1,10	0,60
Suma	6,60	4,40	2,20
Media	0,73	0,49	0,24
Mediana	0,70	0,60	0,20
Desviación Estándar	0,2179	0,3621	0,188
Varianza	0,0475	0,1311	0,0353

Fuente: Elaboración de las autoras

De manera general se tiene que el paciente con menor disminución de la afectación es de 0,10, mientras que la persona con mayor disminución de la afectación es de 0,60, mientras que el promedio de mejora es de 0,24 LogMar, otro dato es que el 50% de los pacientes mejora un 0,20. Un dato interesante a presentar es el hecho de que dos pacientes mejoraron al 100%, es decir presentaron una agudeza visual (cerca) de 0 en la post-test, con mediciones iniciales de 0,50 y 0,60 en el pre-test, al ser en ambos casos varones de 17 y de 9 años.

Tabla 9: Sensibilidad al contraste

Sensibilidad al contraste pre-terapia y post-terapia							
Ciclos por grado							
3	3	6	6	12	12	18	18
0,60	0,6	1	0,6	1	5	6	8
1	2	2	3	50	63	50	32
2	1	16	3	16	12	100	50
1	1	4	1	7	5	25	6
20	20	20	63	100	50	100	100
32	30	63	50	50	50	100	100
3	0,6	10	5	12	9	16	32
1	1	1	0,6	3	0,6	63	9
6	3	50	50	20	16	25	25

Fuente: Elaboración de las autoras (Blanco: Pre-terapia Gris: Post terapia)

La estadística descriptiva de la Sensibilidad al Contraste Pre-terapia se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10. Estadística Descriptiva de la Sensibilidad al Contraste Pre-terapia

	3	6	12	18
N	9	9	9	9
Rango	31,40	62,00	99,00	94,00
Mínimo	0,60	1,00	1,00	6,00
Máximo	32,00	63,00	100,00	100,00
Suma	66,60	167,00	259,00	485,00
Media	7,40	18,56	28,78	53,89
Mediana	2,00	10,00	16,00	50,00
Desviación estándar	11,09	22,77	32,41	38,53
Varianza	122,94	518,53	1050,69	1484,36

Fuente: Elaboración de las autoras

De la tabla anterior se puede decir que la sensibilidad al contraste aumentó durante el tiempo de estudio, pasando de un promedio de 7,40 a 53,89 y, de un mínimo de 0,6 a 6,0. Comparativamente, tenemos los siguientes resultados:

Tabla 11. Sensibilidad al contraste Pre y Post Terapia. Ciclos 3 y 6

	Sensibilidad al contraste			
	Pre-Terapia	Post-terapia	Pre-Terapia	Post-terapia
	Ciclo 3		Ciclo 6	
N	9,00	9,00	9,00	9,00
Rango	31,40	29,40	62,00	62,40
Mínimo	0,60	0,60	1,00	0,60
Máximo	32,00	30,00	63,00	63,00
Suma	66,60	59,20	167,00	176,20
Media	7,40	6,58	18,56	19,58
Mediana	2,00	1,00	10,00	3,00
Desviación estándar	11,09	10,77	22,77	26,37
Varianza	122,94	115,91	518,53	695,51

Fuente: Elaboración de las autoras

Se observa, el cambio de 7,40 a 6,58 en el ciclo 3. Mientras que en el ciclo 6, el cambio pasa de 18,56 a 19,58. En los ciclos 12 y 18, se presenta la tabla 12.

Tabla 12. Sensibilidad al contraste Pre y Post Terapia. Ciclos 12 y 18

	Sensibilidad al contraste			
	Pre-Terapia	Post-terapia	Pre-Terapia	Post-terapia
	Ciclo 12		Ciclo 18	
N	9,00	9,00	9,00	9,00
Rango	99,00	62,40	94,00	94,00
Mínimo	1,00	0,60	6,00	6,00
Máximo	100,00	63,00	100,00	100,00
Suma	259,00	210,60	485,00	362,00
Media	28,78	23,40	53,89	40,22
Mediana	16,00	12,00	50,00	32,00
Desviación estándar	32,41	23,91	38,53	36,73
Varianza	1050,69	571,54	1484,36	1349,19

Fuente: Elaboración de las autoras

En los ciclos 12 y 18 se presentan cambios de igual manera que en los ciclos anteriores. En la pre-terapia, del ciclo 12, el valor disminuye de 28,78 a 23,40; mientras que en el ciclo 18, se tiene que la media cambia de 53,89 a 40,22

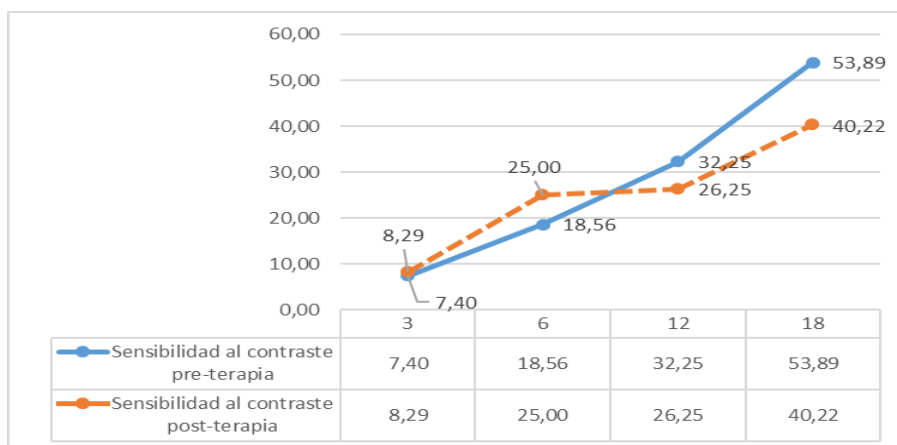
Al realizar el contraste de hipótesis sobre diferencias significativas entre los diferentes períodos de tiempo se planteó lo siguiente:

H0: La sensibilidad al contraste Pre-terapia es igual a los 3, 6, 12 y 18 ciclos Vs. **H1:** La sensibilidad al contraste no es igual

Descripción de la sensibilidad al contraste

En la siguiente representación gráfica 3, se observan los datos obtenidos pre-terapia visual y post terapia visual en donde la capacidad del sistema visual de los pacientes para percibir estímulos luminosos conformados por detalles que adoptan frecuencias espaciales y contrastes variables definidos respectivamente por la amplitud de los ciclos por grado en 3, 6, 12, 18, se determina que si hubo un cambio.

Gráfica 3. Descripción de las medias de la Sensibilidad al Contraste de ciclos por contraste



Fuente: Elaboración de las autoras

Conclusiones

Se profundizó en los elementos teóricos y metodológicos para el tratamiento de la ambliopía en niños y adolescentes, en lo cual se pudo apreciar la amplia consulta sobre este tema por diversos autores especialistas. En ese sentido, se profundiza lo referente a la disminución unilateral o bilateral en lo referente a la agudeza visual corregida, sobre la base de la privación de visión formal o lo que se denomina interacción binocular anormal, sin ser justificado por ninguna patología hallada en el ojo o la vía visual.

Desde la perspectiva de instrumentación de los recursos metodológicos que se mencionaron, se identificaron resultados significativos, en lo cual el índice de menor disminución de las afectaciones logradas en 0.10, sin embargo, el individuo de la muestra con mayor disminución de la afectación es de 0.60. En cuanto al promedio de mejoraría lograda es de 0.24 LogMar, y otra información de relevancia es a partir del 50% de los pacientes en mejora con un 0.20. Se logró la mejora de dos pacientes tratados con el dato de un 100% específicamente. Es decir, estos llegaron a presentar una agudeza visual (cerca) de 0 en el post-test, en la cual inicialmente las mediciones se plantearon entre el 0,50 y 0,60 en el pre-test, y en los dos casos son masculinos de 17 y de 9 años.

Además, se revelan indicadores en el proceso pre-terapia visual y post terapia visual en la cual todo lo referente a la capacidad del sistema visual de los miembros de la muestra en el estudio por percibir estímulos luminosos, conformados por detalles que forman parte de frecuencias espaciales y de contrastes variables, los que se definen respectivamente en función de la amplitud de ciclos por grado en 3, 6, 12, 18, y en estos casos si se determinó la prevalencia de cambios.

Referencias

1. Gómez, & Zapata, (2016) Prevalencia De Ambliopía En Población Escolar, Pereira-Colombia, 2014. Vol. 18, Investigaciones Andina. p. 1443–54.
2. Kanski, (2016). Oftalmología Clínica, un enfoque sistemático. Octava Edi. Bowling B, editor. Barcelona - España: Elsevier. 880 p.
3. Esposito, Ziccardi, Magli, Falsini, & Magli, (2014). Short-term effects of vision trainer rehabilitation in patients affected by anisometric amblyopia: electrofunctional evaluation. *Doc Ophthalmol.* 129(3):177–89.
4. Visual, (2011). La EN, Miranda LM. EFICACIA DE UN PROGRAMA DE INTERVENCIÓN CON TERAPIA VISUAL EN LA ESCUELA.
5. PAR M del RDP. (2019) Terapia visual perceptual.pdf. México p. 122.
6. Hamamé. (2011). Visión activa y aprendizaje perceptual: Cómo la experiencia cambia nuestro mundo visual. (cc):38–41.
7. Lapajne, Roškar, Tekavčič, Svetina, Jarc, & Hawlina. (2020) Vision training with VEP biofeedback in amblyopia after the critical period. *Doc Ophthalmol.*
8. Halperin, & Yolton. (1986) Ophthalmic applications of biofeedback. *Optom Vis Sci.* 63(12):985–98.
9. Santos, et al. (2019) Vision therapy : what is it and when should it be indicated. 32(3):1–12.
10. Bellizzi, & Bellizzi. (2015) Trattamento antiambliopico con Retimax Vision Trainer : freschi risultati.
11. Biart, Casado, Zoila, & Caridad. (2011) Frecuencia de la ambliopía en escolares Frequency of amblyopia in school children. 83(4):372–81.
12. Lidia, Tamayo, Nicol, Aguilar, Pedi, & Cordov. (2019). Ambliopía. Caracterización clínico-epidemiológica. Hospital Infantil Hermanos Cordové. Enero-Diciembre 2016 Amblyopia. Clinical epidemiological characterization. Cordové Brothers Children's Hospital. January-December 2016 Ambliopia Caracterização. 23(6):1189–201.
13. Alcalde, Barraza, & Colombo, (2018). Binocular treatment strategies in amblyopia. *An la Asoc Fis Argentina.* 29 (Especial InVision):67–75.
14. Curbelo, Aday, Vales, Molina, Héctor, & Rodríguez. (2017) Comportamiento de los defectos refractivos en estudiantes de la escuela primaria Ignacio Agramonte y Loynaz. Cienfuegos

- 2015 [Internet]. [Cited 2020 May 26]. Available from:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2017000200009
15. Simonsz. (2005) the History of the Treatment of Amblyopia. 93–106.
 16. Málaga, (2019) De, Infantil UDO. TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA BASADO EN LA EVIDENCIA CIENTÍFICA. ESPAÑA-MALAGA. p. 22.
 17. Fonseca, (2014) DLHAT. Recomendaciones para redactar, diseñar y estructurar una publicación de caso clínico. Vol. 19, Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas. 2014. p. 229–35.
 18. Stephany, et al. (2018) Distinct Circuits for Recovery of Eye Dominance and Acuity in Murine Amblyopia. *Curr Biol.* 28(12):1914-1923.e5.
 19. Esperanza, Romo, (2016). Evaluación Funcional de la Vía Visual en Adultos Ambliopes mediante los Potenciales Evocados Visuales Multifocales.
 20. Scheiman, & Wick. (2013) Clinical management of binocular vision: Heterophoric, accommodative, and eye movement disorders: Fourth edition. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders: Fourth Edition.* 2013. 1–722 p.
 21. Castaldi, Lunghi, & Morrone. (2010) Neuroplasticity in adult human visual cortex. *Neurosci Biobehav Rev* [Internet]. 112(December 2019):542–52. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.02.028>
 22. Wright, Peter, & Thompson, (2018). *Handbook of Pediatric Strabismus and Amblyopia.* 567 p.
 23. Campos, (1995). Amblyopia - Major Review. *Surv Ophthalmol.* 40(1):23–39.
 24. Bonaccorsi, Berardi, & Sale. (2014) Treatment of amblyopia in the adult: Insights from a new rodent model of visual perceptual learning. *Front Neural Circuits.* 8(JULY):1–14.
 25. Medrano, León, & Izquierdo, (2011). Determinación de los cambios en la función de sensibilidad al contraste posterior a la terapia visual en pacientes con diagnóstico de ambliopía refractiva. *Cienc y Tecnol para la Salud Vis y Ocul.* 9(1):81–9.
 26. Herranz, & Antolínez. (2010) *Manual de Optometría.* Madrid - España: Editorial Médica Panamericana S.A. 718 p.
 27. Zhou, et al. (2006). Perceptual learning improves contrast sensitivity and visual acuity in adults with anisometric amblyopia. *Vision Res.* 46(5):739–50.
-

28. María, Baena, & Nieto. (2017) Rehabilitation of amblyopic patients through visual occlusion of the lazy eye and Virtual Reality.
29. Talebnejad, Hosseinmenni, Jafarzadehpur, Mirzajani, & Osroosh. (2016) Comparison of the wave amplitude of visually evoked potential in amblyopic eyes between patients with esotropia and anisometropia and a normal group. *Iran J Med Sci.* 41(2):94–101.
30. Mohammadi, et al. (2018) Contrast and spatial frequency modulation for diagnosis of amblyopia: An electrophysiological approach-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).
31. Moschos, ET. al. (2010). Multifocal visual evoked potentials in amblyopia due to anisometropia. *Clin Ophthalmol.* 4(1):849–53.