

# **Máster en Optometría Clínica y Terapia Visual**

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER

## **Nuevos métodos en el manejo de la ambliopía**

Belén Muñío de la Puente

Dra. Elena Tomás-Verduras

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a la Dra. Elena Tomas Verduras, por guiarme en todo este proceso, y a Sergio Esteban y Paola Lajusticia por dejarme usar el ordenador del trabajo durante horas y horas.

# ÍNDICE

1.	Objetivo del trabajo.....	5
2.	Introducción.....	6-9
3.	Tratamiento de la ambliopía.....	10
3.1.	Corrección óptica.....	10-13
3.2.	Tratamiento estrabismo.....	13
3.2.1.	Endotropias acomodativas y parcialmente acomodativas..	13-14
3.2.2.	Endotropias no acomodativas.....	14-15
3.2.3.	Microtropias.....	15
3.2.4.	Exotropias intermitentes y constantes.....	15-16
3.3.	Penalización.....	16
3.3.1.	Parche opaco.....	16-17
3.3.2.	Lente de contacto de hidrogel silicona opaca.....	17
3.3.3.	Atropina.....	17-18
3.3.4.	Filtros translucidos.....	18
3.3.5.	Gafa electrónica programable.....	18-19
3.4.	Terapia visual.....	19-21
3.5.	Videojuegos.....	21-23
3.6.	Tratamiento de ambliopía en el adulto.....	23-25
3.7.	Otros tratamientos.....	25
3.7.1.	Acupuntura.....	25
3.7.2.	Fototerapia.....	25-26
3.7.3.	Técnicas no invasivas de estimulación cortical.....	26
3.7.4.	Tratamiento farmacológico.....	26-28

4.	Fin del tratamiento y recurrencia.....	29-30
5.	Discusión.....	31-34
6.	Conclusiones.....	35
7.	Caso clínico.....	36-38
8.	Bibliografía.....	39-48

## **1. OBJETIVO DEL TRABAJO**

En el presente trabajo se llevó a cabo la revisión de la bibliografía existente en cuanto a los últimos avances de manejo en ambliopía, para poder conocer mejor que métodos se están usando en la actualidad, cuáles de ellos ofrecen mejores resultados y cuáles tienen mejor previsión de usarse en el futuro.

## **2. INTRODUCCIÓN**

La ambliopía es una reducción unilateral o, con menor frecuencia, bilateral de la agudeza visual (AV) corregida que no puede atribuirse directamente al efecto de ninguna anomalía estructural del ojo ni de la vía visual posterior (American Academy of Ophthalmology, 2012). Puede ser consecuencia de un estrabismo, error refractivo (anisométrico o isométrico), o de una privación sensorial (cataratas, ptosis, opacidades corneales, opacidades en vítreo, etc...) que aparecen en fases tempranas del desarrollo.

Existen otros tipos de ambliopías, contempladas por diversos autores. Ambliopía histórica, condición en la que el origen de los síntomas está en la mente, debido a una situación de estrés agudo (Wutz W *et al.*, 1981), la pseudoambliopía en ciclotropía congénita, en la que nos encontramos con una desviación ciclovertical congénita y pérdida de visión asociada, que desaparece tras realizar únicamente cirugía correctora del estrabismo, mejorando también la fijación y la estereopsis del ojo pseudoamblíope (Frattolillo, A., *et al.* 2017), y la ambliopía subclínica, en la que el paciente presenta resultados monoculares peores en acomodación, movimientos oculares, localización espacial y procesamiento temporal en uno de los ojos, aunque la AV sea normal y similar entre ambos ojos.

La severidad de la ambliopía está relacionada con la diferencia de imágenes que llegan a las retinas, y con la edad en la que aparece el factor ambliogénico, es decir, cuanto más desiguales sean las imágenes y cuanto antes se produzca dicho factor, mayor será la profundidad de la ambliopía. (McKee SP *et al.*, 2003)

La ambliopía se desarrolla en el periodo crítico, que comprende aproximadamente entre el nacimiento y los 6 años, según diversos autores (US Preventive Services Task Force *et al.*, 2017.), por ello es muy importante la realización de screenings preventivos para detectar y tratar lo antes posible los casos de ambliopía que aparezcan en los infantes.

El método para tratar la ambliopía fue muy similar desde su descubrimiento hasta los últimos 30 años, ya que aunque se han realizado descubrimientos sobre el funcionamiento del ojo ambliope y las áreas afectadas a tratar, tarda un tiempo en extenderse ese conocimiento teórico a la práctica diaria. Estos descubrimientos son, en parte, los grandes responsables de la multitud de tratamientos novedosos que trataremos a continuación, y han sido posibles gracias a las nuevas tecnologías empleadas en medicina e investigación, como son la resonancia magnética (RM), tomografía de coherencia óptica (OCT), o diversos test computarizados para evaluar campos visuales, sensibilidad al contraste (SC), etc.

En primer lugar se vio que la ambliopía es un defecto de la visión central (el campo visual periférico suele ser normal), aunque se comprobó que también se ven afectadas la SC, acomodación (Manh, V. *et al.* 2015) y distorsión espacial (Sireteanu R *et al.* 2007) del ojo ambliope, así como la estereopsis y la coordinación a nivel binocular (Portela, J. A. *et al.* 2015; Meier, K *et al.* 2017).

En cuanto a la fisiología del ojo ambliope, últimas investigaciones se han centrado en averiguar si hay cambios a nivel retiniano del ojo ambliope respecto al ojo sano. Para ello, en un estudio de Kasem, M. A. *et al.* (2017), se midió mediante OCT el espesor de las fibras peripapilares del nervio óptico y el espesor y volumen de la mácula del ojo ambliope y las medidas se compararon con el ojo sano en 64 pacientes con diferentes tipos de ambliopía, dando como resultado que los ojos ambliopes presentaban mayores espesores centrales

maculares y mayor espesor de fibras peripapilares que los ojos no ambliópes, y que esta diferencia además, variaba en función del tipo de ambliopía que presentaban los pacientes (anisométrica, estrábica, por privación de estímulos o mixta). La causa exacta del aumento del espesor de fibras peripapilares en la ambliopía no está clara, pero puede deberse a la influencia de la ambliopía en la maduración postnatal de la retina con una disminución de las células ganglionares de la retina. Esto podría producir un aumento en el espesor de fibras peripapilares medido a través de OCT. Por lo tanto, se afirmó que los cambios posnatales conducirían a un efecto similar en la maduración macular normal, incluyendo el movimiento de las fibras de Henle lejos de la foveola con una reducción en el diámetro foveal y un aumento en el espesor foveal medible. Esta hipótesis podría explicar algunos de los cambios anatómicos existentes en la retina de los ojos ambliópes. En un meta-análisis de Liu, Y. *et al.* (2017), se comprobó que el espesor coroideo de los ojos ambliópes es mayor que el del ojo contralateral en casos de ambliopía unilateral, y que el de los ojos normales usados como control. La relación entre los hallazgos encontrados en estos dos estudios, se explica ya que la coroides es la responsable la nutrición de la retina, y ya que la foveola es más gruesa en ojos ambliópes que en ojos normales, se necesita de mayor volumen de sangre para nutrirla, por lo que la coroides será más gruesa.

Por último, un punto de inflexión en el manejo de la ambliopía fue el trabajar con el concepto de “plasticidad”. La neuroplasticidad es una propiedad inherente al sistema nervioso capaz de modificar su comportamiento y reorganizarse debido a cambios ambientales o lesiones (Gomez-Fernandez L, 2000), y es mayor en los primeros años de vida que en la etapa adulta. Se admite la posibilidad de que hay varios tipos de plasticidad cerebral, en los que se consideran factores como la edad, la naturaleza de la enfermedad y los sistemas afectados. Por edad tendríamos la plasticidad del cerebro en desarrollo, la plasticidad en el cerebro en periodo de aprendizaje y la plasticidad en el cerebro adulto. (Aguilar-Rebolledo, F. 2003), con



lo que se confirmó que la plasticidad cerebral no termina en la franja de 6-8 años como se pensaba anteriormente (Von Noorden, 1981), sino que va disminuyendo con la edad pero sin llegar a desaparecer por completo, debido a estos hallazgos han empezado a proliferar tratamientos y métodos para tratar la ambliopía en el adulto (Thompson B. *et al.* 2008; Bavelier, D. *et al.* 2010).

### **3. TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA**

En este apartado vamos a centrarnos en los casos de ambliopía estrábica y refractiva, o en la combinación de ambas, ya que en los casos de ambliopía por privación de estímulos, principalmente hay que tratar la causa que la produce (catarata, ptosis, opacidades, etc.) y generalmente la única vía de actuación en estos casos es quirúrgica. Una vez eliminada la causa de la ambliopía, si queda algo de pérdida de visión en ese ojo, se podría tratar con las terapias que se enumerarán a continuación.

En las últimas décadas, ha evolucionado mucho el campo del tratamiento de la ambliopía, debido sobre todo a nuevos descubrimientos en el ámbito del funcionamiento de la ambliopía a nivel cerebral, como hemos explicado anteriormente. Hay varias vías de actuación en el manejo de la ambliopía, algunas no han cambiado mucho con el paso de los años (corrección óptica), otras van apareciendo según avanzan las investigaciones sobre la afectación de la ambliopía (videojuegos, nuevas tecnologías), y en otras se combinan aspectos de terapias más clásicas con aspectos de terapias más novedosas para conseguir mejores resultados (oclusión + terapia visual o video-juegos)

Vamos a detallar cada manera de actuación y manejo de la ambliopía desde lo más clásico hasta los últimos avances:

#### **3.1. CORRECCIÓN ÓPTICA**

Es la primera opción de tratamiento ante un caso de ambliopía. Su efectividad se basa en corregir todo el defecto refractivo que exista en ambos ojos, para que le llegue una imagen nítida a cada retina, eliminando así el desenfoque como factor ambliogénico. Chen PL *et al.* (2007) estudiaron esta vía como único método de tratamiento para la ambliopía

anisométrica, y encontraron que entre las 4 y las 12 semanas es donde se consigue la mejoría más rápida, después de este tiempo, si la hay, es más lenta. En la mitad de los pacientes del estudio se resolvió por completo en un periodo de tiempo de entre 4 y 40 semanas, y en el resto mejoraron una media de 4 líneas de visión, aunque se dedujo que tras 4 meses sin mejoras en la AV, sería necesario considerar otras opciones de tratamiento, como penalización con parche o atropina.

Como guía para la corrección óptica en casos de ambliopía, en *The amblyopia treatment studies* (Chen, A. M. *et al.* 2016), se encontró lo siguiente:

- Se debe prescribir toda la corrección óptica encontrada bajo cicloplejia, principalmente en los casos de hipermetropías con endotropías asociadas, aunque en el caso de no encontrar endotropía asociada, se puede hipocorregir hasta un máximo de 1.50D, ya que parece ser que en este tipo de hipermetropías favorece la emetropización y la recuperación de AV. (Chang, J. W. 2017).

- Se debe realizar un seguimiento de 6-8 semanas de mejora de AV para monitorizar la efectividad del tratamiento, llegado el momento de que ya no mejore la AV, se deben plantear tratamientos complementarios para el ojo ambliope.

- En el caso de ambliopías bilaterales refractivas, la mejora puede tardar un año en llegar a su punto cumbre, pasado este tiempo, rara vez se consiguen mejores resultados.

- Aunque en los diversos estudios se encontraban estas mejoras con el uso de gafas, es presumible que con lentes de contacto ocurra lo mismo.

En cuanto a la comparación de corregir la refracción con gafas o con lentes de contacto, es bien sabido que en ametropías anisométricas, las lentes de contacto son el modo de corrección más apropiado, debido principalmente a que reducen la aniseiconía, amplían el campo visual y favorecen las condiciones de fusión. En el estudio de Roberts CJ *et*

*al.* (2001) se encontró que incluso en casos de ambliopes anisométricos que ya habían sido tratados con corrección con gafas y penalización, al adaptarles lentes de contacto mejoraban la AV todavía más. Aunque todavía hay profesionales que son reacios a prescribir lentes de contacto en niños, se ha demostrado que las posibles complicaciones derivadas de su uso son iguales o incluso menores que en los adultos. (Bullimore, M. A. 2017).

Cabe destacar los estudios que se llevaron a cabo para la evaluación de la cirugía refractiva como opción de tratamiento de la ambliopía en niños. En el trabajo realizado por Tian C *et al.* (2014), se encontró que la cirugía refractiva, tanto corneal como con implantación de lente intraocular fáquica, era efectiva sin encontrarse diferencias entre las dos técnicas con respecto al error esférico residual, tanto en miopías como en hipermetropías, y que más de la mitad de los niños mejoraban tanto la AV como la estereopsis en ambos grupos. Alió J. L. *et al.*(2011), compararon los artículos que trataban sobre la corrección de la refracción en ambliopes anisométricos, bien con lasik, prk y lasek, y se encontró que mejoraban tanto la AV sin corrección como la AV con corrección, y que el destello corneal fue la complicación predominante, pero solo en un 5,3% de los operados con lasik y en un 8,5% en PRK y LASEK, por lo que la cirugía refractiva en casos de ambliopía anisométrica es un tratamiento a tener en cuenta en el futuro. Y en un estudio que se llevó a cabo por Autrata R *et al.* (2004), se descubrió que en un grupo de niños sometidos a cirugía refractiva (lasek o implantación de LIO) conseguían mejores resultados en cuanto a AV y visión binocular que otro grupo tratado con lentes de contacto en ambliopía refractiva miópica, por lo que en estos casos es una alternativa a tener en cuenta, principalmente en casos de rechazo a la lente de contacto.

En cuanto a la seguridad de esta técnica en niños, cabe reportar datos como los que encontraron Zhao, P.F. *et al.* (2017) donde se vio que tras la cirugía se creaba un edema foveal en retina, pero que este desaparecía antes de una semana y sin dejar daños permanentes

en la visión, por lo que se asumió que era una técnica segura para el tratamiento de ambliopía refractiva en niños.

El principal problema que se le encuentra a esta técnica hoy en día, es que no se tienen estudios a largo plazo sobre la estabilidad de la refracción corregida, ya que es probable que estos niños vuelvan a desarrollar miopía conforme avance su edad. Tychsen L *et al.* (2007), ya vieron que al año de la cirugía, el 50% de los niños habían tenido una recurrencia de más de 1D, independientemente de si la operación había sido con LASEK o PRK. Por este motivo, y a falta de más estudios que evalúen su eficacia a largo plazo, no es una técnica de primera elección hoy en día para la corrección de la refracción en niños.

### **3.2. TRATAMIENTO DEL ESTRABISMO**

Uno de los tipos de ambliopía que más prevalencia tiene es la ambliopía estrábica, por ello se va a recopilar las últimas técnicas de tratamiento dirigidas específicamente a este subgrupo de pacientes, diferenciándolos en endotropías acomodativas y parcialmente acomodativas, endotropías no acomodativas, microtropías y exotropías intermitentes o constantes.

3.2.1 Endotropías acomodativas y parcialmente acomodativas: en principio, si la endotropía es puramente acomodativa, es suficiente con la corrección total de toda la hipermetropía para conseguir el alineamiento total de los ejes visuales, y como hemos visto anteriormente, esto se puede conseguir con gafas, lentes de contacto o cirugía refractiva, aunque hay algunos casos que queda algo de desviación residual. Para tratar esa endotropía residual se puede recurrir a técnicas quirúrgicas, o a inyecciones de toxina botulínica, que ha demostrado ser eficaz en muchos casos. (Flores Reyes, *et al.* 2016). Si la endotropía residual se sitúa por debajo de las 4 DP en distancia lejana y por debajo de las 5 DP en distancia

cercana, se puede alcanzar una buena estereopsis (entre 40-100 “arc), aunque este factor también depende de la refracción inicial y las diferencias entre ambos ojos. (Lee, H.J. *et al.* 2017)

3.2.2. Endotropias no acomodativas: una de las grandes preguntas es si se debe operar antes o después de tratar la ambliopía, en la actualidad siguen existiendo diferencias entre ambas opciones. El problema en estos casos es que una cirugía de éxito se considera aquella que deja una desviación de menos de 10 DP, pero no tienen en cuenta el estado del sistema binocular antes y después, en el estudio de Kumari *et al.* (2017), se analizaron los factores que predecían una cirugía de éxito, y se basaban únicamente en datos de alineamiento, AV pre y post cirugía, y retinoscopia seca y húmeda, no se tuvieron en cuenta datos como estereopsis pre y post cirugía o fijación del ojo operado. Aun así, en ese estudio se encontró que el éxito estaba presente en el 83% de los pacientes y que la endotropía sin ambliopía densa (>0.60 logMAR) fue el factor más predecible del éxito quirúrgico, por lo que premiaría el tratamiento de la ambliopía antes de la cirugía de estrabismo. En cambio, en el estudio de Magli *et al.* (2016) se vio que la probabilidad de requerir una segunda operación es mayor si la primera se efectúa pasados los tres años de vida, además de que si se efectúa entre los 12 y los 24 meses de vida, los pacientes consiguen mejor estereopsis, por lo que aconsejan hacer la cirugía en ese intervalo de edad, aunque previamente no se haya tratado la ambliopía. Uno de los riesgos de este tipo de cirugía es la exotropía consecutiva a cirugía de endotropía, en el estudio de Han S.Y. *et al.* (2016), vieron que el riesgo es mayor cuando existe ambliopía o desviación vertical disociada (DVD) previa a la operación de estrabismo, con lo que también se posicionan a favor de tratar antes la ambliopía. En este sentido se deduce que el factor determinante es la edad del paciente, así si se detecta el estrabismo entre los 12 y los 36 meses de vida (endotropía congénita), sería conveniente tratar primero el estrabismo y después instaurar una buena binocularidad con rehabilitación visual, como también apoya Moguel

Ancheita, S. *et al.* (2007), pero si el paciente es mayor de esta franja de edad (endotropia adquirida), es necesario tratar primero la ambliopía para conseguir mejores resultados tras la cirugía de estrabismo.

3.2.3. Microtropias: son desviaciones de menos de 10 DP, principalmente endotropias, y con un pronóstico favorable debido a que suelen tener algo de fusión periférica. Si nos encontramos con microestrabismos con fijación excéntrica y correspondencia sensorial anómala, es sumamente importante tratar primero estas condiciones, para que la fijación del ojo desviado se realice en fovea, y poder así construir una base fisiológica normal para la instauración de la binocularidad. Esto se consigue principalmente con rehabilitación mediante terapia visual, apoyada en aparatos como el MIT, sinoptóforo, o terapia activa con filtros y prismas, de los que hablaremos más adelante en el apartado de terapia visual.

3.2.4. Exotropias intermitentes y constantes: en exotropias intermitentes (tipo de exotropía más común), se suele realizar un seguimiento de la condición para evitar que se convierta en exotropía constante. Esto se consigue con sobre corrección miópica para lejos o con controles frecuentes de la desviación y AV, aunque según el estudio de la Pediatric Eye Disease Investigator Group (PEDIG, 2016a), se obtiene un mejor control con la sobrecorrección en negativos. En el caso en el que sea precisa la cirugía, es preferible operar pasados los 5 años de edad, para poder realizar una evolución motora de mayor calidad. Este es un caso en el que es infrecuente la ambliopía, debido a que hay momentos en los que el sistema compensa la desviación y suelen desarrollar visión binocular, pero cuando la hay, es necesario tratarla, ya que reduce la supresión y sirve como estímulo para controlar la desviación. Las exotropias congénitas son muy poco frecuentes, por cada caso que se desarrolla, aparecen entre 150 y 300 endotropias. En las exotropias constantes que se desarrollan dentro de los 6 primeros meses de vida, la ambliopía aparece en el 25% de ellos,

por lo que suele requerir cirugía tras el tratamiento de los errores refractivos y la ambliopía. (American Academy of Ophtalmology, 2012)

El gran avance en este campo ha sido que en vez de perseguir únicamente el alineamiento estético como se hacía antiguamente, se ha visto la necesidad de rehabilitación visual, bien antes o después de la cirugía, o simultáneamente. Este tipo de terapia pretende conseguir en ambos ojos capacidades monoculares normales e iguales, fusión de las imágenes que llegan a ambas retinas y habilidades binoculares correctas. Para ello se siguen varias fases, una monocular que restaure las capacidades monoculares normales, normalmente acompañada de oclusión o penalización, seguido de terapia antisupresión y terapia de fusión y vergencias. Hay que tener cuidado con el tipo de fijación y de correspondencia sensorial que haya en cada caso, para no provocar una diplopía que no se pueda eliminar. (Piedrahita Alonso, E. 2016)

### **3.3. PENALIZACIÓN**

Se trata de una terapia en la que se penaliza o empeora la visión del ojo no ambliope, para que el ojo ambliope mejore su AV. Esta penalización se puede realizar de varias maneras:

- 3.3.1.- Parche opaco: es el tratamiento más extendido a lo largo de la historia para el tratamiento de la ambliopía, cuando la corrección óptica por sí sola no consigue los resultados esperados. Una de las desventajas de la penalización como terapia única es que, aunque la recuperación de la AV es rápida y estable, se dejan de lado otras habilidades binoculares (Birch, E. E. 2013)

La principal evolución en el caso del parche opaco ha sido la modificación de las pautas de uso, ya que tradicionalmente era muy extendida su prescripción “total” (todo el día



independientemente de la severidad de la ambliopía a tratar). En este sentido, han sido varios los autores que compararon las diferentes combinaciones de uso y encontraron lo siguiente:

- Sachdeva *et al.* (2013), hallaron que lo importante en la terapia oclusiva son las horas acumulativas de oclusión, pero que no tienen que ser seguidas, sino que se pueden repartir a lo largo del día.

- En cuanto a las horas de oclusión, los miembros de PEDIG encontraron en 2003(a) que en ambliopías moderadas se alcanza la misma mejora en AV al combinar dos horas al día de oclusión con una hora de tareas en visión cercana, que si el tiempo de oclusión es de 6 horas al día (sin tareas en visión próxima). Y para ambliopías severas, la mejora es similar tanto si se les ocluye 6 horas al día como si se pauta oclusión total (PEDIG, 2003b)

- 3.3.2.- Lente de contacto de hidrogel de silicona opaca: es una opción cuando hay rechazo al parche, pero hay que tener un seguimiento cercano del paciente para asegurar que la adaptación es correcta y no se producen complicaciones derivadas del uso de la lente de contacto, y para controlar la recurrencia de la ambliopía al interrumpir el tratamiento oclusivo (Eustis, H.S. *et al.* 1996; Anderson, J.E., *et al.* 2006; Joslin, C.E. *et al.* 2002). La ventaja que presentan estas lentes es que se puede variar el grado de penalización con diferentes tintados de la lente y diferentes diámetros de pupila opaca, además de que admiten una fusión periférica de hasta el 50% y estéticamente son más aceptadas que otros tratamientos de penalización.(Collins, R.S. *et al.* 2008)

- 3.3.3.- Atropina: La atropina es un fármaco antagonista muscarínico, que ejerce función de ciclopléjico tópico. En el tratamiento de ambliopía se usa con unas concentraciones que varían entre el 0.5% y 1% en función del profesional que lo recete. No suele ser el tratamiento de primera elección, debido a sus posibles efectos adversos (sequedad de la piel, fiebre, confusión, comportamiento inusual e irritabilidad, e incluso taquicardias son

algunos de los efectos secundarios que pueden aparecer tras su uso, aunque raramente ocurren), y se reserva para casos en los que la utilización del parche no es posible o no ha sido efectiva. En los estudios en los que se ha comparado el efecto de atropina y parche, se ha visto que son similares en cuanto a efectividad. En el trabajo llevado a cabo por Medghalchi, A. R *et al.* (2011), se estudió el tratamiento en 120 niños de entre 4 y 10 años, y se encontró que la mejora con instilación de atropina al 0.5% dos veces por semana es similar a llevar parche 3horas al día para ambliopías moderadas. En cuanto a la dosis, como ya se vio con el parche, la mejora con atropina es similar con instilaciones diarias que con instilaciones solo en fines de semana para ambliopías moderadas (PEDIG, 2004a), y lo mismo ocurre para ambliopías severas (PEDIG, 2009)

- 3.3.4.-Filtros translucidos (bargenter, Ryser Optik AG, St. Gallen, Switzerland): son unos filtros que se ponen sobre el cristal de la gafa, convirtiéndolo así en translucido de mayor o menor intensidad en función de la densidad del filtro, por lo que empeoran la visión del ojo no ambliope pero dejando pasar la luz. En estudios comparativos de PEDIG (2010) se vio que la mejora de AV en ambliopías moderadas es similar cuando se usa parche que cuando se usan los filtros bangenter, y estos ofrecen la ventaja de que puedes ir cambiando su densidad conforme va mejorando la AV del ojo ambliope.(Chen, A. M *et al.* 2016). Otra variante son las oclusiones binasales o bitemporales para estrabismos, que se pueden realizar con filtros Bargenter recortados de forma que cubran solo la zona nasal de la gafa para estrabismos convergentes o la zona temporal para estrabismos divergentes. Se basan en reducir el campo de fijación para activar el reflejo oculomotor y mantener los ojos en posición alineada. (Lobstein-Henry, Y. *et al.* 1987)

- 3.3.5.- Gafa electrónica programable: se trata de una gafa electrónica con lentes de cristal líquido en la que la lente del ojo no ambliope cambia de transparente a opaca cada 30 segundos, la gafa se comercializa como Amblyz y han sido aprobadas por la FDA como

dispositivo médico. Al compararla en un estudio con la utilización del parche, se vio que la ganancia de AV fue similar en los dos grupos (2h/día para parche y 4h/día con las gafas), pero de momento solo se ha estudiado con ambliopías moderadas. (Wang, J. *et al.* 2016).

- En todos los tratamientos con penalización se debe tener cuidado de monitorizar el ojo no ambliope para que no se produzca una ambliopía invertida. Esto ocurre cuando disminuye la AV del ojo no ambliope debido a un excesivo tratamiento penalizante. Según el estudio que realizo PEDIG en 2002, entre un 7% y un 15% de los pacientes tuvieron una pérdida de una línea o más de AV en el ojo no ambliope, con mayor frecuencia en los penalizados con atropina que con parche, pero solo uno de ellos requirió tratamiento corrector. La ambliopía invertida es una condición que raramente ocurre, y cuando pasa, suele ser transitoria y reversible, es suficiente con interrumpir la terapia de penalización de ese ojo. (De Zárata, B. R. *et al.* 2007).

### **3.4. TERAPIA VISUAL**

Como hemos explicado anteriormente, la ambliopía no solo se trata de un déficit de AV en el ojo afectado, sino que se ven comprometidas otras áreas de la visión binocular como la estereopsis. Esto se debe a que la imagen percibida por el ojo no ambliope es más fuerte que la del ojo ambliope, por lo que es la dominante en la visión binocular, produciéndose la supresión del ojo ambliope. El conocer como se produce esta supresión, y más importante, como se puede eliminar, es una vía de estudio que en la actualidad está revelando información muy prometedora para el auge de nuevos tratamientos. En el estudio de Babu R.J. *et al.* (2017) se vio que la ambliopía produce una supresión en los 10° centrales en pacientes con estrabismo, en anisometropes la supresión era más débil, y en ambos disminuía conforme se alejaba de fovea, por lo que se explica la fusión periférica en este tipo de pacientes. Esta

fusión periférica es importante, porque en ella se apoyan diversas técnicas de tratamiento en ambliopes estrábicos.

Con la terapia visual para el tratamiento de la ambliopía, se potencia la reducción de la supresión y la mejora de la estereopsis, presentando estímulos de gran contraste para el ojo ambliope y de menor contraste para el ojo no ambliope, y disminuyendo la diferencia de contraste entre ellos conforme va avanzando el tratamiento (Blaraberg TV et al., 2016). Para ello se pueden usar filtros anáglifos o polarizados, y aplicarlo a estímulos físicos, o como se va haciendo cada vez más frecuentemente, programas informáticos. (Buckley D *et al.* 2010; Li, R. *et al.* 2009; Green, C. S. *et al.* 2007; Chen P. L. *et al.* 2008)

En el estudio de Iwata, Y. *et al.* (2016), se compararon los cambios en la concentración de hemoglobina oxigenada en el cerebro cuando se presentaban estímulos visuales, y dedujeron que era sustantivamente mayor cuando estaban los dos ojos abiertos que cuando uno de ellos estaba ocluido, por lo que se entiende que se consigue una mayor activación del córtex visual cuando los sujetos ambliopes son tratados con los dos ojos abiertos en comparación con la oclusión.

En terapia visual para el tratamiento de la ambliopía se fomenta el trabajo de manera biocular/binocular, y se puede apoyar este trabajo en aparatos como el CAM visión stimulator, un aparato que consiste en un disco giratorio sobre el cual se colocan láminas de diferente frecuencia espacial o plantillas con patrones de colores, y con el que se consiguen mejoras en AV a partir de los tres meses con una sesión semanal (Huang, H.M. *et al.* 2008), o el sinoptóforo, un instrumento que permite la visión haploscópica, utilizado inicialmente para el diagnóstico del estrabismo, pero que también se puede usar para su tratamiento, o para estimular el ojo ambliope y mejorar su binocularidad. (Subharnkasen, I, 2003)

En el tratamiento de ambliopías estrábicas, como hemos visto anteriormente, es muy importante asegurarse que se está trabajando sobre un punto foveal, para ello, un instrumento de gran utilidad tanto en el diagnóstico como en el tratamiento es el Macular Integration Tester (MIT), que utiliza el fenómeno del haz de Haidinger para diagnosticar y tratar la fijación excéntrica. El haz de Haidinger es un fenómeno que ocurre al mirar a través de una lámina polarizada, una superficie blanca que está rotando. Lo que se percibe es una hélice que rota utilizando como eje el punto de proyección de la fóvea, así además de saber si el paciente tiene fijación excéntrica y dónde se coloca, él mismo puede saber que está ocurriendo en sus ojos y como modificarlo.

Otras herramientas para este tipo de terapia pueden ser prismas gemelos, lentes, flippers, filtros anáglifos o polarizados, etc., con los que se realizan ejercicios guiados y monitorizados para conseguir los resultados esperados. Lin, CC *et al.* (2013) realizaron un trabajo donde se evaluó la eficacia de este tipo de ejercicios con pacientes ambliopes anisométricos y se vio que mejoraban a nivel de AV y SC, llegando a resolverse la condición de ambliopía en un periodo más corto que con otros tratamientos.

### **3.5. VIDEOJUEGOS**

En los últimos años, cada vez hay más terapeutas que defienden el uso de aplicaciones móviles o videojuegos para el tratamiento de la ambliopía, bien sea combinado con terapia oclusiva o por si solos, y apoyados por estudios como el de Kelly K.R. *et al.* (2016), en el que evaluaron la diferencia entre dos grupos de 14 niños, uno tratado con un juego de aventura binocular para Ipad y el otro con terapia oclusiva con parche. Se encontró que la mejora en AV era mayor en el grupo tratado con videojuegos que en el grupo tratado con parche a las 2 semanas de tratamiento, con una media de 0.15 (0.08 logMAR) para el grupo de videojuegos y 0.07 (0.08 logMAR) para el grupo del parche, y a las 4 semanas se igualaba la ganancia con

una media de 0.17 (0.10 logMAR) para el grupo de videojuegos y una media de 0.16 (0.12 logMAR) para el grupo del parche, por lo que se concluyó que es un método eficaz y a tener en cuenta en el tratamiento futuro de ambliopías.

En un estudio de PEDIG (2016b), también compararon una muestra de niños ( esta vez mayor, 385 niños) tratados con una aplicación binocular para Ipad 1 hora al día, con otro grupo tratado con parche 2horas al día, y en este caso la mejora fue mayor en el grupo del parche que en el del videojuego, aunque con una diferencia pequeña ( 2.5 líneas en el grupo del Ipad frente a 2.8 líneas en el grupo del parche, a las 16 semanas), aunque si encontraron que la terapia con videojuego era más eficaz en niños de entre 5 y 7 años sin tratamiento previo de ambliopía. Es por esto, que muchos de los terapeutas prefieren combinar ambos métodos, ya que como vieron Singh A. *et al.* (2017) en su estudio comparativo de dos grupos de niños, unos tratados solo con parche y el otro con parche más videojuegos, la mejora de la AV es mayor cuando se combinan ambas técnicas.

Pero esta técnica no solo presenta ventajas en cuanto a la recuperación de AV se refiere, sino que como otros estudios demuestran, se consiguen mejoras a nivel de estereoaudeza, motricidad fina y ventana atencional, y además los resultados se mantienen en el tiempo. (Webber, A.L. *et al.* 2016)

Otra de las ventajas es la monitorización, ya que al tratarse de dispositivos electrónicos, la mayoría cuentan con un método de contabilización de horas de uso, niveles alcanzados, e incluso permiten medir a través del propio juego el nivel de AV, binocularidad y estereopsis, por lo que permite un seguimiento constante de la evolución del paciente, proporcionándole también motivación al ver que consigue los objetivos propuestos.

Aunque hay que prestar cierta atención a uno de los posibles efectos adversos, la adicción a los videojuegos, como vieron Xu, C. S. *et al.* (2015), se debe tener cuidado con el perfil psicológico del niño, las horas que se pauten de juego y el tipo de juego que sea (acción o no acción), para evitar que lo que se pretende que sea una acción para el beneficio de los niños, no se convierta en un problema en el futuro.

### **3.6. TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA EN EL ADULTO**

Tradicionalmente se pensaba que, al igual que hay un periodo crítico para la aparición de la ambliopía (6-8 años), también lo había para su tratamiento, por lo que en pacientes diagnosticados de más de esta edad, no se trataba la ambliopía más allá de la corrección óptica que fuera necesaria en cada caso. En los últimos años, ya ha aparecido evidencia tanto experimental como clínica, que refuta esta teoría, y que pone de manifiesto que la plasticidad puede estar presente en el cerebro del adulto, y por lo tanto, se puede tratar la ambliopía a cualquier edad. A continuación explicamos algunos de los hallazgos más recientes.

Existen estudios donde se abala que la AV del ojo ambliope mejoraba al perder visión en el ojo no ambliope y la explicación que se encontró fue que las conexiones del ojo ambliope eran inhibidas por el ojo no ambliope, pero no desaparecían, así que la pérdida de visión del ojo no ambliope podía estimular de nuevo estas conexiones. (Vereecken EP *et al.* 1984; Chino YM, *et al.* 1992)

En el artículo de Dennis M. Levi de 2011, “removing the brakes on plasticity in the ambliopic eye”, se expuso que la plasticidad está presente en el cerebro del adulto, pero de una forma más limitada que durante las etapas de desarrollo visual. Estas limitaciones pueden ser estructurales, como las redes de mielina peri-neuronales que inhiben el crecimiento neuronal. Otras son funcionales, actuando directamente en el balance de excitación/inhibición

de los circuitos neurales locales. Una manera no invasiva de producir plasticidad en el adulto es regular los neuromoduladores que se encargan de estas funciones de excitación/inhibición. Existen sustancias como la norepinefrina, dopamina, acetilcolina y serotonina que reducen la inhibición y mejoran el balance, propiciando así la plasticidad. En el artículo se propuso como ejemplo para mejorar la plasticidad cerebral dos maneras de actuación, el aprendizaje perceptual y los videojuegos.

En los últimos años se ha visto que los videojuegos, sean de acción o no, son capaces de inducir plasticidad cerebral en el adulto, y mejorar sustancialmente la recuperación de AV, atención espacial, y estereopsis (Li, R. *et al.* 2011)

En un estudio de Vedamurthy *et al.* (2015), se demostró que se consiguen mejores resultados en la recuperación de AV con entrenamiento perceptual y videojuegos que con oclusión supervisada en adultos con ambliopía tanto estrábica como anisométrica.

El entrenamiento perceptual es un proceso por el cual a través del entrenamiento se consiguen mejorar las características visuales básicas. Zhang, J.-Y. *et al.* (2014), encontraron que un resultado importante de este tipo de entrenamiento, con el que coinciden muchos estudios previos de aprendizaje perceptivo en ambliopía, es la transferencia de mejoras a tareas no entrenadas: SC, AV y estereopsis.

Otra de las ventajas del aprendizaje perceptivo es que no parece estar influenciado por la edad, por lo menos en la franja de 10-40 años, es decir, fuera del periodo “crítico”, y que las mejoras conseguidas se mantienen en el tiempo, además de acelerar el proceso de recuperación de AV. Se cree que una de las causas de la eficiencia del aprendizaje perceptivo es que provee al ojo ambliope de tareas intensas, activas, supervisadas y que reportan un



feedback a la persona que las realiza, por lo que es más útil que solamente ocluir el ojo no ambliope durante tareas cotidianas. (Levi, D. M. *et al.* 2009)

### **3.7. OTROS TRATAMIENTOS**

- 3.7.1.- Acupuntura: algunos estudios sugieren que combinar la acupuntura con otros mecanismos de tratamiento de la ambliopía pueden mejorar su efectividad. Aunque no se conoce con exactitud el motivo, se cree que puede deberse a la mayor perfusión de sangre al ojo y la activación de las áreas corticales relacionadas con la visión, que pueden ser los causantes de dicha mejora. Cabe destacar el estudio de Zhao J. *et al.* de 2010 en el que se comparó la ganancia de AV en dos grupos, uno con 2h de parche al día y otro con 5 sesiones de acupuntura a la semana, y se encontró que la ganancia era estadísticamente superior en el grupo de acupuntura que en el de parche, ya que mejoraron 2.27 líneas en el de acupuntura frente a 1.83 líneas en el de parche. Sin embargo, se necesitan más estudios para corroborar este mecanismo y sus posibles beneficios a largo plazo y con mayor número de sujetos para corroborar esta técnica.( Vanzini, M. *et al.* 2016)

- 3.7.2.- Fototerapia: se trata de una terapia en la que se aplican unas frecuencias de luz previamente seleccionadas a los ojos, para mejorar las capacidades de motilidad ocular, acomodación, discriminación visual, binocularidad, procesamiento visual y campo visual. (Gottlieb, R *et al.*, 2010). “La terapia de luz de color puede actuar como herramienta de gran alcance para estimular la bioquímica del cerebro a través del sistema visual por la conexión retina-hipotálamo del cerebro.” Es una herramienta que actualmente está siendo muy utilizada por los optometristas comportamentales para el tratamiento de algunas disfunciones visuales tales como ambliopía, estrabismo o dificultades en el aprendizaje entre otras.

- 3.7.3 Técnicas no invasivas de estimulación cortical: aquí nos encontramos con dos técnicas similares, la estimulación transcraneal de corriente continua (ETCC) y la

estimulación magnética transcraneal (EMT). La ETCC es una técnica no invasiva de estimulación cerebral que puede alterar transitoriamente la excitabilidad de ciertas áreas del cerebro, activándolas o inhibiéndolas, a través de unos electrodos colocados en la cabeza del paciente durante unas sesiones de aproximadamente 20 minutos. En el estudio de Ding, Z *et al.* (2016), se comprobó que con una sola sesión de ETCC, aumentaba, aunque de manera transitoria, tanto la AV como la SC del ojo ambliope. Otros autores, como Spiegel, D.P. *et al.* (2013) comprobaron que combinando esta técnica (ETCC) con entrenamiento disociado con videojuegos, conseguían mejores resultados en estereopsis que con los videojuegos por si solos, sin reportar efectos adversos al tratamiento.

La EMT también es una técnica no invasiva de estimulación cerebral, pero a diferencia de la ETCC en vez de usar electrodos, se crea un campo magnético según el principio de Faraday que se envía por impulsos a través de una bobina para modular la actividad cortical en la zona afectada. (Pascual-Leone, A. *et al.*, 2008). En el estudio de Clavagnier S *et al.* (2013) vieron que con ráfagas diarias de EMT mientras miraban estímulos de alto contraste, mejoraba la SC de los pacientes y los resultados eran estables a los 78 días.

- 3.7.4 Tratamiento farmacológico: en esta vía se están estudiando las posibilidades con varios tipos de fármacos, levodopa-carbidopa, donezepil y citicolina.

En algunos estudios recientes se ha barajado la opción de combinar tratamiento farmacológico con levodopa-carbidopa y oclusión. La levodopa es un fármaco que actúa sobre el sistema nervioso central, convirtiéndose en dopamina, mientras que la carbidopa evita que se descomponga antes de llegar al cerebro, permitiendo así una ingesta de dosis menor que por sí sola. En algunos estudios se encontró que puede prolongar el periodo en el que la terapia oclusiva es más efectiva (Sofi, I. A. *et al.* 2016), aunque los efectos no duran más de 9 semanas (Pandey PK *et al.* 2002), y en otros estudios no encontraron una mejora clínicamente importante del tratamiento compuesto frente a la oclusión con placebo (PEDIG

2015), por lo que a día de hoy hacen falta estudios con mayores muestras de sujetos para valorar la eficacia y los posibles efectos adversos de este tratamiento suplementario para ambliopía.

Otro fármaco estudiado fue el donepezil, que también es un neuromodulador inhibidor de la colinesterasa, pero en este caso se vio que no promueve el entrenamiento perceptual en los adultos, ya que los resultados encontrados fueron iguales que en los pacientes sin donepezil. (Chung, S. T. L. *et al.* 2017)

Y por último, la citicolina, un neuromodulador con efectos neuroprotectores, enfocado a aumentar los niveles de acetilcolina, norepinefrina y dopamina en el cerebro. Pawar, P. V. *et al.* (2014), estudiaron sus efectos durante un año en dos grupos, uno solo con parche y otro con parche más citicolina. En los meses iniciales del tratamiento, la mejora fue similar en ambos grupos, pero al final del tratamiento hubo una mejora significativa en el grupo de citicolina, por lo que se deduce que es eficaz, aunque tarda en hacer efecto.

Mencionar también, que se llevaron a cabo estudios con animales con resultados muy prometedores, pero que todavía no se han testado en humanos, por lo que no se pueden considerar tratamientos para ambliopía, aunque abren la puerta a futuras investigaciones. Fong M. F., *et al.* (2016) estudiaron el efecto de un anestésico potente en las retinas de ambos ojos de ratones y gatos. Para ello, seleccionaron una muestra de roedores y de gatitos a los que previamente les habían suturado uno de los ojos para producir ambliopía por privación de estímulos, y a los que tras retirarles la sutura, suministraron unas inyecciones intravítreas del anestésico tetrodotoxin (TTX), que inhibe todas las recepciones retinianas por un periodo de entre 24 y 48 horas. De esta manera, se vio que tras esta “reiniciación” del sistema, eran capaces de recuperar la visión de ambos ojos por igual, como mostraron los potenciales visuales evocados. Se dedujo que se debe a que se reduce el límite de la plasticidad hasta un

punto en el que se pueden reforzar las conexiones sinápticas a nivel de la corteza cerebral de ambos ojos por igual.

#### **4. FIN DEL TRATAMIENTO Y RECURRENCIA**

Una vez que se ha resuelto la ambliopía o se ha detenido la mejora de la misma, es necesario abordar el tema de cómo dejar el tratamiento para evitar futuras recesiones. En el tratamiento de ambliopía con oclusión, bien sea con parche o con atropina, es donde mayor cantidad de estudios se han realizado al respecto. Algunos componentes de PEDIG (2011), realizaron un estudio sobre si un empuje final con un tratamiento combinado de atropina y parche, en niños que habían terminado el tratamiento con parche de 6h/día, con resultado de ambliopía media final, era capaz de aumentar la AV, pero se vio que no producía una mejora significativa con respecto a otro grupo de ambliopes medios en el que el tratamiento con parche se había cesado gradualmente.

En cuanto a la recurrencia, en el estudio de Saxena R. *et al.* (2013), se vio que a mayor edad al inicio del tratamiento, mayor AV final conseguida y mayor rango de ganancia de AV final, mayor era el riesgo de recurrencia de ambliopía, en cambio, los valores de binocularidad y estereoagudeza no tenían mucho peso en la recurrencia. Todos los pacientes incluidos en el estudio tenían ambliopía anisométrica y fueron tratados con terapia oclusiva, cuando tuvieron dos visitas consecutivas sin aumento de AV, la terapia oclusiva se redujo durante 6 meses más. En otros, se estudió la diferencia entre dejar el parche abruptamente o de manera progresiva, como en el de PEDIG (2004b), y se vio que la recurrencia ocurre en aproximadamente un cuarto de los ambliopes (tanto anisométricos como estrábitos y mixtos) tratados con éxito, y que es mayor si se termina la terapia oclusiva de golpe que si la reducen de 6 horas al día a 2 horas al día previa a la retirada total.

En las nuevas vías de tratamiento, como la terapia visual o videojuegos, todavía no hay muchos estudios a largo plazo sobre la durabilidad del tratamiento, pero en los que se va viendo, tienen resultados prometedores. En el estudio de Webber, A.L. (2016) que se vio en

el apartado de videojuegos, los cambios eran estables a los tres meses de terminar el tratamiento, en el de Vedamurthy *et al.* (2015) (apartado de tratamiento de la ambliopía en el adulto), también eran estables a los 2 meses. En el resto de estudios se habla de que las mejoras se mantienen en el tiempo, pero no especifican cuanto tiempo, ni a qué nivel se mantienen, por lo que son necesarios futuros estudios para corroborar esta efectividad a largo plazo.

## **5. DISCUSIÓN**

Tal y como hemos desarrollado anteriormente, la ambliopía no solo consiste en una pérdida de AV, sino que se ven comprometidas otras áreas de la visión como son la SC, acomodación, movimientos oculares, localización espacial y estereopsis entre otros, por lo que lo ideal sería encontrar una técnica de tratamiento que no solo se centre en mejorar esos valores de AV hasta la normalidad, sino que trabaje sobre el sistema visual en conjunto.

Hasta hace unos años, el tratamiento de elección por defecto, si la corrección óptica por sí sola no hacía su trabajo, era el parche, principalmente por su rapidez de resultados, facilidad de uso tanto para los niños como para los padres, y su costo global como terapia. Aunque si es cierto que se ha modificado su uso, en cuanto a horas de uso o su combinación con algunas técnicas (trabajos en distancias cercanas, videojuegos, etc.) es necesario tener en consideración otras técnicas nuevas que van apareciendo y que son muy prometedoras en cuanto a fiabilidad de resultados y duración de los mismos a nivel visual global. En este enclave, nos encontraríamos con la terapia visual, entrenamiento perceptual, videojuegos, o la combinación de varias técnicas. También hay que tener en cuenta los nuevos descubrimientos como la acupuntura, fototerapia, técnicas no invasivas de estimulación cortical y fármacos complementarios como la citicolina, como terapias suplementarias del tratamiento elegido, todo ello como hemos dicho antes, encarado a conseguir los mejores resultados posibles, y que estos se mantengan en el tiempo.

Hay que destacar también el tratamiento de la ambliopía en el adulto, ya que es una mejora importante para esos pacientes que por edad habían sido descartados como candidatos para estos tratamientos, y que ya se va viendo que si se puede tratar, aunque la terapia en si

sea más costosa en cuanto a esfuerzo se refiere, y se tarda más tiempo en conseguir resultados.

Como hemos mencionado con anterioridad, hay estudios que se hicieron incluyendo indistintamente los dos tipos de ambliopías que se han evaluado (refractiva y estrábica), pero hay otros que se centran solo en un tipo de ambliopía. Esto tiene una razón básica, que es la fijación foveal. En los casos de ambliopía refractiva, la fijación es central, pero en los casos de estrabismo, la fijación suele ser excéntrica, principalmente en los casos de endotropías, por lo que hay que seguir vías ligeramente diferentes en su manejo. Por esto es muy importante realizar bien el diagnóstico del tipo de ambliopía que se trate, y seguir el tratamiento más adecuado para cada caso.

Como posible guía para el tratamiento de la ambliopía, vamos a extraer las conclusiones más importantes para cada tipo de ambliopía en función de los artículos revisados anteriormente:

- En los estudios que se centran únicamente en ambliopías refractivas, se vio que la corrección del defecto refractivo puede en muchos casos, resolver la condición por sí sola. Para ello, podemos apoyarnos en el uso de gafas o lentes de contacto (indicado en anisometropías con aniseiconía). La cirugía refractiva puede ser un tratamiento a tener en cuenta, pero de momento solo se ha visto cierta utilidad en miopes, y su posible regresión es un factor a mejorar para que pueda ser tenida en cuenta como método de corrección en niños. Muchos autores y estudios defienden comenzar únicamente con la corrección del defecto refractivo, haciendo seguimientos de AV cada 4-6 semanas hasta que se compense totalmente o se establezca la ganancia de AV durante dos visitas consecutivas. Cuando con la corrección por sí sola no se consigue el resultado esperado, se debe complementar con otras técnicas.



- En los estudios que se centraron en ambliopías estrábicas o mixtas, se ve que lo principal es tratar la fijación y el alineamiento de los ojos, para ello se vio que es muy efectiva la terapia visual acompañada de instrumentos como el sinoptóforo, CAM, MIT, prismas, etc., previa a la cirugía del estrabismo. Como hay casos en los que no se puede conseguir la alineación total con estos métodos, tendríamos dos opciones, la toxina botulínica y la cirugía del estrabismo. La toxina botulínica es efectiva en muchos casos, pero sus efectos son temporales, por lo que en muchos casos desemboca en cirugía del estrabismo. Lo importante a tener en cuenta si es necesaria cirugía es que para conseguir buenos resultados en cuanto a visión binocular se refiere, tenemos dos opciones, si la desviación es congénita, realizarla entre los 12-36 meses de vida para una buena instauración de la visión binocular, y si su aparición es posterior, tratar previamente la ambliopía en el sentido de conseguir una fijación foveal estable, una correspondencia sensorial normal y una AV aceptable previa a la cirugía para asegurar así su probabilidad de éxito. Para ello es muy importante la colaboración entre los optometristas y los estrabólogos en vías de conseguir el mejor resultado posible y una menor incidencia de reoperaciones.

- Pero hay que destacar que la mayoría de los avances en el campo de la ambliopía se han testado indistintamente en los dos tipos, y muchos de ellos han conseguido resultados prometedores. Así, tendríamos que destacar la terapia visual activa y los videojuegos tanto en niños como en adultos, aunque como se ve en los estudios realizados, cuanto más joven sea el paciente, mejores resultados y mayor rapidez de recuperación se esperan. Y como terapias complementarias, los filtros translucidos, acupuntura, fototerapia, citicolina y estimulación cerebral no invasiva, son los tratamientos que mejor resultado están dando, aunque todavía faltan estudios a largo plazo para corroborar sus ventajas y poder implantarlos en la práctica diaria.

Para finalizar, uno de los motivos principales a la hora de elegir un tratamiento, es la fiabilidad del mismo en cuanto a consecución de resultados y durabilidad de los mismos en el tiempo. En este aspecto vemos que, al parecer, lo importante en estos casos, además de dejar el tratamiento progresivamente, o hacer terapia de mantenimiento (en el caso de la terapia visual), es seguir un control frecuente del paciente una vez que termina el tratamiento, para descubrir cualquier tipo de inestabilidad de los valores conseguidos a tiempo y volver a tratarlo en el caso que sea necesario. Como se ha visto en los diferentes estudios revisados, no hay una vía única de tratamiento, sino que podemos aumentar su eficacia combinando varios tipos de tratamientos, o aplicando primero unos y luego otros, todo en vías de conseguir la restauración total del sistema visual y que esta se mantenga en el tiempo.

## **6. CONCLUSIONES**

Hoy en día, hay suficiente apoyo bibliográfico de técnicas novedosas en el manejo de la ambliopía, como para cambiar los protocolos de tratamiento y adaptarlos a una mejora del sistema visual en conjunto.

Aun así, se debe ser crítico con los resultados de muchos estudios, y asegurar que los datos o beneficios que muestran son extrapolables a otros sujetos, ya que si no es así nos arriesgamos a proceder con una terapia que no consiga los resultados esperados, con la consiguiente pérdida de tiempo y esfuerzo.

Por este motivo, lo principal es evaluar cada caso a tratar para conseguir un plan personalizado y asegurar, con un seguimiento frecuente, que se están consiguiendo las mejoras planteadas, o modificarlo en el caso que sea necesario, siempre buscando conseguir el mayor rendimiento visual posible en cada paciente.

## **7. CASO CLÍNICO**

### **PRESENTACIÓN**

Niña de 4 años, al inicio del tratamiento, AVsc inicial de 0.3 simétricas, a la que en una primera visita su refracción es; OD: +4.00 esf -3.00 cil 180° y OI: +4.00 esf -2.50 cil 180°, con AVcc de 0.5 simétricas en cada ojo con la mejor compensación.

Diagnóstico: ambliopía refractiva bilateral, sin desviación asociada. Se envía para refracción con cicloplejia, confirmando la misma y se le controla la evolución de la ambliopía cada 4 semanas desde febrero de 2016 hasta septiembre de 2017 (19 meses), modificando en el transcurso el tratamiento de la misma.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se comienza con corrección óptica encontrada bajo cicloplejia y unas AVcc iniciales de 0.5 simétricas, en la semana 4° no hay evolución y en la semana 8° el OI ha mejorado 1 línea. Se remite de nuevo para comprobar RX ciclopléjica, encontrando que no hay cambios y que la AV de OI ha aumentado otra línea (0.7) en la semana 12°. Se comienza a pautar oclusión del OI 3-4h/día 6 días a la semana y combinándolo con tareas en distancia cercana (principalmente coordinación ojo-mano). En la semana 16° la AV del OD ha aumentado una línea (0.6) y la del OI se mantiene igual (0.7), en la siguiente visita, OD: 0.6, OI: 0.8. y en la posterior visita, OD: 0.6 OI: 0.9. Volvemos a comprobar RX por si hubiese cambio en el OD, pero no encontramos modificación. Continuamos con la misma pauta de oclusión, y en la siguiente visita los resultados fueron; OD: 0.7, OI: 1.0, aumentando en la siguiente a 0.8 en OD, por lo que cambiamos la pauta de oclusión a 2 horas/día, 6 días a la semana combinado con tareas de cerca. En las dos siguientes visitas aumenta la AV, OD: 0.9 y OI: 1.0,

manteniéndose la del OI en 1.0 estable, por lo que bajamos a 1 hora/día combinada con tareas de cerca y se pautó seguir 4 semanas más. Como se encontró que la AV se mantenía estable, finalizamos oclusión con parche y controlamos a las 8 semanas, hallando una regresión del OD: 0.9, pero a las 4 semanas y con sólo tareas de coordinación ojo mano, recupero a 1.0, dando el alta a la paciente. En la última visita se valoró fusión plana con el test de Worth viendo 4 luces. En todas las revisiones se usó el mismo test de AV (números) y bajo las mismas condiciones de iluminación y distancia.



Imagen 1: Fotografía de la paciente

## DISCUSIÓN

Nos encontramos con un caso de ambliopía bilateral severa sin desviación asociada, producida por la isoametropía combinada de hipermetropía y astigmatismo. En estos casos la primera opción de tratamiento es la corrección óptica de la refracción encontrada bajo cicloplejia, como ya se ha explicado en el apartado de corrección óptica. En nuestra paciente, se vio que solo con la corrección óptica, pasó de ser ambliopía bilateral a unilateral, ya que mejoro mucho más rápido el OI que el OD, por lo que se planteó modificar el tratamiento y pautar oclusión combinada con tareas en visión cercana. Se eligió esta modalidad de tratamiento basándonos en estudios como el de Alotaibi A.G. *et al.* (2012), donde ya se vio

con una muestra de 130 pacientes con ambliopía monocular, que realizar tareas en visión cercana mientras el ojo no ambliope esta ocluido aumenta la AV en mayor medida que solo con la oclusión.

Analizando los datos del caso, vemos que la mejora ha sido rápida (3 meses con solo corrección y 13 meses con oclusión), principalmente debido a la edad de inicio del tratamiento y la combinación con tareas en visión próxima, y los resultados han sido muy favorables con una AV final de 1.0 en ambos ojos y fusión plana con el test de Worth. Un punto importante en todo el proceso ha sido la monitorización frecuente de las AV, que nos ha permitido modificar el tratamiento para conseguir mejores resultados en menor tiempo, y controlar la posible regresión.

## CONCLUSIONES

La combinación de parche con tareas en visión próxima, permite una corrección total de la ambliopía en casos de refracción simétrica, y consiguiendo valores de fusión normales en el periodo de tiempo de 19 meses. La retirada del método de oclusión de manera progresiva y controlada favorece la no recurrencia de ambliopía en el ojo tratado.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

Aguilar-Rebolledo, F. (2003) Plasticidad cerebral, parte 1. *Rev Med IMSS* 41 (1): 55-64

Alió, J., Wolter, N., Piñero, D., Amparo, F., Sari, E., Cankaya, C., Laria, C. (2011) Pediatric Refractive Surgery and Its Role in the Treatment of Amblyopia: Meta-Analysis of the Peer-Reviewed Literature. *J Refract Surg.* 27: 364-374

Alotaibi A.G., Fawazi S.M., Alenazy B.R, Abu-Amero, K.K. (2012) Outcomes of 3 hours part-time occlusion treatment combined with near activities among children with unilateral amblyopia. *Saudi Med. J.* 4:395-398

American Academy of Ophthalmology (2011-2012) *Oftalmología pediátrica y estrabismo*, Barcelona, ed. Elsevier.

Anderson, J.E., Brown, S.M., Mathews, T.A., Mathews, S.M., (2006) Opaque contact lens treatment for older children with amblyopia. *Eye Contact Lens* 32(2):84-87.

Autrata, R., Rehurek, J.J. (2004) Laser-assisted subepithelial keratectomy and photorefractive keratectomy versus conventional treatment of myopic anisometropic amblyopia in children. *Cataract Refract Surg.* 30(1):74-84.

Babu, R.J., Clavagnier, S., Bobier, W.R., Thompson, B., Hess, R.F. (2017) Regional extent of peripheral suppression in amblyopia. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 58(4):2329-2340

Bavelier, D., Levi, D.M., Li, R.W., Dan, Y., Hensch, T.K. (2010) Removing brakes on adult brain plasticity: from molecular to behavioral interventions. *The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 30(45) 14964-14971.

Birch, E. E. (2013). Amblyopia and Binocular Vision. *Progress in Retinal and Eye Research*, 33,

Blaramberg, T.V., Boswell, S.J., Chakraborty, A., Chan, L., Clavagnier, S., Ho, P.W., Howe, C., Jen, M.H., Kearns, L., Michie, J., Ng, C., Faatui, J.F., Pang, P., Pieri, R., Raveendren, R.N., Spiegel, D., Uren, S.L. (2016). Binocular treatment of amblyopia using videogames (BRAVO): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, 17, 504.

Buckley, D., Codina, C., Bhardwaj, P., Pascalis, O. (2010) Action video game players and deaf observers have larger Goldmann visual fields. *Vision Res.* 50:548–556

Bullimore, M.A. (2017). The Safety of Soft Contact Lenses in Children. *Optometry and Vision Science*, 94(6), 638–646.

Chang, J.W. (2017). Refractive error change and vision improvement in moderate to severe hyperopic amblyopia after spectacle correction: Restarting the emmetropization process? *PLoS ONE*, 12(4), e0175780.

Chen, A.M., Cotter, S.A. (2016). The Amblyopia Treatment Studies: Implications for Clinical Practice. *Advances in Ophthalmology and Optometry*, 1(1), 287–305.

Chen, P.L., Chen J.T., Fu J.J., Chien K.H., Lu D.W. (2008) A pilot study of anisometric amblyopia improved in adults and children by perceptual learning: an alternative treatment to patching. *Ophthalmic Physiol Opt.* 28:422–428.

Chen, P.L., Chen. J.T., Tai, M.C., Fu, J.J., Chang, C.C., Lu, D.W. (2007) Anisometric amblyopia treated with spectacle correction alone: possible factors predicting success and time to start patching. *Am J Ophthalmol.* 143(1):54-60

Chen, Z., Li, J., Thompson, B., Deng, D., Yuan, J., Chan, L., Hess, R.F., Yu, M. (2014) The effect of Bangerter filters on binocular function in observers with amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.*



56(1):139-149.

Chino, Y.M., Kaas, J.H., Smith, E.L. 3rd, Langston, A.L., Cheng, H. (1992) Rapid reorganization of cortical maps in adult cats following restricted differentiation in retina. *Vision Res.*32:789–796

Chung, S.T.L., Li, R.W., Silver, M.A., Levi, D.M. (2017). Donepezil Does Not Enhance Perceptual Learning in Adults with Amblyopia: A Pilot Study. *Frontiers in Neuroscience*, 11, 448.

Ciuffreda, K.J. Levi, D.M., Selenow, A. (1991) Amblyopia. Basic and clinical aspects, Boston: Butter-worth-Heinemann.

Clavagnier, S., Thompson, B., Hess, R.F. (2013) long lasting effects of daily theta burst rTMS sessions in the human amblyopic cortex. *Brain Stimul.* 6:860-867

Collins, R.S., McChesney, M.E., McCluer, C.A., and Schatz, M.P. (2008) Occlusion properties of prosthetic contact lenses for the treatment of amblyopia. *J AAPOS*; 12: 565–568

De Zárate, B. R., & Tejedor, J. (2007). Current concepts in the management of amblyopia. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 1(4), 403–414.

Ding, Z., Li, J., Spiegel, D. P., Chen, Z., Chan, L., Luo, G., Yuan, J., Deng, D., Yu, M. Thompson, B. (2016). The effect of transcranial direct current stimulation on contrast sensitivity and visual evoked potential amplitude in adults with amblyopia. *Scientific Reports*, 6, 280.

Eustis, H.S., Chamberlain, D. (1996) Treatment for amblyopia: results using occlusive contact lens *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.*; 33(6):319-322.

Flores Reyes, E.M., Castillo Lopez, M.G., Toledo Silva, R., Vargas Ortega, J., Murillo Correa, C.e., Aguilar Ruiz, A. (2016) Uso de toxina botulínica A en el tratamiento de las endotropias parcialmente acomodativas. *Arch. De la Sociedad Española de Oftalmología* vol. 91:120-124

Fong, M.F., Mitchell, D.E., Duffy, K.R., Bear, M.F. (2016) Rapid recovery from the effects of early monocular deprivation is enabled by temporary inactivity of the retinas. *PNAS vol.113* (49) 14139-14144

Frattonillo, A., Tassi, F., Di Croce, V., & Schiavi, C. (2017). Pseudoamblyopia in Congenital Cyclotropia. *Journal of Ophthalmology*, 2017, 187.

Gómez – Fernández, L. (2000) plasticidad cortical y restauración de funciones neurológicas: una actualización sobre el tema. *Rev. Neurol* 31:749-756

Gottlieb, R. & Wallace, L.(2010) Syntonic Phototherapy, *Photomed laser surg.* 28(4): 449-452

Green, C.S., Bavelier, D. (2003) Action video game modifies visual selective attention. *Nature*. 2003;423:534–537

Green, C.S., Bavelier, D. (2007). Action-Video-Game Experience Alters the Spatial Resolution of Vision. *Psychological Science*, 18(1), 88–94.

Han, S.Y., Han, J., Rhiu, S., Lee, J.B., Han S.H. (2016) Risk factors for consecutive exotropia after esotropia surgery *Jpn J Ophthalmol* 60: 333.

Huang, H.M., Kuo, H.K., Fang, P.C., Lin P. W., Lin, S.A. (2008) The effects of CAM vision stimulator for bilateral amblyopia of different etiologies. *Chang Gung Med J.*31(6):592-598.

Iwata, Y., Handa, T., Ishikawa, H., Shoji, N., Shimizu, K. (2016) Efficacy of an Amblyopia Treatment Program with Both Eyes Open: A Functional Near-Infrared Spectroscopy Study. *Am Orthopt J.*66(1):87-91.

Joslin, C.E., McMahon, T.T., Kaufman, L.M., (2002) The effectiveness of occluder contact lenses in improving occlusion compliance in patients that have failed traditional occlusion therapy *Optom Vis Sci.* 79(6):376-380

Kasem, M.A., & Badawi, A.E. (2017). Changes in macular parameters in different types of

amblyopia: optical coherence tomography study. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 11, 1407–1416.

Kelly, K.R., Jost, R.M., Dao, L., Beauchamp, C.L., Leffler, J.N., Birch, E.E. (2016) Binocular iPad Game vs Patching for Treatment of Amblyopia in Children: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol.*134(12):1402-1408.

Kumari, N., Amitava, A. K., Ashraf, M., Grover, S., Khan, A., & Sonwani, P. (2017). Prognostic preoperative factors for successful outcome of surgery in horizontal strabismus. *Oman Journal of Ophthalmology*, 10(2), 76–80.

Lee, H.J., Kim, S.J., Yu, Y.S. (2017) Stereopsis in patients with refractive accommodative esotropia. *JAAPOS* (3):190-195

Levi, D.M. (2012). Prentice Award Lecture 2011: Removing the Brakes on Plasticity in the Amblyopic Brain. *Optometry and Vision Science*, 89(6), 827–838.

Levi, D.M. (2013). Linking assumptions in amblyopia. *Visual Neuroscience*, 30(5-6), 277–287.

Levi, D.M., & Li, R.W. (2009). Perceptual Learning as a potential treatment for amblyopia: a mini-review. *Vision Research*, 49(21), 2535–2549.

Levi, D.M., McKee, S.P., & Movshon, J.A. (2011). Visual deficits in anisometropia. *Vision Research*, 51(1), 48–57.

Li, R. W., Ngo, C., Nguyen, J., & Levi, D. M. (2011). Video-Game Play Induces Plasticity in the Visual System of Adults with Amblyopia. *PLoS Biology*, 9(8), e1001135.

Li, R., Polat, U., Makous, W., & Bavelier, D. (2009). Enhancing the contrast sensitivity function through action video game training. *Nature Neuroscience*, 12(5), 549–551.

Lin, C.-C., & Chen, P.-L. (2013). Improvement of visual acuity in children with anisometric amblyopia treated with rotated prisms combined with near activity. *International Journal of Ophthalmology*, 6(4), 487–491.

Liu, Y., Dong, Y., & Zhao, K. (2017). A Meta-Analysis of Choroidal Thickness Changes in

Unilateral Amblyopia. *Journal of Ophthalmology*, 2017, 2915261.

Lobstein-Henry, Y., Roth, A., (1987) Critical study of sectorial occlusion in the treatment of strabismus in children. *J. Fr. Ophtalmol.* (1):61-74

Magli, A., Rombetto, L., Matarazzo, F., & Carelli, R. (2016). Infantile esotropia: risk factors associated with reoperation. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 10, 2079–2083.

Manh, V., Chen, A. M., Tarczy-Hornoch, K., Cotter, S. A., & Candy, T. R. (2015). Accommodative Performance of Children With Unilateral Amblyopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 56(2), 1193–1207.

McKee, S.P., Levi, D.M., Movshon, J.A., (2003) The pattern of visual deficits in amblyopia. *J Vis.* 3(5):380-405.

Medghalchi, A.R., & Dalili, S. (2011). A Randomized Trial of Atropine vs Patching for Treatment of Moderate Amblyopia. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 13(8), 578–581.

Meier, K, Giaschi, D (2017) Unilateral Amblyopia Affects Two Eyes: Fellow Eye Deficits in Amblyopia. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*; 58(3):1779-1800.

Moguel Ancheita, S., Orozco Gomez, L.P. (2007) Disfuncionalidad neuronal y psicomotora como resultado del retraso en el tratamiento de la ambliopía. *Cirugia y Cirujanos* ;75:481-489

Öner, Ö., Akça Bayar, S., Oto, S., Gökmen, O., & Tekindal, M. A. (2017). Contrast Sensitivity in Microtropic and Anisometric Eyes of Successfully Treated Amblyopes. *Turkish Journal of Ophthalmology*, 47(2), 74–79.

Pandey, P.K., Chaudhuri, Z., Kumar, M. (2002) Effect of levodopa and carbidopa in human amblyopia. *J Pediatr Ophthamol Strabismus*. 39:81–89

Pascual-Leone, A., Tormos-muñoz, J.M. (2008) Estimulacion magnetica transcraneal: fundamentos y potencial de la modulación de redes neurales específicas. *Rev. Neurol.* 46: supl.1 S3-10

Pawar, P.V., Mumbare, S.S., Patil, M.S., & Ramakrishnan, S. (2014). Effectiveness of the addition of citicoline to patching in the treatment of amblyopia around visual maturity: A randomized controlled trial. *Indian Journal of Ophthalmology*, 62(2), 124–129.

Pediatric Eye Disease Investigator Group (2002) A randomized trial of atropine vs patching for treatment of moderate amblyopia in children. *Arch Ophthalmol.* ;120:268–278

Pediatric Eye Disease Investigator Group. (2003a) A randomized trial of patching regimens for treatment of moderate amblyopia in children. *Arch Ophthalmol.* (121):603–611

Pediatric Eye Disease Investigator Group. (2003b) A randomized trial of prescribed patching regimens for treatment of severe amblyopia in children. *Ophthalmology.* ;110:2075–2087

Pediatric Eye Disease Investigator Group (2004a) A randomized trial of atropine regimens for treatment of moderate amblyopia in children. *Ophthalmology* 11:2076-2085

Pediatric Eye Disease Investigator Group (2004b) Risk of amblyopia recurrence after cessation of treatment. *J AAPOS* 5:420-428

Pediatric Eye Disease Investigator Group. (2009). Treatment of severe amblyopia with weekend atropine: Results from two randomized clinical trials. *Journal of AAPOS*, 13(3), 258–263.

Pediatric Eye Disease Investigator Group. (2010). A Randomized Trial Comparing Bangerter Filters and Patching for the Treatment of Moderate Amblyopia in Children. *Ophthalmology*, 117(5), 998–1004.

Pediatric Eye Disease Investigator Group. (2011). Randomized Trial to Evaluate Combined Patching and Atropine for Residual Amblyopia. *Archives of Ophthalmology*, 129(7), 960–962.

Pediatric Eye Disease Investigator Group (2015). A Randomized Trial of Levodopa as Treatment for Residual Amblyopia in Older Children. *Ophthalmology*, 122(5), 874–881.

Pediatric Eye Disease Investigator Group. (2016a). A Randomized Trial Evaluating Short-term Effectiveness of Overminus Lenses in Children 3 to 6 Years of Age with Intermittent Exotropia. *Ophthalmology*, 123(10), 2127–2136.

Pediatric Eye Disease Investigator Group (2016b) Effect of a Binocular iPad Game vs Part-time Patching in Children Aged 5 to 12 Years With Amblyopia A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol.*;134(12):1391–1400

Piedrahita Alonso, E. (2016) Unidad 5: estrabismo Curso de experto en optometría pediátrica y terapia visual. *Universidad europea de Madrid*.

Portela, J. A., Ruiz-Alcocer, J., Garrido, R., & Martín, S. (2015) Mejoría en la estereopsis de pacientes con historial de ambliopía. *Gaceta de optometría*, 501

Roberts, C.J., Adams, G.G. (2001) contact lenses in the management of high anisometropic amblyopia. *Eye (lond.)* 5:577-579

Sachdeva, V., Mittal, V., Kekunnaya, R., Gupta, A., Rao, H.L., Mollah, J., Sontha, A., Gunturu, R.,(2013) Efficacy of split hours part-time patching versus continuous hours part-time patching for treatment of anisometropic amblyopia in children: a pilot study. *Rao BVBr J Ophthalmol.*; 97(7):874-878.

Sagi, D. (2011) Perceptual learning in Vision Research. *Vision Res.*;51:1552–1566

Saxena, R., Puranik, S., Singh, D., Menon, V., Sharma, P., & Phuljhele, S. (2013). Factors predicting recurrence in successfully treated cases of anisometropic amblyopia. *Indian Journal of Ophthalmology*, 61(11), 630–633.

Singh, A., Sharma, P., Saxena, R. (2017) Evaluation of the Role of Monocular Video Game Play as an Adjuvant to Occlusion Therapy in the Management of Anisometropic Amblyopia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 54: 244-249

Sireteanu, R., Bäumer, C., Sârbu, C., Tsujimura, S., Muckli, L.Klin. (2007) Spatial misperceptions in amblyopic vision: abnormal activation of the primary visual cortex? *Monbl Augenheilkd*. 2007 Oct;224(10):780-786.

Sofi, I.A., Gupta, S.K., Bharti, A., & Tantry, T.G. (2016). Efficiency of the occlusion therapy with and without levodopa-carbidopa in amblyopic children-A tertiary care centre experience. *International Journal of Health Sciences*, 10(2), 249–257.

Spiegel, D. P., Li, J., Hess, R. F., Byblow, W. D., Deng, D., Yu, M., & Thompson, B. (2013). Transcranial Direct Current Stimulation Enhances Recovery of Stereopsis in Adults With Amblyopia. *Neurotherapeutics*, 10(4), 831–839.

Subharnghasen, I (2003) successfully amblyopia treatment by using synoptophore *J. Med. Assoc*.

Thompson, B., Mansouri, B., Koski, L., Hess, R. F. (2008). Brain plasticity in the adult: modulation of function in amblyopia with rTMS. *Curr. Biol.* 18, 1067–1071

Tian, C., Peng, X., Fan, Z., Yin, Z., (2014) Corneal refractive surgery and phakic intraocular lens for treatment of amblyopia caused by high myopia or anisometropia in children. *Chinese medical journal (engl)*; 127(11):2167-2172.

Tychsen, L., Packwood, E., Berdy, G. (2005) correction of large amblyopigenic refractive errors in children using the excimer laser. *J AAPOS* 9(3):224-233

US Preventive Services Task Force (USPSTF), Grossman DC, Curry SJ, Owens DK, Barry MJ, Davidson KW, Doubeni CA, Epling JW Jr, Kemper AR, Krist AH, Kurth AE, Landefeld CS, Mangione CM, Phipps MG, Silverstein M, Simon MA, Tseng CW. (2017) *JAMA* 5;318(9):836-844.

Vanzini, M., Gallamini, M. (2016) Amblyopia: Can Laser Acupuncture be an Option? *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, Volume 9, Issue 5, 267 – 274

Vedamurthy, I., Nahum, M., Huang, S. J., Zheng, F., Bayliss, J., Bavelier, D., & Levi, D. M. (2015). A dichoptic custom-made action video game as a treatment for adult amblyopia. *Vision Research*, 114, 173–187.

Vereecken, E.P., Brabant, P. (1984) Prognosis for vision in amblyopia after the loss of the good eye. *Arch Ophthalmol.* 102:220–224

Von Noorden, G.K. (1981) New clinical aspects of stimulus deprivation amblyopia. *American Journal of Ophthalmology.*;92:416–421

Wang, J., Neely, D. E., Galli, J., Schliesser, J., Graves, A., Damarjian, T. G., ... Plager, D. A. (2016). A Pilot Randomized Clinical Trial of Intermittent Occlusion Therapy Liquid Crystal Glasses versus Traditional Patching for Treatment of Moderate Unilateral Amblyopia. *Journal of AAPOS*, 20(4), 326–331.

Webber, A.L., Wood, J.M., Thompson, B.; (2016) Fine Motor Skills of Children With Amblyopia Improve Following Binocular Treatment. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*; 57(11):4713-4720.

Wutz, W., Faschinger, C., Hubel, K., Hiti, H.Klin, (1981) [Diagnosis and differential diagnosis

of hysteric amblyopia using psychophysical and electro-ophthalmological examination methods (author's transl)]. *Monatsh Augenheilkd*; 179(6):535-537.

Zhang, J.-Y., Cong, L.-J., Klein, S. A., Levi, D. M., & Yu, C. (2014). Perceptual Learning Improves Adult Amblyopic Vision Through Rule-Based Cognitive Compensation. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 55(4), 2020–2030.

Zhao, J., Lam, D.S., Chen, L.J., Wang, Y., Zheng, C., Lin, Q., Rao, S.K., Fan, D.S., Zhang, M., Leung, P.C., Ritch, R. (2010) Randomized controlled trial of patching vs acupuncture for anisometropic amblyopia in children aged 7 to 12 years. *Arch Ophthalmol*.128(12):1510

Zhao, P.F., Zhou, Y.H., Zhang, J., Wei, W.B., (2017) Analysis of Macular and Retinal Nerve Fiber Layer Thickness in Children with Refractory Amblyopia after Femtosecond Laser-assisted Laser In situ Keratomileusis: A Retrospective Study. *Chin. Med. J.* 130:2234-2240

Žiak, P., Holm, A., Halička, J., Mojžiš, P., & Piñero, D. P. (2017). Amblyopia treatment of adults with dichoptic training using the virtual reality oculus rift head mounted display: preliminary results. *BMC Ophthalmology*, 17, 105.