



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Valoración de la mejora en pacientes con problemas  
binoculares tras entrenamiento visual en diferentes rangos de  
edad

Autor

Nuane Soriano Gregorio

Directores

Juan Antonio Vallés Brau

Elvira Orduna Hospital

Facultad de Ciencias

Junio 2019

# ÍNDICE

1.	ABREVIATURAS.....	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.1	Definición diplopia .....	2
2.2	Tipos de diplopia .....	3
2.3	Pantalla Hess-Lancaster .....	6
2.4	Tratamiento de la diplopia.....	8
2.4.1	<i>Terapias quirúrgicas</i> .....	9
2.4.2	<i>Terapias no quirúrgicas</i> .....	9
3	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	12
3.1	Hipótesis.....	12
3.2	Objetivos .....	12
4	MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
4.1	Sujetos del estudio .....	12
4.2	Protocolo exploratorio .....	13
4.2.1	<i>Protocolo exploratorio de la visita 1 y la visita 10</i> .....	13
4.2.2	<i>Protocolo exploratorio de la visita 2 a la 9</i> .....	16
5	RESULTADOS .....	17
5.1	Descripción de la muestra.....	17
5.2	PANTALLAS LANCASTER .....	21
6	DISCUSIÓN .....	22
7	CONCLUSIÓN.....	24
8	BIBLIOGRAFÍA.....	25

# 1. ABREVIATURAS

AC/A: relación convergencia-acomodación

AV: agudeza visual

BI: base inferior

BN: base nasal

BS: base superior

BT: base temporal

CEICA: Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón

CRA: correspondencia retiniana anómala

CRN: correspondencia retiniana normal

HLN: Hasta la nariz

MOE: musculatura ocular extrínseca

OD: ojo derecho

OI: ojo izquierdo

PPC: punto próximo de convergencia

PPM: posición primaria de mirada

RI: recto inferior

RL: recto lateral

RM: recto medio

RS: recto superior

VFN: vergencia fusional negativa

VFP: vergencia fusional positiva

VL: visión lejana

VP: visión próxima

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Definición diplopia

La diplopia o visión doble es una alteración de la visión que consiste en la percepción de dos imágenes de un mismo objeto (1).

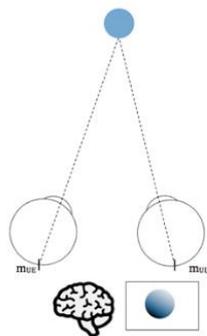
Para comprender como se produce la diplopia se debe recordar la fisiología del sistema visual.

Cada punto de la retina tiene su propia dirección visual, es decir, localiza el objeto cuya imagen cae sobre ese punto de la retina en una zona determinada del espacio, siempre la misma. Cualquier objeto cuya imagen caiga sobre la fóvea de un ojo, el cerebro lo interpreta como que ese objeto se encuentra situado en el eje visual de ese ojo.

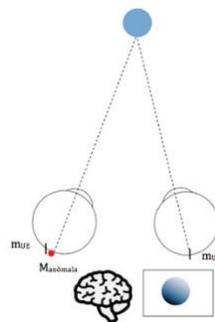
Por otro lado, la información del estado de contracción de los músculos oculomotores por los impulsos nerviosos enviados por el cerebro determina que esa información sea también integrada y localice el objeto en el espacio según la posición de los ojos. Es decir, si los ojos miran hacia la derecha (el cerebro lo sabe porque se contrae el recto lateral (RL) y se relaja el recto medio (RM) del ojo derecho (OD), y se contrae el RM del ojo izquierdo (OI) y se relaja el RL del OI) y la imagen del objeto cae en las fóveas) el cerebro interpreta que este objeto está en el espacio visual derecho.

El cerebro también recibe la información propioceptiva de la posición de la cabeza y del cuello, por lo que integra la posición del objeto no sólo con respecto a los ojos, sino también según la posición de la cabeza y del cuello con respecto al cuerpo.

Cuando las dos fóveas, una de cada ojo, tienen la misma dirección visual, es decir, son puntos retinianos correspondientes y la retina nasal de un ojo es correspondiente con la retina temporal del otro, se considera que existe correspondencia retiniana normal (CRN). En el caso contrario existe correspondencia retiniana anómala (CRA), la cual se trata de una alteración sensorial binocular de carácter positivo. Con el fin de adaptarse a la pérdida del paralelismo de los ejes visuales de ambos ojos, se cambia la proyección espacial del área excéntrica estimulada del ojo desviado para que con el tiempo pueda colaborar en alguna medida con la fóvea del ojo fijador.

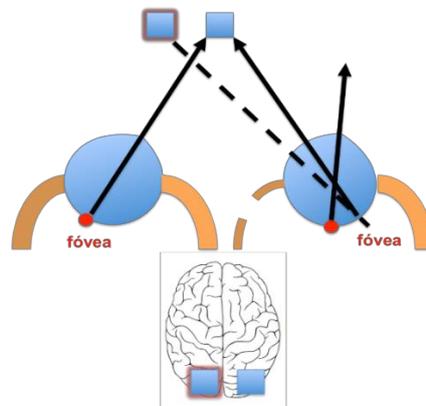


**Imagen 1.** Correspondencia retiniana normal (CRN).



**Imagen 2.** Correspondencia retiniana anómala (CRA).

La diplopia aparece cuando las imágenes de un objeto que se forman en cada ojo no caen en punto retinianos correspondientes o caen en la fovea, pero los ejes visuales están desviados, por lo tanto, no tienen la misma dirección visual y cada uno localiza el objeto en un punto diferente del espacio. El objeto se percibe en dos puntos del espacio, o sea, es visto dos veces. (2)



*Imagen 3. Diplopia cruzada por desviación del eje visual en divergencia del ojo derecho.*

## 1.2 Tipos de diplopia

Hay dos maneras de agrupar la diplopia, ya que puede ser fisiológica o patológica, pero también se puede tratar de una diplopia binocular o monocular.

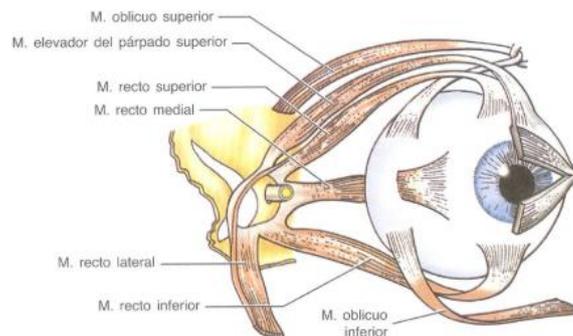
- **Diplopia binocular:** es la más frecuente y se caracteriza por la desaparición de la visión doble cuando se cierra un ojo. La principal causa de este síntoma es una falta de alineación de los ejes visuales.
- **Diplopia monocular:** es menos frecuente y difiere de la binocular por la persistencia de los síntomas cuando un ojo está cerrado. Normalmente es causada por una patología intraocular. (1)  
Una excelente prueba para distinguir entre causas neurológicas y ópticas en el caso de diplopia monocular es hacer que los pacientes miren a través de una pequeña abertura, aproximadamente de 1mm, si la diplopia se resuelve, se trata de una etiología óptica. (3)
- **Diplopia fisiológica:** la cual somos capaces de percibir en condiciones normales y es aquella que se percibe al mirar simultáneamente objetos que están a diferente distancia del observador, pero manteniendo fusionado el objeto que se está mirando. Los objetos periféricos se percibirán dobles.
- **Diplopia patológica:** se produce en situaciones anómalas de descoordinación de la posición y del movimiento entre los ojos, debidas a disfunciones anatómicas o fisiológicas. (2)

A lo largo de este estudio se trabajará la diplopia binocular, así que una vez que la diplopia se confirma como tal, es importante conocer la orientación de las dos imágenes.

La diplopia horizontal puede ser debida a una disfunción del RM, del RL o a una oftalmoplejía internuclear. La diplopia vertical puede ser debida a una parálisis del nervio troclear (IV par

craneal) o a una desviación oblicua. La diplopia oblicua puede resultar de parálisis de los oculomotores (III par craneal) (ya que los músculos que regulan la motilidad tanto horizontal como vertical pueden ser afectados), enfermedad difusa orbital, o miastenia ocular. La parálisis de los nervios trocleares también puede causar una diplopia torsional, causada por extorsión del ojo afectado. (4)

Para entender en qué dirección se produce la diplopia o si es más acusada en visión próxima (VP) o en visión lejana (VL) es necesario un repaso de la musculatura extraocular.



**Imagen 4.** Musculatura extraocular.

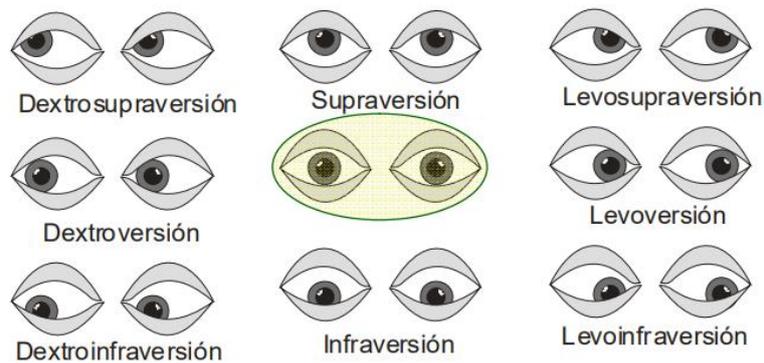
El globo ocular está centrado en el borde anterior de la órbita, suspendido por seis músculos, cuatro músculos rectos y dos músculos oblicuos, los ligamentos suspensorios de los párpados y la grasa orbitaria. El equilibrio y relaciones entre estas estructuras mantiene el globo ocular en su posición y le confiere movilidad. Los músculos rectos en su conjunto tiran del globo hacia dentro, provocando ciertos enoftalmos mientras que su relajación empuja el ojo hacia delante por acción de los músculos oblicuos y la grasa orbitaria, cuya acción produce ciertos exoftalmos.

Cuando el ojo mira hacia el frente y los ejes visuales están alineados con el plano sagital de la cabeza, se dice que el ojo está en posición primaria de mirada (PPM). El eje longitudinal de la órbita presenta una divergencia respecto al plano sagital de aproximadamente  $23^\circ$ , lo que significa que, en PPM, el eje visual tiene un ángulo de  $23^\circ$  respecto del eje de la órbita.

Los seis músculos extraoculares están dispuestos en tres pares más o menos antagónicos: recto superior (RS) e inferior (RI), RM, RL y oblicuo superior e inferior.

Para conocer el correcto funcionamiento de cada músculo extraocular, se define la acción de cada músculo en función del efecto de su contracción sobre el movimiento del globo ocular en una determinada posición de mirada. Los músculos rectos horizontales tienen dos o hasta tres acciones, denominadas acción secundaria y acción terciaria. La acción máxima de cada músculo se obtiene cuando el eje de mirada coincide con el eje de inserción del músculo o eje anatómico de intersección.

Si bien todos los movimientos oculares son producto de la combinación de varios músculos existen nueve posiciones de la mirada, denominadas posiciones diagnósticas de la mirada, donde es posible aislar y conocer la máxima acción de cada músculo. Su exploración permite identificar si los diferentes músculos extraoculares presentan alguna alteración en su función. (5)



*Imagen 5. Posiciones diagnósticas de mirada (6).*

Es crucial saber si la diplopia se manifiesta en mayor grado en VL o en VP, ya que el aumento de la diplopia horizontal a una distancia lejana se puede corresponder con la disfunción del RL, debido a que es necesaria su contracción por la divergencia. Mientras que mayor grado de diplopia horizontal en VP, es coherente con la disfunción del RM, como se puede encontrar en una parálisis oculomotora, ya que se requiere la aducción para la convergencia. También puede reflejar una insuficiencia de convergencia, que es manifestada como una limitación de la convergencia en la presencia de la función completa del RM.

Otro aspecto para tener en cuenta es si existe un componente de diplopia vertical, ya que, si se manifiesta hacia abajo, lo cual puede implicar una debilidad del RI, parálisis cerebral o troclear (IV par); mientras que si se da mirando hacia arriba se producirá en las parálisis nerviosas del III par completas. Un empeoramiento en la mirada hacia arriba también se produce en la hiperactividad del oblicuo inferior, ya que el ojo afectado elevará más de lo normal en la mirada hacia arriba. Un empeoramiento de diplopia horizontal en la mirada lateral en una dirección implica que esté afectado el RL ipsilateral o RM contralateral.

Es importante conocer si hay antecedentes de estrabismo congénito o si ha notado una posición anormal de la cabeza puesto que la diplopia de inicio en adultos puede ser debida a una descompensación de un estrabismo infantil, por lo que habrá que historiar y observar bien al paciente sobre sus antecedentes oculares como estrabismo, ojo vago, tratamiento con parches, cirugía ocular en la infancia o cualquier posición anómala de la cabeza. (4)

El inicio de la aparición de los síntomas de manera repentina indica generalmente etiología aguda, tales como isquemia o compresión vascular, en estos casos también es imprescindible preguntar si hay algún trauma reciente facial o en la cabeza ya que las fracturas orbitales pueden causar el atrapamiento de los músculos extraoculares. Un inicio gradual o intermitente puede indicar descompensación de un estrabismo latente o de larga duración, mientras que una aparición lenta se puede deber a una enfermedad ocular tiroidea. (7)

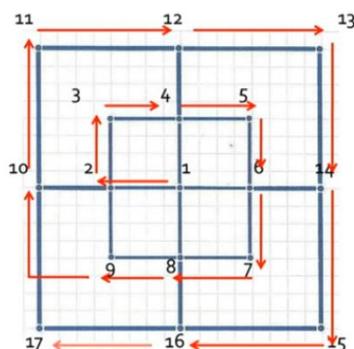
### 1.3 Pantalla Hess-Lancaster

Se trata de una prueba subjetiva muy útil en el paciente con diplopia, aunque no disponible de manera habitual.

Esta prueba permite obtener un registro gráfico de la motilidad extraocular, de modo que resulta relativamente sencillo identificar campos de hipo e hiperacción, ya que se valoran las 9 posiciones diagnósticas de mirada. Éstas pueden ser producidas por una excesiva (hiperacción) o deficiente acción (hipoacción) de uno a o más músculos oculares extrínsecos (MOE), por anomalía en uno o más de los tres nervios responsables de la función de los MOE, o por una causa mecánica. (8)

La idea básica de esta prueba es utilizar la confusión para explorar el grado de desviación que existe en las distintas posiciones de mirada. (2)

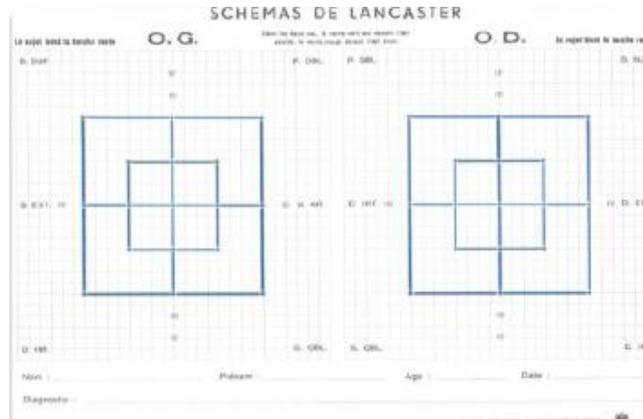
La pantalla de Lancaster consta de una cuadrícula de 140 cm de lado, formada por líneas horizontales y verticales, con una separación entre líneas de 5 o 7 cm, y formando pequeños cuadrados. En la pantalla diseñada por Luneau cada cuadrado pequeño, de 7 cm de lado, subtendiendo a 1 m un ángulo equivalente a  $7 \Delta$ . Con esta prueba, de fóvea a fóvea, se pueden medir las desviaciones primarias y secundarias, así como las deficientes (hipo) o excesivas (hiper) acciones de los MOE. Aunque no puedan medirse, también pueden diagnosticarse las torsiones que existirán cuando la franja luminosa proyectada por el paciente aparezca inclinada, indicando una ciclo-desviación.



*Imagen 6. Pantalla de Lancaster y dirección en que el examinador evalúa los 17 puntos de interés (8).*

La medida de las desviaciones se realiza en condiciones escotópicas de iluminación donde el paciente lleva unas gafas anaglíficas de forma que el filtro rojo se encuentra delante de su OD, mientras que el filtro verde estará delante del OI. Emplean dos linternas de Foster, una que proyecta una franja luminosa roja y otra que proyecta una franja luminosa verde. El paciente verá con el OD la franja roja y con el OI la franja verde proyectada sobre la pantalla. El optometrista proyecta la franja roja en horizontal sobre cada uno de los 9 puntos de la pantalla empezando por el punto central que determina si hay desviación en PPM. El paciente proyecta la franja verde en vertical intentando superponerla sobre la franja roja horizontal del examinador. Si ambas franjas coinciden en esa posición, formando una cruz, no existirá desviación, mientras que, si la hay, el paciente no superpondrá las dos franjas luminosas (aunque a él le parezca que sí) situando la franja verde, separada de la roja. Dicha separación es la medida de la desviación entre ojos, en cada posición particular de la mirada en la que se produzca, siempre que exista correspondencia retiniana normal y fijación foveal.

El examinador va apuntando, sobre una cuadrícula de papel que simula la pantalla, exactamente la posición de cada una de las franjas proyectadas por el paciente en las 9 posiciones de mirada. Cuando el paciente porta la linterna verde se examina el OI y se anotan los resultados en la gráfica del OI (la izquierda). Después se intercambian las linternas, el paciente tendrá la luz roja y el optometrista la luz verde, se repite el mismo procedimiento y lo apunta en la cuadrícula derecha.



*Imagen 7. Plantilla de resultados donde se apuntan los puntos examinados en la Pantalla de Lancaster (8). En la izquierda se plasmarán los resultados pertenecientes al OI y en la derecha los del OD.*

Esta prueba ofrece varias limitaciones no siendo efectiva en los casos de supresión de uno de los ojos, heteroforias y heterotropías intermitentes, siendo más útil en los casos de paresias recientes de los MOE, determinándose el músculo o grupo de músculos afectados. Además, existen fluctuaciones de la acomodación y de la convergencia, debe evitarse que el paciente incline la cabeza, la iluminación de la sala debe oscurecerse a un nivel que permita al examinador percibir la pantalla y poder apuntar.

La disociación ocular producida por los filtros rojo y verde es muy grande, no mide con exactitud, pero identifica la existencia de ciclotropeas o CRN. Además, no es útil en casos de escotomas centrales o áreas de supresión, ni tampoco si existe CRA. (8)

Muchas veces, observando sólo las gráficas no podemos deducir cuál es el ojo de la parálisis, ya que lo que se estudia con esta prueba es la posición relativa de ambos ojos en las distintas posiciones de mirada. Habrá que realizar más pruebas diagnósticas. (2)

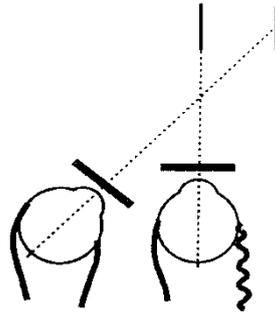
En cuanto a los resultados obtenidos, debemos estudiar la posición, el tamaño y la forma de las gráficas.

La forma sirve para medir la desviación. Como cada cuadrado de la pantalla subtiende  $7 \Delta$  a la distancia de 1 m, el valor de la desviación ocular puede estimarse. (8)

Cuando una gráfica es mayor que la otra se debe a que en las parálisis la desviación secundaria (cuando fija el ojo parético) es mayor que la primaria (desviación con el ojo sano).

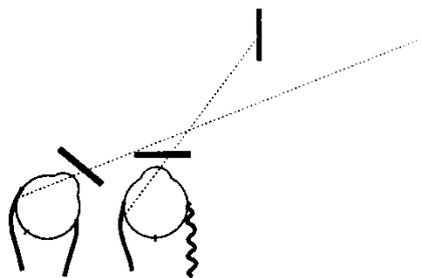
En parálisis completas, la gráfica más pequeña se corresponde con el ojo parético ya que si suponemos una parálisis del RL derecho, y primero exploramos el ojo parético (OD), el examinador cogerá la linterna verde, la proyecta en el campo visual derecho haciendo fijar con el ojo sano (OI). El paciente situará su linterna roja (visible con el OD) de manera que la

proyección de su imagen caiga en la fóvea del ojo parético (OD), y verá ambas hendiduras superpuestas.



*Imagen 8. Realización de la pantalla con el ojo parético (2).*

Al efectuar la gráfica del OI (sano), el explorador coge la linterna roja. Si la proyecta, el OD no podrá realizar fijación foveal por su parálisis, pero el paciente si verá la luz con la retina nasal; por lo tanto, situará su linterna de manera que caiga en un punto correspondiente del OI, que será un punto de la retina temporal y será la desviación secundaria.



*Imagen 9. Realización de la pantalla con el ojo sano (2).*

La separación entre las dos líneas ahora es mayor, por lo que la gráfica del OI aparece de mayor tamaño que la del ojo parético.

En parálisis parciales lo que sucede es que cuando fija el ojo parético necesita más impulsos para realizar el movimiento, y por la ley de Hering se envía este exceso de impulsos al ojo sano, que, al realizar un mayor movimiento, proyecta su linterna más lejos, por lo que la gráfica sale de mayor tamaño. (2)

#### 1.4 Tratamiento de la diplopia

El tratamiento más apropiado para un paciente se selecciona con la consideración de varios factores, incluyendo la causa de la diplopia, la gravedad de los síntomas y la salud general de éste.

Las terapias médicas para la diplopia pueden ayudar a los pacientes a lograr la fusión mediante la alteración de la fuerza (debilitamiento o fortalecimiento de los MOE) a través de medicamentos proporcionados sistemáticamente o inyectados localmente.

#### 1.4.1 Terapias quirúrgicas

La inyección de toxina botulínica para el debilitamiento de músculos se está utilizando actualmente para tratar la diplopia, pero los efectos no son permanentes, su duración es de semanas o meses. (9)

La toxina botulínica produce varias toxinas diferentes que causan parálisis de los nervios mediante la interrupción de la liberación de acetilcolina de la terminal nerviosa presináptica. En pacientes con estrabismo, la toxina botulínica tipo A se utiliza terapéuticamente para inducir debilidad muscular extraocular temporal. Se inyecta en el músculo extraocular con el paciente bajo anestesia local o general. La función muscular regresa en varios meses a medida que las terminaciones nerviosas brotan y forman nuevas uniones neuromusculares.

Pueden usarse para tratar la contractura muscular en pacientes con paresia del músculo extraocular, pero pueden ser necesarias múltiples inyecciones durante varios meses. Si la función del músculo RL se recupera completamente, la alineación ocular puede ser restaurada y no será necesario ningún tratamiento adicional.

Finalmente, la toxina botulínica puede ser utilizada como un complemento de la cirugía de estrabismo. Sin embargo, la toxina puede difundirse en los músculos extraoculares adyacentes, incluyendo elevador del párpado, e inducir la desalineación ocular temporal o ptosis. (3)

Aunque es eficaz, la corrección quirúrgica no es una opción para los pacientes con desviaciones de ángulo pequeño, debido al riesgo de corrección excesiva. Se trata de procedimientos invasivos, y como tal, expone al paciente a riesgos, incluyendo corrección insuficiente, sobrecorrección, infección, pérdida de visión, y los riesgos de la anestesia. (10)

Otra vía de investigación es la estimulación eléctrica directa de los músculos extraoculares, con el objetivo final de la creación de una prótesis implantable para volver a activar un músculo del ojo denervado.

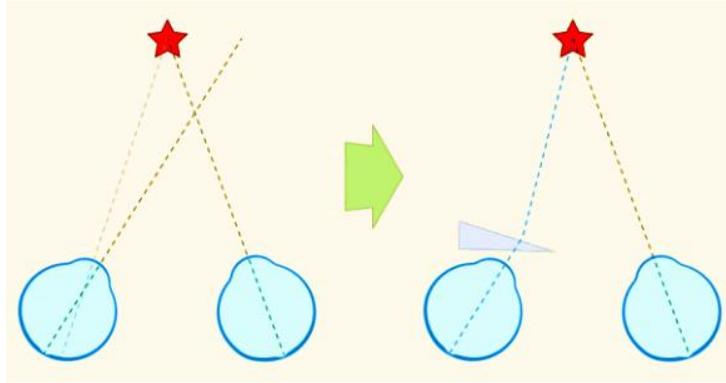
#### 1.4.2 Terapias no quirúrgicas

Las terapias no quirúrgicas se emplean para ayudar al paciente a lograr la fusión o a ignorar la diplopia mediante técnicas que implican un riesgo menor:

**Ejercicios de terapia visual** con los que los MOE responden a la estimulación con el crecimiento y al desuso con atrofia. Los pacientes necesitan estar altamente motivados para que estos ejercicios sean eficaces.

Los **prismas** pueden establecer la fusión de ambos campos visuales, al menos en PPM. (9)

Eliminan la diplopia desviando la luz para que el objeto de fijación sea proyectado sobre la fóvea de ambos ojos a pesar de la desalineación ocular. La luz es reflejada hacia la base del prisma y la fuerza del prisma se determina por el ángulo del vértice del prisma y debe coincidir con el grado de desalineación ocular para colocar con éxito el objeto en la fóvea del ojo desalineado. Como el objeto de fijación forma la imagen en la fóvea de cada ojo, los prismas pueden proporcionar también fusión y estereopsis. (3)



**Imagen 10.** Efecto de un prisma en la corrección de visión doble en caso de desviación ocular (11).

En general, los prismas se consideran eficaces para desviaciones pequeñas, concomitantes, pero también se pueden usar en desviaciones más grandes e incoincidentes. Estos también pueden ser utilizados para el alivio de los síntomas en forias descompensadas y estrabismos de la infancia. (12)

Los *prismas de Fresnel* se pueden aplicar a las gafas del paciente orientándolos en horizontal, vertical u oblicuamente según la desviación. Un paciente puede requerir diferentes correcciones de prisma para diferentes distancias, conduciendo a la necesidad de pares separados de gafas. Otra opción es el prisma tallado en la lente, dependiendo de la potencia prismática necesaria. Por desgracia, este tipo de lentes son muy caras y cualquier cambio en la cantidad de dioptrías prismáticas necesarias puede implicar el tener que hacer una nueva lente. (9)

El espesor de los prismas de Fresnel es de 1,0 mm, independientemente de la potencia de su corrección prismática. En la mayoría de los casos, el coste de estos es mucho más bajo que los prismas de tallado en la lente. Los prismas de Fresnel son particularmente eficaces en situaciones temporales, también son útiles cuando las desviaciones varían entre cerca y lejos ya que se pueden aplicar sectorialmente sólo en la parte superior o inferior de una lente, lo que permite la variabilidad posicional en la desviación que deben abordarse.



**Imagen 11.** Bandas prismáticas tipo Fresnel de 40 Δ para mejorar el campo visual temporal en una persona afectada de hemianopsia homónima izquierda (11).

Algunas de las desventajas de este tipo de prismas es el aumento de las aberraciones ópticas, pérdida de contraste y la dispersión de la luz. Además, las ranuras de Fresnel son cosméticamente visibles y hay degradación óptica cuando el polvo y otras partículas pequeñas

se acumulan dentro de las ranuras del prisma de Fresnel, de modo que necesitan un cuidado y limpieza continuos. Si la aplicación de este prisma no es la adecuada, aparecerán bolsas de aire entre la lente y el prisma, lo que producirá una degradación de la AV.

Típicamente, el ojo no dominante se elige para la aplicación del prisma de Fresnel debido al efecto sobre la AV. (12)

Como última opción está la **monocularidad** que consiste en la oclusión del ojo desviado o con menor AV. Para los pacientes con enfermedad aguda, ésta es una técnica segura y de fácil disponibilidad. En los pacientes que sufren diplopia en un campo particular de la mirada, pero pueden fusionarse en PPM, la oclusión del sector apropiado de sus gafas puede ser útil. En cambio, si está claro que la diplopia del paciente es intratable, se deben considerar las opciones a largo plazo, como por ejemplo las lentes de contacto oclusivas o tintadas.

La oclusión ocular puede ser el único medio de eliminar la diplopia en pacientes con complicado estrabismo no concomitante, como la parálisis completa del III par. Otros pacientes pueden ocluir temporalmente un ojo para el alivio de diplopia a la espera de la cirugía de estrabismo. Desafortunadamente, la oclusión ocular se opone a la fusión y estereopsis.

El filtro Bangerter está disponible en diferentes concentraciones para cantidades variables de empañamiento. En general, es deseable usar los filtros más débiles que permitan que el paciente ignore la imagen del ojo desalineado.



*Imagen 12. Filtro Bangerter.*

**La monovisión** implica proporcionar gafas o lentes de contacto un ojo para los objetos a distancia lejanos y el ojo contralateral corregirlo para objetos cercanos.

Este método puede eliminar la diplopia si el paciente puede aprender a ignorar la imagen borrosa. Requiere que el paciente tenga una buena visión en cada ojo y la capacidad de cambiar una fijación ocular entre la distancia lejana y la visión cercana.

Muchos pacientes no pueden ignorar la imagen borrosa. Además, la monovisión no proporciona fusión o estereopsis en pacientes con diplopia. (3)

## 3 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### 3.1 Hipótesis

Para mantener una imagen haplópica, es necesario que las reservas fusionales mantengan los ejes visuales alineados y así la imagen se proyecte en ambas retinas en puntos retinianos correspondientes, normalmente foveales.

A través de un entrenamiento visual adecuado, las reservas fusionales pueden verse aumentadas, tanto en personas mayores como en personas jóvenes, para compensar posibles diplopias.

### 3.2 Objetivos

#### - Objetivo general

Estudiar la posibilidad de eliminar la diplopia o visión doble, sin ser necesario el uso del prisma en pacientes en diferente rango de edad, tras el entrenamiento de la musculatura extraocular.

#### - Objetivos específicos

- Comprobar si existe aumento de las VFP y VFN, tanto en VL como en VP, tras el entrenamiento visual.
- Comprobar si existe una disminución de las forias, tanto en VL como en VP, tras el entrenamiento visual.
- Evaluar si la sintomatología de la visión doble va disminuyendo y desaparece a lo largo del tratamiento.

## 4 MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1 Sujetos del estudio

La muestra fue compuesta por sujetos que presentaban diplopia constante de desviación estable a lo largo de todo el día. Se incluyeron sujetos únicamente con diplopia horizontal ya que los pacientes con diplopia vertical son poco rehabilitables o se encuentran mayores dificultades a la hora de hacer ejercicios visuales. El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (CEICA) y siguiendo los principios establecidos por la Declaración de Helsinki.

Todos los pacientes cumplían los siguientes criterios:

#### - *Criterios de inclusión:*

- Pacientes sin patología sistémica.
- AV superior a 0,8 en cada ojo.
- Presión intraocular menos de 21 mmHg.
- Medios ópticos transparentes.
- Sin patología de retina o de nervio óptico.
- Presentar diplopia constante debida a una foria descompensada de entre 10  $\Delta$  de exo y 18  $\Delta$  de endo y haber sido previamente fusionadas con el porte de prismas.
- Actitud positiva ante los ejercicios propuestos y compromiso con el tratamiento.

#### - *Criterios de exclusión:*

- No tener disponibilidad para acudir a las revisiones.

## 4.2 Protocolo exploratorio

En la primera visita se procedió a rellenar la ficha inicial que incluía una anamnesis completa y a realizar todo el protocolo optométrico completo, el cual se repitió en la visita número 10.

El tratamiento constó de 10 sesiones, la primera y la última siguieron el mismo protocolo para valorar la mejoría del paciente comparando todos los test optométricos. Y en las otras 8 visitas se realizaron los ejercicios con los pacientes para que luego pudieran repetirlos en casa, aumentando la dificultad cada semana con el propósito de eliminar la diplopia.

Se diseñó un plan de terapia específico igual para todos los pacientes y en cada visita se midieron las vergencias fusionales negativas (VFN) y las vergencias fusionales positivas (VFP) tanto con VL como en VP y el punto próximo de convergencia (PPC) para ver cuál era el progreso semanal. Después se revisaron cuáles eran las mejoras que se habían producido en los ejercicios de terapia visual que tenía que realizar durante dicha semana.

### 4.2.1 Protocolo exploratorio de la visita 1 y la visita 10.

- **Anamnesis:** consistió en un cuestionario que incluía nombre y apellidos, sexo, fecha de nacimiento y edad, además se interrogaba al paciente por su historia clínica, antecedentes oculares personales y familiares.
- **Refracción subjetiva completa:** si el paciente portaba gafas se comparaba con la graduación que llevaba; si ésta coincidía se pasaba directamente a la medida de la AV con sus gafas, pero si no coincidía se prescribía al paciente la nueva corrección para que no hubiera sesgos en el tratamiento debido a una mala refracción.
- **Medida de la AV con la mejor corrección:** para la realización de esta prueba se necesitó un proyector de optotipos de Snellen, una carta de optotipos para VP y un ocluser. El paciente debía estar sentado a una distancia de 6 m para evaluar la VL y para la VP, sujetar la carta de optotipos a una distancia de 40 cm.
  - Se midió la AV con la mejor corrección del paciente, tanto monocular como binocular. El paciente tenía que superar la línea de AV de 0,8.
- **Pantalla de Hess Lancaster:** se realizó para obtener un registro gráfico de la motilidad extraocular, con el cual se podían medir y valorar las desviaciones. La prueba se realizó con la corrección subjetiva del paciente.
- **PPC:** se utilizó para determinar la capacidad de converger del paciente manteniendo la fusión. Para la realización de esta prueba fue necesario una regla milimetrada y un estímulo acomodativo. El paciente debía estar sentado con el estímulo acomodativo a unos 40 cm. Las medidas se realizaron con la mejor corrección óptica del paciente y en el caso de un paciente presbita se utilizará la corrección de cerca.
  - El paciente tenía que mantener la fijación en el estímulo que el examinador movía hacia su nariz, esforzándose por mantener la fusión, se iba acercando lentamente hasta que el paciente manifestara diplopia (punto de rotura), entonces se acercaba un poco más y después, se iba alejando hasta que nos avisará de que volvía a ver una única imagen (punto de recobro).
- **Amplitud de vergencias horizontales con barra de prismas:** para la realización de esta prueba solo necesitamos la barra de prismas y los estímulos de fijación tanto en VP como en VL. Las medidas se tomaron con la mejor corrección óptica del paciente. En VL el

estímulo de fijación fue una columna de letras correspondiente a una AV decimal entre 0,5 y 0,7 situada a 6 m y a 40cm para VP. Primero se midieron las VFN con base nasal (BN) y a continuación las VFP con base temporal (BT).

- Le pedimos al paciente que se fijara en el estímulo y que nos indicara el momento en que viera borrosas las letras, cuando viera el estímulo doble y cuando volviera verlo único.
- **Amplitud de vergencias verticales con barra de prismas:** para la realización de esta prueba solo necesitamos la barra de prismas y los estímulos de fijación tanto en VP como en VL. Las medidas se tomaron con la mejor corrección óptica del paciente. El estímulo de fijación fue una fila de letras correspondientes a una AV decimal una línea por encima de las más pequeñas que lograra leer el paciente, la cual estaba situada a 6 m para VL y a 40 cm para VP. Primero se midió la infravergencia con prisma de base superior (BS) y después la supravergencia con prismas de base inferior (BI).
  - Le pedimos al paciente que se fijara en el estímulo y que nos indicara el momento en que viera el estímulo doble y cuando volviera a verlo único.
- **Cover test:** se utilizó para evaluar la presencia de tropias y forias de manera objetiva. Se necesitó un estímulo acomodativo de fijación para VL y otro para VP, un ocluser y una barra de prismas. Las medidas se realizaron con compensación si el paciente no llevaba prismas; y si lleva prismas, se realizaron con compensación, pero sin prismas. Como estímulos se aislaron letras de AV decimal comprendida entre 0,5 y 0,7; y estaban colocados a 6 m cuando evaluamos la VL y a 40 cm cuando evaluamos la VP.
  - Cover uncover: nos sirvió para detectar tropias. El paciente debía estar fijando el estímulo mientras le ocluíamos un ojo y observábamos si existía movimiento en el ojo destapado. Se realizó la misma operación con el otro ojo.
  - Cover alternante: con esta maniobra se detectaron forias. El paciente debía fijar el estímulo con ambos ojos, tapamos un ojo durante aproximadamente 2 segundos y al destaparlo nos fijamos en el comportamiento de ese ojo. Se repitió el proceso de tapar y destapar en el otro ojo.
- **Medida de la foria disociada horizontal con la técnica de Von Graeffe:** se utilizó para medir la foria de manera subjetiva. Para su realización necesitamos únicamente el foróptero. Se le colocó al paciente su mejor corrección óptica en el foróptero. La iluminación debía ser moderada al realizar el examen en VL, pero el optotipo debía estar bien iluminado al realizar el examen en VP. En VL se utilizó una línea vertical de letras de AV ligeramente inferior que la del peor ojo y en VP se utilizó un optotipo en forma vertical de la tarjeta de cerca situada a 40 cm.
  - Con los dos ojos ocluidos, se le colocó al paciente los prismas de Risley, delante del OD 12Δ BN y delante del OI 6Δ BS. Se fue reduciendo el prisma de BN hasta que el paciente nos avisó de que la imagen superior estaba alineada con la inferior. Después, se siguió aumentando la cantidad de prisma en esa dirección hasta que el paciente indicó que las imágenes se cruzaban y se volvió hacia atrás hasta que las imágenes estuvieran alineadas de nuevo.
  - Se repitió el mismo procedimiento para VP.

- **Determinación de la relación convergencia-acomodación AC/A:** se utilizó para evaluar las dioptrías prismáticas de vergencia que se arrastran por unidad de acomodación estimulada o relajada.

- o  $AC/A \text{ gradiente} = \frac{(F-1.00-Fvp)+(F+1.00-Fvp)}{2}$

- Fvp es la foria disociada de cerca medida con Von Graeffe.
- F<sub>-1.00</sub> es la medida de la foria disociada de cerca con una hipermetropización de -1.00 D en ambos ojos.
- F<sub>+1.00</sub> es la medida de la foria disociada de cerca con una miopización de +1.00 D en ambos ojos.

- o  $AC/A \text{ calculada} = (Cvg + Fvp - Fvl)/A$

- A es el estímulo de acomodación en el examen de VP (+2,50 D para una distancia de trabajo de 40 cm).
- Fvp Y Fvl son las forias disociadas medidas en VP y VL respectivamente.
- Cvg es la convergencia requerida para la distancia de examen en VP.

Siendo  $Cvg = \frac{DIP[cm]}{distancia \ de \ trabajo + 0,027[m]}$

- **Test de Worth:** para la realización de esta prueba se necesitó una linterna con un test de Worth y unas gafas rojo/verde. Se le colocó al paciente su mejor corrección óptica y sobre ella las gafas anaglifas con el filtro rojo en el OD y el filtro verde en el OI. Se realizó tanto para VL, a 6m como para VP a 40 cm con la linterna de Worth.

- o Se colocó el test de Worth en el proyector de optotipos y el paciente nos indicó la cantidad de luces que veía, que color tenían y en qué posición estaban.

- 4 imágenes: en este caso el paciente presentaba fusión.



- 3 imágenes: el paciente suprimía el ojo derecho, por lo tanto, las imágenes serían de color verde.



- 2 imágenes: el paciente suprimía el ojo izquierdo, por lo tanto, las imágenes serían de color rojo.

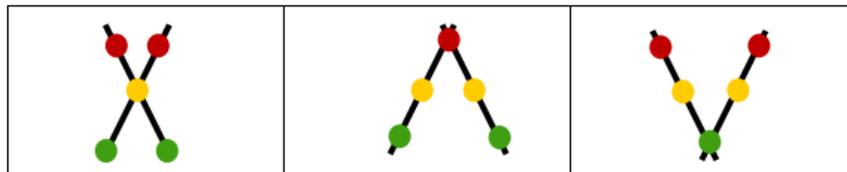


- 5 imágenes: el paciente presentaba visión simultánea sin fusión. Dependiendo de la posición relativa de las imágenes se puede tratar de una endo cuando las imágenes están descruzadas, como en la primera imagen, o de una exo con las imágenes cruzadas.



#### 4.2.2 Protocolo exploratorio de la visita 2 a la 9.

- **Cordón de Brock:** se trata de un ejercicio con el cual enseñamos al paciente unos indicadores de feedback que le permitieron restablecer el control motor y sensorial de la binocularidad. Para ello fue necesario que el paciente tuviera consciencia de la diplopia fisiológica y de la posición de los ejes visuales.
  - Pedimos al paciente que se coloque de pie sosteniendo un extremo de la cuerda pegado a su nariz. Las bolas estarán colocadas a diferentes distancias a lo largo de la cuerda, y el otro extremo debía estar sujeto a algo fijo. La cuerda debía permanecer tirante y a la altura de los ojos del paciente.
  - Lo primero que hicimos fue colocar la bola roja en el lugar correcto, le pedimos al paciente que la aleje con su mano y que se la fuera acercando hasta que viera doble, en ese momento la debía alejar un poco más y ese era el sitio indicado de la bola roja.
  - Después, enseñamos al paciente lo que es la diplopia fisiológica, le pedimos que mire una bola colocada en la cuerda. Al mirarla, con los dos ojos, debía ver una bola, pero dos cordones que se juntaban justo en la bola que estaba mirando, formando una X. Como se trataba de pacientes con diplopia, lo más seguro es que al fijarse en una bola la vieran doble, por lo que les debíamos explicar que tenía que forzar hasta que solo viera una.



*Imagen 13. Posiciones cordón de Brock*

El ejercicio se basa en que vayan cambiando la fijación de una bola a otra, intentando que la bola a la que miren no la vean doble y las demás sí. Cada semana debían hacer el ejercicio durante diez minutos en casa todos los días, y al volver a la consulta nos debían contar las mejoras que habían notado. Se fue dificultando el ejercicio progresivamente, poniendo las bolas más alejadas; hasta que, ocupando toda la cuerda, el paciente consiguiera hacer el ejercicio correctamente.

- **PPC:** como hemos explicado anteriormente se trata de una prueba para evaluar la convergencia.
  - Le explicamos al paciente que desde una distancia aproximada de 40 cm se debía ir acercando el estímulo acomodativo, hasta que lo viera doble o perdiera la fijación de algún ojo, en ese momento se lo debía acercar un poco más, y volverlo a alejar hasta que lo dejara de ver doble.
  - Es importante que al realizar esta prueba nos fijáramos si se desviaba algún ojo, si había diplopia desde el principio (debería empezar la prueba a una distancia mayor), o si suprimía (no veía doble, pero había ruptura). Se debía explicar al paciente que tenía que intentar mantener la fusión en todo momento, ya que, si al realizar la prueba se desviaba algún ojo, no se estaba realizando correctamente, para ello pedimos que al menos al principio, al realizar la prueba, algún familiar se fijara si había desviación

para que al menos fuera consciente de cuando empezaba a perder la fijación de un ojo e intentar corregirlo.

El paciente debía realizar en casa 3 series de 10 repeticiones. En consulta, esta prueba se realizaba semanalmente para observar las mejoras del paciente.

- **Pelota de Marsden**: se trata de una prueba para entrenar la motilidad extraocular. En este caso se utilizó para trabajar convergencia y divergencia.
  - o Se le pidió al paciente que colgara la pelota a la altura de sus ojos, se debía fijar en una de las letras, e ir alejándose (para trabajar divergencia) o acercándose (para trabajar convergencia) hasta ver la letra doble. En el caso de las endoforias cada semana iba ganando distancia hasta que por mucho que se alejase no la viera doble. Y en el caso de las exoforias cada semana tenía que conseguir fusionar la letra cada vez más cerca. Esto lo debía realizar diez veces en casa.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Descripción de la muestra

En este estudio se evaluaron 7 pacientes con diplopia, de los cuales sólo 5 llegaron al final del tratamiento, por lo tanto, únicamente se han tenido éstos en cuenta, ya que los otros abandonaron el estudio. La edad media de los pacientes que recibieron entrenamiento visual era de  $56,2 \pm 15,76$  años.

De la muestra, uno de los pacientes presentaba una exoforia descompensada, y los otros 4 presentaban endoforias descompensadas. Con descompensada se refiere a que su foria es mayor que sus reservas fusionales para poder contrarrestar la desviación de sus ejes visuales, VFP en el caso de exoforia y VFN en el caso de endoforia. A todos ellos se les había prescrito un prisma previamente, BN para las exoforias y BT para las endoforias, con el cual la mayoría eliminaban los síntomas. En cambio, alguno, aun con el prisma prescrito, minimizaba los síntomas, pero no eran completamente eliminados. Es por esto por lo que se decidió realizar este estudio y ver si mejoraban su sintomatología mediante la realización de terapia visual.

Los síntomas más comunes entre los pacientes eran diplopia que aumentaban en VL en el caso de las endoforias descompensadas y en VP en las exoforias descompensadas.

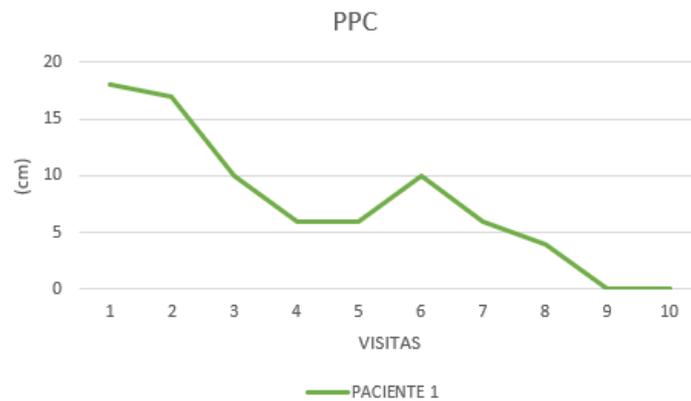
**Tabla I.** Valores de la foria, VFN y VFP tanto en VL como en VP y de del PPC obtenidos en la primera visita. “rot” significa rotura, “rec” recobro y “HLN” hasta la nariz. Los valores normales están entre paréntesis.

Pacientes	Distancia	Desviación	VFN ( $\Delta$ )	VFP ( $\Delta$ )	PPC (cm)
PACIENTE 1 (68 años)	VL	3 exo (1XF $\pm$ 2 $\Delta$ )	10rot/8rec (7rot/4rec)	6rot/4rec (19rot/10rec)	18/20 (2,5rot/4,5rec)
	VP	7 exo (3XF $\pm$ 3 $\Delta$ )	8rot/4rec (21rot/13rec)	8rot/6rec (21rot/11rec)	
PACIENTE 2 (71 años)	VL	18 endo (1XF $\pm$ 2 $\Delta$ )	Doble (7rot/4rec)	16rot/30rec (19rot/10rec)	9/7 (2,5rot/4,5rec)
	VP	2 endo (3XF $\pm$ 3 $\Delta$ )	8rot/6rec (21rot/13rec)	20rot/18rec (21rot/11rec)	
PACIENTE 3 (53 años)	VL	8 endo (1XF $\pm$ 2 $\Delta$ )	Doble (7rot/4rec)	8rot/10rec (19rot/10rec)	HLN (2,5rot/4,5rec)
	VP	12 endo (3XF $\pm$ 3 $\Delta$ )	10rot/5rec (21rot/13rec)	Doble (21rot/11rec)	
PACIENTE 4 (69 años)	VL	12 endo (1XF $\pm$ 2 $\Delta$ )	Doble (7rot/4rec)	6rot/18rec (19rot/10rec)	HLN (2,5rot/4,5rec)
	VP	Orto (3XF $\pm$ 3 $\Delta$ )	4rot/0rec (21rot/13rec)	14rot/4rec (21rot/11rec)	
PACIENTE 5 (20 años)	VL	16 endo (1XF $\pm$ 2 $\Delta$ )	Doble (7rot/4rec)	6rot/12rec (19rot/10rec)	HLN (2,5rot/4,5rec)
	VP	12 endo (3XF $\pm$ 3 $\Delta$ )	10rot/8rec (21rot/13rec)	12rot/10rec (21rot/11rec)	

**Tabla II.** Valores de la foria, VFN y VFP tanto en VL como en VP y de del PPC obtenidos en la última visita. “rot” significa rotura, “rec” recobro y “HLN” hasta la nariz. Los valores normales están entre paréntesis.

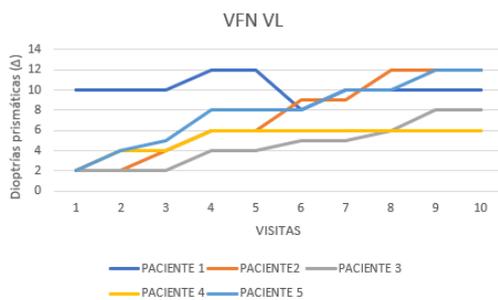
Pacientes	Distancia	Desviación	VFN ( $\Delta$ )	VFP ( $\Delta$ )	PPC (cm)
PACIENTE 1 (68 años)	VL	4 exo (1XF $\pm$ 2 $\Delta$ )	10rot/6rec (7rot/4rec)	18rot/14rec (19rot/10rec)	HLN (2,5rot/4,5rec)
	VP	orto (3XF $\pm$ 3 $\Delta$ )	18rot/12rec (21rot/13rec)	40rot/30rec (21rot/11rec)	
PACIENTE 2 (71 años)	VL	10 endo (1XF $\pm$ 2 $\Delta$ )	12rot/10rec (7rot/4rec)	20rot/25rec (19rot/10rec)	HLN (2,5rot/4,5rec)
	VP	orto (3XF $\pm$ 3 $\Delta$ )	10rot/8rec (21rot/13rec)	25rot/20rec (21rot/11rec)	
PACIENTE 3 (53 años)	VL	6 endo (1XF $\pm$ 2 $\Delta$ )	8rot/6rec (7rot/4rec)	19rot/7rec (19rot/10rec)	HLN (2,5rot/4,5rec)
	VP	8 endo (3XF $\pm$ 3 $\Delta$ )	11rot/10rec (21rot/13rec)	19rot/9rec (21rot/11rec)	
PACIENTE 4 (69 años)	VL	orto (1XF $\pm$ 2 $\Delta$ )	6rot/5rec (7rot/4rec)	25rot/16rec (19rot/10rec)	HLN (2,5/4,5)
	VP	4 endo (3XF $\pm$ 3 $\Delta$ )	16rot/10rec (21rot/13rec)	30rot/25rec (21rot/11rec)	
PACIENTE 5 (20 años)	VL	10 endo (1XF $\pm$ 2 $\Delta$ )	12rot/10rec (7rot/4rec)	35rot/30rec (19rot/10rec)	HLN (2,5rot/4,5rec)
	VP	10 endo (3XF $\pm$ 3 $\Delta$ )	12rot/10rec (21rot/13rec)	40rot/30rec (21rot/11rec)	

Comparando la visita inicial y la final de cada paciente se puede observar una disminución en el valor de las forias de todos los pacientes tras el tratamiento, como por ejemplo el paciente 5 (de 16  $\Delta$  BT en VL a 10  $\Delta$  BT en VL). También podemos observar disminución en el PPC, sobre todo en el paciente 1 (de 18rot/12rec cm a HLN), o aumento en las VFN en VP del paciente 4 (de 4rot/0rec  $\Delta$  a 16rot/10rec  $\Delta$ ).

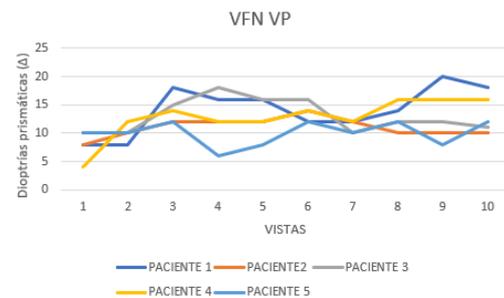


**Imagen 14.** Gráfica evolución del PPC en el paciente 1 durante el tratamiento.

En la gráfica de evolución del PPC podemos observar como el paciente 1 partía de un PPC bastante alejando (18 cm), y a lo largo de las 10 visitas se iba disminuyendo esa distancia hasta conseguir llegar a 0 cm o hasta la nariz (HLN), es decir, se ha conseguido un valor normal.



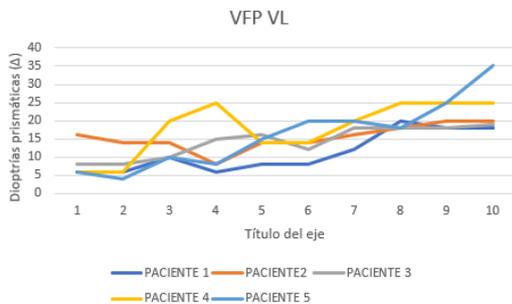
**Imagen 15.** Gráfica evolución VFN VL durante el tratamiento.



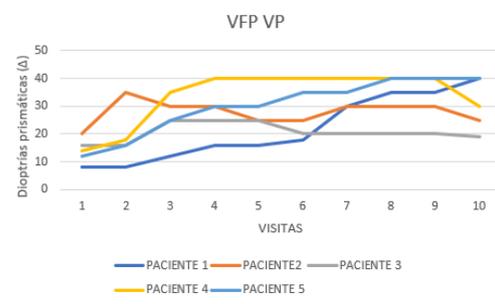
**Imagen 16.** Gráfica evolución VFN VP durante el tratamiento.

En la imagen 15 se observa que el paciente con valores normales de VFN en VL era el 1, el único exo, y a lo largo de las 10 visitas vemos como se mantiene ese valor (de 10/8 Δ al inicio a 10/6 Δ al final). En cambio, los demás pacientes partían de unas VFN en VL bastante reducidas, todos eran endo, las cuales han ido aumentando. Los pacientes 2 y 5, que al principio carecían de VFN, son los que al final del tratamiento han conseguido un valor mayor (ambos 12/10 Δ), y el que menos ha mejorado ha sido el paciente 4 (de 0 Δ al inicio a 6/5 Δ al final), pero al ser un valor mayor que su foria al final del tratamiento (orto), es suficiente para eliminar la diplopia.

En la imagen 16, todos los pacientes partían de unas VFN en VP bastante reducidas, sobre todo el paciente 4 que era el que partía del valor más pequeño (4/0Δ). Al final de las visitas vemos que el paciente 1 es el que ha obtenido un valor mayor (18/12Δ), pero el paciente 4 es el que ha realizado un mayor cambio (de 4/0 Δ al inicio a 16/10Δ al final). En este caso los pacientes 2 y 3 son los que menos mejoría han alcanzado (de 8/6Δ al inicio a 10/8Δ al final y de 10/5Δ al inicio a 11/10Δ al final, respectivamente); y el paciente 5 ha experimentado una pequeña mejora si se compara con el valor inicial (de 10/8Δ al inicio a 12/10Δ al final).



**Imagen 17.** Gráfica evolución VFP VL durante el tratamiento.



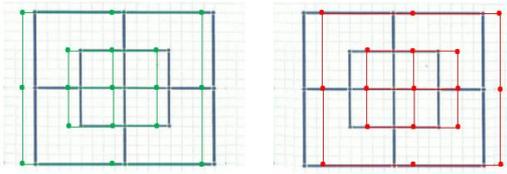
**Imagen 18.** Gráfica evolución VFP VP durante el tratamiento.

En la imagen 17, el paciente 1 es el que más bajos ha tenido los valores de VFP en VL a lo largo del tratamiento, algo predecible ya que era exo, pero consiguió aumentar en cierta medida ese valor (de 6/4Δ al inicio a 18/14Δ al final). El paciente 5 también partía de un valor bastante reducido (6/12Δ), pero finalmente es el que ha conseguido el valor más alto (35/30Δ). El resto de los pacientes también han mejorado, pero no partían de unos valores tan bajos, a excepción del paciente 4 que si que partía de un valor bajo y ha mejorado notablemente (de 6/18Δ al inicio a 25/16Δ al final).

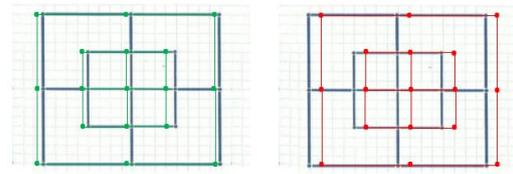
En la imagen 18, se ve claramente que el paciente 1 (exo) es el que partía de VFP en VP más bajas, pero finalmente ha sufrido una gran mejoría llegando a ser uno de los que ha obtenido un valor mayor (de 8/6Δ al inicio a 40/30Δ al final), consiguiendo eliminar la foria en VP (de 7Δ BN al principio a 0 Δ BN al final) sin ningún problema. El resto de los pacientes, también vemos que han mejorado sus VFP, sobre todo el paciente 5 que también partía de un valor bastante bajo y al final del tratamiento ha obtenido un valor mayor (de 12/10Δ al inicio a 40/30Δ al final).

## 5.2 PANTALLAS LANCASTER

### PACIENTE 1

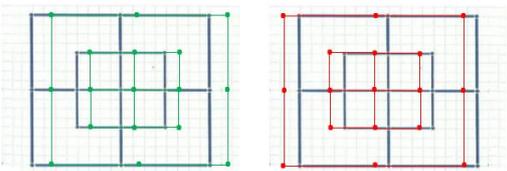


*Imagen 19. Pantalla realizada en la primera visita*

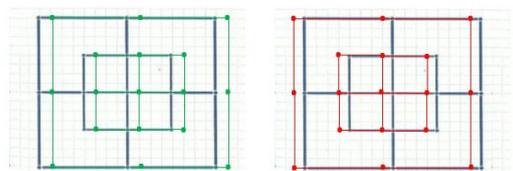


*Imagen 20. Pantalla realizada en la última visita*

### PACIENTE 2

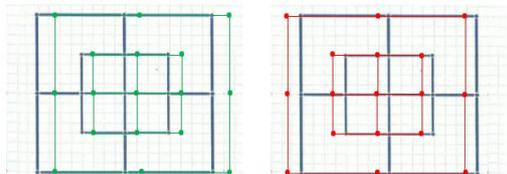


*Imagen 21. Pantalla realizada en la primera visita*

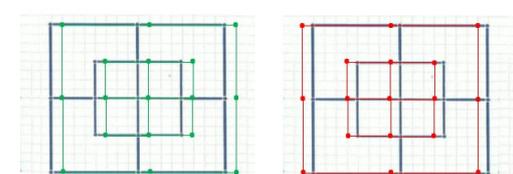


*Imagen 22. Pantalla realizada en la última visita*

### PACIENTE 3

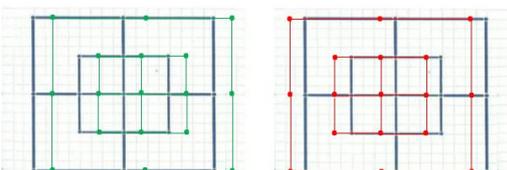


*Imagen 23. Pantalla realizada en la primera visita*

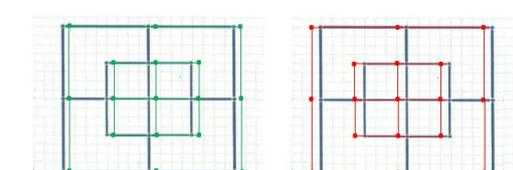


*Imagen 24. Pantalla realizada en la última visita*

### PACIENTE 4

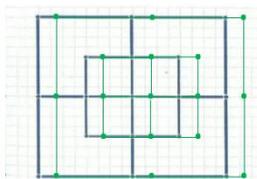


*Imagen 25. Pantalla realizada en la primera visita*

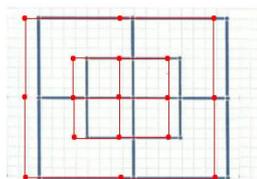


*Imagen 26. Pantalla realizada en la última visita*

## PACIENTE 5



*Imagen 27. Pantalla realizada en la primera visita*



*Imagen 28. Pantalla realizada en la última visita*

**\* Las pantallas marcadas en verde corresponden al OI y los marcados en rojo al OD.**

Si se comparan las pantallas de Lancaster de los 5 pacientes, al principio y al final del tratamiento, se puede observar que todos ellos han disminuido el valor de la foria, aunque en ningún caso se ha corregido eliminar por completo. Hay que tener en cuenta que la pantalla se realiza a una distancia intermedia de 1 m y que las forias se han medido para VL (mayor a 4m y VP a 40 cm). El paciente 4 es el que ha experimentado mayor cambio si se comparan la pantalla inicial y la final (en VL tenía una endoforia de 12 $\Delta$  BT al principio pasando a orto al final y en VP pasó de orto al principio a 4  $\Delta$  BT al final) quedando una desviación menor a un cuadro (< a 7  $\Delta$ ) de unas 5  $\Delta$  BT.

## 6 DISCUSIÓN

En este trabajo se ha querido comprobar si a través de ejercicios visuales durante 8 sesiones (unos 3 meses), además de los ejercicios realizados en casa semanalmente, puede desaparecer la diplopia, tanto en VL como en VP.

Una exhaustiva revisión bibliográfica muestra la existencia de estudios que apoyan la terapia visual como método efectivo para tratar problemas vergenciales: Aziz et al. 2006 (13); Brautaset et al. 2006 (14); Scheiman et al. 2005 (15); Scheiman et al. 2010 (16); Thiagarajan et al. 2010 (17).

La mayoría de los estudios nombrados anteriormente tratan la insuficiencia de convergencia Brautaset et al. 2006 (14); Scheiman et al. 2005 (15); Scheiman et al. 2010 (16). Existen también estudios sobre la efectividad de la terapia visual en otras disfunciones binoculares como exceso de convergencia (Gallay et al. 1997) (18), exceso de divergencia (Daum 1984) (19) e insuficiencia de divergencia (Alvarez 2015) (20), pero la mayoría de ellos tratan un pequeño número de casos, lo que supone una evidencia científica más débil, siendo aún necesaria la realización de ensayos clínicos controlados y aleatorizados en este ámbito con mayor número de pacientes.

En el estudio llevado a cabo, se han realizado una serie de ejercicios comunes para todos los sujetos, tanto en la consulta como en casa, que el paciente tenía que seguir rigurosamente para que el tratamiento fuera efectivo. Por lo tanto, cada semana se citaba a los pacientes y se medían las vergencias para ver si se había dado algún tipo de mejora, y además antes de mandarles los nuevos ejercicios, se practicaban en consulta para que no tuvieran ningún problema a la hora de realizarlos por su cuenta.

En el programa de rehabilitación se incluyeron tanto ejercicios para mejorar la divergencia como ejercicios para mejorar la convergencia, ya que había pacientes que tenían visión doble en VL y en VP (normalmente endo y exo, respectivamente) como se ha explicado antes, por lo

que el objetivo principal era mejorar las vergencias (VFN y VFP) para que los pacientes tuvieran capacidad de compensar sus forias, y que así desapareciera la visión doble. También se incluyeron ejercicios para mejorar la motilidad.

Como se puede observar en los resultados plasmados anteriormente, la muestra de sujetos descrita es bastante pequeña, debido a que no todos los pacientes se querían comprometer a realizar los ejercicios, otros no realizaban los ejercicios en casa, y otros no terminaron el tratamiento. Además, fue complicado encontrar diplopias estables que hubieran sido prismadas correctamente con anterioridad.

En el caso del paciente 1 (68 años), vemos que presenta una exoforia de 3  $\Delta$  BN en VL y 7  $\Delta$  BN en VP, con lo cual tendrá más problemas en las tareas de cerca, apareciendo visión doble. Se puede observar que tiene reducidas las VFN en VP (8/4  $\Delta$ ) y las VFP tanto en VL (6/4  $\Delta$ ) como en VP (8/6  $\Delta$ ), en este caso lo que nos interesa son las VFP ya que son las que pueden compensar la exoforia que tiene el paciente para evitar la diplopia. Teniendo una exo en VP de 7  $\Delta$  BN, necesitará un mínimo de unas 8  $\Delta$  BT en VP para compensarla, lo que se consigue al final de la terapia visual, con 40/30  $\Delta$ , superando con creces los valores normales.

En este caso la terapia visual fue un éxito, se incidió más en los ejercicios de convergencia, aunque también se realizaron ejercicios de divergencia para que todas las vergencias mejoraran. El PPC vemos que también pasó de ser bastante alejado (18 cm), ya que como hemos dicho anteriormente este paciente tiene problemas de convergencia, a llegar HLN.

Tras el tratamiento se puede observar que la exoforia prácticamente se ha mantenido en VL (de 3  $\Delta$  a 4  $\Delta$  BN) y ha disminuido considerablemente de 7  $\Delta$  BN a 0  $\Delta$  (orto) en VP. Esto también está reflejado en la pantalla de Lancaster, ya que pasó de tener un cuadro de desviación en el OI a tener menos de uno y en el OD de más de un cuadro de desviación a tener sólo un cuadro de desviación. Cabe recordar que la pantalla se realiza a 1 m de distancia que correspondería con visión intermedia y se trata de una prueba binocular y que cada cuadro corresponde con 7  $\Delta$ . Gracias al aumento de las VFP, el paciente ya puede compensar la pequeña foria restante en VL y, por lo tanto, desaparece la diplopia. Vemos que las VFN en VL se mantienen bien (10/8  $\Delta$  a 10/6  $\Delta$ ) y que en VP (8/4  $\Delta$  a 18/12  $\Delta$ ) se han visto aumentadas debido a la efectividad del entrenamiento visual (imagen 15 y 16).

Los pacientes 2, 3, 4 y 5 presentaban endoforia, su diplopia aumentaba en VL. En ninguno de los casos se pudo realizar las medidas de las VFN en VL puesto que su endo era mayor a dichas vergencias. También observamos que las VFN en VP están reducidas en todos los casos. Por lo tanto, en estos pacientes se tuvo que trabajar la divergencia para aumentar las VFN y poder compensar la endoforia que presentaban. Se puede observar que el PPC llega HLN en los pacientes 3, 4 y 5, lo cual era de esperar.

Tras el tratamiento vemos que las forias se han visto disminuidas (tabla 1 vs tabla 2) lo cual también se observa en las pantallas de Lancaster, sin llegar a desaparecer. Pero las VFN han aumentado en todos los casos, independientemente de su edad, (se puede observar en las imágenes 15 y 16) eliminando por completo la diplopia sin la necesidad de prismas, en algunos casos muy justas como en los pacientes 2 y 5 que presentan 10  $\Delta$  de endo en VL y sus VFN han quedado a 12  $\Delta$ .

Como se muestra en el estudio realizado por Scheiman et al. 2016 (21), la efectividad de los ejercicios realizados en casa podría ser cuestionada ya que en algunos de los pacientes de ese estudio no se han encontrado mejoras y no habría una causa justificada. Algo parecido se vio

en este estudio puesto que no todos los ejercicios los habían realizado correctamente en casa, lo que puede generar ciertos sesgos en los resultados semanales.

Otro tema que puede ser cuestionado es la capacidad de mantener los resultados alcanzados después de un periodo de tiempo. En este sentido, el estudio recientemente realizado por Shin et al. 2011 (22), mostró que los resultados obtenidos tras un régimen de terapia visual en 20 niños diagnosticados con insuficiencia de convergencia, se mantuvo en el 85% después de un año de haber finalizado la terapia. En el caso de este estudio, con un rango de edad tan amplio, habrá que realizar un seguimiento para ver si los resultados se mantienen o hay que volver a realizar terapia visual.

Se necesitarán estudios con mayor número de pacientes en edades avanzadas para demostrar de manera más consistente la efectividad de la terapia visual en la rehabilitación de las vergencias.

Es importante destacar que, tras la corrección de la diplopia en nuestros pacientes, quedaron muy satisfechos puesto que su calidad de vida había aumentado y podían volver a realizar tareas que había tenido que dejar de hacer, como conducir en varios de los pacientes con endoforia o la lectura en el caso de la exoforia. Se les aconsejó un control anual para ver que todo seguía bien y la realización los ejercicios una vez a la semana por su cuenta.

## 7 CONCLUSIÓN

Aludiendo al pequeño número de casos tratados en este trabajo, podemos concluir unas mejoras preliminares que se dan en los pacientes tras la realización de entrenamiento visual:

1. Se ve posible la eliminación de la diplopia en VP en paciente con exoforias descompensadas.
2. Es posible eliminar la diplopia en VL en paciente con endoforias descompensadas.
3. La pantalla de Lancaster es una buena prueba para plasmar las desviaciones latentes, ya sean endo o exoforias
4. Las VFP y las VFN, tanto en VL como en VP, se verían aumentadas gracias a un trabajo continuado de la musculatura extraocular con terapia visual en unos 3 meses.
5. Cabe la posibilidad de que las forias, tanto en VL como en VP, disminuyan gracias a la terapia visual realizada en los pacientes.
6. La terapia visual para rehabilitar vergencias sería efectiva tanto en personas mayores como en personas jóvenes.
7. Son necesarios más estudios sobre la efectividad de la terapia visual ya que la bibliografía es escasa.
8. La satisfacción de los pacientes fue muy buena puesto que mejoraron su calidad de vida.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Alves M, Miranda A, Narciso MR, Mieirol L, Fonseca T. Diplopia: a diagnostic challenge with common and rare etiologies. *Am J Case Rep.* 2015;16:220-3.
2. Galán Terraza A, Visa Nasarre J. Diplopia : manual práctico con vídeos demostrativos. Barcelona: Glosa; 2005. ISBN: 8474292581
3. Phillips PH. Treatment of diplopia. *Semin Neurol.* 2007;27(3):288-98.
4. Dinkin M. Diagnostic approach to diplopia. *Continuum (Minneapolis Minn).* 2014;20(4 Neuro-ophthalmology):942-65.
5. Martín Herranz R, Vecilla Antolínez G. Manual de optometría. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2018. ISBN: 9788498352726
6. Pons Moreno ÁM, Martínez Verdú FM. Fundamentos de visión binocular: Universitat de Valencia; 2004. 408 p.
7. Low L, Shah W, MacEwen CJ. Double vision. *BMJ.* 2015;351:h5385.
8. Saona Santos CL. Pantalla de Lancaster. Universidad Politecnica de Barcelona; 1980.
9. Singman EL, Matta NS, Silbert DI. Nonsurgical treatment of neurologic diplopia. *Am Orthopt J.* 2013;63:63-8.
10. Bujak MC, Leung AK, Kisilevsky M, Margolin E. Monovision correction for small-angle diplopia. *Am J Ophthalmol.* 2012;154(3):586-92 e2.
11. Romera M. Físicos haciendo medicina: Agustin Fresnel. Wordpress2016.
12. Gunton KBB, A'sha. Prism use in adult diplopia. *Current Opinion*2012;23(5).
13. Aziz S, Cleary M, Stewart HK, Weir CR. Are orthoptic exercises an effective treatment for convergence and fusion deficiencies? *Strabismus.* 2006;14(4):183-9.
14. Brautaset RL, Jennings AJ. Effects of orthoptic treatment on the CA/C and AC/A ratios in convergence insufficiency. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006;47(7):2876-80.
15. Scheiman M, Mitchell GL, Cotter S, Cooper J, Kulp M, Rouse M, et al. A randomized clinical trial of treatments for convergence insufficiency in children. *Arch Ophthalmol.* 2005;123(1):14-24.
16. Scheiman M, Kulp MT, Cotter S, Mitchell GL, Gallaway M, Boas M, et al. Vision therapy/orthoptics for symptomatic convergence insufficiency in children: treatment kinetics. *Optom Vis Sci.* 2010;87(8):593-603.
17. Thiagarajan P, Lakshminarayanan V, Bobier WR. Effect of vergence adaptation and positive fusional vergence training on oculomotor parameters. *Optom Vis Sci.* 2010;87(7):487-93.
18. Gallaway M, Schieman M. The efficacy of vision therapy for convergence excess. *J Am Optom Assoc.* 1997;68(2):81-6.
19. Daum KM. Modelling the results of the orthoptic treatment of divergence excess. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1984;4(1):25-9.
20. Alvarez TL. A pilot study of disparity vergence and near dissociated phoria in convergence insufficiency patients before vs. after vergence therapy. *Front Hum Neurosci.* 2015;9:419.
21. Pediatric Eye Disease Investigator G. Home-Based Therapy for Symptomatic Convergence Insufficiency in Children: A Randomized Clinical Trial. *Optom Vis Sci.* 2016;93(12):1457-65.
22. Shin HS, Park SC, Maples WC. Effectiveness of vision therapy for convergence dysfunctions and long-term stability after vision therapy. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2011;31(2):180-9.