



Universidad
Zaragoza

1542

TRABAJO FIN DE GRADO

COMPARACIÓN DE TEST BINOCULARES REALIZADOS CON Y SIN CONTROL ANTISUPRESIÓN

Autora

Daniela Jurado Silva

Directoras

Carmen López de la Fuente
María Concepción Marcellán Vidosa

Facultad de Ciencias, Grado en Óptica y Optometría.

Curso 2018-2019



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	4
1.1 Visión binocular	4
1.2 Vergencias	6
1.3 Acomodación	7
2. Hipótesis y objetivos	8
2.1 Objetivos	8
2.2 Hipótesis	8
3. Metodología	8
3.1. Procedimientos	9
3.1.1. Pruebas preliminares	9
3.1.2. Pruebas binoculares y acomodativas	10
3.2. Análisis de los resultados	14
4. Resultados	14
4.1 Análisis descriptivo de la muestra	14
4.2 Análisis comparativo de la muestra	16
5. Discusión	16
6. Conclusiones	21
7. Bibliografía	22
8. Anexos	24
8.1 Consentimiento informado	24
8.2 Hoja de pruebas	25

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AV: Agudeza visual

AO: Ambos ojos

BE: Base externa

BI: Base interna

cc: Con corrección

cpm: Ciclos por minuto

CT: Cover Test

FAB: Flexibilidad acomodativa binocular

FV: Flexibilidad vergencial

N: Número de sujetos

OD: Ojo derecho

OI: Ojo izquierdo

PPC: Punto próximo de convergencia

sc: Sin corrección

VB: Visión binocular

VFN: Vergencias fusionales negativas

VFP: Vergencias fusionales positivas

VL: Visión lejana

VP: Visión próxima

Δ: Dioptrías prismáticas

1. INTRODUCCIÓN

La visión binocular (VB) es un concepto muy amplio y complejo. Con ella, se puede interpretar mejor el entorno físico que nos rodea. Si bien, con un solo ojo también se puede percibir el entorno y ser capaz de orientarnos, pero con los dos ojos, se obtiene mejores interpretaciones y mayores ventajas.

El estudio de la VB y de la acomodación se realiza a través de diferentes pruebas optométricas. Algunas de estas pruebas pueden realizarse con control antisupresión, aplicando filtros anáglifos o polarizados, haciendo que el sujeto perciba cada parte del test con cada ojo. De esta forma, el optometrista puede saber si el resultado es correcto o si el sujeto está suprimiendo. Es necesario por tanto, conocer si los resultados de los test realizados con o sin control antisupresión son iguales o cambian al emplear los filtros cuando realizamos las pruebas.

Dicho esto, es necesario saber unos cuantos conceptos para poder entender en qué consiste una buena VB y cuáles son los principales parámetros que la define.

1.1 Visión binocular

La VB es un proceso en el que se analiza y se incorpora la información visual mediante la interacción realizada por ambos ojos, en una captación sensorial de forma tridimensional llevado a cabo por un centro neuronal.¹ Es aquella que permite fusionar en una sola, ambas imágenes procedentes de cada ojo; pues la información obtenida de cada una de las retinas se traslada hasta la corteza visual, donde se obtendrá la percepción final de lo que se está viendo. El requisito fundamental para tener una buena VB es, que los campos visuales de cada ojo en cualquier dirección de mirada se superpongan, con la finalidad de obtener un campo visual más extenso; siendo necesaria una buena coordinación de la motilidad ocular para que se pueda producir la fusión de ambas imágenes.²

Fusión, estereopsis y supresión

Existe tres grados de VB y es imprescindible que la anterior esté bien desarrollada, para que la siguiente funcione correctamente.

En el **grado I**, hay percepción simultánea de ambas imágenes formadas en cada ojo, pues estas llegan al cerebro pero sin fusión, es decir, no existe superposición de las imágenes retinianas de ambos ojos, provocando visión doble, llamada **diplopía**.

En el **grado II**, en el área visual cerebral, ambas imágenes se solapan, obteniéndose una **fusión plana** de las mismas pero **sin estereopsis**.

Después de tener estos dos primeros grados correctamente, se pasa a tener el **grado III**. En él, se obtiene una **visión haplópica y estereoscópica**, se puede solapar ambas imágenes de cada ojo de manera que no suponga ningún esfuerzo y, además, se pueden ver las imágenes con percepción de profundidad.^{2,3}

La **fusión** es imprescindible para tener una visión única y nítida a partir de lo que se está observando con cada ojo.

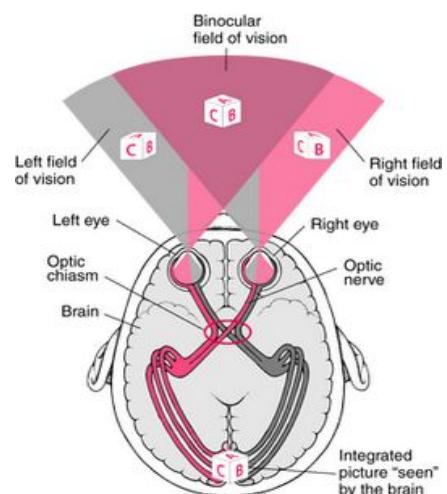


Fig. 1 Fusión visual.⁴

Como ocurre en la figura 1, el cerebro es capaz de acoplar las imágenes procedentes de ambos ojos de manera íntegra para así lograr la VB. Estas imágenes que se forman en los ojos, deben de tener una adecuada similitud para producir la fusión en el área visual correspondiente.^{5,6}

Cuando no se produce correctamente la fusión, sino que sólo se alcanza el grado I, se verían dos imágenes, esto genera en el cerebro lo que se llama **diplopía y confusión**. Ambos conceptos son diferentes, pues la diplopía se produce cuando las imágenes del mismo objeto no estimulan la misma área retiniana correspondiente, mientras que la confusión, cuando dos objetos diferentes estimulan la misma área retiniana correspondiente, de manera que se observa ambos objetos superpuestos. Además, puede ocurrir que la diplopía y la confusión se den al mismo tiempo en ausencia de fusión si no hay supresión.^{2,3}

Estos obstáculos que se presentan, terminan haciendo que el cerebro elimine una de las imágenes, siendo normalmente la que peor ve o la que no es similar a la otra, generando así una **supresión binocular** ya sea momentánea o estable. Se puede definir la supresión binocular como una inhibición que se produce en el área visual cerebral (cortex visual), de modo que no se verá de manera parcial o total el campo de un objeto visible, provocando una incapacidad de percepción. La zona del campo de visión que ha sido inhibida, se corresponde con una zona en la retina, esto se denomina **escotoma de supresión**, pues la imagen formada en dicho escotoma no será percibida por el ojo suprimido cuando ambos ojos están abiertos.^{3,5}

La supresión a nivel del cortex visual, se produce en condiciones de binocularidad. El ojo con la imagen nítida actúa como ojo fijador, mientras que en el ojo no fijador, la imagen sigue formándose en la retina aunque exista esa supresión, ésta se produce a nivel cortical.^{3,5} Si se ocluye el ojo fijador, la supresión desaparece en el ojo no fijador, volviendo a observar la imagen en la retina aunque sea de menor nitidez y calidad.³

Varios estudios han demostrado que la pérdida de la binocularidad es unas de los factores de riesgo para desarrollar ambliopía. El desarrollo anormal de la VB en la infancia, puede causar ambliopía, siendo la supresión también un nexo definitorio en el diagnóstico clínico.⁷

Hirota M, et al⁸ indican que La VB normal comprende que los sistemas de vergencias y acomodación actúen de manera sincronizada.

Las condiciones para que se desarrolle la VB, han de ser las siguientes:

- Los campos visuales de cada ojo, en cualquier dirección de la mirada, han de solaparse para formar un campo binocular más extenso.
- Ambos ojos han de moverse de manera coordinada, siendo necesaria una buena coordinación de la motilidad ocular, para permitir que los ejes visuales formen imagen sobre áreas retinianas correspondientes.
- Debe haber una correspondencia retiniana normal de la información obtenida por ambos ojos.
- El cerebro, ha de tener la capacidad de producir la fusión de ambas imágenes, para obtener una representación única de lo que se está observando.^{2,5}

1.2 Vergencias

Las **vergencias** son aquellos movimientos simultáneos no conjugados que se realizan con los dos ojos para alcanzar y/o mantener la VB.⁸ Se produce una variación del ángulo que forman los dos ejes visuales, de modo que permite realizar un desplazamiento de la mirada hasta alinearlos con el punto de interés. Su objetivo es favorecer la fusión y la estereopsis de las imágenes procedentes de cada ojo.²

Se realizan movimientos vergenciales cuando se quiere observar objetos que están a diferentes distancias. Asimismo, una unión adecuada del ángulo de vergencia, genera que las imágenes de ambos ojos, se destinen a las mismas áreas retinianas correspondientes provocando una percepción fusionada de lo que se está viendo.⁹

Las vergencias se pueden clasificar de la siguiente manera:

a) Segundo los movimientos oculares

- Cuando el ángulo entre los ejes visuales aumenta al ver un punto de interés en visión próxima (Fig. 2A), se produce la **convergencia**.
La convergencia, es la posición que describe los ejes visuales cuando se observa un punto en visión próxima. Por tanto, la convergencia producida por los ejes visuales de ambos ojos permite tener una fusión binocular y seguir observando un objeto nítido en diferentes distancias próximas.⁵
- Cuando el ángulo entre los ejes visuales disminuye al ver un punto de interés en visión lejana (Fig. 2B), se produce la **divergencia**.
- Si los ángulos que forman los ejes visuales compensan los giros e inclinaciones de la cabeza y las rotaciones de los ojos, se produce la **ciclovergencia**. Si estos movimientos son hacia dentro hablamos de inciclovergencia y si es hacia afuera, de exciclovergencia.²

Tanto la convergencia como la divergencia son movimientos binoculares que se realizan en dirección del eje horizontal, son por lo tanto las **vergencias horizontales**.

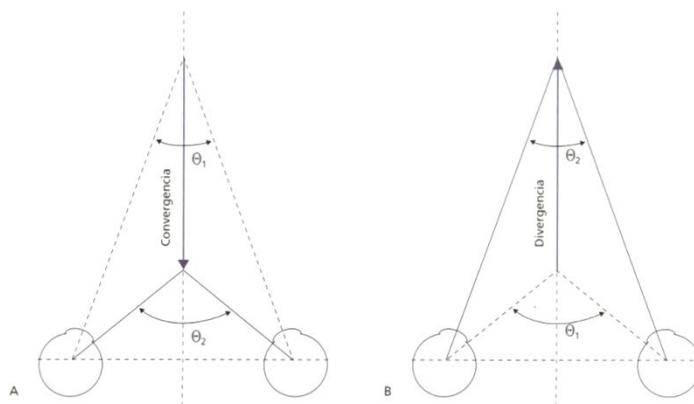


Fig. 2 Convergencia y divergencia.¹⁰

También están las llamadas **vergencias verticales**:

- En la **supravergencia**, el sistema binocular realiza movimientos disyuntivos en el eje vertical de los dos ojos, girando uno de los ejes visuales hacia arriba mientras que el otro se queda en depresión o no se mueve.

- En la **infravergencia**, ocurre lo contrario, el sistema binocular realiza movimientos disyuntivos en el eje vertical de los dos ojos, girando uno de los ejes visuales hacia abajo mientras que el otro se queda en elevación o no se mueve.

Estos movimientos disyuntivos en el eje vertical se realizan, según donde esté el punto de interés para mantener la imagen haplópica.^{2,5}

Por lo tanto, los movimientos oculares simultáneos no conjugados se pueden producir en todas las direcciones si el sistema oculomotor está en perfecto estado y esto es debido a la intervención de las vergencias.²

b) Según el estímulo (clasificación de Maddox)

- **Vergencia tónica:** se produce cuando no hay estímulos visuales próximos, disparidad del objeto ni borrosidad y es causado por el tono muscular, de ahí su nombre, representa la posición natural de los ojos.
- **Vergencia proximal:** también conocida como vergencia psíquica, se manifiesta cuando la persona toma conciencia de cómo un objeto se va aproximando, en esta situación la vergencia aumenta siendo un acto involuntario. Al realizar las tareas de cerca, la vergencia proximal es la que más interviene de los todos los componentes vergenciales.^{2,11}
- **Vergencia acomodativa:** la vergencia cambia al hacerlo la acomodación, estas dos funciones están relacionadas. Por ejemplo, cuando se observa con un solo ojo un objeto que se aproxima mientras que el otro está ocluido, no solo actúa la acomodación, sino que también actúa la vergencia. Aunque el otro ojo no perciba el objeto, ambos ojos se mueven.
- **Vergencia fusional:** cuando vemos un objeto doble, las imágenes de dicho objeto formadas en la retina no son correspondientes, generando una disparidad retiniana, éste actúa como un estímulo para la vergencia, por lo que el sistema binocular intenta compensar esta diplopía produciendo una vergencia para volver a formar una imagen haplópica.²

1.3 Acomodación

La córnea y el cristalino son las estructuras de mayor potencia, siendo la de la córnea unas 40 - 45 dioptras (D) aproximadamente, mientras que la del cristalino es casi la mitad, unas 20D aproximadamente.

Aunque el cristalino sea de menor potencia, éste posee una característica muy peculiar, puede **cambiar su potencia mediante un cambio de curvatura** (Fig. 3). De esta forma, cuando se quiere ver objetos que están a distancias diferentes, de lejos a cerca y viceversa, estos pueden ser enfocados para poder verlos nítidos en la retina, esto se denomina **acomodación**.^{5,8}

La acomodación y la convergencia, son parámetros que trabajan juntos, pero en la medida clínica se puede analizar por separado.

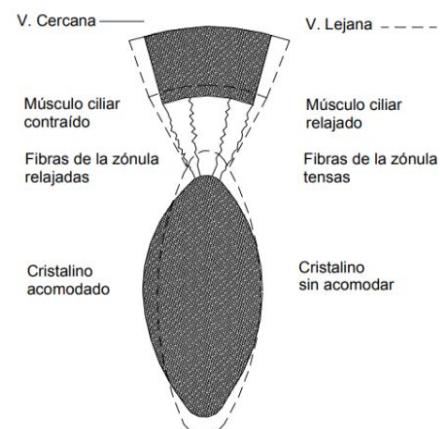


Fig. 3 Cambio de potencia del cristalino mediante la modificación del radio de curvatura para el enfoque en visión cercana y lejana.⁵

Como sostiene Puell Marín⁵, es una relación que varía con la edad y con los errores refractivos no compensados. A medida que avanza la edad, la amplitud de acomodación va disminuyendo mientras que la convergencia continua estable, aunque en algunos casos, según se pierde la capacidad acomodativa, aparecen problemas de convergencia.

Es necesario que la convergencia de los dos ojos sea exacta para así evitar la visión doble, mientras que la acomodación no necesita ser tan exacta debido a que la profundidad de foco, todavía permite ver una imagen retiniana nítida.⁵

Triada acomodación - convergencia - miosis

Para ver un objeto en visión próxima (VP) y por tanto nítido, no solo se produce la acomodación, si no que se produce otras dos acciones simultáneamente, la convergencia y la miosis. Estas tres acciones están inervadas por el tercer par craneal, aunque son independientes, están enlazados funcionalmente. Por tanto:

- **La acomodación** es la acción que permite enfocar la imagen mediante los cambios de curvatura del cristalino aumentando el poder dióptrico del ojo.
- **La convergencia** es el movimiento y alineación de los ejes visuales hacia adentro permitiendo dirigir la mirada hacia el objeto en distancia próxima.
- **La miosis** es generada por la contracción del esfínter de la pupila disminuyendo del diámetro pupilar. Con esta acción, aumenta el foco de profundidad, regula la entrada de luz y disminuye las aberraciones ópticas.

Al ser estas acciones simultáneas, cuanto más próximo esté un objeto, mayor es la convergencia y por tanto, mayor es la acomodación y la miosis.^{3,5}

Con este estudio, se pretende comparar los resultados de las pruebas binoculares vergenciales y acomodativas, realizadas con y sin control antisupresión.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo, es evaluar si se obtienen diferencias en los resultados de los test binoculares vergenciales y acomodativos cuando aplicamos un control antisupresión, respecto a los test sin control antisupresión.

2.2 Hipótesis

Como consecuencia del objetivo planteado, se formuló la siguiente hipótesis:

“Los resultados de las pruebas binoculares, no se ven afectadas cuando se realicen con o sin control antisupresión”.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación es un estudio comparativo, en el cual se evalúa el comportamiento del sistema vergencial y acomodativo cuando se realizan las pruebas con un control antisupresión o sin él. Las medidas se llevaron a cabo en las instalaciones en la Facultad de Ciencias de la universidad de Zaragoza. La evaluación optométricas de cada sujeto fue realizada por la misma investigadora en una sola visita durante un tiempo aproximado de 30 minutos.

La muestra estaba compuesta por un grupo de personas jóvenes sanas que se presentaron de forma voluntaria. Participaron 30 sujetos, de los cuales el 21 eran mujeres (70%) y 9 hombres (30%) dentro del rango de edad de 18 a 32 años, siendo la media de edad de $23,90 \pm 3,62$ años.

3.1 Procedimiento

Con todos los sujetos se siguió el siguiente procedimiento para la realización de este estudio.

Antes de realizar cualquier evaluación, llenaron y firmaron la hoja de consentimiento informado (ANEXO I), en la que comprenden y aceptan su participación de forma voluntaria y se informan de que sus datos personales tendrán un carácter confidencial. Posteriormente se procedió a la recogida de los datos personales de los sujetos (ANEXO II).

A continuación, se realizaron las pruebas preliminares para confirmar su adecuación al estudio según para los siguientes criterios de inclusión y de exclusión.

- Criterios de inclusión
 - Edad comprendida de los sujetos desde los 18 hasta los 38 años.
 - Agudeza visual (AV) en visión lejana (VL) $\geq 0,8$ en escala decimal con su mejor corrección utilizando un optotipo ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study).
- Criterios de exclusión
 - Presbicia.
 - Supresión.
 - Estrabismo.

Finalmente, si después de las pruebas preliminares la persona resultaba apto, se procedía a realizar las pruebas binoculares y acomodativas con y sin control antisupresión. En cuanto al orden de las pruebas, estas fueron realizadas de forma alternante, es decir, con un sujeto se empezaba con las pruebas sin el control antisupresión y con el siguiente individuo se comenzaba con las pruebas con el control antisupresión.

Todas las pruebas optométricas se han realizado con iluminación normal, salvo en la prueba del test de Worth en el que se debe atenuar la iluminación. Las distancias a las que se llevaron a cabo los test fueron 6 metros (m) para las pruebas de VL y 40 centímetros (cm) para las de visión próxima (VP).

Como **valores normales**, se tomó como referencia en este estudio los utilizados por Scheiman M¹¹

3.1.1 Pruebas preliminares

Se realizaron las siguientes pruebas preliminares (ANEXO II) para seleccionar los sujetos del estudio en base a los criterios de inclusión y de exclusión:

1. Medida de la refracción objetiva en el auto-refractómetro.
2. Si el sujeto era usuario de gafas, se midieron en el frontofocómetro.
3. Medida de la AV con escala decimal y optotipo ETDRS con su corrección habitual.
4. Refracción subjetiva.
5. Test de Worth para excluir sujetos con supresión.
6. Cover Test para excluir sujetos con estrabismos.

Una vez obtenida la refracción subjetiva, el sujeto portaba si era necesario la misma en la gafa de prueba para la realización del resto de la valoración.

Realización de las pruebas

3.1.1.1 Test de Worth

Con esta prueba se evalúa el estado de la visión binocular. En el caso de este estudio se evalúa la fusión del sujeto y se comprueba que no esté suprimiendo.^{3,11} En la figura 4 vemos el material utilizado.



Fig. 4 Linterna de Worth y gafas anaglifas rojo/verde.

Se realiza primero a una distancia próxima de 40 cm y posteriormente a una distancia lejana de 6 m. El resultado debe de ser 4 luces como valor normal.¹¹

3.1.1.2 Cover Test (CT)

Sirve para detectar de manera objetiva la presencia, la dirección y la magnitud de cualquier desviación de los ejes visuales. Esta desviación puede ser latente, que se conoce como foria, o manifiesta, que se conoce como tropia.^{3,12} Como sostienen Antona B. y col.¹³ el CT es la prueba para la medición objetiva de las heteroforias que más repetibilidad tiene.

Con iluminación normal, se realiza la prueba primero a 6 m para distancias lejanas con un estímulo acomodativo de columna de letras de dos líneas inferior a su AV, en segundo lugar se realiza para distancias próximas a 40 cm con una carta de una columna de números de AV=0,8 como la mostrada en la figura 5.

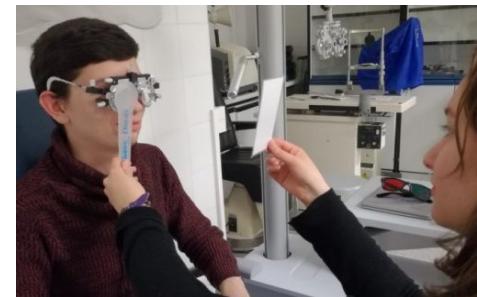


Fig. 5 Realización del CT alternante en VP.

Los valores normales en dioptrías prismáticas (Δ) de esta prueba son:

CT	Resultado (Δ)	Desviación estándar (Δ)
VL	1 exo (BI)	± 2
VP	3 exo (BI)	± 3

Tabla 1. Valores normales del CT.¹¹

3.1.2 Pruebas binoculares y acomodativas

Se realizaron las siguientes pruebas binoculares y acomodativas objeto de estudio (ANEXO II).

Realización de las pruebas

3.1.2.1 Punto próximo de convergencia (PPC)

Con esta prueba, se evalúa la capacidad total de convergencia que tiene la persona, con la que es capaz de hacer para mantener la fusión.¹⁴

Con iluminación normal, el sujeto portando su corrección habitual en cerca, colocamos la linterna (estímulo no acomodativo) a una distancia de 40 cm del vértice corneal si no lleva gafas o del plano de las gafas si las lleva.

Se le indica al sujeto que observe la luz puntual y que avise cuando perciba dos luces, mientras que se va aproximando el estímulo e intenta mantener la fusión. En el momento que hay diplopía es el **punto de rotura**. A continuación se aleja la linterna diciéndole al sujeto que indique cuando vuelva a percibir una sola luz, **punto de recobro** (Fig. 6). Se anotan ambas distancias en centímetros. Se realizan 3 medidas y se obtiene el valor medio.

Se vuelve a repetir el proceso pero anteponiéndole un **filtro rojo en el OD** (Fig. 6), pues el filtro rojo actúa como disociador.¹²

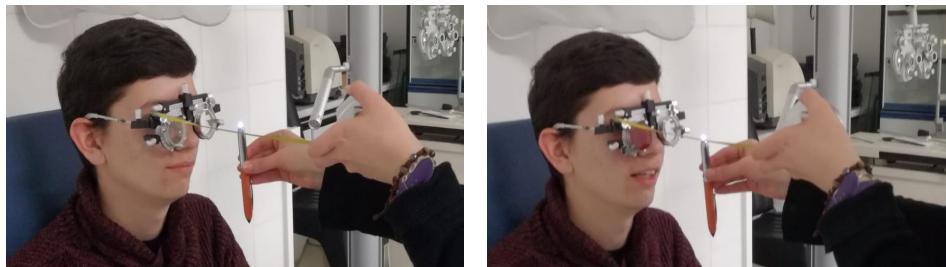


Fig. 6 En la imagen de la izquierda se observa la realización del PPC con linterna y en la imagen derecha con linterna y filtro rojo en OD.

Como valor normal del PPC con linterna es 3-5 cm, siendo el primer valor el punto de rotura y el segundo valor el punto de recobro. También se considera valor normal hasta la nariz (HLN) considerándose numéricamente como 0 cm.¹¹

3.1.2.2 Vergencias fusionales relativas horizontales con barra de prismas (vergencias a pasos)

Esta prueba, evalúa la capacidad del sistema visual binocular que tiene la persona para realizar movimientos de vergencias fusionales negativas (VFN) y vergencias fusionales positivas (VFP), siendo necesarios para en mantener la fusión de la imagen presentada.^{3,12}

Las reservas fusionales de un individuo se caracterizan midiendo tres parámetros:

- **Emborronamiento:** en ella se mide la cantidad de vergencia fusional libre de acomodación, el punto donde se rompe la relación vergencia-acomodación. La imagen se verá borrosa por la disparidad retiniana.
- **Rotura:** en el punto de rotura, cuando el sujeto agote las reservas fusionales y no sea capaz de compensar la disparidad retiniana, verá la imagen doble.
- **Recobro:** este punto, informa sobre la habilidad que tiene la persona para recuperar la fusión después de producirse una situación de diplopía.^{11,12}

Al utilizar una barra de prismas, el sujeto no percibirá borrosidad. El punto de rotura aparece cuando el sistema motor no puede compensar la disparidad retiniana, mientras que el punto de recobro sucede cuando el sistema motor si la puede compensar.^{3,12}

Se comienza midiendo las VFN (medida de la divergencia) con prismas de base interna (BI) y luego la VFP (medida de la convergencia) con prismas de base externa (BE). Se medirá primero la divergencia debido a que los prismas de BE afectan a la acomodación y a la convergencia pudiendo modificar los resultados de la VFN. Ambas, se realizan tanto en VL como en VP. El sujeto ha de estar observando todo el tiempo una columna de letras o números, dos líneas inferior a su AV.

Se antepone la barra de prismas delante del OD. Se irá aumentando la potencia de la base ya sea BI o BE hasta que el sujeto indique que ve doble (**punto de rotura**). Después de esto,



Fig. 7 Realización de las VFN sin control antisupresión en VL.

se disminuye la potencia de la base hasta que vuelve a ver una única imagen (**punto de recobro**) (Fig. 7).

Los valores normales, son los siguientes:

Vergencias a pasos	Resultados en VL (Δ)	Resultados en VP(Δ)
VFN (BI)	x/7/4	x/13/10
VFP (BE)	x/11/14	x/19/14

Tabla 2. Valores normales de las vergencias horizontales a pasos realizados en VL y en VP.¹¹

Para realizar la prueba **con control antisupresión** se superpone la barra de lectura polarizada encima del optotipo que se le presenta al sujeto ya sea en VL o en VP. La persona se coloca la gafa polarizada encima de la gafa de prueba, tal y como se observa en la figura 8.



Fig. 8 Realización de las VFN en VP con el control antisupresión.

Cuando el sujeto observa binocularmente, percibe toda la línea de letras en vertical, algunas letras las verá con una franja transparente y otras letras con un franja gris (Fig. 9). Si suprime un ojo, verá como algunas letras desaparecen porque alguna franja polarizada se ha puesto negra (Fig. 10).

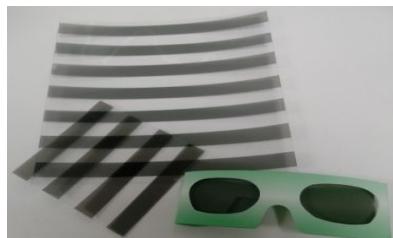


Fig. 9 Filtros y gafas polarizadas utilizados para la realización de las pruebas con el control antisupresión.

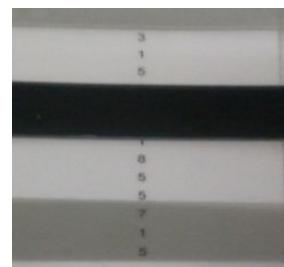


Fig. 10 Representación de lo que vería el sujeto con el control antisupresión cuando suprime un ojo.

A efectos estadísticos, cuando se realiza el test con control antisupresión, se toma como punto de rotura la cantidad prismática con la que el sujeto ve doble o cuando suprime algún ojo. Cuando se disminuye la potencia del prisma, el individuo volvería a ver una imagen haplópica o vuelve a aparecer la letra o número, cuando se encuentre en el punto de recobro.

3.1.2.3 Flexibilidad vergencial (FV)

Con este test, se mide la capacidad que tiene el sistema vergencial fusional de la persona, para realizar cambios rápidos y precisos durante un periodo de tiempo.

En este caso, se valoran los ciclos producidos en la vergencia fusional que es capaz de hacer durante un minuto.^{11,14}



Fig. 11 Flipper prismáticos de 3 Δ BI/12 Δ BE.

Para esta prueba, se dispone de un flipper prismático de potencia $3\Delta BI/12\Delta BE$ (Fig. 11). Con la BI se estimula la divergencia mientras que con la BE se estimula la convergencia. La persona ha de estar observando todo el tiempo una columna de letras o números, dos líneas inferior a su AV.

Se anteponen primero los prismas BI y una vez que el sujeto indica que ve una imagen única y nítida, se volteea el flipper para anteponer los prismas BE. Cada vez que el individuo avise de que ve una imagen nítida, se volteea el flipper. Se cuenta los ciclos por minuto (cpm) que ha realizado el sujeto.

Los valores normales, son los siguientes:

FV en VL y en VP	cpm
$3\Delta BI/12\Delta BE$	12-15

Tabla 3. Valores normales de la FV realizados en VL y en VP.¹¹

Para realizar la prueba **con control antisupresión**, la persona porta la gafa polarizada delante de su mejor corrección y se superpone la barra de lectura polarizada encima del optotipo ya sea en VL o en VP que se le presenta al sujeto, tal y como se observa en la figura 12.

En este caso, cuando se anteponen los prismas, la persona debe de indicar cuando vea una imagen haplópica y nítida, o puede observar que algunas de las letras o números desaparecen (supresión). Se le indica al paciente que, cuando suceda esto, espere y avise cuando vuelva a percibir una única imagen nítida.

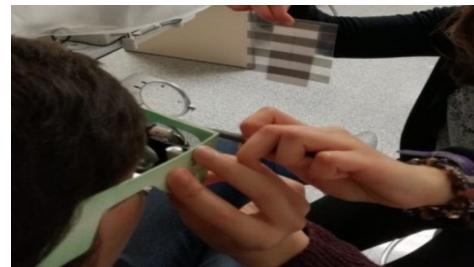


Fig. 12 Realización de la FV en VP con el control antisupresión.

3.1.2.4 Flexibilidad acomodativa binocular (FAB)

Esta prueba, mide la capacidad que tiene el sistema visual en realizar cambios rápidos y eficaces de respuesta acomodativa durante un periodo determinado. Es decir, la capacidad de enfocar rápidamente objetos que estén tanto en distancia lejana como en distancia próxima. Se valora los cambios producidos que es capaz de hacer el sujeto durante un minuto.^{12,14}

Para esta prueba, se dispone de un flipper de lentes de potencia **0,00D/-2,00D** para hacerlo **en VL**. Con la lente de -2,00D se estimula la acomodación y con 0,00D se relaja la acomodación. El individuo ha de estar observando todo el tiempo una columna de letras vertical (dos líneas inferior a su AV). La prueba se empieza con la lente negativa.

Cada vez que el individuo avise de que ve una imagen nítida, se pone o se quita el flipper según en la posición de la potencia de la lente en la que se está. Se anotan los cpm que ha realizado el sujeto.



Fig. 13 Flipper de potencias +2,00D/-2,00D.

En VP, se realiza el mismo procedimiento pero con un flipper de lentes de potencias **+2,00D/-2,00D** y un optotipo de columna de números (de AV=0,8). Con la lente de +2,00D se relaja la acomodación y con -2,00D se estimula la acomodación. La prueba se empieza con la lente positiva. En la figura 13 se puede ver una foto de los flipper.

Los valores normales, son los siguientes:

	FAB	cpm
VL	0,00D / -2,00D	8 ± 5
VP	+2,00D / -2,00D	

Tabla 4. Valores normales de la FAB realizados en VL y en VP.¹¹

Para realizar la prueba **con control antisupresión** se superpone la barra de lectura polarizada encima del optotipo ya sea en VL o en VP que se le presenta al sujeto. La persona se coloca la gafa polarizada encima de la gafa de prueba. Se le indica al individuo el mismo protocolo realizado sin control antisupresión, tanto para VL como para VP.

En este caso, el sujeto debe de avisar cuando observe una imagen nítida o puede observar que algunas de las letras o números desaparecen (supresión). Se le indica a la persona que, cuando suceda esto, espere y avise cuando vuelva a percibir una única imagen nítida.

3.2 Análisis de los resultados

Todos los resultados obtenidos en las pruebas realizadas han sido registrados en una base de datos elaborada con Microsoft Office Excel 2007 que posteriormente fueron transferidos al programa estadístico SPSS 22.0 (Statistical Product and Service Solutions, Inc., Chicago, IL, EEUU) para realizar el análisis estadístico. Las variables obtenidas fueron cuantitativas y se definieron con la media y la desviación estándar.

Al ser la muestra igual a 30 sujetos, se utilizó el test de normalidad de Shapiro-Wilk para analizar si las variables seguían una distribución normal. Para aceptar o refutar la hipótesis se han empleado el test de T de Student si sigue la muestra una distribución normal o el test para muestras no paramétricas de Wilcoxon si no la sigue. Los niveles de $p < 0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos.

4. RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo de la muestra

A continuación, se incluye la estadística descriptiva de cada uno de los parámetros evaluados tanto con el control antisupresión como sin él, siendo el número de sujetos de la muestra total, $N=30$.

En la tabla 5 se muestran los valores mínimos, máximos, la media y la desviación estándar de los datos obtenidos del PPC. En la rotura y en el recobro, la fila sin color corresponde al test realizado sin el control antisupresión y la fila con color, es el realizado con el control antisupresión.

N=30		Control antisupresión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
PPC (cm)	Rotura	Sin	0,00	9,80	3,36	±4,00
		Con	0,00	11,60	4,96	±4,57
	Recobro	Sin	0,00	11,60	3,95	±4,69
		Con	0,00	13,30	5,84	±5,35

Tabla 5. Estadística descriptiva del PPC realizados con y sin control antisupresión.

Se puede observar cómo empeoran los resultados del punto de rotura y recobro cuando se realizan con el control antisupresión, alejándose el PPC.

En la tabla 6 se muestran los valores mínimos, máximos, la media y la desviación estándar de los datos obtenidos de las vergencias horizontales a pasos. Tanto en VL como en VP, para las BI y BE, la fila sin color corresponde a la prueba realizada sin el control antisupresión y la fila con color, es la realizada con el control antisupresión.

N=30		Control antisupresión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
Vergencias a pasos Rotura (Δ)	VL	BI	Sin	8,00	20,00	11,30
		BI	Con	4,00	16,00	8,52
		BE	Sin	12,00	40,00	20,57
		BE	Con	4,00	35,00	12,83
	VP	BI	Sin	14,00	25,00	18,00
		BI	Con	6,00	25,00	14,04
		BE	Sin	18,00	45,00	29,91
		BE	Con	12,00	35,00	22,39
Vergencias a pasos Recobro (Δ)	VL	BI	Sin	2,00	16,00	6,80
		BI	Con	1,00	14,00	4,73
		BE	Sin	4,00	20,00	11,33
		BE	Con	2,00	18,00	7,40
	VP	BI	Sin	6,00	18,00	12,27
		BI	Con	2,00	14,00	8,67
		BE	Sin	8,00	30,00	17,43
		BE	Con	1,00	25,00	12,87

Tabla 6. Estadística descriptiva de las vergencias horizontales a pasos realizados con y sin control antisupresión.

Se puede observar cómo empeoran los resultados para cada parámetro cuando se realizan con el control antisupresión, disminuyéndose las dioptrías prismáticas (Δ).

En la tabla 7 se muestran los valores mínimos, máximos, la media y la desviación estándar de los datos obtenidos de la FV y FAB. Tanto en VL como en VP, la fila sin color corresponde a la prueba realizada sin el control antisupresión y la fila con color, es la realizada con el control antisupresión.

N=30		Control antisupresión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
FV (cpm)	VL	Sin	0,00	21,00	12,43	±5,57
		Con	0,00	17,00	8,77	±5,02
	VP	Sin	7,00	25,00	16,33	±4,99
		Con	3,00	21,00	12,67	±4,77
FAB (cpm)	VL	Sin	0,00	26,00	12,83	±6,17
		Con	0,00	17,00	9,07	±4,75
	VP	Sin	4,00	25,00	13,03	±5,10
		Con	2,00	20,00	10,13	±4,29

Tabla 7. Estadística descriptiva de los test FV y FAB realizados con y sin control antisupresión.

Se puede observar cómo empeoran los resultados tanto en VL como en VP para ambas pruebas cuando se realizan con el control antisupresión, disminuyéndose los cpm.

4.2 Análisis comparativo de la muestra

Para comparar los resultados de la muestras emparejadas, se realizó mediante el test de la T de Student para la FV y FAB ya que seguían una distribución normal, mientras que para el PPC y las vergencias horizontales a pasos se realizó mediante el test de Wilcoxon debido a que la muestran no sigue una distribución normal, pues el valor de significación $p < 0,05$ tanto en el punto de rotura como en el de recobro, con y sin control antisupresión.

En las tablas 8, 9 y 10, se representa para cada parámetro, la media de las diferencias entre valores realizados sin y con control antisupresión, la desviación estándar y el valor de significación p.

N=30		Media de la diferencia	Desviación Estándar	P
PPC (cm)	Rotura	-1,60	2,68	0,000
	Recobro	-1,89	3,41	0,000

Tabla 8. Análisis comparativo de los valores del PPC realizados con y sin control antisupresión. Se representa la media de la diferencia, la desviación estándar y el valor de significación p.

N=30		Media de la diferencia	Desviación Estándar	P
Vergencias a pasos Rotura (Δ)	VL	BI	2,73	2,38
		BE	6,60	4,13
	VP	BI	3,50	3,37
		BE	7,23	4,10
Vergencias a pasos Recobro (Δ)	VL	BI	2,07	1,82
		BE	3,93	3,34
	VP	BI	3,60	3,17
		BE	4,57	3,22

Tabla 9. Análisis comparativo de los valores de las vergencias horizontales a pasos realizados con y sin control antisupresión. Se representa la media de la diferencia, la desviación estándar y el valor de significación p.

N=30		Media de la diferencia	Desviación Estándar	P
FV (cpm)	VL	3,67	2,45	0,000
	VP	3,67	2,04	0,000
FAB (cpm)	VL	3,77	3,04	0,000
	VP	2,90	1,97	0,000

Tabla 10. Análisis comparativo de los valores de los test FV y FAB realizados con y sin control antisupresión. Se representa la media de la diferencia, la desviación estándar y el valor de significación p.

Se puede apreciar, que se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$) para todos los parámetros analizados y por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

5. DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo es analizar si hay diferencias en los resultados obtenidos en diferentes pruebas que valoran la visión binocular y la acomodación cuando se realizan con y sin control antisupresión.

Scheiman y Wick¹¹ sostienen que hay estudios en los que se ha demostrado que ciertos sujetos al utilizar las tarjetas anaglifas, tienen más dificultad a la hora de fusionar que con los test polarizados. Es por eso que, como control antisupresión, se ha elegido en este trabajo la utilización de filtros y gafas polarizadas puesto que son menos supresores que los filtros y gafas anaglifas (rojo-verde).

Partiendo de los valores normales de Scheiman y Wick¹¹, se analizaron los parámetros de las pruebas binoculares y acomodativas de todos los sujetos de la muestra. Respecto a los resultados obtenidos en las tablas 5, 6 y 7 se observa que, para cada uno de los parámetros, los valores empeoran cuando se aplica el control antisupresión. Al comparar los resultados de las muestras emparejadas reflejadas en las tablas 8, 9 y 10 se obtuvo el valor de significación $p < 0,05$ para cada una de las pruebas. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula debido a que hay una diferencia estadísticamente significativa entre realizar las pruebas con y sin el control antisupresión. Esto significa que los valores normales, para cada una de las pruebas, con el filtro antisupresión son menores a los que se obtienen haciendo el test sin el control antisupresión.

PPC

Cabe destacar que los valores normales para esta prueba son diferentes según el estímulo con el que se realice. En el presente estudio, esta prueba se realizó con un estímulo no acomodativo (luz puntual) y los valores normales son 0,50 cm más alejados que si se realizara con uno acomodativo. Al utilizar la luz puntual y el filtro rojo, es posible controlar si existe supresión y debido a que es una prueba más disociante y cuesta más mantener la fusión, los valores del PPC son más alejados, tanto en los puntos de rotura como en los de recobro.^{11,12}

Analizando la tabla 5, cuando se aplica el filtro rojo como control antisupresión, se observa un empeoramiento en los resultados, esto indicaría un alejamiento del PPC. Comparando los resultados obtenidos en la tabla 8, se observa que hay diferencias estadísticamente significativas cuando se realiza la prueba con y sin filtro rojo ($p=0,000$). Sin embargo, clínicamente no hay diferencias, puesto que la media de la diferencia de realizar la prueba con y sin filtro, es de 1,60 cm y 1,89 cm en el punto de rotura y recobro respectivamente, estando dentro del valor del error. Esto podría indicar que la prueba puede realizarse con o sin supresión pero hay que tener en cuenta que la población estudiada en esta investigación, en principio, no presenta problemas binoculares.

Según Antona B. y col.¹², los valores medios esperados para sujetos con una VB normal, utilizando un estímulo acomodativo es de $2,50 / 4,50 \pm 2,50$ cm, siendo el primer valor el punto de rotura y el segundo el de recobro. Si se utiliza un estímulo de luz puntual con filtro rojo, el valor medio aumenta 0,50 cm respecto a los valores anteriores. En el presente estudio, los valores obtenidos con luz puntual y filtro rojo son más elevados, aumentando aproximadamente 2 cm para los puntos de rotura y recobro. Estas diferencias pueden ser debidas al tamaño de la muestra analizada por la citada autora¹² así como la diferencia de edad respecto a la de este estudio. Por otra parte, Antona¹² expone que no hay diferencias significativas (ni estadísticamente ni clínicamente) en los valores medios cuando se realiza luz puntual sin y con el filtro rojo. Sin embargo, en éste trabajo, si se obtiene diferencia estadística pero no en la clínica.

En una investigación realizada por Scheiman y col.¹⁵, incluyendo sujetos con una VB normal y sujetos con insuficiencia de convergencia, tampoco encontraron diferencias significativas utilizando un estímulo acomodativo, una linterna puntual y luego linterna puntual con gafas rojo-verde. Obtuvieron como resultados de la muestra de sujetos con VB normal, con la tarjeta acomodativa

2,49 cm y 4,35 cm el valor medio del punto de rotura y recobro respectivamente; con la luz puntual 2,06 cm y 3,74 cm el valor medio del punto de rotura y recobro respectivamente; y con la luz puntual y gafas rojo-verde 2,38 cm y 4,35 cm el valor medio del punto de rotura y recobro respectivamente. En la muestra de sujetos con insuficiencia de convergencia, los valores obtenidos eran mucho más elevados, siendo el valor medio del punto de rotura y recobro con la tarjeta acomodativa 9,32 cm y 12,47 cm respectivamente; con la luz puntual 11,86 cm y 17,68 cm el valor medio del punto de rotura y recobro respectivamente; y con la luz puntual y gafas rojo-verde 14,75 cm y 20,59 cm el valor medio del punto de rotura y recobro respectivamente.

Nuestro estudio obtiene con la linterna puntual un valor medio del punto de rotura y recobro de 3,36 cm y 3,95 cm respectivamente; y con la linterna puntual y filtro rojo de 4,96 cm y 5,84 cm respectivamente, por lo que se obtienen valores más elevados que los de Scheiman y col.¹⁵. Esta diferencia puede deberse al número de sujetos de este trabajo y por realizarlo con otro tipo de filtro antisupresor.

Por un lado, Antona¹² opina que es útil evaluar el PPC utilizando diferentes estímulos: acomodativo, luz puntual y luz puntal con filtro rojo. Por otro lado, Scheiman y Wick¹¹ recomiendan realizar esta prueba dos veces, utilizando la primera vez un estímulo acomodativo y luego una linterna puntual con gafas rojo-verde como control antisupresión. Es necesario destacar que aproximadamente la mitad de los sujetos de nuestra muestra, al aplicar el filtro rojo, el punto de rotura se alejaba bastante de los valores normales. Sería preciso realizar un estudio con mayor número de personas e incluir en el mismo, sujetos con insuficiencia de convergencia. De esta forma se podría analizar si el filtro afecta más a un grupo de individuos asintomáticos o a aquellos sujetos sintomáticos con insuficiencia de convergencia.

Vergencias horizontales a pasos

Las vergencias fusionales horizontales pueden realizarse de dos maneras: con prismas de Risley en el foróptero o con barras de prismas fuera del foróptero. Con barras de prismas, es posible apreciar los movimientos de los ojos y cabeza del sujeto, ver el momento que la persona pierde la binocularidad o saber si está respondiendo de forma fiable.¹¹

Antona B. y col.¹⁶ afirman que ambos métodos tienen una alta repetibilidad para medir las VFN pero más baja para las VFP. En los valores de los puntos de rotura y recobro para las BI y BE, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre realizarlas con prismas de Risley en el foróptero o con barras de prismas fuera de él. Sin embargo, no se pueden intercambiar en la medición clínica puesto que los valores normales son diferentes si se realiza con un método u otro.

Observando los resultados, en la tabla 6, se aprecia de manera clara como empeoran los valores cuando se aplica el control antisupresión, disminuyendo las dioptrías prismáticas (Δ). Comparando los resultados entre ambos métodos la tabla 9, se observa que hay diferencias significativas en los puntos de rotura y recobro, en las BI y BE tanto en VL como en VP cuando se aplica el control de antisupresión ($p=0,000$).

No obstante, clínicamente no se considera una diferencia significativa, en el caso de los puntos de rotura para las BI en VL y VP puesto que están dentro de la medida del error, en cambio para las BE tanto en VL como en VP sí se observan diferencias. De manera contraria, en los puntos de recobro para las BI y BE en VL y en VP se observan diferencias clínicamente significativas.

Una investigación realizada por McDaniel C y Fogt N.¹⁷ estudian la adaptación de la vergencia en los test de vergencia fusional horizontal y de flexibilidad vergencial (FV), es decir, estudian la adaptación de la heteroforia de los sujetos, a la potencia prismática ya sea de la barra de prismas o del flipper con el que realizan la medición. A diferencia de este trabajo, solo obtienen resultados de las VFP en VP, pues ellos aseguran que, en los resultados de las vergencias fusionales horizontales y la FV, tanto en VL como en VP, la adaptación de la vergencia es similar para los prismas BI y BE. Al igual que se hace en este estudio, utilizaron barras de lecturas y gafas polarizadas. Tanto en su trabajo como en este, no se observaron casos de supresión.

En sus resultados obtuvieron que la media (de 3 sesiones en diferentes días) del punto de rotura de las BE en VP con el control antisupresión fue de $31,58 \pm 9,70 \Delta$, mientras que en el presente estudio el valor que se obtuvo fue de $22,39 \pm 7,18 \Delta$, siendo en su investigación una diferencia notable de 9Δ superior a este. Cabe destacar que su trabajo no reflejan los resultados del punto recobro de la BE, aunque si mencionan haberlo hecho. Por otra parte, reflejan los resultados del punto de borrosidad que los sujetos percibieron aun haciéndolo con barras de prismas. Además, McDaniel y Fogt¹⁷, comparan los resultados de las VFP con los de las FV, en el que buscaban si existía alguna correlación entre ambas pruebas, pero los resultados que obtuvieron no mostraron ninguna correlación.

FV

En esta prueba no está estandarizada la cantidad prismática a utilizar. Existen flipper prismáticos de diferentes combinaciones de potencias, como por ejemplo $8\Delta BI/ 8\Delta BE$; $3\Delta BI/ 12\Delta BE$ y $5\Delta BI/ 15\Delta BE$. Dependiendo de las potencias prismáticas los valores normales varían.

En este estudio se ha empleado un flipper de potencia de $3\Delta BI/ 12\Delta BE$ puesto que hay investigaciones que han confirmado la buena repetibilidad que tiene la prueba al usar estas potencias. Uno de esos estudios¹⁸ compara diferentes potencias prismáticas en dos grupos, un grupo control de sujetos sin síntomas (aquellos que están dentro de los valores normales) y otro grupo en el que incluye sujetos con síntomas (aquellos que están fuera de los valores normales). Concluyeron, que la potencia de $3\Delta BI/ 12\Delta BE$ presentaba buena repetibilidad, más en VP que en VL. Obviamente, los resultados de cpm de la FV no fueron los mismos entre el grupo control y el grupo de sujetos sintomáticos, pero daba buenos resultados diagnósticos en casos de anomalías de VB desde el punto de vista clínico.

En nuestro caso, la tabla 7, muestra cómo los resultados empeoran cuando se aplica el control antisupresión. Al comparar los resultados en la tabla 10, se observa que hay diferencias significativas en el número de cpm cuando se aplica el control antisupresión ($p=0,000$). Clínicamente también se observan diferencias, pues hay una reducción aproximadamente de 4 cpm en VL y en VP.

En la investigación realizada por Momeni-Moghaddam y col.¹⁹, utilizan también un flipper de potencias $3\Delta BI/ 12\Delta BE$. Sin embargo, solo realizan la prueba en VP y separando en dos grupos la muestra de sujetos, un grupo asintomáticos y un segundo grupo de sujetos sintomáticos de acuerdo con un cuestionario de síntomas de insuficiencia de convergencia. La diferencia de este estudio, es el optotipo con el que realizan la prueba, es hecha con tres tipos de optotipos diferentes. Primero la realizan con una columna vertical de letras no estereoscópicas ($AV=0,6$) utilizando como control antisupresión la diplopía fisiológica. Después, usan un optotipo estereo-local (círculo Nº 5 de Titmus-Wirt de estereoagudeza 100 segundos de arcos) usando filtros y gafas polarizadas y finalmente un optotipo estereo-global (página Nº6 de Test TNO de estereoagudeza 120 segundos de arcos) con filtros y gafas anaglifas (rojo-verde).

Los resultados (valor medio y desviación estándar) que ellos obtienen de todos los sujetos en su conjunto es de $11,90 \pm 4,60$ cpm, $10,80 \pm 5,20$ cpm y $8,59 \pm 4,90$ cpm en los optotipos no estereoscópico, estereo-local y estereo-global respectivamente. Comparándolo con los resultados obtenidos en este estudio, la FV en VP sin control antisupresión es de $16,33 \pm 4,99$ cpm y con barras polarizadas es de $12,67 \pm 4,77$ cpm. Ellos obtuvieron aproximadamente 4 cpm menos en el optotipo de letras (no estereoscópico) y 2 cpm menos en el polarizado (estereo-local) respecto a este estudio. Estas diferencias pueden deberse a los distintos optotipos de medición y a la distinta muestra de sujetos que componen cada trabajo. Cabe destacar que, en su investigación, ellos también observaron una disminución de los cpm en los resultados de los test cuando se aplica un control antisupresión.

Por otro lado, al separar la muestra en dos grupos en sintomáticos y asintomáticos, observaron que los resultados también varían notablemente. En el grupo asintomático los resultados fueron más elevados siendo $15,24 \pm 2,43$ cpm, $14,59 \pm 3,07$ cpm y $12,40 \pm 2,09$ cpm en los optotipos no estereoscópico, estereo-local y estereo-global respectivamente. Sin embargo, ocurre lo contrario en el grupo de los sintomáticos, los resultados disminuyen de manera notable siendo $7,65 \pm 2,87$ cpm, $6,15 \pm 3,04$ cpm y $3,72 \pm 2,54$ cpm en los optotipos no estereoscópico, estereo-local y estereo-global respectivamente.

Observando los resultados obtenidos del grupo de asintomáticos, son los que más se parecen a este trabajo, pues la población estudiada en esta investigación, en principio, no presenta problemas binoculares.

En el mencionado trabajo de Momeni-Moghaddam y col.¹⁹, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,001$) en realizar la FV con los 3 métodos y separando la muestra de sujetos en sintomáticos y no sintomáticos. Sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre realizar la prueba con optotipo no estereoscópico y estereoscópicos dentro del grupo de los asintomáticos. Concluyeron, que esta prueba realizada con diferentes métodos estereoscópicos, es útil para identificar sujetos sintomáticos que tienen astenopia.

Sería necesario realizar una investigación con más números de sujetos y separar aquellos que están dentro y fuera de los valores normales. Sería preciso también establecer los valores normales estandarizados cuando se utilizan diferentes métodos de antisupresión, analizando si el uso del control antisupresión afecta más a un grupo o aquellos sujetos sintomáticos con problemas vergenciales.

FAB

Al igual que las anteriores pruebas, en la tabla 7, se aprecia que los resultados empeoran cuando se aplica el control antisupresión. En la tabla 10, se observa que hay diferencias estadísticamente significativas en el número de cpm cuando se aplica el control antisupresión. Esta diferencia es también significativa clínicamente, pues hay una reducción de aproximadamente 4 cpm en VL y 3 cpm en VP.

Diferentes autores^{11,12} recomiendan medir la FAB con un control antisupresión polarizado en aquellos sujetos que se sospechen que puedan tener supresión, puesto que puede falsear los datos.

Antona añade también, que el uso de gafas y filtros polarizados en este test, hace que disminuya el número de cpm, en aproximadamente 2 cpm, respecto a los valores sin control antisupresión.¹² No obstante, los resultados obtenidos en este estudio, se observa una reducción de 3,77 cpm en VL y

2,90 cpm en VP entre ambos métodos, siendo de manera aproximada una reducción de 2 cpm en VL y 1 cpm en VP más que en las diferencias obtenidas por dicha autora.

Pica y col.²⁰ compararon los resultados de esta prueba utilizando dos tipos de control antisupresión, con filtros polarizados y anaglifos (rojo-verde). Todos los sujetos realizaron la prueba con ambos controles, separando la muestra en dos grupos. El primer grupo comienza con los filtros polarizados y el segundo grupo con los filtros anaglifos. En el grupo 1, obtienen un resultado de $6,09 \pm 3,69$ cpm con los filtros polarizados y $4,47 \pm 3,33$ cpm con los filtros anaglifos. En el grupo 2 los resultados son similares, siendo $4,18 \pm 2,97$ cpm y $6,43 \pm 3,60$ en los filtros anaglifos y polarizados respectivamente. Comparando sus resultados con el presente estudio, en cuanto a los filtros polarizados, dichos autores obtienen un aumento de manera aproximada de 2,50 cpm tanto en el grupo 1 como en el 2. Estas diferencias pueden ser debidas al tamaño de la muestra analizada por los citados autores respecto a la de este estudio.

Ellos observaron que había diferencias estadísticamente significativas al realizar la prueba con ambos métodos ($p<0,0005$), e indicaron un incremento de 1,93 cpm al realizar la prueba con filtros polarizados respecto a los anaglifos. También indicaron que estos métodos no son intercambiables a la hora de compararlos con los valores normales de la prueba sin control antisupresión.

Por último cabe indicar que, este estudio presenta ciertas limitaciones. Por un lado, se realizó a un número pequeño de sujetos. Además, este estudio ha sido realizado con individuos sin problemas vergenciales ni acomodativos por lo que no es posible compararlo con otros estudios en los que incluyan personas con problemas de visión binocular.

Por lo tanto, es necesario realizar un estudio como este con mayor número de sujetos, separarlos en un grupo asintomático (dentro de los valores normales) y otro grupo con disfunciones vergenciales y acomodativas. Es imprescindible establecer valores normales estandarizados cuando se utilizan diferentes métodos de control de antisupresión, con el fin de obtener resultados con mayor precisión y fiabilidad en individuos con disfunciones de la VB y acomodativas.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio concluyen de la siguiente manera:

1. Existe una variación de los resultados de las pruebas binoculares y acomodativas cuando se aplica el control antisupresión, obteniéndose peores resultados en la media de cada uno de los parámetros estudiados.
2. Se obtienen diferencias estadísticamente significativas para cada parámetro cuando las pruebas se realizan con y sin el control antisupresión.
3. Aunque se obtiene significación estadística, las diferencias no son clínicamente significativas en el caso del PPC ni tampoco para los puntos de rotura de las BI en VL y VP. Por el contrario, si se observaron diferencias clínicamente significativas para los demás parámetros.
4. Es importante realizar estas pruebas con control antisupresión con el fin de obtener resultados más precisos y fiables.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Tan SL, Chen JM, Wang M, Zhou S, Xia WT. Research Progress of the Effects of Monocular Visual Impairment on Binocular Vision. *Fa Yi Xue Za Zhi*. [Internet]. 2018 [citado 11 sept 2019];34(1):67-72. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29577708>
2. Pons-Moreno AM, Martínez-Verdú FM. Fundamentos de visión binocular. Valencia: Publicacions de la Universitat de Valencia; 2004.
3. Martín-Herranz R, Vecilla-Antolínez G. Manual de Optometría. Madrid: Editorial Médica Panamericana, D.L.; 2010.
4. Seeing things in 3D. Little grey matters [Internet]. 2011 [citado 11 sept 2019]. Disponible en: <https://littlegreymatters.com/tag/stereo-blindness/>
5. Puell-Marín MC. Óptica Fisiológica: El sistema óptico del ojo y la visión binocular. Universidad Complutense de Madrid. [Internet]. Madrid: Editorial Complutense, S.A.; 2006 [citado 11 sept 2019]. Disponible en: https://eprints.ucm.es/14823/1/Puell_%C3%93ptica_Fisiol%C3%B3gica.pdf
6. Wallis S, Georgeson M. What is binocular fusion? Multiplicative combination of luminance gradients via the geometric mean. *J Vis* [Internet]. 2012 [citado el 11 sept 2019];12(9):47. Disponible en: <https://jov.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2140694&resultClick=1>
7. Hess RF, Thompson B. Amblyopia and the binocular approach to its therapy. *Vision Res.* [Internet]. 2015 [citado 11 sept 2019];114:4-16. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698915000528?via%3Dhub>
8. Hirota M, Morimoto T, Kanda H, Endo T, Miyoshi T, Miyagawa S, et al. Objective Evaluation of Visual Fatigue Using Binocular Fusion Maintenance. *Transl Vis Sci Technol* [Internet]. 2018 [citado 11 sept 2019];7(2):9. Disponible en: <https://tvst.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2676064>
9. Jainta S, Jaschinski W. Individual Differences in Binocular Coordination Are Uncovered by Directly Comparing Monocular and Binocular Reading Conditions. *Invest Ophthalmol Vis Sci* [Internet]. 2012 [citado 11 sept 2019];53(9):5762-9. Disponible en: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2166246>
10. Micó-Montés R. Optometría. Principios básicos y aplicación clínica. Barcelona: Elsevier España, S.A.; 2011.
11. Scheiman M, Wick B. Clinical Management of Binocular Vision: Heterophotic, Accommodative and Eye Movement Disorders. Philadelphia: J.B. Lippincott Company; 1994.
12. Antona-Peña B. Procedimientos clínicos para la evaluación de la visión binocular. 2^a Edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A.; 2018.
13. Antona B, González E, Barrio A, Barra F, Sánchez I, Cebrián JL. Strabometry precision: intra-examiner repeatability and agreement in measuring the magnitude of the angle of latent binocular ocular deviations (heterophorias or latent strabismus). *Binocul Vis Strabolog Q Simms-Romano* [Internet]. 2011 [citado 11 sept 2019];26(2):91-104. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21736550>

14. Ondategui-Parra JC. Examen clínico. En: Borrás-García MR, Gispets-Parcerisas J, Ondategui-Parra JC, Pacheco-Cutillas M, Sánchez-Herrero E, Varón-Puentes C. Visión binocular. Diagnóstico y tratamiento. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, S.L.; 1997. p. 27-38.
15. Scheiman M, Gallaway M, Frantz KA, Peters RJ, Hatch S, Cuff M, et al. Nearpoint of convergence: test procedure, target selection, and normative data. *Optom Vis Sci* [Internet]. 2003 [citado 11 sept 2019];80(3):214-25. Disponible en: https://wowvision.net/wp-content/uploads/2014/08/nearpoint_of_convergence_test_procedure_target-11.pdf
16. Antona B, Barrio A, Barra F, González E, Sánchez I. Repeatability and agreement in the measurement of horizontal fusional vergences. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2008 [citado 11 sept 2019];28(5):475-91. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18761485>
17. McDaniel C, Fogt N. Vergence adaptation in clinical vergence testing. *Optometry* [Internet]. 2010 [citado 11 sept 2019];81(9):469-75. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1529183910002770>
18. Gall R, Wick B, Bedell H. Vergence facility: establishing clinical utility. *Optom Vis Sci* [Internet]. 1998 [citado 11 sept 2019];75(10):731-42. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9798213>
19. Momeni-Moghaddam H, Goss DA, Dehvari A. Vergence Facility with Stereoscopic and Nonstereoscopic Targets. *Optom and Vis Sci* [Internet]. 2014 [citado 11 sept 2019];91(5):522-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24681831>
20. Pica M, Redmond MS, Zost M. Polarized versus anaglyphic materials for suppression control in binocular accommodative facility testing. *J Behav Optom*. [Internet]. 1996 [citado 11 sept 2019];7(2):43-5. Disponible en: <http://www.drupal.oepf.org/sites/default/files/jbo-volume-7-issue-2/7-2%20Zost.pdf>

8. ANEXOS

8.1 ANEXO I. CONSENTIMIENTO INFORMADO



CONSENTIMIENTO INFORMADO

D./Dña., mayor de edad, de años de edad, manifiesto que he sido informado/a sobre el estudio **COMPARACIÓN DE TEST BINOCULARES REALIZADOS CON Y SIN CONTROL ANTISUPRESIÓN** dirigido por las profesoras **Carmen López de la Fuente y María Concepción Marcellán Vidosa** de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza.

- He recibido, comprendido y aceptado toda la información del estudio a realizar, pudiendo hacer todas las preguntas que crea conveniente y obteniendo una respuesta satisfactoria.
- He comprendido que mi participación en el estudio es totalmente voluntaria y que puedo retirarme del mismo cuando quiera, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta de ninguna manera.
- También he sido informado/a que todos mis datos personales tendrán un carácter confidencial sin ser remitidos a terceras personas o instituciones según la ley 15/1999 de 13 de diciembre¹ y que en ningún caso podrán ser publicados de modo que pueda identificarme, salvo mi petición. Estoy de acuerdo en que mi consentimiento esté a disposición de este estudio en el que estoy participando a cargo de la investigadora responsable **Daniela Jurado Silva**.

Con todo lo anterior **otorgo mi consentimiento** informado firmando el presente documento.

Firma del participante:

Firma de la investigadora:

Nombre y fecha:

Nombre y fecha:

[1] A los efectos de lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal (en adelante LOPD), y el Real Decreto 994/1999, de 11 de junio, de Reglamento de Medidas de Seguridad de los Ficheros Automatizados que contengan Datos de Carácter Personal, el interviniente queda informado y expresamente consiente la incorporación de sus datos a los ficheros de carácter personal de los que sea responsable la Facultad de ciencias de la Universidad de Zaragoza.

La Universidad de Zaragoza garantiza que todos los datos personales y/o de sus familiares representados facilitados por el titular serán tratados con la mayor confidencialidad y en la forma y con las limitaciones previstas en la LOPD y demás normativa aplicable.



8.2 ANEXO II. HOJA DE PRUEBAS

HOJA DE PRUEBAS

DATOS PERSONALES

Nombre y apellidos:

VL: 6 m

VP: 40 cm

Sexo: M / F

Fecha de nacimiento:

¿Lleva gafas? (con fotofocómetro)

	ESF	CIL	EJE	AVcc	AVcc bin
OD					
OI					

AUTOREFRACTÓMETRO

	ESF	CIL	EJE
OD			
OI			

AGUDEZA VISUAL sc

	AV _{VL}	AV _{VL bin}	AV _{VP}	AV _{VP bin}
OD				
OI				

REFRACCIÓN SUBJETIVA (Equilibrio binocular)

	ESF	CIL	EJE	AV _{VL}	AV _{VL bin}	AV _{VP}	AV _{VP bin}
OD							
OI							

COVER TEST cc

VL	VP

TEST DE WORTH cc

VL	VP

PPC cc linterna (Normal)

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Media
cm				

PPC cc linterna (con filtro rojo en OD)

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Media
cm				

VERGENCIAS FUSIONALES RELATIVAS HORIZONTALES cc (Barra de prismas)

sin / con control antisupresión

	VFN (BI)	VFP (BE)
VL		
VP		

sin / con control antisupresión

	VFN (BI)	VFP (BE)
VL		
VP		

FLEXIBILIDAD VERGENCIAL cc

sin / con control antisupresión

cpm	
VL	
VP	

sin / con control antisupresión

cpm	
VL	
VP	

FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA BINOCULAR cc

sin / con control antisupresión

cpm	
VL (0,00 / -2,00)	
VP (+2,00 / -2,00)	

sin / con control antisupresión

cpm	
VL (0,00 / -2,00)	
VP (+2,00 / -2,00)	