



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE FARMACIA

TRABAJO FIN DE GRADO

**“PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN  
DE LA FUNCIÓN VERGENCIAL EN UN  
EXAMEN OPTOMÉTRICO”**

LORENA SORIA PEÑAS

SEVILLA, 3 DE JULIO DE 2017



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE FARMACIA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

“PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN VERGENCIAL EN UN  
EXAMEN OPTOMÉTRICO”

LORENA SORIA PEÑAS

SEVILLA, 3 DE JULIO DE 2017

DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA/ ÁREA ÓPTICA

TUTORA: M<sup>a</sup> CARMEN SÁNCHEZ GONZÁLEZ

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS EMPLEADOS.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS Y SÍMBOLOS.....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>36</b>

## RESUMEN

En este trabajo se realiza una revisión bibliográfica amplia, basada en la comparación de artículos con el fin de determinar que prueba diagnóstica es la más repetible y aceptada para el estudio del alineamiento de los ejes visuales, el examen de las reservas de vergencia fusional, la medida del punto próximo de convergencia y la flexibilidad de vergencia.

Se expone como el análisis de estos aspectos es esencial para conocer el estado de la visión binocular de un individuo. Mostrando así, la gran relación existente entre la función vergencial y la visión binocular.

Una vez determinado el método más repetible para medir cada uno de los parámetros que definen la función vergencial, se describe el procedimiento a seguir en cada prueba y las consideraciones a tener en cuenta. Además, se revisan artículos que describen un amplio rango de valores normativos de las diferentes habilidades del sistema vergencial. En ellos, se pone de manifiesto cómo la elección entre un valor normativo y otro, produce una variación significativa en la prevalencia de las disfunciones binoculares no estrábicas. De ahí, la importancia de no intercambiar los métodos utilizados para determinar los valores.

Se plantea como valores fuera de la norma son significativos en el diagnóstico de dichas disfunciones. También, se demuestra la alta prevalencia de las mismas, siendo muy importante su detección para poder tratarlas y así aliviar los síntomas asociados.

Por último, se recalca el gran interés de realizar un correcto examen de la función vergencial y relacionar valores anormales en las pruebas con posibles disfunciones binoculares no estrábicas.

**Palabras claves:** vergencias, visión binocular, prevalencia, disfunciones.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS EMPLEADOS

El objetivo de este glosario es aclarar el significado con el que se utilizan los términos expuestos en el transcurso de este trabajo de fin de grado.

**Concordancia.** Cuando existen diferentes métodos de medida para una misma variable, esta propiedad establece hasta qué punto los resultados obtenidos con distintos métodos son equivalentes. Es decir, evalúa variabilidad de los resultados entre dos pruebas que pretenden medir la misma variable (Antona, 2010).

**Repetibilidad.** Capacidad del método de medición para producir el mismo resultado (o uno estrechamente semejante) cada vez que se aplica el procedimiento en condiciones idénticas. Se puede decir que un determinado procedimiento presenta una buena **repetibilidad intra-examinadora** si tiende a producir el mismo resultado cuando se aplica por el mismo examinador en sucesivas ocasiones a un mismo paciente; y que presenta una buena **repetibilidad inter-examinadora** si tiende a ofrecer el mismo resultado cuando se aplica por varios observadores en un mismo individuo (Antona, 2010).

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS Y SÍMBOLOS

<b>AO</b>	Ambos ojos	<b>HLN</b>	Hasta la nariz
<b>AV</b>	Agudeza visual	<b>IC</b>	Insuficiencia de convergencia
<b>BI</b>	Base inferior	<b>ID</b>	Insuficiencia de divergencia
<b>BN</b>	Base nasal	<b>min</b>	Minuto
<b>BS</b>	Base superior	<b>OD</b>	Ojo derecho
<b>BT</b>	Base temporal	<b>OI</b>	Ojo izquierdo
<b>cc</b>	Con corrección	<b>OR</b>	Tarjeta acomodativa
<b>cm</b>	Centímetros	<b>PPC</b>	Punto próximo de convergencia
<b>cpm</b>	Ciclos por minuto	<b>sc</b>	Sin corrección
<b>CT</b>	Cover test	<b>VFN</b>	Vergencia fusional negativa
<b>D</b>	Dioptrías	<b>VFP</b>	Vergencia fusional positiva
<b>DVF</b>	Disfunción de la vergencia fusional	<b>VL</b>	Visión lejana
<b>EC</b>	Exceso de convergencia	<b>VP</b>	Visión próxima
<b>ED</b>	Exceso de divergencia	<b>y cols.</b>	Y colaboradores
<b>FR</b>	Filtro rojo	<b>Δ</b>	Dioptría prismática
<b>FV</b>	Flexibilidad de vergencia		

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el uso de las nuevas tecnologías implica un empleo excesivo de la visión intermedia-cerca. Como consecuencia los ojos son sometidos a un sobreesfuerzo continuado, afectando de forma directa a los músculos extrínsecos e intrínsecos. Ello implica que el sistema visual del sujeto sea incapaz de realizar este tipo de actividades de manera eficiente conduciéndole a malestar visual, fatiga o astenopia. En muchos casos, la causa es una anomalía en cualquiera de los sistemas acomodativo y/o vergencial; lo cual puede conducir al desarrollo de disfunciones binoculares no estrábicas y/o disfunciones acomodativas (García-Muñoz y cols., 2014).

Las disfunciones binoculares no estrábicas son un conjunto de alteraciones visuales que afectan al estado binocular y al rendimiento visual, manifestándose especialmente en tareas de visión cercana. Como resultado de este esfuerzo, el sistema visual puede sufrir una pérdida de eficiencia, originando una serie de signos que se manifiestan con la aparición de sintomatología variada incluyendo astenopia (García-Muñoz y cols., 2016).

Los signos se refieren a los hallazgos de las pruebas binoculares y los síntomas pueden incluir visión difusa en lejos o cerca, dolores de cabeza, diplopía, dificultad en la lectura y en muchos casos, imposibilidad de mantener una visión clara durante un período razonable de tiempo; estos síntomas corresponden a un cuadro de astenopia. Aunque ha habido varias clasificaciones para catalogar las disfunciones binoculares no estrábicas, la más común incluye: la insuficiencia de convergencia (IC), insuficiencia de divergencia (ID), exceso de convergencia (EC), exceso de divergencia (ED), exoforia básica, endoforia básica, disfunción de la vergencia fusional (DVF) y desviaciones verticales (Cacho-Martínez y cols., 2010).

Son numerosos los estudios que revelan la alta prevalencia de este tipo de disfunciones en la población. La prevalencia de una disfunción se refiere al número total de casos de un trastorno/ disfunción que existe de la población, ya sea durante un período de tiempo o punto en el tiempo (Cacho-Martínez y cols., 2010).

## Protocolo para la evaluación de la función vergencial en un examen optométrico

Cacho-Martínez y cols. (2010) realizan una estimación de la prevalencia de estas disfunciones, llevando a cabo una revisión sistemática de estudios publicados sobre prevalencia de las mismas entre 1986 y 2009. De los 660 artículos que identifican son 10 los que cumplen sus criterios de inclusión (7 estudios eran designados a niños y 3 a adultos), observándose una prevalencia para la insuficiencia acomodativa del 2-61,7% y para la insuficiencia de convergencia 2,25-33%.

Paniccia y Romero (2015) elaboran una selección aleatoria de 593 historias clínicas de pacientes existentes entre las edades de 5 y 20 años. Los pacientes habían participado en una evaluación optométrica completa entre los años 2004 y 2012. De los 593 registros evaluados, 156 niños (26,3%) no presentaron ninguna anomalía de visión binocular o acomodativa, 335 niños (56,5%) tuvieron alguna disfunción y 102 niños (17,2%) ambas. La prevalencia de disfunciones binoculares no estrábicas y acomodativas fue del 73,7%.

García-Muñoz y cols. (2016) estudian una muestra aleatoria de 175 estudiantes entre 18 y 35 años, encontrando una prevalencia de las disfunciones binoculares no estrábicas del 8%, de disfunciones acomodativas 2,29% y de ambas 2,86%.

Hussaindeen y cols. (2016) realizan un estudio transversal basado en la población rural y urbana de Tamil Nadu. Incluyeron a 920 niños con un rango de edad entre 7 a 17 años provenientes de cuatro escuelas, dos en cada una de las zonas rurales y urbanas. La prevalencia de anomalías no estrábicas de la visión binocular en las zonas urbanas y rurales fue de 31,5% y 29,6% respectivamente. La insuficiencia de convergencia fue la más prevalente (16,5% y 17,6% en las zonas urbanas y rurales, respectivamente) entre todos los tipos de anomalías no estrabísticas de la visión binocular. Se encontró que la prevalencia de estas anomalías era mayor en el grupo de edad de 13 a 17 años (36,2%) en comparación con 7 a 12 años (25,1%).

León y cols. (2016) incluyen en su estudio a 508 sujetos (298 mujeres y 210 hombres) entre 5 y 19 años. La prevalencia de disfunciones binoculares no estrábicas fue del 19,5%, de problemas acomodativos y vergenciales del 1,8% y de alguna de estas alteraciones del 17,7%.

Ovenseri-Ogbomo y Eguegu (2016) realizan un estudio transversal de 212 estudiantes, de los cuales 104 eran hombres (49,1%) y 108 (50,9%) mujeres de 15 a 28 años. Del total de 212 sujetos, 27 (12,7%) presentaron anomalías en la vergencia.

ARTÍCULO	PREVALENCIA (%)		
	Anomalías binoculares/ Acomodativas/ Ambas		
Cacho-Martínez y cols. (2010)	2,25-33	2-61,7	NR
Paniccia y Romero (2015)	NR	NR	17,2
García-Muñoz y cols. (2016)	8	2,29	2,86
Hussaindeen y cols. (2016)	29,6-31,5	NR	NR
León y cols. (2016)	19,5	NR	1,8
Ovenseri-Ogbomo y Eguegu (2016)	12,7	NR	NR
NR: No reportado			

**Tabla 1.** Tabla resumen que incluye la prevalencia de anomalías binoculares no estrábicas, acomodativas y ambas.

Debido a la alta prevalencia de estas disfunciones es necesaria la realización de un examen optométrico completo que evalúe tanto la función acomodativa como la vergencial. Nuestro propósito en este estudio es concluir qué pruebas diagnósticas para la medida de las distintas habilidades vergenciales son las más repetibles y así, poder ser aplicadas en cualquier estudio optométrico.

## RELACIÓN ENTRE VISIÓN BINOCULAR Y VERGENCIAS FUSIONALES

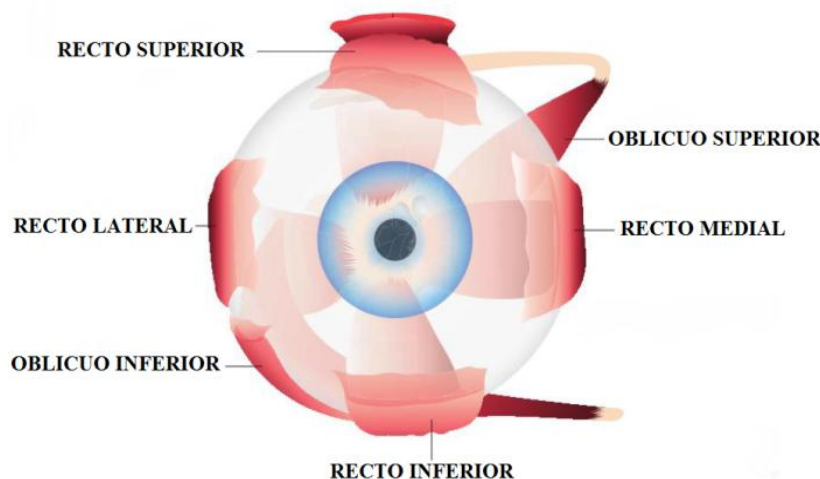
La visión binocular a grandes rasgos se entiende como la visión que se origina con el uso coordinado de ambos ojos. Sin embargo, esta definición apenas explica un porcentaje mínimo de las características derivadas de la binocularidad en la visión humana. Para dar una definición más completa podemos decir que la visión binocular es la interpretación fidedigna de nuestro entorno en una única imagen perceptual a partir de las dos imágenes retinianas que nos permite establecer y reconocer el entorno físico que nos rodea. Es decir, detectar la posición espacial de un objeto, que podremos definir a partir de coordenadas como la dirección y la distancia desde el observador o bien a través de coordenadas relativas. La capacidad de estimar profundidades se conoce como estereopsis o visión estereoscópica (Montés-Micó, 2011). La visión binocular simple se produce cuando los ojos están alineados y tienen capacidad para mantener esa alineación. La



habilidad para conseguir dicha alineación se conoce como vergencias fusionales (Borrás y cols., 1999).

Cuando los ojos se encuentran alineados mirando un objeto, cada ojo crea en fovea (punto de la retina con mayor nitidez visual) una imagen de ese objeto. Si colocamos un prisma en uno de los ojos hacemos que la imagen vaya al vértice de ese prisma formándose la imagen fuera de fovea, dando lugar a visión doble (diplopía). Esta diplopía pone en marcha el mecanismo de vergencias fusionales para poder evitarla. Por tanto, la medición de las vergencias fusionales es fundamental en la evaluación de la binocularidad. Siendo muy útil para detectar disfunciones binoculares no estrábicas (Costa y Rowe, 2016). Para poder entender mejor el término “vergencias fusionales” es conveniente explicar de forma breve la motilidad, cinemática y dinámica ocular, los músculos sinergistas y antagonistas, las leyes de inervación motora y los diferentes movimientos oculares que existen.

En primer lugar, nos situaremos anatómicamente. En el interior de la órbita, la cual está recubierta por periostio (membrana de tejido conjuntivo) y rellena de grasa, se encuentra el globo ocular, el nervio óptico y los músculos extraoculares. 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 (Martín y Vecilla, 2010).



**Figura 1.** Músculos extraoculares (Rojas y Saucedo, 2014).

Los músculos rectos son los siguientes: medial, lateral, superior e inferior. Todos ellos tienen su origen en el vértice de la órbita. Existen dos músculos oblicuos, el oblicuo superior que también nace del vértice y el oblicuo inferior que se origina en el ángulo

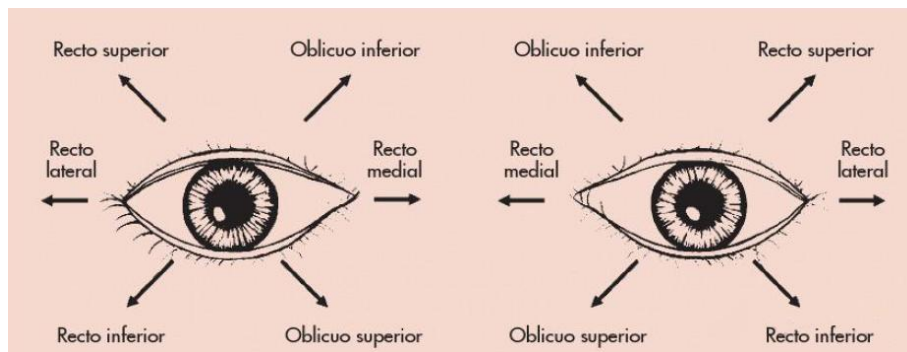
inferointerno de la misma. Los seis músculos se insertan en esclerótica en diversas posiciones. Los cuatro músculos rectos parten de un anillo tendinoso común, también conocido como círculo/anillo de Zinn. Con respecto al oblicuo superior decir que es el más largo; se origina en un punto superior y medial del agujero óptico y se dirige en sentido anterior con la forma de tendón hacia su tróclea o polea (estructura cartilaginosa), donde tiene una desviación hacia atrás y abajo. Por último, el músculo oblicuo inferior nace en la pared nasal orbitaria un poco por detrás del borde inferior y bajo el músculo recto lateral para insertarse en la esclerótica (Rojas y Saucedo, 2014).

Rojas y Saucedo (2014) hacen referencia a las acciones primarias, secundarias y terciarias de los músculos extraoculares (tabla 2). A continuación se explica la función principal de cada músculo y qué par craneal lo inerva (Rojas y Saucedo, 2014):

- **Recto medial:** Su contracción produce el movimiento del ojo hacia el lado nasal, hacia adentro; este movimiento se denomina aducción. Es innervado por el III par craneal (nervio oculomotor o nervio motor ocular común).
- **Recto lateral:** Su contracción produce el movimiento del ojo hacia el lado temporal, hacia afuera; este movimiento se denomina abducción. Es innervado por el VI par craneal (nervio abducens o nervio motor ocular externo).
- **Recto superior:** Su contracción produce el movimiento del ojo hacia arriba; este movimiento se denomina elevación o supraducción. Es innervado por el III par craneal.
- **Recto inferior:** Su contracción produce el movimiento del ojo hacia abajo; este movimiento se denomina descenso o infraducción. Es innervado por el III par craneal.
- **Oblicuo superior:** Su contracción produce el movimiento del ojo hacia abajo y adentro; este movimiento recibe el nombre de inciclotorsión o incicloducción. Es innervado por el IV par craneal (nervio patético o troclear).
- **Oblicuo inferior:** Su contracción produce el movimiento del ojo hacia arriba y afuera; este movimiento recibe el nombre de exciclotorsión o excicloducción. Es innervado por el III par craneal.

	<b>Primaria</b>	<b>Secundaria</b>	<b>Terciaria</b>
<b>Recto medial</b>	Aducción		
<b>Recto lateral</b>	Abducción		
<b>Recto superior</b>	Elevación	Inciclotorsión	Aducción
<b>Recto inferior</b>	Descenso	Exciclotorsión	Aducción
<b>Oblicuo superior</b>	Inciclotorsión	Descenso	Abducción
<b>Oblicuo inferior</b>	Exciclotorsión	Elevación	Abducción

**Tabla 2.** Acciones de los músculos extraoculares (Rojas y Saucedo, 2014).



**Figura 2.** El sentido de las flechas indica la acción principal de los músculos (García-Alix y Quero, 2012).

Los movimientos oculares se realizan alrededor de un punto denominado centro de rotación. Los movimientos en torno a este punto se describen en función de un sistema de coordenadas y está representado por tres ejes perpendiculares entre sí que pasan por el centro de rotación, estos ejes reciben el nombre de ejes de Fick. El eje Z coincide con el eje visual cuando el ojo está en posición primaria de mirada (Puell Marín, 2006).

Al mirar en una determinada dirección, todos los músculos extrínsecos participan en ese movimiento, unos contrayéndose y otros relajándose. Los músculos que se contraen para realizar un determinado movimiento se llaman sinergistas entre sí. Los músculos que se relajan en ese movimiento son los antagonistas de los anteriores. Es decir, los músculos de un mismo ojo que realicen la misma acción serán sinergistas homolaterales y los que realicen acciones opuestas serán antagonistas homolaterales (Puell Marín, 2006).

Puell Marín (2006) nombra en su libro la existencia de dos leyes de la inervación de los músculos, las cuales son necesarias para entender la dinámica de la motilidad ocular, al igual que algunas alteraciones motoras de la visión binocular:

- **Ley de Sherrington** de la inervación recíproca, afirma que al contraer un músculo como resultado de una acción nerviosa, su antagonista del mismo ojo se relaja.
- **Ley de Hering** de la inervación igualitaria o de la correspondencia motora se refiere a la inervación de los músculos de ambos ojos. Afirma que al realizar movimientos oculares, los sinergistas contralaterales de un ojo reciben la misma cantidad de estímulos de contracción que los sinergistas homolaterales del otro ojo. Lo mismo ocurre con los antagonistas contralaterales que reciben la misma cantidad de estímulos inhibitorios que los antagonistas homolaterales.

En casos normales, los músculos sinergistas responderán de la misma forma y los movimientos de los ojos serán coordinados. En cambio, en casos patológicos se contraerán de forma desigual y no se producirán movimientos coordinados (Puell Marín, 2006).

En cuanto a la clasificación de los movimientos oculares, existen dos tipos: movimientos monoculares (ducciones) y movimientos binoculares. Estos últimos son de varios tipos: versiones, vergencias, seguimientos suaves, sacádicos, microsacádicos, y movimientos compensatorios. Existe un tipo más de movimiento denominado nistagmus, cuya presencia en un sujeto se considera patológica, si bien en determinadas circunstancias puede ser fisiológico (Martín y Vecilla, 2010).

Puell Marín (2006) refiere en su libro que las **ducciones** son aquellos movimientos que realiza un ojo en torno a los ejes de Fick. Según esto, existen:

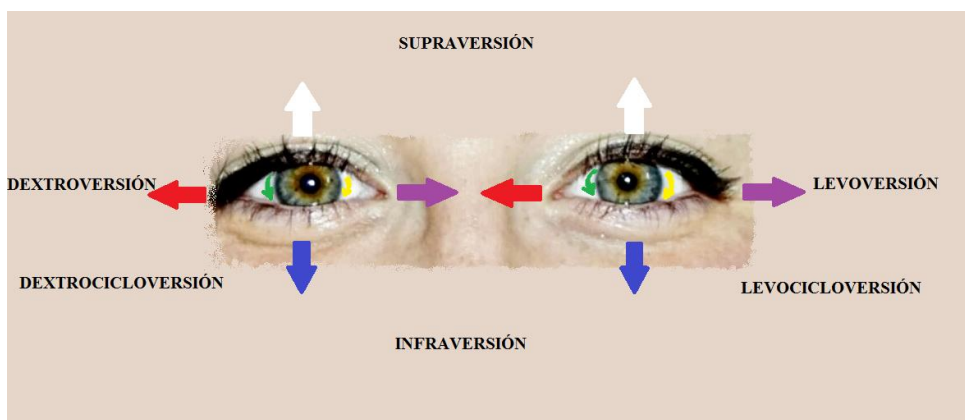
- Movimientos horizontales en torno al eje vertical Y:
  - **Aducción:** cuando la córnea se dirige hacia nasal o hacia dentro.
  - **Abducción:** cuando la córnea se dirige hacia temporal o hacia fuera.
- Movimientos verticales en torno al eje horizontal X (frontal):
  - **Supraducción o elevación:** cuando la córnea se dirige hacia arriba.
  - **Infraducción o depresión:** cuando la córnea se dirige hacia abajo.
- Movimientos en torno al eje antero posterior Z (sagital), considerándose movimientos de torsión:

## Protocolo para la evaluación de la función vergencial en un examen optométrico

- **Inciroducción o intorsión:** cuando el extremo superior del meridiano vertical de la córnea se dirige hacia nasal o hacia dentro.
- **Excicloducción o extorsión:** cuando el extremo superior del meridiano vertical de la córnea se dirige hacia temporal o hacia fuera.

En cuanto a las **versiones**, se producen cuando los ojos se mueven en la misma dirección y sentido, siguiendo un paralelismo ocular. Hay seis tipos de versiones partiendo de la posición primaria de mirada (mirada hacia al frente) clasificándose en tres grupos (Puell Marín, 2006):

- Lateroversiones (versiones horizontales):
  - **Dextroversión:** cuando las córneas se dirigen hacia el lado derecho.
  - **Levoversión:** cuando las córneas se dirigen hacia el lado izquierdo.
- Versiones verticales:
  - **Supraversión:** cuando las córneas se dirigen hacia arriba.
  - **Infraversión:** cuando las córneas se dirigen hacia abajo.
- Cicloversiones (versiones torsionales):
  - **Dextrocicloversión:** cuando las extremidades superiores de los meridianos verticales de las córneas se dirigen hacia la derecha.
  - **Levocicloversión:** cuando las extremidades superiores de los meridianos verticales de las córneas se dirigen hacia la izquierda.



**Figura 3.** Versiones.

Estos tipos de versiones también reciben el nombre de posiciones secundarias de mirada, existiendo a su vez posiciones terciarias de mirada que se dan al combinar versiones horizontales con verticales (Puell Marín, 2006).

Puell Marín (2006) afirma que las **vergencias** son movimientos binoculares al igual que las versiones, los ojos se mueven en la misma dirección pero en sentido opuesto. Según esto, se clasifican en tres grupos:

- Vergencias horizontales:
  - **Convergencia:** es la aducción simultánea de ambos ojos. Se produce al variar la fijación de un objeto situado a una distancia lejana a otro situado a una distancia más próxima, haciendo que los ejes visuales converjan entre sí.
  - **Divergencia:** es la abducción simultánea de ambos ojos. Se produce al variar la fijación de un objeto situado a una distancia próxima a otro situado a una distancia lejana, haciendo que los ejes visuales diverjan entre sí.
  
- Vergencias verticales:
  - **Divergencia vertical positiva:** cuando el eje visual del ojo derecho (OD) se eleva y el del ojo izquierdo (OI) queda inmóvil o en depresión.
  - **Divergencia vertical negativa:** cuando el eje visual del OI se eleva y el del OD queda inmóvil o en depresión.
  
- Vergencias torsionales:
  - **Inciclovergencia:** cuando los dos extremos superiores de los meridianos verticales de las córneas se dirigen hacia nasal o hacia dentro.
  - **Exciclovergencia:** cuando los dos extremos superiores de los meridianos verticales de las córneas se dirigen hacia temporal o hacia fuera.

La combinación de versiones y vergencias también es posible (Puell Marín, 2006).



**Figura 4.** Vergencias.

## Protocolo para la evaluación de la función vergencial en un examen optométrico

Esta breve explicación tiene como objetivo mejorar la comprensión de los conceptos que engloba el sistema motor ocular. Así, resultará más fácil entender el procedimiento que analiza la función binocular vergencial. Este análisis incluye (Fernández y cols., 2005):

- ❖ Estudio del alineamiento de los ejes visuales.
- ❖ Examen de las reservas de vergencia fusional.
- ❖ Medida del punto próximo de convergencia.
- ❖ Flexibilidad de vergencia.

### OBJETIVOS

El objetivo principal de esta revisión, es crear un protocolo que incluya el método más repetible de medición para las diversas pruebas que evalúan la función vergencial; de manera que pueda ser empleado en cualquier estudio clínico.

Los objetivos específicos de este trabajo son:

1. Conocer las distintas técnicas empleadas para medir el alineamiento de los ejes visuales, reservas de vergencia fusional, punto próximo de convergencia y flexibilidad de vergencia.
2. Decidir cuál de las técnicas es la más repetible y válida.
3. Desarrollar el procedimiento de la técnica más repetible para cada prueba.
4. Conocer los diferentes valores normativos de las pruebas.

### METODOLOGÍA

**Bases de datos:** Pubmed- Dialnet- ScienceDirect- Scopus- Web of Science

**Palabras claves:** cover test/ phoria/ near point of convergence/ vergence facility/ fusional vergences/ normative data/ binocular vision/ repeatability/ prevalence/ binocular dysfunctions/ non-strabismic binocular anomalies/ prism bar/ phoropter rotary prisms/ positive and negative fusional vergence/ binocular vision tests/ normal vergences

### **Criterios de selección:**

Se han incluido aquellos artículos que cumplen las siguientes condiciones:

- Publicados entre 1986-2017.
- Acceso a ellos de forma libre y gratuita.
- Estudian población humana.

Se han excluido aquellos artículos que presentan las siguientes características:

- Publicados en cualquier otro idioma diferente al castellano e inglés.
- Ausencia de texto completo.

### **Evaluación de la bibliografía:**

La búsqueda bibliográfica es iniciada el 16 de febrero y concluida el 29 de abril de 2017. La estrategia de búsqueda se basó en la combinación de las palabras claves citadas anteriormente. La ecuación de búsqueda incluía operadores booleanos, símbolos truncados y caracteres comodines específicos de las bases de datos seleccionadas.

La búsqueda identificó 849 artículos susceptibles de revisión. Estos fueron analizados de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión establecidos, lo que condujo a una selección final de 33 estudios. Los artículos debían incluir información sobre las pruebas evaluadoras de la función vergencial (Cover test, vergencias fusionales, PPC, flexibilidad de vergencia), valores normativos de las mismas y prevalencia de las disfunciones binoculares no estrábicas.

Por otra parte, se utilizaron 8 libros, 5 extraídos directamente de la biblioteca y 3 fueron recursos electrónicos. Aunque se empleó primordialmente como base teórica 3 libros de la biblioteca “CRAI Antonio de Ulloa”, Manual de Optometría de Martín y Vecilla (2010), Optometría: tests preliminares, refracción y pruebas funcionales de Fernández y cols. (2005), y Optometría. Principios básicos y aplicación clínica de Montés-Micó (2011). También, se ha requerido la utilización del catálogo FAMA de la Universidad de Sevilla. Otra fuente bibliográfica en la que se ha apoyado esta revisión ha sido la tesis doctoral “Fiabilidad intraexaminador y concordancia de pruebas clínicas de evaluación de la visión binocular” de Antona B. (2010).



Las ilustraciones 5, 6, 7, 8 han sido realizadas en el gabinete de Óptica y Optometría, situado en la Facultad de Farmacia (Universidad de Sevilla). Estas fotografías se ilustran en el trabajo estando conforme la paciente que previamente firmó el consentimiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ESTUDIO DEL ALINEAMIENTO DE LOS EJES VISUALES

La alineación o motilidad ocular anormal no diagnosticada puede producir una alteración de la visión binocular y, en consecuencia, un desarrollo anómalo o pérdida de visión (Nasser y cols., 2017).

Una **foria** o **heteroforia** (disociada) es aquella desviación no manifiesta de los ejes visuales que se presenta en ausencia de fijación y fusión binocular. Para su estudio y medida es necesario emplear métodos que rompan la fusión, es decir, tenemos que disociar la imagen que recibe cada ojo. Cuando rompemos la fusión no se manifiesta en condición binocular normal, salvo que las reservas de vergencias fusionales que se requieren para obtener esta fusión estén al límite; presentándose esta desviación latente como desviación manifiesta de los ejes visuales. Una desviación manifiesta que implica un cierto ángulo de desviación de los ejes visuales se denomina estrabismo. Si la desviación se da en edades tempranas y no se trata puede desembocar en diferentes readaptaciones binoculares, ya que si esto no ocurriera el paciente tendría diplopía constante. Generalmente, la readaptación principal es la ausencia de la fusión binocular lo que implica la supresión parcial o total de la visión de un ojo, lo que en algunos casos de estrabismo genera una ambliopía, asociado o no a fijación excéntrica y correspondencia sensorial anómala (Fernández y cols., 2005).

Fernández y cols. (2005) clasifican una foria o heteroforia en función de su dirección, magnitud y comitancia:

- **Dirección.** La desviación puede estar presente en sentido horizontal: endoforia (hacia dentro), exoforia (hacia fuera); en sentido vertical: hiperforia (hacia arriba), hipoforia (hacia abajo) y en sentido antero-posterior: cicloforias. Si el sujeto no presenta ninguna desviación se denomina ortoforia.

**-Magnitud.** Es la cuantificación de esta desviación, que se debe realizar en todas las posiciones de mirada y sobre todo en visión lejana (VL)/ visión próxima (VP). La unidad de medida se da en dioptrías prismáticas ( $\Delta$ ). Una dioptría prismática es aquella que desvía una luz puntual 1 cm a 1 metro de distancia. Por tanto, la desviación en dioptrías prismáticas se calcula en función de la separación en cm o mm que se produce al romper la fusión de las imágenes vistas por cada ojo.

**-Comitancia.** Esta característica hace referencia a la igualdad o no de la cantidad de desviación independientemente de la posición de mirada. Una foria comitante se produce cuando la magnitud es siempre la misma. En cambio, una foria incomitante tiene lugar cuando la magnitud difiere en las distintas posiciones de mirada.

El diagnóstico diferencial entre tropía (estrabismo) y foria es fundamental para un manejo adecuado de cada caso. Las forias deben ser tratadas si se descompensan y producen sintomatología al sujeto. Para determinar de la manera más objetiva posible qué forias requieren corrección y cuáles no se emplean fundamentalmente dos criterios (Martín y Vecilla, 2010):

- **Criterio de Sheard:** es el más utilizado para realizar el diagnóstico de alteraciones de la visión binocular. Postula que para que un sujeto presente visión binocular confortable se requiere que el valor de su vergencia fusional sea el doble que el valor de su foria. También se utiliza para determinar el valor a alcanzar en las vergencias fusionales en un programa de entrenamiento visual o el prisma a prescribir.
- **Criterio de Percival:** propone que para que una foria no provoque problemas el valor <<cero>> se tiene que situar en el tercio medio del rango de vergencias fusionales (valores de borrosidad en las vergencias fusionales). Este criterio es menos empleado que el de Sheard en la práctica clínica. Algunos autores lo prefieren para el caso de las endoforias, reservando el criterio de Sheard para las exoforias.

Por tanto, una foria causará síntomas o se descompensará cuando la vergencia fusional no sea el doble del valor de la foria (Martín y Vecilla, 2010). Borrás y cols. (1999)

determinan la existencia y la cuantía de una foria a partir de los siguientes métodos de examen, que precisan disociar la visión binocular:

- **Cover test (CT):** se consigue la disociación con la oclusión de un ojo.
- **Método de Von Graefe:** la disociación es por prismas.
- **Varilla de Maddox:** disociación por formas.
- **Test de Shöber:** disociación por filtros coloreados.
- Disociación por filtros polarizados.

Fernández y cols. (2005) incluyen a la lista anterior el método de la foria modificada de Thorington (disociación por formas). Goss y cols. (2010) incluyen también el test de Howell. La mayoría de estas pruebas pueden efectuarse tanto en el foróptero como en gafas de prueba (Borrás y cols., 1999).

Varios estudios son los que avalan que el CT es el método de medida más repetible y objetivo. Johns y cols. (2004) estudian una muestra de 72 sujetos con edades comprendidas entre 19-58 años (60% mujeres y 40% hombres). Su objetivo fue determinar la repetibilidad de los dos puntos de neutralización con prismas (primer prisma neutralizador y prisma medio de inversión), siendo los examinadores experimentados en la evaluación del alineamiento de los ejes visuales en VP con el CT. Aunque los dos puntos de neutralización con prismas difieran estadísticamente, las diferencias no son clínicamente significativas. Finalmente, concluyeron que el primer prisma que neutraliza la foria proporciona una alta repetibilidad inter-examinadora e intra-examinadora ( $<0,5 \Delta$ ).

Anderson y cols. (2010) demuestran que la diferencia de media absoluta entre examinadores experimentados e inexpertos realizando el CT fue de  $2,28 \pm 2,4 \Delta$  y al menos un 60% de las diferencias fueron  $\leq 2 \Delta$ . Considerándose el CT como una prueba clínica objetiva comúnmente realizada para medir la magnitud de foria y estrabismo.

Antona (2010) en su tesis doctoral “Fiabilidad intraexaminador y concordancia de pruebas clínicas de evaluación de la visión binocular”, afirma que el CT es una prueba objetiva, ya que no requiere ninguna respuesta por parte del paciente; mientras que las demás pruebas son de tipo subjetivo. Se suele aplicar a todos los pacientes ya que aporta

información cualitativa y cuantitativa de la desviación. Además, permite distinguir entre desviaciones latentes y manifiestas, aportando información de la velocidad del movimiento de refijación y midiendo el ángulo de desviación de la foria de forma objetiva. Antona (2010) comenta que las pruebas subjetivas suelen usarse más frecuentemente en sujetos no estrábicos en los que el CT ha indicado la presencia de una foria elevada o si se ha producido un cambio significativo en la graduación del sujeto. Respecto al CT alternante (una de las tres maniobras del CT) refiere que existen diferentes formas de interponer los prismas para neutralizar la foria. Una posibilidad es añadir prisma hasta que no se vea movimiento (primera neutralización). Otra opción, es seguir añadiendo prismas una vez neutralizado, pudiéndose observar un movimiento de los ojos contrario al inicial (punto de inversión). Antona (2010) se decanta por qué el valor de prisma que deba ser anotado como resultado sea el de la primera neutralización.

Una vez demostrado su repetibilidad, es importante conocer cómo se procede a su realización. Martín y Vecilla (2010) postulan que el material necesario para su realización es: ocluser (preferiblemente traslúcido), estímulo acomodativo para VP, barra de prismas y proyector de optotipos/ linterna puntual. Dicha prueba debe hacerse tanto en VL como en VP, con corrección (cc) y/o sin corrección (sc). La iluminación ambiente debe ser normal. Después de estas consideraciones, el procedimiento es el siguiente (Martín y Vecilla, 2010):

1. Se pide al sujeto que mantenga la mirada fija en un optotipo a distancia para realizar la prueba en VL [una línea de agudeza visual (AV) mayor que la que alcance con el peor ojo] y en un punto de fijación próximo acomodativo, entre 15 y 20 cm, para realizarlo en VP. Se recomienda no utilizar la linterna al no estimular la acomodación.
2. Se realiza la 1ª maniobra del **Cover test** que recibe el mismo nombre, utilizándose para la detección del estrabismo o tropía. Ocluir el OD durante 2-5 segundos y observar si existe movimiento en el OI. Repetir esta maniobra varias veces.
3. Ocluir el OI y observar si existe movimiento en el OD. Repetir varias veces.
4. Interpretar el movimiento en el CT:
  - a) No hay movimiento en ninguno de los dos ojos: ortotropía (sin tropía)
  - b) Existe movimiento en uno o en ambos ojos (no tapados): tropía. Determinar dirección y magnitud.

5. 2º Maniobra: **Uncover test**, la cual sirve para la detección de foria o clasificación del tipo de tropía. Destapar el OD y observar si existe movimiento en el OD. Repetir varias veces para asegurarse de la presencia, dirección y magnitud del movimiento.
6. Destapar el OI y observar si existe movimiento en el OI. Repetir varias veces igual que el anterior.
7. Interpretar el movimiento en el Uncover test. Cuando se detecta movimiento al destapar y el sujeto no presenta tropía, se trata de una foria. Identificar y clasificar su dirección [tiene que coincidir en ambos ojos (AO)] y su magnitud.
8. 3º Maniobra: **CT alternante**. Se recomienda para medir la desviación con la barra de prismas al ser la maniobra más disociante. Ocluir alternantemente AO, empezando por el ojo dominante (si se ha identificado), durante 3-5 segundos cada ojo, de manera que en ningún momento tienen que permanecer AO destapados. Neutralizar el movimiento colocando prismas delante de uno de los dos ojos (en el ojo no dominante si se ha identificado). De esta manera, se utilizarán prismas de base temporal (BT) para medir endodesviaciones, prismas base nasal (BN) para medir exodesviaciones, prismas base superior (BS) para medir hipodesviaciones y prismas base inferior (BI) para medir hiperdesviaciones.
9. Anotar el tipo de desviación (tropía o foria), su dirección, magnitud ( $\Delta$ ) y demás características. También se recomienda reflejar si se realizó la prueba con corrección o sin ella, la distancia de realización (cm) y si fue en VL y/o VP.

**Consideraciones** (Montés-Micó, 2011):

1. **Oclusión y adaptación de vergencia**. Para la correcta obtención de cualquier desviación de los ejes visuales, uno de los aspectos más relevantes es la importancia de ocluir el ojo durante un tiempo prolongado, con el fin de que la vergencia lenta disminuya y, por tanto, se manifieste la heteroforia real del paciente. Se ha comprobado que el descenso de la vergencia lenta necesita en torno a unos 25 min para completarse, tiempo que se considera excesivo en la práctica clínica. Por tanto, se estima que 5 segundos es el tiempo mínimo que en términos clínicos sería necesario para la correcta realización del CT. Asimismo, el tiempo de oclusión no debe ser interrumpido con ningún tiempo de visión binocular que pudiera permitir que la vergencia de AO volviera al test de fijación, y como resultado, no se manifestara totalmente la heteroforia. Por esta razón, el cambio de ocluser entre AO deber ser suficientemente

rápido para no permitir un período intermitente de visión binocular.

- 2. Control de la acomodación.** Se ha comprobado que una infraacomodación puede resultar en una sobrevaloración de la exoforia medida o en una infravaloración de la endoforia, con la situación contraria si existe una sobreacomodación en el test de fijación. Para la correcta medida del CT debe utilizarse un test acomodativo y no cualquier otro estímulo que no permita el adecuado control de la acomodación, como una linterna puntual. Montés-Micó (2011) recomienda una distancia en VP de 40 cm.



**Figura 5.** Realización del Cover test alternante.

Numerosos artículos reflejan distintos valores normales de forias en diferentes sectores de la población. Entendiendo los valores con signo (-) como exoforias y sin signo endoforias. Walline y cols. (1998) se encargan de estudiar el desarrollo de las forias en una muestra de 1495 niños, empleando como método de examen el CT. Los niños son divididos en tres grupos utilizando como criterio el curso académico: infantil, segundo grado, quinto grado. Los valores obtenidos en su estudio aparecen en la (tabla 3).

Jimenez y cols. (2004) estudiaron a una población de 1056 sujetos de 6-12 años. Para la medición de forias emplearon el método de la foria modificada de Thorington y obtuvieron para 1016 de los sujetos los siguientes valores reflejados en la (tabla 3).

Lyon y cols. (2005) estudiaron una muestra de 879 sujetos, los cuales fueron divididos por grupos. Grupo I: se incluían 453 sujetos de 6 a 8 años; grupo II: 426 de 9 a 11 años. Para la medición de forias emplearon el método de la foria modificada de Thorington y obtuvieron los siguientes valores reflejados en la (tabla 3).

Protocolo para la evaluación de la función vergencial en un examen optométrico

Srinivasan y cols. (2015) estudiaron una muestra de 150 sujetos, los cuales fueron divididos por grupos. Grupo I: incluía sujetos de 10 a 18 años; grupo II: de 19 a 27 años y grupo III: de 28 a 35 años. Para la medición de forias emplearon el método de la foria modificada de Thorington y obtuvieron los siguientes valores mostrados en la (tabla 3).

León y cols. (2017) evaluaron a 632 sujetos de 6 a 60 años. Para evaluar las forias emplearon el método del CT; obteniendo un valor de 0 en VL y -2 en VP.

ARTÍCULO	FORIA HORIZONTAL ( $\Delta$ )	FORIA VERTICAL ( $\Delta$ )
<b>Walline y cols. (1998) en VL</b>	Grupo I: $-0,01 \pm 0,39$ Grupo II: $-0,04 \pm 0,67$ Grupo III: $-0,02 \pm 0,51$	NR
<b>Walline y cols. (1998) en VP</b>	Grupo I: $-0,62 \pm 1,46$ Grupo II: $-0,49 \pm 1,60$ Grupo III: $-0,26 \pm 1,59$	NR
<b>Jimenez y cols. (2004) en VL</b>	$0,6 \pm 1,7$	$0,0 \pm 0,2$
<b>Jimenez y cols. (2004) en VP</b>	$-0,4 \pm 3,1$	$0,0 \pm 0,3$
<b>Lyon y cols. (2005) en VL</b>	Grupo I: $0,0 \pm 2,0$ Grupo II: $0,0 \pm 1,0$	NR
<b>Lyon y cols. (2005) en VP</b>	Grupo I: $-1,0 \pm 4,0$ Grupo II: $-1,0 \pm 4,0$	NR
<b>Srinivasan y cols. (2015) en VL</b>	Grupo I: $0,0 \pm 1,2$ Grupo II: $-0,55 \pm 2,12$ Grupo III: $-0,4 \pm 1,75$	Grupo I: $0,17 \pm 0,74$ Grupo II: $-0,06 \pm 0,36$ Grupo III: $-0,08 \pm 0,36$
<b>Srinivasan y cols. (2015) en VP</b>	Grupo I: $-1,2 \pm 2,63$ Grupo II: $-0,74 \pm 3,58$ Grupo III: $-2,17 \pm 4,45$	Grupo I: $0,12 \pm 1,06$ Grupo II: $-0,04 \pm 0,65$ Grupo III: $-0,1 \pm 0,58$
<b>León y cols. (2017) en VL</b>	0	NR
<b>León y cols. (2017) en VP</b>	-2	NR
<b>NR:</b> No reportado		

**Tabla 3.** Tabla resumen de los valores normativos de forias.

En función de estos datos, se consideraría anormal a un valor  $< -2$  o  $> 0$  en caso de una

foria horizontal y en caso de una foria vertical a un valor  $< 0 >$ ; pudiendo llegar a considerarse signo diagnóstico de disfunciones binoculares no estrábicas.

## **EXAMEN DE LAS RESERVAS DE VERGENCIA FUSIONAL**

Las vergencias fusionales valoran la capacidad que tiene el sistema visual para mantener la fusión mientras se varía el estímulo de vergencia y se mantiene constante el estímulo de acomodación. La vergencia fusional demandada está relacionada con la heteroforia que tenga el individuo, de modo que una exoforia crea una demanda de vergencia fusional positiva (VFP), la endoforia una demanda de vergencia fusional negativa (VFN) y una hiperforia de un ojo necesita de la infravergencia de éste. Esta demanda puede ser considerada como la mayoría de vergencia fusional necesaria para evitar la diplopía en condiciones normales de visión (Montés-Micó, 2011).

Básicamente existen dos métodos para el análisis de las vergencias fusionales: Vergencias a saltos (realizado con la barra de prismas) y Vergencias suaves (realizado en foróptero introduciendo los prismas de Risley o diasporámetro). El objetivo, en ambos métodos, es cuantificar, por medio de la interposición de prismas horizontales y verticales, la capacidad del paciente de emplear sus vergencias (convergencia y divergencia, supravergencia e infravergencia) para mantener una imagen simple, es decir visión binocular. Al aumentar la potencia del prisma de manera gradual inducirá una disparidad retiniana, por lo que el individuo tendrá que reaccionar empleando su sistema de vergencias para compensar esa disparidad. Se realiza en VL/ VP y en horizontal/ vertical (Fernández y cols., 2005).

Fernández y cols. (2005) definen los siguientes conceptos:

- **Punto de borrosidad:** se refiere al punto donde el individuo no puede compensar por más tiempo el prisma inducido mientras mantiene la acomodación estable.
- **Punto de ruptura:** indica el punto donde el individuo no puede mantener la visión simple; pasa a diplopía ya que ha usado todo su potencial de vergencia fusional. Es decir, ha completado su capacidad de convergencia relativa y convergencia acomodativa.



- **Punto de recobro:** este punto indica que hemos disminuido la cantidad prismática hasta tal punto que la disparidad retiniana se ha disminuido logrando fusionar y accediendo así a sus reservas de vergencia.



**Figura 6.** Utilización de los prismas de Risley en la medida de la VFN en VL.

Pocos artículos son los que comparan ambos métodos de medición. Antona y cols. (2008) realizaron un estudio donde midieron tanto en VL como en VP las vergencias fusionales de 61 sujetos de 18 a 32 años. Utilizaron ambos métodos para su medición; obteniendo como resultados que la VFN tenía una mayor repetibilidad que la VFP. Las diferencias medias registradas para los puntos de ruptura y recuperación de VFN no fueron significativas (menos de  $0,5\Delta$ ), mientras que las observadas para VFP fueron mayores ( $2\Delta$ ). Cuando se evaluó el acuerdo entre las dos pruebas, se encontró que los puntos de ruptura eran mayores cuando se determinaban usando los prismas de Risley, mientras que los puntos de recuperación eran generalmente más altos para el método de la barra de prisma. En términos clínicos, de acuerdo con los valores esperados de la VFN y VFP, el acuerdo entre las dos técnicas se puede describir como justo, ya que aunque las diferencias medias nunca fueron mayores de  $5,5\Delta$ , los intervalos de concordancia del 95% fueron tan amplios como  $\pm 8,00\Delta$  para VFN y  $\pm 13,19\Delta$  para VFP. Concluyeron que los dos métodos utilizados para evaluar las vergencias fusionales mostraban buena repetibilidad para medir la VFN, pero la repetibilidad se reducía para las mediciones de VFP. El nivel de concordancia que observaron entre los métodos fue tal que no se recomienda su uso intercambiable en la práctica clínica.

Goss y Becker (2011) estudiaron a 50 sujetos entre 18 y 35 años. Midieron las vergencias fusionales en VP a la mitad de los sujetos con el método de vergencias suaves y con el de vergencias a saltos a la otra mitad; comparando así los resultados entre ambos procedimientos. El estudio actual encontró que los rangos de vergencia con la barra de prisma eran mayores que con los prismas de Risley. Esto podría darse por varias razones. En primer lugar, la mayor aportación de visión periférica con barra de prismas ya que ésta es más limitada con el foróptero. En segundo lugar, los pasos de la potencia prismática del diasporámetro es continuado mientras que con la barra de prisma hay mayor diferencia en estos. En tercer lugar, los prismas de Risley nos ofrecen mayor información ya que nos dan el valor del punto de borrosidad, ruptura y recobro; en cambio la barra de prisma no valora el punto de borrosidad. Por otro lado, observan que el diasporámetro ofrece la ventaja de interponer los prismas a la vez binocularmente y con la barra de prismas esto no ocurre. Concluyeron que los rangos de vergencia fusionales determinados por la barra de prisma no se pueden utilizar indistintamente con los prismas de Risley, proporcionando estos últimos mayor información.

Tras éste último artículo, el método de vergencias suaves es considerado el más repetible y válido en jóvenes adultos. El procedimiento para la realización del mismo incluye (Martín y Vecilla, 2010):

#### **Medida de las vergencias suaves horizontales de lejos:**

1. El sujeto utilizará el valor del subjetivo en VL en el foróptero. La sala permanecerá moderadamente iluminada. Ajustar la distancia interpupilar para VL.
2. Proyectar una línea vertical del optotipo de AV 20/20 (o la máxima AV que presente el sujeto).
3. Colocar los prismas de Risley con el cero <<vertical>> (para poder introducir valores prismáticos BT o BN) delante de AO.
4. Preguntar al sujeto si puede ver nítidas las letras del optotipo y pedirle que las mantenga todo lo nítidas que pueda y que avise cuando las letras se vuelvan borrosas, se separen en dos (diplopía) y cuando se vuelvan a juntar en una sola columna. (Estos valores se corresponderán con los puntos de borrosidad, ruptura y recobro).
5. Se empieza midiendo la divergencia fusional o VFN (prismas BN) y posteriormente se mide la convergencia fusional o VFP (prismas BT).

6. Medida de la divergencia:

- Aumentar lenta y simétricamente en AO la potencia prismática, aproximadamente a 3  $\Delta$  por segundo, BN hasta que el sujeto refiera ver el optotipo ligeramente borroso (punto de borrosidad), anotar mentalmente el valor de la suma de ambos prismas. Cuando el sujeto refiere borrosidad en divergencia en VL significa que la acomodación no estaba totalmente relajada, esta situación se asocia con una hipocorrección hipermetrópica o hipercorrección miópica. Por tanto, el valor esperado es que no exista punto de borrosidad en divergencia de lejos.
  - Continuar aumentando binocularmente el valor prismático BN hasta que el sujeto refiera la diplopía del optotipo (punto de ruptura), anotar mentalmente el resultado de la suma de ambos prismas.
  - Disminuir simétricamente la potencia prismática hasta que el sujeto indique que las dos imágenes se juntan en una sola (punto de recobro).
7. Se anota el valor total en  $\Delta$  de los resultados de los puntos de borrosidad/ ruptura/ recobro.
8. Medida de la convergencia: se procede de la misma forma que para la medida de la divergencia pero se introducen prismas BT en su lugar. Aquí si tiene que referir el sujeto punto de borrosidad, además de punto de ruptura y recobro. Anotar el valor total en  $\Delta$  de la misma forma que anteriormente.
9. Si el sujeto refiere movimiento de los optotipos sin diplopía el motivo más común es la presencia de supresión. Anotar <<supresión>> como resultado de la prueba e intentar realizar la prueba con un control antisupresor (polarizados, rojo/verde, etc.)

**Medida de las vergencias suaves horizontales de cerca:**

1. La técnica para medir las vergencias fusionales horizontales en VP es exactamente la misma que para la medida en VL, exceptuando que la línea del optotipo se sitúa a 40 cm y tiene que estar directamente iluminada con la lámpara auxiliar de la columna de refracción. En este caso, la presencia del punto de borrosidad en divergencia (BN) es normal a diferencia de la medida en VL.
2. El sujeto utilizará el valor del subjetivo en VL (o VP si fuera présbita) en el foróptero. La distancia interpupilar se ajustará para cerca.
3. Repetir los pasos del 3 al 8 del método de lejos.

### **Medida de las vergencias suaves verticales de lejos:**

1. El sujeto utilizará el valor del subjetivo en VL en el foróptero. Ajustar la distancia interpupilar. La sala permanecerá moderadamente iluminada.
2. Proyectar una línea horizontal del optotipo de AV equivalente a 20/20 (o la máxima AV que presente el sujeto).
3. Colocar los prismas de Risley con el cero <<horizontal>> (para poder introducir valores prismáticos BS o BI).
4. Informar al sujeto que avise cuando las letras se vean dobles y cuando se vuelvan a juntar en una sola imagen.
5. Medida de la infravergencia vertical:
  - Aumentar lenta y simétricamente en un solo ojo la potencia prismática BS, a una velocidad no superior a 1  $\Delta$  por segundo, hasta que el sujeto refiera diplopía del optotipo (punto de ruptura), anotar mentalmente el resultado.
  - Disminuir la potencia prismática hasta que el sujeto indique que las dos imágenes se juntan en una sola (punto de recobro).
  - Anotar el valor total en  $\Delta$  de los resultados de los puntos de ruptura/ recobro.
6. Medida de la supravergencia vertical: se realiza de la misma forma que la medida de la infravergencia vertical pero introduciendo prismas BI.

### **Medida de las vergencias suaves verticales de cerca:**

1. La técnica para medir las vergencias fusionales verticales en VP es exactamente la misma que para la medida en VL, exceptuando que la línea del optotipo se sitúa a 40 cm y tiene que estar directamente iluminada con la lámpara auxiliar de la columna de refracción.
2. El sujeto utilizará el valor del subjetivo en VL (o VP si fuera présbita) en el foróptero.
3. Repetir los pasos del 2 al 6 del método de lejos.

Hay que tener presente que en la medida de las reservas de vergencia fusional en niños resulta más útil el empleo de la barra de prismas; ya que permite observar los movimientos oculares y confirmar objetivamente la contestación del niño/a. Aunque las vergencias verticales si se determinan con los prismas de Risley (Montés-Micó, 2011).

## Protocolo para la evaluación de la función vergencial en un examen optométrico

Por otro lado, el estudio de las vergencias a saltos (barra de prismas) es básicamente igual al de vergencias suaves (prismas de Risley del foróptero) con la diferencia de que la inclusión de prismas se hace de manera monocular y se introducen como mejor de los casos demanda prismática a saltos de dos en dos  $\Delta$ ; lo cual presenta la ventaja de la rapidez de la prueba ya que no hay que sumar la cantidad prismática de cada prisma de Risley colocado en cada ojo. Pero, presenta la desventaja de que al saltar de dos en dos es muy posible no poder diagnosticar el punto de borrosidad al analizar las vergencias horizontales, ya que directamente referiría diplopía y recobro.

En cuanto a los valores normales para el método de vergencias suaves, son varios los artículos que difieren entre ellos.

En los artículos nombrados anteriormente de Antona y cols. (2008) y Goss y Becker (2011) se obtienen los siguientes valores con el método de vergencias suaves representados en la (tabla 4).

Razavi y cols. (2010) realizaron un estudio transversal de 111 sujetos de 20 a 40 años. Uno de los métodos que emplean es el de vergencias suaves obteniendo como resultado los valores presentados en la (tabla 4).

Ovenseri-Ogbomo y Eguegu (2016) evaluaron a 212 sujetos de 15 a 28 años. Su objetivo era determinar la prevalencia de disfunciones de vergencia. Incluyeron en sus pruebas el estudio del alineamiento de los ejes visuales en VL y VP, la medida de las reservas de vergencia fusional, el punto próximo de convergencia y la relación convergencia-acomodación. Los valores obtenidos en la prueba de vergencias suaves se observan en la (tabla 4).

ARTÍCULO	BN EN VL	BT EN VL	BN EN VP	BT EN VP
<b>Antona y cols. (2008)</b>	X/ 10±2/ 5±2	16±6/ 25±7/ 12±6	12±4/ 16±4/ 8±4	22±7/ 29±8/ 19±7
<b>Razavi y cols. (2010)</b>	4±2/ 7±3/ 5±2	5±3/ 11±5/ 8±4	8±4/ 14±5/ 11±5	9±4/ 16±6/ 12±6
<b>Goss y Becker (2011)</b>	NR	NR	17±6/ 21±5/ 11±5	23±10/ 26±10/ 13±9
<b>Ovenseri-Ogbomo y Eguegu (2016)</b>	X/ 8±2/ 5±2	10±3/ 15±3/ 8±3	NR	NR
<b>NR: No reportado</b>				

**Tabla 4.** Valores normativos obtenidos por el método de vergencias suaves.

## **MEDIDA DEL PUNTO PRÓXIMO DE CONVERGENCIA**

El punto próximo de convergencia (PPC) es un parámetro básico del sistema visual y representa la amplitud de convergencia que posee un sujeto, es decir, el punto más cercano del espacio donde un individuo es capaz de mantener la fusión binocular. Se expresa en cm (Ostadimoghaddam y cols., 2017).

Ostadimoghaddam y cols. (2017) determinan que la evaluación del PPC es un criterio esencial en el diagnóstico de la insuficiencia de convergencia (IC), uno de los trastornos más comunes de la visión binocular.

Montés-Micó (2011) postula que en el procedimiento para la obtención del PPC se debe determinar tanto el punto de ruptura como el de recobro de la visión binocular, es decir, cuando se deja de tener visión binocular y aparece la diplopía y cuando se recobra la visión binocular simple. Ambos pueden obtenerse de manera objetiva y subjetiva. La medida subjetiva del PPC consiste en la aproximación de una tarjeta hacia el sujeto hasta que indique ver doble (ruptura), alejando después el objeto hasta que se recupere la visión binocular (recobro). La medida objetiva se realiza en función de las apreciaciones del examinador, observando el instante en el que el sujeto desvía un ojo, situación que indica la ruptura de la fusión, así como cuando los ojos retoman la bifijación (recobro de la fusión).

Se procede de la siguiente forma; mientras que el sujeto lleva su mejor corrección, la medida comienza situando delante de él un estímulo a 40 cm, generalmente de una AV 20/30. A continuación, se va acercando sucesivamente al sujeto a la altura de los ojos y en la línea media hasta que éste indica que ve doble o bien hasta que el examinador observe que un ojo pierde la fijación (se desvía). Este punto, que indica el PPC en ruptura, debe medirse con una regla milimetrada obteniendo la distancia en cm desde el plano de la gafa de prueba hasta la distancia donde se haya quedado el estímulo de fijación. Seguidamente, se aleja el estímulo hasta que se recupera la visión simple anotando el resultado obtenido como el PPC en recobro. Cuando el sujeto no refiere ver doble y el estímulo de fijación puede situarse hasta la nariz, generalmente se anota HLN (hasta la nariz) y suele considerarse este punto con un valor de 1 cm para objetivos estadísticos (Montés-Micó, 2011).



**Figura 7.** Evaluación del punto próximo de convergencia con estímulo acomodativo.

En la evaluación del PPC, hay que tener en cuenta los siguientes factores: el estímulo de fijación utilizado, la edad del sujeto, la aleatoriedad de la prueba y repeticiones de la misma (Ostadimoghaddam y cols., 2017).

Existen diversos tipos de estímulos de fijación: punta de un lápiz, punta del dedo, linterna puntual, tarjeta acomodativa, una línea vertical negra en una tarjeta blanca sobre la regla RAF (Adler y cols., 2007). Ostadimoghaddam y cols. (2017) incluyen a la anterior lista: una linterna con un filtro rojo sobre un ojo y una linterna con gafas rojo-verde. También se puede utilizar como objetos de fijación: una carta con dibujos, muñecos, etc. en la medición del PPC en niños (Fernández y cols., 2005).

La regla RAF es un dispositivo con el que se mide el PPC y consiste en una barra graduada de cuatro lados en la que está montada un soporte de objetivo móvil que se puede mover en el plano medio de la cabeza. La barra está calibrada en centímetros y dioptrías (D) (Millodot, 2009).

Varios artículos corroboran que el estímulo de fijación más repetible y válido es la tarjeta acomodativa. Scheiman y cols. (2003) evaluaron a un total de 213 sujetos que dividieron en 2 grupos. El grupo I incluía a 175 sujetos con visión binocular normal, con un rango de edad de 22 a 37 años. El grupo II incluía a 38 sujetos con insuficiencia de convergencia (IC), con un rango de edad de 9 a 52 años. El PPC se midió de tres maneras, con una tarjeta acomodativa, una linterna puntual, y una linterna puntual con gafas rojo-verde. La prueba fue repetida 10 veces. Concluyeron que el PPC debe ser rutinariamente evaluado con una tarjeta acomodativa. Si el PPC es normal, pero hay otros signos o

síntomas de IC, o si el PPC es borderline (punto de ruptura/ recuperación reducido o una gran diferencia entre los dos), el PPC debe repetirse con una linterna y gafas rojo-verde.

Adler y cols. (2007) reclutaron en su estudio a 51 sujetos de entre 6 y 30 años de edad. Fueron divididos en 3 grupos según la edad: el grupo I comprendía 20 niños de 6 a 9 años de edad, el grupo II comprendía 17 niños de 11 a 13 años y el grupo III incluía a 14 adultos de entre 20 y 30 años. Los estímulos de fijación que utilizaron para la prueba del PPC fueron: la punta de un lápiz, punta del dedo, linterna puntual, tarjeta acomodativa y una línea vertical negra en una tarjeta blanca sobre la regla RAF. Llegaron a la conclusión de que el uso de la linterna puntual y la regla RAF con la tarjeta blanca presentaban el punto de ruptura más lejano en comparación con los otros objetivos. Y afirmaron que el uso de una tarjeta acomodativa produce una evaluación más precisa de la medida del PPC, en comparación con la tarjeta no acomodativa o linterna puntual.

Por otra parte, Montés-Micó (2011) establece en su libro el uso de una tarjeta acomodativa para dicha prueba, debido al mayor efecto que tiene la acomodación en la medida del PPC; pues las tarjetas no acomodativas pueden provocar que la vergencia acomodativa fluctúe, creando así una inconsistencia en la medida del PPC.

Con respecto a los valores normativos del PPC existen distintos puntos de corte. Scheiman y cols. (2003) sugieren un valor de corte clínico de 5 cm para el punto de ruptura y 7 cm para el punto de recobro en adultos no presbitas.

Maples y Hoenes (2007) midieron el PPC 6 veces distintas en 539 niños (2 veces al año durante 3 años). Se utilizó una tarjeta acomodativa para la realización de la prueba. Encontraron que en niños, el punto de ruptura para el PPC era de 5 cm.

Pang y cols. (2010) estudiaron a 36 sujetos, 18 sujetos con visión binocular normal (grupo control) y 18 sujetos con IC. Los puntos de ruptura y recobro del PPC se midieron por tres métodos: tarjeta acomodativa, linterna puntual y linterna puntual con filtro rojo. Los valores medios de ruptura para la tarjeta acomodativa, linterna puntual y linterna puntual con filtro rojo en el grupo control fueron 4,31, 3,76 y 4,08 cm respectivamente, en comparación con 10,05, 11,37 y 13,04 cm en el grupo con IC. Los valores medios de recobro fueron 6,23, 5,56 y 5,95 cm para la tarjeta acomodativa, linterna puntual y linterna puntual con filtro rojo respectivamente en el grupo de control, frente a 12,21, 14,37, 16,40 cm en el grupo con IC. Concluyeron que no había diferencias significativas en los valores



de PPC empleando los 3 objetivos de fijación en el grupo de control. El punto de ruptura y recobro que establecieron como valor normativo fue de 6 cm y 9 cm respectivamente, empleando la linterna puntual con un filtro rojo.

Srinivasan y cols. (2015) realizan un estudio transversal prospectivo de 150 sujetos con un rango de edad de 10 a 35 años. Los sujetos se clasificaron en tres grupos diferentes en edad. Los grupos I, II y III incluyeron sujetos de edades comprendidas entre 10 a 18 años, 19 a 27 años, y 28 a 35 años, respectivamente. El PPC fue medido con una linterna puntual y la gafa rojo-verde. Encontraron que el PPC se alejaba con la edad. Obtuvieron los siguientes valores presentados en la (tabla 5).

Ostadimoghaddam y cols. (2017) realizaron un estudio transversal aleatorizado cuyo objetivo fue determinar la relación del punto de ruptura del PPC con la edad, el género y los errores de refracción en una población amplia. De los 4.453 invitados, 3.132 personas participaron. Después de aplicar los criterios de exclusión, el análisis se realizó con 2.433 individuos cuyo rango de edad era de 10 a 86 años. El PPC medio fue  $8,59 \pm 4,82$  cm (rango: 2 a 40 cm) en la muestra total,  $6,95 \pm 3,87$  cm en los 10-19 años y  $13,06 \pm 5,2$  cm en los mayores de 70 años. Concluyeron que sus resultados indicaban un aumento del PPC a medida que se incrementaba la edad. Estos cambios deben tenerse en cuenta a la hora de diagnosticar y tratar las disfunciones de la visión binocular.

León y cols. (2017) estudian tanto el punto de ruptura como el de recobro para el PPC empleando para ello dos métodos: una tarjeta acomodativa (OR) y una linterna puntual con filtro rojo (FR). Obtuvieron los siguientes valores reflejados en la (tabla 5).

<b>ARTÍCULO</b>	<b>RUPTURA PPC (cm)</b>	<b>RECOBRO PPC (cm)</b>
<b>Scheiman y cols. (2003)</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>Maples y Hoenes (2007)</b>	<b>5</b>	<b>NR</b>
<b>Pang y cols. (2010)</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
<b>Srinivasan y cols. (2015)</b>	<b>Grupo I: <math>7,17 \pm 3,16</math> Grupo II: <math>8,59 \pm 3,19</math> Grupo III: <math>9,52 \pm 3,03</math></b>	<b>Grupo I: <math>8,63 \pm 3,23</math> Grupo II: <math>10,11 \pm 3,20</math> Grupo III: <math>11,92 \pm 3,20</math></b>
<b>Ostadimoghaddam y cols. (2017)</b>	<b><math>8,59 \pm 4,82</math></b>	<b>NR</b>
<b>León y cols. (2017) con OR</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
<b>León y cols. (2017) con FR</b>	<b>10</b>	<b>14</b>
<b>NR: No reportado</b>		

**Tabla 5.** Tabla resumen de los valores normativos del PPC.

## Protocolo para la evaluación de la función vergencial en un examen optométrico

En función de estos datos, un valor del punto de ruptura del PPC  $> 10$  cm se consideraría un valor anormal, estimándose como signo diagnóstico de las disfunciones binoculares no estrábicas.

Por último, tener en cuenta que el punto de recobro tiene que diferenciarse del punto de ruptura en 4 cm aproximadamente (Martín y Vecilla, 2010). Por otra parte, cuando el punto de ruptura del PPC está por encima de 15-20 cm debemos utilizar un flipper de +1,00 D, debido a que si la respuesta obtenida aproxima el PPC, podemos sospechar una insuficiencia de acomodación, es decir, como el paciente no acomoda no tira de convergencia acomodativa, sin embargo si le colocamos una adición de +1,00 D ya puede actuar su convergencia y su PPC se acercará (Fernández y cols., 2005).

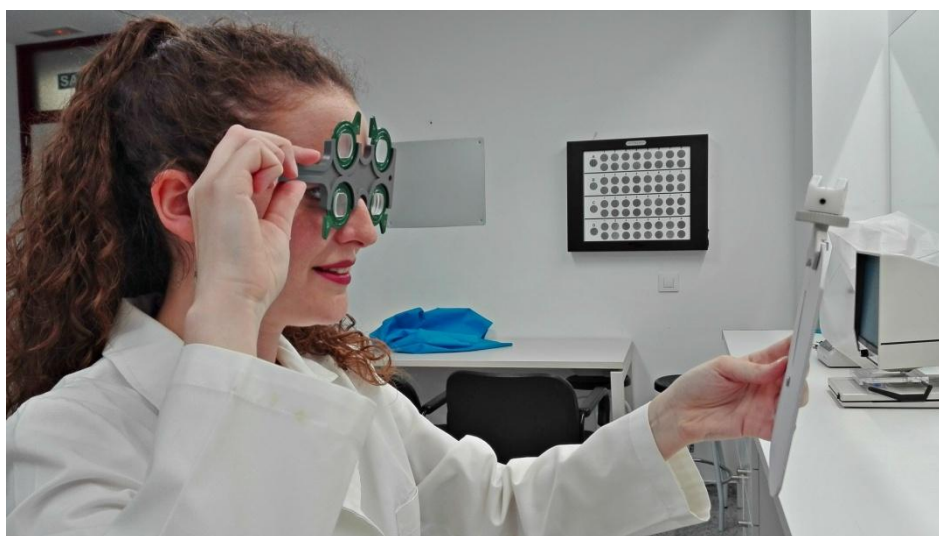
### **FLEXIBILIDAD DE VERGENCIA**

La flexibilidad de vergencia (FV) valora la habilidad de los ojos para realizar movimientos de vergencia fusional en un período de tiempo dado (Millodot, 2009). Por tanto, es un parámetro que evalúa la capacidad que tiene un individuo para converger y divergir de forma rápida y exacta en un determinado período de tiempo. Se expresa en ciclos por minuto (cpm) (Montés-Micó, 2011).

La FV se considera un examen de tipo cualitativo de gran información en clínica ya que simula lo que nuestros ojos realizan en su quehacer diario a nivel visual (cambios rápidos de vergencia y acomodación). Se realiza tanto en VL como en VP (Fernández y cols., 2005).

Para proceder a la prueba es necesaria una iluminación ambiental alta y un cronómetro (Fernández y cols., 2005). En la medición de la FV se utilizan prismas de BT y BN que permiten converger y divergir de forma alterna al individuo. Pueden utilizarse prismas sueltos, barra de prismas o insertados en un dispositivo llamado flipper. Al medir la FV en VP se utiliza un optotipo acomodativo situado a 40 cm con letras de AV 20/30 dispuestas verticalmente. Se comienza interponiendo delante de los ojos prismas BN. Cuando el paciente refiere ver único el test, se debe presentar de forma rápida los prismas BT hasta que vuelva a ver único el optotipo. La medida se realiza durante 1 min, contabilizándose el número de ciclos que el estímulo puede fusionarse a través de la presentación alterna de los prismas, considerando que cada ciclo incluye la fusión a través

de los dos tipos de prismas (Montés-Micó, 2011). Se debe anotar la  $\Delta$  de cada base y los cpm (Fernández y cols., 2005).



**Figura 8.** Realización de la flexibilidad de vergencia con flippers 3  $\Delta$  BN y 12  $\Delta$  BT en VP.

Existe una gran disparidad en cuanto a las potencias prismáticas empleadas en la realización de la FV de los siguientes artículos revisados: Buzzelli (1986) utiliza 4  $\Delta$  BN y 16  $\Delta$  BT; Pellizzer y Siderov (1998) emplean 8  $\Delta$  BN y 12  $\Delta$  BT; Gall y cols. (1998) utilizan 3  $\Delta$  BN y 12  $\Delta$  BT; Chen y Abidin (2002) utilizan 3  $\Delta$  BN y 3  $\Delta$  BT; Melville y Firth (2002) emplean 3  $\Delta$  BN y 12  $\Delta$  BT; Jimenez y cols. (2004) utilizan 8  $\Delta$  BN y 8  $\Delta$  BT; Shin y cols. (2009) utilizan 8  $\Delta$  BN y 8  $\Delta$  BT; McDaniel y Fogt (2010) emplean 3  $\Delta$  BN y 12  $\Delta$  BT y Momeni-Moghaddam y cols. (2014) utilizan 3  $\Delta$  BN y 12  $\Delta$  BT. En 4 de los 9 artículos revisados se emplean potencias prismáticas de 3  $\Delta$  BN y 12  $\Delta$  BT, considerándose las más repetibles y válidas para la medición de la FV.

En cuanto a los valores normativos de la FV encontrados para la combinación prismática 3  $\Delta$  BN y 12  $\Delta$  BT aparecen en la siguiente (tabla 6).

ARTÍCULO	CPM
<b>Gall y cols. (1998)</b>	<b>15</b>
<b>Melville y Firth (2002)</b>	<b>12 <math>\pm</math> 4</b>
<b>McDaniel y Fogt (2010)</b>	<b>14 <math>\pm</math> 6</b>
<b>Momeni-Moghaddam y cols. (2014)</b>	<b>10</b>

**Tabla 6.** Valores normativos de la FV para la combinación prismática 3  $\Delta$  BN y 12  $\Delta$  BT.

En función de estos valores, un valor  $< 8$  cpm se consideraría un valor anormal, pudiendo llegar a considerarse signo diagnóstico de disfunciones binoculares no estrábicas.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones extraídas de esta revisión son:

1. Las crecientes demandas visuales incrementan el número de disfunciones binoculares no estrábicas, teniendo un gran impacto en el desarrollo de la visión binocular. Por tanto, es importantísimo un examen optométrico que integre las pruebas diagnósticas necesarias para la detección de estas anomalías.

2. El método con mayor repetibilidad para el estudio del alineamiento de los ejes visuales es el Cover test; ya que a diferencia de los demás métodos es una prueba objetiva, sencilla y con ella es posible estimar la presencia, dirección y magnitud tanto de tropías como de forias.

3. El método con mayor repetibilidad para el examen de las reservas de vergencia fusional es el método de vergencias suaves; debido a que se puede disociar binocularmente, la introducción de los prismas es de forma gradual con diferencias sólo de  $1 \Delta$  y es capaz de detectar punto de borrosidad, ruptura y recobro a diferencia del método de vergencias a saltos.

4. El método con mayor repetibilidad para la medida del punto próximo de convergencia es la tarjeta acomodativa; puesto que se tiene en cuenta la vergencia acomodativa, al contrario que con una tarjeta no acomodativa ya que no actuaría esta, fluctuando así el valor del PPC.

5. El método con mayor repetibilidad para la flexibilidad de vergencia es la combinación prismática  $3 \Delta$  BN y  $12 \Delta$  BT en flippers; ya que es la más útil para poder diferenciar a sujetos sintomáticos de los que no lo son y además, ofrece valores similares empleando cualquier estímulo de fijación.

6. Un buen examen de la función vergencial y su correcta interpretación proporciona información muy valiosa, sobre todo para detectar disfunciones en la visión binocular.

## BIBLIOGRAFÍA

Adler PM, Cregg M, Viollier A-J, Margaret Woodhouse J. Influence of target type and RAF rule on the measurement of near point of convergence. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2007; 27(1): 22–30.

Anderson H, Manny R, Cotter S, Mitchell G, Irani J. Effect of Examiner Experience and Technique on the Alternate Cover Test. *Optom. Vis. Sci.* 2010; 87(3): 168–75.

Antona B, Barrio A, Barra F, Gonzalez E, Sanchez I. Repeatability and agreement in the measurement of horizontal fusional vergences. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2008; 28(5): 475–91.

Antona B. Fiabilidad intraexaminador y concordancia de pruebas clínicas de evaluación de la visión binocular [tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2010.

Borrás García MR, Ondategui Parra JC, Castañé Farran M, Pacheco Cutillas M, Peris March E, Sánchez Herrero E et al. Forias y tropías. *Optometría: manual de exámenes clínicos*. 3ª ed. Barcelona: UPC; 1999. p.131-157.

Borrás García MR, Ondategui Parra JC, Castañé Farran M, Pacheco Cutillas M, Peris March E, Sánchez Herrero E et al. Vergencias fusionales. *Optometría: manual de exámenes clínicos*. 3ª ed. Barcelona: UPC; 1999. p.159-181.

Buzzelli AR. Vergence facility: developmental trends in a school age population. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1986; 63(5): 351–5.

Cacho-Martínez P, García-Muñoz Á, Ruiz-Cantero MT. Do we really know the prevalence of accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions? *J. Optom.* 2010; 3(4): 185–97.

Chen AH, Abidin AHZ. Vergence and accommodation system in malay primary school children. *Malays. J. Med. Sci.* 2002; 9(1): 9–15.

Costa Lança C, Rowe FJ. Variability of Fusion Vergence Measurements in Heterophoria. *Strabismus*. Taylor & Francis; 2016; 24(2): 63–9.

Fernández Sánchez VA, Montés Micó R, Sabater E. Análisis de la Función Binocular. *Optometría: tests preliminares, refracción y pruebas funcionales*. 1ª ed. Murcia: DM; 2005. p.179-222.

Gall R, Wick B, Bedell H. Vergence facility: establishing clinical utility. *Optom. Vis. Sci.* 1998; 75(10): 731–42.

García-Alix A, Quero J. Inervación de la musculatura extrínseca e intrínseca ocular. 1ª ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 2012.

García-Muñoz Á, Carbonell-Bonete S, Cacho-Martínez P. Symptomatology associated with accommodative and binocular vision anomalies. *J. Optom.* 2014; 7(4): 178–92.

García-Muñoz Á, Carbonell-Bonete S, Cantó-Cerdán M, Cacho-Martínez P. Accommodative and binocular dysfunctions: prevalence in a randomised sample of university students. *Clin. Exp. Optom.* 2016; 99(4): 313–21.

Goss DA, Becker E. Comparison of near fusional vergence ranges with rotary prisms and with prism bars. *Optom. - J. Am. Optom. Assoc.* 2011; 82(2): 104–7.

Goss DA, Reynolds JL, Todd RE. Comparison of four dissociated phoria tests: reliability & correlation with symptom survey scores. *J. Behav. Optom.* 2010; 21(4): 99–104.

Hussaindeen JR, Rakshit A, Singh NK, George R, Swaminathan M, Kapur S, et al. Prevalence of non-strabismic anomalies of binocular vision in Tamil Nadu: report 2 of BAND study. *Clin. Exp. Optom.* 2016.

Jimenez R, Perez MA, Garcia JA, Gonzalez MD. Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular function in children. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2004; 24(6): 528–42.

Johns HA, Ruth E, Manny, Fern K, Hu Y-S. The intra examiner and inter examiner repeatability of the alternate cover test using different prism neutralization endpoints. *Optom. Vis. Sci.* Lippincott Williams & Wilkins. 2004; 81(12): 939–46.

León Álvarez A, Medrano SM, Márquez MM, Nuñez SM. Disfunciones no estrábicas de la visión binocular entre los 5 y los 19 años. *Cienc. Tecnol. para la Salud Vis. y Ocul.* 2016; 14(2): 13.

León Álvarez A, Medrano Muñoz SM, Márquez Galvis MM. Rangos de referencia de heteroforias y reservas fusionales entre los 6 y los 60 años de edad. *Cienc. Tecnol. para la Salud Vis. y Ocul.* 2017; 15(1): 47.

Lyon DW, Goss DA, Horner D, Downey JP, Rainey B. Normative data for modified Thorington phorias and prism bar vergences from the Benton-IU study. *Optom. J. Am. Optom. Assoc.* 2005; 76(10): 593–9.

Maples WC, Hoenes R. Near Point of Convergence Norms Measured in Elementary School Children. *Optom. Vis. Sci.* 2007; 84(3): 224–8.

Martín R, Vecilla G. Músculos extraoculares. Leyes de motilidad. Manual de optometría. 1ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2010. p.363-376.

Martín R, Vecilla G. Forias. Manual de optometría. 1ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2010. p.433-452.

Martín R, Vecilla G. Guías clínicas. Manual de optometría. 1ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2010. p.621-700.

McDaniel C, Fogt N. Vergence adaptation in clinical vergence testing. *Optom. J. Am. Optom. Assoc.* 2010; 81(9): 469–75.

Melville AC, Firth AY. Is there a relationship between prism fusion range and vergence facility? *Br. Orthopt. J.* 2002; 59: 38–44.

Millodot M. Dictionary of optometry and visual science. 7ª ed. Edinburgh: Butterworth-Heinemann Elsevier; 2009.

Momeni-Moghaddam H, Goss DA, Dehvari A. Vergence Facility with Stereoscopic and Nonstereoscopic Targets. *Optom. Vis. Sci.* 2014; 91(5): 522–7.

Montés-Micó R. Fusión, binocularidad y motilidad ocular. *Optometría : Principios básicos y aplicación clínica.* 1ª ed. Barcelona: Elsevier España; 2011. p.59-80.

Montés-Micó R. Evaluación clínica de la visión binocular. *Optometría : Principios básicos y aplicación clínica.* 1ª ed. Barcelona: Elsevier España; 2011. p.289-320.

Orwa Nasser, MD, MPH; Alina Dumitrescu, MD; and Scott A. Larson M. The Pediatric Ophthalmic Examination: Challenges and Strategies, Part II. *J. Am. Soc. Ophthalmic Regist. Nurses.* 2017; 42(3): 11–6.

Ostadimoghaddam H, Hashemi H, Nabovati P, Yekta A, Khabazkhoob M. The distribution of near point of convergence and its association with age, gender and refractive error: a

population-based study. *Clin. Exp. Optom.* 2017; 100(3): 255–9.

Ovenseri-Ogbomo GO, Eguegu OP. Vergence findings and horizontal vergence dysfunction among first year university students in Benin City, Nigeria. *J. Optom.* 2016; 9(4): 258–63.

Pang Y, Gabriel H, Frantz KA, Saeed F. A prospective study of different test targets for the near point of convergence. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2010; 30(3): 298–303.

Pellizzer S, Siderov J. Assessment of vergence facility in a sample of older adults with presbyopia. *Optom. Vis. Sci.* 1998; 75(11): 817–21.

Puell Marín MC. Motilidad ocular. Óptica fisiológica: el sistema óptico del ojo y la visión binocular. 1ª ed. Madrid: UCM; 2006. p.188-212.

Razavi ME, Poor SSH, Daneshyar A. Normative values for the fusional amplitudes and the prevalence of heterophoria in adults. *Iran. J. Ophthalmol.* 2010; 22(3): 41–6.

Rojas Juárez S, Saucedo Castillo A. Anatomía y fisiología. Oftalmología. 1ª ed. México: MM; 2014. p.28-49.

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.* 2003; 80(3): 214–25.

Shin HS, Park SC, Park CM. Relationship between accommodative and vergence dysfunctions and academic achievement for primary school children. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2009; 29(6): 615–24.

Srinivasan K, Thomas J, Abraham N. Normative data for near point of convergence, accommodation, and phoria. *Oman J. Ophthalmol.* 2015; 8(1): 14.

Stefania M. Paniccia, OD M, Angel Romero Ayala O. Prevalence of Accommodative and Non-Strabismic Binocular Anomalies in a Puerto Rican Pediatric Population. *Optom. Vis. Perform.* 2015; 3(3): 158–64.

Walline JJ, Mutti DO, Zadnik K, Jones LA. Development of phoria in children. *Optom. Vis. Sci.* 1998; 75(8): 605–10.