

January 2017

## Rangos de referencia de heteroforias y reservas fusionales entre los 6 y los 60 años de edad

Alejandro León Álvarez

*Universidad de La Salle, Bogotá, aleleon@unisalle.edu.co*

Sandra Milena Medrano Muñoz

*Universidad de La Salle, Bogotá, sanmedrano@unisalle.edu.co*

Mónica Marlene Márquez Galvis

*Fundación Universitaria del Área Andina, mmmarquez@areandina.edu.co*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo>



Part of the [Eye Diseases Commons](#), [Optometry Commons](#), [Other Analytical, Diagnostic and Therapeutic Techniques and Equipment Commons](#), and the [Vision Science Commons](#)

---

### Citación recomendada

León Álvarez A, Medrano Muñoz SM y Márquez Galvis MM. Rangos de referencia de heteroforias y reservas fusionales entre los 6 y los 60 años de edad. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2017;(1): 47-58. doi: <https://doi.org/10.19052/sv.4038>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# Rangos de referencia de heteroforias y reservas fusionales entre los 6 y los 60 años de edad

Reference ranges for heterophoria and fusional reserves between 6 and 60 years of age

ALEJANDRO LEÓN ÁLVAREZ\*  
SANDRA MILENA MEDRANO\*  
MÓNICA MARLENE MÁRQUEZ\*\* ✉

Recibido: 12-10-2016 / Aceptado: 27-10-2016

## RESUMEN

**Objetivo:** describir los valores de referencia para la heteroforia medida con el prisma *cover test*, las reservas fusionales negativas (RFN) y las positivas (RFP) a 3 m y 0,4 m y el punto próximo de convergencia (PPC), en una población colombiana entre los 6 y los 60 años de edad. **Materiales y métodos:** se incluyeron 632 personas de Pereira, Colombia, en este estudio. Se les practicó un examen optométrico rutinario que incluyó la evaluación de la heteroforia con PCT, RFN y RFP con barra de prismas, PPC con una tarjeta acomodativa (OR) y luz más filtro rojo (FR). **Resultados:** la mediana para las reservas fusionales a 3 m y 0,4 m fue (ruptura/recobro): RFN: 10/6, 14/10; RFP: 20/16, 30/22; PPC: (OR) 7/10, (FR) 10/14; PCT: lejos 0, cerca -2. No se presentó un cambio significativo respecto a la ametropía y la edad ( $p > 0,05$ ), excepto para las RFP, principalmente a 0,4 m. **Conclusión:** los resultados fueron ligeramente superiores a lo señalado por otros autores, por lo que se recomienda emplear como guía los datos reportados en el presente trabajo.

**Palabras clave:** reserva fusional, heteroforia, punto próximo de convergencia, estado visual motor.

\* Optómetra, MSc., Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

\*\* Optómetra, MSc., Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, Colombia. ✉ [mmmarquez@areandina.edu.co](mailto:mmmarquez@areandina.edu.co)

Cómo citar este artículo: León Álvarez A, Medrano SM, Márquez MM. Rangos de referencia de heteroforias y reservas fusionales entre los 6 y los 60 años de edad. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2017;15(1):47-58. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/sv.4038>

## ABSTRACT

**Objective:** To describe the reference values for heterophoria measured with the prism cover test (PCT), negative (NFR) and positive (PFR) fusional reserves at 3 m and 0.4 m, and near point of convergence (NPC) in a Colombian population between 6 and 60 years of age. **Materials and methods:** 632 people from Pereira, Colombia, were included in this study. A routine optometric examination was performed, including evaluation of heterophoria with PCT, NFR and PFR with prism bar, NPC with an accommodative target (AT) and a red filtered light (RF). **Results:** Median values for fusional reserves at 3 m and 0.4 m (rupture/recovery) were: NFR: 10/6, 14/10; PFR: 20/16, 30/22; NPC: (AT) 7/10, (RF) 10/14; PCT: far 0, near -2. There was no significant change regarding ametropia and age ( $p > 0.05$ ), except for PFR, mainly at 0.4 m. **Conclusion:** The results were slightly higher than those reported by other authors, therefore it is recommended to use as a guide the data reported in the present study.

**Keywords:** fusional reserve, heterophoria, near point of convergence, visual-motor status.

## INTRODUCCIÓN

La visión binocular es la unión de las imágenes provenientes de ambos ojos, que neurológicamente se combinan para tener una percepción única y en profundidad del objeto observado (1).

Los objetos ubicados entre el infinito óptico y el rostro de una persona generan una disparidad retiniana que provoca un impulso inervacional (disparidad de vergencia), el cual produce un movimiento disyuntivo de los ejes visuales, es decir, la vergencia. En un primer momento, un mecanismo groso desencadena un movimiento como consecuencia de la disparidad retiniana (respuesta transitoria), para después revelarse a través de otro mecanismo más lento y fino que permite sostener un alineamiento binocular sobre el área de Panum (mecanismo sostenido) (2).

Los valores de “referencia” del estado visual motor se derivan del trabajo hecho por Morgan en 1944 (3), quien se basó en los datos de 800 pacientes de una clínica de optometría en Ohio, en los cuales evaluó una serie de parámetros de la visión binocular, incluidas la medida de la heteroforia, el punto próximo de convergencia (PPC) y las reservas fusionales positivas (RFP) y negativas (RFN). Posteriormente, diversos autores han reportado resultados similares a lo citado por Morgan; estos se pueden apreciar resumidos en la tabla 1.

Los valores citados por estos autores (tabla 1) hacen referencia al promedio de las mediciones; sin embargo, clínicamente es importante conocer hasta qué punto se puede considerar que un resultado se encuentra dentro de un rango de normalidad: de esta manera, toman relevancia los datos de dispersión que se reportan, como la desviación estándar. Esta medida indica que aproximadamente el 68% de las mediciones se encuentran alrededor del promedio (mientras se presente una distribución normal); por lo tanto, una cantidad sustancial de los datos hallados (32%) no se tomarían en cuenta. Quizás al emplear dos desviaciones estándar se incluirían los valores que dichos autores podrían estimar muy bajos para considerarse normales desde el punto de vista clínico, por ejemplo, Morgan (3) reportó que en un rango de  $\pm 10$  DP se ubican las mediciones del 72% (equivalente a un poco más de una desviación estándar) de las personas valoradas. Con base en lo anterior y en el grado de confianza que ofrece cada estudio, se podría pensar que para poblaciones, edades y procedimientos los resultados deberían extrapolarse con precaución.

Por otro lado, al buscar información en relación con este tema en población colombiana poco o nada se evidencia. A esto se le suma que algunos estudios desarrollados acerca de la visión binocular y la acomodación en Colombia han mostrado valores promedio diferentes, por ejemplo, León y Pulgarín (15) encontraron que la distancia pupilar

TABLA 1. Valores promedio reportados por diferentes autores de la reserva fusional positiva (RFP) y la negativa (RFN) en visión lejana (VL) y próxima (VP) en el punto de emborronamiento (EMB), de ruptura (DIPL) y de recuperación (REC) Adicionalmente, se muestran los resultados de la desviación medida objetivamente (prisma cover test) y subjetivamente (von Graefe, Maddox, etc.) de lejos y cerca, así como del punto próximo de convergencia (PPC) con un objeto real (OR), luz y filtros. Los datos entre paréntesis representan la desviación estándar

PRUEBA	DISTANCIA	AUTOR													
		MORGAN (3)	WESSON (4)	KRAGHA (5)	SCHEI-MANN ET AL. (6)	JIMENEZ ET AL. (7)	LYON ET AL. (8)	PALOMO ET AL. (9)	ADLER ET AL. (10)	ANTONA ET AL. (11)	PANG ET AL. (12)	RAZAVI ET AL. (13)	GOSS Y BECKER (14)		
RFP	VL	EMB			12,1 (4,9)						12,9 (5,2)		5,1 (2,6)		
		DIPL			11,0 (7,0)	19,6 (6,6)		17,0 (7,0)	12,0 (7,0)	19,4 (6,3)		23,3 (7,7)		10,9 (4,6)	
		REC			7,3 (5,8)	7,6 (4,7)		11,0 (6,0)	7,0 (5,0)	6,3 (4,5)		14,5 (4,1)		7,9 (4,4)	
	VP	EMB	17,0 (5,0)											9,2 (4,1)	26,7 (11,0)
		DIPL	21,0 (6,0)	19,0 (8,5)			18,0 (8,0)	21,0 (11,0)						15,5 (6,2)	28,9 (11,0)
		REC	11,0 (7,0)	13,5 (7,3)			13,0 (6,0)	13,0 (8,0)						12,4 (6,2)	16,0 (7,5)
RFN	VL	DIPL		6,5 (2,5)	12,4 (4,5)		6,0 (2,0)	8,0 (4,0)	9,4 (2,6)		8,6 (1,9)		7,4 (3,0)		
		REC		4,0 (2,0)	4,6 (3,1)		4,0 (2,0)	5,0 (3,0)	4,4 (2,2)		6,3 (1,8)		4,8 (2,4)		
	VP	EMB	13,0 (4,0)										17,1 (6,5)	8,0 (3,8)	19,4 (9,4)
		DIPL	21,0 (4,0)	13,0 (6,3)			11,0 (3,0)	16,0 (7,0)				28,9 (9,1)		13,9 (5,0)	21,4 (9,4)
		REC	13,0 (5,0)	9,3 (5,3)			7,0 (3,0)	10,0 (5,0)				19,7 (6,0)		10,6 (4,5)	12,0 (4,1)
Desviación objetiva	Horizontal	VL	-1,0 (1,0)												
		VP	-3,0 (3,0)												
	Vertical	VL													
		VP													
Desviación subjetiva	Horizontal	VL	-1,0 (1,0)		-0,1 (2,2)		0,6 (1,7)	0,0 (1,0)							
		VP	-3,0 (3,0)		-2,7 (4,0)		-0,4 (3,1)	-1,0 (4,0)					-2,2 (3,0)		
	Vertical	VL			0,1 (0,7)		0,0 (0,2)								
		VP			0,0 (0,8)		0,0 (0,3)								
PPC	OR	Luz				2,49 (1,74)	5,2 (4,4)				5,8 (5,1)		4,31 (1,60)		
		Filtros				2,38 (2,11)	6,5 (5,7)						4,08 (1,56)		
	DIPL	Luz			7,9 (3,6)	2,06 (1,85)					6,3 (4,8)		3,76 (1,48)		
		Filtros											4,08 (1,56)		
	REC	Luz			10,9 (3,9)	3,74 (2,87)					10,8 (5,4)		5,56 (1,90)		
		Filtros					4,35 (3,26)	14,3 (11,2)					5,95 (1,59)		

en jóvenes y adultos preprébitas (promedio  $60 \pm 3$  mm) era inferior a lo hallado por Pointer (16) en anglosajones ( $63,2 \pm 3$  mm) y por Fesharaki y colaboradores (17) en iraníes ( $62,4 \pm 3,7$  mm) (16), lo que podría traducirse como una menor cantidad de la respuesta de convergencia. De hecho, León y Pulgarín (15) mostraron que la relación acomodación convergencia por acomodación (AC/A) gradiente y el método de las heteroforias eran menores (gradiente entre 1 a 3; heteroforias entre 2 a 5) a lo considerado como "normal" por Scheiman y Wick (gradiente 2 a 4; calculado 4 a 6) (18). Otro ejemplo es el que tiene que ver con la amplitud y el Lag de acomodación, cuyos valores promedio, rangos y tasa de cambio con la edad fueron diferentes a los hallados por otros autores (19,20).

Acorde a lo mencionado, el propósito de este trabajo es mostrar los rangos de referencia en heteroforias, PPC, RFP y RFN entre los 6 y los 60 años de edad, en un grupo poblacional colombiano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este fue un estudio descriptivo y transversal que se propuso estimar los valores promedio de las RFP y RFN, el PPC y la heteroforia horizontal en un grupo poblacional entre los 6 y los 60 años de edad. Aquellos menores de 20 años se seleccionaron entre los niños y jóvenes matriculados en los colegios públicos de Pereira, pues se cuenta que en esta ciudad hay una cobertura en educación por encima del 97 %, lo que asegura un adecuado marco muestral. Para elegir las personas se desarrolló un muestreo por conglomerados en dos fases: en un primer momento se sortearon aleatoriamente las instituciones educativas; una vez seleccionadas, se procedió a hacer un nuevo sorteo para escoger tres o cuatro salones por colegio. Todos los estudiantes de dichas aulas se evaluaron con el consentimiento previo de los padres o tutores. Por otro lado, para obtener los sujetos mayores de 20 años se efectuó un muestreo por conveniencia en estudiantes, docentes, personal administrativo,

familiares y amigos de estos que asistieron a la clínica de optometría entre los años 2013 y 2014.

Se incluyeron personas entre los 6 y los 60 años cumplidos al momento del examen, que tuvieran buena salud física (que no evidenciaran ninguna enfermedad sistémica o reportaran la presencia de alguna), que comprendieran las pruebas (dar una respuesta dentro de lo que se puede esperar de cada test) y revelaran la presencia de los dos ojos. Se excluyeron aquellos con agudeza visual  $\log\text{MAR} > 0,1$  de lejos y cerca, defecto refractivo  $> 5,00$  D en su componente esférico y  $> 3,00$  D en el cilíndrico, desviación manifiesta a cualquier distancia, ambliopía (definida como la diferencia entre los ojos de dos líneas de agudeza visual  $-0,2$  unidades  $\log\text{MAR}$  o  $< 0,3$   $\log\text{MAR}$  en el ojo dominante), anisometropía (diferencia de  $\geq 1,00$  D en el componente esférico o cilíndrico), alteraciones patológicas del segmento anterior o posterior y antecedentes de cirugía o trauma ocular.

Siguiendo los lineamientos de la declaración de Helsinki y el Decreto 8430 de 1993, con aprobación por parte del comité de ética de la Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, se informó a las personas acerca de los objetivos, beneficios y derechos que tenía la investigación. Una vez resueltas las dudas e inquietudes, y firmados los consentimientos (o asentimientos, en el caso de los menores de edad) por parte de los participantes o de los tutores legales, se procedió a desarrollar un examen completo de optometría: anamnesis, agudeza visual de lejos y cerca (cartas  $\log\text{MAR}$ ), valoración del segmento anterior con lámpara de hendidura, oftalmoscopia directa, distancia interpupilar (DP), retinoscopia estática y refracción subjetiva (cilindro cruzado o emborronamiento más dial astigmático). El estado motor se evaluó mediante el ángulo Kappa, el reflejo de Hirschberg, el prisma cover test a 3 y 0,4 m, RFN y RFP en visión lejana (VL) y visión próxima (VP) y PPC con objeto real (OR) o filtro rojo (FR). La función acomodativa se exploró a través de la retinoscopia de Nott, la flexibilidad de acomodación mono y binocular (flipper de

$\pm 2,00$  D) y la amplitud de acomodación subjetiva (Donders modificado). Para la evaluación de la función motora se empleó siempre la corrección habitual o la obtenida con la refracción subjetiva; se llevó a cabo de la siguiente forma:

#### **PRISMA COVER TEST**

Un prisma *cover test* alternante y no alternante se efectuó para determinar el tipo de desviación presente. Se instruyó a la persona para fijar una línea vertical de optotipos (20/40) a 3 y 0,4 m. Cuando se observó una exodesviación, se adicionaron prismas base interna hasta neutralizar el movimiento de los ojos; la cantidad de prisma se registró con signo negativo. Al evidenciar una endodesviación, se antepuso prisma base externa y se registró su valor con signo positivo. Ante el hallazgo de desviaciones verticales se ubicó delante del ojo derecho prisma base superior (hipoforia derecha, signo negativo) o prisma base inferior (hiperforia derecha, signo negativo). En el caso de los présbitas, las mediciones se hicieron con la adición (21).

#### **RESERVAS FUSIONALES (BARRA DE PRISMAS)**

Se instruyó a cada sujeto para fijar una línea vertical de optotipos (20/40) a 3 y 0,4 m. Siempre se evaluaron primero las RFN, al adicionar prisma base interna en un solo ojo hasta que el sujeto reportó ver doble (punto de ruptura); después, se redujo la cantidad de prisma base interna hasta que el sujeto indicó ver una sola imagen (punto de recuperación). De forma similar se efectuó para las RFP, pero se adicionaron prismas base externa (21).

Cuando el sujeto no reportó ruptura (diplopía) al haber adicionado hasta 20 dioptrías prismáticas (DP), una segunda barra de prismas (con la misma base) se antepuso en el otro ojo hasta lograr romper la fusión; luego, se redujo la cantidad de prisma hasta lograr la recuperación. En este caso el dato registrado es la suma de los dos prismas colocados.

A los sujetos con presbicia o que reportaron una agudeza visual cercana con la corrección de visión lejana inferior a 20/40 se les antepuso la adición calculada con la refracción subjetiva para visión cercana y, a continuación, se efectuó la medición de las RFN y RFP a 40 cm.

#### **PUNTO PRÓXIMO DE CONVERGENCIA (PPC)**

Para este test se empleó el procedimiento con OR y con FR. Para el OR el punto de fijación fue el mismo que se utilizó en la medición de las reservas fusionales; se colocó en el plano medio de los ojos del paciente, alejado unos 30 cm de su rostro. A continuación, el OR se acercó hacia el paciente hasta que este señaló que veía doble o se observó la ruptura de la fusión; este valor se registró en centímetros como el punto de ruptura. Después, se alejó el objeto hasta que el sujeto indicó que percibía sencilla la imagen (punto de recobro) (21).

Con el método del FR se utilizó un procedimiento similar: se puso delante del ojo derecho y el punto de fijación fue la luz de una linterna (transiluminador). Esta se acercó hacia el paciente hasta que reportó ver dos luces (rojo y amarilla) o hasta que el evaluador observó que un ojo se desviaba, para luego alejarlo hasta el punto en que se evidenció la recuperación. A los sujetos présbitas o a quienes presentaron una agudeza visual de cerca inferior a 20/40 con la corrección de lejos solo se les efectuó la medida del PPC con luz y FR. Cada procedimiento se desarrolló tres veces; el promedio se tuvo en cuenta como valor del PPC.

Se hizo un análisis descriptivo (mediana, rango intercuartil [RIQ], percentiles 5 y 95 %) previo a la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk). La comparación de las variables por grupos etarios se adelantó al efectuar la prueba de Kruskal-Wallis con un grado de significancia de 0,05. Se establecieron diferencias entre género y por ametropías a través del test de Mann-Whitney y, nuevamente, el de Kruskal-Wallis. Todo esto se llevó a cabo en el paquete estadístico Stata 12.0.

## RESULTADOS

En esta investigación se incluyeron 632 sujetos entre los 6 y los 60 años (promedio:  $23,1 \pm 14,4$ ), de los cuales 369 eran mujeres (58,4%) y 263, hombres (41,6%). A la vez, los participantes se agruparon respecto a su defecto refractivo (equivalente esférico) como emétopes (53%;  $+0,50$  a  $-0,25$  D [promedio:  $+0,15$  D]), hipermétropes (26%;  $\geq +0,75$  D [promedio:  $+1,10$  D]) y miopes (21%;  $\leq -0,50$  D [promedio:  $-0,93$  D]). No se hallaron diferencias significativas entre la refracción del ojo derecho y el izquierdo ( $-0,03$  D;  $p: 0,47$ ). La agudeza visual para VL fue de  $-0,06$  ( $\pm 0,09$ ) logMAR en cada ojo, en tanto que la distancia interpupilar fue en promedio de  $59,7$  mm ( $\pm 3,5$ ). Así mismo, se halló que la media de la relación AC/A (calculada) fue de  $5,64$  ( $\pm 0,91$ ).

La prueba de Shapiro-Wilk mostró que los datos de las heteroforias, el PPC y las reservas fusionales tuvieron una distribución no normal ( $p < 0,001$ ).

La desviación ocular medida con el prisma cover test en VL (3 m) reveló una mediana de  $0,0$  DP (RIQ:  $0$ ), aunque osciló entre un mínimo de  $-6$  DP y un máximo de  $+14$  DP; por otro lado, para VP (40 cm) presentó  $-2$  DP (RIQ:  $4$ ). No se evidenciaron diferencias de la desviación ocular entre todos los grupos etarios en VL ( $p = 0,997$ ) o en VP ( $p = 0,186$ ), así como respecto al género (VL:  $-0,01$ ,  $p = 0,154$ ; VP:  $0,24$ ,  $p = 0,730$ ). Al analizar si el defecto refractivo tiene alguna relación con la dirección y la magnitud de la foria, se halló que en los sujetos miopes la exoforia es ligeramente superior en VP ( $-2,8 \pm 3,4$  DP), respecto a la encontrada en los hipermétropes ( $-1,9 \pm 3,9$  DP) y emétopes ( $-2,3 \pm 2,9$  DP); no obstante, las diferencias no fueron significativas (VL:  $p = 0,093$ ; VP:  $p = 0,082$ ).

El punto de ruptura y recobro de las RFN fue inferior a lo hallado en las RFP, como se observa en la figura 1. Estas últimas muestran que sus cajas y bigotes son más amplios, lo que indica una mayor dispersión de las mediciones y, a la

vez, la presencia de valores extremos. Es importante resaltar que el percentil 5 (P5%) sería el punto de referencia más bajo hallado dentro de lo "normal": así mismo, es  $2/3$  de la mediana para las RFP y un  $1/2$  del punto de ruptura para las RFN (tabla 1).

TABLA 2. Valores descriptivos (mediana, rango intercuartílico [RIQ], percentil 5, 25 y 95%) de las heteroforias (prisma cover test), las RFN y las RFP a 3 y 0,4 m. Adicionalmente, se registra el punto próximo de convergencia (OR; luz + FR)

			MEDIANA	RIQ	P25	P5	P95
Heteroforias	Prisma cover test	VL	0	0	0	-2	0
		VP	-2	4	-4	-8	2
PPC	OR	Ruptura	7	2,3	6	4	12
		Recobro	10	3,7	8,33	7	16
	Luz + FR	Ruptura	10	5	8	6	20
		Recobro	14	7	12	9	28
RFN	VL	Ruptura	10	4	8	6	14
		Recobro	6	4	4	4	10
	VP	Ruptura	14	4	12	10	20
		Recobro	10	6	8	6	16
RFP	VL	Ruptura	20	9	16	10	32
		Recobro	16	8	12	6	25
	VP	Ruptura	30	11	24	16	45
		Recobro	22	12	18	10	38

Se halló una alta correlación entre los valores de ruptura y recobro de las reservas fusionales ( $r > 0,76$ ): esto significa que si la diplopía era alta, la recuperación lo fue también, aunque no en la misma cantidad. De hecho, el punto de recobro correspondió aproximadamente al 70% de la ruptura en VL; mientras que para VP fue del 75%, es decir, el recobro de la fusión debería corresponder a los  $3/4$  del valor de la diplopía.

El punto de ruptura de las RFN (VL y VP) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos etarios (Kruskal-Wallis:  $p < 0,001$ ), algo que se evidencia al observar la figura 2: en VL tiende a disminuir a partir de los 30 años (aunque hacia los 40 se presenta un leve incremento) y en VP,

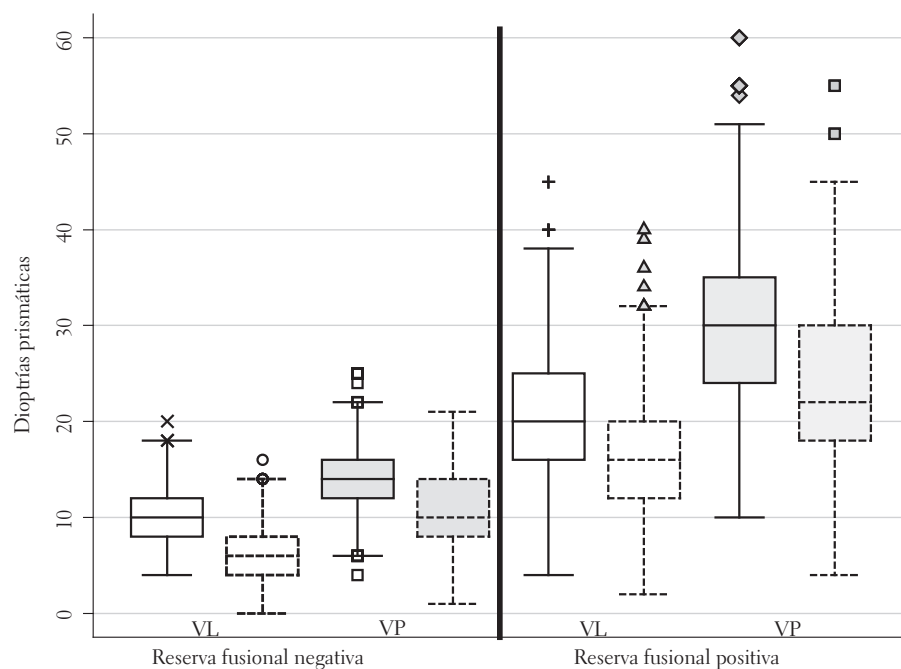


FIGURA 1. Distribución para las RFN y las RFP. Las cajas vacías indican las mediciones de VL (3 m); mientras que las llenas (gris) representan la VP. Las cajas con líneas continuas muestran los datos de ruptura, en tanto que las cajas con líneas discontinuas muestran los de recobro

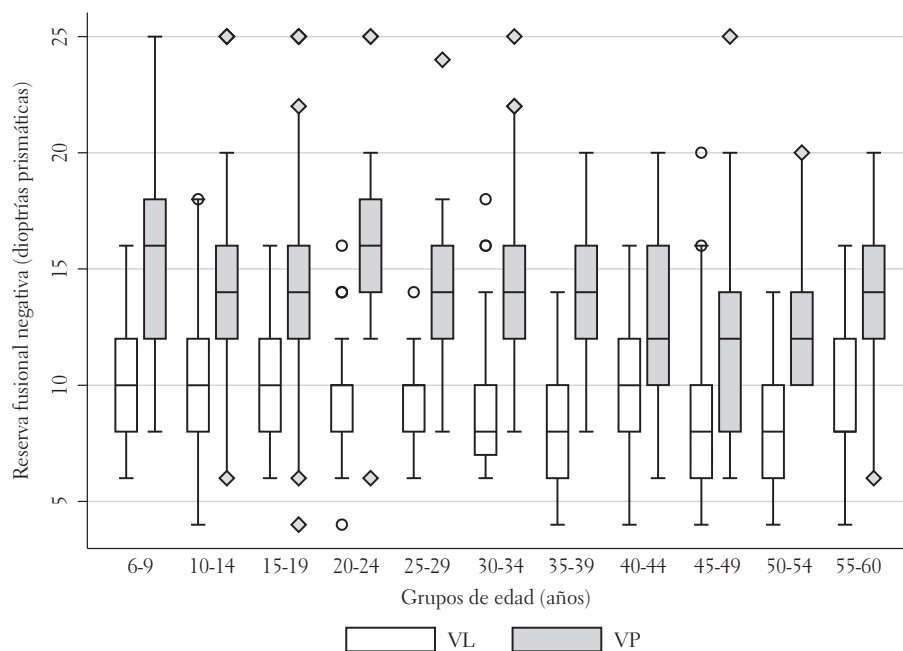


FIGURA 2. Diagrama de cajas que representa los valores de ruptura (en dioptrías prismáticas) de la RFN para VL y VP. Estos valores se clasificaron en grupos etarios (quinquenios)

a partir de los 40 años. No obstante, cabe anotar que dichos cambios no exceden las 1,5 DP para VL y las 3 DP para VP.

Las diferencias reportadas anteriormente también se presentan para el punto de ruptura de las RFP; sin embargo, un análisis *post hoc* (Bonferroni) mos-



tró que las discrepancias entre los grupos etarios tienden a tener una distribución diferente. Para VL la diferencia solo se encontró entre el grupo de 15-19 años con el de 30-34 años (4,34 DP;  $p = 0,001$ ); para el resto de los grupos las diferencias no superaron las 3 DP ( $p > 0,005$ ). Por otro lado, como se observa en la figura 3, al realizar un análisis *post hoc* (Bonferroni) similar en VP, se observa que las discrepancias se presentaron entre los grupos de 6-14 años con el de 35-39 años (10 DP;  $p < 0,001$ ) y de este con el de 45-49 años (11,7 DP;  $p < 0,001$ ). Resulta relevante subrayar que desde los 25 años se observan unas cajas y bigotes más largos, lo que señala un incremento en la variabilidad de las mediciones. De hecho, al observar el rango intercuartílico desde esa edad se encuentra que es de 15 DP; mientras que en edades inferiores es igual o menor a 10 DP.

No se hallaron diferencias significativas por género (Mann-Whitney) en el punto de ruptura de las RFN en VL ( $p = 0,05$ ) y VP ( $p = 0,07$ ), ni en las RFP en VL ( $p = 0,433$ ) y VP ( $p = 0,642$ ). Resultados similares se encontraron al comparar estas

amplitudes de vergencias por defecto refractivo (Kruskal-Wallis:  $p > 0,05$ ).

El PPC (tabla 1) mostró que la ruptura con OR fue menor a la medida con luz más FR (-3,7 cm;  $p < 0,001$ ); esto también se evidenció para el dato del recobro (-5,5 cm;  $p < 0,001$ ). Así mismo, se reveló que la recuperación fue superior en un 40 % a la ruptura. Al comparar el PPC (OR o FR) entre los grupos etarios, no se observaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis:  $p > 0,359$ ), así como entre género (Mann-Whitney OR:  $p = 0,312$ ; FR:  $p = 0,685$ ) o entre ametropías (Kruskal-Wallis OR:  $p = 0,377$ ; FR:  $p = 0,832$ ).

## DISCUSIÓN

### RESERVAS FUSIONALES

Los hallazgos de este estudio indican que las RFN en VL son ligeramente superiores a los resultados mostrados por diferentes autores (tabla 1), pero no en VP, en los que se revela que son inferiores; sin

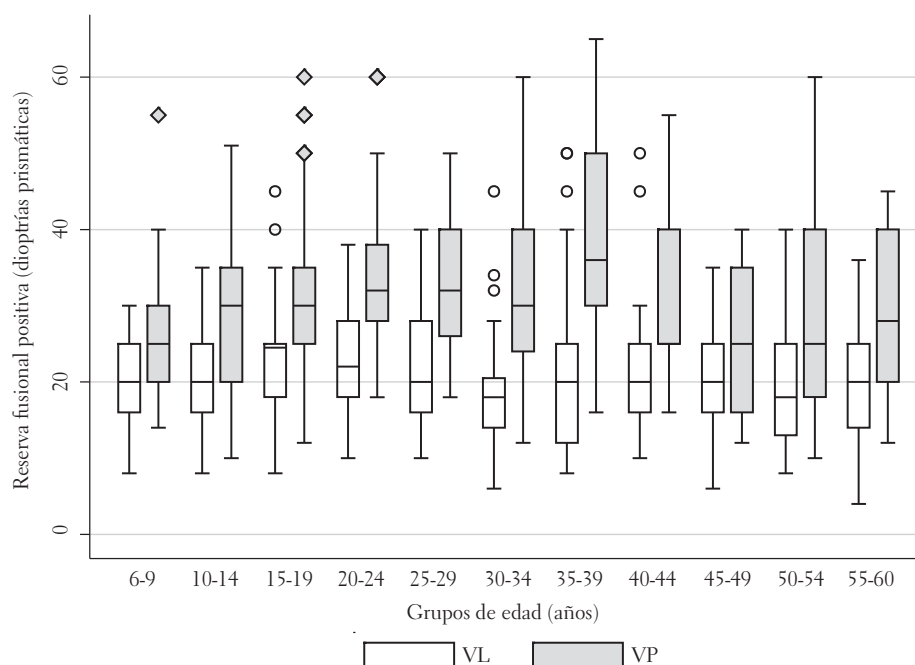


FIGURA 3. Diagrama de cajas que representa los valores de ruptura (en dioptrías prismáticas) de la RFP para VL y VP. Estos valores se clasificaron en grupos etarios (quinquenos)

embargo, en la tabla 1 se observa que se debe a los resultados citados por Antona y colaboradores (11) (son casi el doble a lo hallado por los demás), los cuales incrementan el valor promedio de dicho conjunto de trabajos. Por otro lado, al apreciar el valor de la ruptura, se espera que cualquier sujeto con un resultado para VL (< 6 DP) y VP (< 10 DP) equivalentes al percentil 25 se considere fuera de lo normal y, por lo tanto, sospechoso de sufrir un desorden de la visión binocular. Llama la atención que el percentil 5 presenta los mismos valores del percentil 25, lo que indica que el 95% de los sujetos evaluados mostraron un resultado de diplopía superior a esto. Adicionalmente, los estudios citados en la tabla 1 señalan que la recuperación es aproximadamente un poco más de la mitad de la ruptura, algo similar a lo hallado en el presente estudio, aunque aquí se acerca más a dos tercios de la diplopía.

En cuanto a la RFP, los valores hallados en el presente trabajo fueron superiores al promedio calculado de la tabla 1 (VL: 6 DP; VP: 10 DP). Si se considera que el valor mínimo que solo incluya a un 1/3 de la población (cerca del percentil 25) para VL sea 11 DP y para VP, 19 DP, los resulta-

dos expuestos aquí aún son superiores a lo que se espera usualmente: 10 y 15 DP, respectivamente (2). No obstante, para las personas menores de 16 años se pueden tomar los valores mínimos citados por Morgan (3), pues concuerdan con el percentil 25 encontrado en dichos grupos etarios para ambas distancias. Por otro lado, se observa que la recuperación debería ser igual o mayor al 70% del valor de la diplopía, algo que también está por encima de lo esperado según el criterio de Morgan, el cual dice que para VL el recobro debe ser la mitad de la ruptura y en VP, al menos dos tercios (3).

El valor de ruptura promedio de la RFN en VL y VP entre los diferentes grupos de edad indica que no existen diferencias clínicas ni estadísticamente significativas, pero sí se aprecian para los valores de la RFP (VL y VP). Jiménez y colaboradores (7) reportaron dichas diferencias (como función de la edad): agruparon por edad (6, 7, 8, 9, 10 y 11 años) a los sujetos evaluados, pero no mostraron ninguna tendencia al cambio, como lo que se observa en el presente estudio; de hecho, ningún otro trabajo evaluado ha evidenciado este incremento de la RFP en función de la edad (figura 4.).

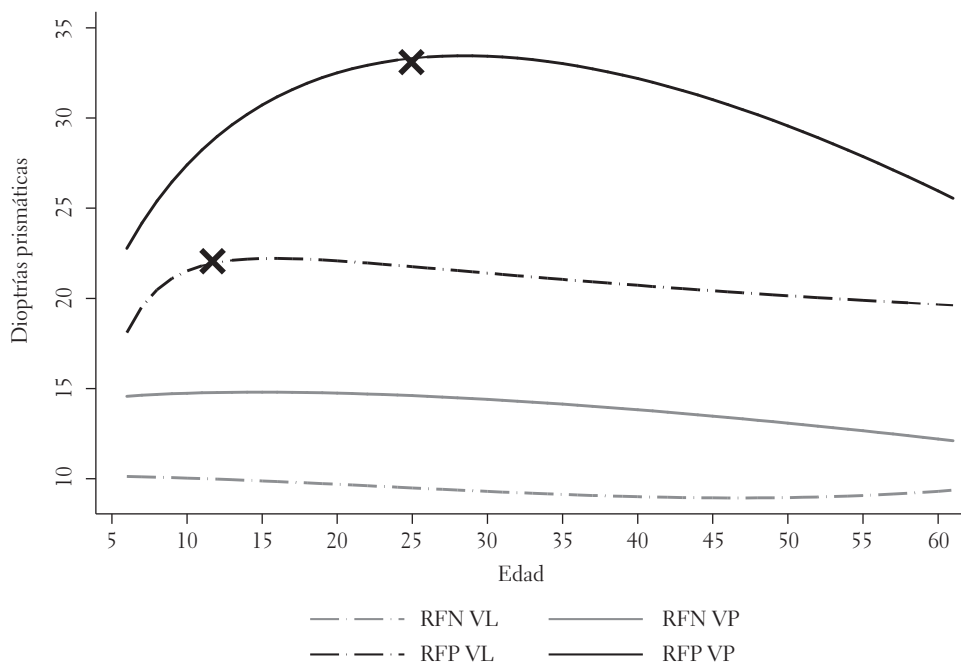


FIGURA 4. Cambios en el punto de ruptura de las RFN y las RFP en función de la edad. Las "X" señalan el máximo incremento. Se muestran en líneas discontinuas las reservas para VL y en líneas continuas para VP

Es posible que el incremento del valor de ruptura se deba al aumento de la distancia interpupilar de los sujetos. Como se observa en la figura 5, la distancia interpupilar aumenta rápidamente hasta los 20 años de edad; a partir de allí se hace mayor hasta aproximadamente los 25 años, momento en el que casi coincide con el pico promedio superior de la RFP en VP. Una mayor distancia interpupilar generaría una mayor disparidad retinal, que a la vez produciría más impulso inervacional para llevar a cabo la convergencia (1).

#### PUNTO PRÓXIMO DE CONVERGENCIA

Al igual que Jiménez y colaboradores (7) y Adler y colaboradores (10), en esta investigación el PPC no presentó una diferencia significativa entre los grupos etarios (Kruskal-Wallis:  $p > 0,359$ ). Si se tiene en cuenta que el mayor aporte para la respuesta de convergencia está dado por la vergencia fusional y que solo la vergencia por acomodación suministra una inervación que ayuda a estabilizar la respuesta, se comprende por qué no se presenta un cambio significativo del PPC en función de la edad (1).

El valor de la ruptura con el OR (mediana = 7 cm) fue similar al observado por Kragha (5) y mayor a los que determinaron Adler y colaboradores (10), Jiménez y colaboradores (7), Pang y colaboradores (12) y Scheiman y colaboradores (6), con una diferencia entre 1,8 y 4,5 cm. Es posible que la diferencia con el estudio de Scheiman y colaboradores (6), la cual fue la mayor, se deba a que en este último la población estaba en un rango de edad más estrecho: de los 22 a los 37 años. Por otro lado, la mediana de la recuperación de este estudio (10 cm) nuevamente coincidió con Kragha (5) y se encontró muy cerca a los datos de Adler y colaboradores (10) y Jiménez y colaboradores (7), así como fue mayor a lo hallado por Pang y colaboradores (12) y Scheiman y colaboradores (6), con una diferencia de 3,7 y 5,6 cm, respectivamente.

Para el PPC con FR, el valor de ruptura (mediana = 10 cm) fue superior a lo reportado por Jiménez y colaboradores (7), Pang y colaboradores (12) y Scheiman y colaboradores (6), con una diferencia entre 5,5 y 7,6 cm. Por el contrario, la media de la recuperación de este estudio (14 cm) coincidió

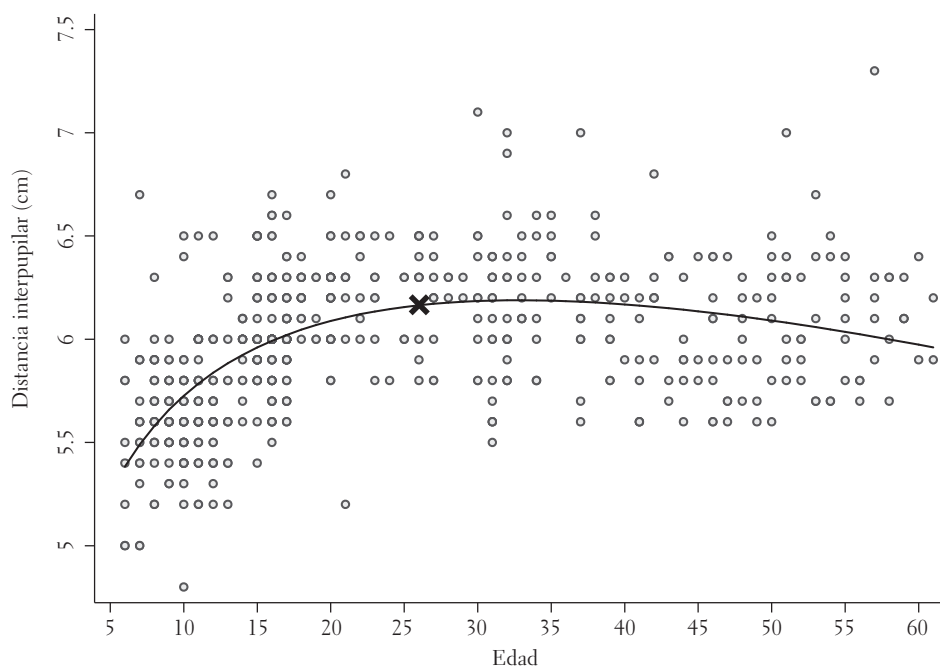


FIGURA 5. Distancia interpupilar en función de la edad. La "X" indica el punto máximo aproximado hasta donde aumentó esta variable

con los resultados de Jiménez y colaboradores (7) y fue mayor a los de Pang y colaboradores (12) y Scheiman y colaboradores (6), con una diferencia de 8 y 9,6 cm, respectivamente. Las diferencias siempre fueron mayores con el estudio de Scheiman y colaboradores (6), posiblemente, debido a que este último utilizó filtros rojo y verde, lo que produjo un estímulo más disociante.

En este estudio se evidenció que el punto de recuperación fue superior en un 40 % al de ruptura. Para los autores mencionados, esta recuperación varió entre el 50 y el 120 %; la investigación de Jiménez y colaboradores (7) fue la que presentó el mayor porcentaje. Es posible que las diferencias que se encontraron entre los resultados de diversos autores y los de este estudio se deban a que, como lo afirmó Kragha (5), las pruebas acomodativas vergenciales y las pruebas relacionadas con estas son altamente variables.

De acuerdo con los hallazgos en este estudio, y por el contrario de los reportados por Scheiman y colaboradores (6), hay diferencia clínica en la medición de la ruptura y recuperación del PPC con OR y FR de 3 y 4 cm, respectivamente.

El RIQ fue mayor para el PPC con FR, lo que indica una mayor variabilidad, cercana con OR y FR a la de Scheiman y colaboradores (6) y con OR a la de Pang y colaboradores (12); por otro lado, con el FR fue menor que lo reportado por Jiménez y colaboradores (7) y Adler y colaboradores (10) y tan solo mayor que los resultados de Pang y colaboradores (12).

## HETEROFORIA

La desviación promedio hallada en el presente estudio es similar a lo reportado por diferentes autores (tabla 1). En VL se espera que la foria oscile entre ortoforia y una exoforia de 2 DP, en tanto que en VP sería “normal” (90 % de los casos) hallar cualquier valor entre una exoforia de 8 DP y una endoforia de 2 DP.

El defecto refractivo no tiene ninguna incidencia en la dirección de la heteroforia. Se supone que un hipermetrope debe efectuar más acomodación para compensar la ametropía, lo que conllevaría a que se aumente el impulso a la vergencia a través de la convergencia acomodativa y, por lo tanto, se produzca una endodesviación; sin embargo, los defectos refractivos (sobre todo bajos o medios) poco influyen en la acomodación, hecho que reportan León y Zapata (20), quienes hallaron que el Lag acomodativo no presenta diferencias respecto a la ametropía.

Como fortalezas de este estudio se destaca el gran rango de edad, así como la cantidad de personas evaluadas, con un mínimo de 27 sujetos en cada grupo; no obstante, la diferencia en el número de pacientes en los grupos etarios puede conducir a que la muestra en cada uno no tenga el tamaño suficiente para llegar a datos concluyentes. Así mismo, el muestreo por conveniencia en las agrupaciones mayores de los 20 años hace que no sea posible extrapolar convenientemente los resultados.

En conclusión, se evidencia que los datos hallados de los test que conforman la evaluación motora son ligeramente superiores a lo reportado, en general, por otros autores foráneos, lo que indica que al emplear valores derivados de dichos trabajos se puede subestimar la presencia de problemas oculomotores en la población colombiana; por lo tanto, se recomienda el empleo de los resultados mostrados en el presente estudio como referentes de investigación en Colombia.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a la Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, entidad que patrocinó este estudio; luego, al cuerpo de profesores y estudiantes del programa de Optometría de dicha institución, por su invaluable colaboración en la obtención de los datos, y, final y particularmente, a las estudiantes (ya optómetras) Mayra Alejandra

Varela, Valeria Carmona y Juliana Ortiz, por su invaluable colaboración en el desarrollo de esta y otras investigaciones.

## REFERENCIAS

1. Daum KM, McCormack GL. Fusion and binocularity. En Benjamin W, compilador. *Borish's clinical refraction*. 2ª ed. San Luis, Missouri: Butterworth-Heinemann Elsevier; 2006. p. 145-91.
2. Jones R, Stephens GL. Horizontal fusional amplitudes: Evidence for disparity tuning. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1989;30(7):1638-42.
3. Morgan M. The clinical aspects of accommodation and convergence. *Optom Vis Sci*. 1944; 21(8):301-13.
4. Wesson MD. Normalization of prism bar vergences. *Am J Optom Physiol Opt*. 1982;59(8):628-34.
5. Kragha IK. Accommodative vergence and related findings for a Nigerian population. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1985;5(4):435-9.
6. Scheiman M, Gallaway M, Frantz KA, Peters RJ, Hatch S, Cuff M, Mitchell GL. Nearpoint of convergence: test procedure, target selection, and normative data. *Optom Vis Sci*. 2003 mzo.;80(3):214-25.
7. Jiménez R, Pérez MA, García JA, González MD. Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular function in children. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2004 nov.;24(6):528-42.
8. 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. *Optometry*. 2005 oct.;76(10):593-9.
9. Palomo Álvarez C, Puell MC, Sánchez-Ramos C, Villena C. Normal values of distance heterophoria and fusional vergence ranges and effects of age. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2006;244(7):821-4.
10. Adler PM, Cregg M, Viollier AJ, Margaret Woodhouse J. Influence of target type and RAF rule on the measurement of near point of convergence. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2007 en.;27(1):22-30.
11. Antona B, Barrio A, Barra F, González E, Sánchez I. Repeatability and agreement in the measurement of horizontal fusional vergences. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2008 sept.;28(5):475-91.
12. 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 my.;30(3):298-303.
13. Razavi ME, Sagheb S, Poor H, Daneshyar A. Normative values for the fusional amplitudes and the prevalence of heterophoria in adults. *Iran J Ophthalmol*. 2010;22(3):41-6.
14. Goss DA, Becker E. Comparison of near fusional vergence ranges with rotary prisms and with prism bars. *Optometry*. 2011 febr.;82(2):104-7.
15. León A, Pulgarín CA. Relación acomodación convergencia por acomodación (AC/A) con el método del gradiente en un pequeño grupo poblacional de la ciudad de Pereira. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2007;8:29-36.
16. Pointer JS. The far interpupillary distance: A gender-specific variation with advancing age. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1999;19(4):317-26.
17. Fesharaki H, Rezaei L, Farrahi F, Banihashem T, Jahankhshi A. Normal interpupillary distance values in an Iranian population. *J Ophthalmic Vis Res*. 2012;7(3):231-4.
18. Scheiman M, Wick B. *Clinical management of binocular vision*. 3ª ed. Filadelfia (Estados Unidos): Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
19. León Álvarez A, Estrada Álvarez JM, Medrano SM. Valores normales de la amplitud de acomodación subjetiva entre los 5 y los 19 años de edad. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2014;12(2):11-25.
20. León Álvarez A, Zapata Giraldo PC. Evaluación del Lag de acomodación con la retinoscopia de Nott entre los 5 y los 19 años de edad. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2014;12(2):37-43.
21. León Álvarez, A, Medrano SM, Márquez MM, Núñez SM. Disfunciones no estrábicas de la visión binocular entre los 5 y los 19 años. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2016;14(2):13-24.