

# Disfunciones no estrábicas de la visión binocular entre los 5 y los 19 años

Non-strabismic binocular vision dysfunctions between 5 and 19 years of age

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

Recibido: 19-05-2016 / Aceptado: 08-06-2016

## RESUMEN

**Objetivo:** determinar la prevalencia de las disfunciones no estrábicas de la visión binocular (DNEVB) en sujetos que pertenecen a colegios públicos de Pereira. **Materiales y métodos:** se incluyeron 508 sujetos entre 5 y 19 años a quienes se les aplicó una valoración optométrica completa, que incluyó la medición de la desviación ocular (*prisma cover test*), reservas fusionales positivas y negativas (3 y 0,40 m), punto próximo de convergencia con objeto real y luz más filtro rojo, estereopsis (*Randot stereotest*), AC/A calculado, respuesta acomodativa (retinoscopia de Nott), flexibilidad de acomodación (*flipper*  $\pm 2,00$  D a 40 cm) y amplitud de acomodación (*push up* y *push down*). Se siguieron los criterios diagnósticos sugeridos por Scheiman y Wick y la Asociación Americana de Optometría. **Resultados:** la DNEVB se presentó en el 19,5% de los participantes, así como un problema acomodativo y de vergencias en el 1,8%, en tanto que la presencia de alguna de estas alteraciones fue hallada en el 17,7%. **Conclusiones:** aunque la prevalencia de las DNEVB se consideró alta, fue menor a lo reportado en estudios previos, principalmente debido a que la población evaluada en dichos trabajos provenía de clínicas de optometría, lo que llevó a una sobrestimación de la frecuencia de estos problemas.

**Palabras clave:** disfunciones no estrábicas, visión binocular, prevalencia, acomodación, vergencias.

\* Optómetra, MSc. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. ✉ [aleleon@unisalle.edu.co](mailto:aleleon@unisalle.edu.co)

\*\* Optómetra, MSc. Fundación Universitaria del Área Andina, Pereira, Colombia.

\*\*\* Estudiante de Optometría. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

Cómo citar este artículo: León 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. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/sv.3840>

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the prevalence of non-strabismic binocular vision dysfunctions (NSBVD) in subjects studying in public schools in Pereira. **Materials and methods:** 508 students between 5 and 19 years of age were subjected to a full optometric assessment. This included measurement of ocular deviation (prism cover test); positive and negative fusional reserves (3 and 0.40 m); near point of convergence using a real object and red filter and light; stereopsis (Randot stereotest); AC/A calculated, accommodative response (Nott retinoscopy); flexibility of accommodation (flipper  $\pm$  2.00 D at 40 cm), and amplitude of accommodation (push up and push down). Diagnostic criteria suggested by Sheiman and Wick and the American Optometric Association were followed. **Results:** NSBVD was present in 19.5% of the participants, as well as an accommodative and a vergence problem in 1.8% of them, while one of these alterations was found in 17.7%. **Conclusions:** Although the prevalence of NSBVD was high, it was lower than reported in previous studies, mainly because the population evaluated in those works came from optometry clinics, which lead to an overestimation of the frequency of these problems.

**Keywords:** non-strabismic dysfunctions, binocular vision, prevalence, accommodation, vergences.

## INTRODUCCIÓN

Las disfunciones no estrábicas de la visión binocular (DNEVB) son un conjunto de alteraciones visuales que afectan el estado binocular de las personas e interfieren en el desempeño eficiente de ciertas actividades, como leer o trabajar en el computador, o en labores que requieren una mayor demanda de visión cercana (1,2). Con frecuencia, los optómetras son los profesionales de la salud visual que diagnostican los pacientes con disfunción acomodativa o de las vergencias (2).

La clasificación más utilizada para las disfunciones de las vergencias es la propuesta por Wick, basada en la consideración de la foria, según la distancia (vergencia tónica) y la relación acomodación-convergencia acomodativa (AC/A); así, se compone de los problemas de la visión binocular de AC/A baja, como la insuficiencia de convergencia y la insuficiencia de divergencia; de AC/A normal, como la endoforia básica, la exoforia básica y la disfunción de vergencia fusional, y de AC/A alta, como el exceso de convergencia y el exceso de divergencia. Para las alteraciones acomodativas, la más utilizada es la clasificación de Donders, que incluye la insuficiencia acomodativa, el exceso acomodativo y la infacilidad acomodativa (1-3).

Hoffman y colaboradores (4), en 1973, reportaron que la disfunción acomodativa se presentaba entre

el 60 y el 80 % de los pacientes con problemas de visión binocular; sin embargo, pocos estudios acerca de esta alteración se habían llevado a cabo en la población general. En 1985, la investigación de Hokoda (5) en pacientes no presbíta examinados en una clínica encontró que la prevalencia de la disfunción acomodativa sintomática era del 9,2 % para la insuficiencia acomodativa, 5,1 % para la infacilidad acomodativa y 2,5 % para el exceso acomodativo.

Más recientemente, Cacho-Martínez y colaboradores (2) reportaron grandes variaciones en la prevalencia de estas alteraciones, tras una revisión sistemática de los estudios publicados entre 1986 y 2009, en los que las características de los criterios diagnósticos y el número de pruebas aplicadas, así como los tipos de población de estudio y el tamaño de las muestras, difirieron ampliamente. Las de mayor variación fueron la insuficiencia de convergencia, con un rango de prevalencia entre 2,25 y 33 %, y la insuficiencia acomodativa, entre 2 y 61,7 %.

De igual modo, Panicia y Romero (6), en su estudio retrospectivo de 2004 a 2012 en pacientes de 5 a 20 años, encontraron que la insuficiencia acomodativa, la insuficiencia de convergencia, el exceso de convergencia y la infacilidad acomodativa ostentaban las prevalencias más altas, con un 39 %, 12,6 %, 9,1 % y 7,6 %, respectivamente; mientras

las demás alteraciones presentaron prevalencias iguales o inferiores al 5,1 %.

Debido a esta importante variabilidad de reportes de prevalencia de las disfunciones acomodativas y vergenciales, así como que en Colombia no se han encontrado estudios confiables sobre el tema y en hallazgos previos sobre problemas visuales en nuestro país se han evidenciado discrepancias con lo expuesto en otros lugares del mundo —por ejemplo, Gómez (7) halló que la prevalencia de la ambliopía en esta misma población era del 8 %, cifra muy superior a lo citado comúnmente (1 a 4 %) (8)—, el propósito de este trabajo fue determinar la frecuencia de las DNEVB en una población escolar de 5 a 19 años.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este es un estudio secundario al trabajo titulado “Age and the amplitude of accommodation measured using dynamic retinoscopy” (9). Para estimar el tamaño de la muestra, se consideró una prevalencia del 20 %, con una máxima diferencia esperada del 4 % y un error tipo I del 5 %; con estos datos se calculó un tamaño muestral de 385 personas.

Para obtener los sujetos de la investigación principal, se desarrolló un muestreo en dos etapas: por estratos y por conglomerados. En la primera se seleccionaron diez instituciones mediante una aleatorización de los colegios públicos del área metropolitana de Pereira, a partir de un listado proporcionado por la Secretaría de Educación de la ciudad. En cada colegio se explicó y pidió autorización a las directivas para efectuar el trabajo. En la segunda etapa, una vez conseguido el visto bueno, se solicitó el listado de los salones para hacer un nuevo sorteo aleatorio y seleccionar tres o cuatro de estos. Se citó a los padres o acudientes responsables de los estudiantes para informarlos de las actividades que se iban a realizar; se requirió de su autorización y la firma del consentimiento informado para vincular a los sujetos al estudio. Así mismo, se informó a los menores de edad sobre

la investigación y se les pidió el asentimiento para llevar a cabo con ellos el trabajo.

La investigación cumplió con los requerimientos establecidos por la Declaración de Helsinki y el Decreto 8430 de 1993 y fue aprobada por el Comité de Bioética de la Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira.

Se incluyeron todos los estudiantes de cada salón de clase que hubiesen autorizado su participación en el estudio. A todos los participantes se les aplicó un examen completo de optometría: anamnesis; agudeza visual de lejos y cerca, con cartas logMAR; retinoscopia estática; refracción subjetiva; exploración del segmento anterior, con lámpara de hendidura, y del polo posterior, con oftalmoscopia directa, y evaluación de la función acomodativa y del estado sensoriomotor. A aquellas personas que tuvieron problemas refractivos se les entregó la correspondiente prescripción óptica; a quienes fueron diagnosticados con patologías del segmento anterior o posterior se les orientó para que fuesen valorados por el profesional pertinente y los sujetos con trastornos de la visión binocular se remitieron y examinaron, sin costo, en la clínica de la universidad.

Se incluyeron sujetos entre los 5 y los 19 años, matriculados en los salones escogidos y con buena salud física. Se excluyeron quienes tuviesen una agudeza visual logMAR inferior a 0,1 ( $<20/25$ ) de lejos o cerca, errores refractivos de  $>5,00$  D en el componente esférico o  $>3,00$  D en el astigmático; ambliopía definida como una AV menor a 0,3 logMAR, en el mejor ojo, o una diferencia entre los ojos de dos líneas de AV; anisometropía ( $>1,00$  D en la esfera o el cilindro); estrabismo permanente; patologías del segmento anterior que afectaran la transparencia de los medios oculares o enfermedades del segmento posterior. Adicionalmente, se excluyeron quienes tenían historia de cirugía ocular.

Para la evaluación de la función acomodativa y sensoriomotora se empleó la corrección habitual o la obtenida con la refracción subjetiva.

## EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN SENSORIOMOTORA

### *Prisma Cover Test (PCT)*

Se aplicó un cover test alternante y uno no alterante para determinar el tipo de desviación presente. La persona fue instruida para fijar una línea vertical de optotipos (20/40), para una distancia de 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 colocó delante del ojo derecho prisma base superior (hipoforia derecha-signo negativo) o prisma base inferior (hiperforia derecha-signo negativo) (10).

### *Reservas fusionales (barra de prismas)*

Se instruyó a cada paciente para fijar una línea vertical de optotipos (20/40) a 3 y 0,4 m. Siempre se comenzó evaluando las reservas fusionales negativas (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 la persona indicó ver una sola imagen (punto de recuperación). Un procedimiento similar se efectuó para las reservas fusionales positivas (RFP), pero se adicionaron prismas base externa (11).

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

Para las RFN de lejos se consideró como normal una ruptura mínima de 5 DP, con una recuperación de al menos la mitad de este valor. Para las RFN de cerca, se asumió como normal una ruptura

de 15 DP (mínimo) y la recuperación debió ser al menos un tercio de esa cantidad.

Para las RFP de lejos se tomó como normal una ruptura de mínimo 7 DP, con un punto de recobro de al menos la mitad de la ruptura. Para las RFP de cerca, lo normal se consideró de al menos 15 DP para la ruptura y al menos un tercio de esta para la recuperación.

### *Punto Próximo de Convergencia (PPC) (12)*

Para este test se empleó el procedimiento con objeto real y con filtro rojo. Para el primero, el punto de fijación empleado fue el mismo que en la medición de las reservas fusionales. El objeto real se colocó en el plano medio de los ojos del paciente, alejado unos 30 cm de su rostro. A continuación, el objeto 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 la imagen sencilla (punto de recobro).

Para el segundo método se utilizó un procedimiento similar, pero un filtro rojo se puso delante del ojo derecho y el punto de fijación fue la luz de una linterna (transiluminador); esta se acercó hasta que el paciente reportó ver dos luces (rojo y amarilla); luego, se alejó hasta el punto en que la persona reportó visión sencilla.

Cada procedimiento se desarrolló tres veces; el promedio se consideró el valor del punto próximo de convergencia. Como valores normales, se tomaron para la diplopía 8 cm y para la recuperación que fuese 1/3 más alejado del punto de diplopía (como máximo).

### *Estereopsis*

Para esto se empleó el test de Randot (Butterfly Acuity Test with Lea SYMBOLS). El paciente usó lentes polarizados sobre su corrección habitual o la encontrada en la refracción subjetiva. El test

se ubicó a 0,4 m del sujeto; se le instruyó para que señalase cuál de los cuatro círculos de Wirt sobresalía en cada uno de los nueve rombos que se presentaron. La prueba se detuvo cuando se produjeron dos errores consecutivos por parte del evaluado. La estereopsis se registró en segundos de arco. Se tomó como un valor normal al menos una estereopsis de 55 segundos de arco.

#### **Relación convergencia-acomodativa por acomodación (relación AC/A)**

Se halló a través del método calculado, al tomar como medida de desviación la hallada en visión lejana (FVL) y próxima (FVP) con el prisma cover test, la distancia pupilar (DP) en centímetros y la distancia de trabajo (DT) a 0,4 m (convertidos a dioptrías). Se consideró como relación AC/A baja si el valor era inferior a 4; normal, de 4 a 6, y alta, mayor a 6.

$$AC/A \text{ calculado} = DP(cm) + [DT(m) * (FVP - FVL)]$$

#### **EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN ACOMODATIVA**

##### **Respuesta acomodativa (Lag de acomodación-retinoscopia de Nott) (6)**

Cada sujeto usó su corrección óptica habitual o la hallada con la refracción subjetiva. Se empleó un set de optotipos (letras o figuras) a 40 cm, con un tamaño de 1,2 mm, correspondiente a una agudeza visual de 20/40. Este set se colocó sobre una regla de tal forma que el objeto que miraba el evaluado quedara sobre el plano medio de su cara. Se instruyó y animó a cada paciente para que mirara, mantuviese de forma nítida y leyera en voz alta las figuras que observaba. Ningún ojo fue ocluido. El evaluador se ubicó atrás del punto de fijación con el retinoscopio, tan alineado como fuese posible del eje visual del ojo por evaluar. A continuación, el examinador observó las sombras retinoscópicas; si veía un movimiento “con”, se alejaba hasta observar un punto neutro; si hallaba un movimiento “contra”, se acercaba hacia el

paciente para neutralizar dicho movimiento. Este punto de neutralización (convertido en dioptrías) se consideró la respuesta acomodativa. La distancia entre el ojo del sujeto evaluado y el objeto de fijación se tomó como la demanda de acomodación (convertida en dioptrías). El Lag fue la diferencia entre la demanda y la respuesta de acomodación; el valor normal se consideró entre +0,25 y +0,75 D. El procedimiento se repitió tres veces para cada ojo.

##### **Flexibilidad de acomodación**

El objeto de fijación consistió en un set de letras (números o figuras, 20/30) ubicadas a 0,4 m sobre una regla de Krimsky. Entre tanto, se sostuvo un flipper de  $\pm 2,00$  D en el plano de los ojos o la corrección óptica. El sujeto respondía si observaba las imágenes claras y nítidas al colocar alternadamente cada lente (un ciclo) durante un minuto. Al finalizar el tiempo, se registró la cantidad de ciclos que efectuó y el lente con el que tuvo alguna dificultad en aclarar. El procedimiento se realizó mono y binocularmente (13-14).

##### **Amplitud de acomodación (push up y push down)**

Se ocluyó uno de los ojos. El objeto de fijación fue similar al empleado para hacer la retinoscopia de Nott, apoyado sobre una regla y sostenido por el evaluado. El paciente comenzó a acercarlo hacia sus ojos y reportó en qué momento observó las figuras ligeramente borrosas, punto en el que se detuvo. El inverso de la distancia entre el ojo y el objeto se registró como el valor de la amplitud de acomodación con el método de *push up*, en dioptrías (15).

Después, se le solicitó al paciente acercar 1 o 2 cm más el objeto a los ojos, notándolo aún más borroso, para luego alejarlo lentamente hasta que observara que la imagen se volvía clara y nítida de forma sostenida. En ese punto se detuvo y se registró el inverso de la distancia como la amplitud de acomodación con la técnica de *push down*, en dioptrías.

Cada procedimiento se desarrolló dos veces, con un intervalo de un minuto entre mediciones. El dato de amplitud de acomodación que se tuvo en cuenta fue el promedio de las mediciones entre el *push up* y el *push down*.

El diagnóstico de las alteraciones de la vergencia y de la acomodación se hicieron con base en los criterios dados por Scheiman y Wick (16) y la American Optometric Association (1) (tablas 1 y 2). El análisis descriptivo de los datos se llevó a cabo mediante frecuencias absolutas y relativas, a través del paquete estadístico Stata 12.0.

TABLA 1. Criterio diagnóstico para las alteraciones de las vergencias

INSUFICIENCIA DE CONVERGENCIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Exoforia de cerca moderada o alta <math>&gt;4</math> DP.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reserva fusional positiva de cerca reducida (ruptura: <math>&lt;15</math> DP; recuperación: <math>1/3</math> de la ruptura, como mínimo).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Punto próximo de convergencia (PPC) alejado (objeto acomodativo-diplopía: 8 cm; recuperación: <math>1/3</math> más alejado del punto de ruptura, como máximo).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación AC/A* baja <math>&lt;4</math>.</li> </ul>
EXCESO DE CONVERGENCIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Endoforia de cerca alta o moderada <math>&gt;4</math> DP.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reserva fusional negativa de cerca disminuida (ruptura: <math>&lt;15</math> DP; recuperación: <math>1/3</math> de la ruptura, como mínimo).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación AC/A alta <math>&gt;6</math>.</li> </ul>
INSUFICIENCIA DE DIVERGENCIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Endoforia de lejos alta o moderada <math>&gt;4</math> DP.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reserva fusional negativa de lejos disminuida (ruptura: <math>&lt;5</math> DP; recuperación: <math>1/2</math> de la ruptura).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación AC/A baja <math>&lt;4</math>.</li> </ul>
EXCESO DE DIVERGENCIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Exoforia de lejos alta o moderada <math>&gt;4</math> DP.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reserva fusional positiva de lejos disminuida (ruptura: <math>&lt;7</math> DP; recuperación: <math>1/2</math> de la ruptura).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación AC/A alta <math>&gt;6</math>.</li> </ul>
EXOFORIA BÁSICA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Exoforia de lejos y cerca similares (diferencia <math>&lt;4</math> DP).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reserva fusional positiva de lejos (ruptura: 7 DP; recuperación: <math>1/2</math> de la ruptura) y cerca (ruptura: <math>&lt;15</math> DP; recuperación: <math>1/3</math> de la ruptura) disminuidas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación AC/A normal (4 a 6).</li> </ul>

ENDOFORIA BÁSICA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Endoforia de lejos y cerca similares (diferencia: <math>&lt;4</math> DP).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reserva fusional negativa de lejos (ruptura: 5 DP; recuperación: <math>1/2</math> de la ruptura) y cerca (ruptura: <math>&lt;15</math> DP; recuperación: <math>1/3</math> de la ruptura) disminuidas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación AC/A normal (4 a 6).</li> </ul>
DISFUNCIÓN DE LA VERGENCIA FUSIONAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reservas fusionales negativas y positivas disminuidas de lejos y cerca.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación AC/A normal (4 a 6).</li> </ul>

\*Método calculado.

TABLA 2. Criterio diagnóstico para las disfunciones acomodativas

EXCESO DE ACOMODACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lag de acomodación bajo (<math>&lt;+0,25</math> D).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexibilidad de acomodación, falla con el positivo (<math>+/-2</math> D <math>&lt;7</math> ciclos por minuto).</li> </ul>
INSUFICIENCIA DE ACOMODACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lag de acomodación alto (<math>&gt;+0,75</math> D).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexibilidad de acomodación, falla con el negativo (<math>+/-2</math> D <math>&lt;7</math> ciclos por minuto).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Amplitud de acomodación reducida, según el criterio de Hofstetter (<math>[15-0,25 \times \text{edad}] - 2</math> D).</li> </ul>
INFACILIDAD DE ACOMODACIÓN (INERCIA DE ACOMODACIÓN)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexibilidad de acomodación monocular, falla con el positivo y negativo (<math>+/-2</math> D <math>&lt;7</math> ciclos por minuto).</li> </ul>

## RESULTADOS

Se incluyeron 508 sujetos (298 mujeres, 210 hombres): de 5 a 9 años, 160 ( $7,8 \pm 1,1$  años); de 10 a 14 años, 166 ( $11 \pm 1,34$  años), y de 15 a 19 años, 182 ( $16,4 \pm 1,1$  años). Estos se agruparon acorde a su error refractivo (equivalente esférico) como emétopes (314 [ $-0,25$  a  $+0,50$  D]), hipermetropes (108 [ $>+0,50$  D]) y miopes (86 [ $<-0,25$  D]).

## DISFUNCIONES ACOMODATIVAS Y DE VERGENCIAS

Las DNEVB se presentaron en el 19,5% de los sujetos. El 1,8% de las personas reveló simultáneamente problemas de acomodación y de vergencias, mientras que al 17,7% se le diagnosticó solo una de

estas entidades (tabla 3). Al agruparse por el error refractivo, las DNEVB son proporcionalmente más prevalentes en los miopes (31,4%), en especial frente a la presencia de un solo tipo de problema; mientras que el diagnóstico simultáneo de ambos tipos de alteraciones es ligeramente más frecuente en los hipermétropes (2,78%).

TABLA 3. Prevalencia de las DNEVB, expresadas en frecuencia relativa (porcentaje) y agrupadas por error refractivo (equivalente esférico)

	EMÉTROPE	HIPERMÉTROPE	MIOPE
DA+DV	1,59	2,78	1,16
DA o DV	15,61	13,89	30,23
Total	17,20	16,70	31,40

DA+DV indica que los sujetos presentaban simultáneamente ambos problemas; DA o DV señala que se presentó una de las alteraciones

### DISFUNCIONES ACOMODATIVAS

Las disfunciones acomodativas se presentaron en el 8,1% de los participantes (figura 1) y fueron muy similares en cuanto a su frecuencia. Al ser agrupadas por ametropía, se encuentra que hay menor presencia en los emétopes (6,7%), en comparación con los hipermétropes (10,2%) y miopes (10,5%), las cuales fueron similares (fi-

gura 2). Es evidente que en los miopes el exceso de acomodación fue proporcionalmente el problema más prevalente (5,81%), en tanto que en los emétopes fue la insuficiencia (2,87%) y en los hipermétropes tanto la insuficiencia como el exceso acomodativo (4,63%).

### DISFUNCIONES DE VERGENCIAS

Las alteraciones del sistema de vergencias se hallaron con y sin trastornos acomodativos en el 13,2% de las personas. La insuficiencia de convergencia fue el problema más común (9,06%); mientras que las demás alteraciones se presentaron en una proporción similar (entre 0,8 y 1,2%). Es importante resaltar que no se reportó ningún caso de exceso o insuficiencia de divergencia (figura 3).

Proporcionalmente, los miopes presentaron la mayor presencia de problemas de vergencias (20,9%), en tanto que el resultado fue similar entre los emétopes y los hipermétropes (12,1 y 10,2%, respectivamente). Así mismo, se observa que la insuficiencia de convergencia es la disfunción vergencial más prevalente en los tres grupos, especialmente en los miopes (15,1%) (figura 4).

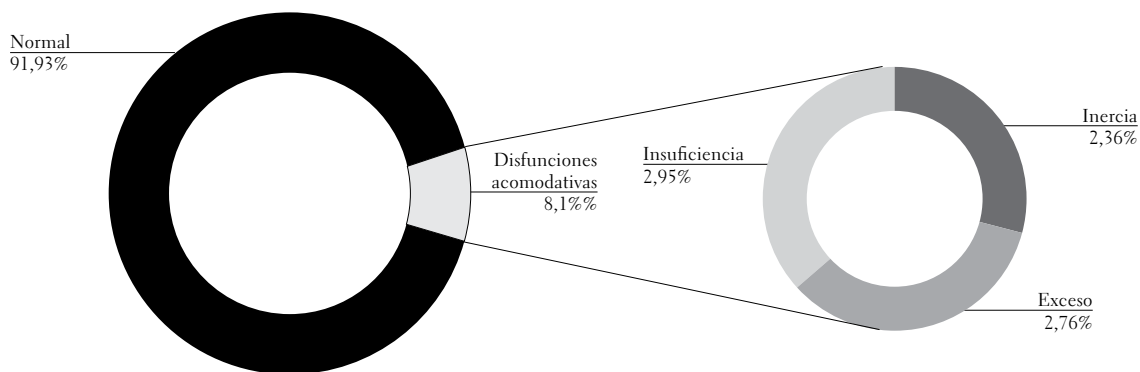


FIGURA 1. Prevalencia de las disfunciones acomodativas, expresada en frecuencias relativas (porcentaje)

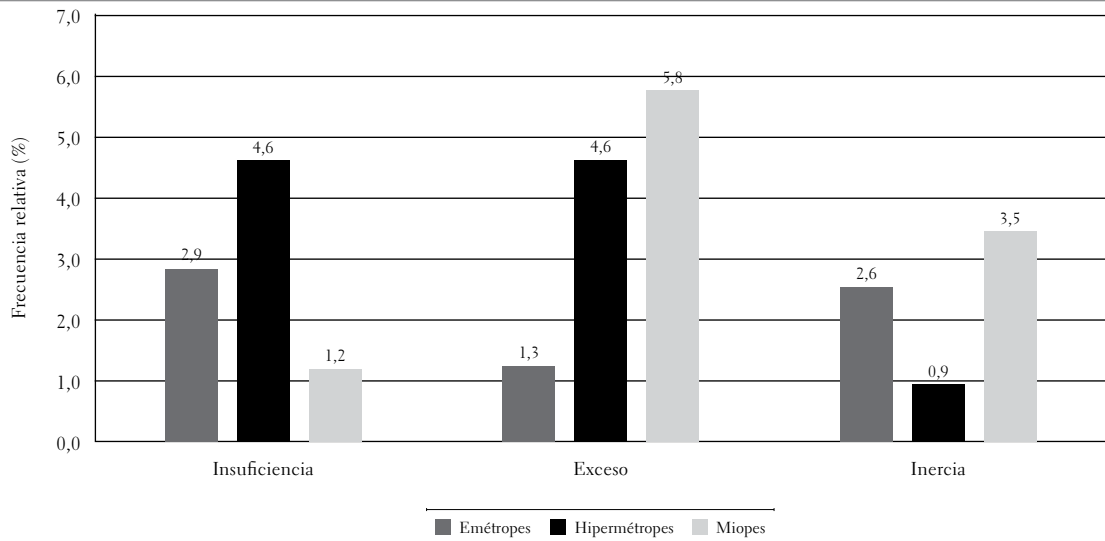


FIGURA 2. Presencia de las disfunciones acomodativas (porcentaje), agrupadas por ametropía

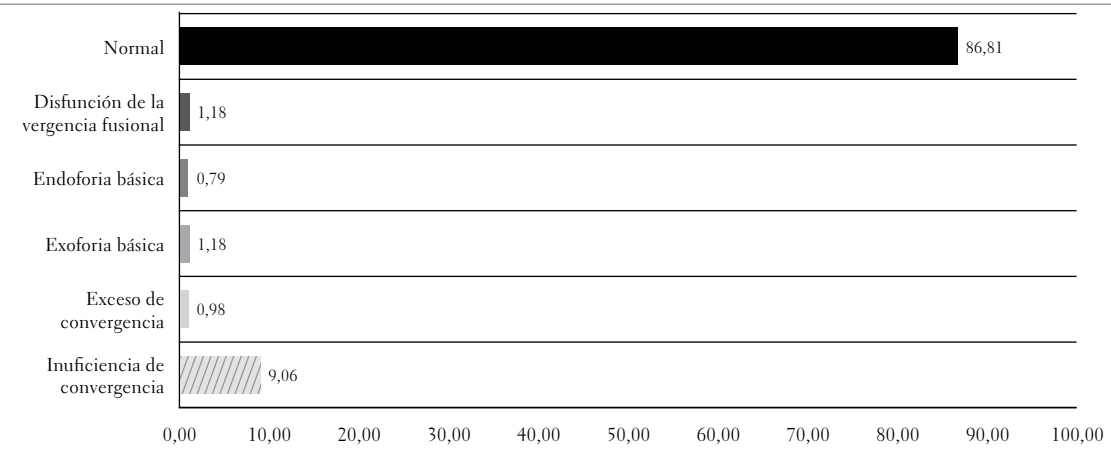


FIGURA 3. Prevalencia de las disfunciones de vergencias (porcentaje), en una muestra de 508 sujetos entre los 5 y los 19 años de edad

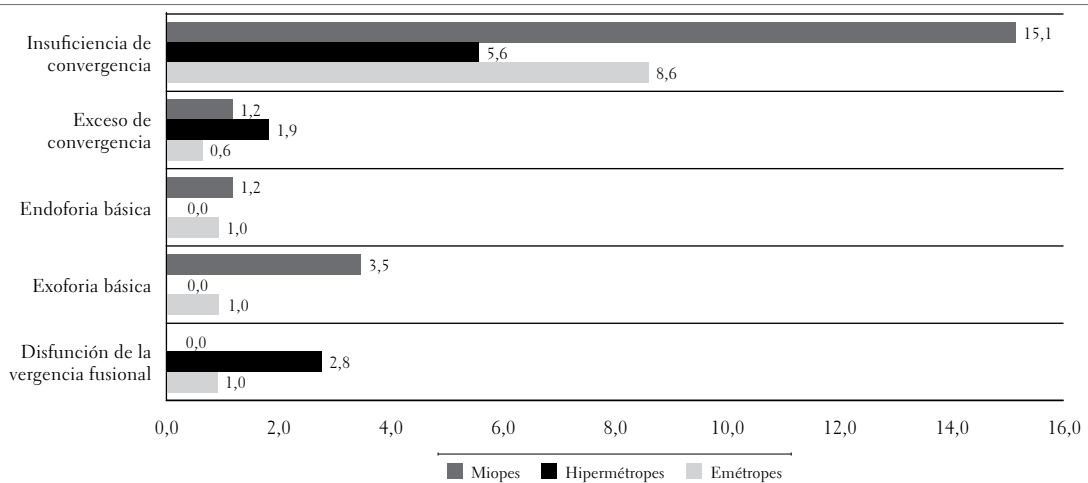


FIGURA 4. Frecuencia relativa de las disfunciones de vergencias (porcentaje), agrupadas por defecto refractivo



## DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta investigación indican que las DNEVB son alteraciones comunes, aunque con una prevalencia inferior a lo reportado por Lara y colaboradores (22,3 %) (17), Jang y Park (28,5 %) (18) y Porcar y Martínez (32,3 %) (19). En parte, esta menor prevalencia se podría explicar por las poblaciones evaluadas, por ejemplo, Lara y colaboradores (17) examinaron sujetos entre los 10 y los 35 años en una clínica de optometría, por lo que es más probable que dichas personas asistieran por presentar algún tipo de problema visual, lo que llevaría a la existencia de un sesgo de selección y de ahí a sobrestimar la presencia de estas alteraciones. Esto también es evidente en lo reportado por Paniccia y Romero (6), quienes señalaron la máxima presencia de este tipo de problemas (73,7%), debido a que el propósito de su estudio fue encontrar la prevalencia en una clínica de optometría. Por otro lado, Porcar y Martínez (19) evaluaron sujetos universitarios, quienes pueden tener una mejor comprensión de los procedimientos, lo que llevaría a una mayor fiabilidad en su desarrollo; de hecho, Saladin (20) menciona que los sujetos que presentan una mayor concentración en los test de diagnóstico visual producen más inervación voluntaria para la respuesta de convergencia; en consecuencia, se tiene un mejor control en el alineamiento de los ojos.

### DISFUNCIONES ACOMODATIVAS

La presencia de alguna disfunción acomodativa se encontró en el 8,1 % de los evaluados, mientras que Porcar y Martínez (19) reportaron un 17% y Lara y colaboradores (17) señalaron un 9,4%; no obstante, cuando se incluyen los pacientes que tuvieron un problema acomodativo y simultáneamente una disfunción de vergencias, la frecuencia hallada por ellos se eleva al 16,6%. Las dos investigaciones citadas mostraron que el exceso de acomodación y la insuficiencia acomodativa fueron, en ese orden, las alteraciones más prevalentes (10,8 y 6,2 % y 6,2 y 3,0 %, respectivamente). En este trabajo, las disfunciones fueron muy similares entre los tres

tipos; sin embargo, se deben hacer dos observaciones respecto a los valores utilizados como punto de corte para determinar si se encontraba dentro de lo mínimo esperado:

- Para el Lag de acomodación, tanto Porcar y Martínez (19) como Lara y colaboradores (17) tuvieron como referentes hallazgos entre +0,25 y +0,75 D, algo que se cita con frecuencia (21,22); por lo tanto, para llevar a cabo una mejor comparación de los resultados, en este trabajo se emplearon los mismos valores normales. Sin embargo, recientemente León y Zapata (23) reportaron que en una población similar (5 a 19 años) el rango de normalidad del Lag acomodativo es más amplio, lo que sugiere que debería ser entre 0,00 y +1,00 D.
- Porcar y Martínez (19), así como Lara y colaboradores (17), midieron la amplitud de acomodación con los métodos de *push up* (Donders acercamiento) y *Minus Lens* (Sheard), aunque solo se refirieron al primero para determinar si estaba dentro de lo normal, a la vez que el punto más bajo de normalidad se basó en la fórmula baja planteada por Hofstetter ( $15 - \text{edad} * 0,25$ ) menos 2 dioptrías. Sin embargo, el uso de esta ecuación para describir si la amplitud de acomodación se encuentra en lo mínimo esperado ha mostrado que sobrestima la acomodación en la población colombiana; de hecho, León, Estrada y Medrano (12) evidenciaron que la amplitud de acomodación es diferente no solo respecto a otros trabajos realizados en población foránea, sino también entre las técnicas y su tasa de decrecimiento como función de la edad, por ejemplo, encontraron que el *push up* mostraba la amplitud de acomodación más alta, mientras que el *push down* presentaba los datos más bajos, por lo que en esta investigación se empleó el valor promedio obtenido con estos dos últimos procedimientos, algo que también ha sugerido Benzoni y Rosenfield (24).

Cuando se consideró el defecto refractivo, se evidenció que las alteraciones acomodativas eran más

prevalentes en hipermétropes y miopes, pero que las insuficiencias tendían a estar más presentes en los primeros y los excesos, en los segundos. Estos hallazgos son contrarios a lo que se esperaba, es decir, los hipermétropes presentarían más un exceso debido a que tienen que “acomodar más” y los miopes una insuficiencia pues tienden a “acomodar menos”. No obstante, León y Zapata (23) mostraron que la respuesta acomodativa entre ametropías no difería para estos grupos etarios. Se podría especular que debido a las edades de los sujetos examinados la demanda de trabajo de cerca es intensa, lo que sí ha mostrado ser un factor significativo en el desarrollo de la miopía (24-26).

### DISFUNCIONES DE LAS VERGENCIAS

Con respecto a la prevalencia de las alteraciones de las vergencias, se halló que esta fue del 13,19%, dato muy cercano al reportado por Scheiman y colaboradores (3), quienes indicaron que era del 14,3% en una población de 373 sujetos de un instituto de optometría; sin embargo, estas cifras son inferiores a otros reportes que señalan una prevalencia que varía entre el 22,3% (6), el 30% (15) y hasta el 77% (27).

La insuficiencia de convergencia, con un 9,06%, fue el problema más frecuente. Este hallazgo confirma la tendencia de los diagnósticos encontrados en la práctica clínica (28,29); no obstante, al observar las cifras de otras investigaciones es clara la brecha en el rango de prevalencias (2). Así, los trabajos reportados por Scheiman y colaboradores (3) y Létourneau y colaboradores (30) hallaron un resultado inferior (4,6 y 2,25%, respectivamente). Estas diferencias se pueden atribuir a que en el primer estudio los sujetos provenían específicamente de una práctica clínica, con lo que se sesga el análisis de dicha condición, puesto que la muestra no es representativa de la población. En el segundo caso la diferencia puede partir de los signos clínicos considerados para determinar el diagnóstico de la insuficiencia de convergencia, los cuales se enfocaron básicamente en la diplopía del punto

próximo de convergencia, que fue mayor (10 cm), y en el dato de la exoforia en visión cercana.

Rouse y colaboradores (31) y Borsting y colaboradores (32) encontraron en una población escolarizada mayores cifras de prevalencia de insuficiencia de convergencia (13 y 17,3%, respectivamente), respecto al presente trabajo. No obstante, el primer estudio involucró dentro de la muestra niños de 9 a 13 años de zona rural y urbana; aunque esto es un punto de diferencia, los criterios de diagnóstico constituyen la principal razón de las discrepancias, pues tuvo en cuenta la convergencia relativa positiva, el punto de ruptura en las reservas fusionales y el punto próximo de convergencia mínimo de 7,5 cm; mientras que en esta investigación se contempló un punto de ruptura, un recobro en reservas y un punto próximo de diplopía en convergencia de 8 cm como máximo. La convergencia relativa es un valor que en general se encuentra por debajo del dato de ruptura, lo que lo hace más sensible como signo de insuficiencia de convergencia; además, junto con el dato más cercano del punto próximo, facilitan el hallazgo de mayor cantidad de signos para el diagnóstico de esta alteración vergencial. El trabajo de Borsting tiene diferencias en el criterio diagnóstico, ya que manejó datos de referencia menores para las reservas fusionales y el punto próximo de convergencia, lo cual incrementó la probabilidad de incluir una mayor cantidad de sujetos con el problema vergencial.

Por otro lado, el reporte de Dwyer (27) coincide con este trabajo en el orden de prevalencia de alteraciones vergenciales; sin embargo, se desconocen los criterios diagnósticos. Scheiman y colaboradores (3) encontraron que la alteración vergencial más prevalente fue el exceso de convergencia, que aquí ocupó el segundo lugar, pero fue hallado en menos de la mitad de sujetos, comparado con el diagnóstico de insuficiencia de convergencia.

En la literatura, el diagnóstico de insuficiencia de divergencia aparece en un rango de prevalencia que va desde el 0,1% (3) al 0,7% (31). Al igual que lo hallado en esta investigación, Lara y

colaboradores (17) no encontraron ningún caso en la población clínica estudiada. Una situación similar ocurrió con el exceso de divergencia de una prevalencia reportada hasta del 0,8% (3), que en el presente trabajo fue del 0%. Estos hallazgos demuestran que las mencionadas alteraciones vergenciales son de baja prevalencia en la población.

La endoforia básica hallada fue del 0,79%, dato muy cercano al encontrado por Scheiman y colaboradores (0,4%) (3); por el contrario, Dwyer (27) encontró un 9% de esta condición visual en un grupo de 144 niños de 7 a 18 años de edad, pero se dificulta un análisis de las razones de la discrepancia, ya que no son claros los parámetros metodológicos empleados.

Por otro lado, la disfunción de la vergencia fusional se encontró en un 1,18%, dato mayor al reportado por Scheiman y colaboradores (0,4%) (3), cuya diferencia puede presentarse porque el tipo de población incluida en los dos trabajos fue distinta, como ya se mencionó.

Una limitación de la presente investigación tiene que ver con los signos y síntomas de los pacientes, los cuales se tomaron sin un instrumento estructurado (como un cuestionario), lo que llevó a que no fuese posible incluirlos de manera confiable en el análisis de los datos clínicos. Por otro lado, como fortaleza de este estudio, podemos citar que se desarrolló en una población no clínica, pues el muestreo fue realizado en colegios públicos de Pereira; teniendo en cuenta que en esta ciudad hay una cobertura en educación por encima del 97%, se aseguró un adecuado espacio muestral, lo que revela que la muestra seleccionada fue representativa para la población en general entre los 5 y los 19 años de edad.

En conclusión, las DNEVB son frecuentes en la población escolar, pero en menor medida a lo reportado por otros autores, debido principalmente a que estos emplearon una población de instituciones clínicas que lleva a un sesgo de selección e inclusión; adicionalmente, estos problemas del

sistema binocular cursan, en mayor medida, de forma individual y no combinados (acomodativos o vergenciales).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, por haber patrocinado este trabajo, y, muy especialmente, al cuerpo docente y los estudiantes del programa de Optometría, por su incansable apoyo y participación para llevar a cabo esta investigación.

## REFERENCIAS

1. American Optometric Association. Care of the patient with accommodative and vergence dysfunction. San Luis (Estados Unidos): American Optometric Association; 1998. Disponible en: <https://www.aoa.org/documents/CPG-18.pdf>.
2. 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.
3. Scheiman M, Gallaway M, Coulter R, Reinstein F, Ciner E, Herzberg C, et al. Prevalence of vision and ocular disease conditions in a clinical pediatric population. *J Am Optom Assoc*. 1996;67(4):193-202.
4. Hoffman L, Cohen AH, Feuer G. Effectiveness of non-strabismus optometric vision training in a private practice. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 1973;50(10):813-6.
5. Hokoda SC. General binocular dysfunctions in an urban optometry clinic. *J Am Optom Assoc*. 1985;56(7):560-2.
6. Paniccia S, Romero A. Prevalence of accommodative and non-strabismic binocular anomalies in a Puerto Rican pediatric population. *Optometry & Visual Performance*. 2015;3(3):158-64.
7. Gómez MP. Prevalencia de ambliopía y factores asociados en población escolar de Pereira, 2014 [tesis]. [Cali]: Universidad del Valle, Facultad de Salud Escuela de Salud Pública; 2014.
8. Webber AL, Wood J. Amblyopia: prevalence, natural history, functional effects and treatment. *Clin Exp Optom*. 2005;88(6):365-75.
9. León A, Estrada JM, Rosenfield M. Age and the amplitude of accommodation measured using dynamic retinoscopy. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2016;36(1):5-12.

10. Rainey BB, Schroeder TL, Goss DA, Grosvenor TP. Inter-examiner repeatability of heterophoria tests. *Optom Vis Sci*. 1998;75(10):719-26.
11. Goss DA, Becker E. Comparison of near fusional vergence ranges with rotary prisms and with prism bars. *Optometry*. 2011;82(2):104-7.
12. Maples WC, Hoenes R. Near point of convergence norms measured in elementary school children. *Optom Vis Sci*. 2007;84(3):224-8.
13. Siderov J, DiGuglielmo L. Binocular accommodative facility in presbyopic adults and its relation to symptoms. *Optom Vis Sci*. 1991;68(1):49-53.
14. Rouse MW, DeLand PN, Mozayani S, Smith JP. Binocular accommodative facility testing reliability. *Optom Vis Sci*. 1992;69(4):314-9.
15. 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.
16. Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision. 3ª ed. Filadelfia (Estados Unidos): Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
17. Lara F, Cacho P, García A, Megías R. General binocular disorders: prevalence in a clinic population. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2001;21(1):70-4.
18. Jang JU, Park IJ. Prevalence of general binocular dysfunctions among rural schoolchildren in South Korea. *Taiwan Journal of Ophthalmology*. 2015;5(4):177-81.
19. Porcar E, Martínez-Palomera A. Prevalence of general binocular dysfunctions in a population of university students. *Optom Vis Sci*. 1997;74(2):111-3.
20. Saladin JJ. Convergence insufficiency, fixation disparity, and control systems analysis. *Am Optom Physiol Opt*. 1986;63(8):645-53.
21. Rouse MW, Hutter RF, Shiftlett R. A normative study of the accommodative lag in elementary school children. *Am J Optom Physiol Opt*. 1984;61(11):693-7.
22. McClelland JF, Saunders KJ. Accommodative lag using dynamic retinoscopy: age norms for school-age children. *Optom Vis Sci*. 2004;81(12):929-33.
23. 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.
24. Benzoni JA, Rosenfield M. Clinical amplitude of accommodation in children between 5 and 10 years of age. *Optom Vis Dev*. 2012;43(3):109-14.
25. Ip JM, Saw SM, Rose KA, Morgan IG, Kifley A, Wang JJ, et al. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49(7):2903-10.
26. Huang H-M, Chang DS-T, Wu P-C. The association between near work activities and myopia in children: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2015;10(10):e0140419.
27. Dwyer P. The prevalence of vergence accommodation disorders in a school age population. *Clin Exp Optom*. 1992;75(1):10-8.
28. Matsuo T, Ohtsuki H. Follow-up results of a combination of accommodation and convergence insufficiency in school-age children and adolescents. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1992;230(2):166-70.
29. Russell GE, Wick B. A prospective study of treatment of accommodative insufficiency. *Optom Vis Sci*. 1993;70(2):131-35.
30. Létourneau JE, Lapierre N, Lamont A. The relationship between convergence insufficiency and school achievement. *Am J Optom Physiol Opt*. 1979;56(1):18-22.
31. Rouse M, Borsting E, Hyman L, Hussein M, Cotter S, Flynn M, et al. Frequency of convergence insufficiency among fifth and sixth graders. The Convergence Insufficiency and Reading Study (CIRS) group. *Optom Vis Sci*. 1999;76(9):643-9.
32. Borsting E, Rouse M, Deland P, Hovett S, Kimura D, Park M, et al. Association of symptoms and convergence and accommodative insufficiency in school-age children. *Optometry*. 2003;74(1):25-34.