

January 2011

Modificación de la relación acomodación por convergencia acomodativa (AC/A), en respuesta a diferentes lentes estímulo

Alejandro León Álvarez

Fundación Universitaria del Área Andina, aleon@funandi.edu.co

Jorge Mario Estrada Álvarez

Fundación Universitaria del Área Andina, aleon@funandi.edu.co

Sandra Jimena Barbosa Torres

Fundación Universitaria del Área Andina, aleon@funandi.edu.co

Wendy Galindo Reuto

Fundación Universitaria del Área Andina, aleon@funandi.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, Estrada Álvarez JM, Barbosa Torres SJ y Galindo Reuto W. Modificación de la relación acomodación por convergencia acomodativa (AC/A), en respuesta a diferentes lentes estímulo. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2011;(1): 73-80.

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.

Modificación de la relación acomodación por convergencia acomodativa (AC/A), en respuesta a diferentes lentes estímulo

Modification of the Accommodative-Convergence over Accommodation (AC/A) Ratio, in Response to Different Stimulus Lenses

ALEJANDRO LEÓN ÁLVAREZ*
JORGE MARIO ESTRADA ÁLVAREZ**
SANDRA JIMENA BARBOSA TORRES***
WENDY GALINDO REUTO****

RESUMEN

La cantidad de acomodación que es modificada por acción de la convergencia se denomina la relación AC/A y puede influir en la magnitud de la desviación ocular, en el diagnóstico del estado sensorial y motor, y en el plan de tratamiento del paciente; existen discrepancias en si la medida del AC/A gradiente es igual con otras respuestas acomodativas. *Objetivo:* determinar si la relación AC/A gradiente estímulo presentaba una respuesta similar al emplear diferentes lentes estímulos. *Materiales y métodos:* fueron evaluados 132 sujetos a los cuales se midió la heteroforia habitual e inducida con lentes estímulo de +3,00, +2,00, +1,00, -1,00, -2,00 y -3,00 dioptrías, usando la técnica de Thorington, con una carta modificada de forias (para 0,33 m). *Resultados:* el promedio del AC/A gradiente para el lente estímulo fue de +3,00 (1,39), +2,00 (1,67), +1,00 (1,84), -1,00 (1,42), -2,00 (1,48), -1,00 (1,42), y el AC/A pendiente (AC/A_p 1,49); la comparación del AC/A no mostró diferencias significativas (ANOVA, $p = 0,0132$), pero sí una mayor variabilidad en los resultados con los lentes de +/- 1,00D (COA $\pm 2,98$ y $\pm 2,56$). *Conclusiones:* el AC/A gradiente estímulo en promedio fue similar cuando se calculó con los diferentes lentes, pero la variabilidad en los datos indica que debería ser medido y calculado con base en varios estímulos de acomodación.

Palabras clave:
heteroforia, acomodación, convergencia, relación AC/A.

ABSTRACT

The amount of accommodation modified by convergence is called the AC/A ratio and it can affect the magnitude of ocular deviation in the sensory and motor state diagnosis, as well as in the patient's treatment plan. There are some disagreements on whether the measurement of the AC/A gradient is the same with other accommodative responses. *Objective:* To determine if the gradient stimulus AC/A ratio had a similar response when using different stimulus lenses. *Materials and methods:* One hundred and thirty-two (132) individuals were evaluated, who had regular and induced heterophoria with +3.00, +2.00, +1.00, -1.00, -2.00 and -3.00 diopter stimulus lenses measured through the Thorington technique, with a modified phoria card (for 0.33 m). *Results:* The mean gradient AC/A for the stimulus lens was +3.00 (1.39), +2.00 (1.67), +1.00 (1.84), -1.00 (1.42), -2.00 (1.48), -1.00 (1.42), and the slope AC/A ratio (AC/A_p 1.49). The comparison of the AC/A did not show any significant differences (ANOVA $p=0.0132$), but a higher variability in the results with the +/-1.00D (COA ± 2.98 and ± 2.56) lenses. *Conclusions:* The mean gradient stimulus AC/A was similar when calculated with the different lenses, but the variability of the information indicates that it should be measured and calculated with several accommodation stimuli.

Keywords:

Heterophoria, accommodation, convergence, AC/A Ratio.

* Optómetra, MSc Ciencias de la Visión, Universidad de La Salle. Director del grupo de investigación Salud Visual, docente del programa de Optometría, Fundación Universitaria del Área Andina, Pereira.

** Licenciado en Matemáticas, Universidad Tecnológica de Pereira. Especialista en Epidemiología, Fundación Universitaria del Área Andina. Estudiante de maestría en Epidemiología Clínica, Universidad de la Frontera, Chile. Docente del programa de Optometría, Fundación Universitaria del Área Andina, Pereira.

*** Estudiante de VII semestre programa de Optometría e integrante del semillero de investigación Enfoque Visual, Fundación Universitaria del Área Andina, Pereira.

**** Estudiante de VII semestre programa de Optometría e integrante del semillero de investigación Enfoque Visual, Fundación Universitaria del Área Andina, Pereira.

INTRODUCCIÓN

La acomodación es un cambio óptico dinámico de la potencia dióptrica del ojo, lo que permite modificar el punto de enfoque respecto a los objetos alejados y próximos (León et ál., 2010); a la vez, la convergencia se refiere a los movimientos relativos de los ejes visuales cuando la fijación cambia desde un punto más lejano a un punto más próximo.

Los mecanismos de acomodación y convergencia se encuentran altamente relacionados para la obtención de una imagen nítida y sencilla; la relación entre convergencia acomodativa y la acomodación es conocida como relación AC/A (Grosvenor, 2005), que tiene como propósito determinar el cambio producido en la convergencia acomodativa cuando el paciente activa o relaja la acomodación en una determinada cantidad. Esta relación es sumamente importante en el momento de analizar los datos de la historia clínica (Scheiman y Wick, 2002).

Para conocer clínicamente la influencia de la acomodación sobre la convergencia, el AC/A es calculado con el método del gradiente: se mide la heteroforia habitual del sujeto a una distancia de 0,33 a 0,4 m, y después se introducen lentes de potencia positiva o negativa para medir la heteroforia inducida; la diferencia entre las mediciones de la heteroforia dividida por el poder del lente estímulo determina el valor del AC/A.

Los lentes estímulo usualmente empleados varían según diferentes autores: Scheiman y Wick (2002) sugieren un lente de -1,00D o -2,00D; Griffin, Grisham y Ciuffreda (2002), Grosvenor (2005) y Saladin (2006) proponen hacerlo con lentes de +/-1,00D, mientras que Von Noorden y Campos (2002) indican hacerlo a 0,3 m con +/-3,00D. Esta variación en el lente estímulo es sustentada en el hecho que la relación AC/A es lineal, es decir el mismo resultado del AC/A será observado cuando se empleen estímulos de acomodación bajos (1 a 5D) en el 90% de los casos (Von Noorden y Campos, 2002).

En contraste con lo citado anteriormente, Rainey (2000) reportó que el AC/A respuesta era diferente si se empleaba un lente de -1,00D o +1,00D. Sugirió que la respuesta acomodativa era dada por la variabilidad de los test y errores de medición, por lo que recomendó que la medición de la relación AC/A gradiente se hiciera empleando más lentes estímulo. En este mismo orden de ideas, León y Pulgarín (2007) mostraron que el AC/A gradiente estímulo tenía mayor variabilidad en el resultado cuando se utilizaban lentes estímulo de +/-1,00D, pero esta variación disminuía con lentes de -2,00 y -3,00D. Una de las causas que estos autores citan de la variabilidad del AC/A tenía que ver con la técnica de von Graefe, la cual fue empleada para medir la heteroforia; esta se hizo anteponiendo prismas que cuando se dejan por cierto tiempo provocan una adaptación del sistema de vergencias, modificando la desviación ocular (León, 2008). En otro reporte, se midió la influencia sobre la repetitividad del AC/A gradiente, que tenían los métodos para medir la heteroforia de von Graefe, Maddox y Thorington modificado; determinaron que el coeficiente de repetitividad (COR) era más amplio para el primero y menor para el último ($\pm 2,22$, $\pm 1,99$, $\pm 1,20$), por lo que recomiendan el empleo del procedimiento de Thorington para medir la heteroforia en el cálculo del AC/A gradiente.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, existe confusión en cuanto a si hay similitud en medir el AC/A estímulo gradiente con cualquier lente estímulo, o si por el contrario, debería emplearse unos estímulos determinados. Con esta investigación se pretendió determinar si ocurre una respuesta lineal en la medida del AC/A estímulo gradiente, empleando diferentes lentes estímulo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio cuasi experimental en el que un grupo de sujetos fue expuesto a diferentes estímulos acomodativos, que producían modificaciones en la desviación ocular (heteroforia),

con el propósito de determinar los cambios en la relación acomodación-convergencia acomodativa (AC/A).

Se estimó un tamaño de muestra para la comparación de medias en grupos relacionados según los siguientes criterios: error tipo I = 0,05, error tipo II = 0,2, diferencia mínima a ser detectada en la relación AC/A para cada lente utilizado de 0,6 y una desviación estándar del AC/A en general de 1,54, lo que dio como resultado un tamaño muestral de 130 mediciones en cada grupo.

La población estuvo constituida por sujetos entre los dieciocho a treinta años de edad, que asistieron de forma voluntaria a una convocatoria hecha por el programa de Optometría de la Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, entre estudiantes, personal administrativo, amigos y familiares de estos. Los participantes fueron incluidos si cumplían los siguientes criterios: agudeza visual medida con una carta ETDRS a 4 m $\geq 0,2$ unidades logMAR ($\geq 20/30$) y $\geq 0,75$ m para visión cercana con una cartilla de visión próxima; estereopsis mayor a cincuenta segundos de arco (*Frisby stereotest*); defecto refractivo corregido y segmento anterior y posterior libres de patologías o alteraciones oculares. Fueron excluidos sujetos con ametropías superiores a $\pm 2,00$ D en el componente esférico o cilíndrico, con presencia de estrabismos o ambliopía. Para la medición de la relación AC/A estímulo gradiente, se procedió de la siguiente forma:

- Con la corrección de la refracción subjetiva de lejos, se colocó una varilla de Maddox de forma horizontal delante del OD.
- Se empleó una carta de forias modificada para ser empleada a 0,33 m. El test tenía un tamaño total de 25 cm horizontal y 25 cm vertical, el espacio entre cada punto de desviación fue de 3,3 mm equivalente a una dioptría prismática; los números tenían un tamaño global que subtendía tres minutos de arco.

- En la parte central de la carta de forias se colocó una linterna y se le pidió al sujeto que observara el test; este debía reportar la aparición de una línea roja vertical sobre la carta de forias.
- Se le solicitó al examinado que observara los números del test y se le animó a que los mantuviera siempre nítidos; a continuación se le pidió que indicara sobre cuál punto y zona en el eje horizontal caía la línea roja. El número del punto indicaba la magnitud, y la zona, la dirección de la desviación (exodesviación en la zona izquierda, endodesviación en la zona derecha). El valor obtenido se denominó foria habitual de cerca.
- El procedimiento fue repetido creando las siguientes respuestas acomodativas: 0, 1, 2, 4, 5, 6 dioptrías de acomodación, anteponiendo los lentes de +3,00, +2,00, +1,00, -1,00, -2,00, -3,00. La medición obtenida con cada uno de los lentes estímulo fue denominada heteroforia inducida.
- La heteroforia habitual de cerca y la inducida con cada lente estímulo fue calculada tres veces, y el promedio fue el resultado registrado.
- El valor del AC/A estímulo gradiente para cada estímulo acomodativo fue hallado aplicando la siguiente fórmula (León y Pulgarín, 2008):

$$AC/A$$

Donde:

Fh : heteroforia habitual a 0,33 m.

Fi : heteroforia inducida a 0,33 m.

Le : poder dióptrico del lente estímulo.

El valor del AC/A pendiente (AC/A_p), es decir, el valor promedio de los seis AC/A estímulo gradiente calculados, fue determinado con la siguiente fórmula (Jeanrot y Jeanrot, 2003):

$$AC/A_p$$

En donde:

n: número de mediciones.

X: estímulo acomodativo.

Y: suma algebraica de los valores de la heteroforia, positivo para las endodesviaciones, negativo para las exodesviaciones.

Se asumió una normalidad en la relación AC/A, sujeto al teorema del límite central, ya que se tuvo un tamaño de muestra lo suficientemente grande ($n > 40$), para asumir que la relación AC/A tiene una distribución normal en la población (Pagano y Gauvreau, 2000). Las variables cuantitativas se expresaron con la media muestral, y las variables cualitativas con proporciones. Se calcularon intervalos de confianza del 95%; la prueba estadística utilizada para la identificación de diferencias entre los lentes se realizó mediante el análisis de varianza de un factor con la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples (Pagano y Gauvreau 2000). La mencionada corrección se aplicó, ya que al realizar las múltiples comparaciones entre los lentes se aumenta la probabilidad de cometer un error de tipo I, por tal motivo el nivel de significación en estas comparaciones fue de 0,003; se calcularon los límites de concordancia al 95% según el procedimiento de Bland-Altman para estimar el coeficiente de acuerdo de la mediciones (COA).

ANÁLISIS

Fueron evaluadas 150 personas, de las cuales se excluyeron dieciocho por presentar alteraciones de la visión binocular (ocho), defecto refractivo superior a $\pm 2,00D$ (siete) y opacidad en los medios refringentes (tres); se seleccionaron 132 que cumplieron los criterios de inclusión, entre los cuales el 56% pertenecían al género femenino y el 44% al género masculino, la edad promedio fue veintiún años IC95%(20,54 – 21,62).

En la tabla 1 se observan los valores promedio para la heteroforia habitual (con la corrección de la refracción subjetiva de lejos) evaluada a 0,33 m, e inducida por lentes estímulo de +3,00 a -3,00D. Se aprecia que la heteroforia inducida cambia a medida que el estímulo acomodativo aumenta (exo de 6,73DP a endo 2,22DP).

TABLA 1. Valores descriptivos para la distancia interpupilar en milímetros (DIP)

| | N | MÍNIMO | MÁXIMO | MEDIA | DESV. TÍP. |
|----------------|-----|--------|--------|-------|------------|
| DIP | 132 | 53,00 | 70,00 | 59,70 | 2,92 |
| Foria habitual | 132 | -11,66 | 5,33 | -2,77 | 3,34 |
| Foria +3 | 132 | -15,33 | 10,00 | -6,73 | 4,19 |
| Foria +2 | 132 | -15,00 | 8,00 | -5,80 | 3,94 |
| Foria +1 | 132 | -12,00 | 4,00 | -4,36 | 3,31 |
| Foria-1 | 132 | -12,00 | 9,00 | -1,47 | 3,60 |
| Foria-2 | 132 | -10,00 | 9,66 | 0,21 | 3,76 |
| Foria-3 | 132 | -10,00 | 15,00 | 2,22 | 4,67 |

Nota: la heteroforia habitual e inducida con los diferentes lentes estímulo. Los valores negativos representan la exodesviación y los positivos la endodesviación en dioptrías prismáticas (DP).

La relación AC/A hallada con los diferentes lentes estímulos y por medio de la pendiente (tabla 2) es menor al promedio reportado León y Pulgarín (2007) en aproximadamente una unidad y media.

TABLA 2. Estimaciones promedio de la relación AC/A estímulo gradiente e intervalos de confianza (95%) con diferentes lentes estímulo

| LENTE | MEDIA±DE | IC95% |
|-------------------|-----------|-------------|
| AC/A -1,00 | 1,42±1,38 | 1,19 - 1,66 |
| AC/A -2,00 | 1,48±1,02 | 1,30 - 1,65 |
| AC/A -3,00 | 1,59±1,03 | 1,41 - 1,77 |
| AC/A +1,00 | 1,84±1,51 | 1,58 - 2,10 |
| AC/A +2,00 | 1,67±1,00 | 1,50 - 1,85 |
| AC/A +3,00 | 1,39±0,82 | 1,24 - 1,53 |
| AC/A _p | 1,49±0,66 | 1,37 - 1,60 |

DE: desviación estándar. AC/A_p: relación AC/A combinando todas las lentes estímulo según la fórmula de Franceschetti (Jeanrot y Jeanrot, 2003).

En la comparación de la relación AC/A gradiente entre las diferentes lentes estímulos, como resultado

del análisis de varianza se encontró que al menos uno de los grupos de mediciones difiere de los otros ($p = 0,0132$), aunque las diferencias entre estas son muy sutiles como lo muestra la figura 1. Los intervalos de confianza (95%) para la media del AC/A en cada lente estímulo se sobrepone entre sí, denotando que no hay diferencias estadísticamente significativas. En comparaciones múltiples entre las lentes, este hallazgo se puede confirmar en la tabla 3, en la que en la comparación de medias múltiples entre las lentes muestran diferencias estadísticamente no significativas.

TABLA 3. Comparación de medias entre lentes utilizados

| Lentes estímulos | | | | | |
|---|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| COMPARACIÓN DE MEDIAS* ENTRE LOS DIFERENTES LENTES ESTÍMULO | +2,00 | +1,00 | -1,00 | -2,00 | -3,00 |
| +3,00 | -0,28 (p=0,65) | -0,45 (p=0,023) | -0,038 (p=1,00) | -0,089 (p=1,00) | -0,20 (p=1,00) |
| +2,00 | | -0,16 (p=1,00) | 0,24 (p=1,00) | 0,20 (p=1,00) | 0,081 (p=1,00) |
| +1,00 | | | 0,41 (p=0,056) | 0,36 (p=1,00) | 0,24 (p=1,00) |
| -1,00 | | | | -0,051 (p=1,00) | -0,16 (p=1,00) |
| -2,00 | | | | | -0,11 (p=1,00) |

*El nivel de significancia para las comparaciones fue ajustado según método de Bonferroni a un valor de 0,003.

Para establecer cuánto podría variar el AC/A gradiente con cada uno de los lentes estímulo empleados, estos fueron comparados con el AC/A calculado mediante regresión lineal, cuya fórmula

fue propuesta por Franceschetti (Jeanrot y Jeanrot, 2003); como se observa en la tabla 4, la mayor variación en las diferencias entre la relación AC/A gradiente estímulo calculada, se halla con el lente estímulo de +1,00D (2,98) y menor para el lente de +3,00D.

TABLA 4. Límites de acuerdo de Bland-Altman 95% para la relación AC/A entre cada lente usada y el AC/A pendiente (AC/A_p)

| PODER LENTE ESTÍMULO | MEDIA DE LAS DIFERENCIAS | LÍMITES BLAND-ALTMAN 95% | COA |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| +3,00 | 0,10 | -1,48 1,68 | ±1,58 |
| +2,00 | -0,18 | -2,17 1,80 | ±1,98 |
| +1,00 | -0,35 | -3,33 2,63 | ±2,98 |
| -1,00 | 0,06 | -2,50 2,63 | ±2,56 |
| -2,00 | 0,01 | -1,62 1,64 | ±1,63 |
| -3,00 | -0,11 | -1,79 1,58 | ±1,69 |

COA: coeficiente de acuerdo.

DISCUSIÓN

La relación AC/A es un dato importante para conocer la sinergia entre la acomodación y la convergencia, por tanto la forma de evaluarla es transcendental para determinar la corrección final, el pronóstico y la disposición final a seguir con el paciente.

Los valores promedio del AC/A gradiente son muy similares entre sí (ver tabla 2): la desviación

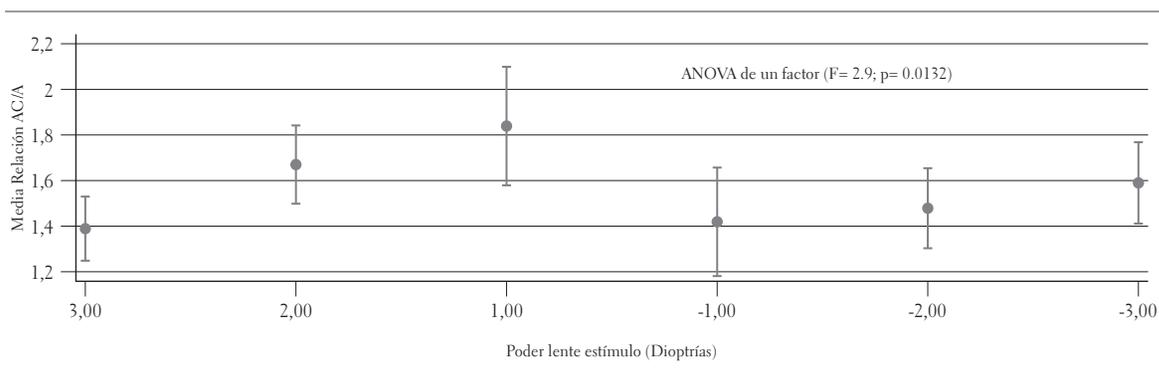


FIGURA 1. Intervalos de confianza para la media de la relación A/CA

estándar de cada uno de ellos indica que la variabilidad es poca, siendo ligeramente mayor para los lentes estímulos de +1,00 y -1,00D. Estos resultados, en cuanto a la variación, concuerdan con lo reportado por Goss, (2008), quien reportó que el AC/A estímulo con un lente de +1,00 era de $2,1 \pm 1,0$, para una muestra de ocho sujetos entre los dieciocho a cuarenta años. Con esta similitud entre los valores promedio se pensaría que la relación AC/A se podría calcular con cualquiera de estos lentes estímulos, no obstante la variabilidad en los resultados es mayor entre menor potencia tiene el lente estímulo. Como se observa en la figura 1, los intervalos de confianza (95%) son más amplios para los lentes de +1,00 y -1,00, así como los límites de acuerdo, los cuales son entre 2,5 y tres para estos lentes estímulo.

Las causas para la variabilidad del AC/A puede radicar en dos aspectos principales: primero debido a la técnica empleada para evaluar la heteroforia (Hirsch y Bing, 1948); Bernal y Rosenfield (2006) hallaron que la repetitividad en las mediciones del AC/A gradiente era menor cuando se utilizaba el método de von Graefe ($\pm 2,22$), asimismo Casillas y Rosenfield (2006) encontraron que con este procedimiento se obtenían valores de la heteroforia más altos en comparación con la varilla de Maddox y la carta de Thorington modificada ($-3,85 \pm 0,31$, $-2,48 \pm 0,28$, $-2,10 \pm 0,24$), así como que los límites de acuerdo al 95% (4,51, 3,09, 3,40), y los valores promedio se incrementaban al emplear el forópter. Estos autores argumentaron que la introducción de prismas por un tiempo más prolongado con la técnica de von Graefe, conllevaría a que el sistema visual adaptara el mecanismo de disparidad de fijación, con el propósito de minimizar el desplazamiento de las imágenes y permitir la fusión (adaptación de vergencia). La técnica empleada en este estudio fue la de Thorington, para la cual no es necesario el empleo de prismas en la medición, por tanto esta no sería la causa para la variabilidad hallada en los datos de la relación AC/A.

El segundo factor sería por la respuesta acomodativa (LAG de acomodación). Bhoola, Bruce

y Atchison (1995) compararon la relación AC/A gradiente estímulo y el AC/A gradiente respuesta en veintitrés sujetos de los dieciocho a 42 años; reportaron una sustancial variabilidad en la respuesta acomodativa, con rangos que variaban del 25 al 75% de la respuesta final de acomodación con respecto al lente estímulo antepuesto; como el cálculo del AC/A gradiente es el cociente de dividir la diferencia entre la heteroforia habitual y la inducida por el lente estímulo, esta operación lleva implícita la asunción de que la respuesta final de acomodación es igual al poder del estímulo colocado, pero al ser fluctuante, la respuesta acomodativa modificará el cálculo del AC/A gradiente estímulo. En este trabajo se evaluó el LAG de acomodación empleando la retinoscopia de Nott y se encontró que para una distancia de 0,4 m, el LAG era en promedio un 30% menor al valor teórico del estímulo antepuesto ($2,50D - 1,738 = 0,762$), por lo que esta puede ser la principal causa en la variabilidad de los resultados.

La tabla 3 y la figura 1 indican que las diferencias no son significativas para el AC/A evaluado con los diferentes lentes estímulo; sin embargo, se observa una mayor amplitud de la desviación estándar y los intervalos de confianza para el AC/A calculado con los lentes de +1,00D y -1,00D. Una variabilidad similar es hallada al mirar los límites de acuerdo (95%) para estos dos estímulos acomodativos, comparados con el AC/A pendiente. Al incrementar la demanda acomodativa el LAG de acomodación aumenta, esto llevaría a una mayor variación de la heteroforia inducida (lentes estímulo de -2,00D y -3,00D) y por tanto del AC/A. Con todo, la variabilidad del AC/A disminuye al calcularlo con los estímulos acomodativos de 0 y -6,00D, enseñando que esta inconstancia se deba a otro(s) factor(es).

Quizás la razón para esto viene dada por lo concluido por Majaj et ál. (2002), quienes al evaluar qué canales de visión estaban involucrados en la identificación de letras de diferente tamaño, concluyeron que cuando las figuras eran grandes, el sistema visual se vale principalmente de las frecuencias espaciales altas para el reconocimiento

de los bordes de la imagen, pero cuando el objeto es pequeño, el sistema se vale del reconocimiento global (frecuencias medias) para la identificación de la letra. Charman y Tucker (1978) hallaron que las frecuencias espaciales altas eran necesarias para que la exactitud en la acomodación aumentara, pero Ward (1987) reportó que la acomodación era más exacta para las frecuencias espaciales medias, quizás debido a las microfluctuaciones que se generarían al intentar mantener fija la acomodación sobre las frecuencias espaciales altas.

Teniendo en mente estos argumentos, se puede conjeturar que al colocar un lente de +3,00D, el tamaño de las figuras empleadas en este estudio aumentarían casi el doble, por lo que para su reconocimiento sería necesario que el sistema visual utilizara principalmente los canales para las frecuencias espaciales altas y medias, y cuando se emplea un lente de -3,00D, la imagen se magnifica negativamente casi la mitad del tamaño, resultando que el sistema visual requiere emplear los canales de visión para las frecuencias medias y altas. Esta hipótesis tiene un sustento parcial al observar la desviación estándar, intervalos de confianza y límites de acuerdo, los cuales son ligeramente mayores para el lente de -3,00D que para el de +3,00D.

Por otro lado, el AC/A pendiente presenta la más baja desviación estándar, mostrando que tiene la menor variabilidad, y quizás esto es debido a que es el promedio de múltiples mediciones (tres por cada uno de los seis lentes estímulo), por lo que se minimiza el error en la medición, por atención o colaboración, entre otros. Sin embargo, aunque la desviación estándar es menor, clínicamente sigue siendo muy similar a la hallada para el AC/A con los diferentes estímulos.

Otro aspecto a considerar tiene que ver con el valor promedio del AC/A hallado en este trabajo (1,5), una unidad y media menor a lo reportado por León y Pulgarín (2007) ($3,13 \pm 1,30$) para una población similar. La razón de esto radica en que para este estudio se empleó el método de Thorington en la medición de la heteroforia, mientras que

León y Pulgarín emplearon el método de von Graefe y, como se ha mencionado anteriormente, este arroja valores de exodesviación más altos. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que el AC/A es directamente proporcional a la diferencia entre las heteroforias, y ya que los test de forias no son considerados como una constante fisiológica, la medición con uno u otro método lleva que el AC/A sea diferente (Manas y Shulman, 1954).

En conclusión, se observó que el AC/A estímulo gradiente presenta una respuesta lineal en promedio con diferentes lentes estímulo; sin embargo, la variabilidad en los resultados señalan que debería ser calculada empleando varios estímulos de acomodación; que la variación en los datos se da por la inexactitud en la respuesta acomodativa y además, que la técnica para medir la heteroforia influye en el resultado final de la relación.

RECOMENDACIONES

La relación AC/A gradiente debería ser obtenida empleando diferentes lentes estímulos, y el cálculo debería hacerse empleando la fórmula del AC/A pendiente.

AGRADECIMIENTOS

Al centro de investigaciones por el apoyo constante a la investigación, y a los estudiantes de VI semestre del programa de Optometría de la Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, por la ayuda en la consecución de los pacientes.

REFERENCIAS

- Bhoola, H., Bruce, S. A. & Atchison, D. A. (1995). Validity of clinical measures of the AC/A ratio. *Clinical and Experimental Optometry*, 78 (1), 3-10.
- Charman, W. & Tucker, J. (1978). Accommodation as a function of object form. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 55(2), 84-92.

- Griffin, J. R., Grisham, J. D. & Ciuffreda, K. J. (2002). Heterophoria case analysis. En J. R., Griffin, J. D. Grisham & K. J. Ciuffreda, *Binocular Anomalies Diagnosis and Vision Therapy* (pp. 72-73). Boston: Butterworth-Heinemann.
- Grosvenor, T. (2005). Examen de la visión binocular. En T. Grosvenor, *Optometría de atención primaria* (pp. 319-320). Barcelona: Masson.
- Hirsch, M. J. & Bing, L. B. (1948). The effect of testing method on values obtained for phoria at 40 centimeters. *American Journal of Optometry Archives American Academy of Optometry*, 25(9), 407-416.
- Jeanrot, N. & Jeanrot, F. (2003). Méthodes d'examen et de traitement. En N. Jeanrot & F. Jeanrot, *Manuel de strabologie: aspects cliniques et thérapeutiques* (2a ed., pp. 33-78). París: Masson.
- León, A. (2008). Factores que generan variabilidad en la medida del AC/A. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 11, 88-99.
- León, A. & Pulgarín, C. A. (2007). Relación acomodación convergencia por acomodación (AC/A) con el método del gradiente en un pequeño grupo poblacional de la ciudad de Pereira. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 8, 29-36.
- León, A. & Pulgarín, C. A. (2008). Relación entre el AC/A medido con el método del gradiente y el de las heteroforias en Pereira. *Investigaciones Andina*, 16(10), 32-42.
- León, A., Estrada, J. M., Cruz, K. & López, J. (2010). Concordancia de las técnicas subjetivas que miden la amplitud de acomodación. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 8(1), 41-52.
- Majaj, N. et al. (2002). The role of spatial frequency channels in letter identification. *Vision Research*, 42(9), 1165-1184.
- Manas, L. & Shulman, P. (1954). The variation in the accommodative-convergence accommodation (ACA) ratio upon periodic retesting. *American Journal of Optometry Archives American Academy of Optometry*, 31(8), 385-396.
- Pagano, M. & Gauvreau, K. (2000). *Principles of biostatistics* (2a ed.). Pacific Grove, CA: Duxbury.
- Rainey, B. B. (2000). Can "the ACA ratio" be measured clinically? *Optometry and Vision Science (American Academy Optometry Meeting Program)*, 77 (supplement), 273.
- Saladin, J. J. (2006). Phorometry and stereopsis. En W. Benjamin, *Borish's Clinical Refraction* (2a ed., pp. 899-960). St Louis, Missouri: Butterworth-Heinemann Elsevier.
- Scheiman, M. & Wick, B. (2002). Diagnosis and general treatment approach. En M. Scheiman & B. Wick, *Clinical Management of Binocular Vision, heterophoric, accommodative and eye movement disorders* (pp. 10-11). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Von Noorden, G. K. & Campos, E. C. (2002). The near vision complex. En G. K. von Noorden & E. C. Campos, *Binocular Vision and Ocular Motility* (6a ed., pp. 85-100). St. Louis, Missouri: Mosby.
- Ward, P. A. (1987). The effect of spatial frequency on steady-state accommodation. *Ophthalmic & Physiological Optical*, 7(3), 211-217.

Recibido: 16 de febrero del 2011

Aceptado: 28 de febrero del 2011

CORRESPONDENCIA

Alejandro León Álvarez

aleon@funandi.edu.co