

January 2008

## Factores que generan variabilidad en la medida del A/CA

Alejandro León Álvarez

*Fundación Universitaria del Área Andina*, [aleon@funandi.edu.co](mailto: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. Factores que generan variabilidad en la medida del A/CA. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2008;(11): 89-99.

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).

# Factores que generan variabilidad en la medida del A/CA

Alejandro León Álvarez\*

## RESUMEN

El A/CA es la sinergia existente entre la acomodación y la convergencia. Tiene una importante aplicación clínica, por lo que la medición lo más fiable posible de esta relación es de gran importancia. Los diferentes métodos para medir la heteroforia (*Cover Test*, Von Graefe, Varilla de Maddox, Thorington) tienen diferentes grados de repetitividad, y los diferentes lentes estímulo generan unas respuestas acomodati-

vas diferentes, por lo que el empleo de una técnica lo más repetible para medir la foria y estímulos que generen mayor estabilidad de la acomodación son los recomendables para la evaluación del A/CA.

**Palabras clave:** A/CA, *Cover Test*, Método de Von Graefe, Varilla de Maddox, Método de Thorington, lentes estímulo, heteroforia, repetitividad.

\* Optómetra de la Universidad de La Salle. Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Visión de la Universidad de La Salle. Docente e investigador grupo Salud Visual de la Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira. aleon@funandi.edu.co.

## FACTORS THAT GENERATE VARIABILITY IN THE MEASUREMENT OF THE A/CA

### ABSTRACT

Relationship between Accommodative Convergence and Convergence is namely AC/A ratio. It's very important in clinic routine so it has to be measured pretty carefully. Different methods to get the heterophoria have diverse repeatability, because that we should use a technique which most reliability and

wear stimulus lens that yield more stability in the accommodative response.

**Keywords:** AC/A ratio, Cover Test, Von Graefe method, Maddox Rod, Thorington method, Stimulus Lens, Heterophoria, Repeatability.

## INTRODUCCIÓN

La Acomodación por Convergencia Acomodativa (A/CA) es la relación en la que por cada unidad de acomodación que se active o relaje, la convergencia se verá modificada ya sea aumentando o disminuyendo su respuesta (Fichman & Walton, 1957; Semmlow y Heerema, 1979; Hofstetter *et ál.*, 2000). Estos dos mecanismos y su relación son importantes para que el sujeto perciba la imagen clara (acomodación) y sencilla (vergencia) (Rajaraman, 2005). Esta relación comienza desde edades muy tempranas (Hainline *et ál.*, 1992), pero requiere de la experiencia visual para afinarse (Turner *et ál.*, 2002), y persiste hasta empezar la etapa de la presbicia (Baker & Gilmartin, 2002), tiempo en el cual esta sinergia declina y desaparece. Bruce *et ál.* (1995) mostraron un incremento moderado del A/CA con la edad ( $0,126\Delta/D$  por año;  $r^2= 0,37$ ;  $p: 0,02$ ) y lo atribuyeron a un aumento en la contracción del músculo ciliar que era necesario para producir el cambio en la acomodación. Estos hallazgos también fueron vistos por Heron *et ál.* (2001) donde obtuvieron un mayor grado de relación entre el incremento del A/CA y la edad ( $r^2=0,518$   $p: 0,008$ ).

El A/CA es principalmente importante en los siguientes casos:

- En el diagnóstico de las disfunciones del sistema de vergencias y binocular (Kushner & Morton, 1998; Mesa *et ál.*, 2003; Bratauset & Jennings, 2006).
- Ayuda a establecer el plan de tratamiento de los problemas de vergencias (Scheiman & Wick, 2002).
- Permite estimar la variación en la desviación, al colocar la corrección óptica de un sujeto (Pickwell, 1996).

Observando estos factores, la medición del A/CA se convierte en una cuestión de importancia y sumo cuidado. Sin embargo, existe una serie de variables que pueden hacer que la medida del A/CA pueda variar tanto para el examinador, como para el examinado. Ya desde finales de la década de los cincuenta, Manas (1959) mencionaba la variabilidad del A/CA debido a factores como la profundidad de foco y la convergencia síquica. Más recientemente, León y Pulgarín (2007) encontraron que el A/CA es variable al ser evaluado con diferentes lentes estímulos, y Bernal & Rosenfield (2006) hallaron que existía una repetitividad diferente de esta sinergia dependiendo del test empleado para evaluar las heteroforias. Daum (1983) encontró que la correlación era diferente entre los distintos test empleados para medir la desviación ocular, además de que esta relación variaba según se tratara de pacientes normales o con estrabismo.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se hizo una revisión sobre la repetitividad de los tests para evaluar las heteroforias y cómo los estímulos empleados modifican o generan variabilidad en la medición del A/CA.

## TESTS EMPLEADOS PARA EVALUAR EL A/CA

Se hizo una revisión de 4 técnicas ampliamente usadas para la medición de las heteroforias: prisma *cover test*, Von Graefe, varilla de Maddox y método de Thorington.

### COVER TEST (CT)

Es una técnica objetiva para valorar una desviación latente o manifiesta en sujetos que presenten fijación central. El procedimiento es ampliamente conocido y sólo se dirá que para la evaluación del A/CA es importante la presencia de un punto de fijación que genere un estímulo y respuesta acomodativa (Scheiman & Wick, 2002).

Rainey *et ál.* (1998) evaluaron la fiabilidad del CT realizado de 3 formas: Cover Test Estimado (CTE), Prisma Cover Test (PCT) y Prisma Cover Test Neutralizado Subjetivamente (PCTNS). Hallaron que la concordancia en mediciones repetidas por parte del mismo examinador (intervalo de confianza del 95%) era mejor con PCT, cuya diferencia era menor de  $1\Delta$  y ligeramente inferior con ECT, en la que la diferencia media era de  $1,3\Delta$ . Ellos concluyeron que la técnica (en cualquiera de sus tres formas) era fiable para evaluar la foria y que el grado de experticia jugaba un papel clave para obtener esta fiabilidad.

El CT se basa en la percepción subjetiva de los movimientos oculares de refijación por parte del examinador. Fogt *et ál.* (2000) investigaron si la experiencia mejoraba la detección de estos movimientos; para esto diseñaron un instrumento que les permitía a los evaluadores observar el movimiento de los ojos del sujeto examinado sin interferir en su campo de visión. Como experimentadores emplearon 8 estudiantes de optometría de primer año, 6 de cuarto año y 6 optómetras que ejercían la profesión. Los resultados encontrados se exponen en la tabla 1. Concluyeron que en situaciones ideales de medición del CT la experiencia no tendría mayor influencia; sin embargo, en situaciones de la vida diaria donde entran en juego otras variables (cooperación del paciente, luz inadecuada, etc.), sí podría tener variabilidad y la experticia debería ser mayor.

**TABLA 1. RESULTADOS PARA LOS LÍMITES DE CONCORDANCIA HALLADOS POR FOGT Y COLABORADORES AL EVALUAR EL MOVIMIENTO OCULAR DETECTADO POR OBSERVADORES CON DIFERENTES NIVELES DE EXPERTICIA.**

	95%	99%
<b>1<sup>er</sup> año</b>	1,88 $\Delta$ +/- 0,46 $\Delta$	2,65 $\Delta$ +/- 0,64 $\Delta$
<b>4<sup>o</sup> año</b>	1,74 $\Delta$ +/- 0,76 $\Delta$	2,47 $\Delta$ +/- 1,08 $\Delta$
<b>Profesional</b>	1,70 $\Delta$ +/- 0,64 $\Delta$	2,40 $\Delta$ +/- 0,90 $\Delta$

Romano y Von Noorden (1971) evaluaron cuál era el umbral mínimo para la detección del movimiento en 10 experimentadores con experiencia. Hallaron que para un intervalo de confianza del 95%, la media era de  $1,75\Delta$ , y que para el 99% de confianza,  $2,48\Delta$ ; concluyen que un movimiento por debajo de  $2\Delta$  podría no ser detectado rutinariamente en la práctica clínica. Holmes *et ál.* (2008) investigaron la repetitividad del CT en pacientes con estrabismo y llegaron a la conclusión que la reproductibilidad de la medida entre visitas sería de  $10\Delta$ .

Havertape *et ál.* (1999) evaluaron el A/CA con el método del gradiente y el de disparidad de la desviación empleando el CT. Hallaron que los valores eran diferentes entre los métodos debido, principalmente, a la influencia de la convergencia tónica sobre el gradiente. Además, las mediciones entre el A/CA con el lente positivo y el negativo eran diferentes. Por lo tanto, la existencia de una convergencia tónica diferente para cada sujeto y el grado de adaptación acomodativa a los lentes impuestos llevan a los autores a sugerir la oclusión previa a la medición de la desviación por unos minutos antes de realizarlas. Toole y Fogt (2007) llegaron a una conclusión similar al evaluar la foria con el *Cover Test*. Para evitar la adaptación vergencial por la anteposición de lentes o prismas, era necesaria la oclusión previa o realizar una convergencia forzada con prismas para poder eliminar la variabilidad en la medición de la desviación.

Observando los factores anteriormente mencionados, el CT sería una técnica poco recomendable para evaluar el A/CA en sujetos heterofóricos, debido a que el rango en el cual los movimientos oculares pueden ser percibidos varía entre 2 y  $4\Delta$ , por lo que la relación acomodación-convergencia no sería constante y podría conducir a errores de interpretación en cuanto a si es igual o similar para los observadores, y cuando es alto, normal o bajo el A/CA. Además, es notorio que la experticia tiene un rol importante en la percepción de los movimientos de refijación

propios del test, sin olvidar que algunos examinadores emplean puntos de fijación que no generan una respuesta acomodativa, como es el caso de la luz (Owens & Mohindra, 1980).

### MÉTODO DE VON GRAEFE

Consiste en disociar la imagen por medio de un prisma vertical de 6 y de 12 a 15 base interna; de esta forma se logra que el sujeto aprecie dos imágenes separadas horizontal y verticalmente. La magnitud de estos prismas está asociada a que las vergencias fusionales verticales y en divergencia son menores a estos rangos en la población (Mathebula *et ál.*, 2003), por lo que podría inducirse la disociación de la imagen, necesaria para la realización de la prueba. Se disminuye la cantidad de prisma base interna hasta el momento en que el examinado note que las imágenes se han alineado verticalmente. El valor y la base del prisma horizontal con el que se consigue esto indicará la magnitud y la dirección de la heteroforia. El control de la acomodación se consigue pidiéndole al paciente que mantenga siempre nítidas las letras de la imagen inferior que están impresas en el rotochart (Scheiman & Wick, 2002).

La crítica para este método radica en a la repetitividad del test, aunque existen estudios en los que se concluye que tiene una aceptable reproductibilidad (Rouse *et ál.*, 2002). Esta técnica es ampliamente empleada en la práctica optométrica (Calvin *et ál.*, 2006).

Casillas y Rosenfield (2006) evaluaron si existían diferencias significativas al evaluar la heteroforia en el forópter y la montura de pruebas con tres métodos: Von Graefe, Maddox y Thorington modificado. Hallaron que los límites eran más amplios al emplear el forópter y que la técnica de Von Graefe era la que presentaba la menor concordancia. Ellos atribuyeron esto al hecho de que al emplear el forópter el campo

visual se reduce a aproximadamente 25 ó 30°, por lo que se interrumpe la influencia de las claves periféricas que son importantes para la estabilidad de la imagen. Otro factor puede ser que empezar la técnica de Von Graefe con un prisma de 12 genera una adaptación vergencial, por lo que la exodesviación podría aumentar con el paso del tiempo y hacer que la medida de la desviación sea variable (McCormack, 1985; Larson, 1990). Sethi y North (1987) hallaron que la foria variaba después de un tiempo corto de adaptación con un prisma colocado (entre 0,006 y 0,078 segundos), y que la variabilidad de la desviación era mayor entre más alto fuese el prisma antepuesto.

Burian determinó la importancia de la visión periférica para la estabilidad de la imagen (Lyle & Foley, 1955). Cuando se observa un objeto, los ojos se concentran en puntos específicos de él y estas fijaciones son realizadas por la fóvea. No obstante, el fondo en el cual se encuentra el objeto es fijado por la retina periférica. La ausencia o reducción en el campo visual genera un incremento en el vaivén postural con los ojos abiertos (Black *et ál.*, 2008). Por lo tanto, esto podría inducir a que fuera necesario que los ojos realizaran mayor cantidad de movimientos que permitieran componer el “todo” de la imagen. Esto produciría, en el caso de la evaluación de la foria con el forópter, una mayor cantidad de movimientos, lo que se traduce en una variabilidad mayor de la medida.

La disparidad de fijación es un factor importante en la fusión y percepción en profundidad de las imágenes. La curva de disparidad de fijación es un gráfico cartesiano en donde se muestra la cantidad angular de disparidad de fijación como una función de la cantidad de prisma a través de la cual un sujeto ve (Ngan *et ál.*, 2005). Frantz y Scharre (1990) no encontraron diferencias significativas en las curvas de disparidad de fijación al ser evaluadas en el forópter o con la montura de pruebas; concluyen, pues,

que la disparidad de fijación podría ser medible con cualquiera de estos instrumentos, aunque apuntan a que deberían llevarse a cabo más estudios, principalmente en personas con sintomatología debida a problemas de vergencias.

Birnbaum (1986), aplicando la técnica de Von Graefe, midió los cambios de la heteroforia cuando los sujetos tenían una fijación sostenida. Halló que en los primeros 10 segundos se podía presentar un cambio hacia la endoforia (18%), con una variación que él consideró significativa: igual o mayor a  $5\Delta$ . Si consideramos el empleo de lentes positivos o negativos cuando se evalúa el A/CA, se podría suponer que la variabilidad de la heteroforia sería aun mayor.

Aunque la técnica de Von Graefe es ideal, pues el punto de fijación conlleva un control sobre la acomodación, su menor repetitividad hace que la medición de la foria al evaluar el A/CA no sea constante, lo que hace que exista una mayor variabilidad con este método más que con cualquier otro (Bernal & Rosenfield, 2006).

### VARILLA DE MADDOX

Esta técnica ha mostrado una mayor repetitividad que la de Von Graefe, además es ampliamente empleada para la evaluación de las desviaciones oculares latentes, verticales, horizontales y torsionales (Cridland, 1941; Snydercker, 1962).

Howarth y Heron (2000) determinaron la repetitividad de la técnica del Ala de Maddox y de la Varilla de Maddox. Encontraron que la media, así como los rangos de la primera ( $1,15\Delta/0-3,58\Delta$ ), eran el doble de la segunda ( $0,499\Delta/0-1,48\Delta$ ). Los autores sostienen que esto puede deberse a que el Ala de Maddox emplea figuras grandes, lo que conlleva una menor respuesta acomodativa y, por ende, a una mayor variación en las medidas.

Lam *et ál.* (2005) compararon las medidas de las forias con la carta de Balance Muscular de Bernell y la Varilla de Maddox, tanto en montura de pruebas como en foropter. Hallaron que los coeficientes de variación para la segunda técnica eran bajos con los dos aparatos (montura de pruebas y foropter), y la diferencia clínica entre los promedios encontrados fue insignificante ( $0,5\Delta$ ).

Casillas y Rosenfield (2006) evaluaron la repetitividad de tres métodos para medir la heteroforia. Para la técnica de Maddox obtuvieron una concordancia mejor para cerca (0,4 m), principalmente cuando se usaba junto a la montura de pruebas, y que la concordancia tendía a disminuir levemente cuando se empleaba el forópter.

Así mismo, Bernal y Rosenfield (2006) encontraron que la evaluación del A/CA tenía un buen coeficiente de repetitividad al usar la Varilla de Maddox (diferencia de media 0,25, coeficiente 1,99); sin embargo, era mejor el coeficiente de la técnica de Thorington. Para ellos, la luz puntual de una linterna no genera una buena respuesta acomodativa, por lo cual el control de la respuesta de vergencia total no sería tan efectivo como con el método de Thorington. No obstante, Asher (1952) afirma que si un sujeto no observa un objeto real, la convergencia no variará, puesto que el mantenimiento de la cantidad de vergencia es dada por mecanismos diferentes de la sola vergencia proximal. Por lo tanto, la vergencia fusional sería el componente más importante para lograr la fusión de la imagen cuando se emplea la técnica de la varilla de Maddox.

A pesar de la ventaja que representa tener una buena repetitividad, este método presenta un gran inconveniente al ser empleado para la evaluación del A/CA: el sujeto examinado fija la luz de la linterna, mientras que la varilla de Maddox es colocada en el otro ojo, por lo tanto, el punto de fijación no repre-

senta un estímulo que permita ejercer ni controlar la acomodación a la distancia que se quiere medir. La luz no genera una respuesta acomodativa (Owens & Mohindra, 1980).

### MÉTODO DE THORINGTON

Es uno de los métodos más recientes para evaluar las desviaciones oculares latentes. Consiste en una carta diseñada para visión lejana (6 m) o para visión cercana (0,4m) (figura 1), con un pequeño agujero en

la mitad por donde penetra la luz de una linterna. Cuenta con una escala impresa que expresa la cantidad de desviación prismática que tiene el sujeto. En el ojo derecho del paciente se antepone una varilla de Maddox, de tal forma que la línea vertical roja que aprecia, aunque no existe diferencia alguna en que sea de otro color (Kromeier *et ál.*, 2001), la perciba sobre una de las figuras impresas en la tarjeta, lo cual indicará la magnitud y la dirección de la desviación (Wong *et ál.*, 2002).

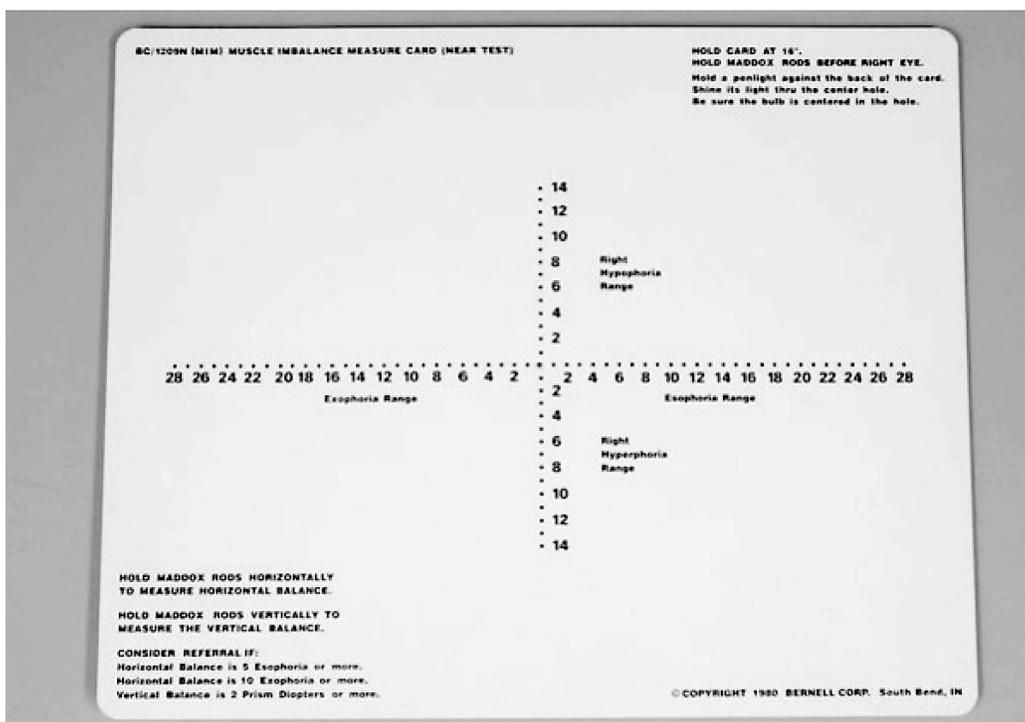


FIGURA 1. CARTILLA DE THORINGTON MODIFICADA.

La técnica Thorington ha sido citada en varios trabajos (Bernal & Rosenfield, 2006; Rainey *et ál.*, 1998; Casillas & Rosenfield, 2006; Lam *et ál.*, 2005) como el método que tiene la mejor repetitividad para evaluar las forias. Esto se atribuye a que no se emplean prismas en la medición, lo que podría generar una

respuesta adaptativa por parte del sistema de vergencias (Larson, 1990; Brautaset & Jennings, 2005; Rosenfield *et ál.*, 1997), y a la calibración para una agudeza visual de 20/20 a la distancia de trabajo de las figuras impresas en la cartilla, lo que genera una mayor estabilidad por parte de la acomodación. Por

lo tanto, y tal como es expresado por Bernal y Rosenfield (2006), es la técnica más recomendada para evaluar el A/CA.

### **LENTES ESTÍMULO PARA EVALUAR EL A/CA**

El objeto para generar la respuesta acomodativa al evaluar el A/CA es un factor importante para producir una medida correcta y no sesgada de esta sinergia. León y Pulgarín (2007) hallaron que el A/CA gradiente tenía menor variabilidad al ser evaluado con lentes estímulo más negativos. La causa de esto podría deberse al hecho de que al colocar un lente negativo de mayor potencia los objetos de fijación se tienden a ver más pequeños, por lo que estarían compuestos cada vez por frecuencias espaciales más altas que conducen a una mayor concentración del examinado y, por lo tanto, de la acomodación (León & Pulgarín, 2007). Al presentarse esto, la repetitividad del A/CA podría ser mayor.

Otra explicación podría estar dada por el grado de independencia para trabajar por separado la acomodación y la convergencia (García *et ál.*, 2002). Al emplear lentes de baja potencia dióptrica, el plano de la acomodación se encontraría dentro de una amplia zona de visión clara y sencilla (acomodaciones relativas); sin embargo, al aumentar la potencia dióptrica, la zona en la cual se podría mover este plano sería mucho menor, por lo que la contribución de la convergencia acomodativa a la respuesta total de la convergencia sería más estable y, por lo tanto, también la medida de la foria (León & Pulgarín, 2007). Además, se debe tener en cuenta que el sistema visual también se adapta a los cambios en la acomodación (por ejemplo, al introducir lentes). North y Henson (1985) encontraron que la foria cambia según el poder del lente empleado (positivo o negativo). Sin embargo, los cambios hallados se reflejaron en los primeros dos minutos de haber introducido los lentes; después de esto, la foria permanecía estable. Esto

sugiere que en el momento de anteponer los lentes estímulo para evaluar el A/CA se deberían dejar más tiempo que el previsto por estos autores para permitir que la acomodación se adaptara y permitiera una estabilidad en la heteroforia.

La introducción de lentes positivos también tiene una influencia sobre la medida de la foria. Yiang *et ál.*, (2007) hallaron que al colocar lentes de +2,00 D se provocaba una mayor demanda acomodativa, la exoforia se hacía más alta, aun con el método de Von Graefe. Ellos explican que esto se debe a que, al colocar lentes positivos, hay una tendencia a desestabilizar la fijación con el incremento en la curva de disparidad de fijación, que conlleva a cambios de la desviación ocular. Sin embargo, Gwiazda *et ál.*, (1993; 1999) reportaron que la respuesta acomodativa era diferente en niños miopes, dependiendo de si los lentes eran negativos o positivos (menor con los primeros), pero que al introducir lentes positivos ésta se tornaba normal. Esto haría que el A/CA evaluado con el mismo poder de lente, pero de signo contrario, fuese diferente.

Cada método para medir las heteroforias presenta ventajas y desventajas que repercuten en la valoración del A/CA. Para el CT se debe tener en cuenta la experticia para observar los movimientos de refijación por parte del evaluador, con el método de Von Graefe la reproductibilidad de la prueba es menor, y esto hace que haya mayor variabilidad en los resultados; con la Varilla de Maddox no se tiene un punto de fijación que genere una respuesta acomodativa; el método de Thorington es poco conocido en nuestro medio, sin embargo, es el que presenta mejor reproductibilidad y control de la acomodación; por esto, sería el test más aconsejable para la medición del A/CA. Además, el empleo de lentes negativos permite una mayor estabilidad en la respuesta acomodativa y menor variabilidad del A/CA.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asher, H. (1952). Stimulus to convergence in normal and asthenopic subjects. *The British Journal of Ophthalmology*, 36, 666-675.
- Baker, J.F. & Gilmartin, B. (2002). The effect of incipient presbyopia on the correspondence between accommodation and vergence. *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology*, 240, 488-494.
- Bernal, E.J. & Rosefield, M. (2006). Effect of heterophoria measurement technique on the clinical accommodative convergence to accommodation ratio. *Optometry*, 77, 229-234.
- Birnbaum, M. (1986). An esophoric shift associated with sustained fixation. *American journal of optometry and physiological optics*, 62, 732-735.
- Black, A.A., Wood, J.M., Lovie-Kitchin, J.E. & Newman, B.M. (2008). Visual impairment and postural sway among older adults with glaucoma. *Optometry and Vision Science*, 85, 489-497.
- Brautaset, R.L. & Jennings, J.A.M. (2005). Horizontal and vertical prism adaptation are different mechanisms. *Ophthalmic & physiological optics*, 25, 215-218.
- Brautaset, R. L. & Jennings, J. A. M. (2006). Effects of orthoptic treatment on the ca/c and ac/a ratios in convergence insufficiency. *Investigative ophthalmology & visual science*, 47, 2876-2880.
- Bruce, S.A., Atchison, D.A. & Bhoola, H. (1995). Accommodation-convergence relationship and age. *Investigative ophthalmology & visual science*, 36, 406-413.
- Calvin, H., Rupnow, P. & Grosvenor, T. (1996). How good is the estimated cover test at predicting the Von Graefe phoria measurement? *Optometry and Vision Science*, 73, 701-706.
- Casillas, C.E. & Rosenfield, M. (2006). Comparison of subjective heterophoria testing with a phoropter and trial frame. *Optometry and Vision Science*, 83, 237-241.
- Cridland, N. (1941). The measurement of heterophoria. *The British journal of ophthalmology*, 25, 141-167.
- Daum, K.M. (1983). Analysis of seven methods of measuring the angle of deviation. *American journal of optometry and physiological optics*, 60 (1), 46-51.
- Fichman, E.F. & Walton, J. (1957). The reciprocal actions of accommodation and convergence. *The Journal of physiology*, 137, 488-508.
- Fogt, N., Baughman, B.J. & Good, G. (2000). The effect of experience on the detection of small eye movements. *Optometry and Vision Science*, 77 (12), 670-674.
- Frantz, K. & Scharre, J. (1990). Comparison of disparometer fixation disparity curves as measured with and without phoropter. *Optometry and Vision Science*, 67, 117-122.
- García, A., Cacho, P., & Lara, F. (2002). Evaluating relative accommodations in general binocular disfunctions. *Optometry and Vision Science*, 79, 779-787.
- Gwiazda, J., Thorn, F., Bauer, J. & Held, R. (1993). Myopic children show insufficient accommodative response to blur. *Investigative ophthalmology & visual science*, 34, 690-694.
- Gwiazda, J., Grice, K. & Thorne, F. (1999). Response AC/A ratios are elevated in myopic children. *Ophthalmic & physiological optics*, 19, 173-179.
- Hainline, L., Riddell, P., Grose-Fifer, J. & Abramov, I. (1992). Development of accommodation and convergence in infancy. *Behavioural Brain Research*, 49, 33-50.

- Havertape, S., Cruz, O. & Miyazaki, E. (1999). Comparison of methods for determining ac/a the ratio in accommodative esotropia. *Journal Of Pediatric Ophthalmology And Strabismus*, 36, 178-183.
- Heron, G., Charman, W.N. & Schor, C.M. (2001). Age changes in the interactions between the accommodation and vergence systems. *Optometry and Vision Science*, 78, 754-762.
- Hofstetter, H., Griffin, J.R., Berman, M.S. & Everson, R.W. (2000). *Dictionary of visual science and related clinical terms*. 5th Ed. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Holmes, J.M., Leske, D.A. & Hohberger, G.G. (2008). Defining real change in prism-cover test measurements. *American Journal of Ophthalmology*, 145 (2), 381-385.
- Howarth, P.A. & Heron, G. (2000). Repeated measures of horizontal heterophoria. *Optometry and Vision Science*, 77, 616-619.
- Jiang, B., Tea, Y.C. & O'Donnell, D. (2007). Changes in accommodative and vergence responses when viewing through near addition lenses. *Optometry*, 78, 129-134.
- Kromeier, M., Schmitt, C., Bach, M. & Kommerell, G. (2001). Heterophoria measured with white, dark-grey and dark-red Maddox rods. *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology*, 239, 937-940.
- Kushner, B.J. & Morton, G.V. (1998). *Distance/near differences in intermittent exotropia*. *Archives of Ophthalmology*, 116, 478-486.
- Lam, A., Lam, A., Charm, J. & Wong, K-M. (2005). Comparison of near heterophoria tests under varying conditions on an adult sample. *Ophthalmic & physiological optics*, 25, 162-167.
- Larson, W.L. (1990). Prism adaptation without binocular vision. *Optometry and Vision Science*, 67, 196-200.
- León, A.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. *Revista Ciencia y Tecnología Para la Salud Visual Ocular*, 8, 29-36.
- León, A.A & Pulgarín, C. (2008). Relación entre el AC/A medido con el método de gradiente y el de las heteroforias en Pereira. *Investigaciones Andina Pereira*, 10, 32-42.
- Lyle, T.K. & Foley, J. (1955). Subnormal binocular vision with special reference to peripheral fusion. *British Journal of Ophthalmology*, 39, 474-487.
- Manas, L. (1960). The Clinical AC/A Ratios. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, 37 (10), 524-532.
- Mathebula, S.D., Sheni, D.D.D. & Oduntan, A.O. (2003). Heterophoria measurements in children. *S African Optometry*, 62 (3), 99-103.
- McCormack, G.L. (1985). Vergence adaptation maintains heterophoria in normal binocular vision. *American journal of optometry and physiological optics*, 62, 555-561.
- Mesa, L.F., Pérez, B.L., Nubel, W., Fernández-Baca, G., Díaz, A.T. & Rodríguez, M. (2003). Endotropía acomodativa pura: manejo convencional y eficacia del tratamiento. *Archivos de la Sociedad Canaria de oftalmología*, 14.
- Ngan, J., Goss, D.A. & Despirito, J. (2005). Comparison of fixation disparity curve parameters obtained with the Wesson and Saladin fixation disparity cards. *Optometry & Vision Science*, 82, 69-74.

- North, R. & Henson, D.B. (1985). Adaptation to lens-induced heterophorias. *American journal of optometry and physiological optics*, 62, 774-780.
- Owens, A., Mohindra, I. & Held, R. (1980). The effectiveness of a retinoscope beam as an accommodative stimulus. *Investigate Ophthalmology And Vision Science*, 19, 942-949.
- Pickwell, D. (1996). *Anomalías de la visión binocular, investigación y tratamiento*. 2ª Edición. Barcelona: Editorial JIMS.
- Rainey, B.B., Schroeder, T.L., Goss, D.A. & Grosvenor, T.P. (1998). Reliability of and comparisons among three variations of the alternating cover test. *Ophthalm. Physiol. Opt*, 18 (5), 430-437.
- Rajaraman, S. (2005). Study of the dynamic interactions between vergence and accommodation. thesis for degree of PhD. in vision science. University Of Waterloo.
- Romano, P.E. & Noorden, G.K. (1971). Limitations of cover test in detecting strabismus. *American Journal of Ophthalmology*, 72, 10-12.
- Rosenfield, M., Chun, T.W. & Fischer, S.E. (1997). Effect of prolonged dissociation on the subjective measurement of near heterophoria. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 17, 478-482.
- Rouse, M., Borsting, E., Deland, P.N. & The Convergence Insufficiency And Reading Study (CIRS) Group. (2002). Reliability of binocular vision measurements used in the classification of convergence insufficiency. *Optometry and Vision Science*, 79, 254-264.
- Scheiman, M. & Wick, B. (2002). *Clinical management of binocular vision*. 2nd Ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins.
- Semmlow, J.L. & Heerema, D. (1979). The role of accommodative convergence at the limits of fusional vergence. *Investigative ophthalmology & visual science*,. 18 (9), 970-976.
- Sethi, B. & North, R. (1987). Vergence adaptive changes with varying magnitudes of prism-induced disparities and fusional amplitudes. *American journal of optometry and physiological optics*, 64, 263-268.
- Snydacker, D. (1962). The Maddox Rod Test: a ten-year follow-up. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 60, 293-303.
- Toole, A.J. & Fogt, N. (2007). The Forced Vergence Cover Test and phoria adaptation. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 27, 461-472.
- Turner, J.M., Horwood, A.M., Houston, S.M. & Riddell, P.M. (2002). Development of the AC/A ratio over the first year of life. *Vision Research*, 42, 2521-2532.
- Wong, E.P., Fricke, T.R. & Dinard, C. (2002). Interexaminer repeatability of a new, modified prentice card compared with established phoria tests. *Optometry & Vision Science*, 79, 370-375.