

Concordancia de las técnicas subjetivas que miden la amplitud de acomodación

Alejandro León Álvarez*
Jorge Mario Estrada**
Ketty Cruz Lizcano***
Jennifer López Guzmán***

RESUMEN

Objetivo: determinar la repetitividad inter observador y la concordancia entre las pruebas clínicas que miden la amplitud de acomodación (AA). **Metodología:** fueron evaluados setenta y nueve sujetos entre los 18 a 30 años, que presentaban un estado visual refractivo y acomodativo normales. Las pruebas clínicas realizadas fueron la técnica de Sheard (lente negativo de cerca) Jackson (lente negativo de lejos) y Donders modificada (alejamiento más un lente de -4.00D). **Resultados:** el Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC) mostró que las pruebas de mostraban una alta repetitividad ($>0,7$); el Coeficiente de Correlación y Con-

cordancia de Lin (ρ_c) reveló una pobre repetitividad y concordancia entre las pruebas ($\rho_c \leq 0,9$). Los límites de acuerdo para Donders, Sheard y Jackson ($+/-1,22$; $+/-2,02$, $+/-3,44$) revelan una menor variación de la AA entre los observadores para Donders y mayor para Jackson. **Conclusión:** la repetitividad inter observadora es mayor para la técnica de Donders modificada y la concordancia entre las pruebas es pobre, por lo que no son intercambiables.

Palabras clave: amplitud de acomodación, Donders, Sheard, Jackson, repetitividad, concordancia.

* Optómetra. Magíster en Ciencias de la Visión Universidad de la Salle. Docente e investigador, del grupo Salud Visual de la Fundación Universitaria del Área Andina seccional Pereira. Correo electrónico: aleon@funandi.edu.co

** Terapeuta respiratorio. Epidemiólogo, profesor de investigación e investigador del grupo GIBIBIO de la Fundación Universitaria del Área Andina seccional Pereira.

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

Concordance between subjective techniques that measure amplitude of accommodation

ABSTRACT

The **purpose** was determinate reliability test retest and concordance between clinical techniques that measure amplitude of accommodation. **Methods:** seventy nine students who had normal visual function, refractive and accommodative skills participated. The techniques were: minus lens (near), minus lens (far) and push down modified (-4.00D lens). **Results:** Intraclass Correlation Coefficient (ICC) show that test retest was high three techniques ($>0,7$); Concordance correlation coefficient of Lin (ρ_c) showed that agreement was poor for all of them

($\rho_c \leq 0,9$). Limits of agreement (95%) were push down modified $\pm 1,22$; minus lens near $\pm 2,02$; minus lens far $\pm 3,44$. **Conclusion:** reliability test retest was higher for push down modified and concordance between the techniques was poor so, these are not interchangeable.

Keywords: amplitude of accommodation, push down, minus lens near, minus lens far, reliability test retest, concordance.

INTRODUCCIÓN

La acomodación es el mecanismo por el cual un sujeto es capaz de enfocar claramente un objeto que se encuentra situado entre el infinito óptico y su ojo. La máxima fuerza de enfoque que puede efectuar se denomina la amplitud de acomodación (AA).

En 1864, Donders fue el primero en estudiar la amplitud de acomodación y, a partir de este estudio, se construyó la curva de normalidad de la amplitud de acomodación para las diferentes edades (Raymond, 1936). Para su estudio, Donders empleó una serie de hilos finos, los cuales, al ser aproximados, se percibían borrosos (Hofstetter, 1944). Duane (1908) hizo una revisión de la técnica y a las personas examinadas les fue realizada una refracción bajo cicloplegia y después de pasado el efecto se medía la acomodación. Duane comentaba que quizás los datos obtenidos por Donders estaban sobrevalorados, debido a que éste no tuvo en cuenta la hipermetropía latente. Sin embargo los resultados presentados por Duane fueron similares a los hallados por Donders.

Años más tarde, Sheard planteó una nueva técnica para evaluar la AA (Edwards & Llewellyn, 1993). Propuso alejar el punto próximo por medio de lentes negativas hasta el momento en que el sujeto reportara ver borroso. Este método tiene el nombre de *lente negativo para visión próxima* y se debe diferenciar de la técnica de Jackson que es *lente negativo para visión lejana*. La información con respecto a quién formuló este procedimiento no ha sido encontrada, por lo que suponemos que por el nombre dado fue Edward Jackson quien lo formuló.

Desde principios del siglo XX, se han realizado diferentes estudios para determinar la AA a diferentes edades y más recientemente para hallar qué técnica tiene una mayor precisión y exactitud a la hora de

medir esta característica clínica. Kragha (1986) revisó la historia de 447 personas (894 ojos) entre 1975 a 1984 (9 a 62 años), a los cuales se les habían evaluado la AA con la técnica de Donders y Sheard. Halló que el primer método sobreestimaba la acomodación en 1.72 dioptrías (D) (+/-2.61D).

Rosenfield y Cohen (1996) evaluaron la repetitividad de los métodos de Donders (acercamiento [*push up*]), Donders modificado (alejamiento [*push down*]) y Sheard (*minus lens*). Hallaron que los límites de acuerdo (95%) eran similares entre ellos (+/-1,44; +/-1,39; +/-1,43), pero, las diferencias entre los dos primeros y el último eran clínicamente significativas (1.00D y 0.40D, respectivamente) y atribuyeron estas diferencias principalmente al aumento relativo de la imagen al estar cerca al ojo como ocurre con el procedimiento de Donders.

Ostrin y Glasser (2004) valoraron la AA con la técnica de Donders, Sheard y dos procedimientos objetivos (empleando un focómetro) en un grupo de 31 sujetos entre los 31 a 53 años. Encontraron que el método de Donders sobreestimaba mucho más la AA en relación con los otros procedimientos; concluyeron que en el caso de pacientes presbitas las técnicas subjetivas se sobreestimaban en aproximadamente 0.4D la acomodación.

Antona et ál. (2009) evaluaron la repetitividad intra observador, empleando el coeficiente de repetitividad (COR) y los límites de acuerdo de Bland y Altman para la prueba de Donders y Sheard; obtuvieron mejores resultados para la técnica de Sheard (+/-2,52 frente +/-4,76); además, hallaron que la concordancia entre las pruebas era pobre. Sustentaron estas diferencias en el aumento de la profundidad de foco y el aumento relativo de la imagen producidos por el método de Donders y concluyen que las pruebas no son intercambiables.

Chen & O'leary (1998) evaluaron qué tan repetibles eran las técnicas de Donders clásico (acercamiento) y Donders modificado (alejamiento). Hallaron que con el segundo método los valores de AA tendían a dar menores (entre 0.40D y 1.30D), aunque no son claros en atribuir cuáles serían las razones para esto.

Teniendo en cuenta que varias investigaciones muestran que la técnica de Donders modificada tiende a dar valores menores al procedimiento clásico, así como diferencias en los resultados de repetitividad entre los métodos, el presente trabajo buscó encontrar la repetitividad inter observadora de cada procedimiento y la concordancia entre las pruebas empleando variaciones que pudieran disminuir los errores comúnmente mencionadas de éstas y hallar su fiabilidad clínica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo correlacional, para determinar la repetitividad entre observadores y la concordancia entre tres pruebas subjetivas que miden la amplitud de acomodación. La muestra se obtuvo de la siguiente manera: el error tipo I (0,05), el error tipo II (0,2), el número de evaluadores (2). Dado que no existen datos numéricos del coeficiente de concordancia, se tomó un valor medio entre lo que se considera un grado de acuerdo substancial, por tanto, se decide tomar 0,75 para el método de Donders y 0,85 para el de Sheard (setenta y nueve sujetos). Se evaluaron ochenta y nueve personas entre 18 a 30 años de edad, de los cuales fueron seleccionados setenta y nueve que cumplían con los criterios de inclusión; todos eran estudiantes de pregrado de la Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira. Las pruebas se realizaron entre el primero y el segundo semestre de 2009.

Como criterios de inclusión debían estar entre los 18 a 30 años, agudeza visual LogMAR ≥ 0.2 (20/30) de

lejos y cerca, ametropía corregida, libre de patologías oculares y respuesta acomodativa normal. Fueron excluidos los sujetos con ametropías superiores a ± 1.00 de defecto esférico o astigmático, así como aquéllos que presentaran una flexibilidad acomodativa menor a ocho ciclos (± 2.00), y Lag de acomodación $> 0.75D$ o $> 0.25D$ (evaluado con el método de estimación monocular MEM).

Para controlar los posibles sesgos de clasificación y de referencia, las evaluaciones fueron realizadas por dos optómetras profesionales auxiliados cada uno por un estudiante de VI semestre; ningún examinador tenía conocimiento de los resultados hallados por el otro. Cada evaluador midió tres veces con cada procedimiento en el ojo dominante y los resultados fueron promediados para obtener el promedio. Entre medición y medición se tomó un minuto de descanso y luego se le pidió al evaluado que descansara por 30 minutos para repetir la sesión con otro evaluador.

Siguiendo los lineamientos de la declaración de Helsinki y el Decreto 008430 de 1993 y previa aprobación del trabajo de investigación por parte del comité de ética, de la institución, se le informó a la persona el objetivo del estudio; se hizo énfasis en que las pruebas no tenían ningún tipo de complicación y que son seguras para la salud en general y visual del participante, así como qué resultados que se esperan obtener. Una vez respondidas las inquietudes y que la persona accedió a participar, se procedió a entregar el consentimiento informado para ser firmado.

Para medir la AA con el método de Donders, se procedió de la siguiente manera: con la corrección habitual (o la del subjetivo [cilindro cruzado]) en la montura de pruebas, se adicionó un lente de $-4.00D$ delante del ojo dominante, mientras el otro le era ocluido. Se le entregó una cartilla de Agudeza Visual (AV) para que fijara las letras que subtendían, en general, 5 minutos de arco para una distancia de

40 centímetros. Se le pidió que pusiera la cartilla lo más cerca posible al ojo (pegada al lente de -4.00D) y a continuación que alejara lentamente el punto de fijación hasta el momento en que reconociera de forma clara y sostenida las letras de la cartilla. En este momento se debía detener y el auxiliar medía la distancia entre el plano del lente de -4.00D hasta la cartilla. Para obtener el valor de la amplitud de acomodación se recurrió a la siguiente fórmula:

$$A.A. \text{ (dioptrías)} = \left[\left(-\frac{1}{D_{tc}} \right) \times 100 \right] + 4,00$$

Donde "Dtc" era la distancia entre el punto de fijación y el plano de la lente de -4.00D expresada en centímetros.

La AA con el método de Sheard fue evaluada de la siguiente forma: partiendo de la corrección habitual del sujeto (o con el subjetivo de VL [cilindro cruzado]), puesta en el foróptero, se ubicó una cartilla de visión próxima a 33 centímetros y se le pidió que fijara una línea por debajo de la mejor AV para cerca. Se le pidió que mantuviera las letras y se empezó a añadir lente negativo en pasos de 0.25D hasta el momento en que las figuras fueran borrosas. Para hallar el valor de la amplitud de acomodación se empleó la siguiente fórmula:

$$AA.: Rx+L+2.50$$

Donde:

Rx: valor esférico (positivo o negativo) de la refracción subjetiva.

L: lente negativo con el cual se llega al emborronamiento (en valor absoluto).

Sólo se compensó 2.50D, como fue sugerido por Scheiman (1994) y la OEP con el propósito de mini-

mizar el factor magnificador negativo de las lentes y respetando el Lag de acomodación.

La técnica de Jackson fue obtenida de la siguiente forma: el sujeto miró por el foróptero hacia una línea que expresa dos niveles superiores a su mejor agudeza visual para lejos. En el aparato se pusieron los lentes de la refracción subjetiva del ojo dominante y se ocluyó el otro. Se empezó a aumentar lentes negativos en pasos de -0.25 D y se le pidió al examinado que nos informara cuándo no fuera capaz de mantener clara y nítida la imagen de las figuras que fijaba. En este momento se detuvo el examen y el valor de la amplitud de acomodación se obtuvo de la siguiente manera:

$$AA. : Rx+L$$

Donde:

Rx: valor esférico (positivo o negativo) de la refracción subjetiva.

L: lente negativa con el cual se llega al emborronamiento (en valor absoluto).

El análisis estadístico fue realizado en el programa estadístico SPSS 15,0 y STATA 10. Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para hallar la normalidad en la distribución de los datos; se obtuvo la media y desviación estándar de cada técnica y de los dos evaluadores; se halló la diferencia de medias inter evaluador y entre las pruebas con la "t pareada". La repetitividad de las técnicas se determinó con el coeficiente de correlación intraclase (ICC); la concordancia inter observador y entre las pruebas fue hallada con el coeficiente de correlación y concordancia de Lin (ρ_c). De acuerdo de Bland y Altman, los límites fueron obtenidos para establecer las diferencias clínicas entre los dos evaluadores.

RESULTADOS

Fueron evaluados ochenta y nueve sujetos de los cuales fueron seleccionados setenta y nueve que

cumplieron los criterios de inclusión. La edad promedio fue de 20,41 años (+/- 2.84); la agudeza visual -0.066 +/-0.87 (20/20+3); la refracción objetiva estuvo entre +0.18D (+/- 0.41D) y la subjetiva en -0.08D (+/- 0.24D).

TABLA 1. VALORES PROMEDIO DE AMPLITUD DE ACOMODACIÓN PARA LAS DIFERENTES TÉCNICAS Y EVALUADORES, ASÍ COMO LA PRUEBA DE NORMALIDAD DE ÉSTAS

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Kolmogorov-Smirnov*
Donders 1	79	9,77	1,491	5,97	14,37	0,809
Sheard 1	79	9,47	1,657	6,33	15,92	0,411
Jackson 1	79	7,17	2,317	2,00	14,16	0,320
Donders 2	79	9,94	1,421	6,70	14,37	0,882
Sheard 2	79	9,53	1,792	6,00	15,33	0,141
Jackson 2	79	7,65	2,557	2,33	14,88	0,104

La prueba de Kolmogorov-Smirnov mostró que los datos tenían una distribución normal. El promedio de AA fue similar entre las técnicas de Donders y Sheard, pero, menor para la de Jackson. Los resultados fueron para los métodos de Donders y Sheard superiores entre 0.75 a 1.00D a lo reportado por León y Medrano (2009); entre 0.87 a 1.17D inferiores a lo citado por Duane (1925) y similares, a lo reportado por Jiménez et ál. (2005) (tabla 1).

Se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios obtenidos por los evaluadores en las técnicas de Donders y Jackson. Sin embargo, desde el punto de vista clínico estas discrepancias no lo son. Además, se presentaron desigualdades estadísticas entre los métodos, pero, nuevamente, de forma clínica son irrelevantes (tabla 2).

TABLA 2. DIFERENCIA DE MEDIA ENTRE LOS EVALUADORES Y LOS MÉTODOS

Variables	Diferencia de media	Límite inferior del intervalo de confianza	Límite superior del intervalo de confianza	p (t parada)
Donders 1 – Donders 2	-0.17D	-0,31	-0,030	0,017*
Sheard 1 – Sheard 2	-0.07D	-0,30	0,16	0,569
Jackson 1 – Jackson 2	-0.48D	-0,87	-0,084	0,018*
Donders – Sheard	0.30D	-0,012	0,614	0,059
Donders – Jackson	2.60D	2,09	3,10	0,000*
Sheard – Jackson	2.30D	1,81	2,78	0,000*

* Diferencias significativas, $p < 0,05$.

TABLA 3. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN INTRA CLASE (ICC) ENTRE LOS EVALUADORES Y LOS DIFERENTES MÉTODOS

Variable	ICC	Intervalo de confianza (95%)
Donders 1 – Donders 2	0,9097	0,8624 - 0,9413
Sheard 1 – Sheard 2	0,8229	0,7362 - 0,8830
Jackson 1 – Jackson 2	0,7414	0,6231 - 0,8266
Donders – Sheard	0,6069	0,4466 - 0,7295
Donders – Jackson	0,3347	0,1239 - 0,5166
Sheard – Jackson	0,4188	0,2191 - 0,5849

El coeficiente de correlación intraclase (ICC) (tabla 3) mostró una repetitividad buena para la técnica de Jackson (0,6 a 0,8) y muy buena para Donders y Sheard ($>0,8$). Cuando se evaluó la concordancia entre los métodos se evidenció que era baja para Donders y Jackson ($<0,4$) y moderado entre Donders-Sheard y Sheard-Jackson ($0,4 < ICC < 0,6$) ($<0,6$ a $>0,4$).

TABLA 4. CONCORDANCIA INTER OBSERVADOR Y ENTRE LAS TÉCNICAS EMPLEANDO EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN Y CONCORDANCIA DE LIN (ρ_c)

Variables	ρ_c	Intervalo de confianza (95%)	r *	Cb**
Donders 1 – Donders 2	0,904	0,863 a 0,944	0,911	0,992
Sheard 1 – Sheard 2	0,822	0,751 a 0,894	0,825	0,996
Jackson 1 – Jackson 2	0,727	0,625 a 0,830	0,745	0,976
Donders – Sheard	0,596	0,455 a 0,736	0,610	0,976
Donders – Jackson	0,176	0,070 a 0,283	0,368	0,480
Sheard – Jackson	0,253	0,130 a 0,375	0,443	0,571

*Coeficiente de correlación de Pearson (precisión).
** Factor de corrección de sesgo (exactitud).

El coeficiente de correlación concordancia de Lin (ρ_c) es empleado para evaluar la concordancia entre dos pruebas que miden lo mismo, por tanto, se requiere saber si son o no intercambiables (Barnhart et ál., 2007). Pero, a la vez, permite determinar qué tan repetibles son los procedimientos entre observadores (repetitividad inter observadora) o al hacer mediciones por parte de un mismo evaluador en sesiones diferentes (repetitividad intra observador) (Ruiz &

Morillo, 2005). Cuando los valores se aproximan a 1,0, la concordancia de la prueba o entre las pruebas es mejor (Camacho-Sandoval, 2008). La concordancia inter observadora (repetitividad), según la escala de Landis y Koch (1977), indicaría acuerdos muy altos para Donders y Sheard y alto para Jackson, resultados muy similares a los hallados con el ICC, sin embargo para el ρ_c la concordancia sería baja para todos los métodos ($\rho_c \leq 0,9$) (NIWA, 2009).

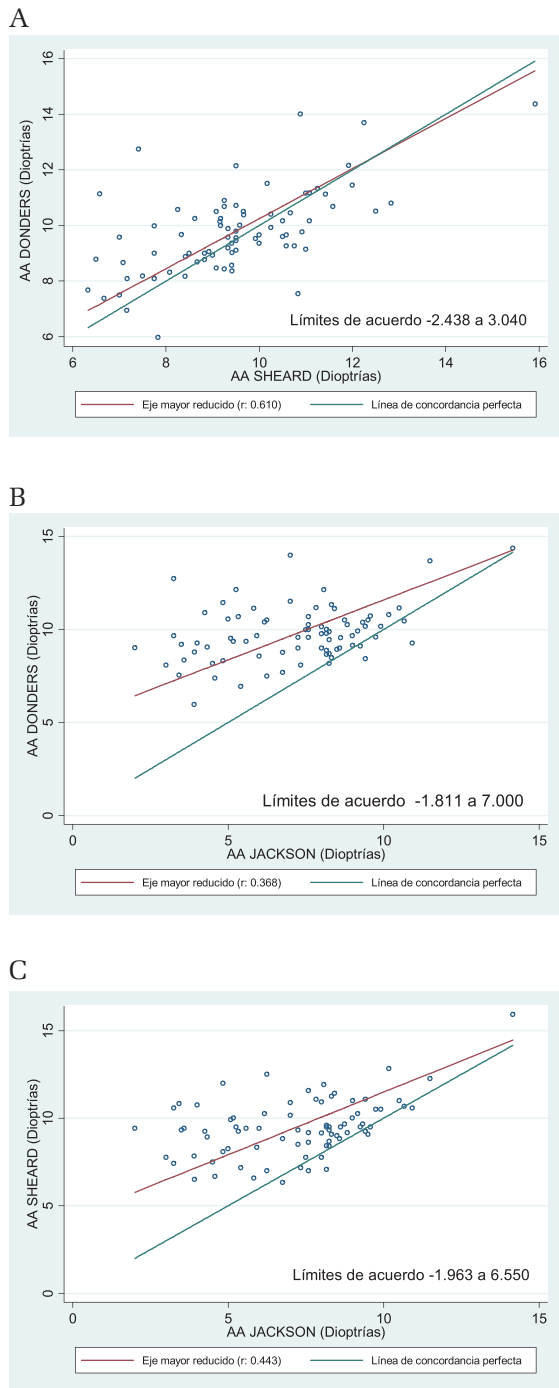


FIGURA 1. CONCORDANCIA ENTRE LAS PRUEBAS QUE MIDEN LA AMPLITUD DE ACOMODACIÓN (AA). A: DONDERS Y SHEARD, B: DONDERS Y JACKSON, C: SHEARD Y JACKSON. CADA GRÁFICA MUESTRA LOS LÍMITES DE ACUERDO (95%).

El coeficiente de correlación y concordancia de Lin está compuesto por dos elementos que pueden ser observados en la figura 1; el coeficiente de correlación (r) que evalúa la precisión y equivale al coeficiente de Pearson y el factor de corrección de sesgo (C_b), que valora la exactitud, es decir, qué tan alejados están los resultados con respecto a la línea de 45° con origen 0 y pendiente 1 que marca la concordancia perfecta (Lin, 1989). La figura 1A muestra la concordancia entre Donders y Sheard; la cercanía entre la línea de concordancia perfecta y la mejor línea estimada indican que las diferencias son pequeñas (exactitud), sin embargo, no siempre se presentan estas pequeñas discrepancias, lo cual genera que la nube de puntos sea más dispersa, lo que evidencia una menor precisión. Debido a esto, la concordancia entre estas técnicas sería muy pobre ($\rho_c < 0.90$).

Las figura 1B y 1C muestran el grado de acuerdo entre las técnicas de Donders y Sheard con Jackson. En ambas se observa que la línea del eje mayor reducido está más alejada de la línea de concordancia perfecta (exactitud) cuando la amplitud de acomodación es más baja, pero, que se van acercando a medida que la AA aumenta para los sujetos. La nube de puntos es bastante dispersa, lo que evidencia una baja precisión; estos factores indican que la concordancia entre estas pruebas es muy pobre. Los límites de acuerdo son amplios, lo cual evidencia diferencias de más de dos y media dioptrías entre Donders y Sheard, y superiores a 4D entre Jackson y los dos anteriores; esto mostraría que las pruebas tienen una mala concordancia.

Los límites de acuerdo con el 95% de confianza muestran que la variación entre una y otra medición de la AA es $\pm 1.22D$ para la técnica de Donders, $\pm 2.00D$ para Sheard y $\pm 3.44D$ para Jackson. Clínicamente, esto indicaría que las diferencias con el método de Donders deberían ser menores para evidenciar un cambio en la AA, mientras que para Jackson tendrán que ser mayores (figura 2).

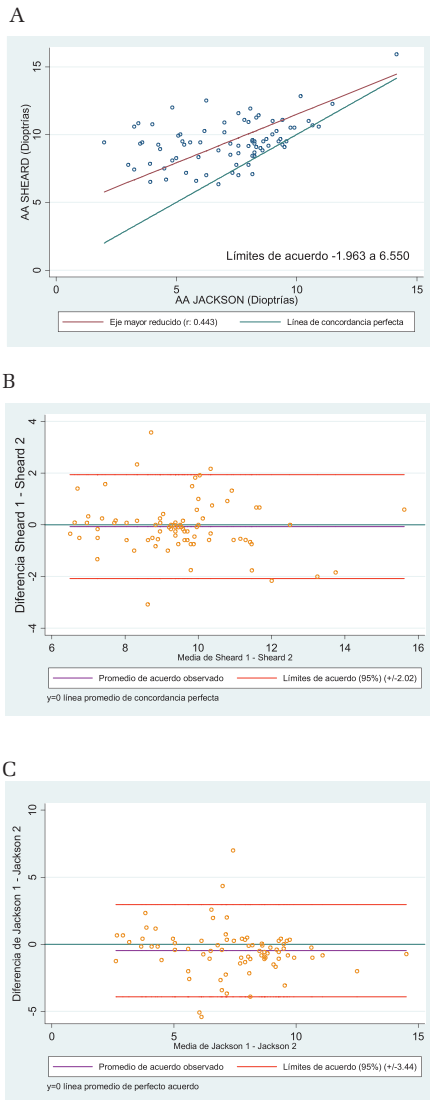


FIGURA 2. LÍMITES DE ACUERDO (95%) ENTRE LOS EVALUADORES PARA CADA UNA DE LAS TÉCNICAS QUE MIDEN LA AMPLITUD DE ACOMODACIÓN (AA) A: DONDERS Y DONDERS, B: SHEARD Y SHEARD, C: JACKSON Y JACKSON, LAS ESCALAS ESTÁN EXPRESADAS EN DIOPTRÍAS DE ACOMODACIÓN.

DISCUSIÓN

La amplitud de acomodación es frecuentemente evaluada en la práctica clínica, empleando cualquier método y, en ocasiones, no se tiene claro cuál procedimiento es más fiable para medir dicha variable.

Las pruebas fueron realizadas por dos profesionales calificados, ayudados cada uno por un estudiante de VI semestre como auxiliar. Los primeros hacían las mediciones, mientras que los segundos procedían a tomar las anotaciones de los resultados sin consultar con el examinador; esto garantizaba que no se cometieran sesgos por parte del investigador. Además, en el momento en que cada evaluador realizaba las pruebas, el otro examinador y el auxiliar no se encontraban presentes en ese momento.

La amplitud de acomodación es comúnmente evaluada con procedimientos subjetivos que manejan dos principios diferentes; la técnica de Donders busca ubicar el punto próximo de acomodación (PPA), cambiando la distancia a la cual se observa el objeto y los métodos de Sheard y Jackson hallan el PPA al modificar la vergencia de los rayos de luz que inciden sobre el ojo por medio de lentes negativas; esto hace que las características ópticas de las imágenes sean diferentes para cada método.

La repetitividad de las técnicas encontradas en el presente trabajo difiere en lo reportado por Rosenfield y Cohen (1996) y por Antona et ál. (2009). Los primeros hallaron que el coeficiente de repetitividad (COR) era similar entre los procedimientos de Donders (alejamiento) y Sheard (+/-1,39; +/-1,43), pero, hemos visto que el COR es ligeramente menor para Donders (+/-1,22) que para Sheard (+/-2,02). Quizás, estas discrepancias estén asociadas a la forma como fueron llevando a cabo los procedimientos. Rosenfield & Cohen midieron la AA con el método de Donders, situando al sujeto en el forópter, a continuación alejaban el objeto hasta 1D más allá del primer momento de ver claro. Si el punto próximo era más cercano a 8 cm, pusieron un lente entre -3.00 a -6.00D.

En esta investigación se registró como PPA el primer momento en que el paciente reportaba ver claro y sostenida la imagen y siempre se empleó la lente de

-4.00D, esto llevaba a que el PPA estuviera más alejado lo que hacía que fuera estable la medición. Además, se contrarrestaba el aumento relativo de la imagen por la acción magnificadora negativa de la lente.

Antona et ál. (2009) emplearon el procedimiento habitual, es decir, sin la adición de una lente y la alejaron hasta el primer momento en que el sujeto viera clara y sostenida la imagen. La edad de los sujetos evaluados osciló entre 18 a 32 años, lo que situaba aproximadamente el PPA más cercano a 20 cm, lo que se traduce que cualquier variación de 1 cm (hacia adelante o atrás) modificaría el registro de la AA en casi 1D; esto podría haber llevado a que, al repetir la prueba, se obtuvieran valores diferentes, lo que afecta la repetitividad de la técnica. Cuando evaluaron la concordancia entre las pruebas hallaron que ésta era deficiente (coeficiente de acuerdo - COA +/-5,65), mientras que en el presente trabajo encontramos que era aproximadamente la mitad a lo citado por ellos (+/-2,74). Las razones para esto pueden estar, nuevamente, dadas por el procedimiento empleado por nosotros para minimizar los errores de la prueba de Donders el aumento relativo de la imagen y el desplazamiento del punto de fijación en el momento de la medición, esto también se ve reflejado en la diferencia entre las medias muestrales (0.30D).

La técnica de Jackson mostró la repetitividad y la concordancia más bajas. La causa de esto puede estar dada por la magnificación negativa de la imagen, la cual hace que se llegue al mínimo ángulo de re-

solución mucho antes de que se alcance el máximo de la acomodación, lo que haría que se encontraran valores de amplitud muchos menores con respecto a los otros métodos.

En conclusión, los resultados encontrados en el presente estudio muestran que la repetitividad de las técnicas para medir la AA es mejor para la prueba de Donders modificada, debido a que se controlaron los errores inherentes al procedimiento normal (aumento relativo de la imagen e inestabilidad de la medición). La concordancia entre las pruebas es deficiente, aunque entre los métodos de Donders y Sheard las diferencias no son tan altas como se reportó en otros estudios; no obstante, existen amplias variaciones entre las mediciones, lo cual indica que las pruebas aunque miden la AA no son intercambiables.

RECOMENDACIONES

Para medir la AA con una técnica subjetiva se debería emplear el procedimiento de Donders modificado, es decir, poniendo una lente negativa y procediendo a alejar y no acercar el punto de fijación. Además, creemos que no se debería emplear el método de Jackson para medir la AA.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, que patrocinó este estudio y a todos los estudiantes que colaboraron con este trabajo.

REFERENCIAS

Antona, B., Barra, F., Barrio, A. & González, E. (2009). Repeatability Intraexaminer and Agreement in Amplitude of Accommodation Measurements. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 247, 121-127.

Barnhart, H.X., Haber, M.J. & Lin, L.I. (2007). An Overview on Assessing Agreement with Continuous Measurements. *Journal of Biopharmaceutical Statistics*, 17 (4), 529-569.

- Camacho-Sandoval, J. (2008). Coeficiente de concordancia para variables continuas, *Academia Mexicana de Ciencias*, 50 (4), 211-212.
- Chen, A. & O'Leary, D. (1998). Validity and Repeatability of the Modified Push-Up Method for Measuring the Amplitude of Accommodation. *Clinical & Experimental Optometry*, 81 (2), 63-71
- Duane, A. (1908). An Attempt to Determine the Normal Range of Accommodation at Various Ages, Being a Revision of Donders's Experiments. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 11 (Pt 3), 634-641.
- Duane, A. (1925). Subnormal Accommodation. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 23, 159-183.
- Edwards, K. & Llewellyn, R. (1993). *Optometría*. Barcelona España: Ediciones Científicas y Técnicas.
- Hofstetter, H.W. (1944). A Comparison of Duane's and Donders' Tables of the Amplitude of Accommodation. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, 21 (9), 345-363.
- Jiménez, S.B., Blanco, M. & Pinzón, N.J. (2005). Determinación de valores normales de amplitud y flexibilidad de acomodación visual en dos grupos de estudiantes universitarios oriundos de diferentes regiones de Colombia. *Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular*, 5, 45-50.
- Kragha, I.K. (1986). Amplitude of Accommodation: Population and Methodological Differences. *Ophthalmic and Physiological Optical*, 6 (1), 75-80.
- Landis, J.R. & Koch, G.G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33, 159-174.
- León, A. & Medrano, S. (2009). Amplitud de acomodación en la ciudad de Santafé de Bogotá. *Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular*, 11, 9-14.
- Lin, L. (1989). A Concordance Correlation Coefficient to Evaluate Reproducibility. *Biometrics*, 45, 255-268.
- National Institute of Water and Atmospheric Research. *Lin's Concordance*. Consultado el 11 de octubre de 2009 en: <http://www.niwa.cri.nz/services/free/statistical/concordance>
- Ostrin, L.A. & Glasser, A. (2004). Accommodation Measurements in a Prepresbyopic and Presbyopic Population. *Journal of Cataract Refractive Surgery*, 30 (7), 1435-1444.
- Rosenfield, M. & Cohen, A.S. (1996). Repeatability of Clinical Measurements of the Amplitude of Accommodation. *Ophthalmic and Physiological Optical*, 16 (3), 247-249.
- Ruiz, A. & Morillo, L. (2005). *Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada; estudios de concordancia: intercambiabilidad en sistemas de medición*. Bogotá: Editorial Panamericana.