

January 2011

## Concordancia entre dos técnicas subjetivas para determinar la refracción en adultos jóvenes

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*

Johana Marcela Giraldo Ruiz

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

Luis Alejandro Giraldo Sánchez

*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, Giraldo Ruiz JM y Giraldo Sánchez LA. Concordancia entre dos técnicas subjetivas para determinar la refracción en adultos jóvenes. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2011;(2): 23-34.

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).

# Concordancia entre dos técnicas subjetivas para determinar la refracción en adultos jóvenes

## Concordance between Two Subjective Techniques Used to Determine Refraction in Young Adults

ALEJANDRO LEÓN ÁLVAREZ\*  
JORGE MARIO ESTRADA ÁLVAREZ\*\*  
JOHANA MARCELA GIRALDO RUIZ\*\*\*  
LUIS ALEJANDRO GIRALDO SÁNCHEZ\*\*\*\*

### RESUMEN

La refracción subjetiva es una técnica que compara un lente con otro para llegar a una combinación de lentes que resulte en el máximo de agudeza visual. Estudios han evaluado la concordancia intra/inter observadora y con otras técnicas objetivas o subjetivas, principalmente para el cilindro cruzado de Jackson (JCC), pero pocas para el emborronamiento más dial astigmático (EmD). *Objetivo:* determinar la reproducibilidad de los métodos subjetivos EmD y JCC y la concordancia de estos con el procedimiento objetivo de retinoscopia estática. *Método:* se realizó un estudio descriptivo de concordancia con 190 sujetos, con medición independiente para cada técnica por dos evaluadores. En el análisis estadístico de las refracciones se usó transformación en notación Fourier. *Resultados:* EmD tuvo una mejor reproducibilidad para el poder esférico y cilíndrico, pero para el eje fue mejor con el método del JCC. Entre el método objetivo y los subjetivos la concordancia fue más baja en el equivalente esférico (componente M) para el JCC; se aprecia que el sesgo (exactitud) y la precisión son pobres, señalando que las mediciones hechas principalmente en el componente esférico difieren en promedio y en repetición entre estas técnicas. *Conclusión:* las discrepancias entre evaluadores o procedimientos en el cilindro pueden ser hasta de  $\pm 0,50$  D y  $10^\circ$  en el eje, pero en la esfera puede ser hasta de 1,00 D; ambas técnicas son válidas para la evaluación de la refracción subjetiva en sujetos jóvenes.

**Palabras clave:** refracción subjetiva, emborronamiento, dial astigmático, cilindro cruzado de Jackson, notación Fourier.

### ABSTRACT

Subjective refraction is a technique whereby one lens is compared to another in order to find a lens combination that results in maximum visual acuity. Studies have evaluated intraobserver or interobserver concordance, along with other objective or subjective techniques, mostly for the Jackson Cross Cylinder (JCC), but few for fogging and use of astigmatic dials (EmD, for its initials in Spanish). *Objective:* To determine the reproducibility of subjective methods EmD and JCC, as well as their concordance with the objective procedure of static retinoscopy. *Methodology:* A descriptive concordance study was carried out among 190 individuals, with independent measurement for each technique by two evaluators. Fourier transformation was used on statistical analysis of refractions. *Results:* EmD showed a higher reproducibility for the spherical and cylindrical power, but the JCC methodology was better for the axis. Between the objective and subjective methodologies, concordance level was lower in the spherical equivalent (component M), and for the JCC we can see that accuracy and precision are poor, pointing out that measurements made mostly in the spherical component are different on average and in technique repetition. *Conclusions:* Discrepancies between evaluators or procedures in the cylinder may be of up to  $\pm 0.50$  D and  $10^\circ$  at the axis, but it can go up to 1.00 D in the sphere; both techniques are valid for the evaluation of subjective refraction in young individuals.

**Keywords:** Subjective Refraction, Blurring, Astigmatic Dial, Jackson Cross Cylinder, Fourier Notation.

\*MSc en Ciencias de la Visión, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Optómetra, Universidad de La Salle. Docente y director del grupo de investigación Salud visual, programa de Optometría, Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, Colombia.

\*\*Candidato a Magister en Epidemiología Clínica, Universidad de la Frontera, Chile. Especialista en Epidemiología. Licenciado en Matemáticas. Docente de investigación e investigador del grupo Salud visual, programa de Optometría, Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, Colombia.

\*\*\*Estudiante de Optometría X semestre. Integrante del semillero Enfoque visual, programa de Optometría, Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, Colombia.

\*\*\*\*Estudiante de Optometría VIII semestre. Integrante del semillero Enfoque visual, programa de Optometría, Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, Colombia.

## INTRODUCCIÓN

La refracción subjetiva es el término empleado para una técnica que compara un lente con otro, usando los cambios en la visión como criterio para llegar a una combinación de lentes que resulte en el máximo de agudeza visual (AV) (Rabbetts, 1998).

No obstante, la composición dióptrica con la que se llega a la máxima AV en todos los casos *no siempre* corresponde a la real cantidad de defecto refractivo, por lo que en los casos en que no es posible obtener respuestas por parte del examinado (como en niños), el método no es confiable. Sin embargo, en la ejecución de una técnica objetiva, como la retinoscopia, también se pueden presentar errores, por lo que la mayoría de profesionales optan por verificar el estatus refractivo con un procedimiento subjetivo.

Aunque existe un gran cantidad de métodos para la evaluación de la refracción subjetiva (Borish y Benjamin, 2006), actualmente hay dos que se emplean ampliamente: el cilindro cruzado de Jackson (JCC), el cual fue descrito por Edward Jackson (1886), y el emborronamiento más el dial astigmático (EmD), este último diseñado por John Green (1868); ambos procedimientos han sufrido una serie de modificaciones con el paso del tiempo con el fin de obtener el poder del cilindro y la orientación del eje del astigmatismo.

Algunos estudios han evaluado la concordancia intra/inter observador y con otras técnicas objetivas o subjetivas, principalmente para el JCC, pero muy pocas para el EmD. Johnson et al. (1996) valoraron la reproducibilidad y la concordancia de 3 pruebas para determinar el astigmatismo clínicamente incluyendo al JCC, en 40 sujetos entre los 18 a 40 años, y encontraron que el acuerdo en el poder del cilindro entre los dos examinadores era de 0,25 D, 0,50 D, 0,75 D en el 88%, 93% y 98% de los casos respectivamente, y para el eje, la diferencia entre uno y otro examinador fue 5° (80%), 10° (93%) y 20° (100%) de las comparaciones. Rosenfield y Chiu (1995) compararon la

refracción objetiva (autorrefractómetro Canon R-1) con la subjetiva (JCC) en 12 personas entre los 23 a 60 años. El procedimiento subjetivo fue realizado 5 veces en cada examinado por parte de un único evaluador (repetitividad), con una separación entre medición y medición de al menos 24 horas. Hallaron que la desviación estándar de las diferencias entre las mediciones para el JCC en el componente esférico fue de 0,14 D (coeficiente de reproducibilidad  $COR \pm 0,27$  D), el cilíndrico de 0,08 D ( $COR \pm 0,16$  D), el eje 8,72° ( $COR \pm 17,1^\circ$ ), en el equivalente esférico 0,15 D ( $COR \pm 0,29$  D); la concordancia entre el método objetivo y el subjetivo (en términos de los límites de acuerdo con el 95%) fue de  $\pm 0,78$  D,  $\pm 0,68$  D,  $\pm 58,5^\circ$  y  $\pm 0,61$  D en la esfera, el cilindro, el eje y el equivalente esférico respectivamente. Ong, Shanks y McConnell (1974) probaron la validez de 3 tipos de cartas para determinar el eje del astigmatismo (carta parabólica, dial astigmático y el dial astigmático polarizado), y como prueba de oro emplearon el JCC. Encontraron que el coeficiente de Spearman era mucho más alto entre el JCC y la carta parabólica ( $r = 0,995$ ; diferencia de media  $[DM] = 0,17^\circ$ ,  $p = 0,05$ ) que para el JCC y el dial astigmático ( $r = 0,927$ ;  $DM = 10,08^\circ$ ;  $p = 0,01$ ); concluyen que aunque entre el JCC y los diferentes tipos de cartas astigmáticas existe una alta correlación, el poder de refinar el eje con la carta parabólica es lo que permite la obtención de resultados tan similares con el JCC.

Goss y Grosvenor (1996) hicieron una revisión sobre la repetibilidad, la reproducibilidad y la concordancia de diferentes estudios publicados hasta el momento, llegando a la conclusión de que las discrepancias entre mediciones, evaluadores y métodos en el 95% de los casos no era mayor a 0,5 D en el poder esférico y cilíndrico, mientras que en el eje no era mayor de 5°; sin embargo, estos trabajos revisados se hicieron comparando los porcentajes de diferencias entre mediciones, examinadores y técnicas (esfera, cilindro y eje) o calculando los límites de acuerdo con los equivalentes esféricos, pero al realizarse en cualquiera de estas formas las operaciones estadísticas presentan un sesgo, debido

a que los poderes en cada meridiano secundario es diferente con respecto a los principales; se observa esto en los siguientes ejemplos (figura 1):

$$(-1,50 \times 90^\circ) + (-1,00 \times 100^\circ) \rightarrow (1,50 \text{ AR}) + (1,00 \text{ AR}) = 2,50 \text{ AR (aproximadamente a } 95^\circ)$$

FIGURA 1. Cruz para la suma de poderes y encontrar los valores refractivos resultantes

Sin embargo, al emplear esta forma de adición el poder resultante o, en otros casos, el residual será diferente; teniendo en cuenta el mismo ejemplo, la operación resultante sería (figura 2):

$$(-1,50 \times 90^\circ) + (-0,78 \times 90^\circ) = -2,28 \times 95^\circ$$

FIGURA 2. Cruz para la suma de poderes teniendo en cuenta el poder efectivo para los meridianos que se adicionan

Como se puede apreciar, existe una diferencia de 0,22 D entre la primera y la segunda operación, por tanto al sumar o hacer inferencias estadísticas basadas en los datos puramente clínicos se estaría sobre o subestimando los poderes resultantes reales. Para evitar esto, las fórmulas clínicas son convertidas a un sistema de notación Fourier (vectorial) (Muñoz-Escriba y Furlan, 2001).

Teniendo en cuenta que el JCC y el EmD son ampliamente usados en la práctica clínica, pero existen pocos estudios acerca de la reproducibilidad y la concordancia de y entre ellos, que los trabajos que existen emplean una metodología poco pertinente y que el análisis de los datos se ha hecho de tal forma que se pierde información, la presente investigación buscó determinar la reproducibilidad y la concordancia entre estos dos métodos al ser comparados entre ellos y contra un procedimiento objetivo como es la retinoscopía estática.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal, analítico correlacional, para establecer la reproducibilidad de dos técnicas de refracción subjetivas (JCC y EmD) y la concordancia entre ellas, así como con la técnica objetiva de retinoscopía estática.

El tamaño de la muestra fue determinado siguiendo lo establecido por Lin (1992), según un coeficiente mínimo de Lin a ser detectado de 0,6 error alfa = 0,05 error beta = 0,1 número de pruebas a evaluar tres, precisión de 0,1 requiriéndose 184 mediciones por test.

Fueron evaluados 190 sujetos (solo el ojo no dominante debido a que este podría presentar la mayor cantidad de ametropía), procedentes del cuerpo estudiantil, docente y administrativo de la Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira, así como amigos y familiares de los sujetos citados anteriormente. Para poder ser incluidos en el estudio las personas debían tener una edad entre 18 a 30 años, AV con la carta ETDRS 1, 2 y 3 de al menos 20/30 de lejos y de cerca, así como una diferencia interocular de visión no mayor a 0,1 unidades logarítmicas del mínimo ángulo de resolución, evitando con esto la inclusión de sujetos ambliopes, visión cromática normal (Farnsworth D-15), estereopsis superior a 50 segundos de arco (Frisby Stereotest), respuesta acomodativa normal (LAG entre +0,25D a 0,75D y flexibilidad de acomodación mayor o igual a +2,00/-2,00 8 ciclos por minuto). Fueron excluidos quienes presentaran ambliopía, estrabismo, alteraciones del segmento anterior o posterior y astigmatismos irregulares.

Se realizó la retinoscopía estática de la forma descrita por Campbell, Benjamin y Holland (2006), y los procedimientos subjetivos fueron hechos después del procedimiento objetivo de forma aleatoria por parte de dos examinadores (estudiantes de X semestre) previa y altamente entrenados por parte de uno de los evaluadores (ALA), el cual tenía una experiencia de al menos diez años en la realización de las pruebas. Cada evaluador contó

con la ayuda de un asistente, el cual registraba los datos sin informar al examinador de ellos. Las técnicas fueron realizadas de la siguiente manera (Grosvenor, 2005):

- Cilindro cruzado de Jackson (JCC): en el forópter, habiendo ocluido el ojo dominante y con los lentes de la retinoscopia estática, se tomaba AV de lejos. Si esta era superior a 20/30 se le pedía al sujeto que fijara una línea de letras por debajo de su mejor AV. Para determinar el eje, se antepuso el cilindro cruzado (CC) de tal forma que el eje del cilindro negativo (ECN) se situara a 45° del eje de la retinoscopia (que el mango coincidiera con el eje tentativo [ET]). Se mostró en las dos posiciones del CC y se le pidió al examinado que informara cuando la imagen se hacía menos distorsionada, permitiendo que observara las letras por al menos dos segundos en cada posición antes de cambiar. Cuando reportaba que las figuras no presentaban cambio alguno, el eje observado era registrado como el “eje del subjetivo con el cilindro cruzado” (ESCC) y se continuaba para hallar el poder del cilindro. Si indicaba que las imágenes se distorsionaban menos en una posición, el ET y el CC eran girados 10° en dirección al ECN del CC. Se volvía a repetir el procedimiento y si el evaluado decía ver mejor cuando el ECN se encontraba en dirección contraria a la posición original, tanto el ET como el CC eran girados 5° hacia el ECN. Para hallar el poder del cilindro (PC) se continuaba con los lentes de la retinoscopia estática y el ESCC hallado previamente. Se giraba el CC de tal forma que coincidiera en una u otra posición el eje del cilindro positivo (ECP) y el ECN. Cuando reportaba ver mejor en la posición en la que coincidía el ECP con el ESCC se disminuía la cantidad del cilindro negativo antepuesto en el forópter; si decía ver mejor la imagen cuando el ECN coincidía con el ESCC se aumentaba la cantidad de poder del cilindro negativo en el forópter. Si respondía que no notaba diferencias en las imágenes en una u otra posición se registraba como “el poder

del cilindro con el cilindro cruzado” (PCCC). Se tuvo en cuenta que por cada aumento de 0,50 D en el cilindro negativo se aumentaba el poder esférico en +0,25 D.

La esfera fue determinada partiendo de los lentes antepuestos en el forópter y pidiéndole que fijara una cruz ubicada en visión lejana. El CC se ponía de tal forma que el ECN estuviera orientado a 90°. Se le indicaba al sujeto que respondiera cuál de los dos componentes de la cruz observaba “más nítido”; si decía que era el vertical se procedía a disminuir poder esférico positivo (PEP), o si veía mejor el horizontal, se disminuía poder esférico negativo (PEN); cuando no notaba diferencias entre los componentes el dato era registrado como el “poder esférico con el CC” (PECC).

- Emborronamiento más dial astigmático (EmD): en el forópter, ocluyendo el ojo dominante, sin el empleo de lentes cilíndricos, se emborronó al paciente hasta que obtuviera una AV de al menos 20/200. Se procedió a realizar un masaje acomodativo (aumentar el PEP en pasos de 0,25 D y luego disminuyendo el PEP en pasos de 0,50 D) hasta que el sujeto lograra alcanzar una AV de 20/40. En este punto se cambiaba la carta de letras y se anteponía un dial astigmático diseñado para tres metros con un espacio entre meridianos de 10°. El paciente observaba el dial y reportaba si veía una o más líneas más reteñidas. Si al mirar las líneas todas parecían iguales no se anotaba ningún dato para el eje ni para el poder del cilindro; si decía ver una línea más reteñida, el valor del eje del subjetivo con el dial (ESD) era hallado por parte del examinador al anotar el número más pequeño ubicado debajo de cada línea, las cuales venían señaladas con un número más grande: si indicaba ver más de una línea, el valor del ESD sería el dato de la bisectriz entre las líneas observadas. Una vez hecho esto, se empezaba a aumentar lentes plano-cilindro negativos con el eje ubicado en la dirección registrada del ESD hasta el momento en que el sujeto reportó que todas las líneas se observaban igualmente nítidas;

este valor era registrado como el “poder del cilindro con el dial astigmático” (PCDA).

Para determinar el poder de la esfera el dial astigmático era cambiado por la carta de letras y se procedía a llevar al sujeto hasta su mejor AV. A partir de aquí, la carta de letras era reemplazada por una carta bicromática para lejos. Se le solicitaba al examinado que señalara si los optotipos se observaban mejor al estar sobre alguno de los dos fondos. Cuando indicaba que veía mejor en el fondo rojo, el PEP era disminuido o el PEN era aumentado; al contrario, si decía ver mejor sobre el fondo verde, el PEP era aumentado o el PEN era disminuido. Si reportaba ver igual sobre ambos fondos no se modificaba el poder esférico y este era registrado como el “poder esférico con el bicromático” (PEB).

Al cabo de ocho días las pruebas fueron repetidas por parte de un segundo evaluador, el cual no tuvo conocimiento previo de los datos hallados anteriormente. El proyecto cumplió con los requerimientos establecidos en la declaración de Helsinki, los cuales hacen referencia a la protección de la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información de las personas que participan, por ende se solicitó el consentimiento informado previo a cada sesión de evaluación de cada uno de los participantes; además la presente investigación también cumplió con las exigencias explícitas de la resolución 8430 de 1993, por la cual se dictan disposiciones en materia de investigación en Colombia: según el capítulo 1 en su artículo 11 este proyecto estuvo catalogado como investigación de riesgo mínimo, pues el procedimiento que se realizó sobre el participante se trataba de unas pruebas diagnósticas visuales, las cuales no fueron invasivas ni perjudiciales para el sistema ocular y visual. Por tal motivo no se tuvo riesgo en la presentación de eventos adversos mayores o mínimos.

Para el análisis estadístico se realizaron transformaciones de las notaciones clínicas de la refracción

esfera, cilindro y eje a notación de Fourier, quedando los componentes  $M$ ,  $J_0$  y  $J_45$ , así:

Cilindros positivos	Cilindros negativos
$M = S + C/2$	$M = S' + C'/2$
$J_0 = \frac{C}{2} \cos 2(\beta - \theta)$	$J_0 = -\frac{C'}{2} \cos 2\alpha$
$J_45 = \frac{C}{2} \sin 2(\beta - \theta)$	$J_45 = -\frac{C'}{2} \sin 2\alpha$

Donde  $a$ ,  $b$  son los ejes en convención ( $S$  = esfera,  $C$  = cilindro,  $J$  = cilindro cruzado). Sobre estos se realizaron los cálculos de coeficiente de correlación concordancia (CCC) de Lin (1989) y Liao y Lewis (2000). El CCC es usado para evaluar la concordancia entre dos técnicas que miden el mismo parámetro y determinar si son intercambiables (Barnhart et ál., 2007), o cuán repetibles o reproducibles son las pruebas (Camacho-Sandoval, 2008; Cepeda y Pérez, 2005). Este método está compuesto por dos elementos: el coeficiente de correlación ( $r$ ) que evalúa la precisión y es equivalente al coeficiente de correlación de Pearson, y un factor de corrección de sesgo ( $C_b$ ) que dice acerca de la exactitud, es decir cuán lejos están los resultados con relación a la línea de  $45^\circ$  con un origen que marca el acuerdo perfecto. Aunque una escala descriptiva para el grado de acuerdo con este coeficiente no ha sido dada, una escala tentativa sería que un CCC mayor que 0,99 representa un acuerdo casi perfecto que cuando está entre 0,95 y  $<0,99$ , entre 0,90 y  $<0,95$ , y menor a 0,90 representaría acuerdos substanciales, moderados y pobres respectivamente (Camacho-Sandoval, 2008). Los cálculos del CCC fueron hechos mediante la macro de STATA aportada por Steichen y Cox (2002). Se calcularon los límites de acuerdo con el 95% según el procedimiento propuesto por Bland y Altman (1999) y Senn et ál. (2010). Estadística descriptiva fue aplicada obteniendo medias y desviaciones estándar en cada uno de los componentes de la notación Fourier vectorial y retransformándolos de nuevo a notación clínica para su interpretación, según lo sugerido por Muñoz-Escriba y Furlan (2001). Los análisis fueron ejecutados en STATA versión 10 (StataCorp LP., Texas, USA).

## RESULTADOS

De las 190 personas evaluadas 112 fueron mujeres (59%) y 78 hombres (41%), con edades entre los 18 a 27 años ( $21,02 \pm 3,29$ ). La distribución de las mediciones y de sus errores de medición se asumieron normales por el teorema de límite central, en cuanto la muestra era mayor a 30 (Pagano y Gauvreau 2000); sin embargo, como lo afirma Bland, para estimaciones de reproducibilidad y repetitividad estas distribuciones no requieren que sean estrictamente normales ya que en estudios de mediciones se asume que más del 95% de los errores de medición están entre dos desviaciones estándar, así no cumplan el supuesto de normalidad (Bland, 2008). La tabla 1 muestra los valores promedio en notación Fourier de los defectos refractivos hallados con la retinoscopia estática, el JCC y el EmD. El equivalente esférico (M) del EmD fue menos positivo en comparación con la estática, sin embargo M fue más negativa para el JCC con relación a las otras técnicas. Los valores positivos y menores de 0,1 D de  $J_0$  indican que los astigmatismos hallados con los tres métodos fueron principalmente pequeños y con la regla; a la vez los datos positivos de  $J_{45}$  muestran que los astigmatismos estuvieron entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ . Esto se ve reflejado en la reconversión de los datos de notación Fourier a clínica en la tabla 2: las esferas fueron negativas para el JCC, mientras que en promedio los astigmatismos fueron similares y los ejes estuvieron entre  $0^\circ$  y  $5^\circ$ .

TABLA 1. Estadísticos descriptivos para las técnicas subjetivas y la objetiva en notación Fourier (M,  $J_0$ ,  $J_{45}$ ), EmD, JCC

	MEDIA	DE
ESTÁTICA		
M	0,025	0,580
$J_0$	0,097	0,183
$J_{45}$	0,001	0,033
EmD		
M	-0,012	0,430
$J_0$	0,060	0,151
$J_{45}$	0,002	0,054

	MEDIA	DE
JCC		
M	-0,383	0,497
$J_0$	0,076	0,171
$J_{45}$	0,004	0,052

TABLA 2. Estadísticos descriptivos para las técnicas subjetivas y objetiva en notación clínica (esfera, cilindro, eje)

	MEDIA ESFERA (DE)	MEDIA CILINDRO (DE)	MEDIA EJE (DE)
Estática	+0,12 (0,77)	-0,19 (-0,37)	0,3° (5°)
EmD	+0,05 (0,60)	-0,12 (-0,32)	1,0° (10°)
JCC	-0,30 (0,70)	-0,15 (-0,35)	1,5° (8,5°)

Para determinar la reproducibilidad del EmD y el JCC se hizo un análisis de varianza (ANOVA) dejando como factor las dos evaluaciones por técnica. Al valor hallado se le calculó la raíz cuadrada y luego fue multiplicado por 2,77 para obtener el coeficiente de reproducibilidad COR<sup>12</sup>. La tabla 3 muestra que el EmD tuvo una mejor reproducibilidad para el poder esférico y cilíndrico, pero para el eje fue mejor con el método del JCC.

TABLA 3. Coeficientes de reproducibilidad (COR) calculados como 2,77 por la desviación estándar intrasujetos, para las técnicas subjetivas en notación Fourier (M,  $J_0$ ,  $J_{45}$ ) y notación clínica (esfera, cilindro, eje)

	M	$J_0$	$J_{45}$	ESFERA	CILINDRO	EJE
EmD	1,37	0,49	0,17	$\pm 1,90$	$\pm (-1,04)$	$\pm 9,5^\circ$
JCC	1,66	0,59	0,18	$\pm 2,30$	$\pm (-1,23)$	$\pm 8,5^\circ$

Entre el método objetivo y los subjetivos (tabla 4) la concordancia fue más baja en el componente M para el JCC. Se aprecia que el sesgo (exactitud) y la precisión son pobres, señalando que las mediciones hechas principalmente en el componente esférico difieren en promedio y en repetición entre estas técnicas. El menor acuerdo hallado con  $J_{45}$  se debe a que las diferencias en el poder entre los procedimientos es poca, pero quizás las discrepancias se deban a la orientación de los ejes en cada método, es decir, aunque estos se encuentra que son con la regla ( $J_0$  positivo), el eje de una técnica se encontraría entre  $0^\circ$  a  $30^\circ$  ( $J_{45}$  positivo) y en el otro

TABLA 4. Correlación-concordancia de Lin para las técnicas subjetivas tomando la técnica objetiva como patrón de referencia, en coordenadas polares Fourier (M, J<sub>0</sub>, J<sub>45</sub>)

COMPARACIÓN	CCC			PRECISIÓN (p)			SESGO (CB)		
	(IC 95%)			M	J <sub>0</sub>	J <sub>45</sub>	M	J <sub>0</sub>	J <sub>45</sub>
	M	J <sub>0</sub>	J <sub>45</sub>	M	J <sub>0</sub>	J <sub>45</sub>	M	J <sub>0</sub>	J <sub>45</sub>
Estática-EmD	0,72 (0,66 0,79)	0,72 (0,66 0,79)	0,27 (0,16 0,40)	0,76	0,75	0,31	0,96	0,96	0,90
Estática-JCC	0,50 (0,41 0,57)	0,77 (0,71 0,83)	0,39 (0,28 0,50)	0,65	0,77	0,43	0,77	0,99	0,9
EmD-JCC	0,57 (0,50 0,65)	0,76 (0,70 0,82)	0,81 (0,77 0,86)	0,77	0,77	0,82	0,75	0,99	0,99

método también, pero pocas veces coincidirían con la misma orientación. Al mirar el acuerdo entre los procedimientos subjetivos se evidencia que este es pobre, primordialmente en el equivalente esférico, revelando que las desigualdades entre ellos están dadas por el poder de la esfera.

El análisis realizado anteriormente tiene soporte en los resultados expuestos en la tabla 5. Los límites entre J<sub>0</sub> ( $\pm 0,25$  D) y J<sub>45</sub> ( $\pm 0,10$  D) señalan que estas serían las diferencias en dioptrías a encontrar entre la estática con el EmD y el JCC; no obstante, los valores negativos de los límites más bajos indican que se podrían encontrar estas pequeñas discrepancias, pero cuando un astigmatismo es con la regla pero entre 150° y 180° y no únicamente entre 0° a 30°, y que además las diferencias en poder, aunque pocas, también se pueden dar entre astigmatismos con y contra la regla (J<sub>0</sub> negativo).

La tabla 5 también muestra para los equivalentes esféricos (M) que en promedio la estática fue más positiva que el JCC en algo menos de 0,50 D, mientras que con el EmD las diferencias son prácticamente cero (0,04 D). Asimismo, se observa que los límites de acuerdo son más amplios entre la estática y el JCC ( $\pm 0,90$  D) y más estrechos con EmD ( $\pm 0,74$  D). De la misma manera, el EmD tiende a dar valores más positivos en el equivalente esférico que los hallados con el JCC (0,37 D), pero las diferencias en el cilindro y el eje son muy pequeñas.

TABLA 5. Diferencias promedio y límites de Bland y Altman para refracción medidos y calculados con transformación en coordenadas polares Fourier (M, J<sub>0</sub>, J<sub>45</sub>)

	ESTÁTICA-EMD	ESTÁTICA-JCC	EMD-JCC
M			
DM	0,038	0,409	0,372
LA95%	-0,702 0,777	-0,492 1,310	-0,263 1,006
J <sub>0</sub>			
DM	0,037	0,020	-0,018
LA95%	-0,202 0,275	-0,214 0,255	-0,235 0,199
J <sub>45</sub>			
DM	-0,001	-0,003	-0,002
LA95%	-0,107 0,106	-0,099 0,092	-0,066 0,061

DM: diferencias promedio; LA95%: límites de acuerdo de 95%.

## DISCUSIÓN

El EmD y el JCC son técnicas de refracción subjetiva altamente empleadas en la determinación de la prescripción óptica de las personas. Estos procedimientos se efectúan dependiendo del criterio, así como de las herramientas y el tiempo que tenga el evaluador en el sitio de atención, lo que conlleva a que se hagan empíricamente intercambiables, puesto que el profesional supone que se darían resultados similares con cualquiera de estos procedimientos.

La reproducibilidad de ambas técnicas es moderada. Comparar los actuales resultados con los publicados por otros autores es complicado, debido a las diferencias en el análisis estadístico empleado; no obstante, convirtiendo los valores hallados en el presente estudio al porcentaje de acuerdo empleado por Johnson et ál. (1996), obtenemos que las discrepancias en el poder cilíndrico, entre el primero y el segundo evaluador es de 0,50 D en el 90% para el JCC y del 92,6% con el EmD, lo cual estaría indicando que cuando se realiza el mismo procedimiento por parte de dos evaluadores distintos, las desigualdades entre ellos no superaran la media dioptría en el poder cilíndrico en el 90% o más de las veces. Cuando se hizo la retransformación de notación Fourier a clínica del componente cilíndrico el coeficiente de reproducibilidad hallado en este informe, esta señala que en el 95% de los pares de mediciones estarán con desigualdades no superiores  $\pm 1,00$  D o  $\pm 1,20$  D para el EmD y el JCC respectivamente. Este desacuerdo está dado por la forma de realizar el análisis estadístico de los datos, como se comentó anteriormente: ese alto porcentaje de acuerdo reportado por Johnson et ál. (1966) no tuvo en cuenta si los astigmatismos comparados tenían la misma orientación o no; a lo sumo tuvieron presente que estos fueran con o contra la regla, por lo que es evidente que si se hubiera llevado a cabo un procedimiento analítico, como el efectuado en la presente investigación, quizás los resultados de reproducibilidad serían similares.

La concordancia en el equivalente esférico entre la refracción objetiva y la subjetiva (EmD) es similar a la reportada por Rosenfield y Chiu (1995) (coeficiente de acuerdo [COA]  $\pm 0,61$  D,  $\pm 0,74$  D), pero inferior a lo hallado con el JCC ( $\pm 0,90$  D). Para poder comparar los valores cilíndricos se calcularon los límites de acuerdo con el procedimiento objetivo con los subjetivos; los resultados fueron parecidos entre ellos (0,75 D), ligeramente superiores a lo reportado por estos mismos autores (0,68 D). Sin embargo al reconvertir los datos de  $J_0$  y  $J_{45}$  en notación clínica, los COA serían para las refracciones objetiva y subjetivas

de 0,50 D en el cilindro, y entre  $8^\circ$  a  $12^\circ$  para los ejes, es decir un mayor acuerdo a lo citado por Rosenfield y Chiu (1995).

Por otra parte, la concordancia entre las técnicas subjetivas es baja principalmente en el equivalente esférico; esto indicaría que las discrepancias estarían dadas por desigualdades en las mediciones del poder de la esfera entre los dos métodos. Al retransformar los poderes esféricos se aprecia que el COA entre el EmD y el JCC es de  $\pm 0,86$  D. Para soportar aún más este hecho, se hizo un análisis aparte en 39 sujetos que cumplieran los mismos criterios de inclusión y exclusión, pero que para ser incluidos solo debían presentar un defecto refractivo esférico en los tres métodos empleados de refracción. Con esto se buscó hallar si la reproducibilidad con el procedimiento del JCC y la carta bicromática empleada en el EmD eran similares.

La reproducibilidad en las esferas fue mejor para la carta bicromática utilizada en el EmD debido a que, aunque presenta un promedio de diferencias (DM) más alto que el JCC, estas diferencias tienden a ser muy sistemáticas y esto se evidencia al observar tanto una precisión y exactitud similares, lo que conduce a un COR más estrecho. Por el contrario, el JCC tiene una reproducibilidad más baja a causa de que las discrepancias entre el primer y el segundo evaluador no son constantes, evidenciándose en una precisión baja, señalando que existen mayor cantidad de valores extremos que afectan el COR (figura 3).

En la figura 4a se aprecia el acuerdo entre el EmD y el JCC; la figura 4b ilustra el acuerdo entre la REst (retinoscopía estática) y el EmD, y la figura 4c muestra el acuerdo entre la REst y el JCC.

El promedio de las diferencias muestra que el test bicromático dio valores más positivos que los señalados por el JCC. Esto influye en que la concordancia entre estos dos métodos sea baja ( $CCC < 0,90$ ). El acuerdo de estas técnicas con la retinoscopía es pobre, aunque lo es más aún al compararse con el JCC: la causa radica en que existe una discrepancia

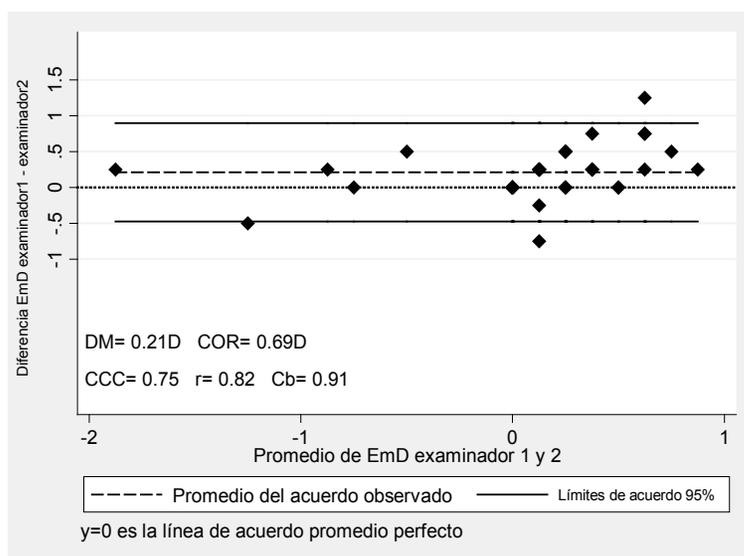


Fig. 3a

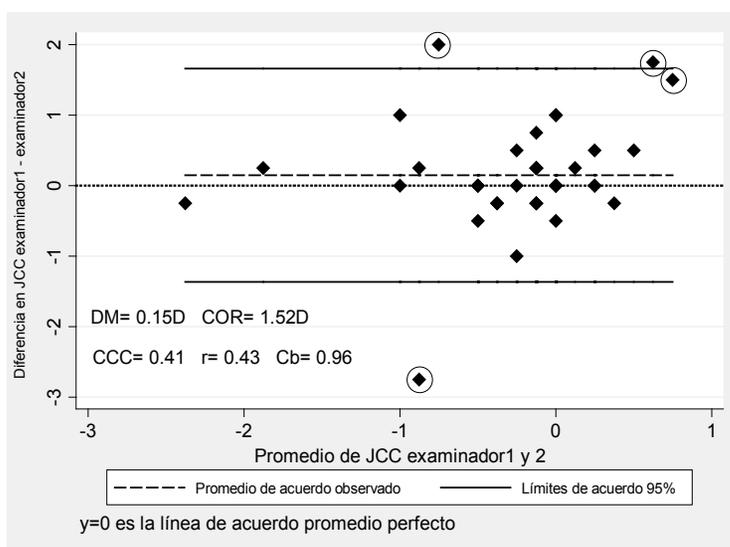


Fig. 3b

FIGURA 3. Reproducibilidad de las técnicas de refracción subjetiva EmD (1a) y JCC (1b)

Nota. Los puntos encerrados en círculos indican los valores más extremos con el método del JCC.

sistemática entre las mediciones de ambos procedimientos, es decir el poder esférico con el JCC arroja valores más negativos que la estática. Al contrario, aunque existe gran variabilidad entre los datos del test bicromático empleado con el EmD y la estática, la diferencia promedio entre ellos es insignificante, señalando una alta exactitud entre las técnicas (figuras 4a, 4b y 4c).

Según Borish y Benjamin (2006), al realizarse la refracción subjetiva se deben tener en cuenta

seis aspectos que siguen un orden coherente: el punto de partida, el control de la acomodación, la corrección del error astigmático, el hallazgo del punto final esférico, la igualación de la esfera y el encuentro del punto esférico binocular. Descontando los tres elementos finales, que forman parte de la refracción subjetiva binocular, de la corrección del astigmatismo en la cual usamos dos principios diferentes (el punto de mayor contraste para el EmD y el círculo de menor confusión para el JCC) y del punto de partida, que fue similar para

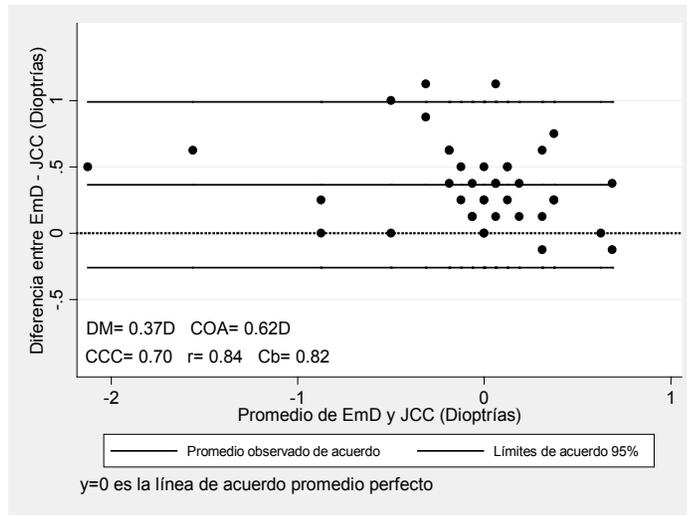


Fig. 4a

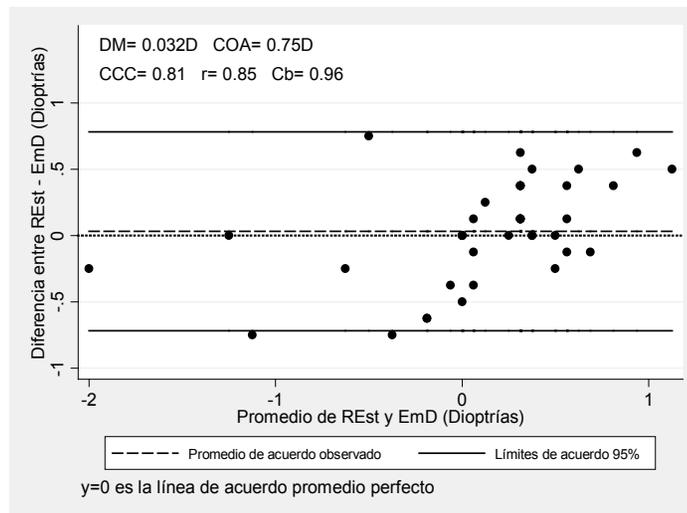


Fig. 4b

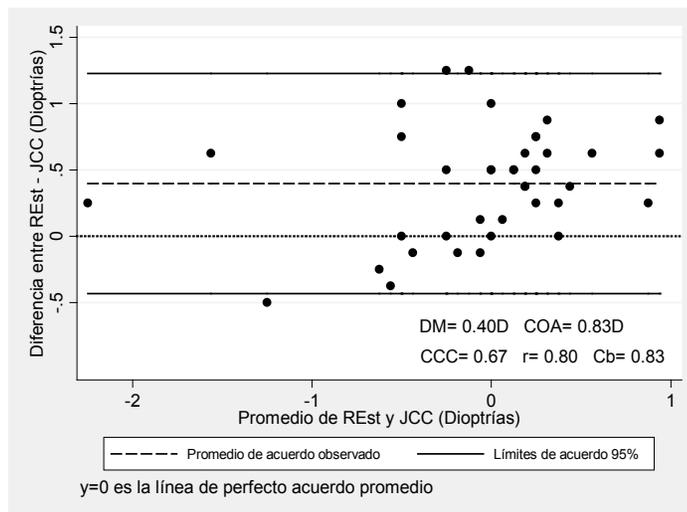


Fig. 4c

FIGURA 4. Concordancia entre las técnicas de refracción empleadas

ambas técnicas, la diferencia entre ambos métodos estaría dada por el control de la acomodación. En el caso del EmD sobre los lentes hallados en la retinoscopia siempre se añadió cierta cantidad de poder positivo, el cual en cantidades moderadas tiene un efecto relajante sobre la acomodación (Ward y Charman, 1987); por el contrario, para el JCC este control en la acomodación no se tuvo, de ahí que al intentar inducir un desenfoque óptico con el CC se tuviera siempre una respuesta activa de la acomodación, lo que resultó en valores esféricos más negativos.

En este trabajo se evidenció que el análisis estadístico de los defectos refractivos hechos en notación clínica (esfera, cilindro, eje, equivalente esférico), lleva a conclusiones erróneas en cuanto a la reproducibilidad o la concordancia de las técnicas de refracción; que las discrepancias entre evaluadores o procedimientos en el cilindro pueden ser hasta de  $\pm 0,50$  D y  $10^\circ$  en el eje, pero en la esfera puede ser hasta de 1,00 D; sin embargo, ambas técnicas son válidas para la evaluación de la refracción subjetiva en sujetos jóvenes.

## RECOMENDACIONES

Sugerimos el empleo de la carta bicromática para la afinación del componente esférico y no el cilindro cruzado más la cruz ubicada en visión lejana.

## AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Universitaria del Área Andina y al centro de investigaciones, por el apoyo económico brindado para realizar este trabajo. A los estudiantes del semillero Enfoque visual de la misma institución, por la colaboración en la obtención de los pacientes, y a las estudiantes Ketty Marcela Cruz y Jennifer López, por la ayuda en la realización de las pruebas.

## REFERENCIAS

Barnhart, H. X. et ál. (2007). Comparison of Concordance Correlation Coefficient and Coefficient of Indi-

- vidual Agreement in Assessing Agreement. *Journal of Biopharmaceutical Statistics*, 17(4), 721-738.
- Bland, J. M. (2008). *Measurement in Health and Disease: Measurement Error*. Reino Unido: Universidad de York. Recuperado el 28 de julio del 2011, de <http://www-users.york.ac.uk/~mb55/msc/clinimet/meas.htm>.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1999). Measuring Agreement in Method Comparison Studies. *Statistical Methods in Medical Research*, 8(2), 135-160.
- Borish, I. M., & Benjamin, W. J. (2006). Monocular and Binocular Subjective Refraction. En William, B. (Ed.). *Borish's Clinical Refraction* (2<sup>nd</sup> ed.) (pp. 790-898). St. Louis, Missouri: Butterworth-Heinemann.
- Camacho-Sandoval, J. (2008). Coeficiente de concordancia para variables continuas. *Acta Médica Costarricense*, 50(4), 211-212.
- Campbell, C. E., Benjamin, W. J., & Howland, H. C. (2006). Objective Refraction: Retinoscopy, Autorefractometry and Photorefractometry. En William, B. (Ed.). *Borish's Clinical Refraction* (2<sup>nd</sup> ed.) (pp. 790-898). St. Louis, Missouri: Butterworth-Heinemann.
- Cepeda, M., & Pérez, A. (2005). Estudios de concordancia: intercambiabilidad en sistemas de medición. En Ruiz, A., & Morillo, L. E. (Eds.). *Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada* (pp. 293-307). Bogotá: Editorial Médica Panamericana.
- Goss, D. A., & Grosvenor, T. (1996). Reliability of Refraction: a Literature Review. *Journal of the American Optometry Association*, 67(10), 619-630.
- Green, J. (1868). On a New System of Tests for the Detection and Measurement of Astigmatism, with an Analysis of Sixty-four Cases of Refractive Anomalies Observed by the Aid of this Method. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 1(4-5), 131-144, 139.
- Grosvenor, T. (2005). *Optimetría de atención primaria*. Barcelona: Masson.
- Jackson, E. (1886). The Equivalence of Cylindrical and Sphero-Cylindrical Lenses. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 4, 268-279.
- Johnson, B. L. et ál. (1996). A Comparison of Three Subjective Tests for Astigmatism and their Interexaminer reliabilities. *Journal of the American Optometry Association*, 67(10), 590-598.
- Liao, J. J., & Lewis, J. W. (2000). A Note on Concordance Correlation Coefficient. *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 54(1), 23-26.
- Lin, L. I. (1989). A Concordance Correlation Coefficient to Evaluate Reproducibility. *Biometrics*, 45(1), 255-268.
- Lin, L. I. (1992). Assay Validation Using the Concordance Correlation Coefficient. *Biometrics*, 48, 599-604.
- Muñoz-Escriba, L., & Furlan, W. D. (2001). Statistical Analysis when Dealing with Astigmatism: Assessment of Different Sphero-Cylindrical Notations. *Ophthalmic Epidemiology*, 8(1), 27-37.

- Ong, J., Shanks, F., & McConnell, W. (1974). Validity of Four Current Subjective Tests of Astigmatism. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 51(8), 587-594.
- Pagano, M., & Gauvreau, K. (2000). Principles of Biostatistics (2<sup>nd</sup> ed.). Pacific Grove, CA: Duxbury.
- Rabbetts, R. B. (1998). Bennett & Rabbetts' Clinical Visual Optics (3<sup>th</sup> ed.). Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.
- Rosenfield, M., & Chiu, N. N. (1995). Repeatability of Subjective and Objective Refraction. *Optometry & Vision Science*, 72(8), 577-579.
- Thibos, L. N., Wheeler, W., & Horner, D. (1997). Power Vectors: An Application of Fourier Analysis to the Description and Statistical Analysis of Refractive Error. *Optometry & Vision Science*, 74(6), 367-375.
- Senn, M. et al. (2010). *Comparing Clinical Measurement Methods: A Practical Guide*. Copenhagen: John Wiley & Sons.
- Steichen, T. J., & Cox, N. J. (2002). A Note on the Concordance Correlation Coefficient. *The Stata Journal*, 2(2), 183-189.
- Ward, P. A., & Charman, W. N. (1987). An Objective Assessment of the Effect of Fogging on Accommodation. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 64(10), 762-767.

Recibido: 18 de julio del 2011

Aceptado: 8 de septiembre del 2011

CORRESPONDENCIA

Alejandro León

aleon@funandi.edu.co