

PRECISIÓN DE LA REFRACCIÓN OBJETIVA POR WAVEFRONT COMPARADA CON LA REFRACCIÓN SUBJETIVA TOMADA COMO PRUEBA DE ORO

Carolina Betancourt. O.D.1*
Alejandro Delatorre B. M.D.2**
Óscar Piñeros. M.D.3***

Resumen

Introducción: la refracción subjetiva es utilizada como prueba de oro; incorpora la participación neurosensorial del paciente para definir la mejor visión corregida.

Métodos: este trabajo tiene como objetivo analizar las diferencias por medio de vectores y análisis estadístico de los datos que resultaron de comparar la refracción subjetiva frente a la refracción objetiva, medida por los mapas de aberración por wavefront (longitud de onda).

Resultados: se evaluaron 156 ojos con refracción subjetiva y refracción objetiva ORK (wavefront Schwind: instrumento que analiza todas las aberraciones ópticas que llegan al ojo), y las diferencias que se encontraron en miopes, hipermétropes, astigmatismos hipermetrópicos y astigmatismos miópicos, fueron menores de 0.50 dioptrías (70%) con una variación en los ejes hasta en 25 grados.

Conclusión: se encontraron diferencias promedio significativas entre la refracción subjetiva tomada como prueba de oro y el Coas (unidad de medida objetiva guiada por longitudes de onda) definido como refracción objetiva. A pesar de encontrar diferencias menores de 0.50 dioptrías, es de gran importancia clínica al momento de realizar una adaptación de gafas, lentes de contacto y/o programación para cirugía refractiva.

Palabras clave: estudios de evaluación, optometría, hiperopía, errores de refracción, técnicas de diagnóstico oftalmológico.

* Optómetra, profesora Universidad del Valle, miembro IACLE, Clínica de Oftalmología de Cali.

** Médico Oftalmólogo, profesor titular Universidad del Valle, Clínica de Oftalmología de Cali, Jefe de la Clínica de Córnea y Enfermedades Externas del Hospital Universitario del Valle.

*** Médico Oftalmólogo, profesor Universidad del Valle, Clínica de Oftalmología de Cali.

PRECISION OF OBJECTIVE REFRACTION BY WAVEFRONT COMPARED TO SUBJECTIVE REFRACTION TAKEN AS A TEST OF GOLD

Abstract

Introduction: *subjective refraction is used as a test of gold. It incorporates the patient's neurosensory participation in order to define the best corrected vision.*

Methods: *the objective of this work is to analyze the differences of the data obtained from comparing subjective refraction versus objective refraction measured through aberration maps by wavefront (wave length) by means of vectors and statistical analysis.*

Results: *156 eyes with subjective and objective refraction were evaluated ORK (wavefront Schwind: instrument that analyzes all the optical aberrations that reach the eye), and the differences that were found in near-sighted, long-sighted, astigmatism, hypermetropy and near-sighted astigmatisms were less than 0.50 diopters (70%) with a variance in the axis of up to 25 degrees.*

Conclusion: *significant average differences were found between the subjective refraction taken as a test of gold and the COAS (objective measuring unit guided by wave lengths) defined as objective refraction. In spite of finding differences of less than 0.50 diopters, it is of great clinical importance at the time of adapting a pair of glasses, contact lenses and/or program refractive surgery.*

Keywords: evaluation studies, optometry, hyperopia, refraction errors, ophthalmological diagnostically techniques.

PRECISÃO DA REFRAÇÃO OBJETIVA POR WAVEFRONT COMPARADA COM A REFRAÇÃO SUBJETIVA TOMADA COMO PROVA DE OURO

Resumo

Introdução: a refração subjetiva é utilizada como prova de ouro, incorpora a participação neurosensorial do paciente para definir a melhor visão corrigida.

Métodos: este trabalho tem como objetivo analisar as diferenças por meio de vetores e análise estatística dos dados da comparação da refração subjetiva frente à refração objetiva, medida pelos mapas de aberração por wavefront (longitude de ondas).

Resultados: foram avaliados 156 olhos com refração subjetiva e refração objetiva ORK (wavefront Schwind: instrumento que analisa todas as aberrações óticas que chegam ao olho) e as diferenças que se encontram em míopes, hipermetropes, astigmatismos hipermetrópicos e astigmatismos miópicos, foram menores que 0.50 dioptrias (50%) em uma variação dos eixos até em 25 graus.

Conclusão: foram encontradas diferenças médias significativas entre a refração subjetiva tomada como prova de ouro e o Coas (unidade de medida objetiva guiada por longitude de onda), definido como referência objetiva. Apesar de encontrar diferenças menores de 0.50 dioptrias, se dá grande importância clínica ao momento de realizar uma adaptação dos óculos, lente de contato e/ou programação para cirurgia refrativa.

Palabras chave: estudos de avaliação. optometria, hiperopia, erros de refração, técnicas de diagnóstico oftalmológico.

Introducción

La refracción subjetiva es utilizada como prueba de oro; incorpora la participación neurosensorial del paciente para definir la mejor visión corregida.

La refracción subjetiva óptima está dada por la combinación de lentes esferocilíndricos que neutralizan el defocus y/o astigmatismo, al hacer que el objeto en el espacio se enfoque en la mácula^{1,2,5}.

La aberrometría es utilizada para determinar una corrección esferocilíndrica; un método común es ajustar el error de wavefront con la expansión de zernike normalizada, tal como ha sido detallada en los estándares ANSI Z-80: (unidad de medida estadounidense de estándares polinomios de Zernike: forma matemática de representar los frentes de onda de los sistemas ópticos) y utilizar un coeficiente específico para calcular la corrección esfero cilíndrica.

En la versión simple, los términos de la expansión de zernike de bajo orden, son utilizados para definir esfera, cilindro y eje (defocus). Los términos de alto orden para la esfera y el cilindro, como son la aberración esférica y el astigmatismo secundario, también se incorporan para calcular la refracción, un método conocido como curva de aproximación paraxial. Ésta es una evaluación que requiere de menor tiempo, menor esfuerzo del paciente, y actúa como una técnica ideal para valorar la calidad y óptica ocular^{3,7,9,11}.

Aunque la refracción subjetiva es de hecho la prueba de oro, su precisión

o replicabilidad entre los clínicos es relativamente pobre, con un límite del 95% de acuerdo con los examinadores y un equivalente esférico entre 0.62 y 0.75 dioptrías; el doble del límite, de acuerdo al encontrado para el auto refractor o refracciones guiadas por wavefront².

El objetivo de este trabajo fue analizar las diferencias por medio de vectores y análisis estadístico de los datos, resultado de comparar la refracción subjetiva frente a la refracción objetiva, medida por mapas de aberración por wavefront a un grupo de pacientes examinados en un consultorio particular en la clínica de oftalmología de Cali entre los años 2007 y 2008.

Materiales y métodos

Este fue un estudio comparativo que se le realizó a un grupo de 94 pacientes que asistieron a consulta de valoración refractiva al consultorio particular en la clínica de oftalmología de Cali. Se evaluaron 156 ojos por una de las autoras quien les realizó refracción subjetiva con pruebas de afinación y cilindro cruzado, dial astigmático y test rojo verde. A este mismo grupo se le determinó la refracción objetiva esfero cilíndrica por ORK wavefront Schwind el cual utiliza el segundo orden de la aberración esférica Z 4,0, el astigmatismo Z 4, -2 y Z 4,2 del cuarto orden radial llamado coeficiente de Seidel⁵.

Este grupo clasificó y analizó de acuerdo a su diagnóstico refractivo, 25 pacientes miopes (35 ojos), 17 hipermetropes (31 ojos), 21 astigmatismos hipermetrópicos (36 ojos), 31 astigmatismos miópicos (54 ojos), con un rango de edad entre 20 a 55

años, sin ninguna intervención quirúrgica previa. Se realizó refracción ciclopléjica a todos los pacientes hipermétropes y con astigmatismo hipermetrópico.

Las refracciones subjetiva y objetiva no pueden compararse estadísticamente en sus valores individuales de esfera, cilindro y eje, porque esos términos no son independientes (ortogonales). Entonces, cada refracción como vector polar debe transformarse a un vector cartesiano, donde los tres componentes son ortogonales y permiten combinar dos vectores ubicadas en el meridiano X y Y, mediante la función matemática de seno y coseno.

Considerando la refracción subjetiva como TIA 1 (cambio astigmático que se intenta inducir con la cirugía) y la refracción objetiva por wavefront como TIA2, se establece la diferencia entre los vectores y se logra definir un nuevo vector DV, indicador de qué tan diferente es una refracción de la otra.^{5,6,11}

Resultados

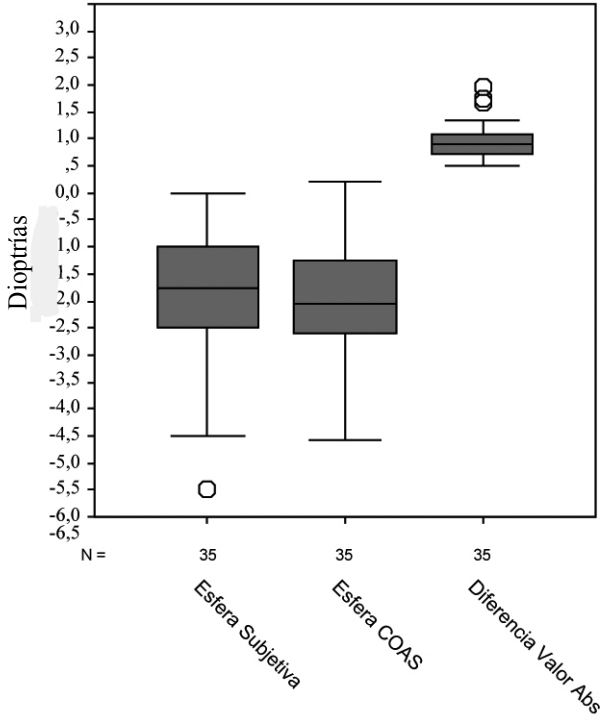
Después de realizar el análisis de las refracciones en vectores cartesianos, los cuales se convirtieron a vectores polares, se encontraron las siguientes diferencias: de 35 pacientes miopes, 64% fueron mujeres y 36% hombres. El promedio de edad fue de 34 años, con un rango de 22 - 51 años. El promedio de la refracción de la esfera subjetiva fue de -2.47 y el del Coas fue de -2.53. El 86% de las diferencias fue menor o igual a 0.75 dioptrías, y el 14% de las diferencias fue menor o igual a 0.50 dioptrías. El Promedio de la diferencia entre la esfera subjetiva y la esfera Coas fue de 0.45 dioptrías, con una desviación de 0.37 dioptrías sobre la media. (Cuadro 1, gráfica 1)

La refracción por Coas siempre registró astigmatismo; el promedio del cilindro fue de -0.444 y el del eje de 104 grados. (Cuadro 2)

Cuadro 1. Diferencias entre refracción subjetiva y objetiva por Coas en miopes

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Refracción de la esfera subjetiva	35	-6,00	-.50	-2,4788	1,39902
N válido (según lista)					

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Refracción de la esfera COAS	35	-5,08	-.28	-2,5326	1,22598
N válido (según lista)	35				



Gráfica 1. Valor absoluto de diferencias en miopes

Cuadro 2. Hallazgos de astigmatismo miopes simples medido por Coas

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Refracción del cilindro COAS	35	-1,58	-,02	-,4440	,27459
Refracción del eje COAS	35	2	180	104,26	55,633
N válido (según lista)	35				

De 17 pacientes hipermétropes, con promedio de edad de 48 años, rango 35-57 años, 65% mujeres y 35% hombres, se examinaron 31 ojos obteniendo los siguientes resultados: el promedio de la refracción de la esfera subjetiva fue de 1.87 dioptrías, con un valor mínimo de 0.25 y un valor máximo de 4.00 dioptrías, y la refracción esférica en el Coas el promedio es de 2.13 dioptrías con un mínimo de -0.02 y un máximo 4.62. (Cuadro 3).

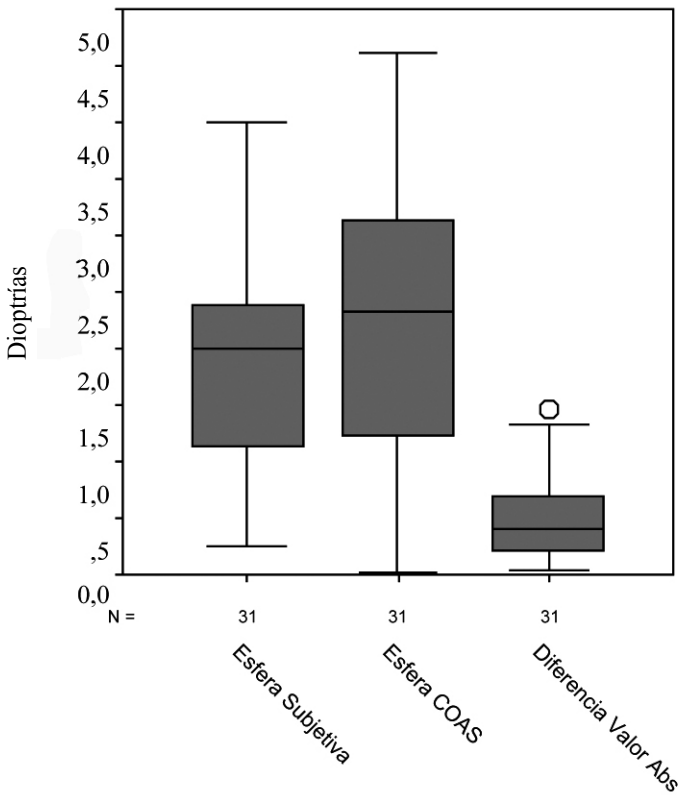
El 64.5% de las diferencias es menor o igual a 0.50 dioptrías.

El promedio de las diferencias de la esfera entre la refracción subjetiva y la Coas fue de 0.50 dioptrías, con una desviación de 0.43 dioptrías, ya que el valor de la diferencia mínima fue de 0.03 y el máximo de 1.47 dioptrías. (Gráfica 2)

Cuadro 3. Diferencias entre refracción subjetiva y Coas en hipermétropes

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Refracción de la esfera subjetiva	31	,25	4,00	1,8790	,95932
N válido (según lista)	31				

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Refracción de la esfera COAS	31	-,02	4,62	2,1371	1,20655
N válido (según lista)	31				



Gráfica 2. Valor absoluto de diferencias en hipermétropes

Cuadro 4. Hallazgos de astigmatismo en Coas e. hipermétropes simples

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Refracción del Cilindro COAS	31	-1,54	,39	-,5726	,37223
Refracción del Eje COAS	31	7	177	97,90	47,065
N válido (según lista)	31				

De 21 pacientes con astigmatismo hipermetrópico (AH), 36 ojos evaluados (57%) fueron mujeres y 43% hombres. El promedio de edad 47años.

Se encontró que el promedio de la esfera en la refracción subjetiva fue de 1.82 D, mientras que la del Coas fue mayor de 2.02 D, con desviaciones de 1 dioptría. Sin embargo, se observa que son mayores

los valores hallados en el Coas, ya que su valor máximo en la esfera fue de 5.59, mientras que en la subjetiva fue de 4.00 dioptrías. Igual pasa con el cilindro: en la refracción subjetiva el valor promedio fue de -0.88 D y en el Coas es de -1.15 D; los promedios de los ejes fueron 93 grados y 84 grados, para la refracción subjetiva y la refracción Coas respectivamente. (Cuadro 5)

Cuadro 5. Diferencias entre refracción subjetiva y Coas en astigmatismo hipermetrópico

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Refracción de la Esfera Subjetiva	36	,25	4,00	1,8264	1,07208
Refracción del Cilindro Subjetiva	36	-3,25	-,25	-,8819	,70581
Refracción del Eje Subjetiva	36	5	180	93,89	38,879
N válido (según lista)	36				

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Refracción de la Esfera COAS	36	,15	5,59	2,0217	1,14330
Refracción del Cilindro COAS	36	-3,67	-,08	-1,1558	,94277
Refracción del Eje COAS	36	2	166	84,36	41,844
N válido (según lista)	36				

El promedio del valor absoluto de las diferencias entre la esfera Subjetiva y el Coas fue de 0.45 dioptrías. El 64% fue menor a 0.50 dioptrías. En promedio el valor de las diferencias del cilindro fue de 0.483 dioptrías; pero como en todos los casos se presentó cambio en el eje astigmático, se realizó un cálculo de SIA (cantidad y el eje del cambio astigmático inducido en la cirugía). El promedio de las diferencias con el SIA del cilindro fue de 0.66 dioptrías, debido a los cambios en el eje que tienen los valores astigmáticos al ser observados subjetivamente o por el Coas.

Sin embargo, el 50% de los datos fueron menores a 0.50 dioptrías.

En el caso de los ejes se observó que en promedio son 25 grados que difieren los ejes subjetivos a los evaluados por el Coas.

El 53% de los valores de las diferencias en los ejes fueron menores o iguales a 14 grados. (Cuadro 6. Gráfica 3)

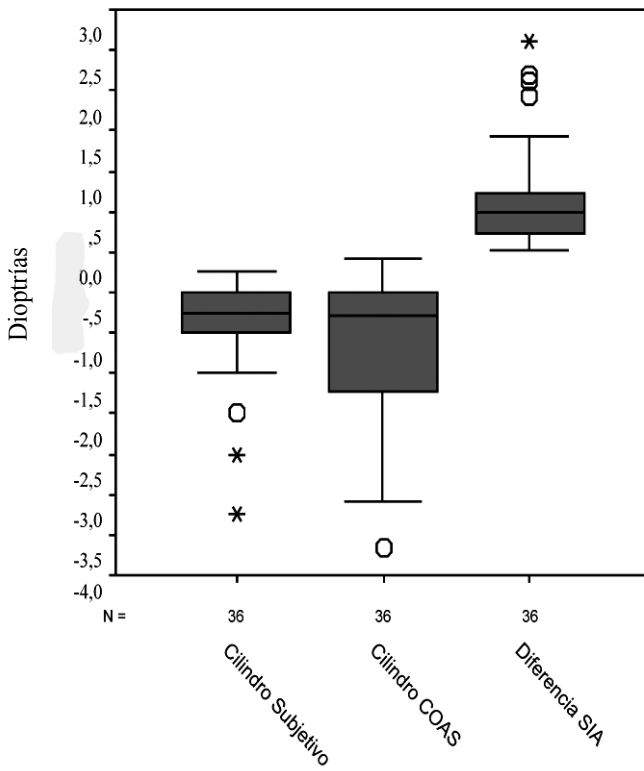
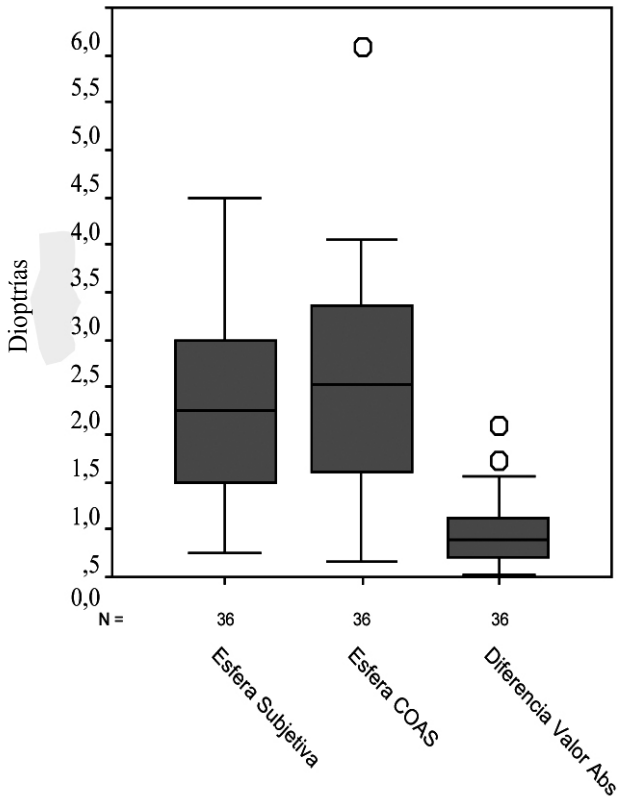
De 31 pacientes con astigmatismo miópico (AM), se analizaron 54 ojos; 29% hombres y el 71% mujeres. El promedio de edad: 29 años, con un rango de 18 - 46 años.

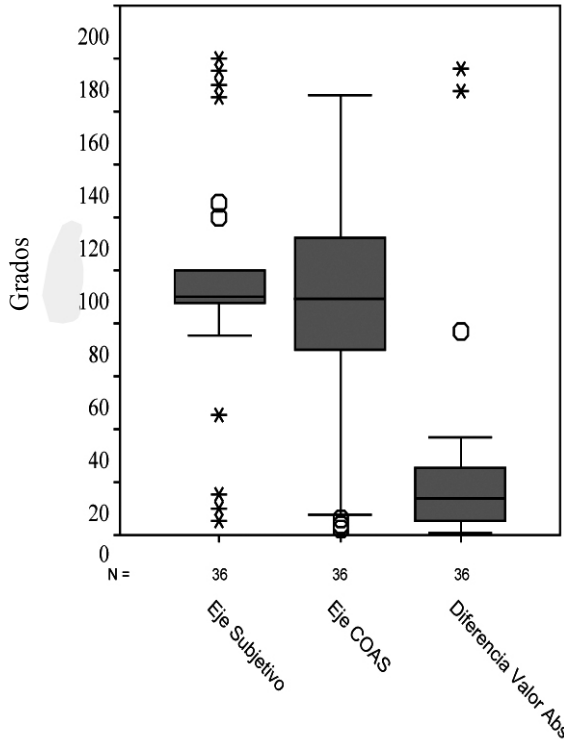
Los promedios de las refracciones subjetivas fueron de -2.68 en la esfera, -1.22 en el cilindro y de 112 grados en el eje. En la refracción por Coas fue de -2.76 en la esfera, -1.21 en el cilindro y 107 grados en el eje. (Cuadro 7)

El 65% de los valores absolutos de la diferencia fueron menores de 0.50 dioptrías. Y el promedio de las diferencias en la esfera fue de 0.44 dioptrías. El promedio de las diferencias de los cilindros entre ambas refracciones por el método del SIA fue de 0.47 dioptrías. El 70% de los valores de estas diferencias fue menor a 0.50 dioptrías. De los 54 ojos analizados, 17 Grados es la diferencia promedio en los ejes entre la refracción subjetiva y la del Coas. (Cuadro 8. Gráfica 4)

Cuadro 6. Diferencias entre esfera, cilindro y eje subjetivo y Coas en astigmatismo hipermetrópico

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Valor absoluto de diferencia entre cilindros	36	,00	1,85	,4833	,49786
N válido (según lista)	36				
Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Diferencia entre cilindro subjetivo y COAS por método SIA	36	,020	2,598	,66145	,629866
N válido (según lista)	36				





Gráfica 3. Diferencia valor absoluto para el astigmatismo hipermetrópico

Cuadro 7. Diferencias entre refracción subjetiva y Coas en astigmatismo miópico

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Refracción de la esfera subjetiva	54	-8,00	-,25	-2,6852	2,05994
Refracción del cilindro subjetiva	54	-3,75	-,25	-1,2222	1,00549
Refracción del eje subjetiva	54	3	180	112,59	60,517
N válido (según lista)	36				

Estadísticos descriptivos

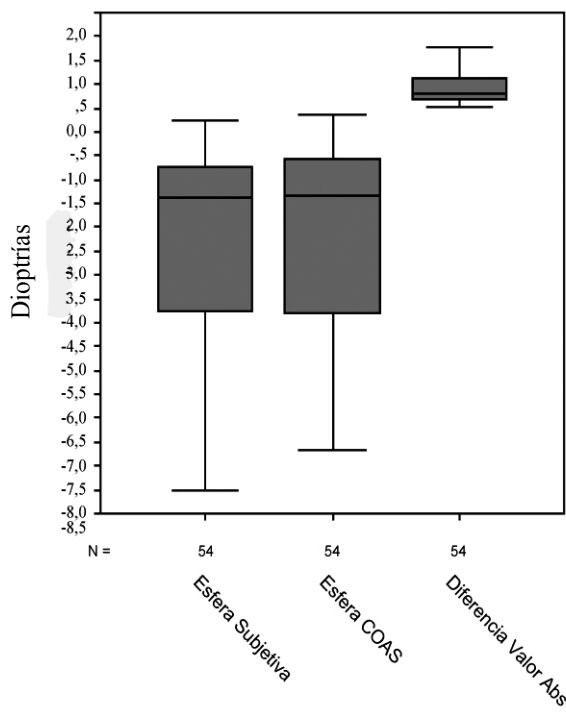
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Refracción de la esfera COAS	54	-7,18	-,14	-2,7680	2,16550
Refracción del cilindro COAS	54	-3,75	-,22	-1,2146	,91740
Refracción del eje COAS	54	5	179	107,24	55,855
N válido (según lista)	54				

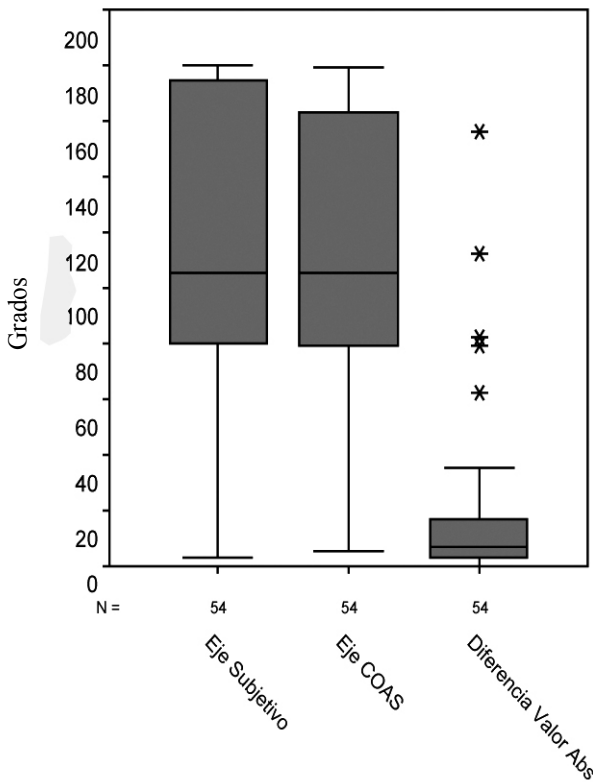
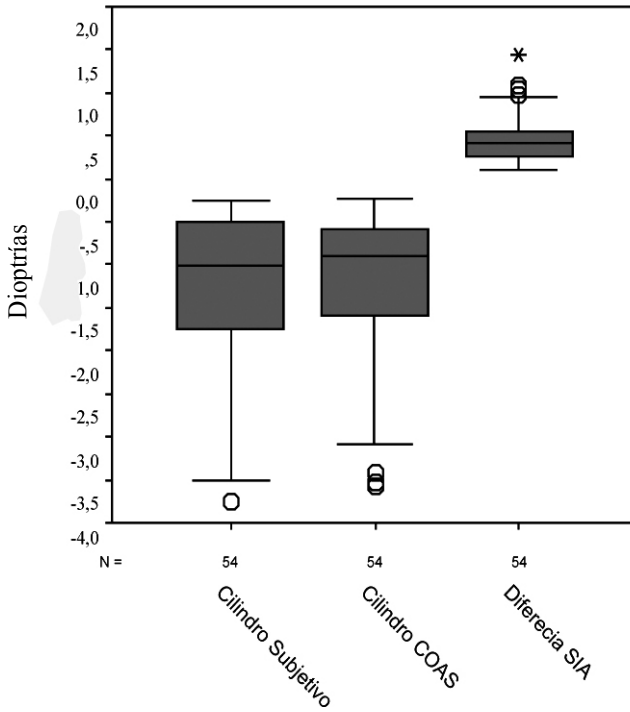
Cuadro 8. Diferencias entre esfera, cilindro y eje subjetivo Vs. COAS en AM

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Valor absoluto de diferencia entre esferas	54	,01	1,29	,4420	,36142
N válido (según lista)	54				

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Diferencia entre cilindro subjetivo y COAS por método SIA	54	-112	1,432	,47166	-277128
N válido (según lista)	54				

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Valor absoluto de diferencia entre ejes	54	,00	156,00	17,5370	29,26954
N válido (según lista)	54				





Discusión

La refracción subjetiva hasta ahora es la prueba de oro en la medición del defecto refractivo. Es el examen de primera elección al momento de realizar una prescripción de lentes o programación para cirugía refractiva.^{1,8}

En esta refracción el paciente elige la mejor visión en un proceso de participación en el que se tiene en cuenta la respuesta psicofísica que incluye la óptica del ojo, el paso neuronal, el procesamiento e interpretación cerebral. Es una técnica que requiere mayor tiempo, concentración, habilidad del examinador y colaboración verbal del paciente; todas acciones subjetivas hacen que su precisión en términos de repetición de un examinador a otro sea relativamente pobre, como lo demuestran otros estudios.^{2,10}

En los cuatro grupos en donde se evaluaron 156 ojos de 94 pacientes, se encontró que las diferencias en la refracción

esférica en los pacientes miopes fue menor o igual a 0.45 dioptrías en el 66% de los casos.

En los hipermétropes fue menor o igual a 0.50 dioptrías, en un 64.5%.

En los astigmatismos hipermetrópicos fue menor o igual a 0.44 dioptrías en un 61.1%. En el astigmatismo miópico fue menor o igual a 0.45 dioptrías, en un 64.8%.

Respecto de los cilindros en el astigmatismo hipermetrópico fue menor o igual a 0.47 dioptrías en el 50% de los casos. En el astigmatismo miópico fue menor a 0.66 dioptrías; en el 70.4% de los casos se encontró una variación en el eje de aproximadamente 25 grados, tanto para el astigmatismo hipermetrópico como para el miópico.

Se encontraron diferencias en los promedios, tanto en la esfera como en el cilindro y eje, entre la refracción subjetiva tomada como la prueba de oro y el Coas, definido como refracción objetiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. Larry N. Thibos, PhD, Unresolved Issues in the Prediction of Subjective Refraction From Wavefront Aberration Maps *J Refract Surg* 2004;20:S533-S536.
2. Konrad Pesudovs, Bscptom, phd, FAOO, Katrina e. Parker, od, FAOO, et, al The precision of wavefront refraction compared to subjective refraction and autorefraction. *optometry and vision science* vol. 84, no. 5, pp. 387–392, 2007.
3. David a. Atchison, dsc, FAOO, Stephen d. Lucas, BAPPSC (optom)(hons), refraction and aberration across the horizontal central 10° of the visual field. *optometry and vision science* vol 83, no. 4, pp. 213–221, 2006.
4. Cheng X, Bradley A, Thibos LN. Predicting subjective judgment of best focus with objective image quality metrics. *J Vis* 2004;4:310-321.
5. Thibos LN, Hong X, Bradley A, Applegate RA. Accuracy and precision of methods to predict the results of subjective refraction from monochromatic wavefront aberration maps. *J Vis* 2004;4:329-351.
6. Applegate RA, Marsack JD, Ramos R, Sarver EJ. Interaction between aberrations to improve or reduce visual performance. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1487-1495.

7. Enoch JM. Optical properties of retinal receptors. *J Opt Soc, Am* 1963;53:71-85.
8. Krueger RR, Applegate RA, MacRae SM. Wavefront Customized Visual Correction: The Quest for Super Vision II. Thorofare, NJ: Slack, Inc.; 2004.
9. Marsack JD, Thibos LN, Applegate RA. Scalar metrics of optical quality derived from wave aberrations predict visual performance. *J Vision* 2004;4:322-328.
10. Schimitzek T, Wesemann W. Clinical evaluation of refraction using a handheld wavefront autorefractor in young and adult patients. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1655-66.
11. Salmon TO, West RW, Gasser W, Kenmore T. Measurement of refractive errors in young myopes using the COAS Shack-Hartmann aberrometer. *Optom Vis Sci* 2003;80:6-14.
12. Bullimore MA, Fusaro RE, Adams CW. The repeatability of automated and clinician refraction. *Optom Vis Sci* 1998;75:617-22.
13. Applegate RA, Marsack JD, Ramos R, Sarver EJ. Interaction between aberrations to improve or reduce visual performance. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1487-95
14. Guirao A, Williams DR. A method to predict refractive errors from wave aberration data. *Optom Vis Sci* 2003;80:36-42.
15. Howland HC, Howland B. A subjective method for the measurement of monochromatic aberrations of the eye. *J Opt Soc Am* 1977;67:1508-1518.
16. Corbin JA, Klein S, van de Pol C. Measuring effects of refractive surgery on corneas using Taylor series polynomials. *Proc SPIE* 1999; 3591:46-52.
17. Charman WN, Jennings JAM. Objective measurements of the longitudinal chromatic aberration the human eye. *Vision Res* 1976;16:99-105.
18. Westheimer G, Campbell FW. Light distribution in the image formed by the living human eye. *J Opt Soc Amer.* 1962;52:1040-1045.
19. Allen PM, Radhakrishnan H, O'Leary DJ. Repeatability and validity of the PowerRefractor and the Nidek AR600-A in an adult population with healthy eyes. *Optom Vis Sci* 2003;80:245-51.
20. Pepose JS, Applegate RA. Making sense out of wavefront sensing. *Am J Ophthalmol* 2005;139:335-43.
21. Abrams D. *Duke-Elder's Practice of Refraction*, 10th ed. New York: Churchill Livingstone, 1993.
22. Bennett AG, Rabbetts RB. *Bennett & Rabbetts' Clinical Visual Optics*, 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998.
23. Campbell CE, Benjamin WJ, Howland HC. Objective refraction: retinoscopy, autorefraction, and photorefraction. In: Benjamin WJ, ed. *Borish's Clinical Refraction*. Philadelphia: WB Saunders, 1998:559-628.