

January 2016

Concordancia entre los valores de astigmatismo obtenidos con la ley de Javal y la refracción subjetiva.

Héctor Aníbal Sánchez Montaña

Fundación Universitaria del Área Andina Seccional Pereira, hsanchez2@areandina.edu.co

Lina María Rodríguez Cely

Fundación Universitaria del Área Andina Seccional Pereira, hsanchez2@areandina.edu.co

Yuli Carolina Delgado Solarte

Fundación Universitaria del Área Andina Seccional Pereira, hsanchez2@areandina.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

Sánchez Montaña HA, Rodríguez Cely LM y Delgado Solarte YC. Concordancia entre los valores de astigmatismo obtenidos con la ley de Javal y la refracción subjetiva.. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2016;(2): 61-70. doi: <https://doi.org/10.19052/sv.3838>

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.

Concordancia entre los valores de astigmatismo obtenidos con la ley de Javal y la refracción subjetiva

Concordance between astigmatism values obtained using Javal's rule and subjective refraction

HÉCTOR ANÍBAL SÁNCHEZ MONTAÑA* 

LINA MARÍA RODRÍGUEZ CELY**

YULI CAROLINA DELGADO SOLARTE***

Recibido: 18-04-2015 / Aceptado: 14-06-2015

RESUMEN

Objetivo: estimar el grado de concordancia entre los valores de astigmatismo obtenidos con las leyes de Javal y la refracción subjetiva en la población estudiantil de Pereira, en 2012. *Materiales y métodos:* estudio descriptivo, correlacional y transversal, en el que se determinó utilizar el coeficiente de correlación-concordancia (CCC) para establecer el grado de astigmatismo mediante las leyes de Javal y la refracción subjetiva; así mismo, se evaluaron los pacientes a través de queratometría, refracción meridional, emborronamiento y dial astigmático, por grupos quinquenales entre los 5 y los 19 años. En total fueron 915 estudiantes de Pereira. *Resultados:* se valoraron 915 pacientes, 520 mujeres y 395 hombres, con una edad promedio de 11,53 y una desviación estándar de 3,75. La concordancia esperada para variables continuas debe ser mayor a 0,90 para que se puedan comparar los valores de la refracción subjetiva y las leyes de Javal; sin embargo, se encontró un valor mínimo de 0,045 y un máximo de 0,482, datos inferiores a los establecidos para que haya concordancia. *Conclusiones:* la ley de Javal no es un factor de predicción que nos permita determinar de manera acertada el astigmatismo refractivo de un paciente con base en las medidas queratométricas.

Palabras clave: queratometría, refracción subjetiva, leyes de Javal, astigmatismo, ametropías.

* Optómetra, magíster en Comunicación Educativa. Docente de la Fundación Universitaria del Área Andina, Pereira, Colombia.

 hsanchez2@areaandina.edu.co

** Optómetra, especialista en Docencia Universitaria.

*** Estudiante de Optometría de séptimo semestre. Fundación Universitaria del Área Andina, Pereira, Colombia.

Cómo citar este artículo: Sánchez Montaña HA, Rodríguez Cely LM, Delgado Solarte YC. Concordancia entre los valores de astigmatismo obtenidos con la ley de Javal y la refracción subjetiva. Cienc Tecnol Salud Vis Ocul. 2016;14(2):61-70. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/sv.3838>

ABSTRACT

Objective: To assess the degree of concordance between astigmatism values obtained using Javal's rule and subjective refraction in the student population of Pereira in 2012. **Materials and methods:** This descriptive, correlational and cross-sectional study used the correlation-concordance coefficient (CCC) to establish the degree of astigmatism according to Javal's rule and subjective refraction. In addition, patients were examined by using keratometry, meridian refraction, blurring, and astigmatic dial, in five-year age groups between 5 and 19 years of age. **Results:** In total, 915 patients from Pereira were evaluated, 520 women and 395 men, with an average age of 11.53 years, and a standard deviation of 3.75. Expected concordance for continuous variables must be greater than 0.90 in order to be able to compare the values of subjective refraction and Javal's rule. Nevertheless, a minimum value of 0.045 and a maximum value of 0.482 were found, which are lower than those required for concordance. **Conclusions:** Javal's rule is not a predictor that allows to correctly determine refractive astigmatism in patients, based on keratometry measurements.

Keywords: keratometry, subjective refraction, Javal's rule, astigmatism, ametropias.

INTRODUCCIÓN

El astigmatismo es una condición refractiva en la que el sistema óptico del ojo es incapaz de formar imágenes puntuales de un objeto. Benjamin y Borish (1) señalan que los dos meridianos principales tienen un poder de refracción diferente, en el que uno tiene mayor poder que el otro, es decir, la potencia refractante del sistema óptico varía de un meridiano a otro. En el astigmatismo regular, que incluye la gran mayoría de los casos, los meridianos de máxima y mínima refracción son perpendiculares entre sí. El grado de astigmatismo es igual a la diferencia entre la potencia refractante de los dos meridianos principales (2).

La córnea posee cerca del 70% del poder dióptrico del globo ocular, por lo que se considera la responsable de la aparición de la mayor cantidad de astigmatismo refractivo (3); incluso, la córnea sufre un encurvamiento vertical por la fricción palpebral, lo que genera una diferencia de poder entre los meridianos refringentes principales (4). Sin embargo, se debe tener en cuenta que hay un astigmatismo interno que es variable de una persona a otra y puede producirse por la toricidad de la superficie posterior de la córnea, el cristalino y su inclinación con respecto a esta. El astigmatismo refractivo, también denominado *astigmatismo total*, se determina con la refracción objetiva (retinoscopia) o con la refracción subjetiva (2,5).

Con base en la anterior afirmación, Emile Javal realizó estadísticas sobre medidas de astigmatismos para obtener una relación empírica entre el astigmatismo corneal —que medía con un aparato de su invención, el queratómetro— y el refractivo (5). En 1890, a partir de sus mediciones, llegó a la siguiente expresión, conocida como regla de Javal (6):

$$A = 1,25 Ac - 0,50 DC \times 90^\circ$$

Posterior a Javal, Grosvenor y colaboradores (7) simplificaron la regla, de la que se obtiene el siguiente resultado:

$$Ast.Ref = 1,00 (Ast.Kneal) + (-0,50 D \times 90^\circ)$$

Donde *Ast. Ref* corresponde al astigmatismo refractivo y *Ast. Kneal*, al astigmatismo corneal.

Estudios más recientes demuestran que cuando los ejes del astigmatismo corneal y el refractivo coinciden, el astigmatismo residual se calcula al restar del astigmatismo total el valor del astigmatismo corneal; sin embargo, si este alineamiento no se presenta, el astigmatismo lenticular no puede calcularse al sustraer del astigmatismo total el astigmatismo corneal en el formato esferocilíndrico (8). Recientemente, se ha desarrollado un método que permite descomponer la notación esferocilíndrica a través de la transformación de Fourier en

el equivalente esférico (M) y dos componentes de cilindro cruzado (J_0 y J_{45}) (9). Esta descomposición provee tres componentes independientes que pueden sumarse para determinar el componente corneal y lenticular. Los componentes M , J_0 y J_{45} se definen así:

$$M = S + (C/2)$$

$$J_0 = -C/2\cos(2\alpha)$$

$$J_{45} = -C/2\sin(2\alpha)$$

Donde S es el valor esférico, C es el valor del cilindro y α es el eje del cilindro en radianes. El componente J_0 representa un cilindro cruzado de Jackson con ejes a 180° y 90° y J_{45} , un cilindro cruzado con ejes a 45° y 135° . Este aislamiento de los componentes astigmáticos del equivalente esférico permite el análisis y la suma de todas las formas de astigmatismo (6).

Teniendo en cuenta que la ley de Javal es un concepto teórico que se aplica a diario en la evaluación clínica, este estudio buscó establecer el grado de concordancia entre la predicción del astigmatismo refractivo, que se obtiene al determinar la medida queratométrica y aplicar la simplificación de Grosvenor, y el astigmatismo obtenido con la refracción subjetiva de cada uno de los pacientes evaluados. Así mismo, no se encontraron datos de estudios previos en Colombia sobre este tema, lo que se convirtió en una motivación adicional para desarrollarlo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio descriptivo, correlacional y transversal para establecer el grado de acuerdo entre dos métodos que determinan el astigmatismo refractivo: la predicción determinada por la ley de Javal, que se basa en las lecturas queratométricas de los dos meridianos corneales principales, y la refracción subjetiva. Se estimó un tamaño de muestra según lo recomendado por McAlinden y

colaboradores (10); para esto, se utilizó la siguiente ecuación:

$$1,96\sqrt{\frac{3s^2}{n}} = IC \text{ deseado}$$

Así, se obtuvo un tamaño de muestra de 95 pacientes por cada grupo de edad quinquenal: 5-9 años, 10-14 años y 15-19 años; sin embargo, al disponer de una cantidad significativa de pacientes, se determinó tomar el mayor número de casos posibles para obtener resultados más confiables. Debido a esto se tomaron los datos de 915 estudiantes evaluados, todos ellos provenientes de diferentes instituciones educativas públicas y privadas de Pereira. Para participar en el estudio debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión: edad entre los 5 y los 19 años, con o sin defecto refractivo y este podía estar corregido o no. De igual manera, podían ser personas que asistían a consulta por primera vez. Por el contrario, se excluyeron del estudio quienes presentaron antecedentes de cirugía refractiva, opacidades corneales o de cualquiera de los medios transparentes del globo ocular, alteraciones corneales que impidieron la toma de la queratometría, enfermedades sistémicas no controladas y, por último, quienes estaban fuera del rango de edad estipulado.

Se determinó utilizar el coeficiente de correlación-concordancia (CCC) o coeficiente de Lin. El CCC adquiere valores entre -1 (discordancia perfecta) y $+1$ (concordancia perfecta). En caso de un acuerdo ideal, en términos de precisión y exactitud, el CCC corresponde a un valor de $+1$.

La queratometría se realizó con un queratómetro tipo Bausch and Lomb, marca Appasamy, modelo KMS 6; en cada uno de los casos, se desarrolló de la siguiente manera: se ubicó al paciente en el equipo y se le indicó que acercara su cabeza hasta colocar su frente en la frentonera y su maxilar inferior en la mentonera. Se alineó el canto externo del ojo con el indicador del aparato. Se inició con

el ojo derecho (OD): se le indicó al paciente que observara continuamente el punto de fijación al interior. Se procedió a centrar el reflejo sobre la córnea y se enfocó la cruz de ajuste; posteriormente, se focalizaron las miras del instrumento. Se ubicó la cruz de enfoque en el centro del círculo del lado inferior derecho; enseguida, se procedió a alinear y contactar los signos más (+), ubicados al lado izquierdo de la imagen, y los signos menos (-), ubicados en la parte superior de la imagen. Por último, se determinó la cantidad de astigmatismo de acuerdo a las medidas de los dos meridianos principales; a la diferencia se le antepone un signo negativo (-), seguido del eje al cual está ubicado el meridiano más plano y, finalmente, el meridiano eje, correspondiente al valor en dioptrías del meridiano más plano. El proceso se repitió en igualdad de condiciones para el ojo izquierdo (OI).

Para la refracción subjetiva se determinaron dos métodos, dependiendo del grado de astigmatismo que presentara el paciente en la refracción objetiva: el emborronamiento más el dial astigmático y la refracción meridional.

La técnica de emborronamiento más el dial se utilizó para defectos refractivos con valores cilíndricos hasta de 1,00 D. A partir del valor obtenido en la refracción objetiva (retinoscopia estática), se siguió el procedimiento descrito a continuación: se ubicó a cada paciente frente a la carta de AV, situada a 3 m de distancia. Se ocluyó el OI; enseguida, en el OD se retiró el valor cilíndrico del obtenido en la refracción objetiva y se determinó la AV. Se adicionó poder positivo (+) hasta alcanzar AV 1,0, según la escala de anotación utilizada. Posteriormente, se disminuyó poder positivo (+) en pasos de 0,25 D hasta obtener la AV 20/40 o 0,3; luego, se situó frente al paciente el dial astigmático y se le preguntó cuál de las líneas se observaba más nítida. Dependiendo de la respuesta, se determinó la ubicación del eje del plano cilindro corrector; inmediatamente, se agregó el cilindro negativo en pasos de 0,25 D hasta obtener igualdad en las líneas del dial. Después, se situó nuevamente la

carta de AV y se determinó su valor; en caso de no ser 20/20 o 0,0, se disminuyó el poder positivo (+) hasta obtenerlo. En caso de que el paciente no lograra alcanzar la AV 0,0, se debía llevar hasta la mejor AV posible. Posteriormente, se ubicó el test duo-cromo o rojo-verde y se indagó si las letras se ven igual sobre ambos fondos; en caso de ser así, este será el valor final de la prescripción. Si observó mejor los componentes sobre el fondo verde, se adicionó poder positivo (+) a la esfera en pasos de 0,25 D hasta que se igualaron los componentes. Si la respuesta fue contraria, sobre el fondo rojo se adicionó poder negativo (-) hasta que las letras fueran iguales sobre ambos fondos. Luego, se ocluyó el OD y se repitió el procedimiento para el OI.

La refracción meridional se llevó a cabo cuando el valor obtenido en la refracción objetiva (retinoscopia estática) arrojó valores cilíndricos de 1,25 D o superiores. El procedimiento se desarrolló de la siguiente forma: se ubicó al paciente a 3 m de la cartilla de AV, con buena iluminación. Se partió del dato obtenido en la refracción objetiva; posteriormente, se colocó el valor esférico en la montura de pruebas y se ocluyó el OI. Sobre este valor se antepuso la hendidura estenopeica y se le pidió al paciente girarla hasta el punto donde observó las letras de la carta de AV más nítidamente. Se adicionaron lentes positivas (+) hasta llevarlo dos líneas por encima de su mejor AV; luego, se disminuyó poder positivo (+) en pasos de 0,25 D hasta conseguir su mejor AV (20/20 o 0,0, según la escala de medición usada). Establecido el poder anterior, se giró la hendidura 90° y se redujo poder positivo (+) en pasos de 0,25 D hasta obtener la mejor AV. La prescripción final se calculó de la siguiente forma: la esfera corresponde al valor más positivo; el valor cilíndrico, al recorrido de poder entre los dos meridianos y el eje del cilindro se obtiene por la ubicación de la hendidura en la segunda posición. Se debe tener en cuenta que en este caso el cálculo corresponde a cilindros de poder negativo (-). Para el OI se repitió el procedimiento.

En la descomposición de Fourier se consideran tres componentes básicos: M , que corresponde al equivalente esférico, y J_0 y J_{45} , que representan los valores de un cilindro cruzado de Jackson en la posición de 0° y 45° de la prescripción del paciente. Sin embargo, la ley de Javal solo contempla la predicción para el astigmatismo refractivo, por lo que no se contempló el equivalente esférico y la evaluación de la concordancia se desarrolló con base en los componentes J_0 y J_{45} de la refracción subjetiva y la ley de Javal, la cual se calculó teniendo en cuenta la simplificación hecha por Grosvenor y colaboradores (7).

Para predecir el astigmatismo refractivo se tomó el valor de la queratometría de cada paciente y se le adicionó la simplificación de la ley de Javal; a cada valor se le calculó J_0 y J_{45} . De igual manera, se calculó J_0 y J_{45} para cada valor obtenido en la refracción subjetiva. Una vez obtenidos estos datos, se examinó el grado de acuerdo entre el valor de los componentes J_0 de los dos procedimientos, así como entre los componentes J_{45} , para el OD. Posteriormente, se llevó a cabo el mismo proceso con los resultados del OI de cada uno de los pacientes.

RESULTADOS

Se evaluaron 915 pacientes de ambos géneros, pertenecientes a los colegios públicos y privados de Pereira, con una edad promedio de 11,53 años; un astigmatismo queratométrico promedio de $-1,02$ para el OD y $-1,04$ D para el OI y un meridiano eje (ME) promedio de $42,09$ y $42,12$ para el OD y el OI, respectivamente. Así mismo, se aplicó la transformación de Fourier a los valores obtenidos, teniendo en cuenta la ley de Javal y el subjetivo, tanto para el OD como para el OI. En el OD, los valores para J_0 y J_{45} del subjetivo fueron $0,13$ y $0,003$, respectivamente; en el OI, fueron $0,15$ para J_0 y $-0,001$ para J_{45} . Respecto a los datos calculados mediante la ley de Javal, los valores en los componentes J_0 y J_{45} para el OD fueron $0,74$ y $0,025$, respectivamente; en el OI, fueron $0,50$ para J_0 y $0,75$ para J_{45} . El CCC de Lin obtenido osciló entre $0,045$ y $0,482$, valor considerado pobre para el estándar establecido por su autor. En la figura 1 se muestra el número de pacientes atendidos de acuerdo a la edad.

En la tabla 1 se presentan los datos promedio correspondientes al cilindro queratométrico del OD y OI, el meridiano y el eje del OD y OI y, finalmente,

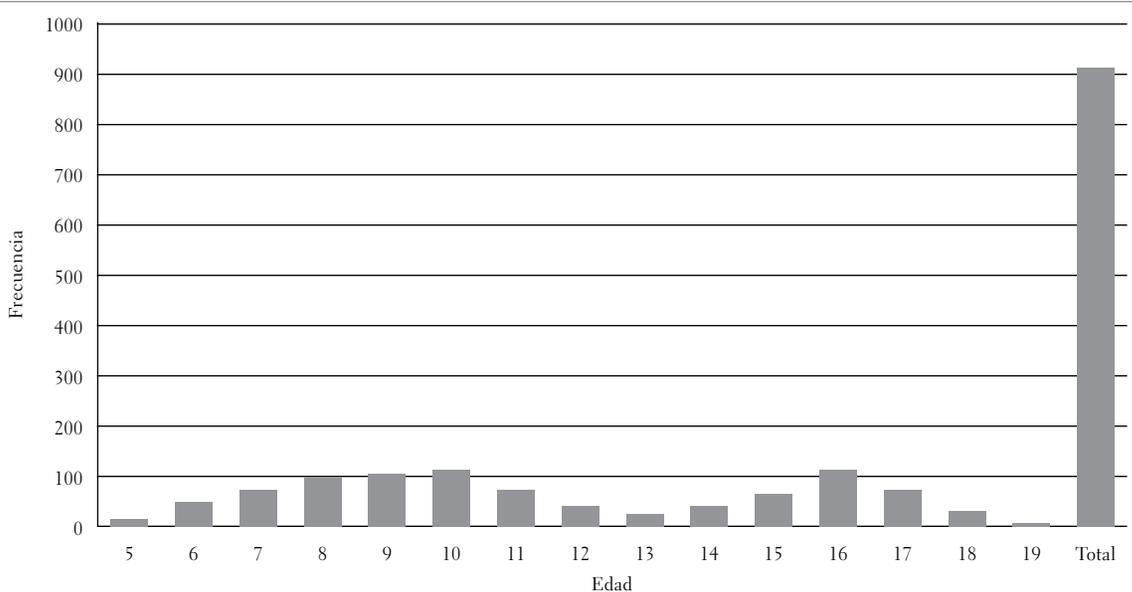


FIGURA 1. Edad y frecuencia de los pacientes evaluados

los valores de los vectores de J_0 y J_{45} , tanto para el astigmatismo obtenido en el subjetivo como para el astigmatismo calculado con la regla de Javal.

TABLA 1. Valores promedio de la queratometría y las descomposiciones de Fourier (vectores J_0 y J_{45}) para el subjetivo y la ley de Javal

CARACTERÍSTICA	OBSERVACIONES	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
Cil kerato OD	915	-1,02	0,77	-5,50	0,00
ME OD	915	42,09	2,31	40,50	47,25
Eje OD	915	8,12	31,56	0,00	180,00
Cil kerato OI	915	-1,04	0,83	-6,12	0,00
ME OI	915	42,12	1,58	32,25	47,75
Eje OI	915	11,00	38,34	2,00	180,00
J_0 SX OD	915	0,13	0,35	-2,37	2,50
J_{45} SX OD	915	0,00	0,12	-1,12	1,40
J_0 SX OI	915	0,15	0,38	-2,37	3,25
J_{45} SX OI	915	-0,00	0,15	-1,51	1,72
J_0 LJ OD	915	0,74	0,37	-0,24	2,87
J_{45} LJ OD	915	0,02	0,15	-0,94	1,91
J_0 LJ OI	915	0,50	0,41	-1,10	3,06
J_{45} LJ OI	915	0,75	0,42	-0,55	4,55

Cil kerato: cilindro queratométrico; SX: subjetivo; LJ: ley de Javal; OD: ojo derecho; OI: ojo izquierdo.

La concordancia encontrada para los valores del subjetivo y la ley de Javal es pobre (tabla 2), si tenemos en cuenta que para variables continuas la concordancia esperada debería superar el valor de 0,90. Estos datos se determinaron con base en los valores encontrados para los vectores J_0 y J_{45} de la refracción subjetiva y los calculados con la ley de Javal, tanto para el OD como para el OI.

TABLA 2. Concordancia entre el subjetivo y la ley de Javal

	CCC	ERROR ESTÁNDAR	OBSERVACIONES	[95 % CI]
J_0 SX OD y J_0 LJ OD	0,256	0,014	915	0,229-0,283
J_{45} SX OD y J_{45} LJ OD	0,482	0,024	915	0,435-0,530
J_0 SX OI y J_0 LJ OI	0,460	0,019	915	0,423-0,498
J_{45} SX OI y J_{45} LJ OI	0,045	0,006	915	0,034-0,057

SX: subjetivo; LJ: ley de Javal; OD: ojo derecho; OI: ojo izquierdo.

DISCUSIÓN

La ley o regla de Javal permite predecir el valor del astigmatismo refractivo que se obtendrá en la prescripción final del paciente; sin embargo, su origen fue el producto de una observación de carácter empírico que durante mucho tiempo se consideró válida (11). El advenimiento de innovaciones tecnológicas y desarrollos de modelos matemáticos más precisos ha permitido elaborar interpretaciones cada vez más profundas de la regla. Adicionalmente, los radios de curvatura no necesariamente son el único factor que se relacione con los errores refractivos y la génesis de las ametropías, sino también las anomalías en la longitud axial, la curvatura de las superficies refractivas y los índices de refracción (12,13).

Los estudios realizados con anterioridad se desarrollaron con base en dos consideraciones básicas: primero, la ley de Javal era una herramienta que permitía determinar el astigmatismo refractivo de manera acertada, a través de los valores de la queratometría del paciente (14), y clasificarlo en “con la regla”, “contra la regla” y “oblicuo”, según la posición del eje del plano cilindro corrector, expresado en poder negativo (-) (15); y segundo, el método estadístico adecuado para evaluar la predicción de la ley de Javal es la regresión lineal.

No obstante, teniendo en cuenta que hay modelos matemáticos más precisos, se determinó utilizar las descomposiciones de Fourier para representar los valores del astigmatismo y el poder cilíndrico con vectores de valores únicos, los cuales pueden ser nuevamente transformados a cifras que correspondan a poderes cilíndricos y a las inclinaciones respectivas de los lentes plano-cilíndricos correctores del astigmatismo refractivo.

Así mismo, se estableció que el CCC de Lin era la mejor forma de expresar la relación de similitud entre los valores determinados por la ley de Javal y los encontrados a través de la refracción subjetiva, teniendo en cuenta que los estudios previos no habían hecho esa comparación y que en el país no se

tiene referencia de un estudio con características similares, en cuanto al tipo de relación evaluada y el número de pacientes examinados.

Estudios previos han evaluado la relación de la ley de Javal con el astigmatismo refractivo; Elliot y colaboradores (16), en 1994, compararon el astigmatismo obtenido de las medidas queratómétricas y el resultante de la refracción del subjetivo, el cual se determinó por el grado de astigmatismo medido en los anteojos de los pacientes. Ellos determinaron que la simplificación de Grosvenor a la ley de Javal era más acertada en la predicción del astigmatismo resultante; sin embargo, solo el 66% de los valores mostró diferencias de 0,50 D, en comparación entre los dos datos (17).

En 1996, Keller y colaboradores (18) estudiaron la relación entre el astigmatismo corneal diagnosticado por videoqueratoscopia y el astigmatismo total determinado por la refracción subjetiva en 31 ojos. Se concluyó que la simplificación sugerida por Grosvenor es adecuada y se mantiene a lo largo de todos los rangos de apertura pupilar que se usaron en el estudio. Para llegar a la conclusión se utilizó una regresión lineal con los datos obtenidos, teniendo en cuenta que la medición de la queratometría se hizo con un videoqueratoscopio, en condiciones de midriasis y pupila no midriática. No obstante, la clasificación de los astigmatismos se determinó de la siguiente manera: con la regla, si el valor del eje del cilindro corrector en cilindro negativo era $+180^\circ$ o -15° ; contra la regla, si el valor del eje era $+90^\circ$ o -15° , y oblicuo, si estaban en los valores intermedios a los denominados con o contra.

Así mismo, en 1999, Dobson y colaboradores (19) publicaron un estudio que concluyó que el astigmatismo corneal excede al astigmatismo total en 0,88 D, luego de evaluar 250 niños entre los 3 y los 5 años de una etnia particular; así mismo, los autores afirmaron que la relación entre el astigmatismo refractivo y el corneal es adecuadamente descrito por la modificación de Grosvenor. Sin embargo, estos datos tienen significancia cuando se aplican

a grupos o comunidades, pero no se cumplen para casos particulares. De igual manera, Leung y colaboradores (20), en el 2013, establecieron que la edad y la etnia influyen en los defectos de refracción, debido a las diferencias en la estructura corneal. Fuller y Alperin (21), en ese mismo año, evaluaron la asfericidad corneal en una población africana y americana; encontraron grandes diferencias, además de hacer una distinción entre género.

Adicionalmente, Tong y colaboradores (22) evaluaron 993 niños de Singapur en edad escolar; encontraron que, al usar vectores de poder y aplicarles una regresión lineal a los resultados, el vector basado en la ley de Javal original provee resultados más aproximados para la predicción del astigmatismo refractivo y que la modificación de Grosvenor puede explicar adecuadamente los astigmatismos oblicuos.

De igual manera, Lam y colaboradores (11) estudiaron un grupo de sujetos entre los 25 y los 77 años de edad, en Hong Kong, los cuales fueron agrupados en cinco categorías similares. Los resultados demostraron que el astigmatismo refractivo, al igual que el corneal, tiene un desplazamiento de con la regla a contra la regla, el cual se relaciona con la edad. Así mismo, el valor del astigmatismo refractivo se explica de forma adecuada con la simplificación de Grosvenor. Los datos de las queratometrías se determinaron por dos métodos: el queratómetro tipo Bausch and Lomb y un videoqueratoscopio TMS-1. Como conclusión final, determinaron que la simplificación de Javal realizada por Grosvenor logra predecir de manera más apropiada el astigmatismo refractivo en Hong Kong.

Sin embargo, otros autores consideran que es necesario introducir métodos matemáticos novedosos que no solo contemplen el equivalente esférico para representar el poder dióptrico (11), sino los otros tres parámetros básicos que definen el estado refractivo y la influencia que tienen en los análisis estadísticos y epidemiológicos oftálmicos, ya que este punto no se ha resuelto de manera acertada.

Estas representaciones propuestas permiten sumar o restar valores esferocilíndricos e incluso admiten su representación gráfica en un espacio euclidiano (23). De esta manera, Remón y colaboradores (24), en 2009, presentaron los resultados de un estudio en 105 ojos, en el cual, al hacer descomposiciones y trabajar con vectores que representaban el poder dióptrico, es decir, al contemplar los valores J_0 y J_{45} para el astigmatismo corneal y el refractivo, lograron a través de una regresión lineal describir un vector de poder aproximado a la ley de Javal original que puede incluso hacer predicciones para astigmatismos oblicuos y que es válido para poblaciones de adultos de manera más acertada. Adicionalmente, se determinó que el astigmatismo interno es un astigmatismo contra la regla — los resultados corresponden con estudios previos —.

A pesar de considerar que la inclusión de las descomposiciones de Fourier era básica en la realización del estudio, se estimó que la mejor forma de evaluar los resultados obtenidos no era la regresión lineal, ya que esta permite deducir que una variable puede explicarse por medio de la otra o generar una ecuación lineal con fines predictivos, como en el caso anterior. La concordancia adquiere importancia cuando se desea conocer si con un método o instrumento nuevo, diferente al habitual, se obtienen resultados equivalentes, de tal manera que eventualmente uno y otro puedan remplazarse o intercambiarse, ya sea porque uno de ellos es más sencillo, menos costoso y, por lo tanto, más costo-efectivo, o porque uno de ellos resulta más seguro para el paciente, entre otras múltiples razones. En términos generales, la concordancia es el grado en que dos o más observadores, métodos, técnicas u observaciones están de acuerdo sobre el mismo fenómeno observado (25).

Así, la concordancia no evalúa la validez o la certeza sobre una u otra observación con relación a un estándar de referencia, sino cuán acordes están entre sí las observaciones sobre el mismo fenómeno (26). Por esta razón, se determinó tomar el CCC, ya que permite determinar el grado de acuerdo entre las variables continuas y establece los siguien-

tes valores: casi perfecta, para valores mayores a 0,99; sustancial, de 0,95 a 0,99, y pobre, cuando está por debajo de 0,90 (25). De igual manera, el CCC adquiere valores entre -1 (discordancia perfecta) a $+1$ (concordancia perfecta). En caso de un acuerdo perfecto, en términos de precisión y exactitud, el CCC corresponde a un valor de $+1$. Lo anterior significa que, cuando todos los datos obtenidos por ambos métodos caen sobre la línea de concordancia, habrá reproducibilidad perfecta. Por lo tanto, el resultado arrojado es el grado de reproducibilidad, como lo refiere Lin (citado en 26).

Finalmente, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se determinó que los valores de CCC entre la ley de Javal y el subjetivo son pobres, ya que están por debajo de 0,90. En este estudio en particular, el valor de concordancia más alto que se obtuvo correspondió a la concordancia entre los componentes J_{45} en el OD tanto de la ley de Javal como del subjetivo, con un índice de 0,48; por lo tanto, el factor predictivo de dicha ley no es significativo desde el punto de vista estadístico y no permite determinar el astigmatismo refractivo de un paciente con base en la queratometría. De igual manera, se considera que existen factores que no se tomaron en cuenta, como el astigmatismo de la cara posterior de la córnea y la inclinación del cristalino con respecto de esta, los cuales pueden tener efectos directos sobre el resultado final del astigmatismo refractivo y cuyos valores no pueden obtenerse por métodos clínicos convencionales, sino que requieren de técnicas y equipos sofisticados para su determinación.

CONCLUSIÓN

La ley de Javal no es un factor de predicción que nos permita determinar de manera acertada el astigmatismo refractivo de un paciente, basados en las medidas queratométricas, a través del CCC propuesto por Lin. Los resultados encontrados en este estudio y los otros previamente realizados difieren ostensiblemente, si se tiene en cuenta que

el método utilizado fue diferente (descomposiciones de Fourier y vectores de poder), así como la relación que se evaluó (CCC de Lin).

RECOMENDACIÓN

El desarrollo de estudios similares a este permite la elaboración de protocolos clínicos de atención, ya que con los resultados obtenidos se pueden justificar teóricamente las determinaciones para optar por técnicas clínicas cuyos resultados son comparables, reproducibles y concordantes.

REFERENCIAS

- Benjamin WJ, Borish IM. Borish's Clinical Refraction [Internet]. San Luis (Estados Unidos): Butterworth-Heinemann; 2006 [citado 23 de septiembre de 2014]. 1694 p. Disponible en: <http://books.google.com/books?id=Yeq8QAAACAAJ&pgis=1>
- Grosvenor T. Optometría de atención primaria. Madrid: Elsevier; 2004.
- Guerrero J. Optometría clínica. 2ª ed. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina; 2012.
- Garzón N, Galán FP. ORBSCAN: mapas topográficos. Gaceta Óptica. 2007;420:24-8.
- Fornieles JD. Queratometría (Javal y Helmholtz) y topografía corneal. Granada: Universidad de Granada; 2013. Disponible en: <http://www.ugr.es/~kogin/PowerPoint/habilidades/14%20Queratometria.pdf>
- Furlan WD, Monreal JG, Escrivá LM. Fundamentos de optometría. 2ª ed. Valencia: Universitat de València; 2011.
- Grosvenor T, Quintero S, Perrigin DM. Predicting refractive astigmatism: a suggested simplification of Javal's rule. Am J Optom Physiol Opt. 1988;65(4):292-7.
- Douthwaite WA, Mallen EAH. Verification of conicoidal concave surfaces by keratometry. J Optom [Internet]. 2010 [citado 23 de septiembre de 2014];3(2):115-21. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1888429610700169>
- Lozada DG. Retinoscopia estática: variabilidad interobservadores entre docentes y estudiantes de optometría en una institución universitaria en Bogotá D. C. Bogotá: Universidad del Rosario; 2009.
- McAlinden C, Khadka J, Pesudovs K. Statistical methods for conducting agreement (comparison of clinical tests) and precision (repeatability or reproducibility) studies in optometry and ophthalmology. Ophthalmic Physiol Opt. 2011;31(4):330-8.
- Lam AK, Chan CC, Lee MH, Wong KM. The aging effect on corneal curvature and the validity of Javal's rule in Hong Kong Chinese. Curr Eye Res. 1999;18(2):83-90.
- Marín MCP. Óptica fisiológica: el sistema óptico del ojo y visión binocular [Internet]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2006. 307 p. Disponible en: http://eprints.ucm.es/14823/1/Puell_%C3%93ptica_Fisio%C3%B3gica.pdf
- Feng L, Candy TR, Yang Y. Severe myopic anisometropia in a Chinese family. Optom Vis Sci. 2012;89(4):507-11.
- Gabás JM. Tratamiento del astigmatismo moderado en pacientes con cataratas. Zaragoza: Universidad de Zaragoza; 2013.
- Merchán Price MS. Corrección de la hipermetropía simple y astigmatismo hipermetrópico en niños de 0-4 años. Cienc Tecnol Salud Vis Ocul. 2007;9:105-15.
- Elliott M, Callender MG, Elliott DB. Accuracy of Javal's rule in the determination of spectacle astigmatism. Optom Vis Sci [Internet]. 1994;71(1):23-6. Disponible en: http://journals.lww.com/optvissci/Abstract/1994/01000/Accuracy_of_Javal_s_Rule_in_the_Determination_of.5.aspx
- Grosvenor T, Ratnakaram R. Is the relation between keratometric astigmatism and refractive astigmatism linear? Optom Vis Sci [Internet]. 1990;67(8):606-9. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0025041524&partnerID=tZOTx3y1>
- Keller PR, Collins MJ, Carney LG, Davis BA, van Saarloos PP. The relation between corneal and overall astigmatism. Optom Vis Sci. 1996;73(2):86-91.
- Dobson V, Miller JM, Harvey EM. Corneal and refractive astigmatism in a sample of 3- to 5-year-old children with a high prevalence of astigmatism. Optom Vis Sci. 1999;76(12):855-60.
- Leung TW, Lam AK, Kee CS. Corneal shapes of Chinese emmetropes and myopic astigmats aged 10 to 45 years. Optom Vis Sci. 2013;90(11):1259-66.
- Fuller DG, Alperin D. Variations in corneal asphericity (Q Value) between African-Americans and whites. Optom Vis Sci. 2013;90(7):667-73.
- Tong L, Carkeet A, Saw SM, Tan DT. Corneal and refractive error astigmatism in Singaporean schoolchildren: a vector-based Javal's rule. Optom Vis Sci. 2001;78(12):881-7.
- Muñoz-Escrivá L, Furlan WD. Statistical analysis when dealing with astigmatism: assessment of different spherocylindrical notations. Ophthalmic Epidemiol. 2001;8(1):27-37.
- Remón L, Benlloch J, Furlan WD. Corneal and refractive astigmatism in adults: a power vectors analysis. Optom Vis Sci. 2009;86(10):1182-6.

25. Servizio Galego de Saúde. Concordancia y consistencia [Internet]. Galicia: Servizio Galego de Saúde; 2014 [citado 25 de mayo de 2016]. Disponible en: http://www.sergas.es/Saude-publica/Documents/1894/Ayuda_Epidat4_Concordancia_y_consistencia_Octubre2014.pdf
26. Cortés-Reyes E, Rubio-Romero JA, Gaitán-Duarte H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. Rev Colomb Obstet Ginecol. 2010;61(3):247-55.