

Análisis de la calidad técnica de los lentes de venta libre con el referente de lentes oftálmicos en pacientes presbítas¹

Claudia Perdomo Ospina*
Jaime Bohórquez Ballén**

RESUMEN

Los lentes de venta libre, fabricados industrialmente, se adquieren en diferentes lugares sin previo conocimiento de su calidad y sin la orientación del personal calificado.

Objetivo: establecer la calidad óptica de los lentes de venta libre.

Materiales y métodos: se utilizaron 50 anteojos de venta libre, que fueron elegidos por cada paciente escogiendo la corrección con la que se sentían más cómodos para su trabajo en visión próxima. Después del uso durante 15 días de los lentes descritos, se reemplazaron con lentes oftálmicos en material CR-39 y la prescripción correspondiente, usados el mismo tiempo. Mediante la construcción de un refractómetro, se determinó la distancia focal y el índice de refracción, obteniendo el número ABBE y la reflectan-

cia. Se midió el poder de vértice posterior, espesor, ságita y densidad.

Resultados: con respecto al poder, el paciente siempre se inclinó a escoger los lentes de venta libre que tuvieran mayor aumento, con el fin de buscar magnificación, demostrándose que son pacientes hiper-corregidos. Además, la rotulación del poder de estos lentes no correspondió en el 40% de los casos. La densidad promedio de los lentes de venta libre dio 1,18 g/cm³, el índice de refracción promedio 1,560 y un número ABBE promedio de 30.

Conclusiones: debido a estas características los lentes tienen menor espesor, menor peso y mayor dispersión cromática que los lentes de referencia CR-39.

Palabras clave: presbicia, índice de refracción, número ABBE, centro óptico, descentración prismática, calidad técnica.

¹ Investigación financiada por la Universidad de La Salle.

* Optómetra de la Universidad de La Salle, Especialista en cuidado primario de la Fundación Universitaria del Área Andina. Docente investigador de la Universidad de La Salle, Grupo Óptica y Lentes de Contacto. claperdomo@unisalle.edu.co

** Físico de la Universidad Nacional, Magíster en Física de la Universidad de los Andes. Docente investigador de la Universidad La Salle. Grupo Óptica y Lentes de Contacto.

Recibido: 17 de octubre de 2008.

Aceptado: 28 de noviembre de 2008.

ANALYSIS OF THE TECHNICAL QUALITY OF FREEDOM SALE LENS WITH REFERENCE IN PRESBIOPE PATIENTS' OPHTHALMIC LENSES

ABSTRACT

The nonprescription lenses, industrially manufactured, are acquired in different places, without prior knowledge of their quality and without the guidance of qualified personnel.

Objective: to establish the optical quality of nonprescription lenses.

Methods: we used 50 nonprescription eyeglasses, which were elected for each patient in choosing the correction with which they felt more comfortable for her work in next vision. After use by 15 days of the lenses described, is by contrast material in ophthalmic lenses CR-39 and the prescription, used the same time. By building a refractometer, it was determined the focal length and the index of refraction, obtaining the number ABBE and reflectance. We measured power of posterior index, thickness and density Sagita.

Results: with regard to power, the patient is always inclined to choose the nonprescription lenses with greater increases in order to seek magnification, showing that patients are overcorrect, plus signs of the power of these lenses, not accounted for 40% of the cases. The average density of the nonprescription lenses was 1.18 g/cm³, the index of refraction 1560 and an average number ABBE average of 30.

Conclusions: Because of these characteristics lenses are less thick, less weight, more chromatic dispersion that lenses reference CR-39.

Keywords: Presbiopy, refractive index, number ABBE, the opticians, prismatic descentration, technical quality.

INTRODUCCIÓN

Los lentes de venta libre, fabricados industrialmente, se pueden adquirir en diferentes lugares, ya sea puestos callejeros, grandes almacenes de cadena y hasta por Internet, resultando tentadores para el público ya que tienen buena presentación y bajo costo (figura 1).



FIGURA 1. FOTO VENTA CALLEJERA.

Aunque los lentes de venta libre tiene buena presentación, el uso de estos anteojos pone en peligro la salud visual y ocular de quienes los compran pues, aunque se consideran una solución transitoria, hasta que se visita al optómetra, generalmente se convierten en anteojos de uso permanente, evadiendo así la consulta al profesional de la visión, quien es la persona indicada para determinar y establecer el estado de salud ocular y visual. Este tipo de anteojos trae el mismo poder dióptrico en ambos lentes y solo podrían ser utilizados si el usuario necesitara igual corrección en ambos ojos, pero cada persona tiene un diagnóstico propio y es muy común que cada ojo requiera distintos tipos de graduación óptica. Sin embargo, en algunos casos la graduación de los len-

tes no coincide con las especificaciones brindadas. Además, para lograr una correcta visión la distancia interpupilar del usuario debe coincidir con la distancia entre los centros ópticos de los lentes del antejo (Dowaly, 2001; Cotter, 1996; Arques, 2000).

Ante esta situación, es preciso explicar los riesgos que corre cualquier comprador de estos lentes de venta libre ya que, sin saberlo, se está auto formulando al elegir la graduación que cree correcta. Cabe aclarar que estos anteojos no tienen corrección para el astigmatismo, defecto refractivo que padece el 70% de las personas que usan lentes.

No hay antecedentes de estudios realizados en Colombia en este campo. Esta investigación pretende contribuir al conocimiento de la calidad de los lentes de venta libre, concientizar al público en general de los posibles problemas de la auto formulación y la promoción de la importancia del examen optométrico, que repercute en una buena salud visual y por lo tanto en la calidad de vida de los pacientes presbitas.

El presente estudio tuvo como objetivo establecer la calidad óptica de los lentes de venta libre con el referente de lentes oftálmicos CR-39. Se realizó en la ciudad de Bogotá en el Instituto de Investigaciones Optométricas de la Universidad de La Salle.

MATERIALES Y MÉTODOS

LENTEs

Se midieron las propiedades ópticas y físicas de 100 lentes de venta libre: densidad, sagita, radios de curvatura, espesor, índice de refracción y número ABBE.

Medición de radios de curvatura: midiendo directamente la sagita (S) de cada superficie con el sagí-

metro y conocida la cuerda (y) del sagímetro (en este caso 40 mm), se puede determinar el radio de curvatura de la superficie:

$$r = \frac{s + y^2}{2 \quad 8s}$$

Densidad: para medirla se pesó cada lente estando en el aire y sumergido en agua. Si la masa en el aire es m y la masa aparente del lente en el agua es m^* , la densidad del lente se calculó como:

$$D = \frac{m}{m - m^*} D_{\text{agua}}$$

Con D_{agua} : la densidad del agua (1gr/cm³).

Índice de refracción y número ABBE: se emplearon dos métodos para medir el índice de refracción de los lentes:

MÉTODO 1

Debido a la refracción de la luz, un lente parecerá tener un grosor diferente al que en realidad tiene. El objetivo de este método es medir el espesor aparente del lente oftálmico y compararlo con el espesor real del lente, que se puede medir directamente con un calibrador de espesores. La relación entre estos espesores será una función del índice de refracción del lente. La construcción de este refractómetro se inspiró en los diseños del doctor Yobani Mejía y la física Luisa Castillo del grupo de Óptica aplicada del Departamento de Física de la Universidad Nacional de Colombia.

El sistema está compuesto por dos partes: el sistema de enfoque y el sistema de medición.

Sistema de enfoque: consta de una fuente luminosa S , lente L_1 de distancia focal 50 mm, la pantalla P con dos agujeros separados por una distancia $2r$, lente L_2 con distancia focal 100 mm, lente oftálmico a medir

y la pantalla de observación O . Con este sistema se forma la imagen S' de la fuente S sobre la superficie posterior del lente oftálmico a medir. El lente L_2 tiene un grado de libertad y está montada sobre una escala de medida. Esta lente enfoca los rayos que salen de P paralelos, sobre superficie la superficie posterior del lente oftálmico. Cuando esto sucede, la escala de medida está en posición cero. En la pantalla de observación se genera el conjugado S'' de S' .

Sistema de medición: este sistema está conformado por el lente oftálmico a medir, el lente L_2 , el divisor de haz BS , el lente L_3 de distancia focal 100 mm y la pantalla de observación O . Con este sistema se forma la imagen S'' de S' sobre la pantalla de observación O . Cuando se desplaza el lente L_2 hasta que se forma la imagen S' de S sobre la superficie anterior del lente oftálmico, se forma la imagen S'' de S' sobre la pantalla de observación (posición 1). En la escala se tiene la medida del espesor físico de los lentes a medir. Los rayos provenientes de la pantalla P son reflejados por la superficie de prueba y posteriormente colimados por el lente L_2 . El lente L_3 enfoca los rayos en la pantalla de observación O , generando un punto luminoso. Cuando la lente L_2 se desplaza, sobre la pantalla se observan dos puntos correspondientes a la reflexión sobre la superficie anterior del lente a medir. Si el desplazamiento de L_2 es suficiente para formar el conjugado S' de S en el vértice de la superficie anterior del lente a medir, en la pantalla de observación se observará, de nuevo, un punto luminoso (posición 2). La lectura de la escala corresponde al espesor óptico o aparente del lente a medir (figura 2).

Los rayos emergentes del lente L_2 inciden sobre el lente de prueba formando un ángulo fijo β (no mostrado en la figura), la distancia desde el plano de la lente hasta el plano donde se intersecan ambos rayos es fija y se denota por l . Cuando el conjugado S'' de S' se forma en la superficie anterior del lente de prueba, la lectura en la escala es el espesor físico del lente d ,

desplazando el lente L_2 hasta que se forme el conjugado S'' en la superficie anterior del lente de prueba, se obtiene en la escala la medida del espesor óptico o aparente.

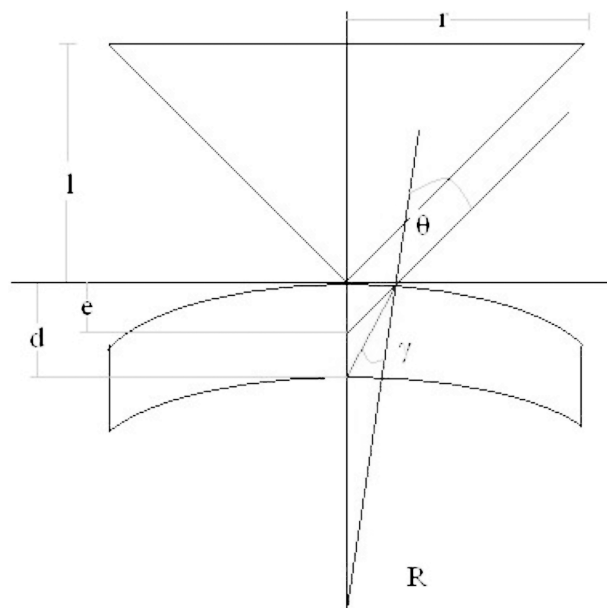


FIGURA 2. ESQUEMA DEL PRINCIPIO FÍSICO DE MEDIDA DEL REFRACTÓMETRO.

Teniendo en cuenta la ley de Snell:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$$

Donde θ_i, θ_r : son los ángulos de incidencia y refracción, respectivamente. En este caso en particular, los ángulos de incidencia y refracción son θ, γ . De acuerdo a la geometría del sistema, las relaciones obtenidas para los ángulos de incidencia y refracción son:

$$\sin \theta = \frac{R - e}{R} \frac{er}{l \sqrt{e^2 + \left(\frac{er}{l}\right)^2}}$$

$$\sin \gamma = \frac{R - d}{R} \frac{er}{l \sqrt{d^2 + \left(\frac{er}{l}\right)^2}}$$

Donde R es el radio de curvatura de la superficie anterior del lente de prueba, d y e son los espesores físico y óptico, respectivamente, $2r$ es la separación de los agujeros en la pantalla P y l es la distancia entre el plano del lente L_2 y su plano focal, que es el plano donde se forma el conjugado S' de S .

Combinando las expresiones anteriores, se obtiene:

$$\sin \theta = \frac{(R - e)}{R - d} \frac{l \sqrt{e^2 + \left(\frac{er}{l}\right)^2}}{l \sqrt{e^2 + \left(\frac{er}{l}\right)^2}}$$

Ubicando filtros amarillo, azul y rojo en la fuente de iluminación se obtienen los índices de refracción para las diferentes longitudes de onda, lo que permite calcular el número ABBE del material del cual está hecho el lente bajo prueba.

MÉTODO 2

Se implementó un interferómetro de desplazamiento lateral de Murty. En este tipo de interferómetros, el frente de onda proveniente de la superficie bajo prueba (en nuestro caso el lente oftálmico) se hace interferir con el mismo frente de onda, pero desplazado una distancia conocida. Las ventajas de este sistema son: no precisa de un frente de onda de referencia perfecto, es de fácil implementación y puede ser utilizado para medir otras propiedades de la superficie bajo prueba: aberraciones, homogeneidad de material, etc. (Malacara, 2007).

El sistema consta de un láser de He-Ne como fuente de luz coherente, un objetivo de microscopio y *pin-hole* para hacer un filtrado espacial de la luz de entrada. Un lente L_1 del cual emergen frentes de onda planos, el lente bajo prueba, una lámina de caras paralelas, un lente colimador L_2 y una pantalla de observación (figura 3) (Shukla & Malacara, 1996).

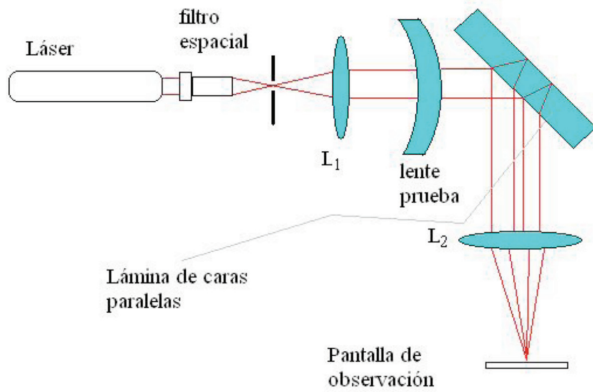


FIGURA 3. ESQUEMA DEL INTERFERÓMETRO DE MURTY.

Los rayos paralelos provenientes de L_1 atraviesan el lente bajo prueba, el cual hace que los rayos sean convergentes. Estos rayos inciden sobre la lámina de caras paralelas, en la que se produce una doble reflexión: en la cara externa y la cara interna de la lámina. Los haces emergentes de la lámina estarán desplazados unos con respecto a otros en una distancia que es función del índice de refracción de la lámina, el grosor de la lámina, el ángulo entre la lámina y el haz incidente. En este caso en particular, este desplazamiento está dado por:

$$S = \frac{T \sin 2\theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$

Donde T es el grosor de la placa, n el índice de refracción de la placa y θ el ángulo incidente sobre la placa.

Una vez producido el desplazamiento entre los haces incidentes sobre la placa, estos haces desplazados inciden en la pantalla de observación produciendo un patrón de interferencia. Sobre la pantalla se produce un sistema de franjas igualmente espaciadas (si el lente bajo prueba es homogéneo). La distancia entre las franjas de interferencia será una función del poder del lente bajo prueba y del desplazamiento del haz S . El poder se calcula, según Malacara (1998), como:

$$P = \frac{\lambda}{XS}$$

Donde P es el poder del lente bajo prueba, X es la distancia entre las franjas de interferencia y S es el desplazamiento del haz.

Conocido el poder del lente bajo prueba y sus radios de curvatura, el índice de refracción (para aproximación de lentes delgadas) se puede encontrar mediante:

$$P = (n_l - 1) \sin \theta = \left(\frac{1}{R_1 - R_2} \right)$$

Los esquemas de los dos montajes se muestran en las Figuras 4 y 5, y en la figura 6 se observan los interferogramas capturados con el interferómetro de desplazamiento.

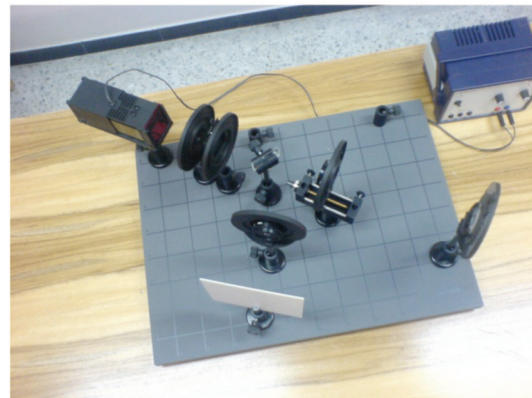
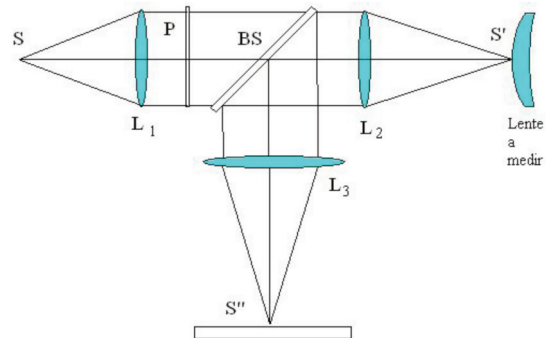


FIGURA 4. ESQUEMA Y MONTAJE EXPERIMENTAL DEL REFRACTÓMETRO (MEDICIÓN DE GROSOR APARENTE DELLENTE).

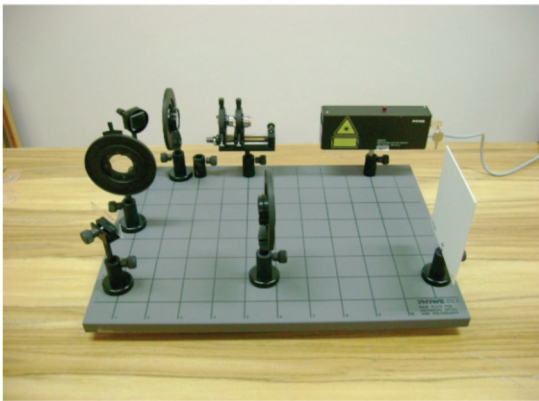
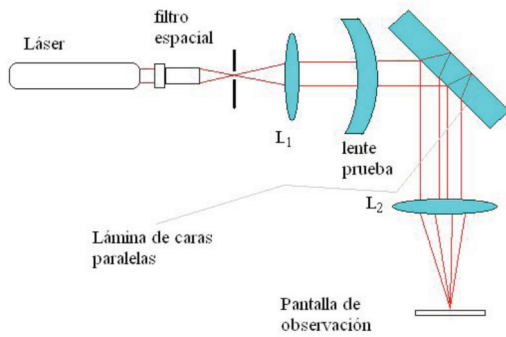


FIGURA 5. ESQUEMA Y MONTAJE EXPERIMENTAL DEL INTERFERÓMETRO DE DESPLAZAMIENTO.

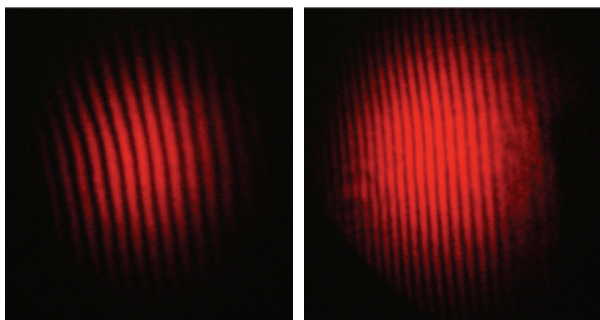


FIGURA 6. INTERFEROGRAMAS CAPTURADOS CON EL INTERFERÓMETRO DE DESPLAZAMIENTO. EL INTERFEROGRAMA DE MAYOR FRECUENCIA ESPACIAL CORRESPONDE A UN LENTE CON UN PODER RELATIVAMENTE ALTO (+2.50) (DERECHA), EL DE MENOR FRECUENCIA ESPACIAL CORRESPONDE A UN PODER MÁS BAJO (+1.50) (IZQUIERDA).

PACIENTES

Se realizó un examen completo de optometría a 50 pacientes presbítas, hombres y mujeres mayores de 40 años, que sólo deseaban usar corrección para ver de cerca. De estos pacientes, 20 tenían edades entre los 40 y 49 años, y 30 eran mayores de 50 años. En el momento del examen cada uno de ellos escogió unos lentes de venta libre (adquiridos previamente), que fueron usados en visión próxima durante 15 días.

En el segundo examen se prescribieron los lentes oftálmicos (del Instituto de Investigaciones Optométricas) en CR-39, para que fueran usados en visión próxima por otros 15 días.

RESULTADOS LENTE

La densidad promedio de los lentes de venta libre fue de 1,18 gr/cm³ con una desviación estándar de 0,044 gr/cm³. Los espesores centrales, las sagitas y los radios de curvatura promedio por poder, medidos para los lentes de venta libre, se muestran en la tabla 1:

TABLA 1. VALORES PROMEDIO DE GROSOR, SAGITA Y RADIOS DE CURVATURA PARA LOS LENES DE VENTA LIBRE MEDIDOS.

Poder	Espesor promedio (mm)	Sagita cara anterior promedio (mm)	Sagita cara posterior promedio (mm)	Radio cara anterior (mm)	Radio cara posterior (mm)
+1,00	169	167	131	120	152
+1,50	225	174	115	115	174
+1,75	235	170	112	120	190
+2,00	298	215	140	94	144
+2,25	278	170	82	117	245
+2,50	298	223	136	908	146
+2,75	303	190	79	106	253
+3,00	371	191	81	106	245
+3.50	340	175	86	118	246

El índice de refracción promedio del material de los lentes de venta libre fue de 1,561, con una desviación estándar de 0,125 y el número ABBE medido promedio para este material fue de 30.

En las tablas 2 y 3 podemos ver las medidas de tendencia central y dispersión para la potencia de vértice posterior (poder) en el ojo derecho y en el ojo izquierdo de los pacientes. Las diferencias entre los lentes de venta libre y los lentes prescritos a los pacientes para esta variable no son estadísticamente significativas; sin embargo, se puede apreciar que los lentes prescritos tenían menos poder que las lupas de venta libre. El comportamiento de esta variable para ambos ojos fue muy similar.

TABLA 2. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN PARA EL PODER OD.

Poder OD	Lupas	Lentes prescritos	U de Mann-Whitney
Media ± SD	2,26 ± 0,61	2,11 ± 0,69	91
Mediana ± RQ	2,25 ± 1,00	2,00 ± 0,56	
(Mínimo-Máximo)	(1,00-3,50)	(1,00-4,00)	

TABLA 3. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN PARA EL PODER OI.

Poder OI	Lupas	Lentes prescritos	U de Mann-Whitney
Media ± SD	2,26 ± 0,61	2,13 ± 0,64	128
Mediana ± RQ	2,25 ± 1,00	2,00 ± 0,75	
(Mínimo-Máximo)	(1,00-3,50)	(1,00-3,75)	

La figura 7 muestra la distribución de poderes de lentes de venta libre seleccionados por los pacientes:

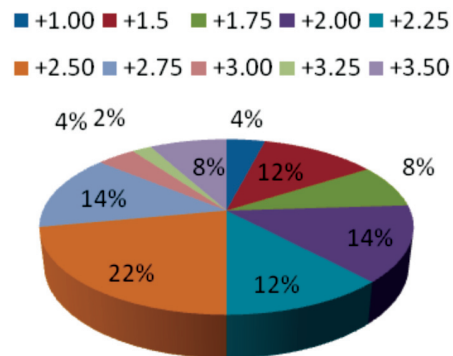


FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS PODERES DE LENTES DE VENTA LIBRE.

La figura 8 muestra el porcentaje de coincidencia del poder rotulado de los lentes de venta libre con el poder medido en el lensómetro digital marca Huvitz, referencia CLM 3100P. En el 60% de los lentes de venta libre coincide el valor de poder medido con el rotulado. En el 23% se encuentran cilindros de valores entre 0,25 a 1,00 Dpt. con ejes variados, y el 17% presenta variaciones de la esfera entre 0,25 y 0,75 Dpt.

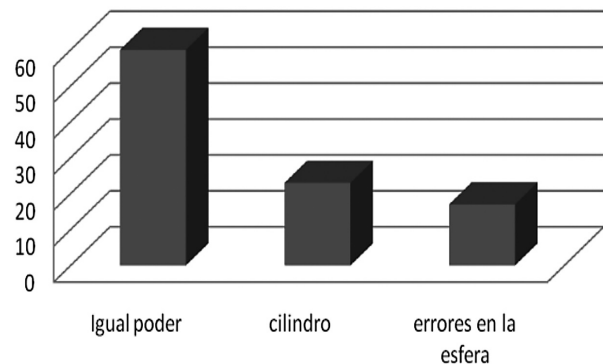


FIGURA 8. DISTRIBUCIÓN DE ERROR EN EL PODER DE LOS LENTES DE VENTA LIBRE.

El 50% de los pacientes eligió lentes de mayor poder positivo que el que necesitaba, quedando hiperconvergedos en visión próxima.

DISCUSIÓN

Con respecto al poder, es notorio que cada paciente se inclinó a escoger los lentes de venta libre con mayor aumento, con el fin de buscar mayor magnificación de la adecuada, demostrando así que son pacientes hiperconvergentes.

Al determinar las propiedades físicas y ópticas de los lentes de venta libre tales como densidad (1,18 gr/cm³), índice de refracción (1,561), número ABBE (30), se observa una semejanza con el policarbonato, material altamente utilizado en correcciones oftálmicas. Los lentes elaborados en este material se caracterizan por su bajo peso, espesores bajos, lo que es atractivo para el público en general. Debido al número ABBE bajo, este material presenta una alta dispersión cromática que puede causar fatiga visual.

En 17 de los lentes medidos, el poder rotulado de estos no coincidió con su valor real y 23 lentes, supuestamente esféricos, traen tallados cilindros entre 0,25 y 1,00 Dpt. con ejes arbitrarios.

Se ratificó por medio de una encuesta que, al usar los lentes de venta libre magnificadores, se encuentra más sintomatología que en los lentes prescritos (datos no mostrados); esto genera que la hiperconvergencia y el aumento de los centros ópticos en los lentes de venta libre sean los causantes de dicha incomodidad e intolerancia a los lentes.

De la muestra estudiada, el 72% no acude a una valoración visual al menos cada año.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los lentes de venta libre tiene propiedades ópticas y físicas similares a las del policarbonato.
- Los lentes de venta libre tienen una densidad promedio de 1,18 gr/cm³ y un índice de refracción alto (1,561), comparado con el CR-39 (1,498), por lo que estos lentes son más delgados y livianos que los fabricados en CR-39.
- Los lentes de venta libre tienen un número ABBE promedio de 30, el cual se aleja del número ABBE del ojo (45); el CR-39 tiene un número ABBE de 55,3, presentando una menor dispersión cromática.
- El poder rotulado en un gran número de lentes de venta libre no coincide con su valor real.
- En algunos lentes de venta libre se encontraron cilindros tallados entre 0,25 y 1,00 Dpt., cuando estos lentes deberían ser esféricos.
- En los lentes de venta libre los pacientes eligieron un mayor poder que el requerido en un 48% de los casos, ya que les aportaba una cantidad mayor de agudeza visual, debido a la magnificación de dichos lentes, más no una mejor calidad en las imágenes percibidas a nivel retiniano, factor que genera alta sintomatología.
- El Ministerio de Protección Social, en el Decreto 1030 de 2007 consigna el Reglamento Técnico sobre los requisitos que deben cumplir los dispositivos médicos sobre medida para la salud visual y ocular, y los establecimientos en los que se elaboren, adecúen, procesen, almacenen, comercialicen, distribuyan o dispensen estos insumos, con el fin de proteger la vida, la salud y la seguridad humana y prevenir las prácticas que puedan inducir a error, confusión o engaño a los consumidores.
- Actualmente, los lentes oftálmicos se desarrollan con altas tecnologías en materiales (polímeros de bajo, medio y alto índice), diseños, espesores, libres de aberraciones y con la prescripción precisa para cada caso; es decir, lentes personalizados donde se tiene en cuenta el montaje: con la distancia interpupilar, ángulos de la montura, centros ópticos, que el profesional de la salud visual y ocular maneja adecuadamente.
- El examen optométrico debe realizarse por lo menos una vez al año, debido a la constante dismi-

nución de la amplitud de acomodación que produce una insuficiente agudeza visual en visión próxima para sus labores ocupacionales, además de prevenir patologías propias de este grupo poblacional.

- Después de los análisis optométricos para lentes oftálmicos, en el 40% de los lentes de venta libre el poder rotulado (valor dióptrico por el cual fue vendido), no coincide con el poder medido.
- En el estudio se observó que lo importante para el usuario es poder leer, sin considerar al menos si la cantidad de visión es similar en ambos ojos, por supuesto perdiendo la binocularidad que produce una serie de funciones a nivel cerebral que ayudan al confort visual a una distancia próxima. Este aspecto de igualdad de refracción

y necesidades de adición en la realidad es muy difícil de encontrar, y el hecho de que los lentes de venta libre tengan la misma graduación hacen imposible lograr la exactitud científica.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Investigaciones de la Universidad de La Salle por el apoyo financiero. A la facultad de Optometría por brindar el espacio físico y la facilidad para utilizar los equipos de medición. Al Instituto de Investigaciones Optométricas (IIO) por su colaboración para la atención de los pacientes del estudio. Al optómetra Sebastián Bejarano, asesor comercial de Servióptica Ltda., por su apoyo desinteresado.

BIBLIOGRAFÍA

- Adler, R. (1994). *Fisiología del ojo*. Buenos Aires: Mosby/Doyma.
- Arques, J. (2000). *Tecnología óptica*. Barcelona: Alfa Omega.
- Cotter, S. (1996). *Prismas ópticos: aplicaciones clínicas*. Madrid: Mosby.
- Colombia. Ministerio de Protección Social. Decreto 1030 de 2007, artículo 2º: “dispositivos médicos sobre medida para la salud visual y ocular para uso humano”.
- Dowaliby, M. (2001). *Practical Aspects of Ophthalmic Optics*. Fourth edition. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Duke-Elder, S. (1985). *Refracción: teoría y práctica*. Barcelona: Jims.
- Freeman, M. & Hull, C. (2003). *Optics*. 11th Ed.. Boston: Butterworth Heinemann.
- Hecht, E. & Zajac, A. (1986). *Óptica*. México: Addison-Wesley Iberoamericana SA.
- Malacara, D. (1998). *Interferogram analysis for optical testing*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Malacara, D. (2007). *Optical shop testing*. Third Edition. Hoboken, New Jersey: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Shukla, R. & Malacara, D. (1996). Some applications of the Murty interferometer: A review. *Optics and laser in engineering*, 26, 1-42.