

# Análisis de la amplitud acomodativa en sujetos miopes tras el implante de lente intraocular fásica de cámara posterior

Carlos Javier Hernández Rodríguez<sup>1</sup>, MSc. Coleg. 22.820

Raúl Montalbán Llamusi<sup>1</sup>, PhD. Coleg. 11.719

Jaime Javaloy<sup>2</sup>, PhD

Álvaro De Casas<sup>2</sup>, PhD

David Pablo Piñero Llorens<sup>3</sup>, PhD. Coleg. 11.103



*La cirugía refractiva con LIO fásica es una alternativa eficaz para la corrección de defectos refractivos y conseguir independencia de las gafas y lentes de contacto, sobre todo en altas ametropías. Sin embargo, la escasez de evidencia científica que describa cómo responde el sistema acomodativo a la implantación de lentes ICL hace imprescindible seguir investigando. La Optometría juega un papel fundamental en este punto, ya que debe adaptarse a la aparición de nuevas técnicas de compensación visual y profundizar en su conocimiento. Sólo de esta forma se podrán mejorar los protocolos pre y postoperatorios, minimizar las complicaciones relacionadas con el sistema acomodativo y tratar las disfunciones visuales que puedan estar causadas por la cirugía.*

## A) INTRODUCCIÓN

La ICL es una lente intraocular fásica de cámara posterior utilizada principalmente para la compensación de ametropías moderadas y elevadas, córneas irregulares, queratoplastias y queratoconos estables, y como alternativa a la cirugía refractiva láser en pacientes que no cumplen los requisitos mínimos para la ablación corneal<sup>1,2</sup> (figura 1). Su implantación ha demostrado ser efectiva y segura para la compensación de la refracción<sup>1,3,4,5</sup>, sus complicaciones son poco frecuentes según la literatura científica siendo las más reportadas el desarrollo de catarata subcapsular anterior y el aumento de PIO por disminución del ángulo iridocorneal<sup>4,5,6</sup> (figura 2).

La preservación de la acomodación es una de las principales características de la lente ICL que la hacen idónea para pacientes jóvenes que desean independencia de corrección óptica. Sin embargo, es un concepto que se asume sin un respaldo científico que lo avale.

En primer lugar, desde el punto de vista de la óptica geométrica, se está añadiendo una nueva lente de potencia fija a un sistema óptico dinámico. Durante la acomodación hay una contracción del músculo ciliar y engrosamiento del cristalino que desplaza axialmente el iris y la lente ICL hacia córnea<sup>7,8</sup>. Esto provoca una disminución de la profundidad de cámara anterior (ACD)<sup>9,10</sup>. Se estima que en sujetos sin implante intraocular una disminución de la ACD de un 2% por dioptría de acomodación, junto a un engrosamiento del espesor del cristalino del 2% y un incremento del área del músculo ciliar del 9%<sup>11</sup>. Además, el iris empuja la ICL hacia el cristalino provocando una reducción del *vault*, aunque esta disminución sólo es significativa en condiciones fotópicas o mediante acomodación farmacológica<sup>10,12,13</sup>, donde la miosis pupilar es mayor que en condiciones naturales de acomodación y ejerce una mayor fuerza sobre la ICL. En base a estos cambios biométricos es de suponer que la potencia real del ojo para una determinada distancia sea distinta a la que se esperaría si las lentes del sistema óptico ocular (córnea, ICL y cristalino) se mantuvieran estáticas y solo cambiase la potencia del cristalino.

En segundo lugar, hay que valorar la magnificación de la imagen tras la implantación de una ICL. Mediante modelos teóricos se ha estimado un aumento la imagen retiniana del 17% respecto a la corrección con gafas para una miopía de -10 D, aumentando con la proximidad hasta un 26% a 10 cm<sup>14</sup>. Para este mismo caso, el modelo teórico indica que sería necesario una mayor acomodación para enfocar un objeto cercano con la LIO fásica

**Figura 1**

Lente ICL vista en OCT de cámara anterior.

**Figura 2**ICL con *vault* excesivo y cierre del ángulo iridocorneal visto con OCT de cámara anterior.

que con gafas, calculado mediante el cambio de la vergencia de la luz en el plano principal del cristalino. Si bien es verdad que dichas afirmaciones tienen las limitaciones propias de los modelos teóricos (uso de óptica paraxial y lentes delgadas), es indiscutible que hay una magnificación de la imagen y un impacto sobre la acomodación.

Desde el punto de vista clínico, la literatura científica es muy limitada y reporta una disminución de la amplitud acomodativa tras la implantación de lentes ICL<sup>15,16</sup>. Sin embargo, la evidencia es insuficiente para poder conocer realmente el impacto de la implantación de LIO fáquicas ICL sobre la acomodación, o incluso si pueden llegar a ser causa de una disfunción visual como es la insuficiencia acomodativa.

En consecuencia se describió como hipótesis de este estudio que la implantación de lentes intraoculares fáquicas de cámara posterior (ICL) modifica de forma clínicamente significativa la amplitud acomodativa de los sujetos miopes. Para corroborar o refutar dicha hipótesis, se plantearon como objetivos medir la amplitud acomodativa mediante los métodos Donders y Sheard en sujetos miopes antes y después de la implantación de lentes ICL, valorar la correlación e intercambiabilidad entre los métodos de Donders y de Sheard para estos sujetos, y analizar si existe relación entre el *vault* y la amplitud acomodativa posquirúrgica.

## B) METODOLOGÍA

Se diseñó un estudio pseudoexperimental pre-pos en el que se analizó la AA antes y después de la implantación de lentes ICL en sujetos miopes. Los criterios de inclusión utilizados fueron: pacientes miopes, hombres y mujeres, mayores de 18 años que fueran a ser sometidos a cirugía refractiva con lente intraocular fáquica ICL. Los criterios de exclusión fueron la presencia de patología ocular, el uso de tratamiento farmacológico que pudiera afectar a la función acomodativa y haber sufrido cirugías oculares previas.

Se seleccionaron 4 sujetos miopes, 2 hombres y 2 mujeres caucásicos, con edades comprendidas

entre los 24 y 49 años ( $32,8 \pm 10,7$  años) que iban a ser sometidos a cirugía refractiva intraocular con lente ICL V5c esférica o tórica. Los sujetos tenían una potencia esférica preoperatoria entre -5,75 D y -18 D ( $-9,9 \pm 4,81$  D) y un cilindro entre -1 D y -3,5 D ( $-1,93 \pm 0,83$  D). Las cirugías fueron realizadas en Clínica Baviera Alicante por dos cirujanos (J. J. E. y A. C. F.) entre los meses de abril y junio de 2018. Se realizaron las medidas de la amplitud acomodativa antes de la cirugía y entre las 2 y 4 semanas posteriores a la intervención. Todos los sujetos firmaron el consentimiento informado.

Para la valoración de la amplitud de acomodación se emplearon dos métodos: *Donders* y *Sheard*. Todas las medidas se realizaron en la misma consulta, con la refracción óptima del paciente puesta en la gafa de prueba, una iluminación de 285 lx sobre el test y 385 lx en el gabinete, y el mismo optotipo de visión próxima. Las pruebas se realizaron monocularmente, ocluyendo el ojo no examinado y pidiéndole al paciente que fijara una letra del optotipo de visión próxima correspondiente a su máxima AV en cerca. Se empleó gafa de prueba en lugar de foróptero para evitar errores en el alineamiento entre el paciente, el instrumento y el test, y para que las medidas fueran más similares a las condiciones naturales de trabajo de los pacientes.

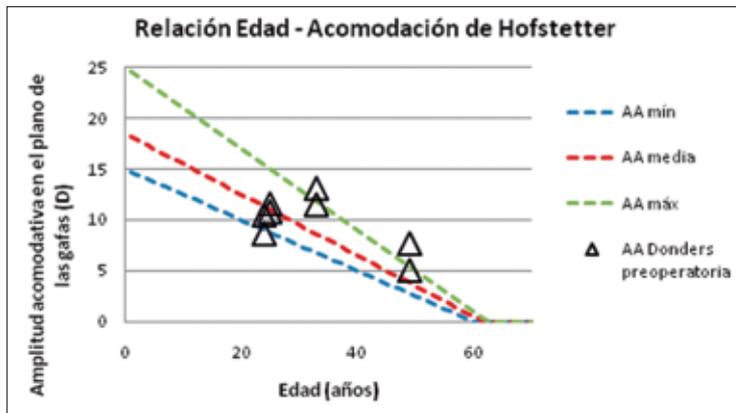
El método de *Donders* o de acercamiento se realizó poniendo el test a 40 cm en posición primaria de mirada y pidiendo al paciente que se acercara lentamente el optotipo hasta llegar a la primera borrosidad mantenida. Se realizaron tres medidas por ojo y se obtuvo el valor en dioptrías haciendo la inversa de la distancia. El valor de AA final se obtuvo mediante la media de las tres medidas. Además, se compararon las medidas con los valores esperados según la edad y se representaron gráficamente. Para ello, se emplearon las fórmulas de Hofstetter para la AA mínima, media y máxima medida con *Donders*:

AA mínima =  $15 - 0,25x$  Edad.

AA media =  $18,5 - 0,3x$  Edad.

AA máxima =  $25 - 0,4x$  Edad.





**Figura 3**

Representación gráfica de las fórmulas de Hofstetter para el cálculo de la AA mínima, media y máxima en función de la edad. Se muestran los datos preoperatorios de los 8 ojos.

El método de *Sheard* o de lentes negativas se realizó colocando el optotipo de cerca a 40 cm e interponiendo lentes negativas en pasos de 0,50 D. Cada 2 D se sumaba la potencia negativa a la esfera del paciente para intentar reducir el efecto de la disminución de la imagen sobre la percepción del paciente debido a la interposición de varias lentes. Se realizaron tres medidas por ojo y se obtuvo la amplitud acomodativa mediante la suma de la potencia de las lentes negativas interpuestas a la inversa de la distancia de trabajo (+2,5 D). La AA final se obtuvo mediante la media de las medidas. Para los sujetos presbitas, se añadió una adición para realizar las medidas y posteriormente se restaba esa misma cantidad, después se hizo la media de las tres medidas finales para cada método.

#### Examen preoperatorio

La exploración previa a la cirugía consistió en AV, refracción objetiva y subjetiva (con y sin ciclopléjico), ACD, longitud axial, distancia blanco a blanco, diámetro pupilar, microscopía endotelial y las medidas de AA. También se realizó una valoración exhaustiva del segmento anterior y posterior para conocer el estado de salud ocular del paciente y descartar patologías, así como una valoración de la motilidad y cover test para detectar posibles heteroforias y estrabismos que pudieran ser relevantes.

#### Procedimiento quirúrgico

El día de la cirugía al paciente se le instila ciclopléjico y se administra anestesia local mediante una inyección peribulbar. Durante la cirugía se realiza una incisión corneal de 3 mm a través de la cual se inyecta viscoelástico y se introduce el inyector en el que está la ICL V5 plegada. A continuación se despliega la lente en la cámara anterior y se colocan sus hápticos en el sulcus, asegurando el

centrado. Después se elimina el viscoelástico con solución salina y se instila un miótico. Todas las cirugías se realizaron con éxito y sin complicaciones intraoperatorias. En un sujeto fue necesario volver a intervenir uno de los ojos operados para girar la lente y disminuir el vault.

#### Examen posoperatorio

Las revisiones posoperatorias se realizaron al día siguiente de la cirugía, una semana después y al mes. La exploración consistió en AV, refracción objetiva y subjetiva, contaje endotelial, estado de salud ocular y valoración de la posición de la ICL y del vault con OCT de cámara anterior. Las medidas de AA posoperatorias se realizaron después de la revisión de la semana, entre los 15 y 30 días posteriores, siempre y cuando no hubieran surgido complicaciones. En el caso del sujeto que tuvo que volver a ser intervenido por un vault excesivo, las medidas de AA se realizaron 2 semanas después de la segunda intervención.

#### Análisis estadístico

El análisis estadístico ha sido realizado con el software *IBM SPSS Statistics v. 24*. Como la muestra es pequeña, se emplearon procedimientos estadísticos no paramétricos. Para la diferencia de medias entre las medidas preoperatorias y postoperatorias de la AA se ha empleado el test de Wilcoxon. Para el análisis de correlación entre el método *Sheard* y el método *Donders* y entre el vault posoperatorio y la AA se ha utilizado el coeficiente de correlación de *Spearman*. Finalmente, para valorar la intercambiabilidad de los métodos de *Donders* y *Sheard*, se ha empleado el procedimiento *Bland-Altman* tras comprobar la normalidad de las muestras de AA posoperatoria a pesar de su pequeño tamaño. Se consideró como nivel de significación estadística, la obtención de p-valores inferiores a 0,05.

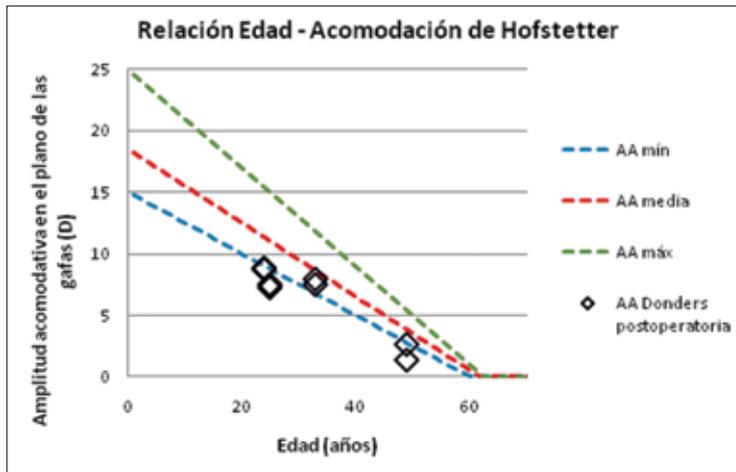


Figura 4

Representación gráfica de las fórmulas de Hofstetter para el cálculo de la AA mínima, media y máxima en función de la edad. Se muestran los datos posoperatorios de los 8 ojos.

### C) RESULTADOS

En la *Tabla 1* se resumen los datos de equivalentes esféricos (EE), AV y AA por los métodos *Donders* y *Sheard* de los 8 ojos antes y después de la implantación de la lente ICL. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el EE ( $p=0,012$ ) y la AV corregida de lejos ( $p=0,027$ ), pero no para la AV corregida de cerca ( $p=0,197$ ). En cuanto al evento de interés, la amplitud acomodativa, el valor obtenido por el método de *Donders* precirugía fue de  $9,85 \pm 2,58$  D y de  $6,49 \pm 2,85$  D después de la cirugía. Esta disminución de la AA fue estadísticamente significativa ( $p=0,017$ ). Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas en la AA obtenida por el método de *Sheard* ( $p=0,574$ ), que fue de  $3,12 \pm 1,35$  D antes de la cirugía y de

$2,89 \pm 1,94$  D después. En el preoperatorio, 1 ojo (12%) presentó una AA inferior a la mínima esperada según las fórmulas de Hofstetter, mientras que en el posoperatorio fueron 6 ojos (75%) los que presentaron una AA inferior a la mínima (*figuras 3 y 4*). Ningún ojo presentó una AA inferior a la mínima en 2 o más dioptrías.

No se ha encontrado correlación estadísticamente significativa entre los métodos de *Donders* y *Sheard* para la medida de la AA posoperatoria ( $r=0,355$ ,  $p=0,388$ ). Si se comparan las medidas se observa que los valores de *Donders* son mayores que los de *Sheard* en todos los casos, obteniéndose una diferencia entre métodos de  $6,7 \pm 1,62$  D en las medidas preoperatorias y de  $3,6 \pm 1,65$  D en las posoperatorias. La diferencia entre la media de ➔

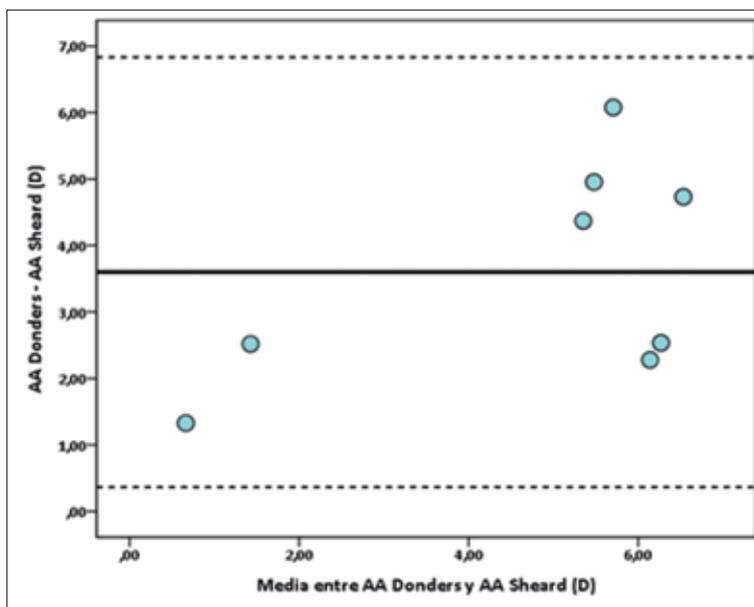


Figura 5

Gráfico Bland-Altman para la comparativa entre el método *Donders* y el método de *Sheard*.

Edad (años)	32,75 ± 10,7		
Vault (µm)	534,88 ± 107,487		
	Pre-cirugía (n = 8)	Post-cirugía (n = 8)	p-valor*
EE (D)	-10,87 ± 4,78	-0,48 ± 0,46	0,012
AVcc lejos (decimal)	0,79 ± 0,13	0,97 ± 0,03	0,027
AVcc cerca (decimal)	0,69 ± 0,19	0,74 ± 0,18	0,197
AA Donders (D)	9,85 ± 2,58	6,49 ± 2,85	0,017
AA Sheard (D)	3,12 ± 1,35	2,89 ± 1,94	0,574
EE = equivalente esférico		*Se tienen en cuenta valores de p≤0,05 como estadísticamente significativos	
AVcc lejos = agudeza visual con corrección para lejos			
AVcc cerca = agudeza visual con corrección para cerca			

Tabla 1

Descriptivos de la muestra del estudio (Media ± DE) antes y después de la cirugía.

➔ los valores pre y posquirúrgicos fue estadísticamente significativa ( $p=0,017$ ). En cuanto al *vault* y la amplitud acomodativa, tampoco se ha encontrado una correlación significativa entre el *vault* y la AA por *Donders* ( $r=0,527$ ,  $p=0,180$ ), ni entre el *vault* y la AA por *Sheard* ( $r=0,240$ ,  $p=0,568$ ). Finalmente, el gráfico de *Bland-Altman* (figura 5) muestra la falta de concordancia entre los dos métodos de medida de la AA a nivel posoperatorio. El rango de concordancia del gráfico es de 6,47 D, obtenido a partir de la media de las diferencias entre métodos y la desviación estándar. Dicho rango es mucho mayor que 1 dioptría, que fue el valor a partir del cual se consideró clínicamente relevante la discrepancia entre métodos de medida. Por ello, puede concluirse que estos métodos de medida no son intercambiables para esta muestra.

## D) DISCUSIÓN

La disminución estadísticamente significativa de la AA medida con el método *Donders* es congruente con los resultados de otros autores<sup>15,16</sup>. Pero hay que tener en cuenta que en el estudio de Kamiya et al.<sup>15</sup> utilizaron un acomodómetro, cuya principal limitación es que realiza la medida de la AA de forma binocular y, aunque sea de manera disociada mediante filtros polarizados, no se puede asegurar que los resultados estén exentos de la influencia de factores binoculares. Esto supone un error porque los valores de AA binocular son ligeramente superiores que los medidos en condiciones monoculares<sup>17</sup>. Además, el test está calibrado para una AV de unidad a 30 cm y hay que tener cuenta que las lentes ICL se suelen implantar en miopes elevados,

cuya agudeza visual suele ser inferior por la disminución de la imagen o alteraciones retinianas. En cuanto al estudio de Tang et al.<sup>16</sup>, para las medidas emplean optotipos con AV de una línea mayor a la máxima AV del paciente, cuando lo indicado es utilizar la máxima AV<sup>18</sup>, y solo utilizan el método de *Sheard*, procedimiento que en nuestro caso no ha aportado diferencias estadísticamente significativas. Además, exponen que después de la cirugía el 100% de los sujetos presentan insuficiencia de acomodación. Esto es criticable por varias razones. Para el diagnóstico utilizan únicamente la AA, que si bien es condición *sine qua non*, no es suficiente para un diagnóstico fiable, ya que también se debe fallar la flexibilidad acomodativa monocular (FAM)<sup>19</sup>. La FAM es una prueba que según los autores aumenta tras la cirugía, pero cometen el error de realizarla con una AV de una línea superior a la máxima del paciente, en lugar de la AV de 0,5 recomendada<sup>18</sup>, lo que implica que cuando el paciente lleva gafas se infraestima la medida por la reducción de la imagen retiniana y que se están empleando optotipos para los que no se han normalizado las medidas. Estos resultados son totalmente opuestos a los obtenidos en nuestro estudio. Ciertamente es que, con la cirugía, los ojos con valores de AA inferiores al mínimo esperado por las fórmulas de Hofstetter<sup>20</sup> pasan del 12% al 75% de la muestra; sin embargo, ninguno de ellos presenta una AA de 2 D o más por debajo del mínimo esperado. Por lo tanto, aunque hay una disminución de la AA, esta no es signo de insuficiencia acomodativa, ni mucho menos permite realizar un diagnóstico adecuado de dicha disfunción visual conforme a la evidencia científica.

Adicionalmente, ninguno de los estudios muestra valores medios de AV de los pacientes, ni las condiciones de iluminación, lo que constituye un sesgo en las medidas, ya que está demostrado que la amplitud de acomodación se ve influida, tanto por el tipo de estímulo, como por la aberración esférica, que depende del diámetro pupilar y, por tanto, de la iluminación<sup>21</sup>.

La pérdida de AA con el implante de la lente ICL tiene dos posibles causas: la distancia al vértice y la interacción ICL-sulcus ciliar. Es bien conocido que cuando se utilizan métodos de compensación que cambian la distancia al vértice, lentes de contacto o cirugía refractiva corneal, hay cambios en la amplitud acomodativa. Por un lado, en el caso de las lentes de contacto, los miopes necesitan acomodar más que con las gafas para enfocar el mismo objeto a la misma distancia<sup>22, 23, 24</sup>. Por otro lado, en cirugía refractiva corneal, hay una disminución transitoria y un posterior incremento de la AA en sujetos menores de 30 años cuando se realiza una PRK<sup>25</sup>, mientras que en operados de LASIK la pérdida sucede durante el posoperatorio inmediato y vuelve a valores preoperatorios al recuperar un estado refractivo estable<sup>26</sup>.

La otra posible causa de la disminución de la AA en lentes ICL es la interacción entre la lente y el músculo ciliar. En imágenes obtenidas por biomicroscopía de ultrasonido<sup>16</sup>, se observa una mayor incrustación de los hápticos de la lente en el músculo ciliar durante la acomodación que podría dificultar su mecanismo de acción. Esto es algo que debe demostrarse con mayor consistencia en futuros estudios.

En cuanto a los métodos *Donders* y *Sheard*, los resultados han mostrado que no existe correlación entre ellos y que son procedimientos que no se pueden intercambiar. Además, se ha observado que el método *Donders* sobreestima el resultado con respecto a *Sheard*, habiendo una diferencia entre ellos mucho mayor en el preoperatorio que en el posoperatorio. Estos resultados coinciden con los de otros autores<sup>27</sup> y puede ser la causa de que tan solo uno de ellos haya permitido encontrar diferencias significativas de la AA antes y después de la implantación de la lente ICL.

Con relación a las variables AA y vault, la falta de correlación entre el vault y la medida de AA con ambos métodos sugiere que la posición final de la lente con respecto al resto de estructuras oculares no interfiere en la medida de la AA. Por tanto, se presupone que el vault no influye sobre la acomodación, ya que durante la

acomodación no hay cambios significativos en la distancia entre la lente ICL y el cristalino<sup>10</sup>. Sin embargo, modificaciones en el diámetro pupilar, ya sean por las condiciones de iluminación o por acción de un miótico, sí que cambian significativamente el vault<sup>12</sup> y se suman a los cambios que provoca en la aberración esférica, haciendo aún más relevante detallar qué condiciones de iluminación se han utilizado en las medidas.

Como fortalezas de este estudio, hay que señalar que todas las medidas realizadas han seguido los procedimientos descritos según la evidencia científica, que se han preestablecido las condiciones de iluminación y que se detallan los datos de AV pre y posoperatoria. Este es un aspecto esencial, puesto que la obtención de resultados de calidad y comparables con los de otros estudios depende de que se utilicen metodologías adecuadas, y para ello se han descrito aquellos parámetros que pueden influir en las medidas (AV e iluminación) y que no se han tenido en cuenta en otros artículos.

En contraposición, las principales limitaciones son el tamaño muestral y el seguimiento a corto plazo. Como consecuencia, las diferencias estadísticas que se han obtenido para la AA medida por el método *Donders* solo permiten presentar una tendencia a la disminución de la acomodación, pero la muestra es insuficiente para poder extrapolar este resultado a la población. Además de no poder ajustar los datos por edad, otra variable a considerar, puesto que las lentes ICL, aunque por lo general se utilizan en sujetos jóvenes, son útiles en algunos presbíteros. También tener en cuenta que en los estudios pseudoexperimentales es inevitable un efecto placebo que repercute en los resultados, aunque esto se intentó subsanar omitiendo a los sujetos los resultados obtenidos durante la realización de las pruebas.

En resumen, se puede concluir que hay una tendencia significativa a la disminución de la amplitud acomodativa, medida con el método *Donders*, en sujetos miopes tras la implantación de lentes ICL, pero no parece llegar a ser causa de insuficiencia acomodativa. Los métodos de medida de la amplitud acomodativa parecen no ser intercambiables en este tipo de pacientes, siendo el método de *Donders* el que da valores mayores con respecto al método de *Sheard*. El desacuerdo entre ellos disminuye tras la implantación de la lente ICL, lo cual puede deberse a la magnificación de la imagen. El vault no parece provocar diferencias significativas en la amplitud acomodativa de los pacientes con ICL. ●



## LUGAR DE TRABAJO DE LOS AUTORES

<sup>1</sup> Clínica Baviera. Alicante.

<sup>2</sup> Médico Oftalmólogo. Clínica Baviera. Alicante.

<sup>3</sup> Departamento de Óptica, Farmacología y Anatomía, Universidad de Alicante.

## BIBLIOGRAFÍA

- Wang X, Zhou X. Update on treating high myopia with implantable collamer lenses. *Asia Pac J Ophthalmol*. 2016; 5:445-9.
- Pineda R, Chauhan T. Phakic Intraocular Lenses and their Special Indications. *J Ophthalmic Vis Res*. 2016; 11 (4):422-8.
- Liang GL, Wu J, Shi JT, Liu J, He FY, Xu W. Implantable Collamer Lens Versus Iris-Fixed Phakic Intraocular Lens Implantation to Correct Myopia: A Meta-Analysis. *PLoS ONE*. 2014; 9(8):1-16.
- Packer M. Meta-analysis and review: effectiveness, safety, and central port design of the intraocular collamer lens. *Clinical Ophthalmology*. 2016; 10:1059-77.
- Lee J, Kim Y, Park S, Bae J, Lee S, Park Y, Lee J, Lee J-E. Long-term clinical results of posterior chamber phakic intraocular lens implantation to correct myopia. *Clin Experiment Ophthalmol*. Epub December 12, 2015.
- Alfonso JF, Lisa C, Fernández Vega L, Almanzar D, Pérez Vives C, Montés Micó R. Prevalence of cataract after collagen copolymer phakic intraocular lens implantation for myopia, hyperopia and astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2015; 41:800-5.
- Montes Micó R. Optometría. Principios básicos y aplicación clínica. Barcelona: Elsevier, 2011:39-57.
- Zhu D, Shao Y, Leng L, Xu Z, Wang J, Lu F, Shen M. Automatic Biometry of the Anterior Segment During Accommodation Imaged by Optical Coherence Tomography. *Eye & Contact Len*. 2014; 40:232-8.
- Lindland A, Heger H, Kugelberg M, Zetterström C. Vaulting of myopic and toric Implantable Collamer Lenses during accommodation measured with Visante optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2010; 117:1245-50.
- Lee H, Kang DSY, Ha BJ, Choi M, Kim EK, Seo KY, Kim TI. Effect of Accommodation on Vaulting and Movement of Posterior Chamber Phakic Lenses in Eyes With Implantable Collamer Lenses. *Am J Ophthalmol*. 2015; 160(4):710-16.
- Esteve Taboada JJ, Domínguez Vicent A, Monsálvez Romín D. Non-invasive measurements of the dynamic changes in the ciliary muscle, crystalline lens morphology, and anterior chamber during accommodation with a high-resolution OCT. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017; 255:1385-94.
- González López F, Mompean B, Bilbao Calabuig R, Vila Arteaga J, Beltran J, Baviera J. Dynamic assessment of light-induced vaulting changes of implantable collamerlens with central port by swept-source OCT: pilot study. *Trans Vis Sci Tech*. 2018; 7(3):4.
- Du C, Wang J, Wang X, Dong Y, Gu Y, Shen Y. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment accommodative changes with posterior chamber phakic intraocular lens in high myopia. *Ophthalmology*. 2012; 119(1):99-105.
- Langenbuher A, Szentmary N, Seitz B. Magnification and accommodation with phakic intraocular lenses. *Ophthalm Physiol Opt*. 2007; 27: 295-302.
- Kamiya K, Shimizu K, Aizawa D, Ishikawa H. Time course of accommodation after implantable collamer lens implantation. *Am J Ophthalmol*. 2008 Nov; 146(5):674-8.
- Tang Y, Ye J. Accommodation after an implantable collamer lens implantation in high myopia patients. *Int J Clin Exp Med*. 2016; 9(10):20411-17.
- Duane A., Studies in monocular and binocular accommodation with their clinical applications. *Am J Ophthalmol*. 1922; 5 (11): 865-77.
- Montes Micó R. Optometría. Principios básicos y aplicación clínica. Barcelona: Elsevier, 2011: 289-317.
- Cacho P, García A, Lara F., Seguí MM. Diagnostic signs of accommodative insufficiency. *Optom Vis Sci*. 2002; 79 (9): 614-20.
- Hofstetter HW. Useful age-amplitude formula. *Optom World*. 1950; 38:42-5.
- López Alcón D, Marín Franch I, Fernández Sánchez V, López Gil N. Optical factors influencing the amplitude of accommodation. *Vision Research*. 2017; 141: 16-22.
- Alpern M. Accommodation and convergence with contact lenses. *Am J Optom*. 1949; 26:379-87.
- Robertson DM, Ogle JA, Dyer JA. Influence of contact lenses on accommodation. Theoretic considerations and clinical study. *Am J Ophthalmol*. 1967; 64:860-71.
- Jimenez R, Martínez Almeida L, Salas C, Ortiz C. Contact lenses vs spectacles in myopes: is there any difference in accommodative and binocular function?. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2011; 249:925-35.
- Karimian F, Baradaran Rafii A, Bagheri A, Eslani M, Bayat H, Aramesh S, Yaseri M, Amin-Shorakavi A. Accommodative Changes After Photorefractive Keratectomy in Myopic Eyes. *Optom Vis Sci*. 2010; 87:833-8.
- Liu L, Yuang J, Li J, Li X, Wang Y. Effect of Laser in situ Keratomileusis on Accommodation. *J Hua-zhong Univ Sci Technol [Med Sci]*. 2008; 28 (5): 596-8.
- Antona B, Barra F, Barrio A, González E, Sánchez I. Repeatability intraexaminer and agreement in amplitude of accommodation measurements. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2009; 247:121-7.