

CAPÍTULO 7

CALIDAD VISUAL YLENTE INTRAOCULAR FÁQUICA

María García Lorente, Carlos Rocha de Lossada, Joaquín Fernández Pérez

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO DE LAS LENTES FÁQUICAS

La cirugía refractiva es la técnica que tiene como objetivo corregir los errores refractivos (1). Es bien conocido que mejora la calidad de vida y de visión de los pacientes (2), además de ser un procedimiento seguro, predecible y eficaz (3). Hoy en día, ha evolucionado más allá de la tradicional cirugía con láser, ya sea mediante la queratectomía fotorrefractiva (PRK, por sus siglas en inglés) o mediante queratomileusis *in situ* asistida por láser (LASIK, por si siglas en inglés). Además, nuevas técnicas queratorrefractivas, igualmente segura y eficaz, como la extracción de lenticulo con incisión pequeña (SMILE, por si siglas en inglés), han aparecido en el mercado. Sin embargo, es bien conocido que no todos los pacientes son candidatos a este tipo de cirugía ya sea por presentar una córnea irregular o porque la corrección refractiva a tratar es muy alta. Es en estos pacientes donde otro tipo de intervención es necesaria, como son las lentes intraoculares fásicas (LIOf) (1).

Este tipo de cirugía, es un procedimiento refractivo reversible, seguro, predecible y eficaz (4), que preserva la función acomodativa (5) y según algunos investigadores, tiene el potencial de conferir una mejor visión y una mayor satisfacción en comparación con la cirugía queratorrefractiva en determinados pacientes, además de evitar el riesgo de ectasia corneal (6). En los últimos años no solo la cantidad de visión sino

la calidad de la visión ha despertado atención dentro del marco de los especialistas en cirugía refractiva. Generalmente se podría dividir en calidad de visión objetiva y subjetiva. La calidad objetiva de la visión se suele evaluar mediante las aberraciones de orden superior (HOAs, por sus siglas del inglés), la sensibilidad al contraste, la función de transferencia de modulación (MTF, por sus siglas del inglés), el strehl ratio (SR) y/o el valor del índice de dispersión objetiva (OSI) (7). Por definir algunos conceptos, la sensibilidad al contraste se define como la habilidad para detectar la presencia de mínimas diferencias de luminosidad entre dos objetos (8). La MTF mide la capacidad de un sistema óptico de transmitir y atenuar distintos niveles de detalle (frecuencias espaciales) desde el plano objeto hasta el plano imagen. Para cada frecuencia espacial, se mide la razón entre el contraste de la imagen y el contraste del objeto. El SR es la relación entre la integral de volumen del MTF bidimensional aberrado y la integral de volumen del MT asociado con difracción limitada. El OSI se basa en la relación entre el análisis de la región de 1 minuto de arco con respecto a la comprendida entre 12 y 20 minutos de arco (10). El valor de OSI va de 1 (ojo normal sin dispersión) hasta 25 (a partir de 5 es un sistema muy alterado) (9).

Debido a que la calidad subjetiva de la visión es una percepción del paciente, esta consta de factores tanto visuales como psicológicos. Para evaluar este tipo de calidad visual, suelen emplearse cuestionarios (7). Uno de los más importantes cuestionarios va-

lidadados para evaluar síntomas visuales subjetivos fue el desarrollado por McAlinden y cols., el denominado cuestionario de Calidad de Visión (QoV por sus siglas del inglés). Las puntuaciones QoV proporcionan escala lineal y pueden variar desde 0 (sin perturbación) a 100 (perturbación máxima) (10).

Dentro de las LIOf, podemos dividir las en aquellas de cámara anterior y cámara posterior. Si bien las LIOf de cámara anterior han demostrado buenos resultados refractivos a largo plazo (5), existen pocos reportes sobre su calidad visual (11). Dentro de éstas, es la lente Artiflex la que está disponible en la actualidad. Se han reportado excelentes niveles de satisfacción visual tras el implante de esta lente para la corrección de miopía (12-14). Sin embargo, la elección de LIOf de cámara anterior para la corrección de ametropías hoy día ha disminuido debido a complicaciones descritas como la uveítis, afectación endotelial o glaucoma secundario (15).

Dentro de las LIOf, las de cámara posterior parecen ser la opción quirúrgica más elegida por los cirujanos para corregir ametropías donde no se considere la opción de una lente intraocular sustitutiva o cirugía corneal (15). Dentro de éstas, la LIOf Visian ICL STAAR surgical (implantable collamer lens, por sus siglas del inglés) es por mucho, la más empleada de todas, alcanzando la cifra de 2 millones de implantes en 2022 en todo el mundo (16,17), la que más evidencia ha demostrado y sobre la que abordaremos a lo largo de este capítulo.

CALIDAD VISUAL OBJETIVA EN ICL

Varios estudios han demostrado la seguridad, eficacia y excelentes resultados visuales conseguidos tras el implante de ICL, en su mayoría centrados en la corrección de la miopía y astigmatismo (18). De hecho, ha sido demostrado que mejora la agudeza visual (AV) cinética, definida como la capacidad de ver objetos que se acercan de frente. Una de las razones de la mejora en la AV tanto cinética como estática podría ser la influencia de la magnificación retiniana al estar localizada la ICL más cerca del punto nodal del ojo (5,19).

Respecto a las HOAs Shimizu y cols. (20), observaron que la inducción media de HOA fue $0,02 \pm 0,05 \mu\text{m}$ y $0,08 \pm 0,10 \mu\text{m}$, para pupilas de 4,0 y 6,0 mm, respectivamente. En este estudio concluyeron que el modelo V4c era equivalente al modelo de ICL sin agujero con respecto a la inducción de HOA.

Huseynova y cols. (21), en una muestra de 44 ojos observaron una inducción media de HOA $0,15 \mu\text{m}$ y $0,73 \mu\text{m}$, para pupilas de 4,0 y 6,0 mm respectivamente. Chen y cols. (17), observaron que a los 5 años del postoperatorio, el OSI fue de $1,5 \pm 1,2$; el SR fue $0,17 \pm 0,06$ y la MTF fue $29,84 \pm 11,19$ ciclos por grado (cpd). Chen y cols. (17), a los cinco años demostraron que la aberración esférica (AE) total, el coma, el trefoil y las HOA fueron $0,05 \pm 0,10$, $0,09 \pm 0,11$, $0,21 \pm 0,13$ y $0,28 \pm 0,28 \mu\text{m}$, respectivamente. Otros autores han descrito resultados parecidos (22-24). Por lo tanto, en general parece observarse que la inducción de HOA total es mínima, habiéndose demostrado en la mayoría de los estudios que estas no son superiores al preoperatorio y que su posible aumento parece ser debido al acto quirúrgico en sí más que a la inducción por la propia LIOf (a excepción de poderes elevados) (25). De hecho, la incisión corneal y la inclinación de la ICL pueden estar relacionadas con el aumento de las aberraciones simétricas no rotacionales como el coma (26). Sin embargo, es igualmente cierto que ciertas aberraciones específicas, como el cuadrafoil, el trifoil o la AE pueden aumentar (27).

Respecto a la MTF y el SR (24,28), se ha demostrado que el puerto central, no afecta en banco óptico a la MTF, ni en la clínica a las medidas de sensibilidad al contraste (20,21,29). Por lo que se puede sugerir que no hay ningún efecto clínicamente relevante debido a la presencia del orificio central.

Kamiya y cols. (28), analizaron 28 ojos a los que se les implantó el modelo V4c ICL tres meses después de la cirugía encontrando los siguientes valores: $26,21 \pm 8,32$ cpd y $0,16 \pm 0,04$ respectivamente. Interesantemente, observaron que en un subgrupo a los que les implantaron ICL sin agujero central, no había diferencias significativas. Park y cols. (22) en 46 ojos con el describieron resultados similares: $33,42 \pm 9,20$ cpd y $0,19 \pm 0,06$. Igualmente, el grupo sin agujero central obtuvo resultados similares, concluyéndose de nuevo que el agujero central no influye en la calidad óptica de la lente. Chen y cols. (17), observaron que a los 5 años del postoperatorio, el OSI fue de $1,5 \pm 1,2$; el SR fue $0,17 \pm 0,06$ y el límite de MTF fue $29,84 \pm 11,19$ cpd. Baptista y cols. (11), observaron una MTF media $26,91 \pm 9,2$ la cual fue similar al grupo implantado con Artiflex ($26,51 \pm 11,9$). Aruma y cols. (30), (MTF: $36,60 \pm 9,39$ / SR $0,20 \pm 0,06$) y Chen y cols. (31) (MTF: $37,00 \pm 7,96$ / SR $0,21 \pm 0,05$) reportan resultados similares. Toda esta información está magníficamente recogida en la revisión realizada por Montés-Micó y cols. (24).

CALIDAD VISUAL SUBJETIVA

Se ha reportado que la calidad de vida general, la satisfacción y la función visual, particularmente con respecto a los deportes y la confianza en uno mismo mejora significativamente tras procedimientos ICL en pacientes miopes (32-34). La mayor parte la literatura reporta mejoras en cuestionarios de calidad visual y de vida (QoV y QoL) a pesar de la dificultad transitoria para realizar actividades en condiciones mesópicas (16).

Sin embargo, tras el implante de la ICL, especialmente con el nuevo modelo, parecen existir ciertas alteraciones visuales subjetivas, en forma de disforopsia en anillo debido a la refracción de la luz en la estructura del orificio central (35). Además, se han descrito con relativa frecuencia otros síntomas visuales como halos, glare y estallido de starburst (36). Sin embargo, aunque estos síntomas visuales tipo halos o glare, pueden estar presentes a los 3-6 meses o incluso más prolongado en el tiempo, tras el implante de ICL, su impacto subjetivo disminuye con el tiempo (32), generando en la mayoría de los pacientes únicamente molestias menores (36).

En general, los niveles de satisfacción tras ICL son excelentes. Basados en QoV, Mohr y cols. (36), en 81 pacientes con período medio de seguimiento de 19 ± 14 meses, en este observaron que la puntuación de frecuencia media fue $35,5 \pm 11,3$ (rango: 15 a 64), la puntuación media de gravedad fue $32,2 \pm 11,1$ (rango: 13 a 68), y la puntuación media de molestia fue de $23,3 \pm 16,1$ (rango: 0 a 68). Aunque el síntoma más frecuente fueron los halos, que fue experimentado por el 90,1 % de los pacientes, la mayoría de los pacientes clasificó la frecuencia de los halos como «ocasionalmente» (66,7 %), mientras que 5 pacientes (6,2 %) experimentaron halos «muy a menudo» (36). Característicamente observaron que la mayor edad se asociaba a mayor riesgo de perturbación por los halos. El estudio más reciente hasta la fecha (17) publicó que un 98,2 % de los pacientes a los 5 años de haber estado operado con ICL por miopía estaban satisfechos con su cirugía y un 90,9 % la repetiría. La calidad visual tras el implante de una LIOF ICL puede depender de varios factores clave:

Material y diseño

La lente ICL es una lente monobloque compuesta por un material copolímero acrílico hidrofílico libre de colágeno porcino con protección ultravioleta (16).

Se ha sugerido que su bajo índice de refracción (1,45) podría reducir la disforopsias postoperatorias. Sin embargo, no se ha demostrado que este hecho sea clínicamente significativo (16,37).

Ubicación y posición de la lente dentro del ojo

La ubicación dentro en la cámara posterior genera magnificación previamente comentada con su correspondiente mejora en la AV. El diseño de la estructura de la ICL le permite tener estabilidad, lo cual resulta fundamental tanto para la precisión refractiva como para la seguridad para evitar el contacto con el cristalino (15). Durante la implantación de la ICL sus cuatro hápticos se colocan en el surco ciliar. Sin embargo, algunas series han descrito que sólo un 21,6 % (29/134) de los ojos tenían los hápticos correctamente colocados (36,38). De hecho, se ha descrito que el descentramiento de la ICL con puerto central sí puede afectar a la calidad visual, aumentando las disforopsias y obteniendo peores resultados en los cuestionarios QoV (18,39,40).

Diámetro pupilar y zona óptica

El diámetro de la óptica estándar varía con la potencia dióptrica, de 4,9 mm a 5,8 mm y de 5,0 mm a 6,1 mm para los modelos EVO y EVO+, respectivamente. Entre las ventajas de su versión más reciente (EVO+), se incluye un diámetro óptico más grande que puede beneficiar a pacientes con pupilas más grandes (26).

Estudios recientes han indicado que la diferencia entre el tamaño de la pupila mesópica y el diámetro óptico de la lente es un posible factor de riesgo para los trastornos de visión nocturna como los halos y para peores resultados en cuestionarios de calidad visual (41). Este fenómeno se ha asociado con la zona de transición que rodea la zona óptica, que aparece cuando el diámetro de la pupila es mayor que el diámetro funcional de la óptica. Por lo tanto, cuanto mayor sea el área de óptica, menor es el factor de riesgo de la percepción de halos (26,41).

Diseño esférico (EVO Viva ICL EDOF)

Recientemente la casa comercial STAAR ha lanzado al mercado la lente ICL EDOF para el manejo de la miopía y la presbicia. Su diseño pretende ampliar

la profundidad de foco a través de un diseño esférico (42,43). En el estudio más reciente (43) los autores observaron que la media monocular y binocular de la mejor agudeza visual corregida (AVMC) fue de $0,04 \pm 0,06$ y $0,02 \pm 0,03$ logMAR, respectivamente. Todos los pacientes alcanzaron una AVMC de 0,2 logMAR o mejor en todo el rango de vergencia de (+0,50 a -1,50 D), y el 85 % de los casos 0,1 logMAR o mejor en este rango de vergencias. En una vergencia de -2,00 D, la AVMC fue de $0,15 \pm 0,12$ logMAR, el 95 % de los casos alcanzó una AVMC de 0,3 logMAR o mejor, y el 80 % de los ojos logró 0,2 logMAR o mejor. En una vergencia de -2,50 D, la AVMC fue de $0,27 \pm 0,14$ logMAR, y el 95 % y el 70 % de los casos alcanzaron una AVMC de 0,4 logMAR o mejor y 0,3 logMAR o mejor, respectivamente. Observaron que el implante de la lente indujo, en promedio, una AE de $-0,34 \pm 0,08$ μm para 4,5 mm de pupila y generó una aberración media de coma de $0,24 \pm 0,17$ μm . Los resultados aberrométricos confirmaron que esta ICL busca mejorar la visión intermedia y cercana a través de un aumento de AE. Sin embargo, el coma inducido puede ser un efecto no deseado de la desalineación de la ICL (43). Por lo que será necesario en próximos estudios establecer la tolerancia al desplazamiento de esta lente ya que su centrado juega un papel crucial para lograr un buen rendimiento visual.

ICL vs cirugía refractiva corneal

La seguridad, eficacia y predictibilidad de la cirugía refractiva corneal, así como del implante de LIOF está ampliamente probada, sin embargo, hay menos reportado sobre la calidad visual postoperatoria respecto a técnicas corneales y a LIOF. Los resultados objetivos de calidad visual, en términos de sensibilidad al contraste y HOAs, han demostrado que ICL es superior comparado con PRK, LASIK, femto-LASIK y SMILE en correcciones miópicas altas (25,44,45). Se ha descrito que la cirugía refractiva corneal induce más HOAs, especialmente AE y coma en comparación con ICL. Este hecho podría explicarse porque el implante de la ICL mantiene la proclividad corneal (44). Otro punto a tener en cuenta es la zona óptica como vimos anteriormente. Un estudio interesante (25), comparó la calidad visual entre SMILE e ICL observando que las HOAs inducidas por ICL eran menores que con SMILE. Entre otras razones, en su estudio los autores determinaron que, en términos de zona óptica efectiva

en el plano corneal, la de ICL es mayor que la de SMILE y esto teóricamente podría resultar en una menor inducción de HOAs con ICL (25). En un reciente metaanálisis (46) que comparó ICL vs SMILE se demostró que las HOA del grupo ICL fue significativamente menor que la del grupo SMILE 1 semana y 6 meses después de la cirugía ($P < 0,00001$ y $P = 0,003$, respectivamente). El grupo ICL también obtuvo un menor coma entre 1 semana y 12 meses después de la cirugía (todos $p < 0,01$). Niu y cols. (47), compararon ICL V4c y SMILE en pacientes con equivalentes esféricos similares y observaron que la MTF en el grupo V4c ICL ($40,65 \pm 7,31$ cpd) era significativamente mayor que la encontrada en el grupo SMILE ($37,10 \pm 5,99$ cpd) un año tras la cirugía ($P = 0,022$). Un estudio similar fue realizado por Aruma y cols. (30), quienes observaron una MTF de $36,05 \pm 9,76$ cpd (entre 16,99 y 52,62 cpd) en el grupo SMILE, que fue significativamente menor que la del grupo ICL: $36,60 \pm 9,39$ cpd (entre 12,84 y 53,45 cpd, $P = 0,001$). En el mismo metaanálisis (46) previamente mencionado, se observó que el grupo ICL tuvo un valor de MTF y se sensibilidad al contraste más alto al año post cirugía. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la frecuencia de los síntomas visuales ($p = 0,33$) ni en la gravedad de los mismos ($p = 0,78$).

Al analizar SMILE, FS-LASIK e ICL, Du y cols. (7), observaron que los síntomas visuales experimentados, que con mayor frecuencia se presentan a los tres meses del postoperatorio, solían ser el deslumbramiento, fluctuaciones en la visión y halos. No encontraron diferencias significativas en el cuestionario QoV entre las tres técnicas, siendo el deslumbramiento la queja más frecuentemente descrita. Los pacientes con más halos fueron los intervenidos con ICL. Sin embargo, los síntomas eran leves y a nivel de molestias no había diferencias entre los procedimientos. Además, observaron que tener un mayor tamaño de pupila mesópica y un mayor residual miópico fueron factores de riesgo para peor calidad visual respecto a los deslumbramientos (7).

En la reciente revisión de Montés-Mico y cols. (24), se determinó que en comparación a otros procedimientos quirúrgicos refractivos corneales, la ICL induce menos HOA que el LASIK guiado por frente de onda y SMILE y que la MTF es mayor en comparación a SMILE.

Como conclusión se podría destacar que los excelentes resultados de calidad óptica observados en la evidencia respaldan el uso del modelo V4c ICL. Dife-

rentes estudios consideraron que no existe un cambio clínicamente significativo en la calidad óptica después de la implantación de V4c ICL en función de algunos parámetros como HOA, MTF y SR. Además, los reportes obtenidos sobre la calidad visual subjetiva son favorables. Igualmente, la literatura recoge que el modelo actual es similar al modelo sin agujero, respecto a estos parámetros de calidad óptica, concluyéndose que este tipo de tecnología es eficaz, además de seguro para los pacientes candidatos para este tipo de intervención quirúrgica.

BIBLIOGRAFÍA

- Ang M, Gatinel D, Reinstein DZ, et al. Refractive surgery beyond 2020. *Eye*. 2021; 35(2): 362-382.
- Lee MD, Leibold C ME. Patient-Reported Outcomes With Wavefront-Guided Laser in Situ Keratomileusis (PROWL) Study Outcomes From a Single Institution. *J Refract Surg*. 2023; 39(3): 198-204.
- Joffe SN. The 25th anniversary of laser vision correction in the United States. *Clin Ophthalmol*. 2021; 15: 1163-1172.
- Packer M. The implantable collamer lens with a central port: Review of the literature. *Clin Ophthalmol*. 2018; 12: 2427-2438.
- Moshirfar M, Webster CR, Ronquillo YC. Phakic intraocular lenses: An update and review for the treatment of myopia and myopic astigmatism in the United States. *Curr Opin Ophthalmol*. 2022; 33(5): 453-463.
- Barsam A, Allan BDS. Excimer laser refractive surgery versus phakic intraocular lenses for the correction of moderate to high myopia. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;2014(6).
- Du H, Zhang B, Wang Z, et al. Quality of vision after myopic refractive surgeries: SMILE, FS-LASIK, and ICL. *BMC Ophthalmol*. 2023; 23(1): 1-10.
- Castillo A, González LM, Verdejo del Rey A et al. Concepto de calidad visual. Medida de función visual. SECOIR. Published online 2011:261-267.
- Artal P, Benito A, Pérez GM, et al. An objective scatter index based on double-pass retinal images of a point source to classify cataracts. *PLoS One*. 2011; 6(2): 1-7.
- McAlinden C, Pesudovs K, Moore JE. The development of an instrument to measure quality of vision: The quality of vision (QoV) questionnaire. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2010; 51(11): 5537-5545.
- Baptista PM, Monteiro S, Abreu AC, et al. Visian® iclv4c™ and artiflex®: Comparative analysis with the hd analysertm and integration with subjective performance and anatomical parameters. *Clin Ophthalmol*. 2020; 14: 4541-4549.
- Tahzib NG, Bootsma SJ, Eggink F, et al. Functional Outcome and Patient Satisfaction After Artisan Phakic Intraocular Lens Implantation for the Correction of Myopia. *Am J Ophthalmol*. 2006;142(1).
- El Danasoury M Alaa, El Maghraby Akef OGT. Comparison of Iris-fixed Artisan Lens Implantation with Excimer Laser In Situ Keratomileusis in Correcting Myopia. *Ophthalmology*. 2002; 6420(02): 955-964.
- Maleceze FJ, Hulin H BP et al. A Randomized Paired Eye Comparison of Two Techniques for Treating Moderately High Myopia. *Ophthalmology*. 2002; 6420(02): 1622-1630.
- Fernández-Vegal LAJ. Cirugía refractiva del cristalino. *96 Ponon Of la Soc Española Oftalmol*. Published online 2020. doi:ISBN: 978-84-89085-75-6.
- Wannapanich T, Kasetsuwan N, Reinprayoon U. Intraocular Implantable Collamer Lens with a Central Hole Implantation: Safety, Efficacy, and Patient Outcomes. *Clin Ophthalmol*. 2023; 17(March): 969-980.
- Chen X, Li L, Rao J, et al. Long-term observation on safety and visual quality of implantable collamer lens V4c implantation for myopia correction: a 5-year follow-up. *Int J Ophthalmol*. 2023; 16(7): 1123-1129.
- Chen X, Lin IC, Miao H, et al. Effects of decentration of implantable collamer lens V4c on visual quality with OPD-Scan III aberrometer. *Am J Ophthalmol*. Published online 2023.
- Kato S, Shimizu K, Igarashi A KT. Kinetic visual acuity, stereopsis, and ocular deviation with an implantable collamer lens. *J Cataract Refract Surg*. 2019; 45(12): 1777-1781.
- Shimizu K, Kamiya K, Igarashi A et al. Intraindividual comparison of visual performance after posterior chamber phakic intraocular lens with and without a central hole implantation for moderate to high myopia. *Am J Ophthalmol*. 2012; 154(3): 486-494.
- Huseynova T, Ozaki S IT et al. Comparative study of 2 types of implantable collamer lenses, 1 with and 1 without a central artificial hole. *Am J Ophthalmol*. 2014; 157(6): 1136-1143.
- Park MJ, Jeon HM, Lee KH, et al. Comparison of postoperative optical quality according to the degree of decentering of V4c implantable collamer lens. *Int J Ophthalmol*. 2017; 10(4): 619-623.
- Liu HT, Zhou Z, Luo WQ, et al. Comparison of optical quality after implantable collamer lens implantation and wavefront-guided laser in situ keratomileusis. *Int J Ophthalmol*. 2018; 11(4): 656-661.
- Montés-Micó R, Pastor-Pascual F, Artiaga-Elordi E, et al. In vivo optical quality of posterior-chamber phakic implantable collamer lenses with a central port. *Eye Vis*. 2021; 8(1): 4-11.
- Wei R, Li M, Zhang H, Al E. Comparison of objective and subjective visual quality early after implantable collamer lens V4c (ICL V4c) and small incision lenticule extraction (SMILE) for high myopia correction. *Acta Ophthalmol*. 2020; 98(8): e943-e950.
- Dominguez-Vicent A, Ferrer-Blasco T PVC et al. Optical quality comparison between 2 collagen copolymer posterior chamber phakic intraocular lens designs. *J Cataract Refract Surg*. 2015; 41((6)): 1268-1278.
- Wan T, Yin H, Wu Z, et al. Comparative Study of Implantable Collamer Lens Implantation in Treating Four Degrees of Myopia: Six-Month Observation of Visual Results, Higher-Order Aberrations, and Amplitude of Accommodation. *Curr Eye Res*. 2020; 45(7): 839-846.
- Kamiya K, Shimizu K, Saito A, et al. Comparison of Optical Quality and Intraocular Scattering after Posterior Chamber Phakic Intraocular Lens with and without a Central Hole (Hole ICL and Conventional ICL) Implantation Using the Double-Pass Instrument. *PLoS One*. 2013; 8(6): 1-5.
- Shimizu K, Kamiya K, Igarashi A et al. Long-term comparison of posterior chamber phakic intraocular lens with and without a central hole (hole ICL and conventional ICL) implantation for moderate to high myopia and myopic astigmatism: consort-compliant article. *Med (Baltimore)*. 2016; 95(14): e3270.
- Aruma A, Li M, Choi J, et al. Visual outcomes after small incision lenticule extraction and implantable collamer lens V4c for moderate myopia: 1-year results. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021; 259(8): 2431-2440.

31. Chen X, Wang X, Naidu RK, et al. Effect of brimonidine tartrate 0.2 % ophthalmic solution on visual quality after implantable collamer lens implantation with a central hole. *Int Ophthalmol.* 2021; 41(1): 293-301.
32. leong A, Hau SCH, Rubin GS. Quality of Life in High Myopia before and after Implantable Collamer Lens Implantation. *OPHTHA.* 2010; 117(12): 2295-2300.
33. Haiting C. Long-Term Clinical Observation of Posterior Chamber Phakic. *Eye Contact Lens.* 2018; 44(November): 365-369.
34. Iijima A, Shimizu K, Yamagishi M, et al. Assessment of subjective intraocular forward scattering and quality of vision after posterior chamber phakic intraocular lens with a central hole (Hole ICL) implantation. *Acta Ophthalmol.* 2016; 94(8): e716-e720.
35. Eom Y, Kim DW, Ryu D et al. Ring-shaped dysphotopsia associated with posterior chamber phakic implantable collamer lenses with a central hole. *Acta Ophthalmol.* 2017; 95(3): e170-e178.
36. Mohr N, Dirisamer M, Siedlecki J, et al. Determinants of Subjective Quality of Vision After Phakic Intraocular Lens Implantation. *J Refract Surg.* 2022; 38(5): 280-287.
37. JA. D. Positive and negative dysphotopsia in patients with acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2000; 26(9): 1346-1355.
38. Zhang X, Chen X, Wang X et al. Analysis of intraocular positions of posterior implantable collamer lens by full-scale ultrasound biomicroscopy. *BMC Ophthalmol.* 2018;18(114).
39. Martínez-Plaza E, López-Miguel A, López-De la Rosa A, et al. EVO+ Implantable Collamer Lens KS-aquaPORT Location, Stability, and Impact on Quality of Vision and Life. *J Refract Surg.* 2022; 38(3): 177-183.
40. Niu L, Zhang Z, Miao H, et al. Effects of tilt and decentration of Visian Implantable Collamer Lens (ICL V4c) on visual quality : an observational study. *BMC Ophthalmol.* Published online 2022:1-9.
41. Zhang Q, Wu Y, Huang H, et al. The influence of pupil diameter upon and subjective quality of vision following implantable collamer lens (ICL V4c) implantation: An observational study. *Med (United States).* 2023; 102(40): E35198.
42. Packer M, Alfonso JF, Aramberri J, Al E. Performance and Safety of the Extended Depth of Focus Implantable Collamer® Lens (EDOF ICL) in Phakic Subjects with Presbyopia. *Clin Ophthalmol.* 2020; 18(14): 2717-2730.
43. Alfonso JF, Fernández-Vega-Cueto L, Lisa C, et al. Clinical and Aberrometric Outcomes of a New Implantable Collamer Lens for Myopia and Presbyopia Correction in Phakic Patients. *J Refract Surg.* 2023; 39(9): 589-596.
44. Chen D, Zhao X CY et al. Comparison of Visual Outcomes and Optical Quality of Femtosecond Laser-Assisted SMILE and Visian Implantable Collamer Lens (ICL V4c) Implantation for Moderate to High Myopia: A Meta-analysis. *J Refract Surg.* 2022; 38(6): 332-338.
45. Siedlecki J, Schmelter V, Mayer WJ, Schworm B, Priglinger SG, Dirisamer M. SMILE Versus Implantable Collamer Lens Comparative Study. *J Refract Surg.* 2020; 36(3): 150-159.
46. Li HY, Ye Z, Li ZH. Postoperative efficacy, safety, predictability, and visual quality of implantable collamer lens implantation versus small incision lenticule extraction in myopic eyes: a Metaanalysis. *Int J Ophthalmol.* 2023; 16(3): 442-452.
47. Niu L, Miao H, Tian M, et al. One-year visual outcomes and optical quality of femtosecond laser small incision lenticule extraction and Visian Implantable Collamer Lens (ICL V4c) implantation for high myopia. *Acta Ophthalmol.* 2020; 98(6): e662-e667.