

## CAPÍTULO 4.6

# TÉCNICA INTRACOR PARA EL TRATAMIENTO DE LA PRESBICIA

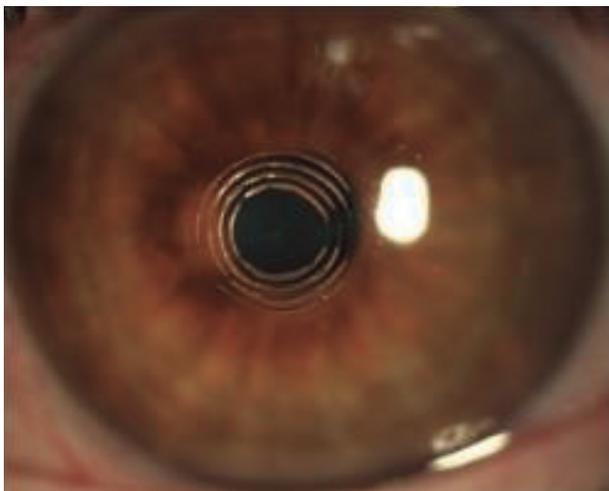
David Antolín García

## INTRODUCCIÓN

La técnica INTRACOR consiste en la utilización del láser de femtosegundo (LFS) para realizar el corte de 5 anillos concéntricos en el estroma central de la córnea, entre la capa de Bowman y la membrana de Descemet (1). El epitelio y la capa de Bowman permanecen intactos, con lo que se produce una disminución del riesgo de infección y cicatrización corneales (2).

La plataforma utilizada para ello es exclusivamente el LFS Technolas® 520F (Technolas Perfect Vision GmbH, Munich, Alemania) (3).

El objetivo de la técnica INTRACOR es producir un leve encorvamiento de la córnea central, con la inducción de una aberración esférica negativa, con un aumento de la profundidad de campo de aproximadamente 1,5 a 2 dioptrías (D), y por tanto una



**Figura 1.** Tratamiento INTRACOR para la corrección de la presbicia. Obsérvense los 5 círculos concéntricos tallados en el interior del centro de la córnea con el láser de femtosegundo Technolas®.

mejoría de la visión espontánea en las distancias intermedia y cercana (1).

Fue descrita por primera vez por Ruiz et al. en el año 2009 (4), y los primeros resultados obtenidos sugirieron una mejoría estable de la agudeza visual cercana respetando la integridad corneal. Sin embargo, dichos resultados se acompañaban de pérdida de líneas en la agudeza visual lejana corregida (CDVA, por sus siglas en inglés) (2) y ciertos efectos secundarios que describiremos más adelante.

## TÉCNICA QUIRÚRGICA (4,5)

Bajo anestesia tópica, por un proceso de fotodisrupción localizada, **el LFS Technolas® crea 5 incisiones con la forma de anillos concéntricos en el área entre los 1,8 y 4 mm centrales de la córnea**, a diferentes profundidades intraestromales según un nomograma basado en la curvatura corneal y la paquimetría, **empezando sobre la membrana de Descemet y terminando aproximadamente 100 µm por debajo de la capa de Bowman**. Para ello, el LFS proporciona pulsos de 600-700 femtosegundos de duración, a una longitud de onda de 1.053 nm y un máximo de 6 µJ de energía.

La referencia de centrado para el tratamiento INTRACOR se realiza marcando el eje visual mediante la primera imagen de Purkinje. Tras el tratamiento se instila un colirio de dexametasona 5 veces al día durante una semana.

## INDICACIONES (1)

El tratamiento INTRACOR se aplica sólo en el ojo no dominante afecto de hipermetropía leve (de +0,5

a +1,25 D) y astigmatismo de 0,5 D o menor. Si la aplicación se realiza en el ojo no dominante emétopo se asumirá una leve miopización.

Los criterios de selección son los siguientes: pacientes afectos de hipermetropía entre +0,5 D y +1,25 D, con una adición mínima de cerca de +2,00 D a 40 cm, astigmatismo subjetivo menor de 0,5 D, CDVA de al menos 20/25 y grosor corneal mínimo de 500  $\mu\text{m}$  (2).

Dado que el tratamiento es irreversible la indicación debe ser muy estricta. No se recomienda el tratamiento bilateral (1), pero sí se recomienda realizar una prueba de tolerancia al desenfoque en el ojo a tratar (1).

Las contraindicaciones según la Comisión Alemana de Cirugía Refractiva (KRC) son: grosor corneal inferior a 500  $\mu\text{m}$ , ectasia corneal, catarata sintomática, glaucoma con daño pronunciado del campo visual, degeneración macular asociada a la edad exudativa y menores de 18 años (1).

## RESULTADOS

El principio del tratamiento se basa en que la presión intraocular presionará la porción más interna de la córnea hacia delante en torno a 5-8  $\mu\text{m}$ , resultando en un encorvamiento central de la córnea sin alterar la periferia. Esto produce un aumento de la aberración esférica negativa del centro de la córnea, lo que incrementa la profundidad de foco, resultando en una mejoría de la visión cercana (4,5). No hay

correlación directa entre los cambios de agudeza visual cercana ni lejana con los cambios en la curvatura corneal ni en la asfericidad corneal (valor Q) (6).

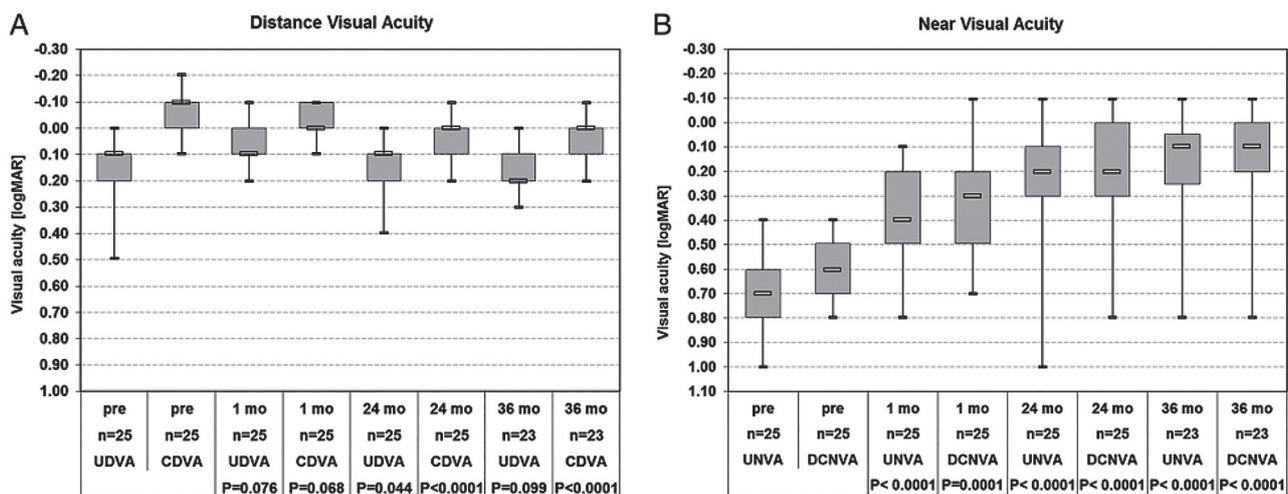
El procedimiento se ha recomendado para su realización unilateral en el ojo no dominante, aunque se ha realizado en ocasiones de manera bilateral (2,4-7).

Los estudios previos de Ruiz (4), Holzer (5,8) y Menassa (6), proporcionando los primeros resultados con hasta 18 meses de seguimiento, se vieron completados con el ensayo clínico realizado por el mismo grupo que completaba el seguimiento hasta los 36 meses (2), y que detallaremos a continuación.

El equivalente esférico sufre un cambio miópico transitorio, siendo los resultados a 12 y 24 meses levemente miópicos, aunque a los 36 meses no parece haber diferencia con los valores preoperatorios. El cilindro postoperatorio no varía (2,4,5).

La agudeza visual lejana no corregida (UDVA, por sus siglas en inglés) y la CDVA monoculares en los ojos tratados sufren una pérdida mediana de una línea (fig. 2A); en UDVA binocular no se aprecian diferencias significativas en los valores medios, aunque un 7% de los pacientes pierden 2 líneas y un 21% pierden 1 línea. En CDVA binocular el 29% de pacientes pierden 1 línea (tabla 1) (2). En la figura 3 se muestran los valores de la UDVA acumulada (fig. 3A) y la CDVA acumulada (fig. 3B) alcanzada con la técnica INTRACOR.

La agudeza visual cercana no corregida (UNVA) y corregida para visión lejana (DCNVA) mejoran



**Figura 2.** Diagrama de cajas representando la agudeza visual no corregida y corregida lejana (A) y cercana (B) (2). Cada diagrama de cajas representa, de arriba abajo, el valor máximo, el percentil 75, la mediana, el percentil 25, y el valor mínimo.

**Tabla 1. Porcentaje de líneas perdidas y ganadas en la agudeza visual monocular (A) y en la agudeza visual binocular (B) con la técnica INTRACOR (2)**

	-3 (%)	-2 (%)	-1 (%)	0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	6 (%)	7 (%)	8 (%)
<b>(A) Lines lost/gained (monocular, treated eye, preop vs 36 months, n = 23)</b>												
UDVA	4	17	30	22	22	0	0	0	4	0	0	0
CDVA	0	22	43	35	0	0	0	0	0	0	0	0
UNVA	0	0	0	0	4	0	13	4	35	17	17	9
DCNVA	0	0	0	4	4	4	13	30	17	17	9	0
CNVA	4	9	39	39	9	0	0	0	0	0	0	0
<b>(B) Lines lost/gained (binocular, preop vs 36 months, n = 14)</b>												
UDVA	0	7	21	50	14	7	0	0	0	0	0	0
CDVA	0	0	29	71	0	0	0	0	0	0	0	0
UNVA	0	0	0	0	0	0	14	7	29	21	21	7
DCNVA	0	0	0	0	7	7	14	29	21	14	7	0
CNVA	0	0	29	57	14	0	0	0	0	0	0	0

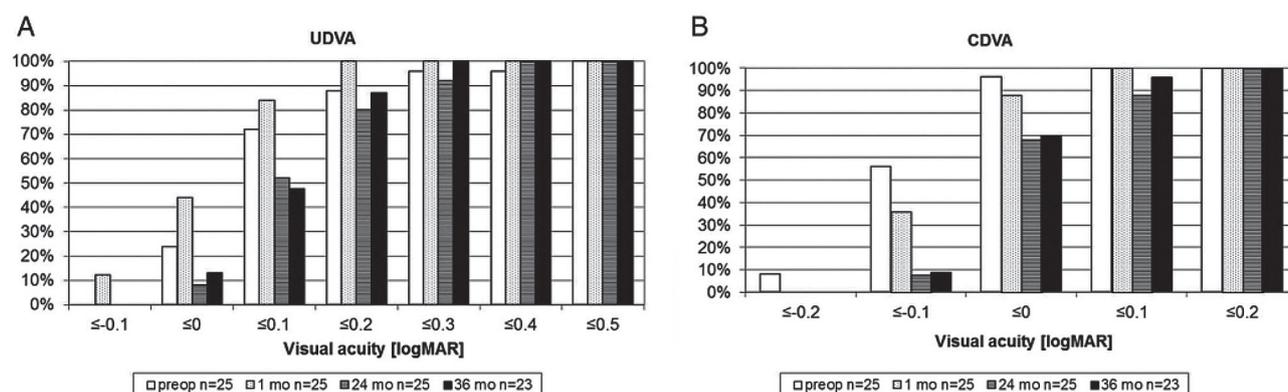
CDVA = Agudeza visual lejana corregida; CNVA = Agudeza visual cercana corregida; DCNVA = Agudeza visual cercana corregida para visión lejana; mo = Meses; pre = Preoperatoria; UDVA = Agudeza visual lejana no corregida; UNVA = Agudeza visual cercana no corregida.

una mediana de 4 y 5 líneas, respectivamente (fig. 2B) (2). Existe una variabilidad en la ganancia de UNVA, habiendo un grupo de pacientes que solo ganan de 1 a 3 líneas, sin que se identifiquen factores pre o postoperatorios que se correlacionen directamente con este hecho (5).

La agudeza visual cercana corregida (CNVA) monocular en los ojos tratados sufre una pérdida de una línea comparada con los valores preoperatorios y que permanece estable desde el primer mes hasta el mes 36, permaneciendo invariable en binocular en cuanto a sus valores medianos (pese a ello, el 29% de los pacientes sufre una pérdida de una línea en dicha CNVA con respecto a los valores preoperatorios) (tabla 1) (2).

La UNVA binocular mejora desde los valores preoperatorios (medianas desde 0,70 logMAR pre a 0,05 postquirúrgica) y la DCNVA binocular también (desde 0,55 logMAR preoperatoria a una mediana de 0,10 LogMAR postquirúrgica) (2). A pesar de ello no se puede asegurar a los pacientes que en todos los casos puedan abandonar la necesidad de las gafas de lectura.

El análisis de dispersión de luz (C-Quant) no cambió significativamente en el transcurso del estudio a 36 meses de seguimiento (2). La técnica produce un efecto de reducción en los ojos tratados de la sensibilidad al contraste en condiciones mesópicas y un aumento de sensibilidad al deslum-



**Figura 3. Gráfico representando la agudeza visual lejana no corregida acumulada (A) y la agudeza visual lejana corregida acumulada (B).** UDVA = Agudeza visual lejana no corregida; CDVA = Agudeza visual lejana corregida; mo = Meses; pre = Preoperatoria.

bramiento que puede afectar a la capacidad de conducción (9,10).

La curvatura corneal central experimenta un incremento variable entre 1,10 y 1,50 D, aumentando durante los primeros 12 meses y permaneciendo estable a los 36 meses postoperatorios (2,5). La asfericidad corneal (valor Q en los 6 mm centrales) aumenta ligeramente en los 12 primeros meses. La aberración esférica negativa aumenta durante los primeros 12 meses (5). La paquimetría corneal central Scheimpflug se engruesa una mediana de 14  $\mu\text{m}$ , lo que puede estar relacionado con un proceso de cicatrización activado por el tratamiento, mientras que el recuento endotelial no se ve afectado (2). La cicatrización corneal puede conducir a opacidad (*haze*) corneal tardío (7). El encorvamiento central levemente irregular de la córnea es el principal responsable de la pérdida de líneas de agudeza visual lejana (2).

Los cambios queratométricos no afectan excesivamente al cálculo de lentes intraoculares (LIO) tras INTRACOR. La cirugía de catarata puede en principio realizarse sin más precauciones adicionales que elegir la lente con potencia negativa más cercana a la emetropía para paliar el leve aumento de probabilidad de infraestimación de la potencia de LIO calculada (11,12). Existe un caso descrito de cirugía de cristalino en el que el implante de una LIO estenopéica IC-8 (AcuFocus, Irvine, CA, USA) en el ojo tratado previamente con INTRACOR junto con el de una LIO de profundidad de foco aumentado AcrySof IQ Vivity IOL (Alcon, Fort Worth, TX, USA) en el contralateral fueron clínicamente eficaces para mejorar la presbicia (13).

Tras el INTRACOR la correlación entre la refracción subjetiva y las medidas de autorrefractómetro es buena, a excepción del cilindro (evaluado con Nidek 660A, Nidek Co Ltd, Gamagori, Japón). Las diferencias son pequeñas y en general dentro del intervalo de confianza IC95 entre los valores pre y postoperatorios, aunque obliga a comprobar los resultados obtenidos (14).

Las aberraciones de alto orden (HOAs) no varían con el tratamiento. La aberración esférica negativa aumenta, especialmente en los primeros meses tras la intervención, conservándose un incremento neto a los 36 meses de seguimiento (2).

Las encuestas de satisfacción a 36 meses revelan un 92,86% de satisfacción y un 7,14% de insatisfacción, con un 85,71% de pacientes que se someterían de nuevo al tratamiento (2).

El intento de incrementar el efecto de la técnica aumentando el número de anillos a 6 para reducir la variabilidad en los resultados se acompañó con una mejoría de la UNVA (de 4 líneas con un patrón de 5 anillos a 6-7 líneas con el de 6 anillos) pero con mayores efectos secundarios en cuanto a pérdida de líneas de CDVA (3,6,15).

## COMPLICACIONES

La visión lejana puede deteriorarse significativamente, incluso con corrección, y pueden inducirse **fenómenos disfotópsicos** (2). La sensibilidad al contraste y el deslumbramiento empeoran, lo que puede comprometer la satisfacción de los pacientes y la capacidad de conducción nocturna.

Como efectos secundarios menos frecuentes pueden producirse cicatrización corneal excesiva con opacidad (*haze*) o descentramientos del tratamiento, que pueden cursar con astigmatismo irregular y pérdida visual significativa, cambios que pueden ser irreversibles (1,7). Los cambios corneales y la activación de los queratocitos se han documentado mediante microscopía confocal (16).

En los estudios iniciales se describió una leve reducción de la resistencia biomecánica [factor de resistencia corneal (CRF)], sin modificaciones de la histéresis (CH) (4). Sin embargo, se han descrito casos de ectasia en pacientes que han sido sometidos a INTRACOR como procedimiento único, lo que aviva la incertidumbre acerca de su repercusión sobre la estabilidad mecánica corneal (7,17,18). Hay descrito un caso de ectasia transitoria tras facoemulsificación en un ojo tratado por INTRACOR atribuido a un incremento de presión intraocular postoperatoria (19).

Asimismo, la combinación de INTRACOR y LASIK podría aumentar las probabilidades de ectasia corneal, existiendo un caso descrito en el que se produjo una importante afectación visual (20).

## CONCLUSIONES

Pese a que los resultados iniciales de INTRACOR fueron muy prometedores, la variabilidad y dificultad para la predicción de los mismos, la aparición de complicaciones y las dudas acerca de la posibilidad de retratamiento y reversión han puesto en cuestión esta modalidad de tratamiento (7,21).

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Kohnen T, Neuhann T, Knorz M, Kommission Refraktive Chirurgie. Evaluation and quality assurance of refractive surgery procedures by the German Ophthalmological Society and the Professional Association of German Ophthalmologists. Status: May 2011. *Ophthalmologie* 2011; 108: 869-882.
2. Thomas BC, Fitting A, Khoramnia R, et al. Long-term outcomes of intrastromal femtosecond laser presbyopia correction: 3-year results. *Br J Ophthalmol* 2016; 100: 1536-1541.
3. Moussa K, Jehangir N, Mannis T, et al. Corneal Refractive Procedures for the Treatment of Presbyopia. *Open Ophthalmol J* 2017; 11: 59-75.
4. Ruiz LA, Cepeda LM, Fuentes VC. Intrastromal correction of presbyopia using a femtosecond laser system. *J Refract Surg* 2009; 25: 847-854.
5. Holzer MP, Knorz MC, Tomalla M, et al. Intrastromal femtosecond laser presbyopia correction: 1-year results of a multicenter study. *J Refract Surg* 2012; 28: 182-188.
6. Menassa N, Fitting A, Auffarth GU, Holzer MP. Visual outcomes and corneal changes after intrastromal femtosecond laser correction of presbyopia. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 765-773.
7. Dukic A, Bohac M, Pasalic A, et al. Apparent Corneal Ectasia After Bilateral Intrastromal Femtosecond Laser Treatment for Presbyopia. *Cornea* 2016; 35: 1495-1498.
8. Khoramnia R, Holzer MP, Fitting A, et al. Functional results after bilateral intrastromal femtosecond laser correction of presbyopia. *Ophthalmologie* 2013; 110: 1163-1170.
9. Fitting A, Menassa N, Auffarth GU, Holzer MP. Effect of intrastromal correction of presbyopia with femtosecond laser (INTRACOR) on mesopic contrast sensitivity. *Ophthalmologie* 2012; 109: 1001-1007.
10. Mai EL, Lian IB, Chang DC. Assessment of contrast sensitivity loss after intrastromal femtosecond laser and LASIK procedure. *Int J Ophthalmol* 2016; 9: 1798-1801.
11. Fitting A, Rabsilber TM, Auffarth GU, Holzer MP. Cataract surgery after previous femtosecond laser intrastromal presbyopia treatment. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 1293-1297.
12. Rabsilber TM, Haigis W, Auffarth GU, et al. Intraocular lens power calculation after intrastromal femtosecond laser treatment for presbyopia: Theoretic approach. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 532-537.
13. Baur ID, Auffarth GU, Tabuz G, et al. Presbyopia correction after previous Intracor treatment: Combined implantation of a small-aperture and a non-diffractive extended-depth-of-focus lens. *Am J Ophthalmol Case Rep* 2022; 25: 101398.
14. Fitting A, Ehmer A, Rabsilber TM, et al. Agreement of subjective and objective refraction measurements following INTRACOR femtosecond laser treatment. *Ophthalmologie* 2011; 108: 852-858.
15. Khoramnia R, Fitting A, Rabsilber TM, et al. Intrastromal femtosecond laser surgical compensation of presbyopia with six intrastromal ring cuts: 3-year results. *Br J Ophthalmol* 2015; 99: 170-176.
16. Trinh L, Francoz M, Chong-Sit D, et al. Corneal imaging of intrastromal femtosecond laser treatment for presbyopia (Intracor®). *J Fr Ophthalmol* 2013; 36: 669-676.
17. Taneri S, Oehler S. Keratectasia after treating presbyopia with INTRACOR followed by SUPRACOR enhancement. *J Refract Surg* 2013; 29: 573-576.
18. Lun K, Ray M. Keratectasia After Presbyopia Treatment With INTRACOR. *Eye Contact Lens* 2018; 44 Suppl 1: S333-S336.
19. Chan TCY, Chan JCK, Lam NM, Chang JSM. Transient corneal ectasia after phacoemulsification in an eye with femtosecond intrastromal presbyopic treatment. *J Cataract Refract Surg* 2020; 46: 143-146.
20. Saad A, Grise-Dulac A, Gatinel D. Bilateral loss in the quality of vision associated with anterior corneal protrusion after hyperopic LASIK followed by intrastromal femtosecond laser-assisted incisions. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36: 1994-1998.
21. Arba Mosquera S, Alió JL. Presbyopic correction on the cornea. *Eye Vis (Lond)* 2014; 1: 5.

