

Monografía breve

Estrabismo y cirugía refractiva

Strabismus and refractive surgery

Laura Cabrejas¹, Rosita Lucia Wakfie Corieh², Andrea Guijarro²,
Ignacio Jiménez-Alfaro³

HU Fundación Jiménez Díaz

Resumen

Objetivo: Realizar una revisión bibliográfica actualizada sobre la cirugía refractiva como tratamiento para mejorar algunos tipos de estrabismo y como causa de descompensación y establecer recomendaciones para prevenirlo.

Métodos: Revisión bibliográfica.

Resultados: Existen pocos artículos publicados, la mayoría retrospectivos, sobre la eficacia de la cirugía refractiva en el tratamiento de la endotropía acomodativa, parcialmente acomodativa y en la exotropía. Los estudios publicados de diplopía y descompensación del estrabismo tras cirugía refractiva son escasos. Los cambios en la alineación ocular o diplopía son más frecuentes en pacientes con anisometropía, foria o estrabismo pre-existente y en miopía o hipermetropía elevada. Las causas principales de diplopía tras cirugía refractiva corneal son: problemas técnicos con el procedimiento quirúrgico, descompensación de un estrabismo preexistente, aniseiconia y monovisión iatrogénica. En un paciente operado de catarata con diplopía la primera causa es la anestesia local, seguida de descompensación de un estrabismo preexistente, privación sensorial y otras patologías oftalmológicas o sistémicas. En cirugía de presbicia, la monovisión inducida en pacientes con anisometropía elevada o un estrabismo preexistente puede provocar diplopía.

Es fundamental determinar el riesgo previo a la cirugía, para lo cual es necesario realizar una buena anamnesis y exploración física y en función de ello realizar las exploraciones complementarias pertinentes.

Conclusiones: La cirugía refractiva puede mejorar el ángulo de desviación de algunos tipos de estrabismo y a la vez ser causa de diplopía y descompensación de un estrabismo previo. En muchas ocasiones se puede prevenir, por lo que es fundamental una buena anamnesis y exploración oftalmológica.

Palabras clave: estrabismo, diplopía, cirugía refractiva, cirugía de catarata, monovisión.

Abstract

Objective: To carry out an updated literature review on refractive surgery as a treatment to improve some types of strabismus and as a cause of decompensation and to establish recommendations for its prevention.

¹ MD, PhD, FEBO. Médico adjunto Oftalmología HU Fundación Jiménez Díaz, Complejo Hospitalario Ruber Juan Bravo. Profesora Asociada Oftalmología Universidad Europea de Madrid.

² MD, Médico Residente Oftalmología. HU Fundación Jiménez Díaz.

³ MD, PhD. Jefe de Servicio de Oftalmología HU Fundación Jiménez Díaz. Jefe del Departamento de Oftalmología Hospitales Públicos QuirónSalud. Jefe de Servicio de Oftalmología Hospital Ruber Juan Bravo. Profesor Titular de Oftalmología de la Universidad Autónoma Madrid.

Methods: Review of literature.

Results: There are few published articles, most retrospective, of the efficacy of refractive surgery in the treatment of the accommodative endotropia. On the other hand there are few studies published about diplopia and strabismus decompensation after refractive surgery. Changes in eye alignment or diplopia are more frequent in patients with pre-existing anisometropia, phoria or strabismus and in high myopia or hypermetropia. The main causes of diplopia after refractive corneal surgery are: technical problems with the surgical procedure, decompensation of a pre-existing strabismus, aniseiconia and iatrogenic monovision. After cataract surgery the first cause of diplopia is local anesthesia, followed by decompensation of a pre-existing strabismus, sensorial deprivation and other ophthalmic or systemic pathologies. In presbyopia surgery, monovision induced in patients with elevated anisometropia or pre-existing strabismus may cause diplopia. It is essential to determine the risk before the surgery, in order to perform a good anamnesis and physical exploration and carry out the pertinent complementary explorations.

Conclusions: Refractive surgery can improve some types of strabismus and at the same time cause diplopia and decompensate a previous strabismus. A good anamnesis and ophtalmic examination are essential because many times it can be prevented.

Keywords: strabismus, diplopia, refractive surgery, cataract surgery, monovision.

La popularización de la cirugía refractiva es cada vez mayor en pacientes que buscan una alternativa al uso de gafas. Sin embargo, a pesar de ser técnicas seguras, pueden surgir complicaciones poco frecuentes como cambios en la visión binocular o en la alineación ocular con resultados desconcertantes tanto para el médico como para el paciente (1,2).

De forma inversa, la cirugía refractiva puede mejorar el ángulo de desviación de algunos tipos de estrabismo. Existen varios estudios publicados sobre la eficacia de la cirugía refractiva corneal tanto en la queratomileusis con láser in situ (LASIK) como en la queratectomía fototerapéutica (PRK) en el tratamiento de distintos tipos de estrabismo (1).

El objetivo de la siguiente revisión es realizar una actualización de la cirugía refractiva como tratamiento y causa de estrabismo y diplopía y establecer recomendaciones para prevenirlo.

CIRUGÍA REFRACTIVA CORNEAL COMO TRATAMIENTO DEL ESTRABISMO

Existen pocos artículos publicados, la mayoría retrospectivos, sobre la eficacia de la ciru-

gía refractiva en el tratamiento de la endotropia acomodativa y parcialmente acomodativa y en la exotropia.

Cirugía refractiva como tratamiento de endotropia acomodativa

Existen varias publicaciones que describen resultados favorables de la cirugía refractiva (LASIK y PRK) como tratamiento para la hipermetropía tanto en adultos como en niños (1).

En un estudio prospectivo en 18 adultos con endotropia acomodativa e hipermetropía elevada, Hoyos et al. describen resultados de ortoforia sin corrección tras 20 meses de seguimiento (3). Otros estudios retrospectivos avalan estos resultados. Hutchinson et al. revisaron 40 pacientes adultos con estrotropia acomodativa que permanecieron en ortotropia tras tratamiento con PRK (4). Magli et al. obtuvieron buenos resultados en 22 pacientes con esotropia acomodativa y resultados estables tras 5 años de seguimiento (5). Sabetti et al. obtuvieron resultados de 2DP de esoforia u ortoforia tanto de lejos como de cerca tras 2 años de seguimiento en 18 pacientes adultos con endotropia acomodativa tras LASIK o PRK (6). Farahi y Hashemi presentaron también resultados favorables en una serie de 10 pacien-

tes tratados mediante LASIK de hipermetropía asociada a endotropía acomodativa (7).

Sin embargo, en un estudio retrospectivo realizado por Stidham et al. 9 de 27 pacientes con edades comprendidas entre 10 y 52 años y esoforia o esotropía asociados a hipermetropía tratados mediante LASIK, necesitaron cirugía de estrabismo convencional asociada (8).

Aunque menos numerosas, y a pesar de ser un tema controvertido y con mayor riesgo de picos hipertensivos tras la cirugía (9) también hay publicaciones sobre la eficacia de la corrección hipermetrópica mediante LASIK o PRK en niños y adolescentes con esotropía acomodativa, posicionando esta cirugía como una alternativa de tratamiento, sobre todo en pacientes que cumplen mal el tratamiento con corrección óptica. Polat et al. realizaron un estudio en 21 adolescentes, de los cuales 16 tenían esotropía acomodativa (10). Tras cirugía LASIK todos los pacientes obtuvieron ortoforia o el mismo grado de desviación que tenían con sus gafas. Shi M. et al. realizaron un estudio prospectivo en 13 pacientes con esotropía acomodativa y ambliopía mediante LASIK o LA-SEK, obteniendo mejoría tanto en el ángulo de desviación postoperatoria, como en la agudeza visual sin refracción y en la estereopsis (11). Ahmed M Saeed et al. reportaron ortoforia tras cirugía LASIK en su estudio prospectivo en 20 ojos de 10 niños con edades comprendidas entre 5,1-9,2 años (12). Magli et al. en un estudio retrospectivo en 20 adolescentes y adultos jóvenes intervenidos mediante LASIK o PRK, presentaron incluso desviaciones menores a las preoperatorias (13). Dvali et al. estudiaron 46 niños con edades comprendidas entre 8 y 16 años y obtuvieron una mejoría de la binocularidad en 21 de los 24 pacientes de los que la tenían alterada previa a la cirugía, así como una mejoría en el ángulo de desviación (14).

Por otro lado, Eustus et al. reportaron buenos resultados en su serie retrospectiva de 15 pacientes adolescentes con edades comprendidas entre 11 y 19 años. A 11 se les realizó de manera simultánea PRK y cirugía de estrabismo. Todos los pacientes tuvieron buena agudeza visual sin corrección y alineación ocular (15).

Con respecto a los resultados de la esotropía parcialmente acomodativa mediante cirugía refractiva corneal, tan sólo hay publicaciones de series de casos que describen una reducción, aunque no completa, del ángulo del estrabismo (10,16,17). Sólo hay un caso descrito de astigmatismo progresivo en un niño de 7 años con pérdida de agudeza visual y estereopsis tras tratamiento LASIK para esotropía parcialmente acomodativa (18).

Cirugía refractiva como tratamiento de la exotropía

Se han realizado estudios de cirugía refractiva en pacientes con miopía y exodesviaciones (1). Sólo hay publicaciones de series de casos aisladas, con resultados irregulares. Aunque Nemet et al. en su estudio incluyeron 2 pacientes con exotropía y anisometropía y cirugía refractiva en el ojo amétrope obteniendo buena alineación ocular postoperatoria (17), Kirwan et al. sólo obtuvieron mejoría en el ángulo de desviación en 6 de los 12 pacientes estudiados con miopía y exotropía (16), algo similar a lo reportado por Godts et al. en su serie de 7 pacientes, con mejoría del ángulo de desviación tan sólo en 2 pacientes (19). La mayoría de los que no mejoraron tenían desviaciones verticales asociadas.

ALTERACIONES EN LA VISIÓN BINOCULAR COMO COMPLICACIÓN DE LA CIRUGÍA REFRACTIVA

Existen distintas publicaciones sobre los cambios en la binocularidad, tanto a nivel sensorial como motor, inducidos por la cirugía refractiva.

Cirugía refractiva corneal

Cambios en la convergencia y acomodación

Han et al. estudiaron cambios en la amplitud de convergencia, divergencia y punto

próximo de convergencia en 30 miopes moderados (-2 a -6 D) sin estrabismo o patología en visión binocular intervenidos mediante LASIK y LASEK, encontrando una disminución inicial en la amplitud de convergencia en el postoperatorio precoz que se estabilizó y volvió a sus valores preoperatorios a los 3 meses. El punto próximo de convergencia había aumentado ligeramente 3 meses después de la cirugía. Aunque la amplitud de vergencia fusional y el punto próximo de convergencia variaron después de la cirugía, estos cambios fueron pequeños y la mayoría transitorios. Los resultados sugieren que una vez que la fusión se rompe tras LASIK o LASEK en pacientes con miopía moderada, éstos pueden recuperar la fusión fácilmente (20).

La principal queja tras la PRK es el mayor tiempo para lograr una buena visión, y una de las principales causas son los problemas acomodativos (21,22). Hashemi et al. en un estudio prospectivo en 120 ojos miopes intervenidos mediante PRK encontraron un aumento significativo tanto en el punto próximo de convergencia como en el punto próximo de acomodación 3 meses después de la cirugía (23). Rajavi et al. reportaron resultados similares, con disminución de la amplitud de convergencia fusional, asociando aparición de exodesviación en visión cercana, y aumento del punto de convergencia de cerca tras 3 meses de haberse realizado PRK en 297 ojos miopes (24).

Los problemas de acomodación tras la cirugía también han sido reportados en LASIK y SMILE (extracción lenticular por incisión pequeña) y probablemente se deben a cambios repentinos en el esfuerzo requerido para la acomodación en la visión cercana tras el cambio refractivo abrupto que induce la cirugía. Esta variación repentina puede desencadenar un cambio en la amplitud acomodativa, una mala acomodación sostenida o incluso un exceso de acomodación (25-27).

Prakash et al. estudiaron la relación convergencia acomodativa/acomodación (CA/A) en 61 pacientes miopes ortotrópicos normales que fueron intervenidos mediante LASIK bilateral. Encontraron una disminución en la re-

lación CA/A en el postoperatorio precoz que probablemente se deba a un mayor esfuerzo de acomodación para producir la misma cantidad de convergencia en el recién inducido estado de emetropía. El aumento de la relación CA/A un mes después de la cirugía deja en evidencia la relación inestable de CA/A. Con el tiempo, la relación CA/A va disminuyendo progresivamente para estabilizarse entre los 3 y 9 meses después de la cirugía. Por lo tanto, los mayores cambios en relación CA/A tras LASIK ocurren en los primeros 3 meses. También encontraron síntomas astenópicos en el 44% de sus pacientes durante el primer mes de seguimiento, que desaparecieron tras 9 meses de la cirugía, debido a que en su situación inicial de miopes el esfuerzo requerido para la acomodación la visión cercana es menor que en emétopes (25).

Sin embargo, Liu et al. en un estudio prospectivo en 48 pacientes miopes que se intervinieron mediante LASIK bilateral evidenciaron que el LASIK no tuvo un impacto significativo la acomodación ya que no modificó el rango de acomodación, pero sí hubo una diferencia significativa, pero transitoria, en la amplitud de la respuesta/estímulo acomodativo en el postoperatorio (28).

Zheng et al. encontraron una mejoría de la respuesta acomodativa en 32 miopes tras realización de SMILE, que puede deberse al alivio del discomfort visual de estos pacientes (27).

Existen publicaciones de espamos acomodativos tras LASIK, tanto miópico como hipermetrópico, pero son sólo publicaciones de casos individuales o estudios con un tamaño de muestra pequeño (29,30).

Cambios en la estereopsis

Existen discrepancias en cuanto a las publicaciones sobre los cambios en la estereopsis inducidos por la cirugía refractiva corneal. Zarei-Ghanavati et al. han propuesto que el aumento de las aberraciones ópticas de orden superior (AOS) puede ser una posible causa de la reducción de la estereopsis encontrada en un grupo

de 48 miopes 3 a 6 meses después de haberse realizado PRK. Jiménez et al. encontraron una reducción de la estereopsis tras LASIK en un grupo de 30 pacientes que se correlacionaba con diferencias de aberración individual y asfericidad corneal entre los ojos izquierdo y derecho. Singh et al. reportaron mejoría de la visión estereoscópica tras LASIK miópico en 40 pacientes, sugiriendo que la estereopsis está asociada con el grado de anisometropía pero no con la magnitud de defecto refractivo corregido (31-33).

Diplopia y descompensación del estrabismo

El registro europeo de resultados de calidad para cataratas y cirugía refractiva, en inglés, European Registry of Quality Outcomes for Cataract and Refractive Surgery (EUREQUO) informó sobre las complicaciones más frecuentes que ocurrieron tras los procedimientos de cirugía refractiva realizados entre 2004 y 2014. Concluyeron que la complicación más frecuente de la PRK fue la opacidad corneal (haze), mientras que la queratitis lamelar difusa fue la más común tras el LASIK y la elevación de la presión intraocular fue la complicación más recurrente tras implantes de lentes intraoculares (LIO) fáquicas. Hay otras complicaciones postoperatorias que son comunes a todas las técnicas quirúrgicas, como los errores refractivos residuales. No se registraron complicaciones relacionadas con la visión binocular o acomodación (34,35).

Los casos descritos de diplopia y descompensación del estrabismo como complicaciones de la cirugía refractiva son escasos y hay pocos estudios publicados en la literatura sobre su incidencia.

Los primeros casos que presentaron alteraciones binoculares tras PRK o LASIK fueron publicados a finales de los años 90 (36-39).

Gómez de Liaño-Sánchez et al. realizaron un estudio retrospectivo de 19 pacientes remitidos por presentar descompensación de la motilidad ocular y/o diplopia binocular tras cirugía refractiva. En tres casos se realizó PRK, en trece LASIK y en tres casos cirugía del cristalino bilateral más lente intraocular en cámara pos-

terior, uno de los cuales se intervino posteriormente de LASIK. Basándose en el número de pacientes que se descompensaron y que habían sido intervenidos en su centro (5 pacientes) en relación a la serie total de pacientes operados desde 1991 hasta 2004 (4.135), la prevalencia de diplopía tras cirugía refractiva en su estudio fue de 0,12% (2).

Existe un mayor número de estudios realizados en pacientes miopes que en pacientes hipermetropes (35,40). Chung et al. en un estudio realizado en 97 pacientes miopes intervenidos de LASIK/LASEK observaron que la probabilidad de que ocurran cambios en la alineación ocular (exotropía o exoforia) tras la cirugía es mayor aquellos casos con anisometropía importante o foria/tropía previos a la cirugía. Sin embargo, la magnitud de la miopía no se relacionó con cambios de la alineación ocular. Mandava et al., Yildirim et al. y Snir et al. obtuvieron resultados similares: los problemas binoculares se presentaron con mayor frecuencia si ya estaban presentes antes de la cirugía refractiva. Snir et al. en su serie retrospectiva de 7 pacientes miopes (-4 a -15 D) con exodesviación previa (exotropía o exoforia) que se les realizó PRK o LASIK (6 bilateral y 1 unilateral), reportaron deterioro en la exodesviación en visión próxima y lejana con pérdida de la función binocular en 6 pacientes. Posteriormente, se realizó cirugía de estrabismo en 6 pacientes (uno de los pacientes declinó la cirugía de estrabismo) con reducción significativa de la exodesviación y recuperación de la función binocular en 5 de los 6 pacientes (41-44).

Gómez de Liaño et al. estudiaron las alteraciones binoculares que ocurrieron en 31 pacientes tras LASIK hipermetrópico bilateral. En pacientes no estrábicos, la alteración binocular más frecuente fue el cambio de dominancia. También encontraron cambios menores en la estereopsis, pero sin relevancia clínica. La fusión permaneció estable tras el LASIK en pacientes sin estrabismo preoperatorio, pero ninguno de los pacientes con estrabismo previo alcanzó la capacidad de fusión tras la cirugía. En el grupo de pacientes sin estrabismo, no se alteró la estabilidad de la motilidad ocular

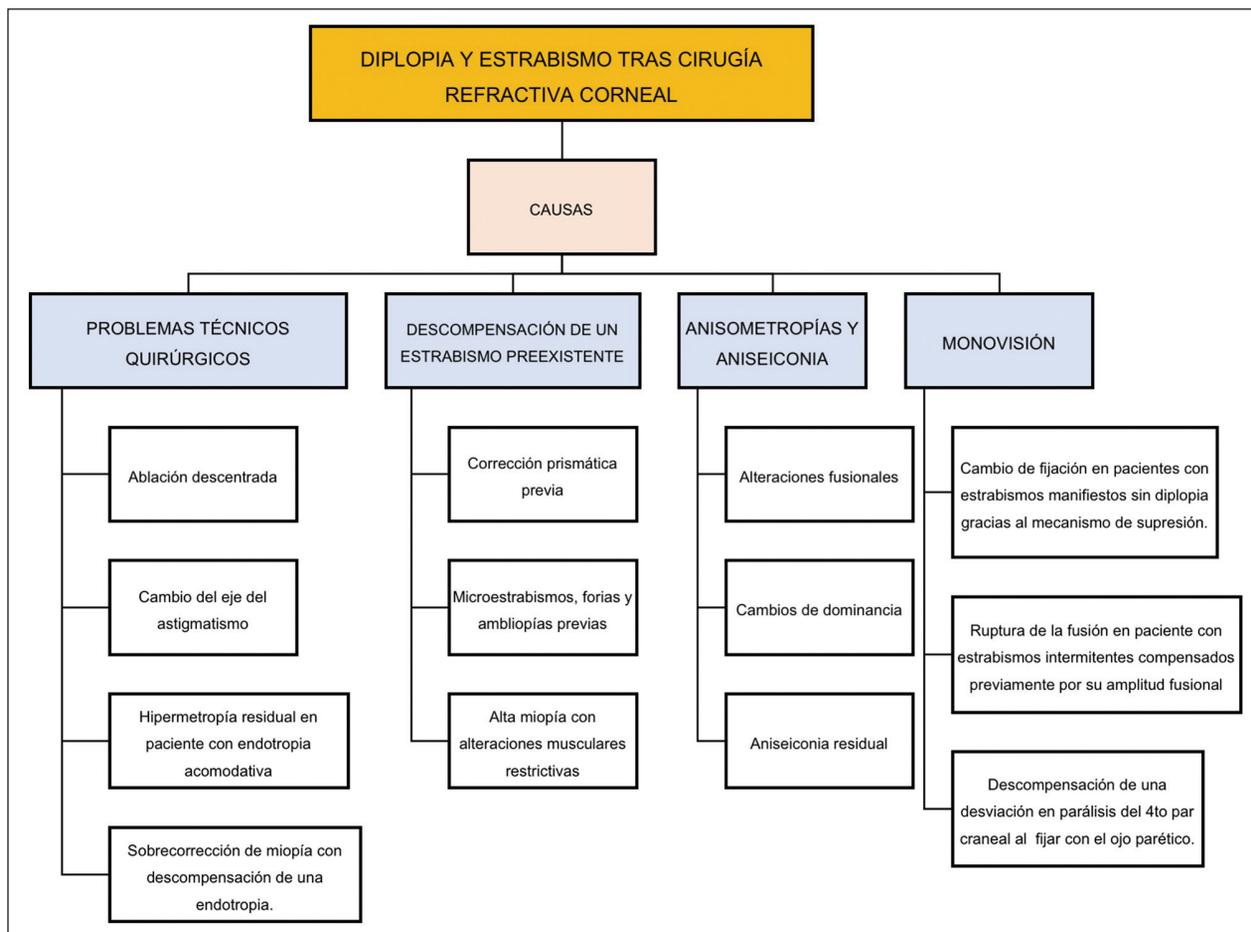


Figura 1. Causas de diplopía y descompensación del estrabismo tras cirugía refractiva corneal (1,35,48,49).

mientras que los pacientes estrábicos mostraron tendencia a esodesviaciones tras el LASIK, con 28,6% de descompensación motora del estrabismo ($\geq 4^\circ$) (45).

Existen publicaciones de problemas binoculares y acomodativos tras otros tipos de cirugía refractiva corneal, como un caso de esotropía acomodativa tras queratotomía radial y otro caso de esotropía acomodativa y diplopía tras una epikeratofaquia miópica sobre corregida (46,47).

En un estudio retrospectivo de 28 casos de diplopía tras cirugía refractiva, Kushner y Kowal categorizaron las causas de diplopía en cuatro grupos: problemas técnicos con el procedimiento quirúrgico, descompensación de un estrabismo preexistente, aniseiconia y monovisión iatrogénica (1,35,48,49) (fig. 1).

Entre los problemas técnicos durante la cirugía se incluyeron: ablación descentrada con inducción de un efecto prismático corneal, di-

plopía torsional desarrollada por el cambio de eje del astigmatismo, corrección insuficiente de hipermetropía o corrección excesiva de miopía que puede descompensar una endoforia o endotropía acomodativa preexistente. Los problemas técnicos en la serie de Kushner y Kowal representaron un 39% (1,35,48-50).

Con respecto a la descompensación de un estrabismo preexistente, el 11% de los pacientes de esta serie de casos tenían corrección prismática en sus gafas antes de la cirugía, en un caso el médico no tenía conocimiento de la presencia del prisma y no preguntó al paciente o evaluó sus gafas, y en otro caso ni el paciente ni el médico estaban al tanto del problema (1,35,48,49).

En el estudio retrospectivo realizado por Gómez de Liaño-Sánchez et al. todos los pacientes de la serie presentaban patología binocular previa a la cirugía: estrabismo o microestrabismo (13/19 pacientes), foria (8/19 pacientes) y

ambliopía (10/19 pacientes). Los pacientes que con más frecuencia se descompensaron fueron los grandes miopes, nueve de catorce miopes tenían más de -6 D y cuatro de ellos más de -16 D. Estos pacientes tienen frecuentemente alteraciones binoculares y desarrollan alteraciones restrictivas (horizontales y verticales) (2).

Otro subgrupo de pacientes que se consideran de riesgo en varios estudios son los pacientes anisométricos. En la serie presentada por Gómez de Liaño-Sánchez et al., cinco pacientes tenían una anisometropía ≥ 10 D (2). Las gafas para corregir anisometropía generan un efecto prismático inadvertido. Estos pacientes tienen que realizar un esfuerzo para fusionar las dos imágenes dispares creadas por sus gafas, pudiendo crear un desbalance muscular con el tiempo. La cirugía refractiva puede descompensar un estrabismo latente y transformarlo en un estrabismo manifiesto (1,49).

Los cambios de dominancia y la aniseiconia residual son factores que influyen en este tipo de pacientes (2). Kushner y Kowal describen a un paciente con miopía de -2 D en el ojo derecho y -8 D en el ojo izquierdo con buena fusión preoperatoria. Tras la cirugía refractiva desarrolló diplopía secundaria a una aniseiconia del 7%. Los autores la atribuyen a que el cambio de corrección de plano gafa a plano corneal produce aniseiconia (1,48).

Valente et al. evaluaron pacientes miopes con anisometropía marcada y concluyeron que una exploración sensorial débil preoperatoria puede conllevar a diplopía postoperatoria. Yildirim et al. reportaron un caso de con exotropía intermitente de 35 DP tras LASIK en un paciente miope con importante anisometropía preoperatoria que tuvo una regresión miópica en el ojo menos ametrópico (43,51).

Por último, inducir monovisión en pacientes presbítas es un mecanismo importante de diplopía tras cirugía refractiva en determinadas situaciones. Kushner y Kowal describen 7 pacientes que presentaron diplopía por esta causa. Los autores creen que es el resultado de 3 mecanismos. Primero, pacientes que controlaban su estrabismo intermitente con su amplitud fusional pueden descompensarse una vez que la anisometropía

inducida rompa la fusión. Segundo, una diplopía por cambio de fijación. En esta situación, los pacientes con una desviación constante no son capaces de suprimir la imagen del ojo dominante cuando están fijando con el ojo no dominante para visión cercana. Por último, la monovisión puede alterar una desviación compensada producida por una parálisis muscular. Cuando la fijación cambia al ojo parético, la desviación secundaria producida puede ser mayor y exceder la amplitud de vergencia fusional (1,48).

Schuler et al. reportaron un caso de una paciente de 48 años que desarrolló hipertropía y diplopía vertical tras descompensación de una paresia del IV par craneal después de haberse realizado LASIK bilateral con monovisión (36).

Se puede concluir que la cirugía refractiva corneal parece no ser una fuente relevante de problemas binoculares o acomodativos, de hecho la mayoría de los problemas que surgieron tras cirugía refractiva corneal ocurrieron en pacientes con estrabismos previos o anisometropía importante. Sin embargo, se producen cambios transitorios en la acomodación y convergencia que pueden aparecer en pacientes sin antecedentes de estrabismo, con estabilización y vuelta a los valores preoperatorios en un periodo de 3 a 9 meses después de la cirugía (35).

Cambios en la visión binocular tras implante de lentes intraoculares fáquicas

El implante de LIO fáquicas es un procedimiento que tiene la gran ventaja de poder corregir defectos refractivos en un rango óptico mucho mayor, desde -20 D de miopía a $+8$ D de hipermetropía, y hasta 6 D de astigmatismo (35).

Dado un valor de -10 D de miopía medido en el plano de las gafas, el poder negativo de la LIO correctora en el plano del cristalino puede reducirse en aproximadamente 3 D. Esto tiene un impacto positivo en términos de magnificación retiniana, pero también implica un mayor esfuerzo de acomodación para la visión de cerca (52).

A pesar del cambio sustancial en la refracción y la variación resultante de la demanda acomodativa, las referencias bibliográficas sobre aco-

modación o estado de binocularidad en pacientes con ametropías elevadas a los que se les ha implantado LIO fáquicas son escasas (35).

Langenbacher et al. señalaron la importancia de los cambios acomodativos después de la implantación de LIO fáquica, especialmente en miopes pre-présbitas. Pacientes con implante bilateral, o en casos de anisometropía después de cualquier implantación monocular o binocular altamente asimétrica, con visión binocular frágil preoperatoria, tiene mayor riesgo de presentar diplopía tras la cirugía. También señalaron que niveles superiores al 5% de aniseiconia pueden inducir serios problemas de fusión postoperatorios (52).

Liu et al. realizaron un estudio de casos y controles donde implantaron LIO fáquicas ancladas al iris en 23 ojos de 12 pacientes con alta miopía. El grupo de control incluyó 22 ojos en 11 emétopes. Concluyeron que los pacientes pueden obtener la función fisiológica de acomodación después del implante de este tipo de lentes para la corrección de la miopía alta. Además, la función acomodativa aumenta a los 3 meses tras la cirugía y es estable aunque no logran alcanzar el nivel de los ojos emétricos normales (53).

Fu et al. en un estudio retrospectivo de series de casos estudiaron los parámetros de acomodación en 36 ojos de 18 pacientes con alta miopía a los cuales se les implantaron LIO fáquicas en cámara posterior. Encontraron aumento de la amplitud de acomodación y relación CA/A posterior a la cirugía, sin cambios en el punto próximo de convergencia (54).

Ryu et al. presentaron resultados similares en pacientes miopes a los que se les implantaron lentes fáquicas de fijación iridiana. Tanto la relación CA/A como la amplitud de convergencia mostró un aumento transitorio durante el primer mes después de la cirugía, volviendo a valores preoperatorios 3 a 6 meses más tarde. El punto próximo de convergencia no tuvo variaciones (55).

Cirugía de la presbicia

Mandava et al describieron el caso de un paciente miope al que se realizó PRK en el ojo

derecho para lograr monovisión y 9 meses después presentó diplopía vertical y horizontal que atribuyeron a descompensación de una paresia congénita del IV par craneal o de una exotropía. El paciente optó por cirugía de músculos extraoculares para corregir la desviación (42).

Pollard et al. en un estudio retrospectivo de 12 pacientes con estrabismo inducido por monovisión concluyeron que aquellos pacientes con historia de estrabismo preexistente o con forias significativas tienen mayor riesgo de estrabismo postoperatorio, y en caso de elegir la monovisión, mantener una anisometropía leve de 1,25 o 1,50 D puede disminuir la posibilidad de diplopía como complicación (56).

La corrección de la presbicia con láser (PresbyLASIK, PRESBYOND, presbyMAX, SUPRACOR...) son probablemente las técnicas quirúrgicas donde la monovisión es aplicada con más frecuencia. En la revisión realizada por Vargas-Fragoso y Alio, hubo nueve estudios que reportaron pérdida de al menos 2 líneas de agudeza visual en el ojo que fue tratado con el objetivo de mejorar la visión de cerca, con los consiguientes problemas binoculares que desencadenan dicha anisometropía y aniseiconia inducida (57).

En un estudio prospectivo realizado en 75 pacientes operados de catarata bilateral (36 con implante de LIO monofocal y 19 con implante de LIO acomodativa Crystalens HD) se presentó sólo un caso de diplopía persistente y exotropía en un paciente del grupo de LIO monofocal. Este paciente tenía antecedentes de heteroforia descompensada. Las amplitudes de acomodación fueron significativamente mayores en el grupo de LIO acomodativa. En cuanto a la alineación ocular, se presentó exoforia de lejos sólo en el grupo de LIO monofocal (5,4%). La exoforia de cerca apareció en 26,3% de los pacientes con LIO acomodativa y 22,1% de los pacientes con LIO monofocal. Esto puede deberse a que las LIO acomodativas pueden aumentar la amplitud de acomodación, la relación CA/A y la convergencia acomodativa, lo cual induce secundariamente exoforia de cerca y aumento de la vergencia fusional negativa para mantener la visión binocular (58).

Cirugía de catarata

La cirugía de catarata es la cirugía más frecuentemente realizada en la oftalmología moderna (59). La incidencia de estrabismo y diplopía tras cirugía de catarata es baja, aunque con frecuencias distintas según la fecha de publicación del artículo y el tipo de anestesia utilizado.

En un estudio en 20.453 pacientes intervenidos de catarata bajo anestesia retrobulbar, Costa et al. reportaron 19 casos (0,093%) de diplopía postoperatoria (60). Golnik et al. evaluaron 118 pacientes intervenidos por el mismo cirujano bajo anestesia retrobulbar. Encontraron que un 7% de los pacientes presentaba cambios en la alineación ocular pero tan solo 1 paciente (0,85%) diplopía sintomática (61).

Aunque no ofrecen datos reales de incidencia, es interesante conocer que algunos de los estudios realizados en clínicas estrabológicas en pacientes remitidos por diplopía como el de Nayak et al. (150 pacientes tras cirugía de catarata) y el de Karagiannis et al., se realizaron tras cirugía con anestesia local (peribulbar o retrobulbar) (62,63).

Sin embargo, los pacientes intervenidos con anestesia tópica también pueden presentar diplopía tras la cirugía de cataratas. Chung et al. realizaron un estudio en 160 pacientes intervenidos de catarata con anestesia tópica, de los cuales 5% tuvieron diplopía (64).

Yangüela et al. compararon la incidencia de diplopía tras cirugía de catarata bajo anestesia tópica (1.420 pacientes) versus anestesia regional (2.122 pacientes), obteniendo una incidencia del 0,99% en el grupo de anestesia regional y 0,21% en el grupo de anestesia tópica y una incidencia global del 0,68% (65).

Por otra parte Gunton et al. reportan que tras anestesia retrobulbar la incidencia de estrabismo es del 7% y de diplopía en el 0,23-0,98%. Estos porcentajes bajan con la anestesia tópica, con una incidencia de estrabismo del 5% y diplopía en el 0,21-0%. Estos porcentajes pueden bajar de manera importante con una adecuada exploración preoperatoria (49).

La diplopía después de una cirugía de catarata puede ser monocular o binocular (fig. 2).

Entre las causas de diplopía monocular están las irregularidades epiteliales, presencia de ca-

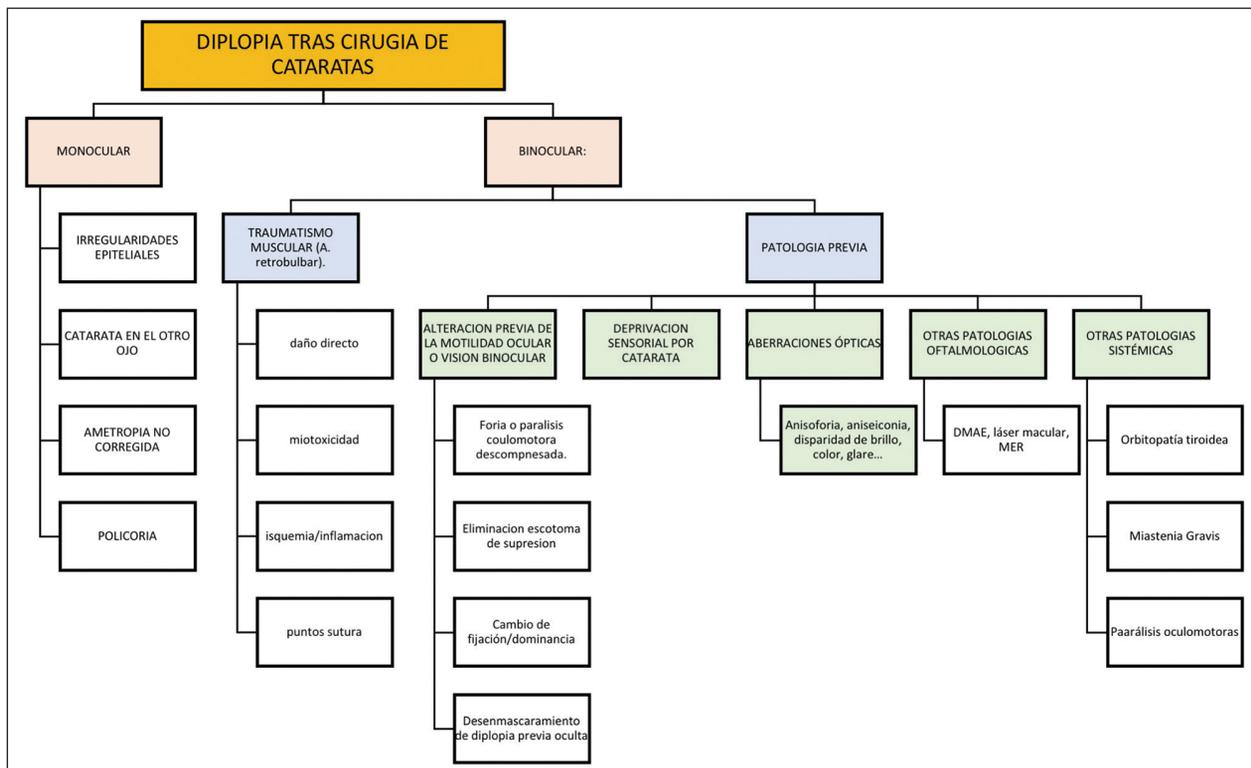


Figura 2. Causas de diplopía tras cirugía de cristalino.

tarata en el otro ojo, ametropías no corregidas y policoria (66).

La diplopía binocular tras la cirugía de catarata puede ser transitoria y resolverse a los pocos días o semanas de la cirugía (67) o por el contrario ser permanente. Las principales causas son:

Traumatismo muscular

Puede producirse durante la anestesia retrobulbar, ya sea directamente durante la inyección (68,69), por daño isquémico secundarios a la inflamación y formación de hematoma (70), o por miotoxicidad del anestésico local tras la infiltración (71), que provocaría una primera fase de paresia muscular seguida de una hipertrofia muscular y contractura (72,73).

La miotoxicidad inducida por la anestesia se reduce con adición de hialorunidasa al anestésico local, ya que favorece la difusión, evitando altas concentraciones intramusculares y menor toxicidad (74,75).

En un estudio multicéntrico retrospectivo realizado en Estados Unidos, observaron un aumento de la frecuencia de diplopía tras cirugía de catarata durante un periodo de carencia de hialorunidasa. A pesar de que los resultados fueron estadísticamente no significativos, pudiera tener cierta relevancia clínica (76).

Teniendo en cuenta que la inyección de la anestesia retrobulbar se realiza en el cuadrante inferotemporal, el músculo que clínicamente se afecta más será el recto inferior (77), provocando un estrabismo vertical tipo hipertropía o hipotropía dependiendo del tiempo de exploración y de las contracturas musculares en el músculo recto superior. En el postoperatorio inmediato será más frecuente encontrar una hipertropía del ojo afecto por paresia del recto inferior, seguido de una fase de hipotropía por contractura/fibrosis muscular, tal y como describieron Capó y Guyton (78).

Sin embargo también pueden producirse contracturas del recto superior visibles en resonancia magnética nuclear, tal y como describieron Kim y Hwang en un paciente con diplopía vertical tras cirugía de catarata (79).

Nayak et al. en su estudio retrospectivo en 150 pacientes con diplopía tras cirugía de catarata, reportan un número similar de pacientes con hipotropía que con hipertropía aunque la mayoría de las exploraciones se realizaron 6 meses después de la cirugía (62).

Otros autores encuentran más casos de hipertropía, aunque se tratan de series de casos cortas con 4 y 1 pacientes, respectivamente (60, 80). Y la mayoría de los trabajos encuentran un estrabismo restrictivo con afectación predominante del músculo recto inferior (81-83). El oblicuo inferior también puede verse afectado, aunque de forma mucho menos frecuente (68,84).

Un hecho bastante curioso es que los casos de diplopía tras cirugía de catarata ocurren de forma más frecuente en ojos izquierdos, debido a que la mayoría de los cirujanos son diestros y en los ojos izquierdos hay mayor posibilidad que la aguja llegue más cerca del cono muscular (77,85).

También se han descrito casos de diplopía por los puntos de sutura en los músculos recto superior y recto inferior (86,87) y como consecuencia de una reacción inflamatoria tras la inyección de gentamicina subconjuntival (88).

Patología previa

La catarata puede enmascarar otras causas de diplopía (66).

1. Descompensación de foria preexistente o disrupción de la fusión:

La descompensación de una foria o estrabismo preexistente a la cirugía son la segunda causa de diplopía tras cirugía de catarata, ya sea por la presencia de estrabismo o de ambliopía en la infancia o de microestrabismos, que no son fácilmente identificables si no se exploran bien o no se incluye la exploración sensorial y de la motilidad ocular extrínseca en la sistemática de la exploración de la cirugía de catarata.

Teniendo en cuenta que el 3-5% de la población pediátrica en Estados Unidos tiene estrabismo o ambliopía, son muchos los pacientes intervenidos de cataratas con potencial de des-

compensación tras la cirugía (89). En la serie de Nayak et al, esta etiología supuso el 34% de los pacientes que acudieron por diplopía tras cirugía de catarata (62). Una foria (endo o exoforia) o paresia compensada del IV par puede descompensarse después de un traumatismo, patología sistémica y cambio de refracción, dentro de la que se incluye la cirugía de catarata, pudiéndose inducir diplopía (59,62,63,90,91).

La presencia de estrabismo o ambliopía desde la infancia puede predisponer a diplopía tras la cirugía de catarata a través de los siguientes mecanismos:

– Eliminación de la supresión en el ojo ambliope ocasionando una diplopía intratable (92,93).

– Cambiando el ángulo de estrabismo y llevándolo por fuera del escotoma de supresión (59).

– Desenmascarando una diplopía previamente oculta por una catarata o ptosis palpebral (93).

– Cambiando la fijación ocular al ojo ambliope y provocando una diplopía por «cambio de fijación» (59,94).

Esto ocurre en pacientes con estrabismos de larga duración cuando el ojo dominante pierde agudeza visual (a menudo después de una cirugía refractiva o de catarata) (95, 96). En este contexto, la fijación puede cambiar al ojo no dominante, levantando el escotoma de supresión y provocando diplopía de nueva aparición tras la cirugía sin cambios en el ángulo de estrabismo (59,93).

Las causas más frecuentes de cambio de fijación incluyen (93):

1. El desarrollo de miopía en el ojo dominante en pacientes con ambliopía contralateral moderada.

2. La inducción de «monovisión» por cualquier mecanismo refractivo (óptico, cirugía corneal o de cristalino).

3. Refracción inadecuada en el ojo ambliope que provoca fijación en el ojo no dominante (94).

El pronóstico de la diplopía por cambio de fijación es bueno si conseguimos refractivamente devolver la «dominancia» al ojo ini-

cialmente dominante. En algunos casos esto no se consigue debido a problemas intratables en el ojo inicialmente dominante y entonces se debe favorecer el cambio de dominancia. Sin embargo, existen casos de diplopía intratables en los que es necesaria la oclusión monocular (93).

Por todo lo anteriormente expuesto, en estos casos es particularmente importante comenzar por la cirugía del ojo dominante (97). Y si no se hubiera considerado esta observación o tras la cirugía se produce una descompensación de un estrabismo pre-existente, tener en cuenta que muchos casos pueden mejorar con cambio de refracción, prismas, toxina botulínica o cirugía (59,98).

2. Deprivación sensorial por la catarata: a pesar de que esta situación es poco frecuente en la actualidad, todavía puede observarse en cataratas traumáticas de larga evolución. Pratt-Johnson y Tilson reportaron 24 pacientes con disrupción de la visión binocular central después de la cirugía de catarata traumática unilateral de largo tiempo de evolución. Típicamente estos ojos están en exotropía, hipotropía y ciclodesviados (66,99).

3. Aberraciones ópticas: como la anisoforia (gafas con anisometropía, descentramiento de la lente), aniseiconia (tanto provocar anisometropía en ojos previamente isométricos como emetropía en ojos anisométricos) disparidad de brillo, color, visión de halos y glare tras la cirugía y cambio de dominancia ocular (66,100,101).

4. Otras patologías oftalmológicas: en algunos casos la catarata puede ser tan densa que enmascara patología macular como membranas epirretinianas, fotocoagulación en área macular o degeneraciones maculares exudativas que provoquen diplopía por mala fusión en área foveal (59).

5. Otras patologías sistémicas: en otras ocasiones, existen patologías que alteran la motilidad ocular como la orbitopatía tiroidea, paresias oculomotoras o miastenia gravis que pudieran estar sin diagnosticar antes de la cirugía o pueden concurrir en el tiempo y debemos descartar (59,62,63,66,102,103).

DETERMINACIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE DIPLOPIA TRAS CIRUGÍA REFRACTIVA

Existen pocas publicaciones al respecto. Kushner y Kowal han propuesto una clasificación basada en el nivel de riesgo preoperatorio de desarrollar diplopía tras cirugía refractiva: no riesgo o riesgo bajo, riesgo moderado y riesgo alto (48,104) (tabla 1).

– **No riesgo o riesgo bajo:** si cumplen todos los siguientes criterios: miopía, anisometropía <4 D, no antecedentes de estrabismo o diplopía, no uso de prismas en su gafa, no foria o mínima foria en el cover test y diferencia mayor de 0,5 D entre la corrección actual de las gafas, refracción subjetiva manifiesta y refracción bajo ciclopejía. También son considerados de bajo riesgo los hipermétropes con esotropía acomodativa y buena amplitud fusional (amplitud >10 DP) y los pacientes con antecedente de cirugía de estrabismo y buen rango de fusión actual con su graduación hipermetrópica o miópica.

– **Riesgo moderado:** aquí se incluyen los pacientes que no cumplen todos los criterios del grupo de bajo riesgo y los pacientes que usan prismas, con antecedente de estrabismo y se plantea monovisión, esotropía acomodativa con amplitud fusional menor a 5 DP, hipermetropía latente mayor de 2 D, paresia del IV par craneal, ciclotropía latente y desviación vertical disociada. A estos pacientes se les recomienda

hacer una serie de pruebas complementarias adicionales (tabla 2).

Debe evaluarse la fusión motora tanto en visión próxima como lejana, ya que es importante demostrar un nivel seguro de reserva fusional horizontal (base externa e interna). Se cuantifica con la barra de prisma horizontal empezando en 1 DP de base interna (BI) hacia arriba hasta que el paciente experimente diplopía que no puede ser resuelta en pocos segundos, y hacemos lo mismo con el prisma de base externa (BE), tanto en visión próxima como en visión lejana. Valores >10 DP para cada medida son seguros. Debe considerarse riesgo moderado/alto si se obtienen valores <5 DP para cualquier medición y si no se puede desencadenar diplopía (puede haber un escotoma de supresión).

• *Monovisión:* si se considera esta opción, existe un límite para el nivel de anisometropía inducida que puede perjudicar la binocularidad. La visión binocular y estereopsis pueden comprometerse cuando la anisometropía es superior a 1,5 D (105,106). Se puede realizar una simulación con lentes de contacto previa a la cirugía para asegurar que un ojo ambliope no sea forzado a dominar, o, si es así, que no traiga consecuencias no deseadas. Se debe comprobar la fusión motora con las lentes de contacto para asegurar que se mantiene un rango seguro de reserva fusional a pesar de la anisometropía iatrogénica simulada.

• *Miopía sobre corregida habitualmente:* la refracción bajo ciclopejía puede revelar menor

Tabla 1. Riesgo de diplopía en cirugía refractiva según exploración de la MOE (2,48)

Riesgo bajo	<ul style="list-style-type: none"> • Miopía • Graduación correcta. • No antecedentes de estrabismo o diplopía. • No foria o mínima foria en el cover test. • Anisometropía <4D. • No uso de prismas en su gafa. • Hipermétropes con endotropía acomodativa y buena amplitud fusional (amplitud >10DP) • Antecedente de cirugía de estrabismo y buen rango de fusión actual con su graduación hipermetrópica o miópica.
Riesgo moderado	<ul style="list-style-type: none"> • Endotropía acomodativa con hipermetropía alta. • Endotropía acomodativa con amplitud fusional menor a 5DP. • Hipermetropía latente mayor de 2D. • Exotropía con hipocorrección hipermetrópica • Exotropía intermitente compensada con hipocorrección miópica • Paresia del IV par craneal, ciclotropía latente y desviación vertical disociada.
Riesgo alto	<ul style="list-style-type: none"> • Anisometropías >4D • Monovisión en pacientes con desviación intermitente inestable y diplopía intermitente

Tabla 2. Pruebas de screening a realizar según el perfil de riesgo del paciente (48)

Pruebas mínimas de screening	Comentarios
1. Historia clínica.	Antecedentes de: <ul style="list-style-type: none"> • Estrabismo o diplopía. • Prisma en gafa. • Gafa bifocal en paciente con presbicia. • Ejercicios de ortóptica o parches. • Patología macular previa o sistémica (patología tiroidea, miastenia).
2. Verificar las gafas actuales: bifocales - prismas.	<ul style="list-style-type: none"> • Miopes: menor corrección para alcanzar mejor agudeza visual (MAV). • Hipermétropes: hipermetropía absoluta (menor cantidad de corrección extra necesaria para mantener la actividad visual) o manifiesta (máxima corrección aceptada que permite mantener la actividad visual).
3. Refracción: manifiesta y bajo cicloplejia	<ul style="list-style-type: none"> • Diferencia entre refracción manifiesta y bajo cicloplejia. Hipermetropía latente. • Evaluar con la corrección óptica del paciente.
4. Exploración de: <ul style="list-style-type: none"> • Motilidad ocular extrínseca. • Ducciones, versiones y vergencias. • Cover test sin y con corrección, lejos y cerca. 	
Test adicionales	Comentarios
1. Divergencia fusional y amplitud de convergencia.	Realizar si el paciente tiene diplopía, tropia, foria moderada-severa o usa gafa con prisma.
2. Prueba de monovisión con gafa o lentes de contacto.	Realizar si el paciente desea monovisión y el paciente tiene foria, usa gafa con prisma o tiene antecedentes o hallazgos sugestivos de estrabismo.
3. Prueba con prisma neutralizante.	Si el paciente usa prisma en la gafa.
4. Medición del eje del astigmatismo en visión monocular y binocular.	En pacientes con estrabismos. Medir nuevamente durante la cirugía

miopía de la corregida en las gafas; esta hiper-corrección permite el control de una exodesviación al favorecer la convergencia. La hiper-corrección puede demostrar un nivel inseguro de reserva fusional de base externa o incluso inducir una exodesviación sintomática.

- *Prismas*: se puede probar gafa (o lente de contacto) sin el prisma o con un prisma en una dirección que neutralice el previo y observar si tiene una amplitud de fusión segura, si tiene buena visión binocular y no tiene diplopía.

- *Hipermetropía*: la cirugía de hipermetropía es menos precisa que la cirugía de miopía, ya que la acomodación puede conllevar a hipocorrección y regresión. Se deben hacer 4 medidas: (i) la corrección habitual que se usa, (ii) hipermetropía absoluta, (iii) hipermetropía manifiesta (ésta suele ser el objetivo quirúrgico) y (iv) refracción bajo cicloplejia. La diferencia entre (iii) y (iv) es la hipermetropía latente. Independientemente de la prescripción habitual usada, si el paciente tiene buena fusión motora con la corrección absoluta de hipermetropía, la cirugía debería ser bastante segura aunque con

un margen considerable de error en el resultado refractivo final.

Si un paciente requiere más corrección que su corrección absoluta para un rango seguro de fusión motora, habrá menos margen de error en la refracción final corrección y el paciente debe considerarse como alto riesgo. Esto se aplica especialmente al paciente hipermetrope cuya corrección es necesaria tanto para la agudeza óptima como para control de esodesviación (hipermetropía latente >2 D tiene riesgo de desarrollar diplopía de forma tardía). En estos pacientes, cualquier imprecisión en la corrección hipermetrópica es potencialmente estrabismogénica.

- *Astigmatismo*: los pacientes que a los que se va a realizar cirugía corneal para corregir astigmatismo y tienen una diferencia importante del eje del astigmatismo en fijación monocular y binocular, tienen un riesgo importante de corrección inadecuada de su astigmatismo. Estos pacientes suelen tener típicamente estrabismos por paresia del IV par craneal, ciclotropía latente o divergencia vertical disociada.

– **Alto riesgo:** se incluyen en esta categoría los pacientes que fallan las pruebas adicionales que se realizan para el grupo de riesgo moderado. Estos pacientes deben ser evaluados por un estrabólogo con experiencia en el tema. Los pacientes con tropías requieren evaluación para determinar si uno o ambos ojos pueden someterse de forma segura a cirugía refractiva y para evaluar la profundidad del escotoma y el riesgo de diplopía posterior. Se suele recomendar realizar primero la cirugía refractiva y luego la cirugía del estrabismo (48,104).

Los pacientes con hipermetropía, bajas reserva fusional (<5 DP) y esotropía acomodativa controlada con gafas con una corrección mayor a su hipermetropía absoluta, tienen alto riesgo de diplopía.

Los pacientes con anisometropía importante (>4 D) y buena fusión tienen riesgo de desarrollar aniseiconia tras la cirugía refractiva. La anisometropía corneal es probablemente más aniseicogénica que la anisometropía axial. Si un paciente con anisometropía marcada no tiene inicialmente aniseiconia, probablemente la anisometropía es axial en vez de corneal, y en este caso la cirugía refractiva corneal podría inducir aniseiconia con posterior deterioro de la fusión motora. Se puede realizar una prueba con lentes de contacto para ver cómo responde el paciente a la corrección en el plano corneal (48,104).

En la cirugía refractiva corneal con láser generalmente se incluyen sistemas de seguimiento y control de la ciclorsión. La importancia de la ciclorsión ha sido estudiada por varios autores, algunos de los cuales han demostrado que el cambio de postura de supino a decúbito induce una ciclorsión promedio de 2,5°, que, en presencia de astigmatismo alto, podría afectar significativamente la agudeza visual postoperatoria, incluso podría conducir a una hipocorrección del astigmatismo de hasta un 50% (107). Sin embargo, Webers et al. afirmó, después de usar video-oculografía, que la ciclorsión no representa una fuente de error en pacientes con visión binocular normal y fijación estable, cualquiera que sea la técnica quirúrgica refractiva empleada (108). Tjon-Fo-Sang et al. observaron que hay una ciclorsión importante cuando un paciente cambia de visión binocular a monocular. Esto es particularmente importante en pacientes con: paresia del IV par, nistagmo latente, ciclotropía latente o divergencia vertical disociada. La mayoría de los pacientes antes de la cirugía se les realiza topografía corneal en visión binocular, pero la cirugía refractiva se realiza con visión monocular, observando que el eje del astigmatismo puede rotar hasta 31° cuando fija con un ojo durante la cirugía. Estos autores recomiendan realizar la medición del astigmatismo corneal en visión monocular y bi-

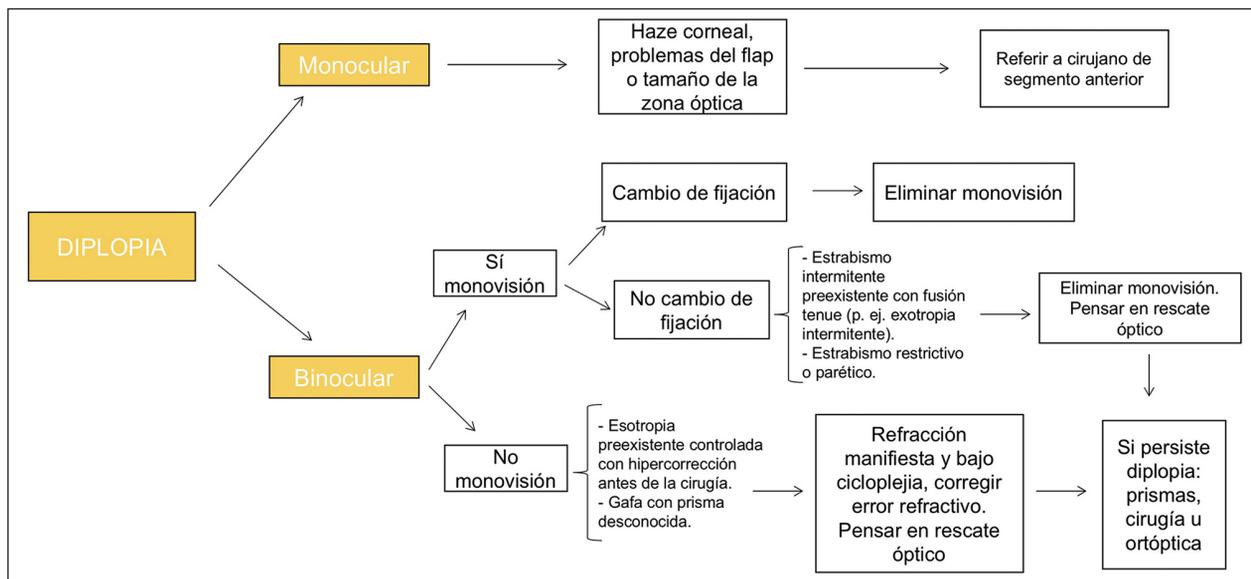


Figura 3. Esquema diagnóstico y terapéutico para evaluar pacientes con diplopía tras cirugía refractiva (110).

nocular. Los pacientes de riesgo de rotación del eje del astigmatismo durante la cirugía, tiene riesgo alto de presentar diplopía tras la misma (109).

Kushner ha propuesto un algoritmo diagnóstico-terapéutico de la diplopía que se presenta tras la cirugía refractiva (110) (fig. 3).

Por tanto, no debemos olvidar que la cirugía refractiva corneal y la cirugía de cataratas pueden mejorar el ángulo de desviación de algunos tipos de estrabismo y a la vez ser causa de diplopía y descompensación de un estrabismo previo. En muchas ocasiones se puede prevenir, por lo que es fundamental una buena anamnesis y exploración oftalmológica para detectar a los pacientes de alto riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vandana R, Rosenberg M, Rosenberg J. Refractive surgery: a treatment for and cause of strabismus. *Curr Opin Ophthalmol* 2011; 22: 222-225.
2. Gómez de Liaño-Sánchez R, Borrego-Hernando R, Franco-Iglesias G, Gómez de Liaño-Sánchez P, Arias-Puente A. Estrabismo y diplopias tras cirugía refractiva. *Arch Soc Esp Ophthalmol* 2012; 87.
3. Hoyos JE, Cigales M, Hoyos-Chacon J, Ferrer J, Maldonado-Bas A. Hyperopic laser in situ keratomileusis for refractive accommodative esotropia. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 1522-1529.
4. Hutchinson AK, Serafino M, Nucci P. Photorefractive keratectomy for the treatment of purely refractive accommodative esotropia: 6 years experience. *Br J Ophthalmol* 2010; 94: 236-240.
5. Magli A, Forte R, Gallo F, Carelli R. Refractive surgery for accommodative esotropia: 5-year follow-up. *J Refract Surg* 2014; 30: 116-20.
6. Sabetti L, Spadea L, DAlessandri L, Balestrazzi E. Photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis in refractive accommodative esotropia. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31: 1989-1903.
7. Farahi , Hashemi H. The effect of hyperopic laser in situ keratomileusis on refractive accommodative esotropia. *Eur J Ophthalmol* 2005; 15: 688-694.
8. Stidham DB, Borissova O, Borissov V, Prager TC. Effect of hyperopic laser in situ keratomileusis on ocular alignment and stereopsis in patients with accommodative esotropia. *Ophthalmology* 2002; 109: 1148-1153.
9. Kwok AK, Lam DS, Ng JS, Fan DS, Chew SJ, Tso MO. Ocular hypertensive response to topical steroid in children. *Ophthalmology*. 1997; 104(12): 2112-2116.
10. Polat S, Can C, Ilhan B. et al. Laser in situ keratomileusis for treatment of fully refractive accommodative esotropia. *Eur J Ophthalmol* 2009; 19: 733-737.
11. Shi M, Jiang H, Niu, Daoi H, Ye Y. Hyperopic corneal refractive surgery in patients with accommodative esotropia and amblyopia. *J AAPOS*. 2014; 18: 316-320.
12. Ahmed M Saeed, Mohamed A Abdrabbo. LASIK as an alternative line to treat noncompliant esotropic children. *Clin Ophthalmol* 2011; 5: 1795-1801.
13. Magli A, Iovine A, Gagliardi V et al. LASIK and PRK in refractive accommodative esotropia: a retrospective study on 20 adolescents and adult patients. *Eur J Ophthalmol* 2009; 19: 188-195.
14. Dvali ML, Tsintsadze NA, Mirtskhulava SI. Features of hyperopic LASIK in children. *J Refract Surg* 2005; 21: S614-S616.
15. Eustis HS, Shah P. Accommodative esotropia treatment plan utilizing simultaneous Strabismus Surgery and Photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol* 2018; 187: 125-129.
16. Kirwan C, O'Keefe M, O'Mullane G, Sheehan C. Refractive surgery in patients with accommodative and non accommodative strabismus: 1 year prospective follow-up. *Br J Ophthalmol* 2010; 94: 898-902.
17. Nemet P, Levensger S, Nemet A. Refractive surgery for refractive errors which cause strabismus. A report of 8 cases. *Binocul Vis Strabismus*. *Br J Ophthalmol* 2006; 90: 1410-1413.
18. Suma G, Mathur U, Sethi S, Arora P, Garg J. Post LASIK progressive astigmatism in a child with partially accommodative esotropia. *Nepal J Ophthalmol* 2013; 5: 109-13.
19. Godts D, Tassignon MJ, Gobin L. Binocular vision impairment after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30: 101-109.
20. Han J, Hong S, Lee S, Kim JK, Lee HK, Han SH. Changes in fusional vergence amplitudes after laser refractive surgery for moderate myopia. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 1670-1675.
21. Taneri S, Zieske JD, Azar DT. Evolution, techniques, clinical outcomes, and pathophysiology of LASEK: review of the literature. *Surv Ophthalmol* 2004; 49: 576-602.
22. Dastjerdi MH, Soong HK. LASEK (laser subepithelial keratomileusis). *Curr Opin Ophthalmol* 2002; 13: 261-263.
23. Hashemi H, Samet B, Mirzajani A, Khabazkhoob M, Rezvan B, Jafarzadehpur E. Near Point of Accommodation and Convergence after Photorefractive Keratectomy (PRK) for Myopia. *Binocul Vis Strabolog Q Simms Romano* 2013; 28: 29-35.
24. Rajavi Z, Nassiri N, Azizzadeh M, Ramezani A, Yaseri M. Orthoptic Changes following Photorefractive Keratectomy. *J Ophthalmic Vis Res* 2011; 6: 92-100.
25. Prakash G, Choudhary V, Sharma N, Titiyal JS. Change in the accommodative convergence per

- unit of accommodation ratio after bilateral laser in situ keratomileusis for myopia in orthotropic patients: prospective evaluation. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33: 2054-2056.
26. Prakash G., Sharma N, Sharma P, Choudhary V, Titiyal JS. Accommodative spasm after laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK). *Am J Ophthalmol* 2007;143: 540; author reply 540-541.
 27. Zheng K, Han T, Zhou X. Accommodative changes after SMILE for moderate to high myopia correction. *BMC Ophthalmol* 2016; 16: 173.
 28. Liu L, Yuan J, Li J, Li X, Wang Y. Effect of laser in situ keratomileusis on accommodation. *J Huazhong Univ Sci Technol Med Sci* 2008; 28: 596-598.
 29. Airiani S, Braunstein RE. Accommodative spasm after laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK). *Am J Ophthalmol* 2006; 141: 1163-1164.
 30. Shetty R, Deshpande K, Kemmanu V, Kaweri L. The Role of Aberrometry in Accommodative Spasm After Myopic Photorefractive Keratectomy. *J Refract Surg* 2015; 31: 851-853.
 31. Zarei-Ghanavati S, Gharaee H, Eslampour A, Ehsaei A, Abrishami M. Stereoacuity after photorefractive keratectomy in myopia. *J Curr Ophthalmol* 2016; 28: 17-20.
 32. Jiménez JR, Castro JJ, Hita E, Anera RG. Upper disparity limit after LASIK. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2008; 25: 1227-1231.
 33. Singh D, Saxena R, Sinha R, Titiyal JS. Stereoacuity changes after laser in situ keratomileusis. *Optom Vis Sci* 2015; 92: 196-200.
 34. Lundström M, Manning S, Barry P, Stenevi U, Henry Y, Rosen P. The European registry of quality outcomes for cataract and refractive surgery (EU-REQUO): a database study of trends in volumes, surgical techniques and outcomes of refractive surgery. *Eye Vis (Lond)*. 2015; 2:8.
 35. García-Montero M, Albarrán Diego C, Garzón-Jiménez N, Pérez-Cambrodí RJ, López-Artero E, Ondategui-Parra JC. Binocular vision alterations after refractive and cataract surgery: a review. *Acta Ophthalmol*; 2019; 97: e145-e155.
 36. Schuler E, Silverberg M, Beade P, Moadel K. De-compensated strabismus after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 1999; 25(11): 1552-3.
 37. Rashad KM. Laser in situ keratomileusis for myopic anisometropia in children. *J Refract Surg*. 1999; 15(4): 429-35.
 38. Holland D, Amm M, de Decker W. Persisting diplopia after bilateral laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2000; 26(10): 1555-7.
 39. Yap EY, Kowal L. Diplopia as a complication of laser in situ keratomileusis surgery. *Clin Exp Ophthalmol*. 2001; 29(4): 268-71.
 40. Feng L, Lin H, Chen Y, Wang J, Wang Y, Liao R, Zhou J, Robert F. The effect of Lasik surgery on myopic anisometropes' sensory eye dominance. *Sci Rep*. 2017; 7(1): 3629.
 41. Chung SA, Kim WK, Moon JW, Yang H, Kim JK, Lee SB, Lee JB: Impact of laser refractive surgery on ocular alignment in myopic patients. *Eye* 2014; 28: 1321-1327.
 42. Mandava N, Donnenfeld ED, Owens PL, Kelly SE, Haight DH. Ocular deviation following excimer laser photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22: 504-505.
 43. Yildirim R, Oral Y & Uzun A: Exodeviation following monocular myopic regression after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 1031-1033.
 44. Snir M, Kremer I, Weinberger D, Sherf I, Axer-Siegel R. Compensation of exodeviation after corneal refractive surgery for moderate to high myopia. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2003; 34: 363-370.
 45. Gómez de Liaño Sánchez R, Piedrahita Alonso E, Arias Puente A: Visión binocular tras cirugía refractiva en pacientes hipermétropes. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología* 2006; 81: 107-113.
 46. Zwaan J: Strabismus induced by radial keratotomiy. *Mil Med* 1996; 161: 630-631.
 47. McDonnell PJ, Sadun AA: Acquired accommodative esotropia following overcorrection by myopic epikeratophakia. *Cornea* 1990; 9: 354-356.
 48. Kushner BJ, Kowal L. Diplopia after refractive surgery: Occurrence and prevention. *Ach Ophthalmol* 2003; 121: 315-321.
 49. Gunton KB, Armstrong B. Diplopia in adults patients following cataract extraction and refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2010; 21(5): 341-4.
 50. Wu G, Xie L, Yao Z. Muscular asthenopia and eccentric ablation after photorefractive keratectomy. *J Refract Surg*. 2001; 17(3): 380-2.
 51. Valente P, Buzzonetti L, Dickmann A, Rebecchi MT, Petrocelli G, Balestrazzi E. Refractive surgery in patients with high myopic anisometropia. *J Refract Surg*. 2006; 22(5): 461-6.
 52. Langenbacher A, Szentmáry N, Seitz B. Magnification and accommodation with phakic intraocular lenses. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2007; 295-302.
 53. Liu LN, Lü F, Wang QM, Xue AQ, Chen SH, Chen HB. Change of accommodative function in phakic eyes with iris-fixated phakic intraocular lens implantation. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2010; 621-4.
 54. Fu J, Wang XZ, Wang NL, Wang JH, Zhao SQ. Accommodation perimeters after phakic posterior chamber implantable contact lens implantation. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2013; 633-6.
 55. Ryu IH, Han J, Lee HK, Kim JK, Han SH. Changes in the accommodation-convergence relationship after the Artisan phakic intraocular lens implantation for myopic patients. *Korean J Ophthalmol*. 2014; 150-4.
 56. Pollard ZF, Greenberg MF, Bordenca M, Elliott J, Hsu V. Strabismus precipitated by monovision. *Am J Ophthalmol*. 2011; 152(3): 479-482.e1.

57. Vargas-Fragoso V, Alio JL: Corneal compensation of presbyopia: PresbyLASIK: an updated review. *Eye Vis (Lond)* 2017; 4: 11.
58. Rajska K, Loba P, Wilczynski M, Broniarczyk-Loba A. Visual outcomes, binocular vision and subjective accommodation after Crystalens HD accommodating intraocular lens implantation. *Klin Oczna*. 2016; 118(4): 278-83.
59. Gawęcki M, Grzybowski A. Diplopia as the complication of cataract surgery. *J Ophthalmol* 2016; 2016: 2728712.
60. Costa PG, Debert I, Passos LB, Polati M. Persistent diplopia and strabismus after cataract surgery under local anesthesia. *Binocul Vis Strabismus Q*. 2006; 21(3): 155-8.
61. Golnik KC, West CE, Kaye E, Corcoran KT, Cionni RJ. Incidence of ocular misalignment and diplopia after uneventful cataract surgery. *The Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2000; 26(8): 1205-1209.
62. Nayak H, Kersey JP, Oystreck DT, Cline RA, Lyons CJ. Diplopia following cataract surgery: a review of 150 patients. *Eye*. 2008; 22(8): 1057-1064.
63. Karagiannis DA, Chatzistefanou K, Damanakis A. Prevalence of diplopia related to cataract surgery among cases of diplopia. *European Journal of Ophthalmology*. 2007; 17(6): 914-918.
64. Chung SA, Kim CY, Chang JH, Hong S, Kang SY, Seong GJ et al. Change in ocular alignment after topical anesthetic cataract surgery. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2009; 247(9): 1269-1272.
65. Yangüela J, Gómez-Arnau JI, Martín-Rodrigo JC, Andueza A, Gili P, Paredes B, et al. Diplopia after cataract surgery: comparative results after topical or regional injection anesthesia. *Ophthalmology*. 2004; 111(4): 686-692.
66. Kalantzis G, Papaconstantinou D, Karagiannis D, Koutsandrea C, Stavropoulou D, Georgalas I. Post-cataract surgery diplopia: aetiology, management and prevention. *Clin Exp Optom*. 2014; 97(5): 407-10.
67. Koide R, Honda M, Kora Y, Ozawa T. Diplopia after cataract surgery. *J Cataract Refract surg* 2000; 26: 1198-1204.
68. Hunter DG., Lam GC, Guyton DL. Inferior oblique muscle injury from local anesthesia for cataract surgery. *Ophthalmology*. 1995; 102(3): 501-509.
69. De Faber JT, von Noorden GK. Inferior rectus muscle palsy after retrobulbar anesthesia for cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 1991; 112: 209-211.
70. Hamad LM, Mancuso A. Inferior rectus muscle contracture syndrome after retrobulbar anesthesia. *Ophthalmology* 1991; 98: 1506-1512.
71. Porter JD, Edney DP, McMahon EJ, Burns LA. Extraocular myotoxicity of the retrobulbar anesthetic bupivacaine hydrochloride. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1988; 29: 163-174.
72. Wylie J, Henderson M, Doyle M, Hickey-Dwyer M. Persistent binocular diplopia following cataract surgery: aetiology and management. *Eye* 1994; 8: 543-546.
73. Rainin EA, Carlson BM. Postoperative diplopia and ptosis: a clinical hypothesis based on the myotoxicity of local anesthetics. *Arch Ophthalmol* 1985; 103: 1337-1339.
74. Hamada S, Devys JM, Xuan TH, Ganem S, Sahel JA, Héran F, Plaud B. Role of hyaluronidase in diplopia after peribulbar anesthesia for cataract surgery. *Ophthalmology*. 2005 May; 112(5): 879-82.
75. Strouthidis NG, Sobha S, Lanigan L, Hammond CJ. Vertical diplopia following peribulbar anesthesia: the role of hyaluronidase. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2004 Jan-Feb; 41(1): 25-30.
76. Johnson DA. Persistent vertical binocular diplopia after cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2001; 132: 831-835.
77. Capó H, Roth E, Johnson T, Munoz M, Siatkowski RM. Vertical strabismus after cataract surgery. *Ophthalmology* 1996; 103: 918-921.
78. Capó H, Guyton DL. Ipsilateral hypertropia after cataract surgery. *Ophthalmology* 1996; 103(5): 721-30.
79. Kim JH, Hwang JM. Imaging of the superior rectus in superior rectus overaction after retrobulbar anesthesia. *Ophthalmology*. 2006 Sep; 113(9): 1681-4.
80. Vlăduțiu C, Sevan S, Ciucă M. Diplopia through toxic myopathy after cataract surgery. *Oftalmologia*. 2008; 52(4): 77-82.
81. Schild AM, Fricke J, Neugebauer A. Inferior rectus muscle recession as a treatment for vertical diplopia following cataract extraction. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2013; 251(1): 189-194.
82. Merino P, Muñoz Sanz N, Gómez de Liaño P, Gutiérrez Partida B, Seijas Leal O. Diplopia after sub-Tenon's anesthesia for cataract surgery. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2006; 81(3): 141-146.
83. MacDonald IM, Reed GF, Wakeman BJ. Strabismus after regional anesthesia for cataract surgery. *Canadian Journal of Ophthalmology*. 2004; 39(3): 267-271.
84. Khawam E, El-Dairi M, Al-Haddad C, Younis M. Inferior oblique overaction/contracture following retrobulbar anesthesia for cataract extraction with a positive Bielschowsky Head Tilt Test to the contralateral shoulder. A report of one case. *Binocular Vision and Strabismus Quarterly*. 2004; 19(4): 247-250.
85. Corboy JM, Jiang X. Postanesthetic hypotropia: a unique syndrome in left eyes. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1997; 23(9): 1394-1398.
86. Burns CL, Seigel LA. Inferior rectus recession for vertical tropia after cataract surgery. *Ophthalmology* 1988; 95: 1120-1124.
87. Hamed LM, Helveston EM, Ellis FD. Persistent binocular diplopia after cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 1987; 103: 741-744.
88. Champan JM, Abdelatid OM, Cheeks L, Green K. Subconjunctival gentamicin induction of extraocu-

- lar toxic muscle myopathy. *Ophthalmic Res* 1992; 24: 189-196.
89. Multi-ethnic Pediatric Eye disease Study Group. Prevalence of amblyopia and strabismus in African American and Hispanic children ages 6 to 72 months the multi-ethnic pediatric eye disease study. *Ophthalmology*. 2008; 118: 1229-1236.
 90. Nelson LB, Calhoun SH, Schatz NJ, Harley RD. Persistent strabismus presenting after cataract surgery. *Ophthalmology* 1987; 94: 491-494.
 91. Mets HS. Think superior oblique palsy. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1986; 102: 166-169.
 92. Kushner BJ. Abnormal sensory findings secondary to monocular cataracts in children and strabismic adults. *Am J Ophthalmol* 1986; 102: 349-352.
 93. Pineles SL. Fixation Switch Diplopia. *J Neuroophthalmol* 2016; 36: 118-119.
 94. Kushner BJ. Fixation switch diplopia. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 896-899.
 95. Hamed LM. Strabismus presenting after cataract surgery. *Ophthalmology*. 1991; 98(2): 247-52.
 96. Rosenbaum AP, Santiago AP. *Clinical Strabismus Management*. Philadelphia: principles and surgical techniques. W.B. Saunders Company; 1999: 371-379.
 97. Hale JE, Murjane S, Frost NA, Harrad NA. How should we manage an amblyopic patient with cataract? *Br J Ophthalmol*. 2006; 90: 132-133.
 98. Gómez de Liaño-Sánchez P. Diplopia post cirugía de catarata. *Boletín de la Soc. Oftalmol. De Madrid*; 2004: 44.
 99. Pratt-Jonson JA, Tillson G. Intractable diplopia after vision restoration in unilateral cataract. *Am J Ophthalmol* 1989; 107: 23-26.
 100. Hamad LM. Strabismus presenting after cataract surgery. *Ophthalmology* 1991; 98: 247-252.
 101. Schipper I. Anisophoria after implantation of an intraocular lens. *Am J Intraocul Implant Soc* 1985; 11: 290-291.
 102. Boldea R., Klainguti G. Binocular diplopia after cataract surgery. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*. 2006; 223(5): 382-385.
 103. Domingo Gordo B, Merino Sanz P, Arrevola Velasco L, Acero Peña A, Luezas Morcuende JJ, Gómez De Liaño Sánchez P. Post-cataract surgery diplopia: etiology and treatment. *Arch Soc Esp Ophthalmol*; 2000; 75(9): 581-587.
 104. Kowal, L. Refractive surgery and diplopia. *Clinical and Experimental Ophthalmology*, 2000; 28(5), 344-346.
 105. Weakley DR Jr. The association between nonstrabismic anisometropia, amblyopia, and subnormal binocularity. *Ophthalmology* 2001; 108: 163-171.
 106. Rutstein RP, Corliss D. Relationship between anisometropia, amblyopia, and binocularity. *Optom Vis Sci* 1999; 76: 229-233.
 107. Pansell T, Schworm HD, Ygge J. Torsional and vertical eye movements during head tilt dynamic characteristics. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003; 44: 2986-2990.
 108. Webers VSC, Bauer NJC, Visser N, Berendschot T, van den Biggelaar F, Nuijts R. Image-guided system versus manual marking for toric intraocular lens alignment in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 781-788.
 109. Tjon-Fo-Sang MJ, de Faber JT, Kingma C, Beehuis WH. Cyclotorsion: a possible cause of residual astigmatism in refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 599-602.
 110. Kushner BJ. Diplopia associated with refractive surgery. *Am Orthopt J*. 2012; 62: 34-7.