

PROTOCOLO DE PRÁCTICA CLÍNICA PREFERENTE

PREFERRED PRACTICE PATTERN®



Defectos refractivos y cirugía refractiva

Copyright© 2017. American Academy of Ophthalmology®. All rights reserved.

Copyright© 2017. Academia Americana de Oftalmología®. Todos los derechos reservados.



AUTORES

Coordinador:

Fernando Llovet Osuna

Grupo de trabajo:

Federico Alonso Aliste

Rafael Bilbao Calabuig

Miguel A Calvo Arrabal

Félix González López

Jaime Javaloy Estañ

Miguel J Maldonado López

Blas Mompeán Morales

Julio Ortega Usobiaga

Coordinador General Protocolos Sociedad Española de Oftalmología:

José A. Gegúndez Fernández

Fecha de traducción al español: enero-2017

Traducción del texto original de:

Panel de Protocolos de Defectos refractivos y Cirugía Refractiva 2013

Refractive Errors & Refractive Surgery PPP - 2013

Disclaimer:

This publication is a translation of a publication of the American Academy of Ophthalmology entitled Preferred Practice Pattern and Summary Benchmarks. This translation reflects current practice in the United States of America as of the date of its original publication by the Academy, and may include some modifications that reflect national practices. The American Academy of Ophthalmology did not translate this publication into the language used in this publication and disclaims any responsibility for any modifications, errors, omissions or other possible fault in the translation. The Academy and the

Ophthalmology Spanish Society (SEO) provide this material for educational purposes only. It is not intended to represent the only or best method or procedure in every case, or to replace a physician's own judgment or give specific advice for case management. Including all indications, contraindications, side effects, and alternative agents for each drug or treatment is beyond the scope of this material. All information and recommendations should be verified, prior to use, with current information included in the manufacturers' package inserts or other independent sources, and considered in light of the patient's condition and history. The Academy and the SEO specifically disclaims any and all liability for injury or other damages of any kind, from negligence or otherwise, for any and all claims that may arise from the use of any recommendations or other information contained herein.

Limitación de responsabilidad:

Este texto es una traducción de una publicación de la Academia Americana de Oftalmología titulada *“Preferred Practice Pattern and Summary Benchmarks”*. Esta traducción refleja la práctica actual en los Estados Unidos de América en la fecha de su publicación original por la Academia, y puede incluir algunas modificaciones que reflejen las prácticas nacionales. La Academia Americana de Oftalmología no es la responsable de la traducción al español de esta publicación y no asume ninguna responsabilidad por las modificaciones, errores, omisiones u otros posibles errores en la traducción. La Academia y la Sociedad Española de Oftalmología (SEO) proporcionan este material sólo con fines educativos. No está destinado a representar el único, mejor método o procedimiento en cada caso, ni tampoco para reemplazar el criterio del médico o dar consejos específicos para el manejo de los casos. La inclusión de todas las indicaciones, contraindicaciones, efectos secundarios y opciones alternativas para cada fármaco o tratamiento, quedan fuera del alcance de este material. Toda la información y las recomendaciones deben ser verificadas, antes de su aplicación, con la información actual incluida en los folletos del fabricante o en otras fuentes independientes, y en cualquier caso consideradas en base a las peculiaridades del paciente y su historia clínica. La Academia y la

SEO renuncian específicamente a toda responsabilidad por lesiones u otros daños de cualquier tipo, por negligencia o por cualquier otra causa o reclamación que pueda surgir del uso de cualquier recomendación u otra información contenida en este documento.

Copyright© 2017. American Academy of Ophthalmology®. All rights reserved.

Copyright© 2017. Academia Americana de Oftalmología®. Todos los derechos reservados.



CONFLICTOS DE INTERÉS

Coordinador:

Fernando Llovet Osuna: sin conflictos de interés

Grupo de trabajo:

Federico Alonso Aliste: sin conflictos de interés

Rafael Bilbao Calabuig: sin conflictos de interés

Miguel A Calvo Arrabal: sin conflictos de interés

Félix González López: sin conflictos de interés

Jaime Javaloy Estañ: sin conflictos de interés

Miguel J Maldonado López : sin conflictos de interés

Blas Mompeán Morales: sin conflictos de interés

Julio Ortega Usobiaga: sin conflictos de interés



ÍNDICE

OBJETIVOS DE LOS PROTOCOLOS DE PRÁCTICA PREFERENTE	6
MÉTODO Y NIVELES DE EVIDENCIA	9
HALLAZGOS DESTACADOS Y RECOMENDACIONES DE TRATAMIENTO	12
INTRODUCCIÓN	16
Definición de la alteración	16
Población diana	18
Objetivos clínicos	18
PROLEGÓMENOS	19
Prevalencia y factores de riesgo	19
Historia natural	22
Fundamentos para aplicar el tratamiento	23
Prevención	24
PROCESO DE ATENCIÓN	25
Criterios basados en la obtención de ciertos resultados clínicos por parte del paciente	25
Diagnóstico	25
Historia clínica	25
Exploración	25
Tratamiento	28
Gafas	28
Lentes de contacto	29
Ortoqueratología	41
Cirugía refractiva de la miopía, astigmatismo e hipermetropía	42
Cirugía refractiva para la presbicia.....	116
Cirugía queratorrefractiva	118
Cirugía intraocular	121
Cirugía extraocular	124
Actores y escenario	125
Asesoramiento y derivación de pacientes	126
Consideraciones socioeconómicas	126
APÉNDICE 1. CRITERIOS BÁSICOS PARA UNA ATENCIÓN OFTALMOLÓGICA DE CALIDAD	130
APÉNDICE 2. EPIDEMIOLOGÍA DE LOS DEFECTOS REFRACTIVOS	135
APÉNDICE 3. LA PREVENCIÓN DE LA PROGRESIÓN DE LA MIOPIA	141
APÉNDICE 4. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA EVALUACIÓN MÉDICA EXHAUSTIVA DEL OJO ADULTO SEGÚN LOS ESTÁNDARES DEL PPP DE AAO	148
APÉNDICE 5. GAFAS	151
APÉNDICE 6. LENTES DE CONTACTO	155
APÉNDICE 7. LA TARJETA K	161
APÉNDICE 8. CATARATA EN EL OJO ADULTO. RESUMEN DEL PPP	162
BIBLIOGRAFÍA	171
ABREVIATURAS	198



OBJETIVOS DE LOS PROTOCOLOS DE PRÁCTICA CLÍNICA PREFERENTES

Como servicio a sus miembros y al público en general, la Academia Americana de Oftalmología (AAO) ha elaborado una serie de protocolos de prácticas clínicas preferentes (Preferred Practice Pattern®, PPP), que **definen las características de una atención oftalmológica de calidad**. En el apéndice 1 se describen los criterios básicos de calidad de la atención oftalmológica.

Los PPP están basados en la mejor evidencia científica disponible interpretada por comités de expertos profesionales de la salud. En ciertas ocasiones, como cuando se ha podido disponer de los resultados de ensayos clínicos bien realizados, los datos han podido resultar especialmente convincentes y permitir extraer recomendaciones claras. En otras ocasiones sin embargo, los comités de expertos han tenido que fundamentar su opinión colegiada en la valoración de la mejor evidencia disponible.

Estos documentos proporcionan una guía para la buena práctica clínica, no para la atención médica de un caso en particular. Si bien, en términos generales, estas guías deberían ser capaces de abordar adecuadamente las necesidades de la mayoría de los pacientes, es posible que en algún caso en concreto pudieran no serlo. Ceñirse a estos PPP no puede garantizar que se consiga un resultado exitoso en cualquier situación. No debe presuponerse que estos protocolos puedan estar incluyendo todas y cada una de las modalidades de tratamiento más adecuadas, ni que estén proscribiendo otras que pudieran conducir también al mejor resultado clínico por otra vía. Las distintas necesidades de cada paciente en concreto pueden requerir abordajes diferenciados. Corresponde al médico la valoración última acerca de la idoneidad de la atención oftalmológica que finalmente recibirá cada paciente en concreto a la vista de todas las circunstancias que concurran en cada caso en particular. La Academia Americana de Oftalmología (y la Sociedad Española de Oftalmología) muestran su disposición para ayudar a sus miembros en la

resolución de los dilemas éticos que se puedan plantear en su ejercicio profesional.

Las directrices recogidas en los PPP no son estándares de práctica médica de obligado cumplimiento en cualquier caso clínico. La Academia declina toda responsabilidad por cualquier lesión sufrida, o por cualquier daño de cualquier tipo, provenga éste o no de una negligencia profesional, en relación con cualquier reclamación o demanda de cualquier tipo, que pudiera derivarse, en todo caso, del seguimiento de cualquier recomendación o de cualquier otra información contenida en el presente documento.

Las referencias a ciertos medicamentos, instrumentos y otros productos sanitarios están hechas con fines meramente informativos y no pretenden constituir un respaldo expreso ni una promoción de los mismos. Dichas referencias podrían en ciertos casos incluir información sobre determinados usos clínicos alejados de los estándares propios de nuestro medio, constituir indicaciones no autorizadas en las correspondientes fichas técnicas de producto por la U.S. Food and Drug Administration (FDA), o bien tratarse de usos de fármacos o productos sanitarios que hayan recibido una aprobación para ser usados exclusivamente en el ámbito de estudios de investigación. La FDA ha establecido que recae en la responsabilidad de cada médico individual investigar el estatus regulatorio de todo fármaco o dispositivo que pretenda usar, así como la de proceder a su uso con el oportuno consentimiento informado del paciente, de conformidad con la legislación vigente.

Las innovaciones médicas son esenciales para garantizar la salud futura de la población, y la Academia Americana fomenta el desarrollo de métodos diagnósticos y terapéuticos nuevos que puedan mejorar la atención oftalmológica. Es fundamental resaltar que la verdadera excelencia médica solamente se alcanza cuando se pone como objetivo primordial atender las necesidades de nuestros pacientes.

Todas las recomendaciones incluidas en los PPP son revisadas y actualizadas anualmente por el correspondiente comité de expertos, si no antes cuando los avances pudieran hacerlo necesario. Para asegurar que todos los PPP están actualizados, se les otorga un plazo de validez de cinco años a contar desde su

fecha de aprobación, salvo que hayan sido reemplazados antes por una revisión. Los PPP son financiados por la Academia sin apoyo alguno por parte de las casas comerciales. Los autores y los revisores de los PPP actúan como voluntarios y no reciben compensación económica alguna por su contribución a la elaboración de estos documentos. Los PPP son sometidos a revisión externa por parte de expertos y de todas las partes interesadas (incluidos los representantes de los consumidores) antes de su publicación. Los PPP se desarrollaron de acuerdo con el código ético de relaciones con las empresas establecido por el Consejo de Sociedades de especialidades médicas. La Academia tiene su propio protocolo de relaciones con la industria, con el cual da cumplimiento a dicho código.

(Disponible en <http://one.aao.org/CE/PracticeGuidelines/PPP.aspx>)



MÉTODO Y NIVELES DE EVIDENCIA

Los PPP pretenden tener la máxima relevancia clínica y ser lo suficientemente específicos como para poder proporcionar una información útil al oftalmólogo en su práctica clínica diaria. Cuando exista una evidencia suficiente para apoyar una recomendación médica, dicha recomendación vendrá acompañada de una calificación que refleje el correspondiente nivel de evidencia.

Con este fin se emplea el método desarrollado por la *Scottish Intercollegiate Guideline Network*¹ (SIGN: Red intercolegial de directrices escocesa) y el *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*² (GRADE: Clasificación de recomendaciones de valoración, desarrollo y evaluación). El sistema GRADE es una aproximación sistemática para cuantificar la fuerza total de la evidencia científica disponible que sustenta las recomendaciones para un caso clínico específico. Las organizaciones que han adoptado el sistema GRADE incluyen a la SIGN, la Organización Mundial de la Salud, la Agencia para la investigación y política sanitaria (*Agency for Healthcare Research and Policy*) y el colegio de médicos americano.³

- ◆ Todos los estudios utilizados para justificar una recomendación son clasificados individualmente según su nivel de evidencia científica, y ese grado se refleja acompañando a la referencia de cada estudio.
- ◆ Para evaluar cada estudio, se utiliza como base la escala SIGN¹. Las definiciones y los niveles de evidencia referidos a estudios concretos son los siguientes:

I ++	Meta-análisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECCA) o ensayos clínicos controlados con un riesgo muy bajo de sesgo.
I +	Meta-análisis bien realizados, revisiones sistemáticas de ECCA, o ECCA con bajo riesgo de sesgo.
I -	Meta-análisis, revisiones sistemáticas de ECCA, o ECCA con alto riesgo de sesgo.
II ++	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de casos y controles o de cohortes. Estudios de casos y controles o de cohortes de alta calidad con un riesgo muy bajo de confusión o sesgo y una alta probabilidad de que la relación sea causal.
II +	Estudios bien realizados de casos y controles o de cohortes con un riesgo bajo de probabilidad de confusión o sesgo y un grado medio de probabilidad de que la relación sea causal.
II -	Estudios de casos y controles o de cohortes con un alto riesgo de confusión o sesgo y un riesgo significativo de que la relación no sea causal.
III	Estudios no-analíticos (series de casos, reportes de casos clínicos)

- ◆ Las recomendaciones médicas están sustentadas por el nivel de evidencia. La calidad de la evidencia se define mediante el sistema GRADE², expuesta a continuación:

Calidad óptima	Es muy poco probable que futuras investigaciones cambien nuestra confianza en la estimación del efecto.
Calidad moderada	Es probable que futuras investigaciones tengan un impacto importante en nuestra confianza en la estimación del efecto y que puedan cambiar dicha estimación.

Calidad insuficiente	Es muy probable que futuras investigaciones tengan un impacto importante en nuestra confianza en la estimación del efecto y es probable que modifiquen dicha estimación. Cualquier estimación del efecto es muy incierta.
----------------------	---

- ◆ Clave para definir la firmeza de las recomendaciones médicas según el sistema GRADE:

Recomendación sólida	Se utiliza si los efectos deseables de una intervención superan claramente los efectos indeseables o claramente todo lo contrario.
Recomendación discrecional	Se utiliza cuando las expectativas son menos seguras, ya sea debido a una evidencia de baja calidad o porque la evidencia sugiere que los efectos deseables e indeseables están estrechamente equilibrados.

- ◆ Los puntos enunciados en la sección de hallazgos destacados y recomendaciones médicas han sido determinados por el panel de expertos por resultar de especial importancia para la visión y calidad de vida de los pacientes.
- ◆ Todas las recomendaciones incluidas en esta guía de PPP fueron calificadas usando el sistema descrito anteriormente. Para información adicional sobre la valoración específica de cada recomendación, ver Apéndice 3.
- ◆ Las búsquedas bibliográficas precisas para actualizar este PPP original fueron realizadas entre junio de 2012 y enero de 2013 recurriendo a **PubMed** y a la **Biblioteca Cochrane**. Los detalles concretos de dichas consultas bibliográficas están disponibles en: www.aao.org/ppp.

Nota del traductor (N.T.). Las búsquedas bibliográficas, para actualizar este PPP traducido al castellano, fueron realizadas hasta diciembre de 2016 recurriendo a **PubMed**, a la **Biblioteca Cochrane** y a la **Biblioteca de la SEO**. Las reseñas concretas de dichas consultas bibliográficas están disponibles en cada apartado específico de la N.T.



HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES DESTACADAS PARA LA ATENCIÓN MÉDICA

El uso de lentes de contacto mientras se duerme, independientemente del tipo de lentilla (incluidas las lentes de hidrogel de silicona altamente permeables al gas de última generación), aumenta el riesgo de padecer una infección corneal.⁵⁻¹¹ (*buena evidencia*). Aunque la “Food and Drug Administration (FDA)” ha autorizado ciertas lentes de contacto para uso prolongado, este riesgo de infección en concreto, además de los otros riesgos del porte de lentillas en general, deben ser explicados a todo paciente para el que se esté considerando esta modalidad de uso de las lentes de contacto, conjuntamente con los posibles beneficios y alternativas existentes (*recomendación firme*).

Se debe informar a los pacientes de que frotar las lentes de contacto es una fase importante del procedimiento de limpieza previo a la desinfección de cualquier lente que vaya a ser reutilizada. Frotar la lente de contacto mejora la eficacia de la solución de limpieza, probablemente porque permite eliminar los depósitos menos adheridos. Los sistemas de peróxido de hidrógeno posiblemente sean superiores a las soluciones desinfectantes con conservantes en lo relativo a conseguir una menor adhesión de los agentes patógenos, así como en cuanto a tener un mayor efecto destructor de los quistes protozoarios, pero precisan regímenes de cuidado más complejos.¹²⁻¹⁸ (*recomendación firme, buena evidencia*).

El aumento en el número de casos de queratitis por *Acanthamoeba* y queratitis micótica en relación con el uso de lentes de contacto que se ha observado durante la última década parece haber tenido relación con ciertos factores de riesgo ambientales y determinadas prácticas de higiene inadecuadas, como: 1) limpiar las lentillas omitiendo la etapa de frotamiento; 2) rellenar con solución nueva el estuche de las lentillas pero sólo en parte, (reutilizando la solución preexistente en el estuche en vez de desecharla); 3) utilizar estuches para

lentillas contaminados; 4) utilizar agua del grifo; 5) utilizar lentes de contacto en bañeras de hidromasaje o piscinas; y 6) ciertos cambios en el suministro de agua potable.^{12,13,15,19-37} (*evidencia moderada*)

La presbicia se puede tratar mediante el uso de gafas o lentes de contacto (bifocales esféricas o multifocales, tanto blandas como rígidas permeables al gas). Las lentillas para presbicia se pueden llevar en ambos ojos simultáneamente, o bien bajo las modalidades de monovisión o monovisión modificada. La monovisión modificada consiste en utilizar una lente de contacto bifocal o multifocal en un ojo y una lente de contacto para visión lejana en el otro ojo. El tratamiento quirúrgico de la presbicia incluye la cirugía queratorrefractiva para inducir monovisión (*N. del T.: y el cambio de la asfericidad corneal mediante cirugía láser*) o la implantación de lentes intraoculares (lentes monofocales para inducir monovisión, lentes multifocales o lentes acomodativas). (*buen evidencia*)

La evaluación preoperatoria del paciente candidato a cirugía refractiva debe tener en consideración las expectativas visuales postquirúrgicas, y resaltar los posibles efectos indeseados o complicaciones que podrían presentarse, explicando cuáles de éstos pueden ser transitorios y cuáles permanentes. (*punto de buenas prácticas*)

Antes de la cirugía refractiva se debe valorar la topografía corneal en busca de cualquier indicio de astigmatismo irregular, moldeamiento corneal o cualquier alteración que pudiera sugerir la existencia de un queratocono o de cualquier otra ectasia corneal. Todas estas anomalías pueden conducir a resultados refractivos impredecibles, y el queratocono y las demás enfermedades ectásicas podrían sufrir una progresión de la condición ectásica tras la cirugía refractiva.³⁸⁻⁴¹ A la hora de plantear una posible cirugía refractiva intraocular, la valoración de la topografía corneal es importante también para evaluar las características ópticas de la córnea. Dicha valoración también es pertinente en caso de que sea necesaria una intervención quirúrgica queratorrefractiva para

optimizar el resultado refractivo después de una cirugía refractiva intraocular, o para la implantación de lentes intraoculares tóricas. (*recomendación firme, evidencia moderada*)

Se debe informar a los pacientes del riesgo de presentar síntomas de mala visión nocturna después de someterse a cirugía refractiva corneal. (*buena evidencia, recomendación firme*). La mayoría de los estudios sobre queratomileusis in situ asistida con láser (LASIK), tanto convencional como guiado por frente de ondas, no han puesto de manifiesto ninguna relación entre el diámetro de la pupila escotópica y los síntomas de mala visión nocturna postoperatorios.⁴²⁻⁴⁶ (*evidencia moderada*)

Las opciones preferidas para el retratamiento en LASIK son: a) volver a levantar el lentículo original (*N. del T.: dentro de los primeros 3 años postquirúrgicos*), o b) realizar, sobre el lentículo original, una queratectomía fotorrefractiva (PRK) con o sin mitomicina C (uso “*off label*”, - *N. del T.: es decir, no explícitamente aprobado por la FDA, con una indicación fuera de ficha técnica de producto*). Si se talla un lentículo nuevo, la intersección de planos quirúrgicos podría dar lugar a un desplazamiento de fragmentos de estroma que podría tener como consecuencia la aparición de un astigmatismo irregular y la pérdida de líneas de mejor agudeza visual corregida (MAVC).^{47,48} (*recomendación firme, evidencia moderada*)

Se recomienda proporcionar a los pacientes sometidos a cirugía refractiva un informe, o bien que el oftalmólogo mantenga un registro con la información relativa al estado ocular del paciente, que incluya los valores de la queratometría y de la refracción preoperatorias, así como la refracción postoperatoria final conseguida, de modo que dicha información pueda estar disponible si el paciente precisase una cirugía de cataratas o cualquier otra actuación oftalmológica. (Véase el apéndice 7) (*punto de buenas prácticas*)

Debido a que ciertas lentes intraoculares (LIOs), como las lentes multifocales, presentan un posible riesgo de deterioro de la calidad visual, si se las compara con las lentes intraoculares monofocales⁴⁹(*buena evidencia*), los cirujanos deben tener en cuenta el estilo de vida y las expectativas individuales del paciente para poder escoger el tipo de LIO más adecuado para aquellos que se van a someter a una cirugía refractiva del cristalino. (*recomendación firme*)



INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DE LA ALTERACIÓN

El defecto refractivo (ametropía) aparece cuando los rayos de luz paralelos que entran en el ojo que no está acomodando no quedan enfocados sobre la retina. El resultado visual es una imagen borrosa. La miopía es una aberración óptica común, en la cual el ojo tiene demasiado poder óptico y los rayos paralelos procedentes de una imagen distante se focalizan en un punto anterior al plano de la retina. La hipermetropía es también una aberración común, y en ella el ojo no tiene suficiente poder óptico, por lo que los rayos de luz distantes llegan a la retina antes de converger. El astigmatismo y otras modalidades de aberraciones ópticas se producen cuando los rayos de luz incidentes no convergen en un único punto focal. El astigmatismo refractivo total puede dividirse en corneal (o queratométrico), cristalino y retiniano. La mayoría del astigmatismo es de origen corneal. El astigmatismo cristalino es consecuencia de una curvatura irregular, de un desplazamiento del cristalino, o de la presencia de índices de refracción variables en el seno del cristalino.⁵⁰

En el astigmatismo regular el poder refractivo varía de manera progresiva de un meridiano a otro, y cada meridiano tiene una curvatura uniforme en todos sus puntos a través de la entrada pupilar (*N. del T.: en un sistema óptico, la “pupila de entrada” es la imagen de la pupila “física” proyectada a nivel del plano de la lente frontal del sistema; es decir, en el ojo humano, la “pupila de entrada” o “entrance pupil” sería la proyección de la pupila del ojo en el plano corneal*). Los meridianos con la potencia máxima y mínima, llamados meridianos principales, se localizan a 90 grados el uno del otro.⁵¹

En el astigmatismo irregular (p. ej. tras queratoplastia, queratotomía radial [QR], o cirugía queratorrefractiva complicada), la magnitud y el eje

del astigmatismo varían de un punto a otro a lo largo del área de la entrada pupilar.⁵² El astigmatismo irregular puede ser clínicamente significativo en casos como el queratocono y otras ectasias, distrofias corneales de la membrana basal epitelial y del estroma, cicatrices corneales, y córneas postoperadas. El astigmatismo irregular es un ejemplo de un tipo de aberración óptica de las denominadas aberraciones de alto orden (AAO; en inglés HOA). Las HOA no pueden ser corregidas completamente con gafas. Los métodos para describir las HOA incluyen los polinomios de Zernike y el análisis de Fourier.

En este documento se definen como defectos refractivos leves a moderados aquellos menores de 6,00 dioptrías (D) de miopía, menores de 3,00 D de hipermetropía y menores de 3,00 D de astigmatismo regular. Los defectos refractivos altos se definen como aquellos iguales o superiores a 6,00 D de miopía, 3,00 D de hipermetropía y 3,00 D de astigmatismo regular.

La presbicia es el proceso que aparece con la edad, y que tiene como consecuencia una acomodación insuficiente para el trabajo visual cercano en un paciente cuyo defecto refractivo lejano está totalmente corregido. Aunque no es realmente un defecto refractivo, la presbicia se aborda en este documento porque su corrección guarda semejanzas con la de los verdaderos defectos refractivos. La corrección de la presbicia es un tema que también se contempla en el documento “PPP sobre Catarata en el Ojo Adulto”.⁵³

Este documento de PPP se centra en los defectos refractivos de aquellos pacientes con edades en las que ya no es posible desarrollar ambliopía. La tabla 1 contiene un listado de los códigos de la Clasificación Internacional de las Enfermedades (CIE; en inglés ICD) para los defectos refractivos.

POBLACIÓN DIANA

Pacientes con defectos refractivos y que hayan superado la edad ambliogénica.

OBJETIVOS CLÍNICOS

- Determinar las necesidades visuales del paciente.
- Identificar y cuantificar los defectos refractivos.
- Discutir con el paciente la naturaleza del defecto refractivo, las alternativas más adecuadas para su corrección, y los riesgos y los beneficios de cada posible abordaje.
- Informar a los pacientes, especialmente a aquellos con defectos refractivos elevados, sobre el riesgo de padecer ciertas enfermedades oculares asociadas.
- Corregir los defectos refractivos sintomáticos mediante gafas, lentes de contacto o cirugía, según la preferencia expresada por un paciente bien informado, y de acuerdo con el consejo médico.
- Proporcionar al paciente el seguimiento y el manejo de cualquier efecto secundario o complicación que pueda derivarse de la modalidad de corrección empleada.

TABLA 1 CÓDIGOS DE LA CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE LAS ENFERMEDADES Y PROBLEMAS DE SALUD RELACIONADOS

	ICD-9 CM	ICD-10 CM
Hipermetropía	367,0	H52,0-
Miopía	367,1	H52,1-
Astigmatismo regular	367,21	H52,22-
Astigmatismo irregular	367,22	H52,21-
Presbicia	367,4	H520

ICD: Clasificación Internacional de las Enfermedades; CM: Modificación Clínica usada en EEUU; (-)=0, ojo sin especificar; 1, ojo derecho; 2, ojo izquierdo; 9, ojo sin especificar.

Información adicional para los códigos de CIE-10:

- Algunas categorías de CIE-10 CM tienen para aplicar caracteres en la séptima posición del código ("séptimos caracteres"). Los "séptimos caracteres" se requieren en todos los códigos de una categoría, o como notas en las instrucciones de la Tabla con la Lista. Los "séptimos caracteres" siempre deben aparecer en séptimo lugar en el campo de datos. Si un código requiere un "séptimo carácter" y no tiene 6 caracteres entonces debe usarse una X para sustituir los caracteres vacíos.
- Para procesos bilaterales el carácter final de los códigos de ICD-10 CM indica lateralidad. Existe un código para indicar lateralidad ocular sin especificar cuando ésta no aparezca en la historia clínica. Si no existe código para un proceso bilateral entonces deben asignarse códigos separados para ojo derecho y para ojo izquierdo.
- Cuando el código diagnóstico especifique lateralidad, independientemente de la posición que ocupe el dígito (4º dígito, 5º dígito o 6º dígito):
 - Derecho es siempre 1.
 - Izquierdo es siempre 2.
 - Bilateral es siempre 3.
 - Sin especificar siempre sigue lo explicado arriba sobre procesos con lateralidad "sin especificar" (0 o 9 dependiendo de que sea un 4º, 5º o 6º dígito).



PROLEGÓMENOS

PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO

Más de la mitad de la población de EEUU mayor de 40 años tiene una ametropía de magnitud suficiente como para requerir una corrección refractiva.⁵⁴ Actualmente, se estima que 93 millones de estadounidenses de 12 años o más usan alguna forma de corrección óptica para corregir defectos refractivos en visión lejana.⁵⁵ Unos 36 millones de personas en EEUU usaban lentes de contacto en 2005.⁵⁶ Se estima que más de 8,5 millones de estadounidenses se han sometido a cirugía refractiva desde 1995.⁵⁷

En EEUU se estima que la prevalencia de la miopía (0,75 D o más) alcanza el 9% en el grupo de edad de entre 5 y 17 años de edad.⁵⁸ Un meta-análisis de estudios poblacionales encontró una prevalencia de miopía (1,00 D o más) de un 25% entre los mayores de 40 años en los EEUU,⁵⁹ un estudio basado en una muestra representativa de la población estadounidense encontró una prevalencia del 31% entre los mayores de 40 años y del 36% entre los mayores de 20 años.⁵⁴

Diversos estudios poblacionales han puesto de manifiesto que la prevalencia de la miopía es inferior entre las personas de más edad que entre las más jóvenes. La prevalencia es de alrededor de un 35 al 40% entre las personas de entre 20 y 50 años, y disminuye a aproximadamente 15-20% entre los 60 y los 90 años.^{54,60-62} Se ha encontrado que la miopía es significativamente más prevalente entre las personas de raza blanca de ascendencia no hispana que entre las de raza negra no hispana o estadounidenses de origen mexicano.⁵⁴

En la aparición y desarrollo de la miopía parece que juegan un papel tanto factores hereditarios como ambientales. Existen estudios que sugieren que existe una mayor concordancia de la miopía entre gemelos monocigóticos que entre gemelos dicigóticos,⁶³ y entre padres e hijos⁶⁴⁻⁶⁶. Se han identificado algunas regiones genéticas asociadas con la miopía, concretamente en el cromosoma 18p,⁶⁷⁻⁷² aunque hay estudios que sugieren que o bien no existe tal asociación,⁷³ o bien que hay relaciones más complejas,⁷⁴ e igualmente existen estudios realizados sobre poblaciones asiáticas que han encontrado otras variaciones genéticas asociadas con la alta miopía.⁷⁵⁻⁸⁰ Se ha identificado una relación muy estrecha entre un mayor número de años de educación académica y una mayor prevalencia de la miopía.⁸¹⁻⁸⁵ Algunos estudios han encontrado que unos niveles mayores de trabajo visual cercano se asocian con una mayor prevalencia de la miopía y con una mayor progresión de ésta,⁸⁶⁻⁸⁹ pero otros estudios posteriores no han corroborado estos hallazgos, especialmente en lo que respecta a las actividades visuales a distancia intermedia, como las que incluyen el uso de dispositivos visuales.^{84,90-93} En niños menores de 2 años se ha identificado el uso de luces nocturnas como un importante factor de riesgo para padecer miopía;⁹⁴ sin embargo, otros estudios que ajustaron este factor en función del estado refractivo de los progenitores no confirmaron la existencia de dicha asociación.^{87,95} Varios estudios han descrito que el desarrollo de la miopía se relaciona con el hecho de que los niños pasen poco tiempo al aire libre.^{92,96-98} Algunos trabajos realizados en Israel e Inglaterra han encontrado una asociación entre

una mayor prevalencia de la miopía y el hecho de haber nacido durante los meses de verano.⁹⁹⁻¹⁰⁰

Estudios realizados en Taiwán sobre personas de etnia china han documentado un aumento en la prevalencia y la gravedad de la miopía en el transcurso de dos generaciones.¹⁰¹⁻¹⁰⁴ Es improbable que sólo la genética pueda explicar este cambio tan rápido, aunque un estudio ha especulado con que los factores genéticos no impiden tal cambio.¹⁰⁵ Un estudio de cohortes sucesivas sobre personas alistadas en el ejército israelí mostró un marcado aumento de la prevalencia de la miopía a lo largo de un periodo de 13 años.¹⁰⁶ Un estudio realizado en Finlandia encontró que la prevalencia de la miopía se ha duplicado entre los adolescentes y adultos jóvenes durante el transcurso del siglo XX.¹⁰⁷ Un estudio que comparó las tasas poblacionales de miopía estimadas en los periodos entre 1971 y 1972 con las existentes de 1999 a 2004, encontró también un notable incremento de la prevalencia de la miopía, aunque las razones para dicho aumento no pudieron ser identificadas.¹⁰⁸

Un meta-análisis de estudios poblacionales encontró una prevalencia de la hipermetropía en EEUU de un 10%, y se vio también que esta prevalencia aumentaba con la edad.⁵⁹ Otro estudio, basado en una muestra representativa de la población de EEUU, encontró que la prevalencia de la hipermetropía entre los mayores de 40 años era de un 5%, con escasa variación entre las diversas razas/etnias.⁵⁴ Existen estudios poblacionales realizados entre caucásicos de más de 40 años que muestran que la prevalencia de la hipermetropía aumenta desde un 20% entre los 40 y 50 años hasta aproximadamente un 60% a los 70-90 años.^{60,61,109} En otro estudio poblacional de EEUU se encontró también un patrón similar, con una mayor prevalencia de la hipermetropía entre pacientes de más edad.⁵⁴ Igualmente, entre afroamericanos de Baltimore se encontraron también datos similares en cuanto a la prevalencia de la hipermetropía y a los cambios de ésta relacionados con la edad.⁶¹ Al contrario que la miopía, la hipermetropía se ha relacionado, en las mismas poblaciones, con un menor número de años de formación académica.^{60,61}

Klenstein y col.⁵⁸ encontraron en su estudio poblacional que el 28% de las personas entre 5 y 17 años tenían un astigmatismo de 1,00 D o más. En un estudio multiétnico sobre patología ocular pediátrica, la prevalencia del astigmatismo entre niños afroamericanos e hispanos de 6 a 72 meses fue del 12,7 y del 16,8%, respectivamente.¹¹⁰ El astigmatismo de 1,00 D o más es común entre adultos mayores (31% en personas de más de 40 años), y la prevalencia es mayor en los grupos con edades mayores.⁵⁴ En los estadounidenses adultos se ha descrito que la prevalencia del astigmatismo es un 20% mayor en el grupo de hombres que en el de mujeres, pero sin ninguna asociación con los años de educación académica, y sin variación significativa entre las distintas razas/etnias.^{54,61} Los datos que reflejaban una posible asociación entre el astigmatismo y la prematuridad o el bajo peso al nacimiento, y entre astigmatismo y retinopatía del prematuro, son contradictorios.¹¹¹⁻¹¹⁴

En el Apéndice 2 se presentan más datos sobre la epidemiología de los defectos refractivos.

HISTORIA NATURAL

La distribución de los defectos refractivos cambia con la edad. Los recién nacidos tienen de media 3,00 D de hipermetropía.¹¹⁵ Ésta puede aumentar ligeramente durante los primeros meses de vida, pero luego disminuye hasta una media de 1,00 D de hipermetropía al año de edad.¹¹⁵ Menos del 5% de los niños tienen más de 3,00 D de hipermetropía al año de edad.^{115,116} Este desplazamiento hacia la emetropía es un proceso complejo que cursa con distintos cambios en la potencia de los diferentes componentes del sistema refractivo ocular, incluyendo el adelgazamiento del cristalino.¹¹⁷ La estimulación visual parece jugar un papel importante en este proceso.^{118,119}

La miopía aparece habitualmente entre los 6 y los 12 años de edad, y progresa a una media de 0,50 D por año, según estudios realizados principalmente sobre niños caucásicos.¹²⁰⁻¹²² Un estudio mostró que la

progresión de la miopía varía en función del grupo étnico y de la edad del niño.¹²³ La progresión de la miopía es más rápida en niños de etnia china.¹²⁴⁻¹²⁹

En los niños el astigmatismo suele tener su eje más curvo orientado en el eje vertical (“astigmatismo a favor de la regla”). En adultos de mayor edad es más frecuente encontrar el astigmatismo con el eje más curvo orientado en el meridiano horizontal (“astigmatismo contra la regla”),¹³⁰⁻¹³¹ y en este grupo de edad dicho astigmatismo permanece relativamente estable,¹³² si bien otro estudio encontró que el eje del astigmatismo tiende a volverse “contra la regla” a lo largo de un periodo de 5 años.¹³³

Los pacientes con defectos refractivos elevados son más propensos a desarrollar con el tiempo distintas patologías oculares. Los pacientes con alta miopía sufren una elongación progresiva de sus ojos, presentando un adelgazamiento retiniano progresivo, degeneración retiniana periférica, desprendimiento de retina,¹³⁴ cataratas,¹³⁵ y glaucoma.¹³⁶⁻¹³⁹ También se ha encontrado entre los miopes un mayor riesgo de presentar glaucoma y defectos campimétricos.^{140,141} En el grupo de los hipermétropes se ha descrito la existencia de un riesgo aumentado de desarrollar glaucoma primario por cierre angular.¹⁴²

FUNDAMENTOS PARA APLICAR TRATAMIENTO

Las razón fundamental para tratar los defectos refractivos es mejorar la agudeza visual del paciente y su función y su confort visuales. En ciertos pacientes puede resultar necesario tener que corregir defectos refractivos muy pequeños, mientras que en otros casos, pacientes a los que no se les corrigen defectos de magnitud similar son capaces de llevar una vida normal sin problema alguno. Los pacientes con defectos refractivos moderados y altos normalmente precisan de la corrección para conseguir una visión satisfactoria. Otros motivos por los que se puede tener que aplicar tratamiento para el defecto refractivo son:

mejorar la visión binocular (ej. para tener una mayor seguridad durante la conducción), controlar un estrabismo (ej. endotropía acomodativa) y, a una escala más social, para evitar la pérdida de productividad económica asociada con los defectos refractivos no corregidos.⁴³ En los pacientes que han superado la edad de maduración del sistema visual (ver PPP Ambliopía¹⁴⁴), los defectos refractivos no corregidos no producen ambliopía. Los defectos refractivos no corregidos no producen, a ninguna edad, daño ocular estructural o empeoramiento del estado refractivo.

PREVENCIÓN

Se han descrito distintos tratamientos cuyo objetivo es evitar la progresión de los defectos refractivos, principalmente de la miopía. Los datos disponibles en la bibliografía, incluyendo los ensayos clínicos aleatorizados y una revisión Cochrane de 2011, a día de hoy son insuficientes para poder recomendar ninguna actuación concreta para prevenir la progresión de los defectos refractivos.^{145,146} (ver Apéndice 3) *(N. del T.: este tema se aborda con posterioridad en este documento, y los datos disponibles a día de hoy -2016- aportan elementos de juicio suficientes como para considerar el tratamiento con colirio de atropina para el control de la miopía).*



PROCESO DE ATENCIÓN

CRITERIOS BASADOS EN LA OBTENCIÓN DE CIERTOS RESULTADOS CLÍNICOS POR PARTE DEL PACIENTE

Los resultados que se pretende alcanzar dependen de las necesidades individuales, del estilo de vida y de la situación médica general del paciente. El objetivo es proporcionar al paciente una visión que le permita cubrir sus necesidades funcionales con el mínimo riesgo de efectos secundarios y que estos sean tolerables.

DIAGNÓSTICO

La evaluación de los defectos refractivos requiere realizar un estudio de la refracción ocular, consignar el tipo de corrección que viene usando el paciente, así como sus síntomas y sus necesidades visuales. Lo normal es que se haga una valoración del estado refractivo en el contexto de una evaluación ocular completa.¹⁴⁷

Historia Clínica

La historia clínica debe incluir todos los elementos propios de una evaluación completa del ojo adulto, de modo que se pueda atender a las necesidades visuales del paciente al tiempo que se descarta la posible existencia de cualquier patología ocular. (ver Apéndice 4)

Exploración

Medición de la Agudeza Visual

La agudeza visual lejana suele medirse en una habitación con un nivel bajo de iluminación, con el optotipo habitualmente a 6 metros (20 pies)

de distancia, y haciendo que el paciente mire una tabla formada por diferentes líneas de caracteres con un alto nivel de contraste. La agudeza visual lejana debe tomarse con la corrección habitual e individualmente para cada ojo por separado. La agudeza visual cercana se suele medir haciendo leer al paciente, que debe mantener el optotipo de lectura (una lámina bien iluminada formada por caracteres con alto nivel de contraste) a una distancia predeterminada, habitualmente de 36 cm (14 pulgadas).

Refracción

Cada ojo debe ser evaluado por separado. La refracción puede ser estudiada de modo objetivo mediante retinoscopia, autorrefractometría o analizador del frente de ondas; o puede ser estudiada de modo subjetivo. En los pacientes colaboradores el método preferido para el refinamiento subjetivo de la refracción es usando el foróptero o la montura de pruebas. En pacientes con defectos refractivos elevados es especialmente importante determinar la distancia al vertex y el eje exacto del astigmatismo.

Se ha determinado que la reproducibilidad de la refracción subjetiva está en un intervalo de 0,50 D para el equivalente esférico, la esfera y el cilindro.^{148,149}

La refracción lejana debe estudiarse con la acomodación relajada. Esto puede conseguirse utilizando la refracción manifiesta (no ciclopléjica) mediante emborronamiento (*fogging*) u otras técnicas para minimizar la acomodación, llevando mucho cuidado de no sobregraduar la miopía. En algunos casos, especialmente en pacientes jóvenes,¹⁵⁰ puede ser útil realizar una refracción ciclopléjica.

En pacientes con alta hipermetropía, presbicia o quejas en cuanto a la visión cercana, debe medirse la agudeza visual monocular de cerca antes de hacer la cicloplejía. Si el paciente es présbita, la adición para la visión de cerca se determina en función de la distancia de trabajo o de lectura preferida por el paciente.

La refracción ciclopléjica está indicada en aquellos pacientes en los que no se consiga relajar la acomodación y en pacientes cuyos síntomas no concuerden con la refracción manifiesta (no ciclopléjica). Se recomienda también en pacientes en quienes se haya puesto en duda por cualquier motivo la exactitud de la refracción. En adultos, los agentes ciclopléjicos más usados son la tropicamida y el ciclopentolato. La tropicamida proporciona un comienzo de acción más rápido, con una duración del efecto más corta, mientras que el ciclopentolato proporciona una mayor cicloplejía y puede permitir una refracción más exacta, pero con una duración del efecto mayor.¹⁵¹ En niños se observa frecuentemente una diferencia significativa entre la refracción manifiesta y la ciclopléjica; en adultos una diferencia significativa entre la refracción manifiesta y la ciclopléjica puede requerir una refracción post-ciclopléjica otro día, usando la refracción ciclopléjica como guía para la prescripción manifiesta final. La refracción post-ciclopléjica se realiza cuando la acomodación se ha restaurado por completo.

Aunque la mayoría de los ojos normales deben tener una agudeza visual corregida de entre 20/20 y 20/25 o mejor, puede que no sea posible llegar a esos niveles de agudeza en pacientes con defectos refractivos elevados, incluso con una refracción óptima. Para algunos de estos pacientes esto puede deberse a la minificación de la imagen que producen las correcciones miópicas altas en gafa. En otros casos, la causa puede ser una ambliopía refractiva. No obstante, debe investigarse cualquier posible problema patológico ocular que pudiera estar ocasionando una reducción de la mejor agudeza visual corregida. Un cambio refractivo de instauración repentina puede ser indicativo de una enfermedad local o sistémica, o deberse al efecto de ciertas drogas o medicamentos. Una agudeza visual excelente no excluye la posible existencia de enfermedades oculares graves; por tanto, todo paciente debería someterse a una evaluación médica ocular completa siguiendo los intervalos recomendados.^{147,150}

TRATAMIENTO

La necesidad de corregir o no los defectos refractivos depende de la sintomatología y de los requerimientos visuales del paciente. Los pacientes con defectos refractivos bajos o monoculares pueden no necesitar corrección óptica; por lo general, en un paciente asintomático, no se recomienda prescribir una nueva corrección óptica cuando los cambios refractivos son de pequeña cuantía. Las distintas opciones de corrección de los defectos refractivos incluyen las gafas, las lentes de contacto y la cirugía refractiva. La profesión, las aficiones y las preferencias personales del paciente deben tenerse en cuenta también a la hora de elegir la modalidad de tratamiento.

	La presbicia puede ser tratada mediante gafas o lentes de contacto - LC- (blandas, rígidas gas-permeables, bifocales asféricas o multifocales). Éstas pueden ser usadas bilateralmente o para monovisión y monovisión modificada. La monovisión modificada es el uso de una lente de contacto bifocal o multifocal en un ojo y una lente de contacto para visión lejana en el otro ojo. El tratamiento quirúrgico de la presbicia incluye la cirugía querato-refractiva para monovisión o el implante de lentes intraoculares (lentes monofocales para monovisión, lentes multifocales o lentes acomodativas). <i>(buena evidencia)</i>
--	---

Gafas

Las gafas son el método más simple y seguro para corregir un defecto refractivo; por ello, siempre debe plantearse el uso de gafas antes que el de lentes de contacto o que la realización de cirugía refractiva. Siempre que un paciente presente síntomas visuales es necesario revisar sus gafas y su graduación. Cuando se manejan defectos refractivos elevados, si se quiere conseguir una corrección óptima con las gafas, se requiere una gran precisión en el montaje, y especialmente un buen alineamiento el centro óptico de la lente con respecto a la pupila. Las lentes con alto índice de refracción (lo cual permite reducir el grosor y el peso de la lente) son útiles para corregir defectos refractivos

elevados, al tiempo que proporcionan un mayor confort y un mejor resultado estético. Los principios de actuación y las recomendaciones para corregir con gafas los distintos tipos de defecto refractivo se abordan en el Apéndice 5.

Cuando la hipermetropía se acompaña de endotropía, las gafas pueden ser necesarias para controlar el estrabismo o mejorar la fusión.¹⁵² En los casos de exotropía intermitente, cuando las lentes negativas mejoran la fusión, las gafas pueden estar indicadas incluso aunque el paciente no sea miope.

Una indicación importante de naturaleza no refractiva para el uso de gafas es la protección ocular frente a posibles accidentes. El uso de gafas de seguridad o protectores oculares está muy especialmente recomendado en personas que practican ciertos deportes (p. ej. frontón, squash) o que realizan ciertas actividades peligrosas en las que hay riesgo de que el ojo resulte alcanzado por partículas a alta velocidad (p. ej. cuando se usan instrumentos o maquinaria del tipo de martillos, sierras y máquinas de podar).¹⁵³ También se recomiendan para personas que sólo tienen buena visión funcional en un ojo. Cuando la protección ocular es el objetivo principal, los plásticos del tipo del policarbonato son el material de elección, porque son mucho más resistentes al impacto que el plástico estándar o que el cristal reforzado.¹⁵⁴ Dependiendo del tipo de actividad, el uso de monturas con protección lateral puede ser también importante.

Lentes de contacto

Las lentes de contacto (LC) pueden corregir una amplia variedad de defectos refractivos ya que actúan como la primera superficie refractiva del ojo. Las lentes de contacto blandas (LCB) de hidrogel, las LCB de hidrogel de silicona con alta transmisibilidad al oxígeno, y las rígidas gas-permeables (LCGP), son los tipos de lentillas que se usan con mayor frecuencia. Las LC de polimetilmetacrilato (PPMA) se usan muy poco en la actualidad, porque este material no es permeable al oxígeno. Se estima que durante el año 2010 aproximadamente 36 millones de

personas en los EEUU usaron LC de un modo satisfactorio, y que en 2007 los usuarios de LC a nivel mundial fueron 125 millones.¹⁵⁵ Aunque las LC proporcionan un gran beneficio visual, su uso conlleva cierto riesgo de complicaciones oculares.

Indicaciones

Lo más habitual es que los pacientes que no desean llevar gafas utilicen LC. Muchos pacientes que usan LC perciben que tienen un campo visual más amplio, un mayor confort y una mayor calidad visual. Algunos pacientes que llevan lentillas tienen necesidades laborales específicas que no les permiten usar gafas, y otros simplemente las eligen por estética. Ciertos pacientes sólo pueden conseguir una función visual adecuada si usan LC. En este grupo se incluyen los pacientes con defectos refractivos elevados, con anisometropía sintomática o aniseiconía, o con anomalías topográficas o de la superficie ocular.

Contraindicaciones relativas

El uso de LC para corregir defectos refractivos puede no ser recomendable cuando hay anomalías palpebrales, de la película lagrimal o de la superficie ocular relacionadas con alguna de las siguientes patologías:

- Queratoconjuntivitis seca
- Blefaroconjuntivitis
- Acné rosácea
- Cicatrización conjuntival
- Queratopatía por exposición
- Queratitis neurotrófica
- Otras anomalías corneales

Otras contraindicaciones relativas incluyen las siguientes:

- Uso de corticoides tópicos
- Inflamación del segmento anterior

- Presencia de ampolla de filtración
- Mala higiene
- Determinados entornos ambientales o laborales (p. ej. con polvo en suspensión, o con sustancias químicas volátiles)
- Antecedentes de complicaciones corneales en relación con el uso de LC
- Limitaciones en cuanto a la capacidad de manipulación de la LC
- Incapacidad de asumir los riesgos y las responsabilidades que conlleva el uso de LC

En los pacientes con ojo único anatómico o funcional deben sopesarse los riesgos potenciales por las complicaciones asociadas al uso de LC frente al beneficio en cuanto a protección ocular que aportan las gafas.

Complicaciones

El riesgo más importante de las LC es el de presentar una queratitis infecciosa, que tiene el riesgo de acabar en una pérdida de visión incluso cuando se trata adecuadamente. Otras complicaciones que pueden verse con cualquier tipo de LC son las reacciones de hipersensibilidad (como la conjuntivitis papilar gigante) y los problemas de superficie ocular, como las lesiones epiteliales, la queratitis superficial, las erosiones recurrentes, los nódulos de Salzmann, la fibrosis subepitelial, la opacificación subepitelial y la deficiencia de células madre limbares, así como la neovascularización corneal, los infiltrados estériles y el moldeamiento corneal.¹⁵⁶⁻¹⁶¹ El edema estromal transitorio subclínico se ve con frecuencia, y también se ha descrito el adelgazamiento del epitelio y del estroma durante el porte de las LC.^{161,162} Pueden aparecer cambios endoteliales, como el polimegetismo, el pleomorfismo y, más raramente, una reducción en el recuento de células endoteliales.¹⁶³⁻¹⁶⁵ No está clara la relevancia clínica del edema estromal transitorio, del adelgazamiento epitelial ni de las alteraciones endoteliales.

La queratitis infecciosa es una complicación del porte de LC cuya etiología más frecuente es la de origen bacteriano, aunque también puede ser causada por organismos más infrecuentes, que tienen un diagnóstico y un tratamiento más difíciles, como la *Acanthamoeba* y los hongos.¹⁶⁶⁻¹⁷²

Cuando se introdujeron las LCB de uso prolongado a principios de los años 80, la *Pseudomonas aeruginosa* era uno de los patógenos que se aislaban más a menudo en los cultivos en estos casos.^{166,168} Los estudios sobre la patogénesis de la queratitis por *Pseudomonas aeruginosa* encontraron que esta bacteria se adhiere con facilidad a los depósitos de las LC.¹⁷³ Este dato resultó muy preocupante, porque las LC presentan más depósitos a medida que se aumenta el tiempo de uso. Otras investigaciones pusieron de manifiesto que el riesgo relativo de padecer una queratitis infecciosa era unas 10 a 15 veces superior en los pacientes usuarios de LCB de uso prolongado, en comparación con los pacientes portadores de LCB en régimen de uso diario,¹⁷⁴ y que los usuarios de LCB de uso prolongado tenían una incidencia anualizada de queratitis infecciosa cinco veces mayor que la de los usuarios de LCB de uso diario (21 frente a 4 por cada 10.000 personas).¹¹

Las LCB desechables para uso prolongado se introdujeron a finales de los años 80 en un intento por mejorar la seguridad de las LCB en uso prolongado, al permitir un recambio más frecuente de las LC. Finalmente lo que se vio es que las LCB desechables para uso prolongado tenían la misma incidencia de queratitis infecciosa que las LCB reutilizables de uso nocturno.^{5,6} Todo indica que el factor de riesgo principal para desarrollar una queratitis infecciosa es el patrón de uso de las LC (uso diario frente a porte prolongado) y no el tipo de LC (desechable frente a no desechable).^{5,6} A pesar del aumento en el riesgo de queratitis infecciosa asociado con el porte nocturno de lentillas, la FDA tiene aprobadas ciertas LC para uso prolongado (es decir, también durante el sueño). Aunque la incidencia de queratitis infecciosa asociada con el porte prolongado es similar si se usan LCB desechables o LCB convencionales, lo cierto es que con las LCB desechables lo que se

presenta más a menudo son infiltrados periféricos relativamente benignos, mientras que con las LCB convencionales es frecuente ver queratitis infecciosas centrales agresivas.^{6,175,176} En los casos en los que aparece una queratitis infecciosa, las LCB desechables se asocian más a menudo a gérmenes gram-positivos que a gérmenes gram-negativos.¹⁷⁷⁻¹⁷⁹ De igual modo, los pacientes portadores de LCB desechables en régimen de uso prolongado (también durante la noche) tienen menos a menudo molestias oculares o enrojecimiento ocular que los pacientes portadores de LCB convencionales reutilizables en régimen de uso prolongado.¹⁷⁵

Aunque las LCB desechables fueron introducidas inicialmente para uso prolongado, también se han popularizado para el uso diario. Los pacientes que utilizan LCB desechables en régimen de uso diario tienden a tener menos molestias subjetivas relacionadas con el uso de LC que los portadores de LCB convencionales en régimen de uso diario.¹⁸⁰ Las LCB diarias desechables (diseñadas para ser usadas un solo día y desecharlas después de su uso) se introdujeron en 1995, y actualmente constituyen el método más seguro de porte de LCB.¹⁸¹ Sin embargo, en comparación con las LCB desechables convencionales o con las LCB desechables programadas para un uso más prolongado, las LCB diarias tienen una disponibilidad más limitada en cuanto a los distintos parámetros propios de toda lentilla.

Ciertos investigadores han comunicado que cuanto menor es la permeabilidad al oxígeno de una LC, mayor facilidad tiene *Pseudomonas aeruginosa* de adherirse al epitelio corneal.¹⁸²⁻¹⁸⁵ Aunque hoy en día se dispone de LCB de hidrogel de silicona para porte prolongado con una permeabilidad al oxígeno elevadísima, no se ha observado una reducción acorde en la incidencia de queratitis infecciosas.⁷⁻⁹ Este tipo de material tiene unos niveles de transmisibilidad de oxígeno, tanto a nivel central como a nivel periférico de la córnea, que evitan la aparición de edema corneal durante el porte ordinario (durante el día) de la LCB.¹⁸⁶ La adecuada transmisión de oxígeno a la córnea tiene una relevancia especialmente importante cuando se usan las LC en la

corrección de defectos refractivos elevados, debido a que las lentillas son de un grosor mayor, y al mismo tiempo es más probable que tengan una menor movilidad, para poder conseguir una mejor tolerancia subjetiva.

En un estudio hecho sobre portadores de LCB de hidrogel de silicona en régimen de uso continuado, durante periodos de 7 a 30 días consecutivos, el porcentaje de pacientes que desarrollaron infiltrados inflamatorios corneales periféricos estériles después de 1 año de uso fue ciertamente pequeño.¹⁸⁷ Otro estudio encontró que a 3 años vista, existía un riesgo de un 10% de desarrollar un infiltrado corneal en relación con el porte de LCB de hidrogel de silicona, usadas en régimen de uso prolongado hasta un máximo de 30 noches consecutivas.¹⁸⁸ Otros factores de riesgo notables para presentar un infiltrado corneal son el hábito del tabaco y la presencia de una importante carga bacteriana sobre la lentilla.¹⁸⁹ Además de la hipoxia, también el estancamiento de la película lagrimal puede tener una relación causal con las alteraciones epiteliales de la córnea relacionadas con el porte nocturno de las LC.¹⁹⁰ Ninguna de las novedades más recientemente introducidas en el ámbito de la contactología, esto es, el porte de LC desechables diarias o el uso de material de hidrogel de silicona, han conseguido que se reduzca de manera global el riesgo de complicaciones agudas de naturaleza no ulcerativa.¹⁹¹ La relación exacta entre los infiltrados corneales y las queratitis infecciosas sigue sin estar completamente bien definida.

Un estudio realizado en pacientes que llevaron LCB de hidrogel de silicona de modo continuado durante periodos de hasta 30 días concluyó que la tasa global de queratitis infecciosa con estas LCB de alta permeabilidad al oxígeno era similar a la de las LCB convencionales de uso prolongado.⁷ Un estudio del año 2008 del tipo casos-contróles realizado en Londres encontró que, para los usuarios de LCB desechables diarias y de hidrogel de silicona, el riesgo de padecer una queratitis infecciosa no había disminuido, y que había diferencias importantes en cuanto al riesgo de presentar queratitis infecciosa dependiendo de las distintas marcas comerciales de lentillas. Los

hallazgos de este estudio sugieren que la interacción entre la LC y la superficie ocular puede ser un factor más importante en relación al desarrollo de una infección corneal que los niveles de oxígeno y la contaminación de los estuches de las LC. ⁸ Un estudio poblacional de farmaco-vigilancia hecho en Australia y publicado sobre las mismas fechas encontró que la incidencia de queratitis infecciosa no se había reducido con la introducción de los nuevos tipos de LCB, y que el porte de cualquier tipo de LCB durante el sueño tiene un mayor riesgo de infección que las LCB de uso diario. ⁹

El uso de una LCB durante la noche puede estar indicado con finalidad terapéutica en el tratamiento de determinados problemas de la superficie ocular; existen LCB de hidrogel de silicona altamente permeables al gas aprobadas por la FDA para su uso prolongado en este tipo de casos. El uso nocturno de cualquier tipo de LC se asocia con un mayor riesgo de queratitis infecciosa, y el uso diario de LCGP es el que presenta una menor incidencia de queratitis infecciosa de entre todas las posibles combinaciones de los distintos tipos de LC y patrones de porte. ⁹



El uso nocturno, independientemente del tipo de LC (incluyendo las más recientes LC de hidrogel de silicona altamente permeables al gas), aumentan la probabilidad de infección corneal. ⁵⁻¹¹ (*buena evidencia*) Aunque hay LC aprobadas por la FDA para uso prolongado, éste y otros riesgos, beneficios y alternativas deberían ser explicadas a los pacientes en los que se esté planteando adaptar LC. (*fuerte recomendación*)

Durante la última década se ha comunicado la aparición de brotes de queratitis por *Acanthamoeba* y de queratitis fúngicas en relación con el porte de LC, y se ha constatado un aumento global de la incidencia de estos dos tipos de infección corneal. ^{12,13,15,19-33,192} Esta tendencia alista ha venido observándose antes de que se identificase la asociación etiopatogénica de estas graves queratitis infecciosas con el uso de ciertas soluciones “únicas” (multi-función o de un solo paso) de escasa eficacia antimicrobiana que ya no están en el mercado; ³⁴⁻³⁷ igualmente,

se ha venido observando esta tendencia con todo tipo de LC. Como posibles factores de riesgo se ha identificando a los siguientes: 1) determinados factores de riesgo ambientales; 2) ciertas prácticas higiénicas deficientes, como: limpiar las lentillas sin frotarlas, rellenar las soluciones (reutilizando el líquido remanente en el estuche en lugar de desechar el sobrante), utilizar estuches de LC contaminados, o usar agua del grifo; y 3) cambios en el suministro del agua corriente. Un estudio hecho sobre las cepas de *Fusaria* aisladas en brotes acontecidos en EE.UU. en los años 2005 y 2006 encontró un alto grado de diversidad filogenética, compatible con la existencia de múltiples fuentes de contaminación.¹⁹³

MedWatch (www.fda.gov/medwatch) es el Programa de Información de Seguridad y de Comunicación de Efectos Adversos para medicamentos y otros productos médicos regulados por la FDA. Los efectos adversos derivados del uso de LC deben ser notificados a MedWatch.



Los factores de riesgo ambientales y algunas prácticas higiénicas, como la limpieza sin frotar, rellenar las soluciones (reutilización), estuches de LC contaminados, exposición a agua del grifo, uso de LC en jacuzzis y cambios en la distribución del agua, están emergiendo como posibles factores de riesgo en el aumento de queratitis por *Acanthamoeba* y fúngicas asociadas al uso de LC en la pasada década.^{12,13,15,19-37} (*evidencia moderada*)

Selección y adaptación

Antes de adaptar unas LC a un paciente debe recogerse una historia clínica oftalmológica que recoja explícitamente si el paciente ha tenido alguna experiencia previa en el uso de LC, e igualmente debe realizarse un examen clínico oftalmológico completo.^{147,150} Durante este examen, debe prestarse una especial atención a la valoración del grado de higiene del paciente y de su capacidad para implicarse adecuadamente en el cuidado de las LC; igualmente, deben valorarse cuidadosamente también ciertos parámetros de la exploración ocular, como la función

palpebral, el estado del reborde palpebral, de las glándulas de Meibomio, de la película lagrimal, de la superficie conjuntival y de la superficie corneal. Los principios generales para la selección y adaptación de LC se describen en el Apéndice 6.

Educación del paciente y cuidado de las LC

La FDA ha emitido las siguientes recomendaciones para los usuarios de LC en relación con las prácticas correctas para el cuidado de las mismas:¹⁹⁴

- Lavarse las manos con agua y jabón, y secarlas bien (usando toallas libres de pelusas) antes de manipular las LC
- Usar y desechar las LC según la pauta prescrita por el médico
- Seguir las recomendaciones específicas sobre limpieza y conservación/ almacenamiento de las LC proporcionadas por el médico y por el fabricante de la solución
- Conservar el estuche de las LC bien limpio y renovarlo cada 3 a 6 meses
- Abandonar el uso de las LC y consultar inmediatamente con el médico en caso de presentar síntomas como: enrojecimiento, dolor, lagrimeo, fotofobia, visión borrosa, secreción o edema palpebral

Estas recomendaciones son de aplicación tanto para las LC prescritas para los defectos refractivos como para las de uso cosmético.^{195,196}

En el momento de la prescripción y dispensación inicial de unas LC debe instruirse al paciente sobre el modo de ponerse y quitarse las LC, y supervisar también cómo lo hace. Debe explicársele cuidadosamente el procedimiento de limpieza y desinfección de las LC, porque un cuidado inadecuado de éstas puede favorecer la aparición de complicaciones.

^{6,24,197,198} Hay que explicar a los pacientes que frotar las lentillas es un paso importante del procedimiento de limpieza previo a la desinfección para cualquier tipo de LC que haya de ser reutilizada. Los sistemas de

peróxido de hidrógeno pueden ser mejores que las soluciones desinfectantes con conservantes para reducir la adhesión de patógenos y conseguir la eliminación de quistes protozoarios, pero requieren pautas de cuidado más complejas.¹⁶⁻¹⁸ Debe instruirse a los pacientes para que usen solamente productos estériles fabricados y distribuidos expresamente para el cuidado de LC, y para que desechen dichos productos de acuerdo con los intervalos recomendados por el fabricante.¹⁹⁹ (*punto de buena práctica*). De modo especial, debe explicarse claramente a los pacientes que no deben enjuagar las LC ni sus estuches con agua no estéril (p.ej., agua del grifo o agua embotellada).¹⁹⁸ (*fuerte recomendación, evidencia moderada*). Los estuches, a su vez, han de mantenerse limpios y deben renovarse con frecuencia, porque pueden ser una fuente de contaminación de las LC.^{31,198,200} (*fuerte recomendación, buena evidencia*). Igualmente, la solución contenida en el estuche debe renovarse cada vez que se desinfecten las LC (es decir, la solución remanente debe desecharse, en vez de conservarla y rellenar el estuche con más volumen).²⁰¹

Se debe advertir a los pacientes de que el uso de LC puede asociarse con la aparición de complicaciones oculares (como las infecciones corneales), las cuales pueden llegar a afectar a la visión, y que el uso de LC durante las horas del sueño es un factor de riesgo para padecer dichas infecciones corneales.^{8-111,202} Este último es un asunto importante que hay que comentar en profundidad con todo paciente que esté considerando esta modalidad de corrección visual (uso de LC de porte prolongado). Si los pacientes finalmente optan por el porte nocturno debe aconsejarseles que usen única y exclusivamente LC aprobadas específicamente para uso prolongado.

Nadar con las LC se ha asociado con la aparición de queratitis por *Acanthamoeba*,²⁰² y ducharse con las LC parece que también podría formar parte de un determinado patrón de riesgo.²⁴ Debe advertirse a los pacientes que han de evitar todo lo posible el contacto con el agua cuando estén llevando sus LC, y hay que informarles también de los

riesgos que conlleva el uso de LC mientras se está nadando, duchándose, o usando un jacuzzi.

Ver el apéndice 6 para información adicional sobre selección, adaptación y cuidados de las LC.

Seguimiento y reemplazo de las LC

El proceso de la adaptación inicial de unas LC debe incluir visitas de seguimiento para valorar la agudeza visual, el grado de confort, la adaptación de las LC y el efecto de éstas sobre el estado de salud de la superficie ocular. Los usuarios primerizos de LC de uso diario o de uso prolongado deben ser reevaluados poco después de que se les entreguen sus primeras LC. Los usuarios experimentados de LC deben ser examinados como norma general una vez al año. Los exámenes de seguimiento rutinarios son importantes para promover el uso seguro de las LC. Se debe preguntar a los pacientes acerca de problemas tales como: irritación, enrojecimiento, picor, secreciones, disminución de agudeza visual o visión borrosa con las gafas después de quitarse las LC. Deben revisarse la modalidad de porte de las LC y los procedimientos de mantenimiento de las mismas, y actuar si se detecta cualquier desviación de las buenas prácticas recomendadas. Hay que destacar que, por lo general, el incumplimiento de las prácticas de higiene recomendadas por parte de los portadores de LC, se considera un factor de riesgo importante para padecer una queratitis infecciosas y todo tipo de complicaciones relacionadas con el uso de las LC. En un estudio, un 86% de los pacientes encuestados respondieron que creían estar cumpliendo adecuadamente con las recomendaciones de higiene; sin embargo, al preguntárseles específicamente sobre cómo estaban procediendo con el cuidado de sus LC se puso de manifiesto que solamente el 34% de los que se declaraban cumplidores estaban siguiendo adecuadamente las pautas recomendadas.²⁰³ Que un paciente diga que es cumplidor no necesariamente indica que esté siguiendo un comportamiento adecuado, ya que un alto porcentaje de pacientes son no cumplidores a pesar ser concedores de los riesgos.^{203,204} Debe

comprobarse la agudeza visual con las LC, y cualquier posible cambio en la agudeza visual debe investigarse para esclarecer las posibles causas. Por último, también hay que examinar las LC, para comprobar su correcta adaptación y humectación, y que están exentas de depósitos o defectos.

En las visitas de seguimiento también hay que examinar la córnea y la superficie ocular. Entre los posibles hallazgos que podrían indicar problemas derivados del uso de las LC se encuentran: la inyección conjuntival, el edema corneal, la tinción corneal, los infiltrados, los cambios en el limbo superior y la conjuntivitis papilar tarsal. Deben buscarse igualmente posibles signos de hipoxia corneal como: microquistes epiteliales, edema epitelial, engrosamiento estromal, pliegues corneales, neovascularización corneal y moldeamiento corneal. Si se encuentra alguno de estos, debe reajustarse la adaptación de la LC, o cambiar el material o tiempo de porte de la LC, para permitir una mejor oxigenación corneal. En los pacientes en los que se sospeche un moldeamiento corneal hay que comparar su queratometría, topografía corneal y refracción sin LC con los valores iniciales correspondientes.

El tiempo máximo que es posible mantener en uso unas lentillas varía según el paciente. En general, las LCGP pueden usarse durante 18 a 24 meses, aunque la calidad de su superficie puede deteriorarse más rápidamente en unas personas que en otras. Como norma, las LCB convencionales de uso diario tienen que renovarse como mínimo una vez al año. Las LCB convencionales de uso prolongado normalmente tienen que cambiarse con una frecuencia mayor que una vez al año. Las LCB desechables y las LCB de hidrogel de silicona para uso diario o para uso prolongado deben cambiarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, las cuales varían desde diariamente hasta cada varios meses. La frecuencia de reemplazo de las LCB debe ajustarse también en función de los síntomas del paciente y de los hallazgos de exploración ocular. Si una LC en particular muestra un deterioro excesivo o presencia de depósitos, debe reemplazarse con independencia del tiempo que haya estado en uso.

Las LCGP siguen teniendo la incidencia más baja de complicaciones de entre todos los tipos de LC,^{8,9,205} pero las incomodidades iniciales que ocasionan y los muchos requerimientos que precisan para su adaptación y suministro, en comparación con los de las LCB, han tenido como consecuencia que su uso haya ido disminuyendo de manera constante.²⁰⁶ De entre las diversas opciones existentes de LCB, las LCB desechables diarias son la opción más segura, si se llevan estrictamente un día y se desechan diariamente.^{8,181} El uso prolongado (nocturno) de cualquier tipo de LC (incluidas las nuevas LCB de hidrogel de silicona altamente permeables al gas) aumenta el riesgo de infección,^{8,9} y debería informarse al paciente que desee esta modalidad de corrección visual acerca de este riesgo aumentado. Debe educarse a los pacientes sobre que frotar las LC es una parte importante en el proceso de limpieza previo a la desinfección de cualquier tipo de LC que vaya a ser reutilizada. Finalmente, la desinfección con peróxido de hidrógeno tiene la tasa más baja de complicaciones en comparación con cualquier otro sistema de desinfección, con independencia del tipo de LC.

Ortoqueratología

Las LCGP pueden ser prescritas como un método no quirúrgico y reversible para reducir los defectos refractivos, cuando se trate de miopías leves o moderadas y con menos de 1,50 D de astigmatismo corneal. La técnica del remodelado corneal también se conoce como ortoqueratología (orto-K) o terapia refractiva corneal (en inglés, CRT).

La ortoqueratología, según la descripción original, utilizaba una secuencia de adaptación de LCs rígidas de PMMA progresivamente más planas con objeto de aplanar la córnea y reducir así el defecto refractivo miópico. Cuando los pacientes dejan de usar las LC tras someterse a un tratamiento de ortoqueratología, sus córneas tienden a volver a su estado original.^{207,208} Los intentos iniciales de predecir qué pacientes podrían responder al tratamiento con ortoqueratología en base a la biomecánica ocular o a los parámetros biométricos no tuvieron éxito,²⁰⁹ y

los efectos de la ortoqueratología resultaban impredecibles y muy poco controlados.²⁰⁷ En los años 90 hubo un resurgir de la técnica con el uso de LCGP para remodelar la córnea de manera temporal. En esta técnica, a los pacientes con miopía se les adaptaba una LCGP de geometría inversa que se utiliza solamente durante el sueño. De manera deliberada, el centro de la LCGP se dota de una adaptación más plana que la curvatura corneal central, con objeto de inducir un aplanamiento corneal central transitorio, el cual corregirá la miopía durante el día, tiempo durante el cual no se lleva la lentilla. La LCGP debe usarse cada noche, o cada 2 noches para poder mantener el efecto. La FDA ha aprobado el uso de esta técnica, a menudo denominada ortoqueratología nocturna (en inglés, OOK), para la reducción temporal de hasta 6,00 D de miopía (en ojos con hasta 1,75 D de astigmatismo). La media de agudeza visual sin corrección varía de 20/19 a 20/24 con un defecto refractivo de +0,27 a -0,41 D después de 1 a 6 meses de uso de LCGP de geometría inversa.²¹⁰⁻²¹⁴

Las complicaciones de la OOK se superponen con las de las LCGP. Como cualquier modalidad de porte nocturno de LC, la ortoqueratología conlleva un aumento del riesgo de queratitis infecciosa.^{213,215,216} Se ha comunicado la aparición de anillos pigmentarios, de carácter reversible. Además, los pacientes pueden notar una disminución de la calidad visual, especialmente en condiciones de baja iluminación, debido a un aumento de las aberraciones de alto orden. La complicación más grave asociada a la OOK es la queratitis infecciosa, descrita por primera vez en 2001.^{217,218} La mayoría de estos casos se originaron en Asia, fundamentalmente China y Taiwán, y fueron descritos en un periodo relativamente corto de tiempo, cuando la regulación de la ortoqueratología era muy escasa.²¹⁹ La alta incidencia de casos de queratitis por *Acanthamoeba* descritos con esta modalidad de uso de lentillas pone de relieve la importancia de proscribir el uso del agua del grifo en los regímenes de cuidado de las lentillas para OOK.^{219,220} No existen evidencias suficientes para apoyar el uso de la ortoqueratología

Cirugía refractiva de la miopía, el astigmatismo y la hipermetropía

El término “cirugía refractiva” describe varios procedimientos electivos que modifican el estado refractivo del ojo. Los procedimientos que implican una remodelación de la córnea reciben en conjunto las denominaciones de cirugía queratorrefractiva, queratoplastia refractiva o cirugía refractiva corneal. Otros procedimientos quirúrgicos refractivos son aquellos en los que se implanta una lente intraocular (LIO), ya sea delante del cristalino (LIO fáquica) o en lugar del cristalino (lensectomía refractiva).

Se puede plantear cirugía refractiva cuando un paciente desea reducir su dependencia de las gafas o lentes de contacto, o cuando existen motivos de tipo profesional o estético para no llevar gafas. La cirugía queratorrefractiva se puede emplear en un amplio rango de defectos refractivos, pero en determinados casos el cirujano puede optar por la realización de un procedimiento intraocular.

N.T. Hay básicamente cuatro maneras de cambiar la refracción estática del ojo: modificar uno de sus elementos ópticos, añadir un nuevo elemento óptico, sustituir uno de sus elementos ópticos o modificar el eje antero-posterior.

Hoy día se emplea el concepto de cirugía del dioptrio ocular para aunar la cirugía refractiva como tal con la cirugía corneal y cristaliniana dentro de un concepto amplio de cirugía del segmento anterior.

La modificación óptica puede realizarse en cualquiera de las cuatro superficies ópticas o dioptrios del ojo: el anterior y el posterior de la córnea, y el anterior y el posterior del cristalino. En la práctica se emplean métodos tendentes a cambiar la curvatura del dioptrio corneal anterior. Esto incluye dos tipos de técnicas:

1. Laminares o por modificación regulada de los espesores (según la ley de J. I. Barraquer):

- a) Substractivas: queratomileusis y sus variantes (*LASIK, PRK*, etc.).
- b) Aditivas: queratofaquia y otros implantes
- 2. Biomecánicas o por modificación en la forma de la córnea:
 - a) Relajantes: queratotomías (radiales, arcuatas, limbares)
 - b) Compresivas o tensoras: resecciones, suturas compresivas, retracción tisular o termoqueratoplastia, implantes tensores.

La adición de un nuevo elemento óptico, con las lentes intraoculares fáquicas y las lentes intracorneales.

La sustitución de un elemento óptico es la base de la extracción del cristalino con implante de LIO. También incluiría los aspectos refractivos de una queratoplastia penetrante o lamelar anterior profunda.

La modificación del eje antero-posterior incluye técnicas esclerales (cinchado, resecciones o plegamientos).

Considerada la presbicia como un defecto refractivo más, las estrategias para su corrección se basarán en recuperar la acomodación o en obtener una funcionalidad sucedánea de la misma (pseudocomodación), mediante:

1. Multifocalidad, por: extracción del cristalino e implante de LIO multifocal (bifocal o trifocal), modificación de la superficie corneal anterior (presby-LASIK, implantes de pequeño diámetro o queratotomías circulares pericentrales), o implante adicional de LIO multifocal (fáquica o *piggyback*).

2. Aumento de la profundidad de campo o de foco, por: modificación de la asfericidad corneal (LASIK o PRK con asfericidad negativa), implantes intracorneales estenopeicos, extracción del cristalino e implante de LIO con efecto acomodativo o ciertas LIOs multifocales o monofocales.

3. Potencia óptica variable, por: extracción de cristalino con implante de LIO de potencia variable (acomodativas), o extracción del cristalino y relleno del mismo por material refractivo capaz de responder al mecanismo acomodativo fisiológico.

4. Restauración del mecanismo acomodativo fisiológico (sin cambio de elementos ópticos): restauración de las propiedades elásticas del cristalino joven (lentotomías con láser de femtosegundo), o del mecanismo acomodativo extralenticular (implantes esclerociliares, esclerotomías ciliares).

- Barraquer Moner J, Barraquer Compte R. Deficiencia de la Cirugía refractiva. En Llovet F, Ortega-Usobiaga J. Cirugía Refractiva: Protocolos. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2014: 23-24.
- Alfonso Sánchez JF, Fernández-Vega L. Técnicas actuales: cuadros de protocolos. En Llovet F, Ortega-Usobiaga J. Cirugía Refractiva: Protocolos. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2014: 27-31.

Evaluación preoperatoria

El oftalmólogo que va a realizar la cirugía refractiva tiene las siguientes responsabilidades: ^{224,225}

- Examinar al paciente antes de la intervención.

- Asegurar que la historia clínica documente de forma precisa los síntomas, hallazgos de exploración y el tratamiento indicado.
- Obtener del paciente el consentimiento informado (ver las secciones relativas al Consentimiento Informado).
- Revisar con el paciente los resultados de las pruebas diagnósticas preoperatorias.
- Informar al paciente del plan quirúrgico, alternativas, riesgos y beneficios.
- Informar al paciente del plan post-quirúrgico programado, incluido el lugar donde se prestará la atención y los profesionales implicados en esta
- Dar al paciente la oportunidad de discutir los costes asociados a la cirugía.

En interés del paciente, el cirujano oftalmólogo debe realizar también la evaluación preoperatoria, porque esto le permitirá formular el plan quirúrgico y establecer con el paciente una cierta relación antes de la operación. Aunque el oftalmólogo es el responsable último del examen y de la comprobación de los datos, ciertos aspectos de la recogida de datos pueden ser llevados a cabo por otra persona con la formación adecuada, siempre bajo la supervisión del oftalmólogo, que, si es preciso, los repetirá personalmente.^{224,225}

Antes de cualquier procedimiento de cirugía refractiva ha de llevarse a cabo una evaluación ocular médica completa.²²⁴ Debe prestarse especial atención a la determinación de la agudeza visual y de la refracción. Además de los elementos incluidos en la evaluación ocular completa de un adulto¹⁴⁷ (ver apéndice 4), el examen para cirugía refractiva debe incluir los siguientes elementos:

- Agudeza visual lejana con y sin corrección

- Refracción manifiesta y, cuando esté indicado, refracción ciclopléjica
- Topografía corneal computerizada
- Medición del espesor corneal central
- Evaluación de la película lagrimal y de la superficie ocular
- Evaluación de la motilidad y estado de alineamiento ocular ²²⁶

N.T. La historia clínica debe ser un documento que recoja los datos precisos, objetivos y adecuados a la ciencia médica, ordenados de forma cronológica, que se complementarán con los documentos referentes a las pruebas exploratorias realizadas y con el Consentimiento Informado. Por otro lado, deberá quedar constancia escrita de cada facultativo que interviene en el proceso.

En Oftalmología y, en especial, en Cirugía Refractiva, la historia clínica debe contener: motivo de la consulta preoperatoria, anamnesis (datos referentes a antecedentes personales oftalmológicos y generales, antecedentes familiares de interés, alergias medicamentosas conocidas, enfermedades actuales), exploración oftalmológica completa (incluye pruebas específicas para cirugía refractiva), datos referentes al proceso quirúrgico (hoja de quirófano), evolución del proceso, alta del procedimiento (incluye informe) y Consentimiento Informado. (*punto de buenas prácticas*)

- Llovet-Osuna F, Pérez-Salvador JL, Pérez-Salvador E, Llovet-Rausell F, Peral-Ortiz-de-la-Torre A, Raga-Romero L. Consulta preoperatoria, historia clínica, consentimiento informado y alta. En: Llovet-Osuna F, Ortega-Usobiaga J. Cirugía Refractiva: Protocolos. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2014: 37-41.

- Zato MA. Protocolos SEO. En: Menéndez de Lucas, JA. La responsabilidad civil en Oftalmología. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2010: 172-5. Llovet-Osuna F, Pérez-Salvador JL, Pérez-Salvador E, Llovet-Rausell F, Peral-Ortiz-de-la-Torre A, Raga-Romero L. Consulta preoperatoria, historia clínica, consentimiento informado y alta. En: Llovet-Osuna F, Ortega-Usobiaga J. Cirugía Refractiva: Protocolos. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2014: 37-41.

N.T. Diversas publicaciones internacionales (JCRS, JRS y Cornea) optaron por usar las mismas abreviaturas en Cirugía Refractiva, cuya traducción presentamos. (*punto de buenas prácticas*)

- Dupps WJ, Kohnen T, Mamalis N, et al. Standardized graphs and terms for refractive surgery results. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1-3.

- Ortega-Usobiaga J, Aránguez Cortés C, Llovet Rausell A, Llovet Osuna F. Agudeza visual y refracción ocular. En: Llovet Osuna F, Ortega-Usobiaga J. Cirugía Refractiva: Protocolos. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2014: 53-55.

UDVA	Uncorrected distance visual acuity
AVLsc	Agudeza visual lejana sin corrección
UIVA	Uncorrected intermediate visual acuity
AVIsc	Agudeza visual intermedia sin corrección
UNVA	Uncorrected near visual acuity
AVCsc	Agudeza visual cercana sin corrección
CDVA	Corrected distance visual acuity
AVLcc	Agudeza visual lejana con corrección
CIVA	Corrected intermediate visual acuity
AVIcc	Agudeza visual intermedia con corrección
CNVA	Corrected near visual acuity
AVCcc	Agudeza visual cercana con corrección
DCIVA	Distance-corrected intermediate visual acuity
AVIccl	Agudeza visual intermedia con la corrección lejana
DCNVA	Distance-corrected near visual acuity
AVCcl	Agudeza visual cercana con la corrección lejana

Aunque los datos de los estudios publicados no han sido capaces de demostrar que exista relación alguna entre el tamaño pupilar y la calidad de la visión postoperatoria, la importancia de la pupilometría en el estudio preoperatorio sigue siendo un asunto controvertido. La mayoría de los estudios sobre LASIK convencional o guiado por frente de ondas no han demostrado ninguna relación entre el diámetro de la pupila escotópica y la aparición de síntomas disfotópicos en el postoperatorio.⁴²⁻⁴⁶ Las ablaciones esféricas, más complejas, pueden en teoría conllevar una cierta ventaja sobre las ablaciones convencionales en condiciones escotópicas, cuando la pupila está dilatada, porque es precisamente en esta situación donde los efectos de una reducción, o al menos de una menor inducción de aberraciones de alto orden (HOAs), especialmente de aberración esférica, podrían resultar más notorios. Algunos estudios que han comparado el LASIK convencional con el LASIK guiado por frente de ondas han encontrado que con esta última modalidad las quejas postoperatorias de visión de halos o de destellos en condiciones mesópicas se presentan con una menor frecuencia.^{227,228} Independientemente del tamaño pupilar, es importante que los candidatos a cirugía refractiva entiendan que existe un riesgo potencial de presentar problemas de visión nocturna tras la cirugía. En conclusión,

no es necesario medir el tamaño de la pupila durante el examen preoperatorio.

	<p>Se debe informar a los pacientes de que hay riesgo de síntomas de visión nocturna tras cirugía queratorrefractiva. (alta recomendación, buena evidencia) La mayoría de los estudios de LASIK convencional y guiado por frente de onda no han mostrado una relación entre el diámetro de pupila con baja iluminación y los síntomas de visión nocturna (<i>evidencia moderada</i>).</p>
---	---

N.T. Existen algunos estudios que relacionan las pupilas grandes con aumento de las aberraciones ópticas, especialmente la aberración esférica, tanto pre como post cirugía, y fenómenos de halos en conducción nocturna especialmente la aberración esférica. (*evidencia moderada, recomendación discrecional*)

- Büren J, Kühne C, Kohnen T. Influence of pupil and optical zone diameter on higher order aberrations after wavefront-guided myopic LASIK. J Cataract Refract Surg 2005; 31: 2272-80.
- Helgesen A, Hjortdal J, Ehlers N. Pupil size and night vision disturbances after LASIK for myopia. Acta Ophthalmol Scand 2004; 82: 454-60.

Debido a que las lentes de contacto pueden producir moldeamiento y edema corneal, los pacientes que utilicen lentillas deben interrumpir su uso antes del examen preoperatorio, y también antes del procedimiento quirúrgico.²²⁹ Como norma general, para las lentes de contacto blandas esféricas el tiempo de suspensión de uso debe ser como mínimo de entre tres días y dos semanas.²²⁹⁻²³⁰ El uso de lentes de contacto blandas tóricas y de lentes de contacto rígidas debe suspenderse durante un período de tiempo aún más largo, ya que pueden producir un grado mayor de moldeo corneal y de inestabilidad refractiva, que tardan más tiempo en desaparecer después de suspender su uso. En estos pacientes debe tenerse un cuidado especial en identificar cuándo se ha documentado la estabilidad refractiva, lo cual puede requerir múltiples visitas.

Cuando el astigmatismo medido durante la refracción subjetiva difiera significativamente del astigmatismo encontrado en la topografía corneal,

es posible que ello se deba al astigmatismo cristalino. La cirugía queratorrefractiva tiene como objetivo corregir el astigmatismo total medido en la refracción. Cuando se encuentre un astigmatismo cristalino significativo debe prestarse una especial atención para detectar posibles cataratas incipientes. En esta situación, la lensectomía refractiva puede ser una opción mejor para el paciente que la cirugía queratorrefractiva.

Debe evaluarse al paciente mediante topografía corneal para detectar posibles signos de astigmatismo irregular, moldeamiento corneal o de queratocono u otras ectasias corneales, porque en estos casos pueden darse resultados impredecibles tras la cirugía queratorrefractiva, así como pérdida de líneas de mejor agudeza visual corregida (DCVA). Antes de proceder con cualquier cirugía queratorrefractiva debe prestarse una especial atención para asegurarse de que cualquier modalidad de astigmatismo irregular, que normalmente se identifica con facilidad en la topografía corneal, no sea un signo de queratocono o de cualquier otra condición ectásica.

La topografía corneal también es importante cuando se plantea una posible cirugía refractiva intraocular para evaluar cualquier anomalía de la córnea, así como para medir la queratometría total.

La medición de la paquimetría corneal central debe realizarse en el transcurso de la evaluación preoperatoria para detectar aquellas córneas inusualmente delgadas, e igualmente para hacer una estimación del grosor del lecho estromal residual previsto tras la cirugía. Los distintos sistemas de examen tomográfico de la córnea levantan mapas de las superficies anterior y posterior de la córnea, permitiendo la detección de cualquier distribución paquimétrica anormal a lo largo de toda la córnea. Los mapas paquimétricos que muestran distribuciones paquimétricas anormales pueden ser útiles para identificar posibles casos de queratocono, u otras anomalías.²³¹

Las ablaciones con láser excímer que den lugar a lechos estromales residuales muy delgados aumentan el riesgo de ectasia corneal. En el

caso de procedimientos LASIK se ha sugerido que el límite de 250 μm podría ser un valor seguro de paquimetría de lecho estromal residual,²³² pero no hay ningún valor absoluto que garantice que no va a producirse una ectasia. Aunque entre los cirujanos no existe consenso sobre una cifra concreta, si que hay coincidencia en que para la valoración del riesgo de ectasia deben tomarse en consideración múltiples factores. La presencia de una topografía anormal es el factor de riesgo más importante para sufrir una ectasia postquirúrgica. Otros posibles factores de riesgo podrían ser: paquimetría corneal central baja, paciente muy joven, lecho estromal residual escaso, y tratamiento de defectos refractivos elevados.³⁸⁻⁴⁰



Antes de la cirugía refractiva, se debe evaluar la topografía corneal en busca de un astigmatismo irregular, deformación corneal o anomalías que sugieran queratocono u otras ectasias corneales. Todas estas condiciones pueden estar asociadas con resultados refractivos impredecibles; y los queratoconos y las ectasias con progresión de la ectasia subsecuente a la cirugía queratorrefractiva.³⁸⁻⁴¹ Al considerar una cirugía refractiva intraocular, la valoración de la topografía corneal es importante para evaluar las características ópticas de la córnea. (*alta recomendación, evidencia moderada*).

N.T. En córneas con topografía normal la cantidad de tejido alterado (PTA) es el factor más determinante de riesgo. Es también relevante si un procedimiento quirúrgico queratorrefractivo es necesario para optimizar el resultado refractivo tras la cirugía de implante de lente o para el implante de lente intraocular tórica. Diversos autores añaden otros factores de riesgo como: astigmatismo en contra de la regla, elevación de la cara posterior, cambios topográficos, $>1,4$ D entre meridiano superior e inferior, comas verticales.

La ayuda de los actuales topógrafos permite obtener paquimetrías y patrones de distribución precisos, el estudio de los volúmenes de distribución corneal, las combinaciones multimétricas y los mapas epiteliales; pero, aunque no existe un solo parámetro predictor de ectasia corneal, el factor determinante como pronóstico es la anomalía topográfica. (*buena evidencia, recomendación firme*)

Los últimos estudios nos indican, que frente al riesgo de ectasia relacionado con el grosor estromal residual (RSB, residual stromal bed), cuando este es inferior a 250 micras, existe un factor de mayor prevalencia de riesgo, como es

el porcentaje de tejido alterado (tejido ablacionado por el láser más el grosor del flap corneal dividido por el grosor corneal central preoperatorio). Diversos estudios aconsejan que el PTA nunca supere el 40 % en córneas normales, mientras que en corneas sospechas debe reducirse al menos al 35-30 % (o, lo que viene a ser lo mismo: el grosor estromal residual mínimo (RSB, residual stromal bed), tras la ablación refractiva, deberá corresponder al 60 % del espesor total corneal. (*evidencia moderada, recomendación firme*)

Los excímeros actuales nos dan información fiable de la cantidad de tejido ablacionado, permitiéndonos conocer el PTA estimado previamente a la cirugía; pero en cualquier caso recomendamos comprobar el grosor del lenticulo (paquimetría intraoperatoria), previo a la ablación, para obtener un PTA fiable. (*punto de buena práctica*)

Con nuevas técnicas quirúrgicas como el SMILE, es posible que la cantidad de ablación de tejido pueda ser mayor y que el bloque posterior de córnea pueda ser menor, pero que se mantenga una biomecánica corneal segura para evitar la aparición de ectasias; existen evidencias científicas al respecto, en espera de su definitiva aprobación. (*evidencia insuficiente, recomendación discrecional*)

- Anayol MA, Güler E, Yagci R, Sekeroglu MA. Comparison of central corneal thickness, anterior chamber depth, and simulated keratometry using galilei, Pentacam, and Sirius devices. *Cornea* 2014; 33: 582-6.
- Muftuoglu O, Ayar O, Hurmeric V, Orucoglu F, Kilic I. Comparison of multimetric D index with keratometric, pachymetric, and posterior elevation parameters in diagnosing subclinical keratoconus in fellow eyes of asymmetric keratoconus patients *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 557-65.
- Ambrosio R Jr, Alonso RS, Luz A, Coca Velarde LG. Dsc Corneal-Thickness spatial profile and corneal-volume distribution: Tomographic indices to detect keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:1851-9.
- Li Y, Chamberlain W, Tan O, Brass R, Weiss JL, Huang D. Subclinical keratoconus detection by pattern analysis of corneal and epithelial thickness maps with optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 284-95.
- Santhiago MR, Smadja D, Wilson SE, Krueger RR, Monteiro MLR, Randleman JB. Role of Percent Tissue Altered on Ectasia After LASIK in Eyes With Suspicious Topography. *J Refract Surg* 2015; 31: 258-65.
- Santhiago MR, Smadja D, Wilson SE, Randleman JB. Relative contribution of flap thickness and ablation depth to the percentage of tissue altered in ectasia after laser in situ keratomileusis *J Cataract Refract Surg* 2015; 41:2493-500.
- Santhiago MR, Wilson SE, Hallahan KM, Smadja D, Lin M, Ambrosio R Jr, Singh V, Sinha Roy A, Dupps WJ Jr. Changes in custom biomechanical variables after femtosecond laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy for myopia. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: 918-28.
- Shen Y, Chen Z, Knorz MC, Li M, Zhao J, Zhou X. Comparison of Corneal Deformation Parameters After SMILE, LASEK, and Femtosecond Laser-Assisted LASIK. *J Refract Surg* 2014; 30: 310-8.
- Wang D, Liu M, Chen Y, Zhang X, Xu Y, Wang J, To Ch, Liu Q. Differences in the Corneal Biomechanical Changes After SMILE and LASIK. *J Refract Surg* 2014; 30: 702-7

Existen estudios de investigación en marcha para dilucidar si las características psicológicas personales pueden afectar al grado de satisfacción del paciente en relación con la calidad visual tras la cirugía refractiva.²³³ Hasta que haya más información disponible para la selección de pacientes, puede ser de utilidad realizar una adecuada

evaluación de las motivaciones y expectativas de los pacientes que deseen someterse a cirugía refractiva, y realizar una valoración de su estado de salud mental y de sus posibles antecedentes psiquiátricos. Se ha demostrado que las expectativas preoperatorias y las características psicológicas de los pacientes influyen en el grado de satisfacción post-LASIK.²³³ Los síntomas depresivos se han relacionado con la obtención de un menor grado de satisfacción después del LASIK en relación con la calidad de la visión.²³⁴ Este estudio es congruente con otros estudios del ámbito de la cirugía estética, que determinaron que la existencia de un trastorno de la personalidad o un historial de depresión o de ansiedad son factores predictivos para obtener un mal resultado postoperatorio en el ámbito psicológico o psicosocial.²³⁵

N.T. Los pacientes con trastornos psiquiátricos controlados toleran el proceso quirúrgico, con buenos resultados, sin complicaciones notables y con alto grado de satisfacción. (*evidencia moderada, recomendación discrecional*)

- Ortega-Usobiaga J, García-Saez MC, Artaloytia-Usobiaga JF, Llovet-Osuna F, Beltran-Sanz J, Baviera-Sabater J. Myopic LASIK in psychiatric patients. *Cornea* 2012;31:151-4.

Cirugía queratorrefractiva

Los procedimientos más habituales para la miopía baja a moderada utilizan el láser excímer, que fue aprobado por la FDA en 1995 con esta indicación. La queratectomía fotorrefractiva (PRK), una técnica de ablación superficial, fue el primer procedimiento realizado; con posterioridad, el LASIK se ha convertido en la modalidad de cirugía queratorrefractiva realizada con mayor frecuencia. Otros procedimientos queratorrefractivos para corregir la miopía baja a moderada incluyen: diversas variaciones de la PRK denominadas queratomileusis epitelial asistida con láser (LASEK) y epi-LASIK, la inserción de segmentos de anillos intraestromales²³⁶, y la queratotomía radial (RK en inglés).²³⁷

N.T. El término LASIK se emplea de forma genérica cuando hablamos de un procedimiento lamelar corneal (queratomileusis) y de forma específica cuando el tallado del lentículo se realiza con un microqueratomo mecánico; denominándose Femto-LASIK cuando dicho lentículo corneal se obtiene con el uso de un láser de femtosegundo.

- Huhtala A, Pietilä J, Mäkinen P, Uusitalo H. Femtosecond lasers for LASIK: a systematic review and meta-analysis. *Clin Ophthalmol* 2016; 10: 393-404.

Una ventaja que tienen las técnicas de ablación en superficie sobre el LASIK es que se conserva más tejido estromal posterior residual, y que no existen complicaciones relacionadas con el lentículo. Los inconvenientes de las técnicas de ablación superficial en comparación con el LASIK incluyen un nivel de molestias mayor, una recuperación visual más lenta por el proceso de reepitelización, y el posible desarrollo de *haze* (= neblina, enturbiamiento) subepitelial.^{238,239}

Es menos probable que una miopía alta se pueda corregir completamente mediante cirugía queratorrefractiva que una miopía baja o moderada.²⁴⁰ No obstante, debido al mayor deterioro funcional que sufren de por sí los pacientes con alta miopía, las posibles limitaciones de la cirugía queratorrefractiva pueden resultarles más aceptables. Los procedimientos alternativos para corregir la alta miopía incluyen la lensectomía refractiva y el implante de LIO fáquica.

La cirugía para corregir la hipermetropía se lleva a cabo con menor frecuencia que la cirugía para corregir la miopía. El perfil de ablación hipermetrópica es un anillo de ablación periférica alrededor de una zona óptica central, que tiene como consecuencia una mayor elevación de la córnea central en relación a la periférica. La FDA aprobó el uso del láser excimer para corregir la hipermetropía en 1998.

La queratectomía fotorrefractiva fue el primer procedimiento láser para corregir el astigmatismo.²⁴²⁻²⁴² Con el láser excímer, se realiza una ablación esferoelíptica en el estroma corneal para corregir tanto el defecto refractivo esférico como el astigmático. La ablación con láser o bien aplanan el meridiano más curvo, o bien incurvan el meridiano más plano, o bien hace ambas cosas a la vez (ablación bitórica o de cilindro cruzado), dependiendo del modelo de láser y de su propio algoritmo para cada defecto refractivo en particular. En general, las ablaciones de cilindro cruzado y bitóricas consumen menos tejido y modifican menos el equivalente esférico que las ablaciones que sólo incurvan el meridiano plano o que sólo aplanan el meridiano más curvo.²⁴³ Las distintas plataformas de láser utilizan sus propios patrones de ablación, lo cual puede afectar los resultados en cuanto a la estabilidad a largo plazo de los procedimientos refractivos.

N.T. Actualmente existen, además del LASIK y la PRK, otras técnicas de cirugía fotorrefractiva que emplean el láser de femtosegundo: la cirugía de Femto-LASIK y el SMILE (Small Microinvasive Lenticule Extraction).

La precisión del grosor del lentículo tallado por el láser de femtosegundo, permite controlar con mayor exactitud el PTA de la cirugía, aunque en algunos

estudios la tendencia es a sobreestimar ligeramente en bajas correcciones y a infraestimar en altas, la mayoría de autores destacan la reproducibilidad y precisión.

La técnica SMILE, podría conservar la biomecánica de la parte anterior de la córnea y conseguir zonas ópticas más efectivas, permitiendo ablaciones amplias, proporcionando una mejor zona de transición e induciendo menos aberraciones ópticas que con el láser excímer; al necesitar una incisión de 2-3 mm, menor que en LASIK o Femto-LASIK, podría tener una menor incidencia de ojo seco. Algunos estudios indican que la recuperación visual es más lenta (inherente a la técnica) y que los retratamientos pueden ser más complejos. *(evidencia insuficiente, recomendación discrecional)*

- dos Santos AM, Torricelli A, Marino GK, Garcia R. Femtosecond Laser- Assisted LASIK Flap Complications. J Refractive Surg 2016; 32: 52-9.
- Savini G, Cummings AB, Balducci N, Barboni P, Huang J. Agreement Between Predicted and Measured Ablation Depth After Femtosecond Laser-Assisted LASIK for Myopia. J Refract Surg 2016; 32: 164-70.
- Pajiclraklis B, Eggspuehler P, Gatzioufas Z, Hafezi F. Femtosecond laser versus mechanical microkeratome-assisted flap creation for LASIK: a prospective, randomized, paired-eye study. Clin Ophthalmol 2014; 8: 1883-9.
- Ganesh S, Patel U, Brar S. Posterior corneal curvature changes following refractive small incision lenticule extraction Clin Ophthalmol 2015; 9: 1359-64.
- Xu Y, Yang Y. Small-Incision Lenticule Extraction for Myopia: Results of a 12-Month Prospective Study. Optom Vis Sci 2015; 92.
- Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Accuracy and Reproducibility of Cap Thickness in Small Incision Lenticule Extraction. J Refract Surg 2013;29:810-5.
- Shen Y, Chen Z, Knorz MC, Li M, Zhao J, Zhou X. Comparison of Corneal Deformation Parameters After SMILE, LASEK, and Femtosecond Laser-Assisted LASIK. J Refract Surg. 2014; 30: 310-8.
- Yvon C, Archer TJ, Gobbe M, Reinstein DZ. Comparison of Higher-Order Aberration Induction Between Manual Microkeratome and Femtosecond Laser Flap Creation. J Refract Surg 2015; 31:130-5.

Sistemas de Láser excímer

Convencional

Los diferentes defectos refractivos, definidos por los parámetros de su correspondiente esfera y cilindro, pueden tratarse con el láser excímer mediante la modificación programada de la curvatura corneal anterior que se obtiene mediante los patrones de ablación idóneos para el caso en particular. Los métodos de aplicación de láser que se utilizan en la actualidad para obtener un determinado patrón de ablación son los sistemas de haz ancho (*broad-beam*), de escaneo de hendidura (*scanning-slit*) o de punto flotante (*flying-spot*). La tecnología de seguimiento ocular (*eye-tracking*) viene integrada en todos los sistemas de láser excímer existentes en el mercado en la actualidad, y permite que la ablación permanezca centrada sobre la pupila incluso cuando se producen pequeños movimientos oculares.

Avanzado

Actualmente se dispone en el mercado de sistemas de láser excímer para cirugía refractiva corneal LASIK que trabajan con patrones de ablación guiada por frente de ondas o personalizados. El análisis de frente de ondas utiliza un mapa detallado del sistema óptico del ojo en su conjunto, medido a través de la apertura de entrada pupilar. Este mapa es único y personal para cada ojo analizado y viene definido por polinomios de aberraciones ópticas estándar de diversos grados u órdenes. Las aberraciones de bajo orden son el astigmatismo regular y el desenfoque (*defocus*). Las aberraciones de alto orden consisten en una serie infinita de imperfecciones ópticas cada vez más complejas que definen lo que antes se conocía como astigmatismo irregular (es decir, el astigmatismo que no se puede corregir mediante lentes esféricas). En la actualidad se dispone en el mercado de técnicas de ablación guiadas por frente de ondas, y de técnicas de ablación esféricas, que tienen por objeto mantener un perfil corneal más prolatado, reduciendo así la inducción de aberración esférica. Si se comparan sus resultados con los del LASIK convencional, tanto la ablación por láser guiada por frente de ondas como la ablación esférica son capaces de proporcionar una mejor calidad de visión en condiciones de baja iluminación.²⁴⁴ Las técnicas de ablación personalizada o guiada por frente de ondas generalmente eliminan un volumen de tejido mayor que los procedimientos convencionales.²⁴⁵⁻²⁵²

La ablación personalizada con láser excímer, que utiliza la información aberrométrica de frente de ondas, es capaz de limitar la inducción de HOAs y, en algunos casos, de reducir las HOAs preexistentes.^{253,254}

Los ojos sanos que no han sido sometidos a cirugía refractiva previa habitualmente tienen niveles muy bajos de astigmatismo irregular o de aberraciones, que no afectan significativamente a la función visual. Existe cierta evidencia de que incluso los ojos sanos, con niveles relativamente bajos de HOAs preexistentes, pueden beneficiarse de la ablación excímer guiada por frente de ondas debido a que esta tecnología tiene la capacidad de reducir la inducción de HOAs, en especial de aberración esférica.²⁵⁵

Los procedimientos utilizados para tratar el astigmatismo regular incluyen la PRK y sus variantes (que se denominan en conjunto "ablación en superficie"), LASIK, FEMTOLASIK, SMILE y queratotomía astigmática (AK).

N.T. Se sabe que el propio procedimiento refractivo corneal produce variaciones en las aberraciones ópticas, y que estas son diferentes según el tipo de tratamiento sea una PRK, LASIK, Femto-LASIK o SMILE, pero que no suelen ser apreciables ni a nivel clínico ni por el propio paciente.

Los tratamientos optimizados o esféricos tratan de inducir el menor número posible de aberraciones, mientras que en los guiados por frente de ondas (*wavefront*) se pueden reducir las aberraciones; estos últimos se emplean en casos de mala calidad visual prequirúrgica relacionada con alteraciones importantes de las aberraciones ópticas, especialmente del tipo de la aberración esférica o de los diversos tipos de coma. Los tratamientos optimizados son más utilizados que los guiados, reservándose estos últimos, en la práctica clínica diaria, para casos excepcionales con mala calidad visual previa.

También puede ser de interés el tratamiento basado en frente de ondas en algunos retratamientos para disminuir o controlar los cambios aberrométricos producidos durante la primera intervención refractiva, aunque no se utilizan de manera generalizada.

Algunos modelos de láseres excímer pueden realizar tratamientos basados en datos obtenidos de topografías (tratamiento guiado por topografía), que se han mostrado útiles en casos de descentramiento, para aumentar la zona óptica, en ablación irregular o en astigmatismo irregular, secundarios a otro procedimiento (generalmente se aconseja realizar estos procedimientos con ablación en superficie/PRK). Pero también pueden emplearse en córneas no tratadas previamente que presenten un astigmatismo irregular y en aquellas cuyos parámetros topográficos estén dentro de la norma. (*evidencia insuficiente, recomendación discrecional*)

Se pueden realizar tratamientos basados en topografías en córneas sospechosas o diagnosticadas de queratocono o ectasias; en estos casos se prefiere la “ablación en superficie” (PRK / PTK), de no más de 40-50 micras, asociada a Cross Linking tradicional, y frecuentemente combinada con cirugía de segmentos intraestromales, bien simultáneamente o diferida en el tiempo. (*evidencia insuficiente, recomendación discrecional*)

Recientemente se considera la posibilidad de realizar, en pacientes ya intervenidos de cirugía refractiva, tratamientos basados en mapas epiteliales, en lugar de tratamientos optimizados o guiados por frente de ondas o por topografía corneal, al considerar que el “*remodelling*” epitelial es un elemento determinante en las regresiones e irregularidades post-cirugía. (*evidencia insuficiente, recomendación discrecional*)

- Sia RK, Ryan DS, Stutzman RD, Pasternak JF, Eaddy JB, Logan LA, Torres MF, Bower KS. Wavefront-guided versus wavefront-optimized photorefractive keratectomy. Clinical outcomes and patient satisfaction. J Cataract Refract Surg 2015; 41: 2152-64.
- Stulting RD, Fant BS. The T-CAT Study Group. Results of topography-guided laser in situ keratomileusis custom ablation treatment with a refractive excimer laser. J Cataract Refract Surg 2016; 42: 11-8.
- Reinstein DZ, Gobbe M, Archer T, Youssefi G, Sutton HFS. Stromal Surface topography-guided custom ablation as a repair tool for corneal irregular astigmatism. J Refract Surg

2015; 31: 54-9.

- Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Improved effectiveness of transepithelial PTK versus topography-guided ablation for stromal irregularities masked by epithelial compensation. J Refract Surg 2013; 29: 526-33

Indicaciones

La tabla 2 enumera los láseres excimer para PRK y LASIK que han sido aprobados por la FDA para la corrección de la miopía, hipermetropía, astigmatismo, o combinaciones diversas de éstos, y que están disponibles en el mercado.

MedWatch (www.fda.gov/medwatch) es el programa de información sobre seguridad y efectos adversos para medicamentos y otros productos médicos regulados por la FDA. Los resultados adversos y complicaciones relacionados con la cirugía refractiva deben ser comunicados a MedWatch.

TABLA 2. INDICACIONES APROBADAS POR LA FDA PARA LÁSERES EXCÍMER PARA PRK Y LASIK

Compañía (Modelo)	PRK para miopía y astigmatismo	LASIK para miopía y astigmatismo	PRK para hipermetropía y astigmatismo	LASIK para hipermetropía y astigmatismo	Astigmatismo mixto
Abbott Medical Optics (VISX Model B & C [Star & Star S2])	Miopía desde 0 a -6.00 D (P930016; 3/27/96) Miopía desde 0 a -6.00 D con o sin astigmatismo desde -0.75 a -4.00 D (P930016/S3; 4/24/97) Miopía desde 0 a -12.00 D con o sin astigmatismo desde 0 a -4.00 D (P930016/S5; 1/29/98)				
Abbott Medical Optics (VISX Star S2)		Miopía hasta -14.00 D con o sin astigmatismo entre -0.50 y -5.00 D (P990010; 11/19/99)	Hipermetropía desde +1.00 a +6.00 D (P930016/S7; 11/2/98)		
Abbott Medical Optics (VISX Star S2/S3)			Hipermetropía desde +0.50 a +5.00 D con o sin astigmatismo desde +0.50 a +4.00 D (P930016/S10; 10/18/00)	Hipermetropía entre +0.50 y +5.00 D con o sin astigmatismo hasta +3.00 D (P930016/S12; 4/27/01)	Astigmatismo mixto hasta 6.00 D; cilindro mayor que la esfera y de signo opuesto (P930016/S14; 11/16/01)
Abbott Medical Optics (VISX Star S3, EyeTracker)		Miopía por debajo de -14.00 D con o sin astigmatismo entre 0.50 y -5.00 D con eye tracker (P990010/S1; 4/20/00)			
Abbott Medical Optics (VISX Star S4 & WaveScan WaveFront System) wavefront-guided		Miopía hasta -6.00 D con o sin astigmatismo hasta 3.00 D (P930016/S16; 5/23/03) Tratamiento de monovisión para miopía hasta -6.00 D con o sin astigmatismo hasta -3.00 D, con una miopía residual desde -1.25 a -2.00		Hipermetropía desde +3.00 D con o sin astigmatismo hasta +2.00 D (P930016/S17; 12/14/04)	Astigmatismo desde 1.00 a 5.00 D (P930016/S20; 3/17/05)

		D (P930016/S25; 7/11/07) Miopía desde -6.00 a - 11.00 D con sin astigmatismo hasta -3.00 D (P930016/S21; 8/30/05)			
Alcon (Apex & Apex Plus)	Miopía desde -1.50 a - 7.00 D (P930034; 10/25/95)				
Alcon (Apex Plus)	Miopía desde -1.00 a - 6.00 D con o sin astigmatismo desde -1.00 a -4.00 D (P930034/S9; 3/11/98)	Miopía menor de -14.00 D con o sin astigmatismo desde 0.50 a 5.00 D (P930034/S13; 10/21/99)	Hipermetropía desde +1.50 a +4.00 D con o sin astigmatismo menor de -1.00 D (P930034/S12; 10/21/99)		
Alcon (LADARVision)	Miopía desde -1.00 a - 10.00 D con o sin astigmatismo menor de - 4.00 D (P970043; 11/2/98)	Miopía menor de -9.00 D con o sin astigmatismo desde -0.50 a - 3.00 D (P970043/S5; 5/9/00)		Hipermetropía menor de 6.00 D con o sin astigmatismo menor - 6.00 D (P970043/S7; 9/22/00)	Astigmatismo mixto por debajo de +6.00 D de esfera con cilindro por debajo 6.00 D (P970043/S7; 9/22/00)
Alcon (LADARVision) wavefront-guided		Miopía hasta -7.00 D con o sin astigmatismo por debajo de 0.50 D (P970043/S10; 10/18/02) Astigmatismo miópico hasta -8.00 D de esfera con cilindro entre -0.50 a -4.00 D y hasta -8.00 D SE en plano gafa (P970043/S15; 6/29/04)		Hipermetropía por debajo de +5.00 D con o sin astigmatismo hasta -3.00 D (P970043/S20; 5/1/06)	Astigmatismo mixto desde 1.00 a 5.00 D; cilindro mayor que la esfera y de signo opuesto (P970043/S22; 5/2/06)
Alcon (WaveLight ALLEGRETTO WAVE)		Miopía hasta -12.00 D con o sin astigmatismo hasta - 6.00 D (P020050; 10/07/03)		Hipermetropía hasta +6.00 D con o sin astigmatismo hasta +5.00 D (P030008; 10/10/03)	Astigmatismo mixto hasta 6.00 D en plano gafa (P030008/S4; 4/19/06)
Alcon (WaveLight ALLEGRETTO WAVE) wavefront-guided Alcon (WaveLight ALLEGRETTO WAVE) Eye-Q		Miopía hasta -7.00 D con hasta -7.00 D de componente esférico y hasta 3.00 D de componente astigmático (P020050/S4; 7/26/06) Miopía hasta -9.00 D con hasta -8.00 D de componente esférico y hasta 3.00 D de componente astigmático en plano gafa (P020050/S012; 9/27/2013)			
Bausch & Lomb Surgical (KERACOR 116)	Miopía desde -1.50 a - 7.00 D con o sin astigmatismo por debajo - 4.50 D (P970056; 9/28/99)				
Carl Zeiss Meditec (MEL 80)		Miopía ≤ -7.00 D con o sin astigmatismo ≤ -3.00 D (P060004; 8/11/06)		Hipermetropía ≤ +5.00 D con o sin astigmatismo > +0.50 y ≤ +3.00 D, con máximo de MRSE de +5.00 D (P06004/S1; 3/28/11)	
Technolas Perfect Vision GmbH* (Technolas 217a)		Miopía por debajo de -11.00 D con o sin astigmatismo hasta -3.00 D (P99027; 2/23/00)		Hipermetropía entre 1.00 y 4.00 D con o sin astigmatismo hasta 2.00 D (P99027/S4; 2/25/03)	
Technolas Perfect Vision GmbH (Technolas 217z) wavefront-guided		Miopía hasta -7.00 D con o sin astigmatismo hasta - 3.00 D (P99027/S6; 10/10/03)			

SOURCE: www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/SurgeryandLifeSupport/LASIK/ucm168641.htm, acceso de Octubre 16, 2012.
D = dioptría; LASIK = laser in situ keratomileusis; MRSE = equivalente esférico de la refracción manifiesta; PRK = queratectomía fotorrefractiva; SE = equivalente esférico

* Technolas Perfect Vision GmbH es una *joint venture* de Bausch & Lomb y 20/10 Perfect Vision AG.

<http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/SurgeryandLifeSupport/LASIK/ucm192109.htm>, acceso
Noviembre 2016

Contraindicaciones

- ◆ Refracción inestable
- ◆ Ciertas anomalías de la córnea (por ejemplo, queratocono u otras ectasias corneales, adelgazamiento corneal, edema, queratitis intersticial o neurotrófica, neovascularización extensa, algunas distrofias corneales)
- ◆ Tejido corneal insuficiente para la profundidad de ablación propuesta
- ◆ Catarata significativa
- ◆ Glaucoma no controlado
- ◆ Enfermedad de la superficie ocular no controlada (por ejemplo, blefaritis, síndrome de ojo seco, atopia / alergia)
- ◆ Enfermedad autoinmune u otra enfermedad de origen inmune no controlada
- ◆ Expectativas del paciente no realistas
- ◆ Pacientes en periodos de inestabilidad emocional

Contraindicaciones relativas

- ◆ Monocularidad funcional
- ◆ Enfermedades oculares que limitan la función visual
- ◆ Córneas excesivamente planas o curvas (por ejemplo, mayor riesgo de complicaciones con el microqueratomo mecánico)
- ◆ Topografía corneal anormal que sugiere diagnóstico de queratocono frustrado
- ◆ Astigmatismo irregular significativo
- ◆ Distrofia corneal estromal o endotelial con repercusión visual
- ◆ Historia de queratitis por virus del herpes simple o de la varicela zóster

- ◆ Ojo seco no bien controlado
- ◆ Glaucoma ²⁵⁷
- ◆ Historia de uveítis ²⁵⁸
- ◆ Diabetes mellitus ²⁵⁹
- ◆ Embarazo o lactancia ²⁶⁰
- ◆ Enfermedad autoinmune u otra enfermedad de origen inmune ²⁶¹
- ◆ Determinadas medicaciones sistémicas (isotretinoína, amiodarona, sumatriptán, implantes de levonorgestrel, colchicina)
- ◆ Edad inferior a 21 años (debe consultarse el etiquetado de la FDA para cada láser)

N.T. Recientes estudios muestran que los pacientes tratados con amiodarona e intervenidos mediante LASIK o ablación de superficie no presentan complicaciones clínicas significativas. (*evidencia insuficiente, recomendación discrecional*)

- Ortega-Usobiaga J, Llovet-Osuna F, Djodeire MR, Cobo-Soriano R, Llovet-Rausell A, Baviera-Sabater J. LASIK y ablación de superficie en pacientes tratados con amiodarona. Arch Soc Esp Oftalmol 2016; 91: 520-5.

N.T. En la actualidad se consideran los 18 años como la edad mínima para valorar la posibilidad de realizar cirugía refractiva; en menores de esa edad no se aconseja de forma habitual, aunque sí se podrán emplear determinados procedimientos quirúrgicos refractivos en aquellos casos que, de forma excepcional, no puedan ser resueltos con técnicas o terapias médicas u ópticas (p. ej. determinadas ambliopías, anisometropía, endotropías acomodativas). No se debe establecer un límite estricto de edad máxima, ya que deberá ser el estado ocular el que determine o condicione el uso de una u otra técnica. Especial atención a los pacientes en edad presbíta o pre-presbíta a la hora de indicar un tratamiento refractivo, en el que debe preservar o facilitar en la medida de lo posible la visión cercana. (*punto de buena práctica*)

- Llovet-Osuna F, Elíes-Amat D, Tomás-San-Pedro JM, Llovet-Rausell A. Edad y estabilidad refractiva. En: Llovet-Osuna F, Ortega-Usobiaga J. Cirugía Refractiva: Protocolos. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2014: 44-5.
- Ghanem RC, de la Cruz J, Tabaigi FM, et al. LASIK in the presbyopic age group. Safety, efficacy and predictability. Ophthalmology 2007; 114: 1303-10.
- Daoud YJ, Hutchinson A, Wallace DK, et al. Refractive surgery in children: treatment, options, outcomes, and controversies. Am J Ophthalmol 2009; 147: 573-82.
- Bailey M, Zadnik K. Outcomes of LASIK for myopia with FDA-approved lasers. Cornea 2007; 26: 246-54.

Consentimiento informado

Aunque la probabilidad de que el resultado de la cirugía queratorrefractiva sea un éxito es muy elevada, no debe olvidarse que hay que resaltar las posibles complicaciones y efectos secundarios que pueden presentarse, explicando cuáles de éstos pueden ser transitorios y cuáles permanentes. Antes de la intervención, el paciente debe ser informado acerca de los posibles riesgos, de los beneficios y de las alternativas existentes a la cirugía propuesta, tanto de tipo no quirúrgico como de los posibles procedimientos refractivos alternativos. El proceso de consentimiento informado debe documentarse, y el paciente debe tener la oportunidad de plantear todas sus preguntas antes de la intervención. El cirujano es responsable de recabar del paciente el oportuno consentimiento informado.^{224,225} Entre los asuntos que debieran debatirse con el paciente destacarían:

- ◆Cuál es el resultado refractivo esperable
- ◆Posibilidad de aparición de un defecto refractivo residual
- ◆Posibilidad de necesitar corrección para lejos o/y cerca después de la operación
- ◆Pérdida de líneas de mejor agudeza visual corregida
- ◆Efectos secundarios y complicaciones (p.ej. queratitis infecciosa, queratitis estéril, queratectasia)
- ◆Cambios en la función visual probablemente no objetivables con el mero examen de la agudeza visual, como los deslumbramientos, o la pérdida de calidad visual en condiciones de baja iluminación
- ◆Aparición o empeoramiento de síntomas de mala visión nocturna (p.ej. deslumbramientos, halos); esto es algo que debe valorarse muy cuidadosamente en pacientes con ametropías elevadas o en pacientes que puedan requerir una excelente función visual en condiciones de baja iluminación
- ◆Posibles efectos sobre el estado del alineamiento ocular
- ◆Aparición o empeoramiento de síntomas de ojo seco
- ◆Síndrome de erosión corneal recurrente

- ◆ Endocrecimiento epitelial en la entrecara y *melting*
- ◆ Las limitaciones de la cirugía queratorrefractiva en relación a la presbicia y la posible pérdida de agudeza visual de cerca no corregida que acompaña a la corrección de la miopía
- ◆ Las ventajas e inconvenientes de la monovisión (para pacientes en edad de presbicia)
- ◆ Ventajas e inconvenientes de las ablaciones convencional y avanzada
- ◆ Ventajas e inconvenientes de la cirugía queratorrefractiva bilateral simultánea frente a la cirugía secuencial (en días distintos). Dado que la visión podría ser deficiente durante algún tiempo después de una PRK bilateral simultánea, se debe informar al paciente de que es posible que durante varias semanas no pueda realizar algunas actividades como conducir.
- ◆ La posibilidad de que afecte a la exactitud de los cálculos de la potencia de la LIO de cara a una posible cirugía de catarata en el futuro.
- ◆ La planificación de los cuidados postoperatorios (dónde tendrá lugar y quién estará al cargo)

N.T. El Consentimiento Informado, para cirugía refractiva, deberá contener: nombre del paciente, nombre del facultativo y número de colegiado, legislación en la que se basa el documento, explicación del defecto refractivo, de forma básica, descripción del procedimiento quirúrgico, propósito de la cirugía, alternativas al tratamiento, incluyendo las no quirúrgicas, descripción de los posibles riesgos y complicaciones, dejando constancia de la no existencia de garantías absolutas en cuanto al resultado quirúrgico, posibilidad de retratamientos, descripción de riesgos derivados de la anestesia, anexo de información personalizada y específica al caso, autorización a cambiar el procedimiento según el criterio del médico en situaciones imprevistas, solicitar el consentimiento para realizar fotografías y/o filmaciones con fines didácticos o científicos, se hará constar la posibilidad de la participación de médicos en formación y de la asistencia de personal autorizado, fecha, firma del médico y paciente, o representante legal si lo requiriese el caso, apartado en el que figure la posibilidad de revocación de dicho consentimiento. El documento deberá ser entregado al paciente con la antelación suficiente para que pueda leerlo, comprender los beneficios y asumir los riesgos conscientemente y, en su caso, plantear cualquiera de las cuestiones que estime necesario, salvo casos de urgencia. El paciente deberá aportarlo, firmado, el día de la cirugía, previamente a la realización de ésta. (*punto de buena práctica*)

- Llovet-Osuna F, Pérez-Salvador JL, Pérez-Salvador E, Llovet-Rausell F, Peral-Ortiz-de-la-Torre A, Raga-Romero L. Consulta preoperatoria, historia clínica, consentimiento informado y alta. En: Llovet-Osuna F, Ortega-Usobiaga J. Cirugía Refractiva: Protocolos. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2014: 37-41.
- Pérez Salvador JL, et al. Modelos de Consentimientos Informados en Cirugía Ocular Implanto-Refractiva. Microcirugía Ocular 2003; 11 (2).
- De Lorenzo R, García-Sánchez J, Junceda J, Pérez Salvador JL, Taboada J. El Consentimiento Informado en Oftalmología. SEO. Madrid: Editores Médicos; 2005.
- Zato MA. Protocolos SEO. En: Menéndez de Lucas, JA. La responsabilidad civil en Oftalmología. Madrid: Sociedad Española de Oftalmología; 2010: 172-5.
- Guerin M, O'Keeffe M. Informed consent in refractive eye surgery: learning from patients and the courts. Ir Med J 2012; 105: 282-3.



La evaluación preoperatoria de un paciente potencial de cirugía refractiva debería abordar las expectativas de la visión post-quirúrgica y enfatizar las complicaciones y efectos adversos que pueden ocurrir, explicando cuáles pueden ser transitorios y cuáles pueden ser permanentes (*punto de buena práctica*).



Debe informarse a los pacientes de que hay un riesgo de síntomas de visión nocturna tras la cirugía queratorrefractiva. (*fuerte recomendación, evidencia buena*). La mayoría de los estudios de LASIK convencional y de guiado por frente de onda no han demostrado relación entre el diámetro de pupila en condiciones de baja iluminación y síntomas de visión nocturna (*evidencia moderada*).

Técnicas de ablación de superficie

Queratectomía fotorrefractiva (PRK)

Durante la PRK, se elimina el epitelio corneal central y el láser excímer se centra sobre el área pupilar para ablacionar la membrana de Bowman y el estroma corneal superficial.

Todo el equipo debe ser revisado y calibrado antes del procedimiento.²⁶² El cirujano debe confirmar la identidad del paciente, el ojo a intervenir y que los parámetros del tratamiento se han introducido correctamente en el ordenador del láser.²⁶² En los casos con astigmatismo elevado o en los que se realice una ablación guiada por

frente de ondas, el cirujano debe tomar las medidas oportunas para asegurar que el alineamiento torsional es correcto. Alinear correctamente el eje es fundamental cuando se tratan astigmatismos elevados, porque si la ablación astigmática no se alinea correctamente con el eje del astigmatismo, el tratamiento aplicado puede perder gran parte de su efectividad. Como es posible que se presente un cierto grado de ciclorsión ocular cuando el paciente pasa de la posición erguida a la de decúbito supino, puede ser útil colocar unas marcas de referencia en el ojo a intervenir mientras el paciente aún está incorporado, antes de tumbarle en la camilla del láser.²⁶³ Posteriormente, durante el transcurso de la operación, estas marcas deberán permanecer alineadas con la cuadrícula del láser, compensando así la posible ciclorsión. El uso de sistemas de seguimiento tipo “*eyetracker*”, y en ciertos casos de un anillo de fijación, puede ayudar a estabilizar el ojo y mejorar así la precisión en la orientación de la ablación astigmática.

Abundando en el tema del alineamiento ocular con el láser, en el caso de los tratamientos personalizados, para poder conseguir un resultado verdaderamente fiable, es fundamental que en el transcurso de la cirugía la información adquirida por el analizador de frente de ondas tenga un elevado grado de concordancia espacial con las coordenadas reales del ojo del paciente. Algunos láseres utilizan un registro de los detalles anatómicos del iris para que las mediciones del frente de ondas que se tomaron en posición sentada queden bien alineadas con la disposición que toma el ojo del paciente una vez que está tumbado en la camilla. Otras alternativas futuras podrán emplear vasos esclerales como marcas de referencia para el registro intraoperatorio dinámico. Todas las plataformas de láser guiado por frente de ondas utilizan sistemas de *eye-tracking* para compensar los pequeños movimientos oculares de traslación en el plano horizontal que pueden tener lugar durante la ablación.

En el preoperatorio se pueden instilar antibióticos o antisépticos tópicos en el ojo que se va a intervenir para prevenir el riesgo de infección, e igualmente se pueden aplicar también gotas de antiinflamatorios no

esteroides (AINEs), con objeto de reducir el dolor postoperatorio. El instrumental quirúrgico debe ser esterilizado para cada paciente. Durante el procedimiento el ojo contralateral debe permanecer ocluido. En cuanto al ojo que va a ser operado, hay que anestesiarlo con gotas anestésicas, debe procederse a la limpieza o antisepsia de piel y pestañas, siendo conveniente aislar éstas del campo quirúrgico, y colocando un blefarostato se consigue la necesaria exposición corneal. El epitelio corneal puede eliminarse mediante un procedimiento mecánico (usando un cepillo, una cuchilla o un epiqueratomo), químico (habitualmente con alcohol diluido al 20%) o mediante láser.²⁶⁴⁻²⁶⁹ La desepitelización debe efectuarse con rapidez para evitar que se produzca una desecación del estroma de un modo no uniforme. El área desepitelizada debe tener una amplitud igual o superior al diámetro de la zona óptica del tratamiento láser programado. Se realiza entonces la ablación con el láser excímer, centrando el tratamiento sobre la pupila. Es preciso controlar la posición de la cabeza del paciente durante la ablación, de modo que los planos facial y corneal permanezcan en todo momento paralelos al plano del suelo y perpendiculares al rayo del láser. Aunque la ficha técnica de producto no recoge la indicación, con frecuencia se emplea mitomicina C (MMC) con objeto de prevenir la aparición de *haze* (neblina, opacificación) corneal subepitelial, especialmente cuando se va a tratar un defecto refractivo elevado (es decir, se va a proceder a una ablación profunda), o en los casos en que se ha realizado un procedimiento corneal previo (como una queratotomía radial, un LASIK o una queratoplastia penetrante).²⁷⁰⁻²⁷² No existen estudios publicados en la literatura sobre qué consecuencias puede tener a largo plazo sobre la fisiología corneal el uso de la mitomicina C. La mayoría de los estudios no han encontrado ningún efecto perjudicial sobre la densidad celular endotelial cuando el producto se utiliza a una concentración del 0,02% (0,2 mg/ ml) durante un periodo de tiempo corto (alrededor de 15 segundos).^{273,274}

N.T. Aún no han sido publicados estudios con nivel de evidencia 1 acerca de la eficacia y seguridad del empleo de la MMC, aplicada con una hemosteta o similar, tras la ablación de superficie, pero los datos publicados hasta la fecha apoyan su empleo para la prevención del haze tras la ablación de superficie. *(buena evidencia, recomendación firme)*

- Teus MA, de Benito-Llopis L, Alió JL. Mitomycin C in corneal refractive surgery. *Surv Ophthalmol* 2009; 54: 487-502.
- Sia RK, Ryan DS, Edwards JD, Stutzman RD, Bower KS. The U.S. Army Surface Ablation Study: comparison of PRK, MMC-PRK, and LASEK in moderate to high myopia. *J Refract Surg* 2014; 30: 256-64.
- Majmudar PA, Schallhorn SC, Cason JB, Donaldson KE, Kymionis GD, Roni M, Shtein RM, Verity SM, Farjo AA. Mitomycin-C in Corneal Surface Excimer Laser Ablation Techniques. A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2015; 122: 1085-95.

Para finalizar, deben instilarse en el ojo operado gotas de antibióticos tópicos. Normalmente se coloca también una lente de contacto terapéutica, después de lo cual se retira el blefarostato. También puede aplicarse una gota de un AINE. Un uso limitado y prudente de un anestésico tópico diluido puede ayudar a controlar el dolor postoperatorio.

N.T. Aunque suelen emplearse antibióticos de amplio espectro de uso habitual, se ha publicado recientemente que la adición de fluorquinolonas de cuarta generación (moxifloxacino) al tratamiento profiláctico reduce significativamente la tasa de queratitis bacterianas acontecida durante el postoperatorio, tanto de PRK como de LASIK. *(evidencia moderada, recomendación firme)*

- Ortega-Usobiaga J, Llovet-Osuna F, Djodeyre MR, Llovet-Rausell A, Beltran J, Baviera J. Incidence of corneal infections after laser in situ keratomileusis and surface ablation when moxifloxacin and tobramycin are used as postoperative treatment. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:1210-6.

Queratomileusis epitelial asistida mediante láser (LASEK) y Epi-LASIK

El LASEK es una modificación técnica de la PRK que intenta preservar el epitelio. Después de aplicar alcohol al 20% sobre el epitelio corneal, y con la ayuda de un trépano epitelial y una espátula, se aplican unas marcas de referencia sobre el epitelio y se procede a disecar una lámina epitelial completa, la cual se despegar, se levanta y se pliega,

manteniéndola unida a la superficie corneal por medio de una bisagra nasal o superior. Una vez que se ha realizado la fotoablación, se despliega de nuevo el epitelio, recolocándolo sobre el estroma corneal central.²⁷⁵ Para finalizar, se coloca una lente de contacto terapéutica, que se mantiene durante varios días hasta que se consigue la reepitelización completa.

Una técnica de ablación de superficie alternativa al LASEK es la técnica denominada Epi-LASIK. En ella, en lugar de emplear el alcohol para despegar el epitelio de la membrana de Bowman, se usa un epiqueratomo: un dispositivo similar al microqueratomo empleado durante el LASIK pero que en vez de una cuchilla utiliza un disector como que va levantando una lámina epitelial al tiempo que va avanzando sobre la córnea con un movimiento de oscilación horizontal, y que va montado sobre un anillo de succión que mantiene una presión ocular elevada. De este modo, se obtiene una lámina circular completa de epitelio, que se separa de la membrana de Bowman. Se procede entonces a la ablación con láser, después de lo cual, la lámina epitelial puede o bien recolocarse, o bien desecharse. No está claro si el grado de molestia o de *haze* subepitelial son menores cuando se hace LASEK o Epi-LASIK, que cuando se hace PRK.²⁷⁶⁻²⁷⁸ Si se comparan entre sí, la velocidad de recuperación visual y el grado de molestia son similares para las tres técnicas, y todas ellas resultan en ese aspecto claramente inferiores al LASIK. El Epi-LASIK sólo puede utilizarse en ojos que tengan una membrana de Bowman intacta, ya que si ésta presenta discontinuidades (por ejemplo, en casos intervenidos de LASIK, PRK o con algunas cicatrices corneales) aumenta el riesgo de que el epiqueratomo diseque también porciones de tejido estromal y no sólo de epitelio.²⁷⁹ En ocasiones también se utiliza mitomicina C en un uso *off-label* (utilización fuera de las indicaciones recogidas en ficha técnica de producto) para reducir el riesgo de aparición de *haze* corneal subepitelial, especialmente en el contexto de correcciones elevadas (es decir, ablaciones profundas) o en ojos que han sido sometidos previamente a cirugía corneal, como KR, LASIK o queratoplastia

penetrante.²⁸⁰⁻²⁸² Ya que ambas técnicas –LASEK y Epi-LASIK- son modificaciones de la PRK, existe con ellas igualmente el riesgo potencial de aparición de *haze* en el postoperatorio.²⁸³⁻²⁸⁶

Resultados

La PRK es más predecible para corregir la miopía baja o moderada que para la alta miopía.²⁴⁰ Una revisión sistemática con datos provenientes de unos 2000 ojos operados mediante PRK de refracciones miópicas de entre -1 y -14 D encontró que, después de un periodo de seguimiento de al menos 12 meses, hasta el 70 % y el 92 % de los participantes en el estudio habían conseguido agudezas visuales no corregidas (UDVA) de 20/20 y 20/40, respectivamente.²⁴⁰ A un año de seguimiento, el 86% de los ojos tratados para corregir miopía o astigmatismo miópico tenían su refracción final dentro de un intervalo de $\pm 1D$ con respecto al objetivo refractivo planeado.²⁴⁰ Al mismo plazo de seguimiento, el porcentaje de ojos que habían perdido 2 o más líneas de su mejor agudeza visual corregida (CDVA) oscilaba entre el 0% y el 1% de los casos que fueron tratados de miopía baja o media.²⁴⁰ Sin embargo, en los casos en los que se hizo una PRK para tratar una miopía elevada, hasta el 6% de los ojos experimentó una pérdida de 2 o más líneas de CDVA.²⁴⁰

En un estudio que analizó los resultados obtenidos al realizar PRK guiada por frente de ondas para tratar miopía y astigmatismo miópico, el 81 % de los pacientes alcanzó una AVNC igual o superior a 20/20.²⁸⁷ En un estudio que comparó los resultados conseguidos con tratamientos guiados por frente de ondas, realizados en un ojo con PRK y con LASIK en el contralateral, la recuperación visual fue más rápida en los ojos operados con LASIK que en los operados con PRK (con un 88 % frente a un 48 % que, a un mes de la operación, respectivamente, habían obtenido UDVA de 20/20 o más). A los 6 meses, sin embargo, las UDVA eran igualmente buenas en ambos grupos (LASIK: 92 % 20/20 o mejor, PRK: 94 % 20/20 o mejor).²⁸⁸ A un año de seguimiento, solamente un 1 % de los ojos había perdido 1 línea de CDVA.²⁸⁷

La regresión miópica se vio con mayor frecuencia en los pacientes con un mayor grado de miopía.²⁴⁰ Estudios a largo plazo (10-12 años) han

puesto de manifiesto los excelentes niveles de seguridad y eficacia de la PRK en el tratamiento de la miopía.²⁸⁹⁻²⁹² Dos estudios publicados simultáneamente revisaron los resultados obtenidos por la PRK en el tratamiento de la baja miopía (menos de -6 D) y de la alta miopía (por encima de -6 D). Aunque los resultados a largo plazo fueron excelentes, se encontró una mayor incidencia de regresión en el grupo de alta miopía (-1.33 D a los 10 años) en comparación con el grupo de baja miopía (-0,1 D a los 10 años).²⁹¹⁻²⁹²

Un estudio que analizó la tasa de retratamientos después de un tratamiento láser primario optimizado mediante frente de ondas, no encontró que existiera diferencia en la incidencia de retratamientos (un 6.3%) entre el grupo de pacientes operados con la técnica LASIK y el grupo operado con PRK.²⁹³ En el grupo operado con PRK, la eficacia y la predictibilidad de los retratamientos fueron inferiores que cuando se efectuaron los respectivos tratamientos primarios.²⁹⁴⁻²⁹⁸

La queratectomía fotorrefractiva para la hipermetropía (H-PRK) es capaz de reducir los defectos refractivos hipermetrópicos. El tratamiento de las hipermetropías bajas (entre 0 y +3,5 D) tiene una predictibilidad mejor que el de la hipermetropías altas. Una revisión sistemática con datos provenientes de más de 300 ojos tratados mediante H-PRK encontró que, al año de la cirugía, el 79 % de los ojos se encontraban dentro de un intervalo de ± 1 D respecto a la corrección refractiva programada.²⁴⁰ En un estudio el 85 % de los ojos, con una refracción preoperatoria media de +2,88 D, consiguieron alcanzar una corrección refractiva dentro de un intervalo de ± 1 D respecto a la corrección planeada.²⁹⁹ En ojos con más de 3,5 D de hipermetropía, el 79 % obtuvo refracciones postoperatorias entre ± 1 D.³⁰⁰ En otro estudio, el 79 % de los ojos, con una refracción preoperatoria media de 3,03 D de hipermetropía, alcanzó un resultado de $\pm 0,5$ D respecto a la emetropía a los 12 meses.³⁰¹

Después de realizar una H-PRK, un 5% de los ojos con hipermetropía baja o moderada (+3,5 D o menos), y un 20% de los casos con hipermetropía alta (de más de +3,5 D) perdieron después de la operación dos o más líneas de su DCVA preoperatoria.²⁴⁰ En un estudio

que analizó los resultados obtenidos empleando H-PRK guiada por frente de onda (refracción preoperatoria media $+2,9 \pm 0,8$ D), a los 6 meses de seguimiento el 100% de los casos había quedado dentro de un intervalo de ± 1 D con respecto a la refracción planeada, y un 12 % había perdido 2 o más líneas de CDVA, principalmente debido a un aumento de las aberraciones de alto orden.³⁰² A los 6 meses de la cirugía, el 90% de los ojos había alcanzado visiones iguales o superiores a 20/40.

Aunque en términos generales el *haze* corneal fue siempre de un grado leve, fue en la media periferia corneal donde se encontraron, a modo de anillo, y habitualmente respetando el área pupilar, los problemas de *haze* de un grado más elevado,³⁰³

La consecución de la mejor visión en el postoperatorio se obtiene más lentamente con una H-PRK que con una PRK miópica. El centrado de la ablación es aún más determinante en los tratamientos hipermetrópicos debido a que la zona óptica efectiva es más pequeña. El uso de láseres de excímer con sistemas de *eye-tracker* puede facilitar que haya una menor incidencia de descentramientos.

En un estudio que comparó los resultados a dos años del LASIK hipermetrópico frente a los de la PRK hipermetrópica, los resultados refractivos mostraron una menor estabilidad con la PRK, como se puso de manifiesto con la existencia de una regresión estadísticamente significativa en el grupo de la PRK, frente la ausencia de regresión significativa alguna en el grupo de LASIK.³⁰⁴ La incidencia de regresión fue mayor en el grupo de PRK, incluso a pesar de que en el grupo de LASIK se trataron equivalentes esféricos más elevados (4,49 D vs 2,85 D).

N.T. Estudios a muy largo plazo (18 años) tras H-PRK, recientemente publicados, confirman una clara tendencia a la regresión del efecto, que es más evidente durante los primeros 7,5 años tras la intervención, apreciándose con posterioridad una tendencia a la estabilización de la refracción alcanzada.

(evidencia moderada, recomendación firme)

- Wagh VK, Dave R, O'Brart DP, Lim WS, Patel P, Tam C, Lee J, Marshall J. Eighteen-year follow-up of hyperopic photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 2016;42: 258-66.

En tres estudios que evaluaron la PRK para la corrección del astigmatismo a 6 meses de seguimiento, menos del 2% de los pacientes perdieron 2 o más líneas de CDVA. En estos trabajos, entre el 63% y el 86% de los pacientes quedaron a ± 1 D de la refracción deseada, y entre el 82% y el 94% obtuvieron una UDVA de 20/40 o mejor.³⁰⁵⁻³⁰⁷

Una revisión sistemática de un conjunto de estudios de LASEK encontró una incidencia de pérdida de dos o más líneas de CDVA de entre el 0 y el 8 %, y este grado de pérdida de líneas de visión se vio con mayor frecuencia en los estudios que incluyeron casos de alta miopía y de astigmatismo.²⁴⁰ Los resultados en cuanto a predictibilidad y UDVA fueron similares a los comunicados para la PRK. Un estudio que comparó los resultados del LASEK y el LASIK en el tratamiento de la miopía media y baja no encontró diferencias significativas entre ambas técnicas.³⁰⁸

N.T. Un reciente meta análisis informa de que no es posible concluir que existan diferencias entre PRK y LASEK para la corrección de miopía en lo que se refiere a eficacia, seguridad y predictibilidad, aunque los autores señalan que ninguno de los estudios publicados es capaz de aportar evidencia suficiente como para realizar una recomendación fuerte acerca de la conveniencia de emplear una u otra técnica. *(buena evidencia, recomendación discrecional)*

- Li SM, Zhan S, Li SY, Peng XX, Hu J, Law HA, Wang NL. Laser-assisted subepithelial keratectomy (LASEK) versus photorefractive keratectomy (PRK) for correction of myopia. Cochrane Database Syst Rev 2016; 22: 2.

Cuidados postoperatorios

El manejo postoperatorio es una parte integral del resultado de cualquier procedimiento quirúrgico y es responsabilidad del cirujano.^{225,309} Los antibióticos tópicos se administran para minimizar el riesgo de infección postoperatoria. La administración de corticoides tópicos generalmente se inicia justo después de la operación, y se va disminuyendo la dosis en un periodo de tiempo de días a semanas y, en algunos casos, de meses. Si se prolonga el tratamiento con corticoides debe vigilarse estrechamente la presión intraocular (PIO). Las elevaciones transitorias leves de la PIO pueden manejarse en general con tratamiento tópico, pero es fundamental llevar un control muy estrecho, porque en los tratamientos prolongados con corticoides la PIO puede descontrolarse.³¹⁰⁻³¹¹

Aunque el dolor postoperatorio puede reducirse con el uso de una lente de contacto (LC) terapéutica y de AINE tópicos, algunos pacientes pueden llegar a requerir analgésicos orales. Como los AINE tópicos pueden retrasar la epitelización corneal, deben prescribirse con cautela. Se ha descrito la aparición de infiltrados corneales estériles al usar AINE tópicos (sin uso concomitante de corticoides).³¹² Sin embargo, siempre que se observe la presencia de un infiltrado corneal, debe sospecharse la posibilidad de que se trate de una queratitis infecciosa.

Se recomienda realizar un examen postoperatorio que incluya una biomicroscopia de la córnea dentro de las primeras 24 horas, y después cada 2 o 3 días hasta que haya epitelizado la córnea. La reepitelización suele ser completa a los 5 días después de la cirugía. Si se ha adaptado una LC terapéutica, normalmente puede retirarse una vez haya un grado de reepitelización significativo. Para alcanzar una refracción y una visión estables pueden llegar a transcurrir meses. Los exámenes postoperatorios periódicos son necesarios para poder monitorizar el estado ocular y vigilar la aparición de los posibles efectos secundarios de la corticoterapia, como la elevación de la PIO.



Se recomienda que el oftalmólogo conserve la información ocular preoperatoria, incluyendo la queratometría y la refracción, así como la refracción postoperatoria estable, y se la entregue al paciente, para una posible cirugía de catarata o cuidado ocular adicional. (ver Apéndice 7)

(punto de buena práctica)

N.T. Aunque la Academia Americana de Oftalmología realizaba esta recomendación en 2012, parece existir evidencia creciente acerca de métodos más exactos de cálculo de lente intraocular para pseudofaquia en ojos operados de cirugía refractiva corneal previa que el llamado “método de la historia clínica”. *(buena evidencia, recomendación discrecional)*

- Wang, L; Tang, M; Huang, D; Weikert, MP; Koch, D. Comparison of Newer Intraocular Lens Power Calculation Methods for Eyes after Corneal Refractive Surgery. *Ophthalmology*, 2015; 122: 2443-9.
- Fram, NR; Masket, S; Wang, L. Comparison of Intraoperative Aberrometry, OCT-Based IOL Formula, Haigis-L, and Masket Formulae for IOL Power Calculation after Laser Vision Correction. *Ophthalmology*, 2015; 122:1096-101.
- Chen X, Yuan F, Wu L. Metaanalysis of intraocular lens power calculation after laser refractive surgery in myopic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 163-70.

Retratamientos

En general, los retratamientos no deberían realizarse hasta que la refracción, el *haze* (leucoma) corneal y la topografía se hayan estabilizado, lo cual suele requerir no menos de 6 meses tras una PRK primaria. Si existe *haze* y no es de un grado muy leve habría que valorar el posible retratamiento con mucha precaución.²⁹⁶ Se ha visto que la aplicación *off-label* de mitomicina C durante el retratamiento puede reducir el riesgo de recurrencia del *haze*.^{313,314}

Efectos adversos y complicaciones

Los efectos adversos y complicaciones asociados a los procedimientos de ablación de superficie se ven con poca frecuencia, pero pueden llegar a tener efectos permanentes y en raras ocasiones, incluso resultar incapacitantes. Se incluyen los siguientes efectos adversos y complicaciones:

- Hipocorrección o hipercorrección sintomáticas³¹⁵⁻³¹⁸

- Regresión parcial del efecto ³¹⁹
- Pérdida de líneas de la mejor agudeza visual mejor corregida ^{315-318,320-326}
- Aberraciones ópticas, incluyendo deslumbramiento y halos transitorios o permanentes, sobre todo durante la noche ^{319,327}
- Disminución de la sensibilidad al contraste ³²⁸⁻³³⁰
- Inducción de astigmatismo regular o irregular ^{315,318}
- Inducción de anisometropía ³¹⁵⁻³¹⁸
- Aparición prematura de la necesidad del uso de corrección óptica para visión cercana ³¹⁵⁻³¹⁸
- *Haze* corneal o fibrosis (de inicio precoz o tardío) ³³¹
- Infiltrados corneales, úlceras, *melting* (necrosis tisular) o perforación (estériles o infecciosas) ^{312,325,332}
- Ectasia corneal (incurvamiento corneal progresivo) ³³³
- Desarrollo o exacerbación de síntomas de sequedad ocular
- Disminución de la sensibilidad corneal ³³⁴
- Erosión corneal recidivante ³³⁵
- Reactivación de una queratitis herpética ³³⁶
- Complicaciones inducidas por los corticoides (ej. hipertensión intraocular, glaucoma, catarata) ³¹⁸
- Efectos adversos sobre el alineamiento ocular ²²⁶
- Ptosis palpebral ³¹⁸
- Reducción artefactual de la PIO medida (debido al adelgazamiento corneal)
- Complicaciones asociadas con el uso de mitomicina C (ej. disminución del recuento celular endotelial corneal) ³³⁷

Aunque existen casos descritos de anomalías retinianas tras PRK, se desconoce si la incidencia de las mismas es diferente en alguna medida a la que se podría observar en una población miope no operada de características similares. ^{338,339}

Satisfacción del paciente

La satisfacción del paciente depende tanto de las expectativas del mismo como del resultado quirúrgico. En general, los pacientes refieren estar satisfechos con el resultado de la PRK.³⁴⁰⁻³⁴² Sin embargo, algunos pacientes que consiguen la refracción deseada pueden no estar satisfechos debido a la presencia de aberraciones ópticas.

Las quejas más frecuentes que refieren los pacientes insatisfechos con la cirugía refractiva son la presencia de visión borrosa de cerca o lejos, el deslumbramiento, la sequedad ocular y los problemas de visión nocturna. En muchos casos los pacientes insatisfechos tienen una agudeza visual sin corrección relativamente buena.^{343,344}

Se han desarrollado cuestionarios para evaluar el impacto funcional y psicológico del defecto refractivo y de su corrección.^{345,346} La función visual subjetiva y la satisfacción del paciente no siempre se correlacionan con las medidas objetivas.³⁴⁷

Queratomileusis con láser in situ (LASIK)

El LASIK es un procedimiento quirúrgico en el cual se talla un lentículo corneal (*flap*) dotado de una bisagra, y que contiene en su espesor epitelio, membrana de Bowman y estroma corneal superficial. Dicho lentículo corneal se levanta, y mediante la acción de un láser excímer se ablaiona el estroma del lecho corneal, con objeto de proceder a su remodelación. A continuación se recoloca el lentículo en su posición original. Modificando para cada caso individual el patrón de la ablación corneal que se efectúa bajo el lentículo, lo cual a su vez determina el cambio final que se obtiene de la curvatura corneal anterior, se puede individualizar la corrección refractiva.

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones especiales al evaluar a un paciente como posible candidato para un LASIK:

- Topografía corneal anormal que pudiera sugerir la presencia de un posible queratocono frustrado
- Anatomía ocular, palpebral u orbitaria que pueda impedir el correcto funcionamiento del microqueratomo o del láser de femtosegundo
- Cálculo del grosor corneal estimado en el lecho estromal residual
- Mala adherencia epitelial, distrofia de membrana basal epitelial o síndrome de erosión corneal recidivante
- Riesgo de traumatismo corneal significativo debido al trabajo o a las aficiones del paciente
- Ojo seco significativo

Se debe considerar realizar una PRK u otro procedimiento de ablación de superficie si se encontrasen durante el examen preoperatorio una o más de las anomalías anteriores.

Técnica

Antes del procedimiento se debe comprobar y calibrar todo el instrumental. El cirujano debe verificar la identidad del paciente, el ojo que se va a operar, y que los parámetros del tratamiento se han introducido correctamente en el ordenador del láser.²⁶² Cuando se traten astigmatismos elevados, o se haga tratamientos basados en frente de ondas, el cirujano debe tomar las debidas precauciones para conseguir un correcto alineamiento torsional del ojo a operar. El alineamiento del eje del astigmatismo es fundamental en el tratamiento de los defectos astigmáticos elevados, porque puede haber una reducción importante del efecto del tratamiento si el eje de la ablación y el eje real del astigmatismo no están alineados correctamente. Debido a la posible ciclotorsión que puede producirse cuando el paciente pasa de la posición sentada a la posición de decúbito supino en la camilla, puede ser útil realizar marcas de referencia preoperatorias en el ojo a intervenir mientras el paciente permanece aún sentado.²⁶³ Estas marcas se deben alinear intraoperatoriamente con la retícula de referencia del láser para

compensar la ciclotorsión. El uso del *tracker* (sistema de seguimiento de los movimientos del ojo por parte del láser) o, en algunos casos, de un anillo de fijación, pueden ayudar a estabilizar el ojo y a conseguir un alineamiento más preciso del ojo durante la ablación astigmática.

N.T. Es recomendable realizar un “checklist” antes de comenzar el procedimiento refractivo, corneal o intraocular, con el objetivo de comprobar todos y cada uno de los elementos y parámetros que inciden directamente en el tratamiento, con el objetivo de minimizar errores. (*buena evidencia, recomendación firme*)

- Rober MC, Choi CJ, Urman S, Melki S. Avoidance of serious medical errors in refractive surgery using a custom preoperative checklist. J Cataract Refract Surg 2015; 41:2171–8.
- World Health Organization. Surgical Safety Checklist. 2009. Accesible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598590_eng_Checklist.pdf.
- American Academy of Ophthalmology. Recommendations of American Academy of Ophthalmology Wrong-Site Task Force. 2014. Accesible en: <http://www.aao.org/patient-safety-statement/recommendations-of-american-academy-ophthalmology>. Accessed August 9, 2015.

En las ablaciones personalizadas es esencial registrar la información del frente de ondas obtenida para conseguir resultados exactos y predecibles. Muchas plataformas de láser utilizan detalles de la anatomía del iris para conseguir que cuando el paciente esté tumbado durante la operación los parámetros del frente de ondas del ojo del paciente que se adquirieron estando el paciente en posición sentada, queden correctamente alineados sobre el ojo del paciente mientras se efectúa el tratamiento. En el futuro, es posible que las técnicas de registro de frente de ondas utilicen como marcas de referencia los vasos esclerales y que empleen estrategias dinámicas de verificación de la posición ocular durante el tratamiento. Todas las plataformas de láser guiados por frente de ondas utilizan sistemas de *tracker* para compensar los pequeños movimientos del ojo que se producen durante la ablación.

En el procedimiento LASIK las opciones para crear el lentículo corneal antes de la ablación con láser excímer, además del microqueratomo mecánico, incluyen el láser de femtosegundo (10^{-15} s). Los láseres de femtosegundo pertenecen a un grupo de láseres de estado sólido que

emiten en el espectro del infrarrojo. La fotodisrupción se produce cuando el tejido diana absorbe el haz del láser, produciéndose una liberación de electrones libres y generándose plasma (partículas cargadas eléctricamente).^{348,349} A continuación, el plasma entra en ignición y se crean burbujas de cavitación y de gases. Los láseres de femtosegundo emiten pulsos de corta duración, lo que les convierte en elementos de gran utilidad en cirugía corneal, porque esto les permite reducir el tamaño de las burbujas de cavitación y la onda de choque resultante.

El femto-LASIK (cirugía LASIK en la que se crea el lentículo corneal mediante la acción de un láser de femtosegundo) tiene ventajas en cuanto a seguridad en comparación con el LASIK realizado con microqueratomo, porque si el lentículo que se crea con el láser es inviable, basta con no proceder a la separación del tejido corneal. Con el láser de femtosegundo también pueden programarse diversidad de opciones en cuanto a diámetro y espesor de lentículo, anchura de la bisagra y *sidecut* (ángulo de tallado del corte periférico del reborde del lentículo). Además, los láseres de femtosegundo pueden servir también para realizar otros tipos de procedimientos corneales. En la tabla 3 aparece un listado con los láseres de femtosegundo que han sido aprobados por la FDA y sus correspondientes indicaciones de uso aprobadas.

TABLA 3. INDICACIONES APROBADAS POR LA FDA PARA LOS LÁSERES DE FEMTOSEGUNDO

Modelo	Compañía	Indicaciones
FEMTO LDV (antes Da Vinci Femtosecond Surgical Laser) (K053511; 3/10/06)	Ziemer Ophthalmic Systems AG (Port, Suiza) ^a	En la creación de un lentículo corneal en pacientes de LASIK u otro tratamiento que requiera una resección lamelar corneal previa.
Horus Laser Keratome	Carl Zeiss Meditec AG (Jena, Alemania)	En la creación de un lentículo corneal en pacientes de LASIK u otro tratamiento que requiera una resección lamelar corneal previa.
IFS Laser System (K073404; 4/25/08) (K113151; 3/8/12)	Advanced Medical Optics, Inc. ^b	En la creación de un lentículo corneal en pacientes de LASIK u otro tratamiento que requiera una resección lamelar corneal previa.
IntraLase Fusion Laser (K063682; 2/9/07)	IntraLase Corp. ^b	En la creación de túneles para implante de segmentos intraestromales corneales. En la creación de una lamela en la queratoplastia lamelar.

IntraLase FS Laser, IntraLase FS30 Laser, Modelos 1,2,3 (K060372; 816/06)	IntraLase Corp. ^b	En la creación de una incisión penetrante para queratoplastia penetrante. En la creación de incisiones corneales arqueadas, tanto penetrantes como intraestromales.
IntraLase FS Laser (K031960; 9/29/03)	IntraLase Corp. ^b	
Pulsion FS Lser Keratome (K013941; 2/27/02)	IntraLase Corp. ^b	
LenSx Laser System (K120732; 9/6/12)	Alcon LenSx, Inc (Aliso Viejo, California, EEUU)	En la creación de incisiones corneales. En la creación de capsulotomía anterior y facofragmentación láser durante la cirugía de catarata. Cada uno de estos procedimientos puede realizarse individualmente o consecutivamente durante la misma intervención. En la creación de una lamela en la queratoplastia lamelar. En la creación de una incisión penetrante para queratoplastia penetrante. En la creación de un lenticulo corneal en pacientes de LASIK u otro tratamiento que requiera una resección lamelar corneal previa.
Technolas Femtosecond Workstation Custom Flap (antes FemTec Laser Microkeratome) (K033354; 2/18/04)	Technolas Perfect Vision GmbH ^c	En la creación de un lenticulo corneal en pacientes de LASIK u otro tratamiento que requiera una resección lamelar corneal previa.
Victus Femtosecond Laser Platform (K120426; 7/31/12)	Technolas Perfect Vision GmbH y Bausch & Lomb, Inc (Rochester, Nueva York, EEUU)	En la creación de un lenticulo corneal en pacientes de LASIK u otro tratamiento que requiera una resección lamelar corneal previa.
VisuMax Laser Keratome (K100253; 7/8/10)	Carl Zeiss Meditec AG (Jena, Alemania)	En la creación de un lenticulo corneal en pacientes de LASIK u otro tratamiento que requiera una resección lamelar corneal previa. En la creación de una lamela en la queratoplastia lamelar. En la creación de una incisión penetrante para queratoplastia penetrante.
WaveLight FS200 Laser System (K101006; 10/21/10)	Alcon Laboratories, Inc (Fort Worth, Texas, EEUU)	En la creación de un lenticulo corneal en pacientes de LASIK u otro tratamiento que requiera una resección lamelar corneal previa. En la creación de túneles para implante de segmentos intraestromales corneales. En la creación de una lamela en la queratoplastia lamelar. En la creación de una incisión penetrante para queratoplastia penetrante.

FUENTE: U.S. Food and Drug Administration. Disponible en: www.fda.gov. Consultado el 11 de octubre de 2012
Adaptado con permiso de Farjo AA, Sugar A, Schalhorn SC, et al. Femtosecond lasers for LASIK flap creation; a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2013;120:e5-e20.
Solicitud de Da Vinci pedida por SIE Ltd. Surgical Instrument Engineering.
Advanced Medical Optics Inc. adquirió IntraLase Corp. el 27-4-07; Abbot Laboratories Inc. adquirió Advanced Medical Optics Inc. el 26-2-09 y la renombró Abbott Medical Optics Inc., Abbott Park, Illinois. EEUU.
Desde 2009 como empresa conjunta con Bausch & Lomb, Inc., Rochester, Nueva York, EEUU; la solicitud de FemTec fue pedida por 20/10 Perfect Vision Optische Gerate GMBH.

Preoperatoriamente se pueden aplicar en el ojo a operar antibióticos o antisépticos tópicos; además puede usarse también un AINE tópico para reducir el grado de dolor postoperatorio. El ojo que no se opera debe permanecer ocluido. Se debe usar un juego de instrumental estéril para cada paciente. El ojo que va a ser operado debe recibir gotas de anestesia tópica. La piel circundante y las pestañas del ojo que va a operarse deben limpiarse, y posiblemente aislarse del campo quirúrgico, y debe colocarse un blefarostato para conseguir una correcta exposición

de la córnea. Colocar unas marcas en la córnea puede ayudar a conseguir una correcta reposición del lentículo corneal al final del procedimiento, especialmente en caso de que se haya producido un lentículo completo libre.

El cirujano debe confirmar que se han introducido correctamente los parámetros precisos para el funcionamiento del microqueratomo o del láser de femtosegundo. Si se usa un microqueratomo mecánico para crear el lentículo corneal, hay que colocar un anillo de succión en el ojo para elevar la PIO y proporcionar una guía para el avance del microqueratomo; para ello, hay que confirmar antes que la PIO alcanza un nivel suficientemente alto. Entonces se pasa el microqueratomo mecánico a través de la superficie corneal para crear un lentículo corneal con su correspondiente bisagra.

Si se usa un láser de femtosegundo para crear el lentículo, también hay que colocar un anillo de succión para fijar el ojo y obtener el adecuado aplanamiento de la córnea, después de lo cual se aplica la energía del láser a nivel del estroma corneal. Los distintos microqueratomos mecánicos pueden crear lentículos corneales con bisagra en distintas localizaciones.

En los procedimientos LASIK hay que prestar gran atención para confirmar que el diámetro del lecho estromal que queda después de tallar el lentículo es lo suficientemente amplio como para que quepa en él toda la ablación planeada.

El lentículo debe ser revisado y evertido, y se debe comprobar que tanto éste como el lecho estromal son correctos en cuanto a tamaño y regularidad. Se deben realizar mediciones intraoperatorias del espesor corneal central para estimar el espesor del lecho corneal residual. Esta rutina tiene la ventaja de que permite comprobar la exactitud de funcionamiento del microqueratomo, y la de poder confirmar que se está dejando un lecho estromal residual adecuado. Tiene no obstante la doble desventaja de que prolonga el tiempo quirúrgico, lo cual puede redundar en una desecación adicional del lecho estromal, y de que

puede facilitar que con la sonda del paquímetro se introduzcan antígenos o microorganismos. Si la calidad del lentículo y del lecho son adecuadas, se aplica la ablación del láser centrándola sobre la pupila. Sin embargo, si se tallan un lentículo o un lecho estromal irregulares, o no se consigue una adecuada exposición del lecho estromal, es posible que no se pueda aplicar el tratamiento láser de modo seguro. Si después de retirar el microqueratomo se ve que el lentículo es claramente defectuoso o que está muy descentrado, lo más apropiado habitualmente es abortar la cirugía con la mínima manipulación posible del lentículo. Debe entonces reposicionarse éste y permitir su adecuada cicatrización. En muchos casos, después de un periodo de varios meses, puede realizarse una ablación de superficie con o sin mitomicina C. En algunos casos, tras un tiempo de espera similar, podría plantearse el tallado de un nuevo lentículo y proceder a la ablación, aunque el riesgo de complicación es significativo.

La ablación en el lecho estromal se realiza de un modo en todo similar a como se realiza en una PRK. Después de la ablación, se repone el lentículo; la interfase se suele irrigar con solución salina balanceada y se tiene que confirmar el correcto alineamiento del lentículo. Hay que dar tiempo suficiente para que se adhiera el lentículo, después de lo cual se retira el blefarostato, evitando el contacto con la córnea. Antes de despedir al paciente se debe revisar el ojo operado para confirmar que el lentículo está en posición correcta y que presenta buen aspecto.

Resultados

Una revisión sistemática de 64 estudios sobre LASIK publicados desde el año 2000 identificó 17 estudios en los que, en conjunto, entre un 75 % y un 100 % (mediana del 92 %) de los ojos con miopía o astigmatismo miópico alcanzaron un resultado refractivo en $\pm 1,00$ D respecto a la corrección planificada. La predictibilidad fue mayor para los casos de miopía leve a moderada que para los de alta miopía.³⁵⁰ Un estudio a 10 años de seguimiento con pacientes intervenidos de un LASIK miópico de menos de $-10,00$ D encontró que el 73 % de los ojos estaban en $\pm 1,00$ D

de la corrección pretendida y que un 54,6 % de los ojos obtuvieron un incremento en su mejor agudeza visual corregida (CDVA).³⁵¹ De acuerdo con los datos de 22 estudios, esta revisión sistemática encontró que una mediana del 94 % de los ojos obtuvo una agudeza visual sin corrección (UDVA) de 20/40 o mejor; este resultado visual (UDVA de 20/40 o mejor) lo consiguieron el 94-100 % (mediana del 98 %) de los ojos con miopía leve a moderada, y el 76-97 % (mediana del 89 %) de los ojos con alta miopía. En 3 estudios sobre astigmatismo miópico, el 94-100 % (mediana de 99 %) de los ojos consiguieron igualmente una UDVA de 20/40 o mejor. En 25 estudios que comunicaron casos con una pérdida de 2 o más líneas de CVDA respecto a la CDVA preoperatoria, una mediana de 0,6 % (rango de 0 a 3 %) de los ojos con miopía o astigmatismo miópico perdieron 2 o más líneas de CVDA.²⁴⁰

Respecto a los resultados del LASIK para tratar la hipermetropía (refracción preoperatoria de +0,50 a +6,00 D de hipermetropía) se ha comunicado que el 86-91 % (mediana del 88 %) de los ojos quedó en $\pm 1,00$ D respecto a la corrección planeada.²⁴⁰ En los ojos hipermétropes, el 94-100 % tenían una UDVA postoperatoria de 20/40 o mejor. Para los ojos con astigmatismo hipermetrópico, el 88-89 % (mediana de 88 %) de los ojos acabaron en $\pm 1,00$ D respecto a la corrección pretendida, y el 94 % consiguieron una UDVA postoperatoria de 20/40 o mejor.²⁴⁰ Una revisión sistemática encontró 2 estudios de ojos con hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico en los cuales se observaron un 2-5 % (mediana de 3 %) de ojos con pérdida de 2 o más líneas de CDVA.²⁴⁰

El LASIK hipermetrópico (H-LASIK) también se ha venido usando con éxito para tratar las hipercorrecciones del LASIK miópico.³⁵² Un estudio³⁵³ hecho sobre H-LASIK y H-PRK concluyó que ambas técnicas eran comparables en cuanto a seguridad y eficacia en el tratamiento de la hipermetropía leve a moderada. Sin embargo, comparando los resultados de H-LASIK y H-PRK, se encontró que con esta última técnica se observó un mayor grado de dolor postoperatorio, de hipercorrección inicial con miopización transitoria y un mayor retraso en alcanzar la estabilidad refractiva.

El LASIK se asocia con un mayor grado de regresión en los procedimientos hipermetrópicos que en los miópicos.³⁵⁴⁻³⁵⁶ Los mecanismos de la regresión en el H-LASIK no están claramente definidos, pero la hiperplasia epitelial parece ser una de las causas. La regresión que aparece tras la cirugía refractiva puede deberse a la hipermetropización natural relacionada con la edad, o a que la hipermetropía latente se vuelve manifiesta, dando la cara aquellos defectos residuales o secundarios a un tratamiento incompleto.³⁵⁷

N.T. Los pacientes intervenidos con H-LASIK pueden presentar un aumento significativo de la hipermetropía a partir de un año en adelante, compatible con los cambios fisiológicos del cristalino. (*evidencia moderada, recomendación discrecional*)

- Dave R, O'Brart Vijay K, Wagh VK, Lim ws, Patel P, Tam C, Lee J, Marshall J. Sixteen-year follow-up of hyperopic laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2016; 42:717–724.
- Llovet F, Galal A, Benítez-del-Castillo JM, Ortega J, Martín C, Baviera J. One-year results of excimer laser in situ keratomileusis for hyperopia. J Cataract Refract Surg 2009; 35:1156-65.

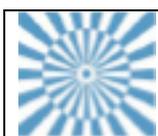
Al igual que sucede con el M-LASIK, muchas de las complicaciones graves después de un H-LASIK tienen relación directa con el tallado del lentículo corneal. La mayoría de los microqueratomos son capaces de crear los lentículos de mayor diámetro que son necesarios para las correcciones hipermetrópicas, pero conseguir un lentículo fino puede ser más difícil de lograr, y los lentículos amplios pueden asociarse con un mayor sangrado si existe vascularización limbar.^{358,359} Existe una mayor incidencia de pérdida de líneas de CDVA después de H-PRK y H-LASIK que después de correcciones miópicas.²⁴⁰

En un estudio sobre LASIK en el tratamiento de astigmatismos mixtos, el 95 % de los ojos acabaron en $\pm 1,00$ D respecto a la corrección planeada, y un 94 % obtuvieron una UDVA postoperatoria de 20/40 o mejor.³⁶⁰

Cuidados postoperatorios

El manejo postoperatorio es parte integral del resultado de cualquier procedimiento quirúrgico, y es responsabilidad del cirujano.^{361,362} El primer día del postoperatorio es normal que aparezcan molestias leves o moderadas. Se deben administrar antibióticos tópicos para minimizar el riesgo de infección postoperatoria. Los corticoides suelen usarse durante un periodo corto de tiempo. Es habitual utilizar lubricantes oculares en el postoperatorio, y los primeros días se recomienda el uso de un protector ocular.

En ausencia de complicaciones, debe realizarse un examen postoperatorio en las primeras 36 horas después de la operación. Se debe comprobar la agudeza visual y evaluar la córnea mediante biomicroscopia con lámpara de hendidura. Se debe revisar específicamente la posible presencia de una serie de hallazgos de exploración: irregularidad epitelial o tinción; crecimiento epitelial o detritus en la interfase; infiltrados focales o difusos (en el lenticulo, en el lecho, en la periferia o en la interfase); edema corneal; presencia de microestrías o macroestrías. Si se observa inflamación corneal debe evaluarse también la cámara anterior. Los pacientes con una UDVA postoperatoria que aún no ha alcanzado la CDVA preoperatoria deben ser reexaminados. La frecuencia de revisiones postoperatorias debe individualizarse dependiendo de los hallazgos en la primera visita postoperatoria. De rutina, para los pacientes con un LASIK en el que no se han presentado complicaciones, la segunda visita puede realizarse a las 1-4 semanas, y de ahí en adelante, como se juzgue más adecuado.



Se recomienda que el oftalmólogo conserve la información ocular preoperatoria, incluyendo la queratometría y la refracción, así como la refracción postoperatoria estable, y se la entregue al paciente, para una posible cirugía de catarata o cuidado ocular adicional. (ver Apéndice 7) (*punto de buena práctica*)

Retratamientos

La estabilidad refractiva normalmente se alcanza a los 3 meses de la cirugía, aunque en caso de correcciones altas puede necesitarse más tiempo. Los defectos refractivos residuales sintomáticos deben ser considerados para retratamiento, pero éste no debe ejecutarse antes de que se haya documentado la estabilidad refractiva con varias mediciones sucesivas. Antes de todo retratamiento debe realizarse un examen oftalmológico que incluya todos los elementos propios de una consulta preoperatoria. Debe comprobarse que el defecto refractivo no es secundario a la acomodación o a ninguna enfermedad ocular, como por ejemplo una catarata en evolución o una ectasia corneal. Igualmente, debe realizarse un examen de topografía corneal computerizada y una medición de la paquimetría corneal central para poder hacer una estimación del lecho estromal residual que quedará tras el retratamiento. El lecho corneal estromal puede medirse mediante tomografía de coherencia óptica de segmento anterior. También puede hacerse una medición intraoperatoria del lecho estromal antes de proceder con la ablación, para asegurarse de que el lecho estromal residual post-retratamiento será suficiente.

Las dos opciones preferidas para hacer un retratamiento son levantar el lentículo previo,⁴⁷ o bien realizar una PRK sobre el lentículo, usando o no mitomicina C (uso *off-label*).⁴⁸ Si se levanta el lentículo original, debe preservarse el epitelio que lo cubre y evitar que pasen a la interfase células epiteliales, para minimizar el riesgo de endocrecimiento epitelial en la interfase. Si se realiza una PRK, debe eliminarse el epitelio con sumo cuidado, para evitar fragmentar o alterar el lentículo. Si se tallase un nuevo lentículo, la intersección de los planos quirúrgicos del corte nuevo con los del lentículo previo podría ocasionar un desplazamiento de fragmentos estromales que condicionase un astigmatismo irregular y una pérdida de líneas de CDVA.



Las opciones preferidas para el retratamiento incluyen levantar el lentículo previo o realizar PRK sobre el lentículo sin o con mitomicina C (uso *off-label*). Si se talla un nuevo lentículo, la intersección con el lentículo previo puede conllevar la aparición de fragmentos estromales y resultar en un astigmatismo irregular y pérdida de CDVA.^{47,48} (*fuerte recomendación, moderada evidencia*)

Efectos adversos y complicaciones

El LASIK puede tener diversos efectos adversos y complicaciones, que si bien se ven con poca frecuencia, pueden llegar a ser permanentes y en raras ocasiones, incluso incapacitantes. Se incluyen los siguientes efectos adversos y complicaciones:

- Hipocorrección o hipercorrección sintomáticas
- Regresión parcial del efecto
- Pérdida de líneas de la mejor agudeza visual mejor corregida
- Síntomas visuales, como deslumbramiento y halos, sobre todo nocturnos, que pueden ser transitorios o permanentes
- Disminución de la sensibilidad al contraste
- Inducción de astigmatismo regular o irregular
- Inducción de anisometropía
- Aparición prematura de la necesidad del uso de corrección óptica para visión cercana
- *Haze* corneal o fibrosis (de inicio precoz o tardío)
- Infiltrados corneales, úlceras, *melting* (necrosis tisular) o perforación (estériles o infecciosas)
- Ectasia corneal (incurvamiento corneal progresivo)
- Desarrollo o exacerbación de síntomas de sequedad ocular
- Disminución de la sensibilidad corneal
- Erosión corneal recidivante
- Reactivación de una queratitis herpética
- Complicaciones inducidas por los corticoides (ej. hipertensión intraocular, glaucoma, catarata)
- Efectos adversos sobre el alineamiento ocular

- Ptosis palpebral
- Reducción artefactual de la PIO medida (debido al adelgazamiento corneal)
- Detritus en la interfase
- Acumulación de fluido en la interfase e infraestimación de la PIO
- Crecimiento epitelial en la interfase
- Necrosis del lentículo corneal
- Queratitis lamelar difusa (DLK) de inicio precoz o tardío
- Queratitis estéril inducida por la presión
- Fotofobia transitoria asociada al láser de femtosegundo^{365,366}
- Deslumbramiento en arco iris asociada al láser de femtosegundo^{367,368}
- Edema persistente del lentículo corneal
- Estrías (microestrías y macroestrías)
- Dislocación traumática del lentículo corneal

Aunque existen casos descritos en la literatura de anomalías retinianas que han sido diagnosticadas después de hacer un LASIK, no está claro si la incidencia de dichas anomalías patológicas sería diferente en alguna medida a la de una población miope no operada de características similares.^{338,369}

En algunos casos, el defecto refractivo residual puede asociarse a una reducción en la CDVA, a menudo debida a la aparición de un astigmatismo irregular inducido, y debe procederse con cautela cuando se contemple la posibilidad de realizar un retratamiento en estos casos. El astigmatismo irregular puede estar causado por la existencia de un lentículo irregular, fragmentado, truncado, agujereado (*buttonhole*), libre irregular o libre perdido. Es posible que los lentículos finos tengan un mayor riesgo de formación de estrías que los gruesos. Tanto una excesiva hidratación del lentículo como una incorrecta reaposición del mismo en el lecho pueden provocar microestrías. Si el alineamiento es claramente defectuoso pueden producirse macroestrías. El origen de un

astigmatismo irregular de aparición tardía puede estar en relación con el desarrollo de una ectasia corneal.

N.T. El hecho de que los lentículos finos en LASIK se asocien a peores resultados o que tengan más complicaciones, tales como estrías en el lentículo, está cuestionado. (*evidencia moderada, recomendación firme*)

- Prandi B, Baviera J, Morcillo M. Influence of flap thickness on results of laser in situ keratomileusis for myopia. J Refract Surg 2004; 20: 790-6.
- Cobo-Soriano R, Calvo MA, Beltran J, Llovet F, Baviera J. Thin-flap LASIK. Analysis of contrast sensitivity, visual and refractive outcomes. J Cataract refract Surg 2005; 31: 1357-65.

La calidad de la visión en condiciones escotópicas puede verse disminuida después de un LASIK. Cuando se hacen tratamientos con zonas ópticas pequeñas, sobre todo en correcciones elevadas, puede haber un mayor riesgo de aparición de halos visualmente molestos en condiciones escotópicas.^{319,370}

La epitelopatía post-LASIK puede causar reducción de la CDVA, visión fluctuante, sensación de cuerpo extraño y molestias. Se han implicado múltiples factores en este problema, incluyendo una deficiencia de la capa acuosa lagrimal, una disminución del tiempo de rotura de la película lagrimal y cambios neurotróficos. Los síntomas suelen mejorar con el tiempo, pero en algunos casos pueden persistir meses o años. Pueden ser útiles en estos casos la lubricación suplementaria, la ciclosporina tópica y la oclusión de los puntos lagrimales.^{371,372}

Si hay **estrías** pero no afectan significativamente a la visión, el manejo conservador es lo más adecuado. Sin embargo, son visualmente significativas, se debe levantar y reposicionar el lentículo. En casos de estrías recalcitrantes puede considerarse usar puntos sueltos con nylon de 10-0, o bien una sutura continua que corrija la deformación torsional.³⁷³ La dislocación del lentículo es más frecuente en las primeras 24 horas tras la cirugía, pero también puede aparecer meses o años después como consecuencia de un traumatismo corneal.

N.T. Un lentículo dislocado requiere una actuación precoz, para reponerlo adecuadamente y evitar alteraciones anatómicas irreversibles. *(buena evidencia, recomendación firme)*

El tratamiento de las estrias clínicamente significativas puede incluir, desde la reflotación y reposicionamiento, con o sin hidratación, el estiramiento del lentículo, con o sin desepitelización, el planchado, la hipertermia, la sutura, el tratamiento guiado por topografía e inclusive la amputación del mismo.

- Holt DG, Sikder S, Mifflin MD. Surgical management of traumatic LASIK flap dislocation with macrostriae and epithelial ingrowth 14 years postoperatively. J Cataract Refract Surg 2012; 38: 357-61.
- Galvis V, Tello A, Guerra AR, Rey JJ, Camacho PA. Risk factors and visual results in cases of LASIK flap repositioning due to folds or dislocation: case series and literature review. Int Ophthalmol 2014; 34: 19-26.
- Muñoz G, Alio JL, Perez-Santonja JJ. Successful treatment of severe wrinkled corneal flap after laser in situ keratomileusis with deionized water. Am J Ophthalmol 2000; 29: 91-2.
- Jackson DW, Hamill MB, Koch DD. Laser in situ keratomileusis flap suturing to treat recalcitrant flap striae. J Cataract Refract Surg 2003; 29: 264-9.
- Kuo IC, Jabbur NS, O'Brien TP. Photorefractive keratotomy for refractory laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2008; 34: 330-3.

El **crecimiento epitelial en la interfase** puede aparecer tras un LASIK primario, pero es mucho más frecuente después de retratamientos o traumatismos. Los crecimientos pequeños y periféricos pueden ser seguidos sin intervenir sobre ellos, pero cuando son amplios pueden requerir que se proceda con un levantamiento del lentículo y una limpieza de la interfase. En casos de crecimiento epitelial persistente puede considerarse la sutura del lentículo o la aplicación de adhesivos tisulares.³⁷⁴ Otras indicaciones para proceder al levantamiento del lentículo debido a un crecimiento epitelial incluyen el astigmatismo progresivo, el avance del endocrecimiento en dirección al área pupilar, la necrosis del lentículo, la disminución de CDVA, el astigmatismo irregular, o la tinción en el borde del lentículo, que es un signo indicativo de migración celular epitelial activa.

Queratitis lamelar difusa (DLK). Consiste en un tipo de inflamación de la interfase que puede aparecer después de un LASIK, normalmente los primeros días después de la intervención, y que tiene un patrón muy característico. El ojo o no muestra hiperemia conjuntival o ésta es leve, no hay inflamación en cámara anterior y el paciente no suele tener

molestias.³⁷⁵ La DLK es una acumulación de células inflamatorias, de naturaleza no infecciosa, habitualmente confinadas a la interfase, en un ojo en el que por lo demás no se aprecian otros signos inflamatorios. Se caracteriza por una reacción granular fina blanquecina en la interfase, normalmente más llamativa en la periferia, y que no tiene tendencia a progresar más superficialmente (hacia el lentículo) o más profundamente (hacia el lecho estromal). Como posibles factores desencadenantes, se ha relacionado su aparición con detritus provenientes de la cuchilla del microqueratomo, de los guantes quirúrgicos, paños o soluciones limpiadoras, de las secreciones meibomianas, con antígenos bacterianos o endotoxinas, o en relación con alguna disrupción epitelial. También se ha descrito que la DLK pueda estar relacionada con la energía empleada por el láser de femtosegundo para la creación del lentículo.³⁷⁶

El tratamiento de la DLK suele depender de la gravedad de la inflamación.^{377,378} Las formas más leves de inflamación probablemente sean autolimitadas y tengan poco riesgo de producir una afectación de la visión. Sin embargo, la mayoría de los cirujanos tratan estos casos aumentando la frecuencia de instilación de los corticoides tópicos y llevando un seguimiento más estrecho. Los casos más graves de DLK pueden manejarse con una o más de las siguientes opciones: corticoides tópicos con una frecuencia o una concentración mayores; administración de corticoides orales; levantamiento del lentículo con limpieza de la interfase; o aplicación directa de corticoides en el lecho estromal expuesto. En los casos con DLK rápidamente progresiva y afectación central significativa, o con riesgo de desarrollar pérdida de tejido estromal, debe considerarse realizar un procedimiento de levantamiento del lentículo e irrigación de la interfase. No hay datos disponibles para establecer unas recomendaciones de tratamiento basadas en la evidencia.

Una DLK persistente que no responde a los corticoides debe hacer sospechar una queratitis infecciosa, una queratitis hipertensiva con líquido en la interfase, una inflamación intraocular o una descompensación endotelial.³⁷⁹ Los corticoides pueden producir un

aumento de la PIO y que éste no llegue a detectarse debido a que la presencia de líquido en la interfase, o entre las lamelas corneales, da lugar a una medida de la PIO artificialmente baja. El aspecto de la córnea puede aparentar una DLK, y esto dar lugar a que se prolongue el tratamiento corticoideo con el consiguiente empeoramiento del cuadro. En estos casos, la PIO debe medirse por fuera del lentículo para evitar tomar medidas de la presión falsamente bajas.

N.T. El diagnóstico diferencial de la DLK deberá incluir otras entidades clínicas, además de la queratitis infecciosa, la queratopatía central tóxica, la queratopatía tóxica periférica, el síndrome de fluido en la interfase e inclusive el crecimiento epitelial. (*punto de buena práctica*)

- Sonmez B, Maloney RK. Central toxic keratopathy: description of a syndrome in laser refractive surgery. Am J Ophthalmology 2007; 143: 487-90.
- Liu A, Maloney RK, Manche EE. Toxic peripheral keratopathy: A syndrome in refractive surgery. J Cataract Refract Surg 2012; 38: 1684-9.
- Moya-Calleja T, Iribarne_Ferrer Y, Sanz-Jorge A, Sedó-Fernandez S. Steroid-induced interface fluid syndrome after LASIK. J Refract Surg 2009; 25: 235-9.

Las complicaciones de la DLK a largo plazo están relacionadas con la gravedad del cuadro inflamatorio. La opacificación de la interfase, la pérdida tisular y el crecimiento epitelial pueden condicionar la aparición de cambios refractivos y de astigmatismo irregular. Los casos de DLK de moderados a graves deben ser tratados lo más precozmente posible mediante irrigación de la interfase, para minimizar el riesgo de pérdida estromal y de cambios refractivos.

Infección postoperatoria. La infección tras LASIK es poco frecuente, pero ha sido descrita tanto después de tratamientos primarios como de retratamientos. A diferencia de la DLK, los signos y síntomas clínicos de la queratitis infecciosa post-LASIK incluyen generalmente dolor, ojo rojo y fotofobia. Los infiltrados corneales son claramente focales y a menudo se extienden más allá de la interfase hacia el estroma profundo o superficial. Es frecuente la reacción inflamatoria en cámara anterior. La infección puede aparecer en el periodo postoperatorio inicial o tardío. El

momento de aparición y la gravedad clínica varían mucho dependiendo del microorganismo causal, especialmente si se ha utilizado tratamiento corticoideo intenso.

Se deben obtener muestras del área afectada, que deben remitirse para investigación microbiológica. Si la interfase está afectada pero no hay ulceración superficial, se debe levantar el lentículo para poder tener acceso a la toma de muestras. Se debe iniciar un tratamiento antibiótico intensivo y de amplio espectro, modificándolo si fuese preciso. Si el infiltrado afecta a la interfase y su manejo obliga a levantar el lentículo, entonces es factible aplicar antibióticos directamente en la interfase. La infección grave del lentículo o del estroma profundo puede requerir la amputación del lentículo para poder controlar la infección. En estos casos más graves, además de las bacterias comunes, se han descrito microorganismos poco habituales, como micobacterias atípicas, *Staphylococcus aureus* metilín-resistente, *Nocardia*, hongos y virus del herpes simple.³⁸⁰⁻³⁸⁶ La microbiología de las infecciones asociadas al LASIK es distinta a la de las infecciones corneales asociadas a otros factores de riesgo diferentes.

N.T. La incidencia de queratitis infecciosa tras cirugía fotoablativa de superficie (PRK/LASEK) es mayor que en los procedimientos lamelares (LASIK). La actitud de manejo inmediato (toma de muestra, lavado de interfase en caso de LASIK, e instaurar tratamiento con antibióticos fortificados) ha demostrado su eficacia, minimizando las complicaciones. (*buena evidencia, recomendación firme*)

- Llovet F, de Rojas V, Interlandi F, Como-Soriano R, Ortega-Usobiaga J, Baviera J. infectious keratitis in 204,586 procedures. *Ophthalmology* 2010;117: 232-8.
- de Rojas V, Llovet F, Martínez M, Cobo-Soriano R, Ortega-Usobiaga J, Beltrán J, Baviera J. Infectious keratitis in 18651 laser surface ablation procedures. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:1822-31.
- Mozayan A, Madu A, Channa P. laser-in-situ keratomileusis infection: review and update of ocurrent practices. *Curr Opin Ophthalmol* 2011; 22: 233-7.

Ectasia corneal. Aunque la incidencia real de ectasia corneal progresiva tras LASIK sigue sin estar bien establecida, se estima que puede variar entre un 0,04 y un 0,6 %.³⁸⁷⁻³⁸⁹ Esta variabilidad en la incidencia puede

deberse a diferencias en la selección de los pacientes y en la detección de los candidatos que están en situación de riesgo para padecerla. Las opciones de manejo de la ectasia tras LASIK incluyen las lentes de contacto y los segmentos intraestromales (ICRS). En casos graves, puede ser necesario realizar un trasplante corneal.

Un estudio mostró que, según lo observado en el transcurso de un periodo postoperatorio de hasta 25 meses, el *cross-linking* inducido por riboflavina tópica y radiación ultravioleta fue capaz de prevenir la progresión, o incluso de conseguir una reversión parcial de la ectasia corneal, de acuerdo con el estudio comparativo de las topografías corneales pre y postoperatorias, y con la reducción en el valor de las lecturas queratométricas máximas.³⁹⁰ La terapia de *cross-linking* del colágeno sigue en estudio para el tratamiento de la ectasia corneal tras cirugía refractiva, pero por el momento aún no ha obtenido la aprobación de la FDA de EEUU.³⁹¹

La ectasia corneal tras cirugía refractiva a menudo puede ser tratada con lentes de contacto de diversos tipos: blandas tóricas, rígidas gas-permeables, esclerales, en *piggyback* e híbridas (gas-permeables en el centro con periferia blanda). Algunas de estas lentes de contacto especiales pueden ser de utilidad para estos pacientes, que incluso han podido tener intolerancia a las lentes de contacto antes de operarse de cirugía refractiva.^{389,392-395}

Los ICRS están aprobados por la FDA para su uso en el queratocono y ha venido haciéndose de ellos un uso *off-label* en el tratamiento de la ectasia post-LASIK.³⁹⁶⁻⁴⁰⁰ Se han descrito distintas técnicas según el tamaño, el número y la simetría de los implantes, así como de la localización de la incisión. La eficacia a largo plazo de este procedimiento aún no ha sido establecida.

El trasplante corneal es también una opción para el tratamiento de la ectasia post-LASIK en pacientes que no pueden conseguir una adecuada rehabilitación visual con ninguno de los tratamientos anteriormente descritos.

Satisfacción del Paciente

La satisfacción del paciente depende tanto de las expectativas del paciente como de los resultados quirúrgicos.²³³ La mayoría de los pacientes intervenidos de LASIK declaran estar satisfechos con los resultados de su operación.⁴⁰¹⁻⁴⁰³ Una revisión de 309 artículos de alta calidad publicados entre 1988 y 2008 reveló que, en promedio, el 95% de los pacientes están satisfechos con los resultados de su operación LASIK.⁴⁰⁴ Los candidatos adecuadamente informados que son capaces de entender la existencia de una variabilidad biológica natural, los posibles efectos de las condiciones de iluminación sobre la función visual, y el concepto y los mecanismos de la presbicia, son más propensos a estar contentos con los resultados de la cirugía. Los pacientes normalmente muestran una preferencia por el LASIK por su recuperación más rápida y menos dolorosa, en comparación con la PRK.⁴⁰⁵ Se han desarrollado cuestionarios que pueden ser útiles para conocer el impacto funcional y psicológico del defecto refractivo y de su corrección.^{345,346} La función visual subjetiva y la satisfacción del paciente no siempre se correlacionan con las mediciones objetivas.³⁴⁷ Las quejas más frecuentes de los pacientes insatisfechos con la cirugía refractiva son la visión borrosa de lejos o/y de cerca, el deslumbramiento, el ojo seco y los problemas de visión nocturna. En muchos casos, los pacientes insatisfechos tienen una UDVA relativamente buena.^{343,344} Debido a que existe un pequeño porcentaje de pacientes que continúan teniendo síntomas importantes y duraderos después de su cirugía LASIK, siguen haciéndose estudios que abordan distintos aspectos relacionados con la satisfacción del paciente.²³⁴

Otros procedimientos

Segmentos Anulares Corneales Intraestromales (ICRS)

El procedimiento de ICRS consiste en situar segmentos plásticos arqueados en el interior de conductos creados en el estroma de la periferia media de la córnea. La forma de la córnea central se modifica

en un sentido u otro dependiendo de la configuración de los ICRS y de su localización en la córnea. La tecnología de los ICRS ha sido aprobada por la FDA de EEUU para la corrección de defectos refractivos con un equivalente esférico de -1,00 a -3,00 D en el plano de las gafas, con astigmatismos de 0 a 1,00 D. El grosor de los ICRS aprobados por la FDA a fecha de 2010 varía entre las 210 y las 450 micras. Debido a que el rango de corrección refractiva aprobado para tratamiento es tan reducido, y a la incapacidad para corregir astigmatismos, la aplicación de esta tecnología se ha visto muy limitada. Las posibles ventajas de los ICRS son que respetan la córnea central y que los anillos pueden ser retirados.^{406,407} La tecnología de los ICRS está aprobada por la FDA para reducir el astigmatismo irregular del queratocono.⁴⁰⁸⁻⁴¹⁰ Existen artículos sobre el uso de ICRS para corregir la ectasia tras cirugía queratorrefractiva.³⁹⁶⁻⁴⁰⁰

La técnica de implantación de los ICRS requiere de una incisión corneal de espesor parcial seguida de la aplicación de un anillo de succión y del uso de un disector estromal, un instrumento circular diseñado para crear un canal arqueado intralamelar que pueda permitir la implantación de los segmentos. También puede usarse un láser de femtosegundo para crear las incisiones y los túneles.⁴¹¹

A continuación, se implantan en los túneles los ICRS del grosor indicado para el caso, y se cierra la incisión.⁴¹² Los efectos secundarios y complicaciones de los ICRS incluyen fluctuaciones de la visión; hipo o hipercorrecciones; inducción de astigmatismo regular o irregular; deslumbramiento, halos, perforación corneal anterior o posterior; malposición de los ICRS, migración o extrusión de los mismos, necrosis corneal en el estroma anterior al ICRS; dolor, queratitis infecciosa y depósitos en los conductos intralamelares.^{236,412} En un estudio que consistió en la comparación retrospectiva de las topografías corneales pre y postoperatorias, individuo a individuo, de pacientes que habían sido sometidos bien a un LASIK o bien a la inserción de ICRS, se observó que los ojos tratados mediante ICRS mostraban más irregularidad corneal superficial que los ojos tratados mediante

LASIK.⁴¹³ Actualmente, los ICRS rara vez se usan para corregir miopía.

Queratotomía Radial (QR)

La QR es un procedimiento quirúrgico que viene practicándose muy raramente desde que aparecieron el LASIK y la PRK. El procedimiento emplea de 4 a 8 incisiones corneales paracentrales radiales, situadas periféricamente a una zona óptica central, con objeto de aplanar la curvatura corneal central.⁴¹⁴ La magnitud del aplanamiento corneal central se puede controlar introduciendo variaciones en distintos aspectos de la técnica (p. ej. número, profundidad y longitud de las incisiones; diámetro de la zona óptica).²³⁷ La magnitud de la corrección obtenida varía también según las características individuales de cada paciente, especialmente la edad. Con frecuencia es necesario realizar reoperaciones (retoques) para mejorar el resultado refractivo.^{415,416} Las posibles complicaciones de la técnica incluyen, entre otras, deslumbramiento, halos, visión fluctuante, regresión, progresión del efecto refractivo con resultado de una hipermetropía subsiguiente, perforación corneal con penetración en la cámara anterior, queratitis infecciosa y endoftalmitis.²³⁷

Termoqueratoplastia

La termoqueratoplastia proviene de un concepto antiguo en cirugía refractiva que se remonta a los trabajos de Lans de 1898.⁴¹⁷ Esta técnica produce un incurvamiento de la curvatura corneal central, mediante la contracción inducida por la acción del calor, aplicado sobre las fibras de colágeno de la periferia media corneal. El tratamiento puede aplicarse mediante un láser sin contacto o mediante sondas con contacto. La magnitud del cambio refractivo inducido depende de distintas variables, que incluyen la cantidad total de energía aplicada, el número de pulsos, el tamaño del pulso, la energía del pulso y la zona óptica.

La queratoplastia conductiva usa una sonda de contacto para aplicar energía de radiofrecuencias mediante la inserción secuencial de su extremo en múltiples localizaciones de la periferia media de la córnea.

Esta energía produce una contracción de las lamelas de colágeno, la cual a su vez provoca un incurvamiento de la córnea central. El modo de ejecutar la técnica quirúrgica parece ser una variable importante en cuanto a conseguir que se induzca una menor cuantía de astigmatismo.⁴¹⁸ La queratoplastia conductiva tiene aprobación de la FDA de EEUU para pacientes de 40 años o más, bajo la indicación de la reducción temporal de hipermetropías de +0,75 a +3,25 D, y para el tratamiento de la presbicia con un equivalente esférico de +0,75 a +3,25 D y de 0 a 0,75 D de astigmatismo. Entre las especificaciones de la indicación consta que todas estas mediciones de la refracción deben ser obtenidas bajo cicloplejía. Los resultados a 2 años indican que durante el primer mes se pierde un 43% del efecto del tratamiento, con una tasa de regresión de 0,25 D por año después del primer año.⁴¹⁹ Las desventajas incluyen hipercorrección precoz, regresión y astigmatismo inducido. La queratoplastia conductiva ha sustituido a la termoqueratoplastia sin contacto mediante láser de holmio.

Queratotomía incisional astigmática (transversa o arqueada)

En los procedimientos de queratotomía astigmática (QA) se realizan incisiones transversas o arqueadas en la córnea paracentral con objeto de inducir un cambio en su curvatura que consiga reducir o eliminar el astigmatismo corneal preexistente. Las incisiones limbares relajantes son una variante de la QA, que se utiliza para el tratamiento de los defectos astigmáticos leves a moderados, y en la cual las incisiones se realizan justo por dentro de la arcada vascular limbar, en uno o en ambos hemimeridianos del eje astigmático más curvo.⁴²⁰ Las incisiones limbares relajantes se han venido utilizando, de modo aislado o en combinación con una cirugía de lente fáquica o de catarata con implante de lente intraocular, para reducir el astigmatismo corneal preoperatorio, y también para reducir el astigmatismo quirúrgico secundario a una queratoplastia.^{420,421} La QA se basa en el concepto del efecto de acoplamiento, según el cual una incisión arqueada o transversa realizada en la córnea aplana el meridiano en el que está hecha, e incurva el meridiano perpendicular situado a 90°.^{422,423} Estas incisiones

pueden ser únicas o pareadas, y habitualmente se realizan a una zona óptica de entre 6 y 7 mm. Las QA con zonas ópticas más pequeñas presentan una mayor incidencia de efectos visuales indeseables.⁴²⁴ Este procedimiento puede realizarse solo o en combinación con otros procedimientos refractivos.⁴²⁵ La experiencia clínica muestra que el efecto de la técnica puede graduarse variando la longitud y la profundidad de la incisión, y la distancia al centro corneal. Las incisiones pueden crearse utilizando cuchilletos diseñados para conseguir una profundidad predecible. También se ha venido usando láseres de femtosegundo para crear incisiones arqueadas con finalidad refractiva.⁴²⁶

Aunque hay numerosas publicaciones de QA realizadas en ojos de animales, de cadáveres y de pacientes,⁴²⁷⁻⁴³¹ existen pocos estudios clínicos prospectivos controlados sobre QA, realizada bien de modo aislado o bien en combinación con otros procedimientos queratorrefractivos. Un estudio prospectivo sobre los resultados de la QA demostró que esta técnica es capaz de reducir de 1,00 a 6,00 D de astigmatismo, pero con una predictibilidad limitada.⁴²⁴ Un estudio retrospectivo comparó los resultados del LASIK frente a los de la QA en el tratamiento del astigmatismo.⁴³² La comparación entre ambos tipos de procedimiento mostró que tanto el cambio astigmático obtenido (corregido mediante análisis vectorial), como la agudeza visual alcanzada, no mostraron diferencias significativas entre ambas técnicas, excepto en el subgrupo de ojos con astigmatismo miópico compuesto superior a 2,00 D, en el cual el 40% de los pacientes operados mediante LASIK alcanzaron una agudeza visual sin corrección de 20/20 o mejor, frente a sólo el 7% de los pacientes operados mediante QA. Ambos métodos tienen bajas tasas de pérdida de líneas de mejor agudeza visual corregida.⁴³²

Las complicaciones de la QA incluyen, entre otras: perforación corneal, regresión o progresión del defecto, apertura o dehiscencia de la incisión, queratitis infecciosa,⁴³³ astigmatismo irregular, y cicatrización fibrótica.⁴²⁴ Los problemas de cicatrización de la incisión son más frecuentes cuando

las incisiones de QA y QR se entrecruzan.⁴²⁴

N.T. La queratotomía arqueada (QA) puede emplearse, como técnica asociada a otro procedimiento refractivo (lensectomía refractiva, LASIK o implante de LIO fática) con el objeto de minimizar el astigmatismo preoperatorio de la técnica principal (a modo de bioptics) o de eliminar un defecto astigmático residual postoperatorio. (*evidencia moderada, recomendación discrecional*)

- Ortega-Usobiaga J, Ruiz Rizaldos AI, Linke S, et al. Correction of high astigmatism using LASIK and arcuate keratotomy. J Emmetropia 2012; 3: 236.
- Pineda R, Jain V. Arcuate keratotomy: An option for astigmatism correction after laser in situ keratomileusis. Cornea 2009; 28: 1178-80.
- Güell JL, Manero F, Müller A. Transverse keratotomy to correct high corneal astigmatism after cataract surgery. J Cataract Refract Surg 1996; 22: 331-6.
- Del Buey MA, Cristóbal JA, Mínguez E. Astigmatismo postoperatorio tras la cirugía del cristalino. En: Cristóbal JA, Honrubia. Complicaciones de la cirugía del cristalino. Madrid: MacLine; 2005: 33-47

Queratoplastia Lamelar Automatizada

La queratoplastia lamelar automatizada (ALK) fue una precursora del LASIK, en la cual se creaba un lentículo corneal mediante un procedimiento mecánico, para retirar después un lentículo de tejido estromal, también con un procedimiento mecánico. La ALK tenía una predictibilidad solamente discreta. Sus complicaciones incluían: astigmatismo irregular, lentículos finos, libres o dislocados, perforación corneal, opacidades en la interfase, queratitis infecciosa y endocrecimiento epitelial en la interfase.⁴³⁴ Con el advenimiento del LASIK, la ALK, basada exclusivamente en el empleo de microqueratomos mecánicos, ha sido abandonada por completo.

Epiqueratoplastia (Epiqueratofaquia)

El procedimiento de epiqueratoplastia consiste en la fijación mediante suturas, sobre una córnea receptora desepitelizada, de un lentículo corneal de un donante, tallado y torneado, con objeto de inducir un cambio en la curvatura corneal anterior.^{435,436} Los resultados refractivos son muy variables y existe un riesgo significativo de presentar complicaciones importantes.⁴³⁷ Entre estas se incluyen: una mala cicatrización de la incisión, la inducción de astigmatismo irregular,

leucoma (*haze*) de la interfase, necrosis del lentículo y queratitis infecciosa. Este procedimiento se ha abandonado por completo como técnica de corrección refractiva.

Implantes aloplásticos intracorneales

La inserción de implantes aloplásticos intracorneales para tratar la presbicia está actualmente en fase de investigación. En su forma primitiva, este procedimiento, entonces novedoso, para el tratamiento de la miopía e hipermetropía, tuvo que ser abandonado por la alta incidencia de complicaciones. El desarrollo de nuevos materiales que permiten evitar la temida complicación de la necrosis corneal (*melting*) que se vio en relación con el uso de los primeros modelos de implante⁴³⁸ ha suscitado un interés renovado en esta técnica.

Se están empleando numerosas estrategias que tienen como objeto mejorar la visión cercana e intermedia en los pacientes con presbicia, mediante el implante de dispositivos corneales que mejoren la profundidad de foco, o bien que produzcan cierto grado de multifocalidad corneal. Un dispositivo en concreto actualmente en fase de investigación es un implante corneal de un diámetro de menos de 4 mm, con un orificio central de menos de 2 mm que produce un efecto estenopeico que aumenta la profundidad de foco. Otra estrategia utilizada consiste en crear una córnea multifocal mediante el implante de una diminuta lente transparente, con la curvatura apropiada para inducir una elevación focal, justamente sobre el centro pupilar. Otra posibilidad para conseguir la multifocalidad es implantar una lente intraestromal que sea capaz de aumentar el índice de refracción a nivel del centro pupilar.

Estos dispositivos presentan una serie de posibles limitaciones, tanto de tipo óptico como mecánico, debido al riesgo teórico de deterioro de la sensibilidad al contraste y a las desventajas de la multifocalidad, así como a la naturaleza de por sí inestable en el tiempo que han venido exhibiendo históricamente los implantes intracorneales.

La Cirugía Refractiva intraocular

La cirugía refractiva intraocular consiste en el uso electivo de un LIO fájica (lente intraocular implantada en un ojo fájico), o de una LIO pseudofájica (LIO implantada en un ojo como parte de un procedimiento de lensectomía refractiva), para obtener un determinado resultado refractivo. Las LIOs refractivas utilizadas en el transcurso de la cirugía de cataratas se discuten en el apartado de Cirugía de Catarata en el Ojo Adulto.⁵

Indicaciones

La cirugía refractiva intraocular es una opción de tratamiento que puede contemplarse en el caso de pacientes que deseen reducir su dependencia de las gafas o lentes de contacto. La tabla 4 muestra las lentes intraoculares fájicas que han sido aprobadas por la FDA para la corrección de la miopía. La FDA no tiene ninguna LIO pseudofájica aprobada para su uso con el único propósito de la corrección de los defectos refractivos exclusivamente, es decir, para ser usada en ausencia de una catarata con una repercusión visual significativa.

MedWatch (www.fda.gov/medwatch) es el Programa de Información de Seguridad y Comunicación de Efectos Adversos para medicamentos y otros productos médicos regulados por la FDA. Los efectos adversos derivados de la cirugía refractiva deben notificarse a MedWatch.

TABLA 4. INDICACIONES APROBADAS POR LA FDA PARA LENTES INTRAOCULARES FÁJICAS

Modelo	Compañía	Indicaciones	Tamaño de la incisión	Profundidad de la cámara anterior	Recuento de células endoteliales
Visian ICL (ImplantableCollamer Lens) (P030016; 12/22/05)	STAAR Surgical Co. (Monrovia, CA)	Corrección desde 3,00 a 15,00 D de miopía con 0 a 2,50 D de astigmatismo en el plano gafa Corrección desde 15,00 a 20,00 D de miopía con 0 a 2,50 D de astigmatismo	3,0–3,2 mm	≥3,0 mm	Mínimo, dependiendo de la edad* (2000–3350 cels/mm ²)

		en el plano gafa			
Artisan (Model 206 And 204) Phakic Intraocular Lens/Verisyse (VRSM5US and VRSM6US) Phakic Intraocular Lens (P030028; 9/10/04)	Ophtec USA, Inc. (Boca Raton, FL) Abbott Medical Optics, Inc. (Abbott Park, IL)	Corrección desde 5,00 a 20,00 D de miopía con 0 a 2,50 D de astigmatismo en el plano gafa	6,0 mm	≥3,2 mm	Mínimo, dependiendo de la edad* (1900–3875 cels/mm ²)

Recurso: www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/devicesatfda/index.cfm, acceso en June 20, 2012. Adaptado con permiso de Huang D, Schallhorn SC, Sugar A, et al. Phakic intraocular lens implantation for the correction of myopia. *Ophthalmology* 2009;116:2244-58.

D = dioptría

* El mínimo de densidad celular endotelial fue determinado por (intervalo de confianza superior al 90 %) la pérdida de celular media para ojos con una profundidad de cámara especificada en los ensayos clínicos autorizados por la FDA. Este criterio estaba basado en el cálculo del valor mínimo de la densidad celular funcional en pacientes mayores de 75 años, y que debería ser al menos 1000 cells/mm² en 75 años.

N.T. Rangos de corrección de ametropías por los modelos de lentes fáquicas empleadas en Europa

Modelo lente	Miopía (D)	Hipermetropía (D)	Astigmatismo (D)*
Artisan	-1 a -23,5	+1 a +12	+0,50 a +7,50
Artiflex	-2 a -14,50		
ICL Evo y Evo+	-0,50 a -18		+0,50 a +6
ICL Hipermetropía		+0,50 a +10	+0,50 a +6
PRL	-3 a -20	+3 a +15	
IPCL	-0,50 a -30	+0,50 a +15	+0.50 a +8

*D: dioptrías; *el poder de corrección de la esfera varía en función del cilindro elegido*

Contraindicaciones

Las contraindicaciones para la cirugía refractiva intraocular son las siguientes:

- refracción inestable
- catarata con una repercusión visual significativa (en el caso de las lentes intraoculares fáquicas)
- enfermedad endotelial corneal, incluida la distrofia de Fuchs
- glaucoma no controlado
- enfermedad de la superficie ocular no controlada

- uveítis activa o con un episodio de actividad reciente, o uveítis que requiera seguir algún tratamiento permanente, o que sea recurrente por naturaleza
- enfermedad autoinmune, o mediada por algún mecanismo inmunitario, no controlada
- expectativas poco realistas por parte del paciente

Contraindicaciones relativas

El uso de la cirugía refractiva intraocular para corregir los defectos de refracción no es aconsejable cuando exista cualquier trastorno sistémicos u ocular pre-existentes que pudiera aumentar el riesgo asociado a la cirugía intraocular, incluyendo entre dichos trastornos los siguientes:

- alteraciones palpebrales significativas, de la película lagrimal o de la superficie ocular relacionadas con queratoconjuntivitis seca, blefaritis, acné rosácea, enfermedades conjuntivales cicatrizantes, queratopatía de exposición, queratitis neurotrófica u otras anomalías corneales
- inflamación del segmento anterior
- existencia de una ampolla de filtración
- pseudoexfoliación
- ojo único funcional
- antecedentes de uveítis
- enfermedades autoinmunes o cualquier tipo enfermedad mediada por mecanismo inmunitario
- diabetes mellitus
- embarazo o lactancia²⁶⁰

Evaluación preoperatoria

Antes de cualquier procedimiento de cirugía refractiva se debe realizar una evaluación médica integral del aparato de la visión.²²⁴ Además de

los elementos propios de la evaluación médica completa del ojo adulto¹⁴⁷ (véase los ítems enumerados en el Apéndice 4), la exploración preoperatoria a realizar antes de una cirugía refractiva intraocular debe incluir los elementos enumerados en la Tabla 5.

La topografía corneal es importante para evaluar las características ópticas de la córnea. También es de la máxima importancia si se prevé que pueda ser preciso realizar una intervención de cirugía refractiva corneal para optimizar el resultado refractivo después de la lensectomía, o si se planea implantar una lente intraocular tórica.

TABLA 5: ELEMENTOS DIAGNÓSTICOS PARA LA EVALUACIÓN PREOPERATORIA DE LA CIRUGÍA REFRACTIVA CON LENTES INTRAOCULARES

Elementos diagnósticos	Lentes fâquicas	Lentes pseudofâquicas
Topografía corneal	Si	Si
Paquimetría corneal central	Si	Opcional
Longitud axial	Opcional*	Si
Blanco- blanco limbal	Si	Opcional
Microscopía especular/microscopía confocal	Si	Opcional
Profundidad de la cámara anterior (ACD)	Si	Si
Tamaño pupilar	Si	Si

*El cirujano debería estar preparado para implantar una lente pseudofâquica en caso de que el cristalino resultara significativamente dañado durante la implantación de la lente fâquica



Antes de la cirugía refractiva, la topografía corneal debe ser evaluada para descartar astigmatismo irregular, moldeamiento corneal, o alteraciones sugestivas de queratocono u otras ectasias corneales. Todas estas condiciones pueden estar asociados con resultados impredecibles de refracción, y el queratocono y las ectasias con la progresión de la ectasia después de la cirugía refractiva.³⁸⁻⁴¹ Asimismo, con la topografía es importante evaluar las características ópticas de la córnea. También es relevante si una intervención quirúrgica refractiva corneal será necesaria para optimizar el resultado de refracción de la lente después de la cirugía o para la implantación de lentes intraoculares tóricas. (*recomendación fuerte, evidencia moderada*)

Consentimiento informado

Antes de la cirugía se debe informar al paciente acerca de los posibles riesgos y beneficios de la intervención, de los diferentes procedimientos refractivos alternativos, y también de las posibilidades de tratamiento de naturaleza no quirúrgica. Debe de documentarse adecuadamente el proceso de consentimiento informado, y el paciente debe tener la oportunidad de aclarar antes de la cirugía cualquier duda que se le pueda plantear. El cirujano es responsable de recabar el consentimiento informado del paciente.^{224,225} Entre los elementos a discutir estarían los siguientes:

- resultados refractivos esperables y posible defecto refractivo residual
- procedimientos para la posible reducción del defecto refractivo residual (es decir, procedimientos de retoque)
- la pérdida de acomodación inmediatamente esperable tras la extracción del cristalino, y la posibilidad de necesitar corrección óptica para la lectura y/o para distancia de lejos después de la operación
- daño endotelial corneal que pudiera acabar en edema de córnea
- pérdida de líneas de mejor agudeza visual corregida
- efectos secundarios y complicaciones (por ejemplo, queratitis infecciosa, endoftalmitis, inflamación intraocular, edema macular quístico)
- desprendimiento de retina (especialmente cuando se realiza lensectomía refractiva en pacientes miopes)
- cambios en la función visual no objetivables con la simple medición de la agudeza visual (por ejemplo, el deslumbramiento y las anomalías en la función visual en condiciones de baja iluminación)
- aparición de síntomas de mala visión nocturna (por ejemplo, deslumbramiento, halos) o empeoramiento de los mismos. Debe prestarse gran atención a este posible problema al tratar a pacientes ametropías elevadas, o en el caso de personas que

tengan altos requerimientos para su función visual en condiciones de baja iluminación.

- las posibles ventajas e inconvenientes de la monovisión (en pacientes en edad présbita)
- la planificación prevista para los cuidados postoperatorios (proveedor de los servicios y ubicación física prevista para los mismos)

Anestesia

La cirugía refractiva intraocular se puede realizar utilizando una diversidad de técnicas anestésicas que incluyen la anestesia general y las distintas modalidades de anestesia local o regional (por ejemplo, los bloqueos retrobulbar o peribulbar, la inyección sub-tenoniana, y las anestесias tópica e intracameral). Hay que explicarle en detalle al paciente las características del tipo de anestesia programado para su caso, para que sepa de antemano qué puede esperar en cuanto a la posible sensación de dolor o malestar, el nivel de conciencia y grado de percepción visual que tendrá durante el transcurso de la operación, así como las posibles complicaciones de la técnica anestésica.

La anestesia utilizada más frecuentemente es la anestesia tópica o local (regional), con o sin sedación, con algunas posibles variaciones dependiendo del tipo de implante. Generalmente se recomienda disponer de una vía para el acceso intravenoso, para poder tratar cualquier posible complicación de las que pueden presentarse cuando se administran fármacos de acción analgésica o sedante.⁴³⁹ Dado que no existen evidencias suficientes para poder establecer una recomendación sobre cuál sería la estrategia anestésica óptima en la cirugía intraocular del segmento anterior, el tipo de anestesia a utilizar vendrá determinado por las necesidades del paciente y por las preferencias tanto del paciente como del cirujano.⁴⁴⁰

Cuestiones a tener en cuenta para tomar la Decisión

La cirugía refractiva intraocular es una de las posibles alternativas para la corrección de las ametropías. Las lentes intraoculares fásicas

permiten corregir un amplio rango de defectos refractivos de hasta 20,00 D de miopía y están aprobadas para tratar miopías hasta ese nivel de ametropía. En el tratamiento de las ametropías elevadas, las lentes fásicas tienen claras ventajas ópticas y estructurales en comparación con las técnicas de cirugía queratorefractiva.⁴⁴¹ Los pacientes con córneas delgadas o con topografías atípicas tienen un mayor riesgo de complicaciones corneales como consecuencia de la cirugía queratorefractiva. En estas situaciones, la cirugía intraocular puede contemplarse como una posible alternativa a la cirugía refractiva corneal. Los riesgos propios de la cirugía con lente fásica son los ya comentados en el apartado de posibles complicaciones de la cirugía intraocular, y deben sopesarse muy cuidadosamente. Se ha descrito que el riesgo de desprendimiento de retina después de una lensectomía refractiva para alta miopía afecta al 2 - 8 % de los ojos operados, y que este riesgo tiene carácter acumulativo a lo largo del tiempo.^{442,443} En comparación con otros tipos de cirugía intraocular para los pacientes con alta miopía, el implante de LIOs fásicas no se han asociado con un aumento del riesgo de desprendimiento de retina.^{339,444,445} En los ojos con alta miopía, el riesgo relativo de pérdida de líneas de mejor agudeza visual corregida de lejos fue menor para los pacientes operados con lente intraocular fásica que con lensectomía refractiva, para el grupo de pacientes con edades de entre 30 y 50 años.⁴⁴⁶

Lentes intraoculares fásicas

Para corregir los defectos refractivos, existen LIOs con un diseño especial *ad hoc*, que se pueden implantar quirúrgicamente en la cámara anterior, fijadas al iris, o colocadas delante del cristalino en la cámara posterior, en el ojo fásico.⁴⁴⁷⁻⁴⁵² Las ventajas de las lentes fásicas incluyen la rápida recuperación visual, la estabilidad en la corrección obtenida, la preservación de la acomodación, y la capacidad de corregir defectos miópicos elevados. Las complicaciones potenciales incluyen: endoftalmitis, pérdida de células endoteliales, iridociclitis crónica, formación de cataratas, alteraciones iridianas, dispersión pigmentaria,

elevación de la PIO, glaucoma, y dislocación de la LIO.^{453,454} Dos modelos distintos de lentes intraoculares fáquicas han sido aprobados por la FDA para ser usadas en los Estados Unidos, y existen otros diseños actualmente en estudio en distintos ensayos clínicos. Hay prototipos de lentes intraoculares fáquicas multifocales que han mostrado cierto potencial para el tratamiento de la presbicia.^{455,456}

N.T. Recientemente ha obtenido el marcado CE un modelo de lente fáquica de cámara posterior, la IPCL, para la corrección de la presbicia.

Las LIOs fáquicas de cámara posterior requieren una iridectomía periférica o iridotomía para evitar el bloqueo pupilar. La iridectomía se puede realizar antes de la cirugía o en el momento de implantar la lente. La iridotomía con láser de neodimio itrio-aluminio-granate (Nd: YAG) se realiza habitualmente 7 a 14 días antes de la cirugía. Se deben efectuar en el iris superior, solas o por parejas, con un tamaño aproximado de 0,2 a 0,5 mm, y llevando cuidado de que no sobrepasen el reborde palpebral, para disminuir el riesgo de deslumbramiento postoperatorio y de aparición de imágenes fantasma.

N.T. Las LIOs fáquicas de apoyo iridiano requieren una iridectomía periférica intraoperatoria o iridotomías preoperatorias mediante laser de neodimio itrio-aluminio-granate (Nd: YAG) para evitar el bloqueo pupilar, al igual que los modelos PRL, IPCL e ICL hipermetrónica en el caso de lentes de cámara posterior. La ICL miópica (actual modelo EVO y EVO+), con la presencia de un agujero o puerto central que permite el flujo del humor acuoso, no requiere de la realización de dichas actuaciones iridianas. (*evidencia moderada, recomendación fuerte*)

- Gonzalez-Lopez F, Bilbao-Calabuig R, Mompean B, de Rojas V, Luezas J, Djodeyre MR, et al. Intraocular pressure during the early postoperative period after 100 consecutive implantations of posterior chamber phakic intraocular lenses with a central hole. J Cataract Refract Surg 2013; 39: 1859-63.

La potencia de la LIO fáquica se determina mediante cálculos ópticos estándar, similares a los que se emplean para calcular la potencia de la LIO en una cirugía de catarata. El campo quirúrgico y los requerimientos para la preparación estéril de este tipo de intervención son similares a los de la cirugía de cataratas. En el caso de LIOs fáquicas de cámara posterior, se requiere de una dilatación suficiente. Las LIOs de cámara anterior, de fijación iridiana o de apoyo angular, se implantan con una pupila no dilatada, incluso con la posible ayuda de una miosis farmacológica. Las LIOs de apoyo iridiano, aprobadas por la FDA, se mantienen en su posición mediante la enclavación de una porción del iris dentro de los dos hápticos de la LIO.

Resultados

Una revisión Cochrane presentó un meta-análisis de tres ensayos clínicos que compararon los resultados de la cirugía refractiva corneal y la cirugía con lente fáquica para pacientes con miopía desde -6,00 hasta -20,00 D, con un máximo de 4,00 D de astigmatismo.^{457,458} A 1 año, los autores encontraron que el porcentaje de ojos con UDVA de 20/20 no fue significativamente diferente entre ambos grupos, y que la pérdida de líneas de CDVA fue significativamente menor en el grupo en el que se implantaron lentes intraoculares fáquicas. En un estudio a largo plazo sobre lentes fáquicas de cámara anterior de fijación iridiana, el equivalente esférico medio a de 10 años fue $-0,70 \pm 1,00$ D (rango, +2,00 D a -4,00), sin cambios significativos en el equivalente esférico medio a 1, 6, o 10 años. A los 10 años, el 68,8 % de los ojos estaban dentro de 1,00 D respecto a la corrección prevista. La PIO media se mantuvo estable, y la pérdida de células endoteliales media fue de $-8,90 \pm 16,00\%$ a los 10 años.⁴⁵⁹

En un estudio las aberraciones de alto orden y los cambios de sensibilidad al contraste fueron similares para los pacientes operados con lentes intraoculares fáquicas y con LASIK.⁴⁶⁰ Sin embargo, otro estudio encontró que los ojos sometidos a LASIK tenían tres veces más

aberración esférica inducida y dos veces más coma inducido que las LIOs fáquicas para ojos con correcciones preoperatorias similares.⁴⁶¹

En diversos estudios europeos, las LIOs fáquicas tóricas de cámara anterior y de cámara posterior han evidenciado mejores resultados clínicos en comparación con las LIOs fáquicas esféricas.⁴⁶² El término *bioptics* se ha venido usando para describir la combinación de una cirugía con LIO fáquica o pseudofáquica asociada a un LASIK para tratar el defecto refractivo residual.^{463.464}

Cuidados postoperatorios

El manejo postoperatorio tras la implantación de LIOs fáquicas es similar al de la cirugía de cataratas. (Véase el Apéndice 8.)

Efectos secundarios y complicaciones

- hipo o hipercorrección sintomática
- pérdida de líneas de BCVA
- aberraciones visuales, incluyendo la aparición de halos o deslumbramientos, transitorios o permanentes, principalmente de noche
- anisometropía inducida
- complicaciones inducidas por corticosteroides (por ejemplo, hipertensión ocular, glaucoma, cataratas)
- efectos adversos sobre la alineación ocular
- ptosis
- formación de cataratas
- pérdida de células endoteliales
- descompensación corneal
- ovalización de la pupila
- glaucoma pigmentario
- glaucoma agudo de ángulo cerrado
- glaucoma maligno
- luxación de la lente con la consiguiente necesidad de proceder a su reposicionamiento, intercambio o explantación

La información sobre las complicaciones recopilada de las presentaciones de los fabricantes para la FDA se presentan en la Tabla 6.

TABLA 6. INCIDENCIA DE COMPLICACIONES CON LIOS FÁQUICAS EN LOS ENSAYOS REMITIDOS A LA FDA.

Modelo	Num ojos	Glare/halos	Hifema	Pérdida endotelial media	Catarata	Iritis	Elevación de PIO
LIO fáquica Artisan (Modelo 206 y 204) LIO fáquica Verisyse (VR5M5US, VR5M6US) (P030028; 9/10/04)	662	18,2% a los 12 meses (n=472)	0,2% a los 12 meses	4,75% a los 3 años (n=353)	Visualmente significativa 1,1% a los 36 meses	0,5% a los 12 meses	0% a los 12 meses
Visian ICL (Implantable Collamer Lens) (P030016; 12/22/05)	526	3 años post Glare, peor 9,7%; mejor 12% Halos, peor 11,4%; mejor 0,1%	0% a los 36 meses	Pérdida acumulativa 12,8% acercándose a la estabilidad a los 5 años.	Visualmente significativa 0,4% SCA; 1,0% Esclesosis nuclear a los 36 meses	No referido	0,4% Ningún caso de pérdida de campo visual o daño del nervi óptico a los 36 meses

Adaptado con permiso de: The American Academy of Ophthalmology Basic and Clinical Science Course Subcommittee. Basic Clinical and Science Course. Refractive Surgery: Section 13, 2012-2013. Table 8-3. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2012.

SCA = catarata subcapsular anterior; PIO = presión intraocular

La formación de cataratas está reconocida como un riesgo potencial de la cirugía con lentes fáquicas.⁴⁶⁵⁻⁴⁶⁷ Ciertos factores como un mayor trauma quirúrgico intraoperatorio, o una edad del paciente superior a los 50 años en el momento de la intervención, constituyen factores de riesgo adicionales para desarrollar una opacificación del cristalino después del implante de una lente fáquica de cámara posterior.⁴⁶⁸ La incidencia en la formación de catarata con este tipo de implantes también se ha relacionado con la experiencia del cirujano.⁴⁶⁹ La mayoría de las opacidades del cristalino se identifican en el periodo postoperatorio precoz, y se piensa que deben estar relacionadas con el mencionado trauma quirúrgico intraoperatorio.⁴⁶⁹ El rasgo diferencial del diseño de las lentes fáquicas de cámara posterior es la concavidad de su superficie posterior, ideada para conseguir un abovedamiento anterior

(denominado *vault*) de la lente, y por tanto una separación de la porción central de la LIO fáquica respecto del cristalino, si bien estudios con biomicroscopía ultrasónica han evidenciado que existe un contacto periférico entre el cristalino y la lente en un 72 % de los casos.⁴⁷⁰ Ciertos cambios sutiles en el diseño de estas lentes han podido influir en tener una mayor o menor incidencia en la formación de cataratas.⁴⁷¹

N.T. En concreto, en el modelo más implantado, la lente ICL (Visian, Staar), los últimos modelos diseñados llevan incorporados 3 orificios de 0,36 mm de espesor completo en su estructura, que permiten, gracias a la existencia de gradientes de presión, un cierto flujo de acuoso entre ambas caras de la lente. Este mayor intercambio del acuoso entre la cara posterior de la lente y la cara anterior del cristalino contribuirá, teóricamente, a disminuir la aparición de cataratas con este tipo de implantes en el largo plazo. (*evidencia baja, recomendación discrecional*)

- Igarashi A, Shimizu K, Kamiya K. Eight-year follow-up of posterior chamber phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopia. *Am J Ophthalmol* 2014; 157: 532-9.
- Kawamorita T, Shimizu K, Shoji N. Effect of hole size on fluid dynamics of a posterior-chamber phakic intraocular lens with a central perforation by using computational fluid dynamics. *Graefes's archive for clinical and experimental ophthalmology. Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol* 2016; 254: 739-44.
- Lee JS, Kim YH, Park SK, Lee SU, Park YM, Lee JH, et al. Long-term clinical results of posterior chamber phakic intraocular lens implantation to correct myopia. *Clin Exp Ophthalmol* 2015.
- Gonzalez-Lopez F, Bilbao-Calabuig R, Mompean B, de Rojas V, Luezas J, Djodeyre MR, et al. Intraocular pressure during the early postoperative period after 100 consecutive implantations of posterior chamber phakic intraocular lenses with a central hole. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 1859-63.

En cuanto a las lentes fáquicas de fijación iridiana, se ha encontrado una asociación entre este tipo de cirugía y un incremento transitorio en la PIO.⁴⁷² Que el apex cristalino tenga una localización anterior con respecto al plano iridiano podría predisponer a esta complicación.⁴⁷³ La posible pérdida de células endoteliales o dispersión pigmentaria siguen constituyendo un motivo de preocupación en relación a la cirugía con ambos tipos de LIOs fáquicas, es decir, de cámara anterior y de cámara posterior.⁴⁷⁴ Se ha comunicado el riesgo de tener una pérdida significativa de células endoteliales a largo plazo con todo tipo de implantes fáquicos (de fijación angular, iridiana y en sulcus).⁴⁴¹ La

ovalización pupilar se ha asociado con varios tipos de lentes fásquicas.⁴⁷⁵⁻
⁴⁷⁷ También se ha descrito tras el implante de lentes fásquicas de cámara posterior que las reacciones pupilares son más lentas y que disminuye el tamaño pupilar en reposo.⁴⁷⁸

Se aconsejan revisiones a largo plazo con caracter indefinido en todos los pacientes intervenidos con implante de lente fásquica.⁴⁷⁸

Satisfacción de los pacientes :

Como un elemento más del proceso para conseguir la aprobación por parte de la FDA, y dentro de los ensayos clínicos en fase III que se realizaron en su momento, se estudió en pacientes implantados con lentes fásquicas la valoración subjetiva (satisfacción del paciente) con relación a la calidad visual.^{479,480} En general, un alto porcentaje de los pacientes calificaría su agudeza visual como buena o excelente. La recuperación visual del paciente operado con LIOs fásquicas habitualmente es rápida. Además, el nivel de satisfacción referido por los pacientes fue similar con los implantes fásquicos de cámara anterior y con los de cámara posterior.

Lensectomía refractiva:

La facoemulsificación del cristalino transparente, sin una catarata significativa, asociada o no al implante de una LIO, se ha venido practicando como método para la corrección de defectos refractivos.⁴⁸¹ Las ventajas del procedimiento son la rápida rehabilitación visual y la buena predictibilidad del resultado refractivo. Los inconvenientes son la pérdida de la acomodación en los pacientes más jóvenes y el riesgo de las diversas complicaciones inherentes a cualquier procedimiento intraocular. Entre estas se incluyen la endoftalmitis y el aumento del riesgo de desprendimiento de retina, especialmente en pacientes con miopía axial elevada.⁴⁴²

Biometría y cálculo de la potencia LIO:

La medición precisa, tanto de la longitud axial ocular como de la potencia corneal central, en combinación con una selección de la LIO más adecuada sustentada en el uso de la fórmula de cálculo más idónea, constituyen los requerimientos mínimos para poder conseguir la refracción postoperatoria planeada. La ecografía en modo A o la biometría óptica son los medios habitualmente utilizados para medir la longitud axial. Las formulas para el cálculo de la LIO utilizan el valor de la queratometría para determinar la contribución refractiva neta de la córnea. Estas medición puede obtenerse con una queratometría manual o automática, o mediante una topografía corneal. Después de un procedimiento refractivo corneal, la determinación de la potencia corneal central es particularmente compleja. Todos los instrumentos que miden la potencia corneal mediante los métodos habituales, son incapaces de determinar con exactitud la potencia corneal central real tras estos procedimientos corneales refractivos. El PPP sobre Cirugía de Cataratas en el ojo adulto, contienen información adicional sobre este tipo de técnicas y de fórmulas (ver Apendice 8)

Técnicas quirúrgicas:

La técnica de la lensectomía refractiva es idéntica a la de la cirugía de cataratas. El método preferido es la extracción extracapsular del cristalino mediante facoemulsificación.

N.T. Durante los últimos años, en un número creciente de estas intervenciones quirúrgicas, alguno de los pasos quirúrgicos necesarios se realizan con la ayuda de un láser de femtosegundo (FLACS, Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery). Los artículos citados por el traductor descartan que, a día de hoy exista ninguna superioridad por parte del FLACS, en este sentido: (*buena evidencia, recomendación fuerte*)

- Popovic M, Campos-Möller X, Schlenker MB, Ahmed II. Efficacy and Safety of Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery Compared with Manual Cataract Surgery: A Meta-Analysis of 14 567 Eyes. *Ophthalmology* 2016;123: 2113-26.
- Spalton D. Capsulorhexis Strength With FLACS Surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016; 57: 2850.
- Grewal DS, Schultz T, Basti S, Dick HB. Femtosecond laser-assisted cataract surgery--

Los elementos técnicos ideales para poder culminar con éxito una lensectomía refractiva, en la actualidad incluyen los siguientes:

- Fijación intrasacular de una adecuada LIO de cámara posterior.
- Minimización del traumatismo quirúrgico al endotelio corneal, iris y las demás estructuras oculares.
- Una incisión estanca que minimice el astigmatismo quirúrgico inducido, o que reduzca el astigmatismo corneal pre-existente.

Las siguientes situaciones clínicas precisan de una especial consideración durante la realización de una lensectomía refractiva.

- En ojos con miopía axial elevada, la profundidad y la estabilidad de la cámara anterior presentan un comportamiento anómalo durante la facoemulsificación.
- En ojos cortos hipermetropes, existe un mayor riesgo de efusión uveal.
- En ojos con longitud axial elevada, existe un mayor riesgo de perforación ocular con las inyecciones retrobulbares.

El control del astigmatismo es importante para conseguir la deseada AVSC tras el intercambio refractivo del cristalino. Algunas medidas para controlar dicho astigmatismo incluyen:

- Posicionamiento estratégico y programado de las incisiones corneales.
- Utilización de incisiones límbicas relajantes
- Utilización de LIOs tóricas.
- Realización de procedimientos queratorrefractivos secundarios.

Lentes intraoculares:

Las lentes de cámara posterior son los implantes de elección y los más utilizados hoy en día. Si no existiese un soporte capsular o zonular

adecuado, podría tener que usarse un implante fijado en el sulcus (con o sin suturas), o un implante de cámara anterior del tamaño adecuado.

El cirujano debe tener disponibilidad de varios modelos de lente para elegir la LIO más adecuada para cada paciente en concreto. Las variaciones en el estado preoperatorio del ojo, de la técnica quirúrgica, de las expectativas del paciente y de las preferencias y experiencia del cirujano pueden influir en esta decisión.

Las LIOs multifocales o acomodativas pueden mejorar la visión cercana cuando se usan en el contexto de una lensectomía refractiva.

N.T. Desde hace unos años las LIOs trifocales permiten además mejorar significativamente la visión intermedia de los pacientes. *(buena evidencia, recomendación sólida)*

- Mendicute J, Kapp A, Levy P, Krommes G, Arias-Puente A, Tomalla M, et al. Evaluation of visual outcomes and patient satisfaction after implantation of a diffractive trifocal intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2016; 42: 203-10.
- Marques EF, Ferreira TB. Comparison of visual outcomes of 2 diffractive trifocal intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2015; 41: 354-63.
- Bilbao-Calabuig R, González-López F, Ferrer A, Alvarez G, Patel SR, Llovet-Osuna F. Comparison between Mix-and Match Implantation of Bifocal Intraocular lenses and Bilateral Implantation of Trifocal Intraocular Lenses. J Cataract Refract Surg 2016;32: 659-63.
- Marques JP, Rosa AM, Quendera B, Silva F, Mira J, Lobo C, et al. Quantitative evaluation of visual function 12 months after bilateral implantation of a diffractive trifocal IOL. Eur J Ophthalmol 2015; 25: 516-24.

Las LIOs tóricas pueden utilizarse para corregir el astigmatismo regular queratométrico preoperatorio ⁴⁸².



Existe un compromiso potencial de la calidad visual con determinados tipos de LIOs, como las lentes multifocales, en comparación con las lentes monofocales esféricas⁴⁹ (evidencia buena); por ello los cirujanos deben comprender y asumir las expectativas y el estilo de vida de los pacientes para elegir la lente intraocular más adecuada para cada paciente tras la lensectomía refractiva *(recomendación fuerte)*.

Resultados:

La lensectomía refractiva para la miopía e hipermetropía ha demostrado ser predecible y efectiva, con estudios que describen que entre el 68 % y 100 % de los ojos acabaron dentro de un intervalo de ± 1 D respecto a la refracción deseada,^{481,483-486} y que entre el 58 % y el 70 % de los ojos acabaron en $\pm 0,50$ D.^{483,485,486} Entre el 77 % y el 100 % de los ojos obtuvieron una UDVA postoperatoria de 20/40 o mejor.^{481,485,486} Se comunicó alguna pérdida de CDVA entre el 0 % y el 10 % de los ojos.⁴⁸³⁻⁴⁸⁶

Cuidados Postoperatorios:

El cuidado postoperatorio en la lensectomía refractiva es similar al de la cirugía de la catarata. (Ver Apéndice 8).

Efectos secundarios y Complicaciones :

No se han publicado investigaciones a gran escala sobre las posibles complicaciones a largo plazo después de un intercambio refractivo de cristalino. Las complicaciones que pueden conllevar una pérdida visual severa y permanente son raras. Estas incluirían la endoftalmitis infecciosa, la hemorragia supracoroidea intraoperatoria, el edema macular cistoide, el desprendimiento de retina, el edema corneal permanente y las luxaciones de LIO.

CIRUGÍA REFRACTIVA PARA PRESBICIA

Las técnicas que han venido siendo utilizadas para la corrección quirúrgica de la presbicia incluyen la cirugía queratorrefractiva (PRK, LASIK o queratoplastia conductiva) utilizando monovisión o patrones de ablación multifocales, las LIOs (pudiendo usarse lentes monofocales - con monovisión-, lentes multifocales o lentes acomodativas), la esclerotomía ciliar anterior (ECA) y los procedimientos de expansión escleral mediante implantes circunferenciales.

N.T. La presbicia es el defecto refractivo más frecuente en las personas mayores de 40 años. Se caracteriza por la disminución gradual y progresiva de la amplitud de acomodación.
--

- Davidson RS, Dhaliwal D, Hamilton DR, et al. Surgical correction of presbyopia. J Cataract Refract Surg 2016; 42:920-30.

N.T. Otra forma de tratamiento de la presbicia es el uso de implantes intracorneales.

- Seyeddain O, Bachernegg A, Riha W, Rückl T, Reitsamer H, Grabner G, Dexl AK. Femtosecond laser assisted small-aperture corneal inlay implantation for corneal compensation of presbyopia: 2-year follow-up. J Cataract Refract Surg 2013; 39: 234-41.

Cirugía queratorrefractiva

Actualmente, el enfoque quirúrgico más utilizado para compensar la presbicia es la fotoablación con láser excímer para inducir monovisión. La queratoplastia conductiva también se ha venido utilizando en el tratamiento de la presbicia mediante la estrategia de buscar la obtención de una monovisión (véase la sección Termoqueratoplastia).⁴⁸⁷ Los mejores candidatos para monovisión son los pacientes de más de 40 años que otorguen mucha importancia a liberarse de las gafas y lentes de contacto y que, para conseguirlo, estén dispuestos a sacrificar cierto nivel de visión estereoscópica en su visión de lejos sin gafas. Cuando se induce con el tratamiento un mayor grado de anisometropía la visión de cerca es mejor, pero una anisometropía más baja siempre se tolera mejor, y esta puede ser una opción viable para el paciente que esté más proclive a aceptar una solución de compromiso.^{488,489} Lo más habitual es corregir para la visión de lejos el ojo dominante, y para cerca el ojo no dominante.⁴⁹⁰ De acuerdo con la literatura, no obstante, en algunos casos corregir para cerca el ojo dominante no sólo es algo que puede funcionar bien, sino que puede ser incluso la opción preferible para algunos pacientes.^{490,491} En los pacientes sometidos con anterioridad a cirugía de estrabismo, o que presenten forias o tropias intermitentes, debe sopesarse muy cuidadosamente la opción de la monovisión, ya que existe el riesgo de desencadenar una diplopia postoperatoria. Una prueba preoperatoria con lentes de contacto puede resultar útil para

comprobar si el paciente podrá adaptarse o no al resultado refractivo planteado.

Es posible que, aunque el paciente con monovisión sea capaz de funcionar bien para realizar sin gafas la mayor parte de sus actividades diarias, pudiera en todo caso encontrar un cierto beneficio si usase unas gafas en determinadas circunstancias, en especial para conducir en condiciones de baja iluminación. La mayoría de los pacientes con una monovisión ligera pueden ser capaces de conducir sin dificultad. Con la monovisión los pacientes pueden experimentar una descenso en la sensibilidad al contraste y la estereopsis, en comparación con la que podrían alcanzar de aplicar en ambos ojos la corrección completa para lejos.⁴⁹² Si se usan unas gafas que corrijan para lejos la visión del ojo de cerca, se puede conseguir una franca mejoría en la agudeza visual de lejos y en la percepción de profundidad.

Se está investigando el uso de patrones multizona de fotoablación con láser excímer para tallar la córnea y obtener un efecto multifocal, para así tratar la presbicia de pacientes con miopía o hipermetropía. La FDA no tiene aprobado en la actualidad ningún *software* de láser excímer para tratar la presbicia efectuando una ablación multifocal. El tallado de una córnea multifocal puede conseguirse dejando la curvatura corneal central más plana, o bien más curva, que la de la media periferia corneal. El perfil de ablación puede diseñarse para enfocar la córnea central para la visión de lejos y la periférica para la visión de cerca, o viceversa. Hasta la fecha sólo se dispone de algunos estudios iniciales, con un número reducido de pacientes (tanto miopes como hipermétropes), tratados de su presbicia mediante LASIK multifocal, y los resultados conseguidos han mostrado una alta variabilidad.^{493,494} Existen otros estudios en marcha que tienen por objeto mejorar los perfiles de ablación y la predictibilidad, y valorar la posible importancia del tamaño pupilar.

N.T. Estas técnicas de fotoablación excímer multizona logran una visión funcional sin corrección de lejos y cerca, pero la creación de una córnea multifocal lleva inherente de modo inevitable una pérdida de sensibilidad al contraste y de la calidad de visión.

Debido al gran desarrollo de la tecnología de LIO multifocales en los últimos años y al relativamente bajo riesgo de la lensectomía refractiva en los pacientes hipermétropes, la duración limitada del efecto del LASIK multifocal convierte a esta técnica en una opción menos atractiva para los pacientes hipermétropes presbitas. Sin embargo, puede ser una opción terapéutica para los miopes presbitas en los que la lensectomía refractiva puede acompañarse de complicaciones retinianas. Otros posibles candidatos son los pacientes pseudofáquicos con implante de lente monofocal que desean independencia de las gafas de cerca. Pero, en términos generales, el empleo del LASIK multifocal es reducido por su duración limitada y la incidencia relativamente elevada de pérdida de calidad de visión. *(buena evidencia, recomendación firme)*

- Davidson RS, Dhaliwal D, Hamilton DR, et al. Surgical correction of presbyopia. J Cataract Refract Surg 2016; 42:920–930.

N.T. La queratoplastia conductiva se aprobó en 2004 para el tratamiento de la hipermetropía leve a moderada (de +0,75 a +3). Emplea ondas de radiofrecuencia para contraer el colágeno alrededor de la sonda. De este modo se incurva la córnea central y se crea un contorno hiperprolato. Se empleó en presbitas emétopes, en su ojo no dominante, pero su uso es cada vez más infrecuente por la regresión asociada. *(buena evidencia, recomendación sólida)*

- Davidson RS, Dhaliwal D, Hamilton DR, et al. Surgical correction of presbyopia. J Cataract Refract Surg 2016; 42: 920–30.
- Stahl JE. Conductive keratoplasty for presbyopia: 1-year results. J Refract Surg 2006; 22: 137–44.

N.T. Los implantes intracorneales más antiguos tenían el problema de la biocompatibilidad, sin embargo, los modelos más recientes son más finos y porosos, con mayor permeabilidad al oxígeno y mínima reactividad con el estroma corneal. Los 3 tipos de implantes existentes (Kamra, Raindrop Near Vision y Flexivue Microlens) actúan a través de diferentes mecanismos para aumentar la profundidad de foco e inducir cierta pseudoacomodación. Sus defensores destacan que es una técnica aditiva (no elimina tejido), pueden usarse conjuntamente con la cirugía queratorrefractiva con láser o con la lensectomía, pudiéndose retirar posteriormente si se desea otro tipo de corrección de la presbicia. Sus detractores apuntan que pueden inducir aberraciones corneales y disminución de la sensibilidad al contraste, reducir la agudeza visual lejana, dificultar el cálculo de LIO y afectar la visibilidad durante la cirugía de cataratas o retiniana. Debido a la progresión natural de la presbicia, los pacientes necesitarán gafas de cerca de nuevo cuando la demanda acomodativa sobrepase la potencia del implante. *(evidencia*

insuficiente, recomendación discrecional)

- Lindstrom RL, MacRae SM, Pepose JS, Hoopes PC Sr. Corneal inlays for presbyopia correction. *Curr Opin Ophthalmol* 2013; 24:281–287.
- Davidson RS, Dhaliwal D, Hamilton DR, et al. Surgical correction of presbyopia. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 920–30.

Cirugía Intraocular

Es posible utilizar diversas técnicas de cirugía intraocular para tratar la presbicia. Mediante distintos abordajes, es posible utilizar diferentes tipos de LIOs para proporcionar una visión funcional tanto para lejos como para cerca. Cada modalidad tiene sus ventajas e inconvenientes, y a la hora de elegir el método a emplear hay que tener en cuenta las necesidades visuales del paciente, sus expectativas, su motivación para reducir la dependencia de las gafas, y su disposición a aceptar cierto tipo de concesiones visuales que inevitablemente hay que asumir en relación con el tratamiento.

Una de las posibles opciones consiste en utilizar LIOs monofocales para inducir una monovisión postoperatoria. Sin embargo, en un paciente que en el preoperatorio tiene de por sí visión borrosa debido a unas cataratas puede ser difícil determinar cuál es el ojo dominante. Del mismo modo, también puede ser difícil en el paciente con cataratas simular preoperatoriamente con lentes de contacto el resultado visual planteado con la monovisión. Aquellos pacientes que antes de tener cataratas llevaron lentes de contacto con monovisión son excelentes candidatos para esta modalidad de tratamiento.

Las LIOs multifocales son otra opción que permite proporcionar una buena visión funcional a la distancia de lejos, de cerca e intermedia, sin gafas. Las LIOs multifocales consiguen su efecto dividiendo la luz incidente y haciéndola llegar a dos o más puntos focales; las LIOs multifocales pueden clasificarse en refractivas y difractivas. Una revisión sistemática de la colaboración Cochrane determinó que las LIOs multifocales resultaron más efectivas que las LIOs monofocales para mejorar la visión de cerca sin corrección, y que la agudeza visual de

lejos sin corrección resultó similar en ambos grupos.⁴⁹ No obstante, las LIOs multifocales se asocian con una disminución de la sensibilidad al contraste y con una mayor incidencia de halos.⁴⁹

N.T. Las lentes multifocales no están indicadas en todos los pacientes. Se desaconsejan en pacientes con astigmatismo irregular, distrofias o degeneraciones corneales que puedan comprometer la calidad de visión, o patología macular o del nervio óptico. Se debe realizar una anamnesis detallada y conocer el estilo de vida y las demandas del paciente para elegir la lente más correcta. Se debe informar al paciente de los posibles efectos adversos (halos y deslumbramiento, limitaciones en ciertas distancias o en ciertas condiciones de iluminación).

Las lentes multifocales son muy sensibles a los defectos refractivos residuales, por lo que es fundamental realizar una biometría correcta y comprobar antes de la cirugía que en caso de quedar graduación residual será posible su manejo quirúrgico. También es importante alinear la lente con el eje visual. Para los pacientes con astigmatismo elevado pueden emplearse LIO multifocales tóricas, o bien pueden asociarse incisiones limbares relajantes, queratotomía arqueada o bioptics/fotoablación corneal con láser excímer postquirúrgico. Existe cierta controversia acerca de si las capsulotomías bien centradas y perfectamente circulares obtenidas con la tecnología de láseres de femtosegundos pueden proporcionar o no un mejor resultado visual.

Aunque en EE.UU. sólo se dispone de dos modelos de lentes multifocales (bifocales) y de un modelo bifocal tórico, en Europa y en otras regiones del mundo se dispone de una mayor variedad de modelos. Entre las distintas tecnologías y plataformas de lente multifocal se pueden mencionar las lentes con óptica asimétrica (que llevan una zona específica con una adición que permite a los pacientes ver de cerca), las lentes difractivas esféricas bifocales (con distintos valores de adición para la corrección de la visión de cerca, pero que en general no proporcionan una buena visión intermedia), las lentes difractivas trifocales (que logran tres zonas de enfoque, permitiendo una visión útil de lejos, de cerca e intermedia), y las lentes con profundidad de foco extendido. Estas últimas son un tipo especial de lente difractiva que, por su tecnología de *échelette* (fr. escalerilla), neutralizan la aberración cromática y crean un foco con profundidad extendida, lo que permite que el paciente obtenga la multifocalidad con menos halos y deslumbramiento; no obstante la visión de cerca no es tan perfecta como con las otras lentes de tecnología difractiva, lo cual puede compensarse en parte programando una pequeña miopía residual en el ojo no dominante.

Recientes estudios sobre la satisfacción expresada por los pacientes tras la cirugía de cataratas pusieron de manifiesto que esta es mayor tras implante de LIO trifocal que con LIO monofocal.

Existe la posibilidad de implantar lentes multifocales en sulcus (*piggyback*) en pacientes intervenidos previamente con una lente monofocal en saco. (*evidencia moderada, recomendación discrecional*)

- de Vries NE, Nujits RMMA. Multifocal intraocular lenses in cataract surgery: literature review of benefits and side effects. J Cataract Refract Surg 2013; 39:268–278.
- Davidson RS, Dhaliwal D, Hamilton DR, et al. Surgical correction of presbyopia. J Cataract Refract Surg 2016; 42: 920–30.
- Lundstrom M, Llovet F, Llovet A, Martinez del Pozo M, Mompean B, Gonzalez JV, Pesudovs K. Validation of the Spanish Catquest-9SF in patients with a monofocal or trifocal intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2016; 42:1791–1796

El diseño de las lentes acomodativas se basa en el concepto teórico de que la lente cambiará su posición dentro del ojo como consecuencia del esfuerzo acomodativo. La amplitud de dicho movimiento varía según el tipo de lente (en función del diseño), y según el paciente.⁴⁹⁵ Diversos estudios biométricos han puesto de manifiesto que, para las lentes acomodativas con diseño de una única óptica, el movimiento de éstas en respuesta al esfuerzo acomodativo es más bien escaso o nulo.⁴⁹⁶ Este tipo de lentes podría suponer una posible alternativa que permita a los pacientes ver bien de lejos, con una leve mejoría en la visión cercana e intermedia en comparación con las lentes monofocales. El mecanismo por el cual las lentes acomodativas permiten que se consiga una mejor visión lejana e intermedia probablemente se deba a cierto grado de pseudoacomodación (aumento de la profundidad de foco), y quizás también un ligero cambio en la posición de la lente.⁴⁹⁷

N.T. Las lentes acomodativas se han diseñado para replicar la acomodación fisiológica al cambiar la potencia refractiva del ojo por medio de la contracción del músculo ciliar, cambiando la presión vítrea o reduciendo el diámetro del saco capsular.

A diferencia de las LIO multifocales que requieren que el cerebro diferencie entre una imagen distante y una imagen próxima al mismo tiempo, las LIO acomodativas poseen un único punto focal. Sus defensores destacan que su rango de indicaciones es más amplio, ya que los pacientes con ciertas patologías oculares son excluidos como candidatos a las lentes multifocales. Además, los pacientes con LIO acomodativas suelen presentar menos halos y deslumbramientos y menos pérdida de sensibilidad al contraste. Entre sus desventajas, la capacidad de acomodar realmente y ver de cerca es variable. *(buena evidencia, recomendación discrecional)*

- Davidson RS, Dhaliwal D, Hamilton DR, et al. Surgical correction of presbyopia. J Cataract Refract Surg 2016; 42: 920–30.
- Dhital A, Spalton DJ, Gala KB. Comparison of near vision, intraocular lens movement, and depth of focus with accommodating and monofocal intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2013; 39:1872–1878.

Cirugía extraocular

Para realizar las ECA, se realizan unas 8 a 12 incisiones esclerales profundas, de unos 2,5 mm de longitud, posteriores al limbo y situadas sobre el área suprayacente al músculo ciliar, pero sin llegar a la *pars plana*.⁴⁹⁸ El mecanismo de acción supuesto de este procedimiento es la creación de cierto espacio adicional en la región del cuerpo ciliar, por lo que al aumentar la distancia entre el cuerpo ciliar y el ecuador del cristalino, la zónula puede ejercer una mayor tensión, lo que redundaría a su vez en un mayor grado de acomodación en respuesta a la contracción del músculo ciliar. No existe literatura científica de alta calidad que sustente la eficacia de la ECA, y un único estudio prospectivo en el que se realizó ECA en un ojo y se usó el ojo contralateral como control, no pudo demostrar estadísticamente ningún aumento significativo de la acomodación después de la cirugía.⁴⁹⁹ Este procedimiento se ha abandonado en gran medida debido a la falta de eficacia y a complicaciones tales como isquemia del segmento anterior, regresión, perforación intraoperatoria de la cámara anterior y deterioro de la integridad ocular.⁴⁹⁹⁻⁵⁰²

Para incrementar el efecto de la cirugía de expansión escleral, algunos investigadores han propuesto implantar pequeños tapones de silicona dentro de la propia incisión escleral, pero, de nuevo, tampoco hay datos publicados en la literatura que demuestren que esta estrategia pueda conseguir un mayor efecto que las simples incisiones. Otro abordaje utilizado ha sido el empleo de explantes sectoriales para expansión escleral. En esta cirugía, se implantan cuatro segmentos de PMMA (uno por cuadrante), de unas dimensiones de 1,4 x 0,9 x 5,5 mm, sujetos bajo colgajos esclerales lamelares (a modo de hebillas de un cinturón). En un ensayo prospectivo multicéntrico, se encontró una mejoría muy discreta en la visión de cerca en aproximadamente la mitad de los pacientes, utilizando métodos de medida subjetivos.⁵⁰³ Muchos investigadores cuestionan el propio concepto de que la expansión escleral pueda ser un mecanismo útil para tratar la presbicia, y los resultados obtenidos con las distintas variantes técnicas no han demostrado ningún efecto predecible

ni constante sobre la agudeza visual cercana (medida llevando la corrección de lejos) ni sobre la amplitud de acomodación.^{502, 504}

N.T. La cirugía escleral de la presbicia se desarrolló a partir de la teoría que postula que el cristalino se encuentra sometido a mayor tensión zonular ecuatorial durante la acomodación, y las intervenciones que aumenten la distancia entre el ecuador cristalino y el músculo ciliar deberían mejorar la acomodación.

En la actualidad se están evaluando mediante ensayos clínicos dos intervenciones que tratan de corregir la presbicia alterando la anatomía escleral y del cuerpo ciliar. Una consiste en la colocación de 4 implantes esclerales circulares bajo la superficie escleral (que elevan la esclera y los músculos ciliares subyacentes, lo que aumenta el espacio alrededor del cristalino y tensa las fibras zonulares). La segunda tecnología consiste en el uso de un láser de erbio:YAG que ablaciona puntos esclerales en cada cuadrante, lo que facilita la contracción músculo ciliar al disminuir las fuerzas de resistencia esclerales. *(evidencia insuficiente, recomendación discrecional)*

- Davidson RS, Dhaliwal D, Hamilton DR, et al. Surgical correction of presbyopia. J Cataract Refract Surg 2016; 42: 920–30.
- U.S. National Institutes of Health Clinical Trials. Trial of the PresView Implant for the Improvement of Near Vision in Presbyopic Patients. NCT01933750. Accesible en: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01933750?term=Presview&Rank=2>.

ACTORES Y ESCENARIO

Los pacientes con defectos refractivos que vayan a ser evaluados para el tratamiento de éstos, deben ser examinados por un oftalmólogo o un optometrista. Cuando se plantee la realización de una cirugía refractiva, el oftalmólogo que vaya a realizar la intervención es el responsable de la evaluación preoperatoria.²²⁴ Algunos de los datos precisos en el examen pueden ser recogidos por parte de algún otro personal cualificado, siempre bajo la supervisión del oftalmólogo o del optometrista. Solamente un oftalmólogo que esté debidamente formado debe realizar el tratamiento quirúrgico de los defectos refractivos, incluyendo las cirugías con láser excímer o de femtosegundos.

El manejo postoperatorio es un elemento decisivo para el resultado final de cualquier procedimiento quirúrgico, y es responsabilidad del cirujano.^{361, 362}

ASESORAMIENTO Y DERIVACIÓN DE PACIENTES

Las decisiones pertinentes sobre la corrección quirúrgica de un defecto refractivo sólo pueden ser tomadas por un paciente suficientemente informado y un oftalmólogo que esté familiarizado con la cirugía refractiva.²²⁴ La información y las explicaciones sobre el procedimiento previsto deben proporcionarse con antelación suficiente antes de la fecha prevista para la cirugía, para que el paciente pueda sopesar suficientemente los riesgos, beneficios y alternativas al procedimiento.^{224,}
361, 362

CONSIDERACIONES SOCIOECONÓMICAS

Carga global del defecto refractivo no corregido

El defecto refractivo no corregido es una causa común de discapacidad visual y de ceguera en todo el mundo. La Organización Mundial de Salud estima que 153 millones de personas tienen una visión inferior a 20/60 debido a un defecto refractivo no corregido, y son los países en desarrollo los que sufren la mayor carga de la enfermedad.⁵⁰⁵ A nivel global, los defectos refractivos no corregidos causan el 42 % de las discapacidades visuales con una visión por debajo de 20/60 y el 18 % de los casos con visión inferior a 20/400, lo cual los sitúa como la principal causa de discapacidad visual y segunda causa de ceguera.⁵⁰⁶ La carga global de enfermedad debida a los defectos refractivos es mayor aún sin incluimos también a la presbicia. Se estima que hay unos 1.040 millones de personas en el mundo con presbicia y que casi la mitad de ellas no lleva la corrección correspondiente.⁵⁰⁷ La presbicia no corregida causa discapacidad visual a 410 millones de personas a nivel mundial, estando la gran mayoría de los casos (94 %) en países en desarrollo.

Calidad de vida

Los defectos refractivos reducen la calidad de vida relacionada con la visión. En un estudio británico, las personas con una miopía de 10 D o más tenían una calidad de vida relacionada con la visión peor que las personas con una miopía menos severa.⁵⁰⁸ Un estudio australiano comunicó que los pacientes con una miopía de 0,50 D o más, alcanzaron una puntuación inferior a la de los emétopes en cuanto a su calidad de vida relacionada con la visión.⁴⁰³ En un estudio europeo, más de la mitad de los pacientes pseudofáquicos que llevaban gafas después de su cirugía de catarata estarían dispuestos a pagar más de 0,50 € al día para poder liberarse de ellas.⁵⁰⁹

La calidad de vida relacionada con la visión ha sido evaluada en relación a diversas modalidades de tratamiento de los defectos refractivos. En un estudio, los portadores de lentes de contacto mostraron una calidad de vida relacionada con la visión mayor que los portadores de gafas.⁵¹⁰ Los pacientes que se someten a cirugía refractiva están, en general, contentos con su decisión, y una revisión sistemática estimó que el 95 % de los pacientes operados de LASIK estaban satisfechos con el resultado obtenido.⁴⁰⁴ En varios estudios no-aleatorizados de pacientes de LASIK, la calidad de vida relacionada con la visión fue mayor en el postoperatorio que en el preoperatorio.⁵¹¹⁻⁵¹⁴ No obstante, es probable que las personas que estén dispuestas a pagar para someterse a una cirugía refractiva puedan constituir un grupo sesgado; hay varios estudios que ponen de manifiesto que, antes de intervenir, los pacientes operados de cirugía refractiva obtuvieron puntuaciones de calidad de vida relacionada con la visión inferiores a las de otros pacientes con defectos refractivos de magnitud equivalente que no llegaron a operarse nunca (es decir, portadores de gafas o de lentes de contacto no operados).^{514,515} Aproximadamente un 5% de los encuestados mostraron en los diferentes parámetros un empeoramiento de su calidad de vida relacionada con la visión.^{511,514} Varios cuestionarios para la medición de la calidad de vida han sido diseñados específicamente para evaluar los defectos refractivos, como el Refractive

Status and Vision Profile (RSVP), el *National Eye Institute Refractive Quality of Life (NEI-RQL)* y el *Quality of Life Impact of Refractive Correction (QIRC)*.^{515, 516, 517}

Rentabilidad

Cada año más de 27 millones de visitas ambulatorias realizadas en Estados Unidos tienen como objeto la valoración y el tratamiento de los defectos refractivos.⁵¹⁸ Además, los defectos refractivos representan en los Estados Unidos la tercera parte de los 16.240 millones de dólares anuales que supone en costes médicos directos la atención médica de los trastornos de la visión.⁵¹⁸

A nivel mundial, la carga sanitaria de los defectos refractivos no corregidos tiene unas repercusiones económicas sustanciales, existiendo análisis conservadores que estiman un coste para la sociedad de 121.400 millones de dólares en concepto de pérdida de productividad.¹⁴³ En términos de coste-efectividad, en tanto que el coste de proporcionar unas gafas a todo paciente que lo pudiera necesitar no llegara a superar los 1.000 dólares, existiría siempre una ganancia económica neta. A nivel individual, varios estudios de coste-efectividad han comparado la cirugía refractiva con las lentes de contacto. Aunque los resultados dependen de ciertas presuposiciones utilizadas en los modelos, estos estudios han puesto de manifiesto en general que la cirugía refractiva tiene unos costes iniciales más altos que las lentes de contacto, pero que se vuelve más rentable a largo plazo.^{519, 520} El ahorro a largo plazo derivado de la cirugía refractiva se sustentaría en un menor número de consultas al oftalmólogo y en un menor número de prescripciones de lentes de contacto o gafas. De modo parecido, se ha demostrado que las LIOs tóricas son más rentables que las LIOs convencionales, principalmente porque con las lentes tóricas se reducen los gastos a largo plazo que se derivarían de la necesidad de usar lentes de contacto o gafas en el postoperatorio.⁵²¹ Contar con más estudios sobre estos aspectos relacionados con la rentabilidad de los diversos tratamientos para los defectos refractivos podría resultar de gran utilidad,

tanto para las aseguradoras como para los clínicos que tienen que aconsejar a sus pacientes sobre servicios que no están cubiertos por los seguros médicos.



APÉNDICE 1. CRITERIOS BÁSICOS PARA UNA ATENCIÓN OFTALMOLÓGICA DE CALIDAD.

*La principal obligación ética del médico consiste en proporcionar una atención médica de calidad; y precisamente en eso se basa la confianza que la población tiene en los médicos.
Consejo Directivo de la AMA, 1986*

Una atención oftalmológica de calidad ha de prestarse con unos elementos formales, y con un despliegue de capacidades profesionales que tenga como objetivo conseguir para el paciente el mayor beneficio posible. La exposición que sigue a continuación pretende describir los elementos esenciales que debe incluir una atención oftalmológica de calidad.

El oftalmólogo es ante todo un médico, y como tal debe ser capaz de mostrar compasión y preocupación por sus pacientes. Para ello debe emplear la ciencia y el arte de la Medicina con objeto de aliviar los temores y sufrimientos de sus pacientes. Y para poder atenderles del mejor modo, debe procurar desarrollar y mantener sus habilidades clínicas y quirúrgicas al nivel más alto posible mediante cursos prácticos y de formación continuada; con los conocimientos y habilidades que éstos le aporten, podrá diagnosticar y tratar adecuadamente a sus pacientes. Igualmente, el oftalmólogo debe garantizar que los pacientes sin recursos puedan recibir la atención que precisen, bien prestada por él mismo, o bien remitiéndoles a los profesionales y centros pertinentes. Finalmente, debe apoyar las actividades de fomento de la salud y de prevención de la enfermedad y de la discapacidad.

Como médico, el oftalmólogo es consciente de que la enfermedad coloca al paciente en una situación de dependencia y desamparo. Por ello deberá respetarle siempre en su dignidad e integridad, y no aprovecharse nunca de su vulnerabilidad.

Una atención oftalmológica de calidad debe reunir, entre otras, las siguientes características:

- La esencia de una atención de calidad consiste en establecer entre médico y paciente una verdadera relación de mutua colaboración dirigida a lograr un objetivo común. El oftalmólogo debe esforzarse en establecer una comunicación efectiva con sus pacientes, prestando siempre atención a sus necesidades y preocupaciones personales. Deberá explicarles la naturaleza y el pronóstico de su problema, y cuál puede ser el tratamiento más adecuado y oportuno. Así los pacientes 1) mostrarán una mayor implicación en la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas (siempre dentro de sus coordenadas personales -físicas, intelectuales y emocionales-); 2) estarán más motivados y cumplirán mejor con el tratamiento indicado; y 3) conseguirán un alivio más efectivo de sus temores y preocupaciones.

- El oftalmólogo debe actuar con buen criterio cuando indique y planifique las distintas acciones diagnósticas y terapéuticas, y la frecuencia que tendrán las visitas de evaluación y seguimiento. Deberá tener en cuenta el tipo de padecimiento, la urgencia del caso, y las necesidades y la voluntad del paciente.

- El oftalmólogo debería llevar a cabo solamente aquellos procedimientos para los que tenga una adecuada preparación, y una experiencia y capacidad suficientes. En caso de urgencia, y si no fuese posible contar con la disponibilidad de otros profesionales alternativos, podría asumir otro tipo de casos con el apoyo de un ayudante capaz.

- Los pacientes deben tener asegurado poder acceder a la atención oftalmológica que precisen, y a que esta atención tenga su continuidad, como se explica a continuación:
 - El oftalmólogo debe asegurar que sus tratamientos estén bien indicados, se apliquen oportunamente, y que él mismo tenga la adecuada capacitación.
 - Cuando realice intervenciones quirúrgicas debe prever que sus pacientes puedan recibir la adecuada atención pre- y postoperatoria.

- Si en algún momento no estuviera disponible para atender a sus pacientes, deberá garantizar que alguien suficientemente capacitado lo hará por él, y que el paciente estará informado de dicha circunstancia y que sabrá cómo acceder a ese profesional.
- Cuando remita a sus pacientes a otros profesionales (ópticos, etc...), o a otros oftalmólogos, lo hará porque sea algo adecuado y oportuno, porque sea algo que el paciente necesita, y porque ese profesional sea competente, cualificado y accesible, y tenga una buena disponibilidad.
- Solicitará la opinión de expertos cuando así lo requiera la naturaleza del problema ocular, o de los problemas médicos o quirúrgicos asociados. Cuando recomiende a un experto, será siempre por razón de la capacidad, competencia y grado de accesibilidad de dicho consultor. Facilitará a estos expertos informes suficientemente extensos y detallados para que éstos puedan dar las recomendaciones oportunas, o aplicar el tratamiento más resolutivo. Éstos a su vez deben responder de forma rápida y oportuna.
- El oftalmólogo debe cumplimentar historias clínicas completas y precisas.
- Cuando el paciente se lo solicite, el oftalmólogo deberá proporcionarle una copia completa y literal del historial clínico que obre en su poder.
- El oftalmólogo debe revisar de modo puntual y eficiente los resultados de las pruebas de laboratorio e interconsultas, para poder tomar a tiempo las decisiones oportunas.
- Tanto el oftalmólogo como su personal auxiliar, deberán identificarse siempre mencionando tanto su nombre como su nivel de capacitación profesional.
- Cuando un paciente tenga un problema para el que no existe tratamiento, o al que no sea posible seguir aplicando más tratamiento, el oftalmólogo tiene obligación de proporcionarle una ayuda profesional adecuada y una orientación sobre los servicios

sociales y de rehabilitación, derivándole a éstos con criterios de idoneidad y accesibilidad

- Antes de realizar cualquier intervención o cualquier procedimiento diagnóstico invasivo, el oftalmólogo debe ponerse adecuadamente en situación sobre el caso clínico del paciente, recabando la información pertinente de la propia historia clínica, o realizando cualquier examen preoperatorio si fuera preciso. Además, debe facilitar que el paciente tome sus propias decisiones sobre el tratamiento a seguir, después de haberle proporcionado una información precisa y veraz sobre: su diagnóstico; la naturaleza y propósito, los riesgos y los beneficios, y las probabilidades de éxito del tratamiento propuesto; sobre los posibles tratamientos alternativos (si los hubiera); y finalmente, sobre los riesgos y beneficios de no aplicar tratamiento alguno.
- El oftalmólogo deberá adoptar nuevas tecnologías (es decir, medicaciones, dispositivos, técnicas quirúrgicas, etc.) de un modo juicioso, valorando su coste y su beneficio potenciales y comprobará si estas superan en algún aspecto a las alternativas ya existentes, e igualmente, si han acreditado su eficacia y seguridad.
- El oftalmólogo refuerza la calidad de su atención médica mediante la revisión y la evaluación periódica de sus resultados, comparando éstos con los estándares establecidos, y en base a esto, revisando o modificando sus propias técnicas y procedimientos.
- El oftalmólogo debe contribuir a mejorar la atención oftalmológica compartiendo con sus colegas, a través de los canales profesionales adecuados, los conocimientos adquiridos mediante la investigación clínica y el ejercicio profesional. Esto incluye también la obligación de alertar a sus colegas ante la posible aparición de complicaciones infrecuentes, o con una incidencia mayor de lo previsto, en relación con el uso de fármacos, dispositivos o procedimientos nuevos.

- El oftalmólogo debe disponer de una infraestructura dotada del personal y de los medios necesarios para tratar aquellas posibles complicaciones oculares y sistémicas que pudieran precisar una atención inmediata.
- El oftalmólogo también debe proporcionar la atención oftálmica con una adecuada relación costo-eficacia, pero sin poner jamás en peligro los estándares de calidad vigentes.

Revisado por: Consejo
Aprobado por: Consejo de administración
12 de Octubre, 1988
2ª Impresión: Enero 1991
3ª Impresión: Agosto 2001
4ª Impresión: Julio 2005



APÉNDICE 2. EPIDEMIOLOGÍA DE LOS DEFECTOS REFRACTIVOS.

Más de la mitad de los norteamericanos mayores de 40 años tienen un nivel de ametropía suficientemente elevado como para necesitar el uso de alguna corrección refractiva.⁵⁴ Se calcula que 93 millones de americanos mayores de 12 años utilizan alguna clase de corrección óptica para la visión lejana.⁵⁵ En el año 2005 alrededor de 36 millones de personas utilizaron lentes de contacto en los Estados Unidos.⁵⁶ Se estima que desde 1995 hasta hoy, más de 8,5 millones de personas se han sometido a cirugía refractiva en los EEUU.⁵⁷

A principios de los años 70 la prevalencia estimada de la miopía en la población estadounidense entre 12 y 54 años de edad era del 25%.⁵²² Un meta-análisis de varios estudios epidemiológicos encontró una prevalencia del 25% en el grupo de más de 40 años.⁵⁹ Un estudio basado en una muestra representativa de la población de EEUU encontró una prevalencia del 31% en la subpoblación de más de 40 años, y de un 36 % en la de los mayores de 20 años.⁵⁴ Diversos estudios epidemiológicos han puesto de manifiesto que la prevalencia de la miopía es menor entre las personas de más edad que entre las personas más jóvenes, con porcentajes que oscilan entre el 35 %-40 % de prevalencia para el grupo de edad que va de los 20 a los 40-50 años, frente a un 15-20% para el grupo 60-90 años.⁶⁰⁻⁶² No obstante, los pacientes que desarrollan facoescclerosis tienden a experimentar con el tiempo un cambio refractivo miópico.⁵²³⁻⁵²⁵

Existen datos que ponen de manifiesto que la prevalencia de la miopía está aumentando entre las nuevas generaciones. Estudios hechos con pacientes chinos de Taiwan muestran que en las dos últimas generaciones se ha dado un aumento, tanto de la prevalencia, como de la gravedad de la miopía.¹⁰¹⁻¹⁰⁴ Es improbable que un cambio tan rápido sea debido exclusivamente a factores genéticos, aunque según las conclusiones de otro estudio, tampoco puede descartarse.¹⁰⁵ Un estudio hecho sobre cohortes sucesivas de levás de

reclutas del ejército israelí a lo largo de un periodo de 13 años puso de manifiesto un notable incremento en la prevalencia de la miopía.¹⁰⁶ Un estudio finlandés mostró a su vez que la prevalencia de la miopía entre los adolescentes y adultos jóvenes se ha duplicado en el transcurso del siglo XX.¹⁰⁷ Por último, un estudio epidemiológico estadounidense comparó la prevalencia estimada de miopía en los años 1971-72 con la del periodo 1999-2004, y encontró también un notable aumento de la prevalencia de la miopía, aunque no pudo identificar las causas de dicho aumento.¹⁰⁸

En los EEUU se ha constatado que, en términos raciales, la prevalencia de miopía es significativamente más alta entre los individuos blancos de ascendencia no hispana, que entre los no hispanos de raza negra o los mejicanos de ascendencia indígena.⁵⁴ Dos estudios epidemiológicos estadounidenses indican que la prevalencia de la miopía entre los latinos de más de 40 años es del 17-18%.^{59,526} En Australia se ha encontrado un porcentaje similar,^{109,527} lo mismo que en poblaciones de ascendencia africana radicadas en sitios como Baltimore o Barbados.^{61,528} A día de hoy, no existen en EEUU datos publicados sobre la prevalencia de la miopía entre personas de origen étnico asiático. Sabemos por diversos estudios epidemiológicos realizados en distintos países de Extremo Oriente que existe una variación considerable en cuanto a la prevalencia de la miopía en la región. La prevalencia de miopía entre los ancianos (>65 años) fue de un 19% en Taiwán,⁵²⁹ y de un 26% en Indonesia.⁵³⁰ En Pekín fue de un 23% entre la población mayor de 40 años.⁵³¹ Entre los chinos de más de 30 años, la prevalencia fue del 26,7%⁵³² y entre los mayores de 50 años procedentes del sur de China, del 9,5%.⁵³³ Un estudio hecho sobre japoneses mayores de 40 años encontró una prevalencia de miopía (0,50 D de miopía o más) del 41,8%.⁵³⁴ Otros estudios realizados sobre poblaciones de adultos jóvenes de Extremo Oriente muestran que entre ellos la prevalencia de la miopía es mucho mayor que entre sus coetáneos de EEUU. Las cifras varían, desde el 30,7% encontrado entre las personas de etnia malaya con edades entre los 40 y los 80 años,⁵³⁷ hasta unas cifras más altas encontradas en Singapur, con un 56% de prevalencia entre los estudiantes de 15 a 19 años,⁵³⁵ y un 85% entre los estudiantes de Medicina entre 19 y 23 años.⁵³⁶ Estudios realizados en países

del Asia Meridional mostraron prevalencias diversas, como el 13% encontrado entre habitantes de zonas rurales de la India (con una edad de más de 30 años),⁵³⁸ el 37 % visto entre los habitantes del estado de Andhra Pradesh (India),⁵³⁹ y el 36 % encontrado en pakistaníes de más de 30 años.⁵⁴⁰

A principios de los años 70 se estimó que la prevalencia de la miopía entre los niños americanos de 12 a 17 años era de aproximadamente un 25 %.⁵²² En otro estudio se encontró la presencia de miopía (definida como 0,75 D o más) en el 9 % de los niños de entre 5 y 17 años de edad.⁵⁸ Un estudio longitudinal realizado en Orinda, California, encontró una prevalencia de miopía de 0,50 D o más en el 3 % de los niños de 5 a 7 años de edad, en el 8 % de los niños de 8 a 10 años, y en el 14 % de los niños de 11 a 12 años de edad.¹¹⁷ Los datos disponibles sugieren que los niños de raza china presentan miopías más elevadas en todos los grupos de edad.¹⁰¹ Un estudio de ámbito nacional realizado en Taiwán encontró una prevalencia del 12 % entre los niños de 6 años de edad, y de un 84 % entre los jóvenes de 16 a 18 años.¹⁰¹ En una serie de estudios que emplearon idéntica metodología y definición operativa de la miopía (0,50 D o más), se encontró que las prevalencias de miopía entre niños de 7 a 15 años de edad variaba considerablemente según países y grupo étnico: un 4 % en la India,⁵⁴¹ del 10 % al 34 % en Malasia,⁵⁴² del 5 % al 17% en el sur de China,⁵⁴³ del 7 % en Nueva Delhi,⁵⁴⁴ y de un 9 % a un 40 % en Malasia y Singapur.⁵⁴⁵ Se encontraron tasas similares en Singapur (desde un 12% entre los niños de 6 a 7 años de edad, hasta un 79 % entre los varones de 18 años) y en Japón (desde un 44 % entre los niños de 12 años hasta un 66 % en los de 17 años).^{81,102,546,547} Un estudio realizado en Nigeria encontró una prevalencia de miopía del 16,2 % entre los mayores de 40 años.⁵⁴⁸

La epidemiología de la hipermetropía y el astigmatismo no se conocen tan bien como en el caso de la miopía. Estudios epidemiológicos realizados con población caucásica de más de 40 años muestran que la prevalencia de la hipermetropía aumenta desde un 20 % entre los pacientes en la 5ª década de la vida, hasta un 60 % entre los pacientes entre los 70 y los 80 años de edad.^{60,61,109} Un meta-análisis de diversos estudios epidemiológicos encontró una prevalencia de hipermetropía en los EEUU de un 10 %, encontrándose

también cómo este porcentaje aumentaba con la edad.⁵⁹ Otro estudio basado en una muestra representativa de la población estadounidense, encontró una prevalencia de hipermetropía del 5 % entre los mayores de 40 años, con una escasa variabilidad en relación con factores étnicos o raciales.⁵⁴ En otro estudio epidemiológico realizado en los EEUU se encontró también un patrón similar de aumento de la prevalencia de la hipermetropía en relación con la edad.⁵⁴ Dos estudios epidemiológicos chinos realizados sobre población de extracción rural encontraron una prevalencia de hipermetropía del 8,9 % entre los mayores de 50 años⁵³³ y de un 15,9% entre los mayores de 30 años.⁵³² En un estudio realizado en Baltimore sobre población afroamericana se encontraron cifras de prevalencia de hipermetropía similares, e igualmente se constató que la prevalencia de la hipermetropía aumenta con la edad.⁶¹ En otro estudio australiano se encontró una prevalencia de hipermetropía entre los niños de 6 años de un 13,2 %, y de un 5,0% entre los niños de 12 años.⁵⁴⁹ En un estudio multiétnico sobre las enfermedades oculares encontradas en niños con edades entre 6 y 72 meses, se constató una prevalencia de hipermetropía significativamente mayor entre los niños de ascendencia afroamericana e hispana que entre los niños de raza blanca de ascendencia no hispana.⁵⁵⁰ En el estudio de Beaver Dam, Wisconsin, los datos obtenidos tras efectuar un seguimiento de 5 años a los residentes de la ciudad, pusieron de manifiesto un cambio refractivo hipermetrópico entre los individuos de menos de 70 años, si bien entre aquellos que desarrollaron una esclerosis nuclear, ya fuesen mayores o menores de 70 años, se encontró un cambio refractivo miópico.⁵²³ Un estudio hecho en Salisbury, Maryland, encontró también que la esclerosis nuclear se asocia con miopía,⁵⁵¹ lo que coincide con los resultados de otro estudio hecho sobre una población de ascendencia latina.⁵²⁵ En contraposición con la miopía, para una misma población, la presencia de hipermetropía se asocia con un menor número de años de enseñanza académica reglada.^{60,61} En el estudio de Baltimore, Maryland, la prevalencia de hipermetropía entre los hombres de ascendencia afroamericana fue la mitad que la encontrada entre las mujeres de la misma edad.⁶¹ Resultados similares se encontraron en el estudio *Proyecto Ver*, en el cual las mujeres de ascendencia mejicana presentaron también una mayor probabilidad de tener hipermetropía,⁵⁹ si bien en el grupo de individuos de ascendencia europea no se encontró esta

diferencia entre ambos sexos.⁵⁹⁻⁶¹ Un estudio hecho sobre una población rural de la India, con pacientes de más de 30 años de edad, encontró una prevalencia de hipermetropía (0,50 D de hipermetropía o más) de un 18 %, ⁵³⁸ mientras que un estudio hecho en Pakistán con personas de edad similar encontró una prevalencia del 27 %. ⁵⁴⁰ Otro estudio hecho en Singapur con personas de origen malayo y edades entre los 40 y los 80 años, encontró una prevalencia de hipermetropía del 27%. Finalmente, entre los japoneses de más de 40 años, la prevalencia encontrada de hipermetropía fue del 28 %. ⁵³⁴

Los datos de los estudios epidemiológicos también reflejan la prevalencia del astigmatismo entre niños y adultos jóvenes. En un estudio pediátrico multiétnico de enfermedades oculares la prevalencia de astigmatismo entre niños afroamericanos e hispanos, con edades de entre los 6 y los 72 meses, fue, respectivamente, de un 12,7 % y un 16,8 %. ¹¹⁰ El estudio epidemiológico estadounidense hecho por Kleinstein et al ⁵⁸ encontró que en el grupo de edad entre 5 y 17 años, había una prevalencia de astigmatismo (1,00 D o más) de un 28 %. Un estudio australiano encontró una prevalencia de astigmatismo de casi el 5 % entre los niños de 6 años de edad.⁵⁵² Una serie de estudios realizados en distintos países, y con metodología similar, encontraron una prevalencia de astigmatismo muy variable en sus respectivas poblaciones pediátricas de niños con edades entre 7 y 15 años de edad,: un 3 % en Andhra, Pradesh, India,⁵⁴¹ un 7 % en Nueva Delhi,⁵⁴⁴ y un 6 % en China. ¹²⁹

La prevalencia de astigmatismo elevado entre niños indios americanos con edades entre los 2 y los 7 años fue de un 23 % a un 29 %, ⁵⁵³ mientras que entre los preescolares de Taiwán fue de un 13,3 %. ⁵⁵⁴ Es muy frecuente encontrar un astigmatismo de 1 D o más entre los adultos (un 31 % entre los mayores de 40 años), con cifras aún más altas entre las personas de edad más avanzada. ^{54,61} Este aumento con la edad se ha visto también entre los afroamericanos, aunque la prevalencia de astigmatismo en este grupo étnico a cualquier edad es inferior en un 30 % a la de la población blanca de origen caucásico. ⁶¹ Entre los adultos estadounidenses se ha comunicado una prevalencia de astigmatismo un 20 % más alta en el grupo de hombres que en el de las mujeres, sin encontrar relación alguna con el número de años de formación académica reglada. ^{54,61} Estudios chinos han encontrado una

prevalencia de astigmatismo del 7,6% entre los mayores de 50 años⁵³³ y del 24,5% entre los mayores de 30 años.⁵³² Un estudio hecho sobre habitantes de etnia malaya de Singapur, con edades comprendidas entre los 40 y los 80 años, encontró una prevalencia de astigmatismo del 33 %.⁵³⁷ Por su parte, entre los japoneses de más de 40 años, la prevalencia del astigmatismo es de un 54 %, ⁵³⁴ y según un estudio pakistaní, del 37% entre los mayores de 30 años.⁵⁴⁰ Existen datos contradictorios sobre la posible asociación del astigmatismo con la condición de prematuridad o bajo peso neonatal, o con la retinopatía del prematuro.¹¹¹⁻¹¹⁴

Todos estos estudios no pueden compararse directamente entre sí, porque en ellos se utilizaron criterios diferentes para definir la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo.



APÉNDICE 3. LA PREVENCIÓN DE LA PROGRESIÓN DE LA MIOPIA

La mayoría de los defectos refractivos miópicos se desarrollan y progresan durante la infancia y la adolescencia.¹²² Se ha venido proponiendo una serie de tratamientos con la finalidad de prevenir o reducir la progresión de la miopía, como son: el porte de la corrección óptica; el uso de colirios ciclopléjicos o hipotensores oculares; el porte de lentes de contacto; o ciertos ejercicios de entrenamiento visual. Una revisión *Cochrane* de los distintos métodos o intervenciones encaminadas a ralentizar la progresión de la miopía en los niños encontró que los colirios de tipo antimuscarínico tienen cierta efectividad, pero también el inconveniente de sus posibles efectos secundarios, o de no estar disponibles en el mercado. Con respecto al uso de gafas multifocales el efecto encontrado fue aún menos llamativo.¹⁴⁶ Probablemente la efectividad de estas intervenciones se deba a la reducción del desenfoque hipermetrópico periférico.

Las informaciones acerca del posible efecto que pudieran tener sobre la progresión de la miopía diversos factores nutricionales son puramente anecdóticas, y no se apoyan en ningún estudio científico.

CORRECCIÓN ÓPTICA

Como se piensa que la acomodación está relacionada con la progresión de la miopía, se ha venido recomendando que el uso de la corrección óptica se aplique en las modalidades de gafas bifocales o multifocales, o en todo caso quitando las gafas de lejos para las tareas de cerca, en un intento de reducir la acomodación inducida

. Los estudios que han valorado el uso de gafas con lentes sólo de lejos no han encontrado que esta medida tenga efecto alguno sobre la progresión de la miopía.⁵⁵⁵

En algunos ensayos clínicos aleatorios controlados, realizados sobre cohortes de niños miopes, se ha comparado el uso de gafas bifocales (con adiciones de cerca de entre + 1,00 D y + 2,00 D) y el uso de gafas monofocales, pero en ninguno de estos estudios se ha podido encontrar ninguna diferencia significativa en cuanto a la magnitud de la progresión de la miopía.^{120,122,556,557} En un estudio sobre 75 niños con endoforia se encontró una pequeña reducción en la progresión de la miopía en aproximadamente la mitad de los niños que usaron un bifocal con adición de + 1,50 D, en comparación con la que tuvieron los niños del grupo control.⁵⁵⁸ Entre los niños que completaron el seguimiento de 30 meses, la progresión de la miopía fue significativamente más baja entre aquellos que usaron gafas bifocales frente a aquellos que usaron gafas monofocales (1,00 D frente a 1,24 D).⁵⁵⁸ En un estudio en el que se comparó el uso de gafas multifocales y el de gafas monofocales en niños con miopía, no se encontró ninguna diferencia significativa en cuanto a las tasas de progresión de la miopía.¹²⁸ Un estudio sobre 469 niños con edades comprendidas entre 6 y 11 años concluyó que las lentes progresivas, en comparación con las monofocales, fueron capaces de ralentizar la progresión de la miopía en una cuantía estadísticamente significativa, aunque modesta, y exclusivamente durante el primer año de seguimiento.⁵⁵⁹ Los autores concluyeron que ese efecto tan reducido no justificaba ningún cambio en la práctica clínica. Otro estudio hecho en Hong Kong sobre 138 niños de entre 7 y 10,5 años no encontró ningún dato con el que se pudiera documentar, 2 años de seguimiento, ninguna ralentización de la progresión de la miopía con el uso de lentes progresivas.⁵⁶⁰ Por tanto, con la única excepción de un estudio con un tamaño muestral muy reducido, no existen estudios que hayan visto que el uso de la corrección óptica tenga efecto beneficioso alguno sobre la progresión de la miopía.^{120,122,556,557}

CICLOPÉJICOS TÓPICOS

Desde hace mucho tiempo se viene proponiendo la administración de colirio de atropina como tratamiento para prevenir la progresión de la miopía. La atropina inhibe la acomodación, y ésta puede ejercer sobre el ojo fuerzas que tengan como consecuencia una elongación axial. En estudios de experimentación

animal también se ha visto que la atropina podría inhibir ciertos factores de crecimiento capaces de promover un aumento de la longitud axial, por mecanismos completamente independientes de la acomodación.⁵⁶¹⁻⁵⁶³

Los resultados de algunos ensayos clínicos controlados aleatorios (tres de ellos además con enmascaramiento) que se realizaron en Taiwán y Singapur, proporcionaron una razonable evidencia de que la administración de colirio de atropina puede ralentizar la progresión de la miopía en niños en edad escolar.^{127,128,564,565} En un estudio se utilizaron diversas concentraciones de atropina: 0.1 %, 0,25 % y 0,5 %. Con todas ellas se consiguió una reducción de la progresión de la miopía en comparación con el grupo de control, siendo la concentración del 0,5% la que resultó más efectiva.¹²⁷

También se ha demostrado que los colirios de atropina son efectivos en poblaciones occidentales, en las que los niños generalmente tienen una progresión de la miopía menos acelerada que, por ejemplo, la que se puede ver en Taiwán.⁵⁶⁶⁻⁵⁶⁸ Actualmente también sabemos que el efecto beneficioso de la atropina se mantiene después de haber suspendido el tratamiento.⁵⁶⁸ Existen algunas incógnitas sobre los posibles riesgos del uso de atropina a largo plazo, como podrían ser un posible daño fototóxico sobre los tejidos oculares, las posibles reacciones alérgicas locales o sistémicas, o un posible efecto sobre la amplitud de acomodación una vez que se haya suspendido el tratamiento. No obstante, se ha informado de que el uso diario de atropina como tratamiento para la miopía, durante un periodo de 2 años, no tiene ningún efecto significativo sobre la función retiniana, al menos según los resultados de los electroretinogramas multifocales que se hicieron a los niños del estudio.⁵⁶⁹ Otros posibles inconvenientes del uso de atropina serían la posible necesidad de tener que usar gafas bifocales o multifocales (dependiendo de la concentración de atropina empleada), la fotosensibilidad, el deslumbramiento, o el engorro de tener que administrar gotas todos los días.

En otro estudio hecho en Taiwan se administró colirio de ciclopentolato al 1 %, en dosis nocturna, a niños en edad escolar. En dicho estudio se encontró una ralentización en la progresión de la miopía en comparación con la del grupo control. En el grupo tratado con ciclopentolato la progresión media de la miopía fue de -0,60 dioptrías por año, frente a -0,90 D/año del grupo control, lo cual es

estadísticamente significativo. No obstante, el efecto conseguido con el ciclopentolato fue menor que el conseguido con la atropina, con la cual se documentó una progresión media de la miopía de -0,20 D/año.⁵⁶⁴ En un estudio con gemelos monocigóticos se evaluó el uso de tropicamida al 1 % y no se encontró ninguna diferencia significativa en cuanto a la progresión de la miopía, en comparación con la de los niños del grupo control.⁵⁷⁰

En dos estudios multicéntricos, doble ciego y controlados con placebo, realizados en paralelo, se estudió el posible efecto del clorhidrato de pirenzepina sobre la ralentización de la progresión de la miopía en niños en edad escolar. A diferencia de la atropina, que actúa tanto sobre la acomodación como sobre la midriasis, la pirenzepina tiene un efecto relativamente selectivo sobre la acomodación. De estos dos estudios, el que se hizo en los EE.UU. incluyó a 174 niños con edades comprendidas entre los 8 y los 12 años,⁵⁷¹ mientras que el estudio hecho en Asia examinó a 353 niños con edades entre los 6 y los 13 años.⁵⁷² Ambos estudios encontraron que el gel oftálmico de pirenzepina al 2 % resultó ser efectivo y relativamente seguro en la ralentización de la progresión de la miopía durante un periodo de tratamiento de 1 año.

Debido a las incógnitas existentes sobre la seguridad a largo plazo, y sobre la dosis más idónea a emplear, hoy en día sólo se recomienda la administración de colirio de atropina, o de clorhidrato de pirenzepina, en el marco de estudios de investigación.^{564,571,572}

N.T. En fecha posterior a la redacción de este apartado del PPP han aparecido novedades importantes sobre el papel de la atropina en el control de la miopía. Los resultados a 5 años del estudio ATOM2 muestran que el colirio de atropina al 0.01% es eficaz, bien tolerado y aparentemente seguro. Hay cierto debate sobre si en casos con mayor riesgo de progresión podría ser preferible empezar el tratamiento con concentraciones más altas. También hay estudios que indican que la amplia experiencia asiática podría ser al menos en parte trasladable a los pacientes occidentales. No se ha seguido haciendo estudios sobre la pirenzepina, y no está disponible en el mercado. *(buena evidencia, recomendación firme)*

- Chia A, Lu QS, Tan D. Five-Year Clinical Trial on Atropine for the Treatment of Myopia 2: Myopia Control with Atropine 0.01% Eyedrops. *Ophthalmology*. 2016;123:391-9.

- Galvis V, Tello A, Parra MM, Rodriguez CJ, Blanco O.Re: Chia et al.: Five-year clinical trial on atropine for the treatment of myopia 2: myopia control with atropine 0.01% eyedrops(Ophthalmology 2016;123:391-9).Ophthalmology. 2016;123:e40-1
- Polling JR, Kok RG, Tideman JW, Meskat B, Klaver CC.Effectiveness study of atropine for progressive myopia in Europeans.Eye (Lond). 2016;30:998-1004.
- Loughman J, Flitcroft DI.The acceptability and visual impact of 0.01% atropine in a Caucasian population. Br J Ophthalmol. 2016 Feb 22. pii: bjophthalmol-2015-307861. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307861.

COLIRIOS HIPOTENSORES OCULARES

Se ha sugerido que también se podría reducir la progresión de la miopía mediante intervenciones farmacológicas encaminadas a reducir la PIO, y el mecanismo teórico sería la reducción de la presión ejercida internamente sobre la pared del globo ocular. Sin embargo, en un ensayo clínico prospectivo que comparó la administración de maleato de timolol al 0,25 % con el uso de gafas monofocales, no se encontró ningún efecto ralentizador del timolol sobre la progresión de la miopía.^{556,573} Por este motivo, no se recomienda este tipo de tratamiento.

LENTE DE CONTACTO

En un ensayo clínico aleatorizado realizado en EE.UU. se evaluó el uso de lentes de contacto blandas.⁵⁷⁴ No se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la progresión de la miopía entre el grupo de portadores lentes de contacto y el grupo que usó gafas monofocales.

Durante mucho tiempo se ha venido postulando que las lentes de contacto rígidas podrían ralentizar la progresión de la miopía en niños.^{575,576} Los estudios publicados en el pasado tenían limitaciones metodológicas importantes.⁵⁷⁷⁻⁵⁸² En fecha más reciente se retomó la cuestión en dos estudios: en un ensayo clínico aleatorio a 2 años hecho en Singapur,²²² en el que se evaluó el efecto de las lentes de contacto rígidas sobre la progresión de la miopía en niños en edad escolar; y también en otro estudio hecho por las mismas fechas en EE.U.U.⁵⁸³ El estudio de Singapur siguió durante 2 años la evolución de 428 niños con edades entre 6 y 12 años, y según sus resultados

las lentes de contacto rígidas permeables al gas no ralentizaron la progresión de la miopía, ni siquiera la de los niños que las usaron de modo habitual.²²² El estudio estadounidense reunió a 116 niños con edades entre 8 y 11 años, y comparó el grado de progresión de la miopía en dos grupos: niños que llevaron lentes de contacto gas-permeables y niños portadores de lentes de contacto blandas. Los resultados del estudio indicaron que los niños portadores de lentes de contacto rígidas experimentaron una menor progresión de la miopía que los portadores de lentes de contacto blandas, e igualmente que la queratometría de los niños del grupo con lentes de contacto blandas se incurvó más que la de los niños del grupo de lentes de contacto rígidas, si bien el aumento de la longitud axial en ambos grupos no mostró diferencias estadísticamente significativas. Dado que probablemente parte del efecto visto podría haber estado influido por cambios transitorios en la curvatura corneal, los autores concluyeron que, en base a los resultados del estudio, las lentes de contacto rígidas gas-permeables no deberían prescribirse teniendo como objetivo principal el control de la miopía.⁵⁸⁴

Aunque se ha sugerido que la ortoqueratología podría ralentizar la progresión de la miopía en niños, no existe ningún ensayo aleatorizado y controlado que lo haya demostrado.^{221,222} Sí que existe un estudio piloto con 2 años de seguimiento que se diseñó para determinar si la ortoqueratología puede reducir y controlar de modo eficaz la miopía en niños. En dicho estudio, hecho en Hong Kong, treinta y cinco niños con edades entre 7 y 12 años se sometieron a tratamiento de ortoqueratología, y los resultados obtenidos en este grupo se compararon con los de un grupo de control consistente en 35 niños extraídos de un estudio previo, portadores de gafas monofocales. El estudio encontró diferencias estadísticamente significativas en cuanto al cambio experimentado por la longitud axial en el grupo tratado con ortoqueratología y al visto en el grupo de control ($0,29 \pm 0,27$ mm y $0,54 \pm 0,27$ mm, respectivamente). Sin embargo, los cambios en la longitud axial en niños muestran una alta variabilidad, y no hay manera de predecir un determinado efecto en un sujeto individual concreto.²²¹ Otro estudio dirigido a valorar el efecto de la ortoqueratología sobre la progresión de la miopía (SMART, *Stabilizing Myopia by Accelerating Reshaping Technique*, estabilización de la miopía mediante la

técnica de remodelación acelerada) empezó a reclutar participantes en 2007 y se espera que esté listo para el análisis final en 2012. Los participantes (n=300) tenían edades de entre 8 y 14 años al inicio del estudio. En el momento actual no hay datos objetivos suficientes como para recomendar el uso de la ortoqueratología en niños para prevenir la progresión de la miopía.
221,222

N.T. La ortoqueratología nunca fue muy popular en España, y en Estados Unidos fue muy desaconsejada a causa del riesgo de queratitis infecciosa, según se desprende de estudios hechos en China. Distintos estudios (excepto el estudio SMART) muestran una contención en el crecimiento de la longitud axial, pero menor que el obtenido con la atropina. *(buena evidencia, recomendación firme)*

- Huang J, Wen D, Wang Q, McAlinden C, Flitcroft I, Chen H, Saw SM, Chen H, Bao F, Zhao Y, Hu L, Li X, Gao R, Lu W, Du Y, Jinag Z, Yu A, Lian H, Jiang Q, Yu Y, Qu J. Efficacy Comparison of 16 Interventions for Myopia Control in Children: A Network Meta-analysis. *Ophthalmology*. 2016;123:697-708

ENTRENAMIENTO VISUAL

Las modalidades de entrenamiento visual propuestas para reducir la miopía consisten en ejercicios tales como actividades en las que hay un cambio alternante en la distancia de enfoque (lejos-cerca).⁵⁸⁵⁻⁵⁸⁷ No existe ningún estudio con un mínimo de calidad científica que haya podido demostrar que este tipo de tratamiento tenga eficacia clínica alguna, por lo cual no se recomienda este tipo de terapia.^{585,588,589}



APENDICE 4. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA EVALUACION MÉDICA EXHAUSTIVA DEL OJO ADULTO SEGÚN LOS ESTÁNDARES DEL PPP DE LA AAO ¹⁴⁷

La evaluación médica ocular completa debe incluir: la recogida de la historia clínica, un examen ocular, un diagnóstico, y un plan inicial para el manejo del caso clínico en cuestión. A continuación se enumeran, dentro de cada epígrafe referido a la evaluación inicial, una serie de elementos especialmente útiles para la detección, el diagnóstico, y la elección del tratamiento más adecuado para las distintas enfermedades oculares, visuales y generales. Dichos items son elementos básicos de evaluación e investigación, pero cada profesional puede incluir cualquier elemento extra que considere oportuno. Por ejemplo, como la recogida de la historia clínica es un proceso interactivo, se pueden ir planteando preguntas adicionales de acuerdo con las respuestas que vaya dando el paciente.

HISTORIAL

En general, un historial completo debería incluir los siguientes elementos, aunque la composición final puede variar según las necesidades y problemas de cada paciente en particular.

- Datos demográficos (p.ej. nombre, fecha de nacimiento, género y raza o procedencia étnica -cuando proceda-)
- Identificación de cualesquiera otros proveedores de servicios sanitarios al paciente, que pudieran ser de interés.
- Motivo de la consulta, e historia de la enfermedad actual.
- Situación actual de la función visual (p. ej. estado visual referido por el propio paciente, sus necesidades visuales, cualquier síntoma ocular actual o reciente, así como el uso de gafas o lentes de contacto)
- Historia oftalmológica (p. ej. antecedentes de enfermedad ocular, de lesión ocular de cualquier naturaleza, de cirugía ocular -incluyendo la

cirugía refractiva-, o de cualquier tratamiento ocular médico o quirúrgico, o medicación ocular que haya recibido el paciente).

- Historia médica general: trastornos y enfermedades médicas generales, y cirugías previas que puedan ser de interés para el caso.
- Medicaciones: medicaciones oculares y sistémicas que esté tomando o usando el paciente, incluyendo los suplementos nutricionales.
- Reacciones adversas a medicamentos y alergias.
- Antecedentes familiares: enfermedades oculares y sistémicas de interés presentes en la familia.
- Historial social (p. ej. profesión, consumo de alcohol o tabaco, estado familiar y condiciones de vida, según proceda).
- Anamnesis dirigida por aparatos y sistemas.

EL EXAMEN OCULAR

El examen ocular completo consiste en una evaluación de la función fisiológica y del estado anatómico del ojo, del sistema visual y de sus anejos. Normalmente esto debe incluir los siguientes elementos:

- Una evaluación de los aspectos más relevantes sobre el estado físico y mental del paciente
- Agudeza visual de lejos con la corrección actual (registrando en la historia la correspondiente potencia dióptrica esferocilíndrica), y también la de cerca, si se considera oportuno.
- Medición de la mejor agudeza visual corregida (después de graduar al paciente) cuando esté indicado.
- Examen ocular externo y de los anejos oculares (p. ej. de párpados, pestañas, y del aparato lagrimal, así como de la órbita y de las características anatómicas faciales relevantes).
- Motilidad ocular y estado de alineación ocular.
- Función pupilar.
- Campos visuales por confrontación.
- Examen biomicroscópico con lámpara de hendidura: reborde palpebral y pestañas, película lagrimal, conjuntiva, esclerótica, cornea y cámara

anterior, así como una evaluación de la profundidad de la cámara anterior periférica, del iris, del cristalino y del vítreo anterior.

- Medida de la presión intraocular, preferiblemente por aplanación (habitualmente con tonómetro de Goldmann).
- Examen de fondo del ojo: del vítreo, de la retina (incluyendo polo posterior y periferia), y del árbol vascular y del nervio óptico.

La exploración de las estructuras del segmento anterior habitualmente incluye un examen, tanto a simple vista como con lámpara de hendidura, antes y después de la dilatación pupilar. El examen de las estructuras situadas por detrás del iris requiere contar con una pupila dilatada. La evaluación óptima de la retina periférica precisa del uso de un oftalmoscopio indirecto, o una biomicroscopía con lámpara de hendidura. El examen de la mácula y del nervio óptico en condiciones óptimas exige el empleo de la lámpara de hendidura (biomicroscopio) y de lentes de diagnóstico accesorias.



APÉNDICE 5. GAFAS

A continuación se detallan las recomendaciones específicas sobre la corrección con gafas de los defectos refractivos.

MIOPIA

Los pacientes con miopía asintomática no necesitan llevar corrección con gafas, excepto para las actividades visuales con un mayor grado de exigencia, como conducir o asistir a clase. Hipercorregir a los pacientes miopes induce un exceso de acomodación, lo cual puede ocasionar clínica de algún tipo. Los síntomas visuales de algunos pacientes pueden provenir de un incremento del defecto miópico que a veces aparece vinculado al trabajo visual en condiciones de baja iluminación (miopía nocturna), y, por este motivo, es posible que puedan precisar una corrección miópica más elevada para poder ver bien durante la noche.

Debido a la naturaleza progresiva de la miopía en niños y adolescentes, se recomienda realizar exámenes de detección (*screening*) cada año o cada 2 años que incluyan la toma de la agudeza visual (ver Exámenes Oculares Pediátricos según los estándares del PPP ¹²⁵).

HIPERMETROPÍA

En personas jóvenes y de mediana edad puede ser aconsejable graduar con una ligera hipocorrección, porque siempre existe algún tono acomodativo fisiológico. A medida que el paciente va cumpliendo años puede ser necesario prescribir la corrección completa, con objeto de proporcionar una buena visión de lejos y de tener el mínimo problema posible con la visión de cerca.

ASTIGMATISMO

En los pacientes con astigmatismo regular es posible que no sea preciso prescribir la corrección óptica completa. También es posible que un adulto con astigmatismo no tolere la corrección cilíndrica completa en sus primeras gafas, o incluso en prescripciones sucesivas si la primera prescripción cilíndrica fue parcial. Como norma general, no se toleran bien cambios sustanciales ni del eje ni de la potencia del cilindro.

PRESBICIA

Los pacientes con presbicia tienen diversas opciones de corrección mediante gafas: gafas bifocales, gafas trifocales, lentes progresivos, o el uso alternativo de gafas de lejos y de cerca. Cuando un paciente miope usa sus lentes de contacto, o ha sido operado de cirugía refractiva, tiene que hacer un esfuerzo acomodativo mayor que cuando usa gafas. Sin embargo, los pacientes hipermétropes tienen que hacer un esfuerzo acomodativo mayor cuando usan gafas que cuando usan lentes de contacto.

Bifocales

Existen diferentes diseños de cristales bifocales: los que llevan la parte superior del segmento de lectura con un borde superior plano, con un borde superior curvo, y finalmente, el bifocal ejecutivo. El más extendido es el de borde superior plano, pero éste puede inducir un efecto prismático con base superior, mientras que el modelo con borde superior curvo puede crear un efecto prismático con base inferior. La altura del segmento tiene mucha más importancia que la anchura. Habitualmente el borde superior del segmento de lectura se coloca unos 3 o 5 mm por debajo del centro óptico de la lente de lejos, quedando normalmente alineado con el limbo inferior; no obstante, dependiendo del tipo de ocupación, o de las preferencias del paciente, puede ser necesario posicionarlo algo más alto o más bajo. Los pacientes que trabajan con ordenadores pueden encontrar de más utilidad un tipo de bifocal modificado, con el segmento superior ajustado para la distancia de la pantalla del ordenador, y el inferior para la lectura.

Trifocales

Para los pacientes con necesidades visuales muy exigentes en visión a distancia intermedia, las lentes trifocales son una opción a tener en cuenta. También pueden resultar muy útiles para los pacientes que trabajan con ordenadores. Para prescribir las distintas potencias del lente trifocal del modo más exacto posible es muy importante tener en cuenta las distintas distancias de trabajo.

Progresivos

Los lentes progresivos permiten ampliar el rango de potenciales distancias de enfoque de la visión; además, en cuanto a la cuestión estética se aceptan muy bien. El candidato ideal para este tipo de lentes es el paciente con presbicia inicial, que no ha llevado lentes bifocales anteriormente, y que no necesita un campo visual especialmente amplio en la visión de cerca. Los inconvenientes de las lentes progresivas son: la distorsión periférica inherente al diseño del propio lente, el tamaño más reducido del segmento de lectura en comparación con el de una lente bifocal, su precio más elevado, y lo difícil que resulta hacer un montaje y un ajuste adecuado de este tipo de lentes. Colocar de un modo muy exacto tanto los centros ópticos de las lentes como los “corredores” que contienen la parte de la lente que aporta la adición progresiva, resulta fundamental para que se pueda disfrutar realmente de las ventajas visuales que estas lentes son capaces de aportar. Los problemas antes mencionados (menor tamaño de la zona de lectura y mayor distorsión periférica) se hacen más notorios cuando se montan lentes con una mayor adición de cerca.

ANISOMETROPÍA

La mayoría de los adultos puede tolerar llevar en gafa lentes con una diferencia de potencia entre ambos ojos de hasta 3,00 D. A veces se encuentran casos de pacientes que pueden tolerar más de esas 3,00 D. Para intentar evitar que se produzca una aniseiconia sintomática existen dos opciones: o bien montar una lente hipocorregida (a expensas de obtener una peor agudeza visual), o bien modificar la curva base de la lente o su grosor, para modificar el tamaño relativo de la imagen.⁵⁹⁰

Cuando un paciente présbita usa lentes bifocales puede presentarse un problema de diplopía vertical por efecto prismático, que, en una cuantía reducida, puede corregirse jugando con un grado de protrusión mayor o menor del segmento bifocal.⁵⁹⁰ Otra opción es utilizar modalidades de segmento bifocal de un perfil distinto. Y finalmente, aunque resulte algo más incómodo, utilizando un juego separado de gafas de lectura, se evitarían en todo caso los problemas de anisoforia vertical.

COMPLICACIONES Y PROBLEMAS DEL PORTE DE GAFAS GRADUADAS

Existe una diversidad de factores relacionados con las lentes y con las monturas que pueden ocasionar problemas a la hora de llevar gafas. Entre ellos se encuentran:

- Prescripción incorrecta
- Curva base y ubicación del cilindro en la superficie anterior o posterior de la lente
- Poder dióptrico y ubicación (altura y tamaño) del segmento de lectura de la bifocal
- Tipo de tinte de la lente
- Anisometropía (si ésta es grande)
- Prismas o efectos prismáticos
- Inclinación pantoscópica
- Centrado de las lentes con respeto a la pupila
- Distancia al vertex
- Tamaño de la montura y ajuste de la misma
- Alergia de contacto al material de la montura
- Cambios en el material del que está hecha la lente

Además, las lentes montadas en las gafas pueden producir aberraciones esféricas y cromáticas, así como distorsiones secundarias al propio lente, como por ejemplo magnificación (en las lentes hipermetrópicas) y minificación (en las lentes miópicas).



APÉNDICE 6. LENTES DE CONTACTO

ADAPTACIÓN DE LENTES DE CONTACTO

El ajuste óptimo de las lentes de contacto requiere que se preste gran atención al tamaño, centrado, y movilidad de la lentilla, para que ésta no interfiera negativamente en la función visual normal.

Habitualmente se realiza una queratometría o una topografía corneal para facilitar el proceso de ajuste. También hay que tener en cuenta el defecto refractivo, y compararlo con los resultados de la queratometría o de la topografía corneal, para valorar en qué grado están contribuyendo la córnea y el cristalino, respectivamente, en la cuantía total del astigmatismo. De este modo se puede valorar qué tipo de lente de contacto podría tener un mejor ajuste y proporcionar una mejor visión. Todas estas determinaciones proporcionan una información inicial, que puede permitir hacer comparaciones con las de evaluaciones sucesivas.

Una vez que se ha elegido una lente de contacto que pueda proporcionar una buena visión, debe asegurarse que ésta tiene una buena movilidad.

SELECCIÓN DE LA LENTE DE CONTACTO

La decisión acerca del tipo de lente de contacto (lente blanda de hidrogel, lente rígida gas-permeable, lente de hidrogel de silicona o lente híbrida) y la modalidad de porte (porte sólo de día, o porte de 24 horas, incluyendo las horas de sueño) debe tomarla el paciente, al que se informará y aconsejará. Además, el esquema de reemplazo de las lentes de contacto es variable, desde el porte diario de las lentillas desechables de un día, hasta el de las lentes rígidas gas-permeables, que se recambian cada 1 o 2 años.

Tipos de Lentes de Contacto

Los defectos refractivos esféricos pueden corregirse con lentes blandas de hidrogel convencional, de hidrogel de silicona o con lentes rígidas gas-

permeables.⁵⁹¹ Los astigmatismos pequeños o moderados pueden corregirse con lentes de contacto blandas tóricas, o con lentes de contacto rígidas gas-permeable. Tanto las lentes de contacto rígidas gas-permeables, como las blandas de hidrogel convencional, o las blandas de hidrogel de silicona, están disponibles con diversos coeficientes de transmisión de oxígeno en función de las diferentes demandas metabólicas corneales, e igualmente algunas de ellas están autorizadas para porte prolongado.

Los astigmatismos elevados pueden corregirse eficazmente con lentes de contacto rígidas gas-permeables o con lentes híbridas. En los casos con más astigmatismo corneal puede ser preferible utilizar lentes de contacto con diseño bitórico o con superficie posterior tórica para minimizar el apoyo apical y mejorar el centrado. Otra opción para los astigmatismos altos son las lentes de contacto blandas tóricas de diseño personalizado. Estas últimas, si están correctamente ajustadas, proporcionan un buen centrado, pautas de uso flexibles, y, para muchos pacientes, un porte mucho más cómodo. La modalidad de *piggyback*, en la cual se lleva una lente de contacto rígida gas-permeable descansando sobre una lente blanda, puede también ser una opción en algunos de estos casos. Los diseños esféricos y de geometría inversa pueden ser útiles también en astigmatismos altos o para ciertos defectos refractivos postoperatorios. Cualquiera que sea el diseño elegido, es imprescindible que la lentilla tenga una buena movilidad para que el porte sea cómodo y para mantener una adecuada integridad corneal.

Las lentes esclerales rígidas gas-permeables (diámetro > 17 mm) son una opción para la corrección de astigmatismos elevados y/o irregulares, especialmente si también hay anisometropía asociada. Estas lentes no establecen contacto con la córnea, y por su diseño, su tolerancia fisiológica no depende de la movilidad.

Cuando se utilizan lentes de contacto para corregir defectos refractivos elevados se está aumentando la demanda fisiológica de la córnea y del segmento anterior en su conjunto. El grosor y el peso de algunas de estas lentes de contacto pueden afectar negativamente al aporte de oxígeno a la córnea, ocasionando hipoxia, pannus, neovascularización y opacificación.

Para corregir la presbicia se pueden utilizar lentes de contacto blandas de hidrogel convencional o lentes rígidas gas-permeables, con óptica bifocal o multifocal. Otra opción es la monovisión con lentillas. Habitualmente, el ojo dominante se corrige para lejos y el ojo no dominante para cerca. Si un paciente que lleva lentillas monofocales con monovisión utiliza, superpuestas a sus lentillas, unas gafas con la corrección de lejos para el ojo lector, obtendrá una mejor visión en situaciones de alta demanda visual como puede ser la conducción (especialmente la nocturna), ya que mejorará su estereopsis (percepción de profundidad). La monovisión modificada consiste en el uso de una lente de contacto bifocal o multifocal en un ojo y una lente de contacto para visión lejana en el ojo contrario.

En la actualidad es muy raro que se utilicen lentes de contacto duras de polimetilmetacrilato (PMMA) para corregir defectos refractivos, por su escasa capacidad de transmitir oxígeno a la superficie corneal.

Modalidades de porte

Las lentes de contacto desechables de hidrogel convencional, las lentes rígidas gas-permeables, y las de hidrogel de silicona están disponibles tanto para porte diario como para porte nocturno.

Diversos estudios clínicos patrocinados por la FDA desarrollados a finales de los años 90 confirmaron que el factor de riesgo más importante para la queratitis infecciosa es el porte nocturno de lentes de contacto. Entre el 50 % y el 75% del riesgo de queratitis infecciosa es atribuible al porte de lentillas durante el sueño. En términos generales, cuanto más prolongado haya sido el uso de lentillas en patrón de porte prolongado (es decir, también durante la noche), mayor es el riesgo de desarrollar un infiltrado. Se estimó que para un portador de lentes de uso diario, el riesgo de desarrollar un infiltrado es aproximadamente 12 veces superior cuando se duerme con las lentillas puestas en alguna ocasión, frente al riesgo estimado si no se duerme nunca con las lentillas puestas. Los usuarios de lentillas de porte prolongado que las llevan también durante la noche tienen un riesgo 10 a 15 veces superior al de los usuarios de lentillas de porte diario que no duermen con ellas puestas.⁵ Estudios realizados en Reino Unido⁸ y Australia⁸ en 2008 confirmaron que,

con independencia del tipo de lentilla, dormir con las lentillas ocasiona un aumento sustancial del riesgo de queratitis infecciosa.

Este aumento del riesgo de infecciones corneales con el porte de lentillas durante el sueño es un aspecto que hay que hablar en profundidad con los pacientes que se planteen esta modalidad de corrección visual. Si finalmente el paciente opta por el porte nocturno, hay que indicarle que utilice solamente lentes de contacto aprobadas específicamente para el porte prolongado.

CUIDADO DE LAS LENTES DE CONTACTO

Para un cuidado adecuado de las lentes de contacto se requiere el uso de una combinación de soluciones de limpieza, desinfección, aclarado y humectantes.

²⁰¹ Las soluciones surfactantes para limpieza actúan como detergentes, convirtiendo en solubles aquellos residuos que no estén unidos químicamente a la lente. Frotar la lentilla mejora la capacidad limpiadora de la solución, probablemente gracias a la eliminación de aquellos depósitos ligados por uniones más débiles. ¹²⁻¹⁴ Las soluciones de limpieza enzimática eliminan los depósitos unidos a la superficie mediante enlaces químicos. Las soluciones desinfectantes reducen el número de microorganismos presentes en la lente de contacto. Las soluciones humectantes convierten en hidrofílica la superficie de la lente, que de por sí es hidrofóbica. Muchos fabricantes combinan todos estos agentes en soluciones multifunción.

Es necesario educar también a los pacientes para que limpien y renueven con frecuencia los estuches de las lentillas, ya que pueden ser una fuente importante de contaminación, ^{31,198,200} y además, es muy importante también desechar los estuches dañados o agrietados.

La Academia Americana de Oftalmología (www.aao.org/store) y la Asociación de Oftalmólogos Contactólogos (www.claa.org/Publications/Products/tabid/87/Default.aspx) tienen folletos informativos sobre el cuidado de las lentes de contacto.

Las lentillas blandas de uso diario

Las lentes desechables de uso diario no deben llevarse durante periodos de uso más largos que los recomendados por el fabricante, y no deben reutilizarse. Con relación al resto de lentes desechables no diarias, en régimen estándar (diurno) de porte, es preciso utilizar una solución de limpieza o una solución multiuso (solución única) para eliminar el “*biofilm*” y los depósitos de la superficie de la lente. Es necesario frotar la lente de contacto durante la limpieza y aclararla abundantemente con la solución para conseguir una correcta eliminación de los depósitos.¹³⁻¹⁵ Las lentes de contacto deben desinfectarse utilizando un sistema químico o de peróxido. La tasa de complicaciones y de efectos secundarios vistos con las lentillas de hidrogel de silicona varía según el tipo de solución utilizada, y en este sentido, los sistemas sin conservantes (de peróxido de hidrógeno) son los que tienen una menor incidencia de infiltrados corneales.⁵⁹² Es posible que, en comparación con las soluciones desinfectantes con conservantes, los sistemas de peróxido de hidrógeno tengan una mayor capacidad de inhibir la adhesión de los gérmenes patógenos, y posiblemente también un mayor potencial lítico contra las formas quísticas de éstos; sin embargo, las soluciones sin conservantes (con sistemas de peróxido) conllevan unos regímenes de cuidado de las lentillas más complejos.¹⁶

Para algunos pacientes puede ser útil efectuar una limpieza enzimática periódica. Es preciso seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto al cuidado de las lentillas y su régimen de reemplazos.

Lentes de contacto blandas de porte prolongado de hidrogel y de hidrogel de silicona.

La FDA recomienda que cuando se lleven lentes de contacto blandas de hidrogel durante las horas del sueño, se retiren éstas al menos una vez por semana para someterlas a un proceso de limpieza y desinfección que dure toda la noche.⁵⁹¹ Igualmente, las lentes de contacto desechables de uso prolongado deben desecharse de manera regular siguiendo las recomendaciones del fabricante, o, en su caso, las instrucciones específicas proporcionadas por los profesionales. En la actualidad, la FDA tiene aprobadas las lentes de hidrogel de silicona para su uso durante periodos de porte

ininterrumpido de hasta 30 días. Cuando las lentillas de porte prolongado de hidrogel y de hidrogel de silicona se llevan en un patrón de porte diario, los cuidados que precisan son los mismos que los de cualquier lentilla de porte diario.

Lentes de contacto rígidas gas-permeables

Cuando se retiran las lentes de contacto rígidas gas-permeables, hay que proceder a la limpieza de su superficie y a su aclarado; no debe usarse nunca agua no estéril, como puede ser el agua del grifo o el agua embotellada. Durante la noche hay que guardarlas dentro de su estuche en un baño de solución desinfectante. El agua del grifo debe estar totalmente proscrita en el régimen de mantenimiento, ya que existe la sospecha de que su empleo pueda estar relacionado con la aparición de queratitis por *Acanthamoeba*, especialmente en casos de ortoqueratología.²¹⁹ Las lentes de contacto rígidas gas-permeables también requieren una limpieza enzimática periódica. Las lentes de contacto rígidas gas-permeables aprobadas para porte nocturno (durante el sueño) deben seguir el mismo régimen de cuidados aconsejado para las lentillas rígidas gas-permeables de uso diario.



APÉNDICE 7. LA TARJETA K

Es un formulario PDF rellenable que se puede descargar de la página www.aao.org/ppp. Permite entregar al paciente información pre y postoperatoria precisa de la cirugía refractiva corneal realizada de un modo estandarizado.

(N. del T.: Para descargar este formulario, introduzca en el recuadro de búsqueda de la página el término “K card”. Los contenidos de las páginas podrían reorganizarse, haciendo que los enlaces a los distintos recursos pudieran no llevar a la ubicación actual de estos).



APÉNDICE 8. CATARATA EN EL OJO ADULTO.

RESUMEN DEL PPP ⁵³

BIOMETRÍA Y CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LALENTE INTRAOCULAR

Para poder conseguir en el postoperatorio el objetivo refractivo planificado es requisito mínimo imprescindible obtener una medición precisa, tanto de la longitud axial como de la potencia central de la córnea, y elegir la lente intraocular (LIO) más adecuada en base al resultado obtenido con una fórmula de cálculo. La longitud axial puede medirse mediante una ecografía en modo A o mediante una biometría óptica. La ecografía en modo A puede realizarse con técnica de aplanación o con técnica de inmersión. En la técnica de aplanación, la sonda de ultrasonidos puede comprimir la córnea en grado variable, dando esto como resultado un acortamiento “artificial” y de magnitud variable de la longitud axial del ojo; la precisión y la uniformidad de los resultados obtenidos con este método dependen por tanto en gran medida de la habilidad y de la experiencia de la persona que realice la prueba.⁵⁹³⁻⁵⁹⁵ Cuando se usa la técnica de inmersión, la sonda de ultrasonido no entra en contacto directo con la córnea, por lo que las medidas obtenidas suelen ser más homogéneas.

La biometría óptica es un método de alta resolución y sin contacto para la medición de la longitud axial, que utiliza una fuente especial de luz en lugar de ultrasonidos. Es significativamente más precisa y reproducible que la biometría en modo A de contacto (por aplanación).^{593,596,597} En un principio se consideró que la biometría óptica y la biometría de inmersión en modo A podían obtener resultados comparables; pero en fecha más reciente se ha demostrado que la biometría óptica proporciona mejores resultados refractivos, y que con ella es más probable que el equivalente esférico del paciente se acerque al objetivo refractivo previsto.⁵⁹⁸⁻⁶⁰⁰ También se ha demostrado que con la biometría óptica los resultados no dependen del usuario.⁶⁰¹ Otras ventajas sobre la ecografía en modo A son su sencillez, la velocidad de adquisición de medidas cuando se trabaja en modo automático, así como la capacidad de medir la

distancia ápex corneal - centro de la mácula, siempre que se consiga una fijación adecuada. Como la biometría óptica mide la longitud axial “refractiva” en vez de la “anatómica”, es un método más preciso que la ecografía estándar en modo A cuando la fovea está situada en la concavidad de un estafiloma posterior. También es más sencilla de usar que el ultrasonido cuando el paciente es portador de aceite de silicona en el segmento posterior.^{603,604} A pesar de los avances recientes en biometría óptica, que han hecho posible que actualmente podamos medir la longitud axial a través de cataratas cada vez más densas, la ecografía en modo A todavía puede ser necesaria para medir la longitud axial en determinado tipo de cataratas, o si los pacientes son incapaces de mantener una adecuada fijación.^{606,607} Es recomendable medir la longitud axial de los dos ojos para poder compararlos entre sí, incluso si no está previsto operar el ojo contralateral.

Las fórmulas para el cálculo de la potencia de la LIO utilizan la queratometría para determinar la contribución neta de la córnea en la refracción. Estas medidas pueden obtenerse mediante queratometría manual o automática, o mediante topografía corneal. Después de una cirugía querato-refractiva, la medición de la potencia corneal central es especialmente difícil. Todos los dispositivos que miden la potencia corneal por métodos convencionales son incapaces de determinar con precisión la potencia corneal central después de cirugía querato-refractiva. En este escenario, el uso de la queratometría estándar, sin ningún tipo de ajuste compensatorio, conducirá a una sorpresa refractiva con total seguridad.

En el cálculo y la elección de la LIO deberían usarse formulas biométricas teóricas modernas, como son: Hoffer Q, Holladay, y SRK / T.⁶⁰⁸⁻⁶¹³ Algunas fórmulas de última generación, como las de Haigis, Holladay 2, y Olsen, incorporan mediciones adicionales, como la de la profundidad de la cámara anterior, el grosor del cristalino, o el diámetro corneal horizontal, en un intento por predecir con mayor exactitud la posición efectiva de la LIO implantada. Las fórmulas teóricas se basan en constantes numéricas que permiten predecir la posición efectiva de la lente dentro del ojo. La fórmula Haigis utiliza tres constantes diferentes, que son altamente específicas para un modelo concreto

de LIO en todo su rango dióptrico. Aunque los fabricantes de las LIOs proporcionan las constantes correspondientes para ser usadas con estas fórmulas, estas constantes no dejan de ser una mera recomendación, y pueden no estar validadas para el método concreto de biometría que se esté empleando. Se recomienda en todo caso que cada cirujano proceda a optimizar dichas constantes en base a sus propios resultados refractivos.

El cirujano debe tener en cuenta las preferencias y las necesidades del paciente a la hora de fijar el objetivo refractivo postoperatorio. Dependiendo de cada fabricante, existe una cierta limitación en cuanto a la disponibilidad de lentes de muy alta o de muy baja potencia (“rango ampliado”). Para los pacientes con miopía extrema, las lentes de muy baja potencia próximas a cero (tanto positivas como negativas) pueden necesitar constantes específicas muy diferentes de las recomendadas por el fabricante.⁶¹⁴ En los pacientes con hipermetropía extrema que precisan una potencia de LIO por encima de la potencia máxima fabricada, se ha venido utilizando el *piggyback* (del inglés, “uno encima de otro”) es decir, se ha venido procediendo a implantar en el mismo ojo dos LIOs de cámara posterior.⁶¹⁵ Cuando es preciso hacer *piggyback*, es preferible que las ópticas de las dos lentes sean de material diferente y que cada una se implante en una localización anatómica distinta, en vez de implantar ambas lentes dentro del saco capsular. Esto reduce el riesgo de formación de opacidades membranosas interlenticulares (entre las dos LIOs).^{616,617} El cálculo de la potencia de las dos LIOs a implantar primariamente en *piggyback* puede ser menos preciso que cuando se implanta una sola LIO, porque es difícil predecir la posición efectiva resultante de la combinación de las dos LIOs.⁶¹⁸ En dos series pequeñas se han publicado buenos resultados refractivos con lentes en *piggyback*.^{619,620}

TRATAMIENTO POSTOPERATORIO

El oftalmólogo que realizó la cirugía de cataratas tiene una perspectiva única y un conocimiento en profundidad de cómo transcurrió la operación del paciente, el curso postoperatorio, y el resultado de la cirugía. El oftalmólogo a cargo de la cirugía es responsable de la atención del paciente durante el postoperatorio,

periodo en el que se presentan la mayor parte de las complicaciones y en el que se alcanza la estabilidad en la función visual. Igualmente le concierne una obligación ética hacia el paciente que se mantiene hasta que la rehabilitación postoperatoria se haya completado.

Todos aquellos aspectos de la atención ocular postoperatoria que se incluyen dentro del ámbito de competencia exclusiva del oftalmólogo deberían ser proporcionados también por el mismo oftalmólogo que realizó la intervención. Estos cuidados privativos no incluyen forzosamente aquellas tareas de la atención postoperatoria que está previsto por ley que puedan ser dispensados también por el personal auxiliar. Cuando no sea factible que el cirujano se ocupe personalmente del seguimiento, debe encargarse personalmente, antes de la operación, de remitir al paciente a otro oftalmólogo que siga el postoperatorio, existiendo necesariamente una conformidad previa, tanto por parte del paciente como por parte del oftalmólogo receptor.^{225,309,621} En circunstancias excepcionales, como en caso de una urgencia, o bien si no hubiese ningún oftalmólogo disponible, el cirujano podría prever algún otro tipo de solución para que el paciente recibiera aquellos aspectos de la atención oftalmológica postoperatoria que recaen en el ámbito de competencia exclusiva del oftalmólogo, en tanto en cuanto que se mantenga como objetivo principal el bienestar del paciente y el respeto de sus derechos.

El oftalmólogo que realizó la cirugía tiene la obligación de informar a su paciente acerca de los síntomas y signos que podrían alertar de una posible complicación, de cómo debe el paciente proteger sus ojos, del tipo de actividad que está permitida, de las medicaciones que deben usarse, de las revisiones que debe pasar, y de cómo debe proceder y contactar en caso de urgencia. El oculista debe informar también a sus pacientes sobre la responsabilidad que a ellos les incumbe en lo referente a seguir las instrucciones y consejos que se le vayan dando en el postoperatorio, y de cómo deben comunicar inmediatamente con el oftalmólogo si se presentase cualquier problema. Si se presentase un problema grave, el paciente debe tener siempre acceso a un oftalmólogo que pueda proporcionarle la atención precisa.

La mayoría de oftalmólogos proporcionan todos los cuidados postoperatorios en su propia consulta. En ese entorno, otros miembros de su equipo pueden participar también en la atención postoperatoria. El cirujano oftalmólogo también es responsable ante el paciente de aquellos aspectos de la atención postoperatoria que pudiera haber delegado en otros profesionales.²²⁵

Las pautas de tratamiento postoperatorio (colirios de antibióticos, corticoides o AINEs –antiinflamatorios no esteroideos-) varían de un cirujano a otro. No hay estudios controlados que hayan determinado cuál es la pauta óptima de tratamiento tópico; por tanto, es competencia del oftalmólogo decidir qué fármacos tópicos utilizar, solos o en combinación. Algunas de las complicaciones propias de estos fármacos son: elevación de la presión intraocular (PIO) con los corticoides, o reacciones alérgicas con los antibióticos. En raras ocasiones se ha comunicado la aparición de complicaciones corneales importantes con el uso de AINEs tópicos, como defectos epiteliales o ulceración estromal y lisis estromal (“*melting*”).⁶²²⁻⁶²⁴

Seguimiento

La frecuencia de las revisiones postoperatorias está organizada en base al objetivo de conseguir un resultado postoperatorio óptimo, y de permitir la detección y el manejo inmediato de las complicaciones después de un diagnóstico rápido y preciso. También permite prescribir una corrección óptica satisfactoria, proporcionar información y ayuda al paciente, y revisar las instrucciones postoperatorias. La Tabla A8-1 proporciona pautas de consenso para el seguimiento, puesto que no hay ningún estudio que haya determinado cuál es el régimen de visitas óptimo. Algunos estudios prospectivos realizados en el Reino Unido han demostrado que, en caso de cirugía de catarata no complicada, en pacientes sin patología asociada, omitir la revisión del día siguiente no se asocia con una mayor incidencia de complicaciones graves.⁶²⁵⁻

628

TABLA A8-1 PLAN DE VISITAS POSTOPERATORIAS

Características del paciente	Primera visita	Visitas sucesivas
Sin características de alto riesgo, ni signos o síntomas de una posible complicación tras cirugía de catarata de pequeña incisión	Dentro de las primeras 48 horas tras la cirugía	La frecuencia y cadencia dependerán de la refracción, función visual, y de la condición médica del ojo.
Funcionalmente monocular; con complicaciones intraoperatorias; alto riesgo de complicaciones en el postoperatorio inmediato, como un pico tensional	Dentro de las primeras 24 horas tras la cirugía	A menudo precisan visitas postoperatorias más frecuentes

Los pacientes deben recibir instrucciones precisas para contactar inmediatamente con el oftalmólogo si presentasen síntomas como: pérdida de visión importante, dolor de intensidad creciente, enrojecimiento progresivo, o inflamación de la zona periocular, porque estos síntomas podrían estar indicando el inicio de un cuadro de endoftalmitis.

En ausencia de complicaciones, el intervalo y la frecuencia de las visitas postoperatorias dependen en buena medida del tamaño o del tipo de incisión; de la necesidad o no de cortar o retirar suturas; y de cuándo se vaya alcanzando la estabilidad de la refracción, de la función visual, y de la condición médica general del ojo. En general está indicado mantener visitas postoperatorias más frecuentes si el paciente presentase síntomas anormales o se encontrasen hallazgos de exploración infrecuentes, o si se hubiesen producido complicaciones; en tal caso, el paciente debe tener un acceso fácil a la consulta del oftalmólogo para hacer cualquier consulta o solicitar atención.

Cada visita postoperatoria debería incluir:

- Una referencia al intervalo temporal con relación a la fecha de la operación, recogiendo también qué medicación se está usando, qué

síntomas refiere el paciente, y cómo considera que se va encontrando en cuanto a su visión.

- Medición de la función visual (es decir, de la agudeza visual, incluyendo la agudeza con estenopeico o la refracción cuando sea oportuno)
- Medición de la presión intraocular
- Examen biomicroscópico con lámpara de hendidura
- Proporcionar instrucciones y recomendaciones, tanto al paciente como a la persona encargada de proporcionarle los oportunos cuidados.
- Plan de tratamiento y manejo a seguir

Está indicado realizar un examen de fondo de ojo con dilatación si existiese un mayor riesgo de presentar problemas del segmento posterior, o simplemente una sospecha razonable de que pudiera haberlos. En ausencia de síntomas o de complicaciones quirúrgicas, ningún estudio ha demostrado que realizar de modo rutinario un examen del fondo del ojo con dilatación pueda permitir una detección más precoz de un posible desprendimiento de retina.

Cuando la mejoría visual postoperatoria es inferior a lo esperado, el oftalmólogo puede realizar pruebas diagnósticas adicionales para investigar la causa. Por ejemplo, si se sospechase una maculopatía, tanto una tomografía de coherencia óptica (OCT), como una angiografía con fluoresceína podrían ser las pruebas adecuadas para diagnosticar un edema macular quístico o difuso, una membrana epirretiniana, o una degeneración macular asociada a la edad (DMAE). Del mismo modo, una topografía corneal podría diagnosticar un astigmatismo corneal irregular. Una campimetría computerizada puede diagnosticar una anomalía neuro-oftalmológica. Pueden realizarse otras pruebas si se considerase indicado.

Por último, hay que hacer una visita final para la refracción, proporcionando al paciente una prescripción de gafas exacta que le permita optimizar su función visual. Sobre el tema de cuantas visitas refractivas deben hacerse y cuándo deben tener lugar estas, es algo que dependerá de las necesidades del

paciente y de la estabilidad que se vaya apreciando en las sucesivas mediciones. Cuando se hayan empleado suturas, éstas pueden cortarse o retirarse para reducir el astigmatismo. Por lo general, puede prescribirse la corrección óptica entre la 1ª y la 4ª semana postoperatoria, después de una cirugía de pequeña incisión⁶²⁹ y entre la 6ª y la 12ª semana tras una cirugía de catarata con gran incisión y con sutura.



MATERIALES DE LA ACADEMIA

Basic and Clinical Science Course

- Clinical Optics (Section 3, 2012-2013)
- Refractive Surgery (Section 13, 2012-2013)

Clinical Statement

Free download available at:

<http://one.aao.org/guidelines-browse?filter=clinicalstatement>.

- Appropriate Management of the Refractive Surgery Patient (2012)
- Extended Wear of Contact Lenses (2008)
- Laser Surgery (2011)
- Use of Unapproved Lasers and Software for Refractive Surgery (2009)
- Summary Recommendations for Photorefractive Keratectomy (PRK) Surgery (2012)
- Summary Recommendations for LASIK (2012)

FemtoCenter

Available at <http://one.aao.org/femtocenter>; scroll down to Journals & News; enter required login.

- AAO Guidance on Femtosecond Laser Billing for Medicare (January 31, 2012)

Focal Points

- Innovations in Advanced Surface Laser Refractive Surgery (2010)
- Surgical Treatment of Presbyopia (2009)
- Wavefront-Guided LASIK (2008)

Ophthalmic Technology Assessment

Published in *Ophthalmology*, which is distributed free to Academy members; links to abstracts and full text available at www.aao.org/ota.

- Intrastromal Corneal Ring Segments for Low Myopia (2001; reviewed for currency 2009)
- LASIK for Hyperopia, Hyperopic Astigmatism, and Mixed Astigmatism (2004; reviewed for currency 2009)
- Laser In-Situ Keratomileusis (LASIK) for Myopia and Astigmatism: Safety and Efficacy (2002; reviewed for currency 2009)
- Wavefront-Guided LASIK for the Correction of Primary Myopia and Astigmatism (2008)

Patient Education Brochure

- Contact Lenses (2011)
- Laser Surgery of the Eye (2011)
- LASIK (2012)
- Photorefractive Keratectomy (PRK) (2012)
- Refractive Errors (2011)
- Refractive Surgery (2012)

Patient Education Downloadable Handout

- Laser Surgery of the Eye (subscription) (2011-2012)
- LASIK (subscription) (2011-2012)
- Refractive Errors (subscription) (2011-2012)
- Refractive Surgery (subscription) (2011-2012)
- Wavefront-Guided LASIK (subscription) (2011-2012)

Patient Education Video

- LASIK: Digital-Eyes Ophthalmic Animations for Patients (subscription) (also available in Spanish) (2009)
- Refractive Procedures: Digital-Eyes Ophthalmic Animations for Patients (subscription) (also available in Spanish) (2009)
- What is Presbyopia?: Ophthalmic Animations for Patients (subscription) (also available in Spanish) (2009)

Preferred Practice Pattern® Guidelines - Free download available at www.aao.org/ppp.

- Cataract in the Adult Eye (2011)
- Comprehensive Adult Medical Eye Evaluation (2010)

To order any of these products, except for the free materials, please contact the Academy's Customer Service at 866.561.8558 (U.S. only) or 415.561.8540 or www.aao.org/store.



BIBLIOGRAFÍA

1. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Annex B: key to evidence statements and grades of recommendations. In: SIGN 50: A Guideline Developer's Handbook. Available at: www.sign.ac.uk/guidelines/fulltext/50/annexb.html. Accessed October 2, 2012.
2. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ* 2008;336:924-6.
3. GRADE Working Group. Organizations that have endorsed or that are using GRADE. Available at: www.gradeworkinggroup.org/society/index.htm. Accessed April 21, 2011.
4. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Section 7.3 levels of evidence and grades of recommendation. In: SIGN 50: A Guideline Developer's Handbook. Available at: www.sign.ac.uk/guidelines/fulltext/50/section7.html. Accessed October 2, 2012
5. Schein OD, Buehler PO, Stamler JF, et al. The impact of overnight wear on the risk of contact lens-associated ulcerative keratitis. *Arch Ophthalmol* 1994;112:186-90. [II+].
6. Nilsson SE, Montan PG. The annualized incidence of contact lens induced keratitis in Sweden and its relation to lens type and wear schedule: results of a 3-month prospective study. *CLAO J* 1994;20:225-30. [II+].
7. Schein OD, McNally JJ, Katz J, et al. The incidence of microbial keratitis among wearers of a 30-day silicone hydrogel extended-wear contact lens. *Ophthalmology* 2005;112:2172-9. [II++].
8. Dart JK, Radford CF, Minassian D, et al. Risk factors for microbial keratitis with contemporary contact lenses: a case-control study. *Ophthalmology* 2008;115:1647-54. [II++].
9. Stapleton F, Keay L, Edwards K, et al. The incidence of contact lens-related microbial keratitis in Australia. *Ophthalmology* 2008;115:1655-62. [II+].
10. Mondino BJ, Weissman BA, Farb MD, Pettit TH. Corneal ulcers associated with daily-wear and extended-wear contact lenses. *Am J Ophthalmol* 1986;102:58-65. [II-].
11. Poggio EC, Glynn RJ, Schein OD, et al. The incidence of ulcerative keratitis among users of daily-wear and extended-wear soft contact lenses. *N Engl J Med* 1989;321:779-83. [II++].
12. American Society of Cataract and Refractive Surgery Infectious Disease Task Force. ASCRS White Paper. Special Report: Acanthamoeba Keratitis. July 2007. Available at: www.ascrs.org/clinical-reports/acanthamoeba-keratitis-guidelines-2007. Accessed October 2, 2012. [II++].
13. Butcko V, McMahon TT, Joslin CE, Jones L. Microbial keratitis and the role of rub and rinsing. *Eye Contact Lens* 2007;33:421-3; discussion 424-5. [III].
14. Cho P, Cheng SY, Chan WY, Yip WK. Soft contact lens cleaning: rub or no-rub? *Ophthalmic Physiol Opt* 2009;29:49-57. [I+].
15. Khor WB, Aung T, Saw SM, et al. An outbreak of *Fusarium* keratitis associated with contact lens wear in Singapore. *JAMA* 2006;295:2867-73. [II++].
16. Cavanagh HD, Robertson DM, Petroll WM, Jester JV. Castroviejo Lecture 2009: 40 years in search of the perfect contact lens. *Cornea* 2010;29:1075-85. [III].
17. Johnston SP, Sriram R, Qvarnstrom Y, et al. Resistance of *Acanthamoeba* cysts to disinfection in multiple contact lens solutions. *J Clin Microbiol* 2009;47:2040-5. [III].
18. Hughes R, Kilvington S. Comparison of hydrogen peroxide contact lens disinfection systems and solutions against *Acanthamoeba polyphaga*. *Antimicrob Agents Chemother* 2001;45:2038-43. [III].
19. *Acanthamoeba* keratitis multiple states, 2005-2007. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2007;56:532-4. [II++].
20. Alfonso EC, Cantu-Dibildox J, Munir WM, et al. Insurgence of *Fusarium* keratitis associated with contact lens wear. *Arch Ophthalmol* 2006;124:941-7. [III].
21. Bernal MD, Acharya NR, Lietman TM, et al. Outbreak of *Fusarium* keratitis in soft contact lens wearers in San Francisco. *Arch Ophthalmol* 2006;124:1051-3. [III].

22. Chang DC, Grant GB, O'Donnell K, et al. Multistate outbreak of *Fusarium* keratitis associated with use of a contact lens solution. *JAMA* 2006;296:953-63. [II++].
23. Joslin CE, Tu EY, McMahon TT, et al. Epidemiological characteristics of a Chicago-area *Acanthamoeba* keratitis outbreak. *Am J Ophthalmol* 2006;142:212-7. [II+].
24. Joslin CE, Tu EY, Shoff ME, et al. The association of contact lens solution use and *Acanthamoeba* keratitis. *Am J Ophthalmol* 2007;144:169-80. [II+].
25. Thebpatiphat N, Hammersmith KM, Rocha FN, et al. *Acanthamoeba* keratitis: a parasite on the rise. *Cornea* 2007;26:701-6. [III].
26. Saw SM, Ooi PL, Tan DT, et al. Risk factors for contact lens-related *Fusarium* keratitis: a case-control study in Singapore. *Arch Ophthalmol* 2007;125:611-7. [II-].
27. Update: *Fusarium* keratitis--United States, 2005-2006. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2006;55:563-4. [II+].
28. Alfonso EC, Miller D, Cantu-Dibildox J, et al. Fungal keratitis associated with non-therapeutic soft contact lenses. *Am J Ophthalmol* 2006;142:154-5. [II-].
29. Anger C, Lally JM. *Acanthamoeba*: a review of its potential to cause keratitis, current lens care solution disinfection standards and methodologies, and strategies to reduce patient risk. *Eye Contact Lens* 2008;34:247-53. [II-].
30. Dyavaiah M, Ramani R, Chu DS, et al. Molecular characterization, biofilm analysis and experimental biofouling study of *Fusarium* isolates from recent cases of fungal keratitis in New York State. *BMC Ophthalmol* 2007;7:1. [III].
31. Hall BJ, Jones L. Contact lens cases: the missing link in contact lens safety? *Eye Contact Lens* 2010;36:101-5. [II-].
32. Levy B, Heiler D, Norton S. Report on testing from an investigation of *Fusarium* keratitis in contact lens wearers. *Eye Contact Lens* 2006;32:256-61. [II-].
33. Lindsay RG, Watters G, Johnson R, et al. *Acanthamoeba* keratitis and contact lens wear. *Clin Exp Optom* 2007;90:351-60. [III].
34. Gower EW, Keay LJ, Oechsler RA, et al. Trends in fungal keratitis in the United States, 2001 to 2007. *Ophthalmology* 2010;117:2263-7. [II+].
35. Iyer SA, Tuli SS, Wagoner RC. Fungal keratitis: emerging trends and treatment outcomes. *Eye Contact Lens* 2006;32:267-71. [III].
36. Tu EY, Joslin CE. Recent outbreaks of atypical contact lens-related keratitis: what have we learned? *Am J Ophthalmol* 2010;150:602-8. [II-].
37. Tuli SS, Iyer SA, Driebe WT Jr. Fungal keratitis and contact lenses: an old enemy unrecognized or a new nemesis on the block? *Eye Contact Lens* 2007;33:415-7; discussion 424-5. [III].
38. Pallikaris IG, Kymionis GD, Astyrakakis NI. Corneal ectasia induced by laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1796-802. [II-].
39. Argento C, Cosentino MJ, Tytiun A, et al. Corneal ectasia after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1440-8. [III].
40. Randleman JB, Woodward M, Lynn MJ, Stulting RD. Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology* 2008;115:37-50. [II+].
41. Binder PS, Lindstrom RL, Stulting RD, et al. Keratoconus and corneal ectasia after LASIK. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2035-8. [II+].
42. Pop M, Payette Y. Risk factors for night vision complaints after LASIK for myopia. *Ophthalmology* 2004;111:3-10. [II+].
43. Schallhorn SC, Kaupp SE, Tanzer DJ, et al. Pupil size and quality of vision after LASIK. *Ophthalmology* 2003;110:1606-14. [II+].
44. Tuan KM, Liang J. Improved contrast sensitivity and visual acuity after wavefront-guided laser in situ keratomileusis: in-depth statistical analysis. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:215-20. [II-].
45. Villa C, Gutierrez R, Jimenez JR, Gonzalez-Mejome JM. Night vision disturbances after successful LASIK surgery. *Br J Ophthalmol* 2007;91:1031-7. [II++].
46. Chan A, Manche EE. Effect of preoperative pupil size on quality of vision after wavefront-guided LASIK. *Ophthalmology* 2011;118:736-41. [II-].
47. Domniz Y, Comaish IF, Lawless MA, et al. Recutting the cornea versus lifting the flap: comparison of two enhancement techniques following laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2001;17:505-10. [II-].
48. Rubinfeld RS, Hardten DR, Donnenfeld ED, et al. To lift or recut: changing trends in LASIK enhancement. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2306-17. [III].

49. Leyland M, Pringle E. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev* 2006, Issue 4. Art. No.: CD003169. DOI: 10.1002/14651858.CD003169.pub2. [+++].
50. Leng C, Feiz V, Modjtahedi B, Moshirfar M. Comparison of simulated keratometric changes induced by custom and conventional laser in situ keratomileusis after myopic ablation: retrospective chart review. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1550-5.
51. American Academy of Ophthalmology Basic and Clinical Science Course Subcommittee. Basic and Clinical Science Course. Section 3: Clinical Optics, 2012-2013. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2012:115.
52. American Academy of Ophthalmology Basic and Clinical Science Course Subcommittee. Basic and Clinical Science Course. Section 3: Clinical Optics, 2012-2013. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2012:115-6.
53. American Academy of Ophthalmology Cataract/Anterior Segment Panel. Preferred Practice Pattern® Guidelines. Cataract in the Adult Eye. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2011. Available at: www.aao.org/ppp.
54. Vitale S, Ellwein L, Cotch MF, et al. Prevalence of refractive error in the United States, 1999-2004. *Arch Ophthalmol* 2008;126:1111-9.
55. Vitale S, Cotch MF, Sperduto R, Ellwein L. Costs of refractive correction of distance vision impairment in the United States, 1999-2002. *Ophthalmology* 2006;113:2163-70.
56. Barr JT. Annual report: Contact lenses 2005. *Contact Lens Spectrum* January 2006. Available at: www.clspectrum.com/article.aspx?article=12913. Accessed April 21, 2011.
57. 2010 global refractive market report. Market Scope 2010.
58. Kleinstejn RN, Jones LA, Hullett S, et al. Refractive error and ethnicity in children. *Arch Ophthalmol* 2003;121:1141-7.
59. Kempen JH, Mitchell P, Lee KE, et al. The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia. *Arch Ophthalmol* 2004;122:495-505.
60. Wang Q, Klein BE, Klein R, Moss SE. Refractive status in the Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994;35:4344-7.
61. Katz J, Tielsch JM, Sommer A. Prevalence and risk factors for refractive errors in an adult inner city population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997;38:334-40.
62. Framingham Offspring Eye Study Group. Familial aggregation and prevalence of myopia in the Framingham Offspring Eye Study. *Arch Ophthalmol* 1996;114:326-32.
63. Chen CJ, Cohen BH, Diamond EL. Genetic and environmental effects on the development of myopia in Chinese twin children. *Ophthalmic Paediatr Genet* 1985;6:353-9.
64. Saw SM, Nieto FJ, Katz J, et al. Familial clustering and myopia progression in Singapore school children. *Ophthalmic Epidemiol* 2001;8:227-36.
65. Zadnik K, Satariano WA, Mutti DO, et al. The effect of parental history of myopia on children's eye size. *JAMA* 1994;271:1323-7.
66. Dirani M, Chamberlain M, Shekar SN, et al. Heritability of refractive error and ocular biometrics: the Genes in Myopia (GEM) twin study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:4756-61.
67. Farbrother JE, Kirov G, Owen MJ, et al. Linkage analysis of the genetic loci for high myopia on 18p, 12q, and 17q in 51 U.K. families. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:2879-85.
68. Hammond CJ, Andrew T, Mak YT, Spector TD. A susceptibility locus for myopia in the normal population is linked to the PAX6 gene region on chromosome 11: a genomewide scan of dizygotic twins. *Am J Hum Genet* 2004;75:294-304.
69. Lam DS, Tam PO, Fan DS, et al. Familial high myopia linkage to chromosome 18p. *Ophthalmologica* 2003;217:115-8.
70. Stambolian D, Ibay G, Reider L, et al. Genomewide linkage scan for myopia susceptibility loci among Ashkenazi Jewish families shows evidence of linkage on chromosome 22q12. *Am J Hum Genet* 2004;75:448-59.
71. Wojciechowski R, Congdon N, Bowie H, et al. Heritability of refractive error and familial aggregation of myopia in an elderly American population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:1588-92.
72. Zhang Q, Guo X, Xiao X, et al. Novel locus for X linked recessive high myopia maps to Xq23-q25 but outside MYP1. *J Med Genet* 2006;43:e20.

73. Ibay G, Doan B, Reider L, et al. Candidate high myopia loci on chromosomes 18p and 12q do not play a major role in susceptibility to common myopia. *BMC Med Genet* 2004;5:20.
74. Wojciechowski R. Nature and nurture: the complex genetics of myopia and refractive error. *Clin Genet* 2011;79:301-20.
75. Klein AP, Duggal P, Lee KE, et al. Support for polygenic influences on ocular refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:442-6.
76. Mak W, Kwan MW, Cheng TS, et al. Myopia as a latent phenotype of a pleiotropic gene positively selected for facilitating neurocognitive development, and the effects of environmental factors in its expression. *Med Hypotheses* 2006;66:1209-15.
77. Dirani M, Shekar SN, Baird PN. The role of educational attainment in refraction: the Genes in Myopia (GEM) twin study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49:534-8.
78. Hayashi H, Yamashiro K, Nakanishi H, et al. Association of 15q14 and 15q25 with high myopia in Japanese. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:4853-8.
79. Li Z, Qu J, Xu X, et al. A genome-wide association study reveals association between common variants in an intergenic region of 4q25 and high-grade myopia in the Chinese Han population. *Hum Mol Genet* 2011;20:2861-8.
80. Shi Y, Qu J, Zhang D, et al. Genetic variants at 13q12.12 are associated with high myopia in the Han Chinese population. *Am J Hum Genet* 2011;88:805-13.
81. Wu HM, Seet B, Yap EP, et al. Does education explain ethnic differences in myopia prevalence? A population-based study of young adult males in Singapore. *Optom Vis Sci* 2001;78:234-9.
82. Tan GJ, Ng YP, Lim YC, et al. Cross-sectional study of near-work and myopia in kindergarten children in Singapore. *Ann Acad Med Singapore* 2000;29:740-4.
83. Tan NW, Saw SM, Lam DS, et al. Temporal variations in myopia progression in Singaporean children within an academic year. *Optom Vis Sci* 2000;77:465-72.
84. Kinge B, Midelfart A, Jacobsen G, Rystad J. The influence of near-work on development of myopia among university students. A three-year longitudinal study among engineering students in Norway. *Acta Ophthalmol Scand* 2000;78:26-9.
85. Gwiazda J, Deng L, Dias L, Marsh-Tootle W. Association of education and occupation with myopia in COMET parents. *Optom Vis Sci* 2011;88:1045-53.
86. Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, et al. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:3633-40.
87. Saw SM, Zhang MZ, Hong RZ, et al. Near-work activity, night-lights, and myopia in the Singapore-China study. *Arch Ophthalmol* 2002;120:620-7.
88. Saw SM, Chua WH, Hong CY, et al. Nearwork in early-onset myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:332-9.
89. Rahi JS, Cumberland PM, Peckham CS. Myopia over the lifecourse: prevalence and early life influences in the 1958 British birth cohort. *Ophthalmology* 2011;118:797-804.
90. Rechichi C, Scullica L. Trends regarding myopia in video terminal operators. *Acta Ophthalmol Scand* 1996;74:493-6.
91. Saw SM, Nieto FJ, Katz J, et al. Factors related to the progression of myopia in Singaporean children. *Optom Vis Sci* 2000;77:549-54.
92. Ip JM, Saw SM, Rose KA, et al. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49:2903-10.
93. Saw SM, Shankar A, Tan SB, et al. A cohort study of incident myopia in Singaporean children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:1839-44.
94. Quinn GE, Shin CH, Maguire MG, Stone RA. Myopia and ambient lighting at night. *Nature* 1999;399:113-4.
95. Zadnik K, Jones LA, Irvin BC, et al, Collaborative Longitudinal Evaluation of Ethnicity and Refractive Error (CLEERE) Study Group. Myopia and ambient night-time lighting. *Nature* 2000;404:143-4.
96. Dirani M, Tong L, Gazzard G, et al. Outdoor activity and myopia in Singapore teenage children. *Br J Ophthalmol* 2009;93:997-1000.
97. Jones LA, Sinnott LT, Mutti DO, et al. Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48:3524-32.
98. Rose KA, Morgan IG, Ip J, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology* 2008;115:1279-85.

99. McMahon G, Zayats T, Chen YP, et al. Season of birth, daylight hours at birth, and high myopia. *Ophthalmology* 2009;116:468-73.
100. Mandel Y, Grotto I, El-Yaniv R, et al. Season of birth, natural light, and myopia. *Ophthalmology* 2008;115:686-92.
101. Lin LL, Shih YF, Tsai CB, et al. Epidemiologic study of ocular refraction among schoolchildren in Taiwan in 1995. *Optom Vis Sci* 1999;76:275-81.
102. Lin LL, Chen CJ, Hung PT, Ko LS. Nation-wide survey of myopia among schoolchildren in Taiwan, 1986. *Acta Ophthalmol Suppl* 1988;185:29-33.
103. Wu MM, Edwards MH. The effect of having myopic parents: an analysis of myopia in three generations. *Optom Vis Sci* 1999;76:387-92.
104. Lin LL, Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ. Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983 to 2000. *Ann Acad Med Singapore* 2004;33:27-33.
105. Rose KA, Morgan IG, Smith W, Mitchell P. High heritability of myopia does not preclude rapid changes in prevalence. *Clin Experiment Ophthalmol* 2002;30:168-72.
106. Dayan YB, Levin A, Morad Y, et al. The changing prevalence of myopia in young adults: a 13-year series of population-based prevalence surveys. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:2760-5.
107. Parssinen O. The increased prevalence of myopia in Finland. *Acta Ophthalmol*. In press.
108. Vitale S, Sperduto RD, Ferris FL 3rd. Increased prevalence of myopia in the United States between 1971-1972 and 1999-2004. *Arch Ophthalmol* 2009;127:1632-9.
109. Attebo K, Ivers RQ, Mitchell P. Refractive errors in an older population: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology* 1999;106:1066-72.
110. Writing Committee for the MEPEDES Study Group. Prevalence of astigmatism in 6- to 72-month-old African American and Hispanic children: the Multi-ethnic Pediatric Eye Disease Study. *Ophthalmology* 2011;118:284-93.
111. Holmstrom M, el Azazi M, Kugelberg U. Ophthalmological long-term follow up of preterm infants: a population based, prospective study of the refraction and its development. *Br J Ophthalmol* 1998;82:1265-71.
112. Larsson EK, Rydberg AC, Holmstrom GE. A population-based study of the refractive outcome in 10-year-old preterm and full-term children. *Arch Ophthalmol* 2003;121:1430-6.
113. Saw SM, Chew SJ. Myopia in children born premature or with low birth weight. *Acta Ophthalmol Scand* 1997;75:548-50.
114. Ton Y, Wysenbeek YS, Spierer A. Refractive error in premature infants. *J AAPOS* 2004;8:534-8.
115. Saunders KJ. Early refractive development in humans. *Surv Ophthalmol* 1995;40:207-16.
116. Holmstrom GE, Larsson EK. Development of spherical equivalent refraction in prematurely born children during the first 10 years of life: a population-based study. *Arch Ophthalmol* 2005;123:1404-11.
117. Zadnik K, Mutti DO, Friedman NE, Adams AJ. Initial cross-sectional results from the Orinda Longitudinal Study of Myopia. *Optom Vis Sci* 1993;70:750-8.
118. Robb RM. Refractive errors associated with hemangiomas of the eyelids and orbit in infancy. *Am J Ophthalmol* 1977;83:52-8.
119. Rabin J, Van Sluyters RC, Malach R. Emmetropization: a vision-dependent phenomenon. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1981;20:561-4.
120. Grosvenor T, Perrigin DM, Perrigin J, Maslovitz B. Houston Myopia Control Study: a randomized clinical trial. Part II. Final report by the patient care team. *Am J Optom Physiol Opt* 1987;64:482-98.
121. Jensen H. Myopia progression in young school children and intraocular pressure. *Doc Ophthalmol* 1992;82:249-55.
122. Parssinen O, Hemminki E, Klemetti A. Effect of spectacle use and accommodation on myopic progression: final results of a three-year randomised clinical trial among schoolchildren. *Br J Ophthalmol* 1989;73:547-51.
123. Hyman L, Gwiazda J, Hussein M, et al. Relationship of age, sex, and ethnicity with myopia progression and axial elongation in the correction of myopia evaluation trial. *Arch Ophthalmol* 2005;123:977-87.
124. Fan DS, Lam DS, Lam RF, et al. Prevalence, incidence, and progression of myopia of school children in Hong Kong. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:1071-5.

125. Fan DS, Rao SK, Cheung EY, et al. Astigmatism in Chinese preschool children: prevalence, change, and effect on refractive development. *Br J Ophthalmol* 2004;88:938-41.
126. Saw SM, Tong L, Chua WH, et al. Incidence and progression of myopia in Singaporean school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:51-7.
127. Shih YF, Chen CH, Chou AC, et al. Effects of different concentrations of atropine on controlling myopia in myopic children. *J Ocul Pharmacol Ther* 1999;15:85-90.
128. Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ, et al. An intervention trial on efficacy of atropine and multi-focal glasses in controlling myopic progression. *Acta Ophthalmol Scand* 2001;79:233-6.
129. Zhao J, Mao J, Luo R, et al. The progression of refractive error in school-age children: Shunyi district, China. *Am J Ophthalmol* 2002;134:735-43.
130. Gudmundsdottir E, Jonasson F, Jonsson V, et al, Iceland-Japan Co-Working Study Groups. "With the rule" astigmatism is not the rule in the elderly. Reykjavik Eye Study: a population based study of refraction and visual acuity in citizens of Reykjavik 50 years and older. *Acta Ophthalmol Scand* 2000;78:642-6.
131. Montes-Mico R. Astigmatism in infancy and childhood. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2000;37:349-53.
132. Guzowski M, Wang JJ, Rochtchina E, et al. Five-year refractive changes in an older population: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology* 2003;110:1364-70.
133. Gudmundsdottir E, Arnarsson A, Jonasson F. Five-year refractive changes in an adult population: Reykjavik Eye Study. *Ophthalmology* 2005;112:672-7.
134. Eye Disease Case-Control Study Group. Risk factors for idiopathic rhegmatogenous retinal detachment. *Am J Epidemiol* 1993;137:749-57.
135. Lim R, Mitchell P, Cumming RG. Refractive associations with cataract: the Blue Mountains Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:3021-6.
136. Grodum K, Heijl A, Bengtsson B. Refractive error and glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand* 2001;79:560-6.
137. Wong TY, Klein BE, Klein R, et al. Refractive errors, intraocular pressure, and glaucoma in a white population. *Ophthalmology* 2003;110:211-7.
138. Chen H, Wen F, Li H, et al. The types and severity of high myopic maculopathy in Chinese patients. *Ophthalmic Physiol Opt* 2012;32:60-7.
139. Gao LQ, Liu W, Liang YB, et al. Prevalence and characteristics of myopic retinopathy in a rural Chinese adult population: the Handan Eye Study. *Arch Ophthalmol* 2011;129:1199-204.
140. Marcus MW, de Vries MM, Montolio FG, Jansonius NM. Myopia as a risk factor for open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2011;118:1989-94.
141. Ohno-Matsui K, Shimada N, Yasuzumi K, et al. Long-term development of significant visual field defects in highly myopic eyes. *Am J Ophthalmol* 2011;152:256-65.
142. Lowe RF. Causes of shallow anterior chamber in primary angle-closure glaucoma. Ultrasonic biometry of normal and angle-closure glaucoma eyes. *Am J Ophthalmol* 1969;67:87-93.
143. Smith TS, Frick KD, Holden BA, et al. Potential lost productivity resulting from the global burden of uncorrected refractive error. *Bull World Health Organ* 2009;87:431-7.
144. American Academy of Ophthalmology Pediatric Ophthalmology/Strabismus Panel. Preferred Practice Pattern[®] Guidelines. Amblyopia. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2012. Available at: www.aao.org/ppp.
145. Saw SM, Shih-Yen EC, Koh A, Tan D. Interventions to retard myopia progression in children: an evidence-based update. *Ophthalmology* 2002;109:415-21; discussion 422-4.
146. Walline JJ, Lindsley K, Vedula SS, et al. Interventions to slow progression of myopia in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2011, Issue 12. Art. No.: CD004916. DOI: 10.1002/14651858.CD004916.pub3.
147. American Academy of Ophthalmology Preferred Practice Patterns Committee. Preferred Practice Pattern[®] Guidelines. Comprehensive Adult Medical Eye Evaluation.

- San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2010. Available at: www.aao.org/ppp.
148. Zadnik K, Mutti DO, Adams AJ. The repeatability of measurement of the ocular components. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992;33:2325-33.
 149. Goss DA, Grosvenor T. Reliability of refraction--a literature review. *J Am Optom Assoc* 1996;67:619-30.
 150. American Academy of Ophthalmology Pediatric Ophthalmology/Strabismus Panel. Preferred Practice Pattern® Guidelines. Pediatric Eye Evaluations. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2012. Available at: www.aao.org/ppp.
 151. Hofmeister EM, Kaupp SE, Schallhorn SC. Comparison of tropicamide and cyclopentolate for cycloplegic refractions in myopic adult refractive surgery patients. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:694-700.
 152. American Academy of Ophthalmology Pediatric Ophthalmology/Strabismus Panel. Preferred Practice Pattern® Guidelines. Esotropia and Exotropia. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2012. Available at: www.aao.org/ppp.
 153. American Academy of Pediatrics and American Academy of Ophthalmology. Joint Policy Statement. Protective Eyewear for Young Athletes. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2003. Available at: . Accessed October 3, 2012.
 154. Vinger PF, Parver L, Alfaro DV 3rd, et al. Shatter resistance of spectacle lenses. *JAMA* 1997;277:142-4.
 155. Key JE. Development of contact lenses and their worldwide use. *Eye Contact Lens* 2007;33:343-5; discussion 362-3.
 156. Asbell PA, Wasserman D. Contact lens-induced corneal warpage. *Int Ophthalmol Clin* 1991;31:121-6.
 157. Macsai MS, Varley GA, Krachmer JH. Development of keratoconus after contact lens wear. Patient characteristics. *Arch Ophthalmol* 1990;108:534-8.
 158. Elhers WH, Donshik PC. Giant papillary conjunctivitis. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2008;8:445-9.
 159. Jeng BH, Halfpenny CP, Meisler DM, Stock EL. Management of focal limbal stem cell deficiency associated with soft contact lens wear. *Cornea* 2011;30:18-23.
 160. Martin R. Corneal conjunctivalisation in long-standing contact lens wearers. *Clin Exp Optom* 2007;90:26-30.
 161. Jalbert I, Sweeney DF, Stapleton F. The effect of long-term wear of soft lenses of low and high oxygen transmissibility on the corneal epithelium. *Eye (Lond)* 2009;23:1282-7.
 162. Liu Z, Pflugfelder SC. The effects of long-term contact lens wear on corneal thickness, curvature, and surface regularity. *Ophthalmology* 2000;107:105-11.
 163. MacRae SM, Matsuda M, Shellans S, Rich LF. The effects of hard and soft contact lenses on the corneal endothelium. *Am J Ophthalmol* 1986;102:50-7.
 164. MacRae SM, Matsuda M, Shellans S. Corneal endothelial changes associated with contact lens wear. *CLAO J* 1989;15:82-7.
 165. MacRae SM, Matsuda M, Phillips DS. The long-term effects of polymethylmethacrylate contact lens wear on the corneal endothelium. *Ophthalmology* 1994;101:365-70.
 166. Baum J, Barza M. Pseudomonas keratitis and extended-wear soft contact lenses. *Arch Ophthalmol* 1990;108:663-4.
 167. Koidou-Tsiligianni A, Alfonso E, Forster RK. Ulcerative keratitis associated with contact lens wear. *Am J Ophthalmol* 1989;108:64-7.
 168. Cohen EJ, Laibson PR, Arentsen JJ, Clemons CS. Corneal ulcers associated with cosmetic extended wear soft contact lenses. *Ophthalmology* 1987;94:109-14.
 169. Wilson LA, Ahearn DG. Association of fungi with extended-wear soft contact lenses. *Am J Ophthalmol* 1986;101:434-6.
 170. Wilhelmus KR, Robinson NM, Font RA, et al. Fungal keratitis in contact lens wearers. *Am J Ophthalmol* 1988;106:708-14.
 171. Moore MB, McCulley JP, Luckenbach M, et al. Acanthamoeba keratitis associated with soft contact lenses. *Am J Ophthalmol* 1985;100:396-403.
 172. Stehr-Green JK, Bailey TM, Visvesvara GS. The epidemiology of Acanthamoeba keratitis in the United States. *Am J Ophthalmol* 1989;107:331-6.

173. Stern GA, Zam SZ. The pathogenesis of contact lens-associated pseudomonas aeruginosa corneal ulceration. 1. The effect of contact lens coatings on adherence of pseudomonas aeruginosa to soft contact lenses. *Cornea* 1986;5:41-5.
174. Schein OD, Glynn RJ, Poggio EC, et al. Microbial Keratitis Study Group. The relative risk of ulcerative keratitis among users of daily-wear and extended-wear soft contact lenses: a case-control study. *N Engl J Med* 1989;321:773-8.
175. Poggio EC, Abelson M. Complications and symptoms in disposable extended wear lenses compared with conventional soft daily wear and soft extended wear lenses. *CLAO J* 1993;19:31-9.
176. Nilsson SE, Montan PG. The hospitalized cases of contact lens induced keratitis in Sweden and their relation to lens type and wear schedule: results of a three-year retrospective study. *CLAO J* 1994;20:97-101.
177. Laibson PR, Cohen EJ, Rajpal RK. Conrad Berens Lecture. Corneal ulcers related to contact lenses. *CLAO J* 1993;19:73-8.
178. Maguen E, Tsai JC, Martinez M, et al. A retrospective study of disposable extended-wear lenses in 100 patients. *Ophthalmology* 1991;98:1685-9.
179. Cohen EJ, Fulton JC, Hoffman CJ, et al. Trends in contact lens-associated corneal ulcers. *Cornea* 1996;15:566-70.
180. Poggio EC, Abelson MB. Complications and symptoms with disposable daily wear contact lenses and conventional soft daily wear contact lenses. *CLAO J* 1993;19:95-102.
181. Suchecki JK, Ehlers WH, Donshik PC. A comparison of contact lens-related complications in various daily wear modalities. *CLAO J* 2000;26:204-13.
182. Imayasu M, Petroll WM, Jester JV, et al. The relation between contact lens oxygen transmissibility and binding of *Pseudomonas aeruginosa* to the cornea after overnight wear. *Ophthalmology* 1994;101:371-88.
183. Ren DH, Petroll WM, Jester JV, et al. The relationship between contact lens oxygen permeability and binding of *Pseudomonas aeruginosa* to human corneal epithelial cells after overnight and extended wear. *CLAO J* 1999;25:80-100.
184. Ren DH, Yamamoto K, Ladage PM, et al. Adaptive effects of 30-night wear of hyper-O(2) transmissible contact lenses on bacterial binding and corneal epithelium: a 1-year clinical trial. *Ophthalmology* 2002;109:27-39; discussion 40.
185. Ladage PM, Yamamoto K, Ren DH, et al. Effects of rigid and soft contact lens daily wear on corneal epithelium, tear lactate dehydrogenase, and bacterial binding to exfoliated epithelial cells. *Ophthalmology* 2001;108:1279-88.
186. Morgan PB, Brennan NA, Maldonado-Codina C, et al. Central and peripheral oxygen transmissibility thresholds to avoid corneal swelling during open eye soft contact lens wear. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010;92:361-5.
187. Nilsson SE. Seven-day extended wear and 30-day continuous wear of high oxygen transmissibility soft silicone hydrogel contact lenses: a randomized 1-year study of 504 patients. *CLAO J* 2001;27:125-36.
188. Szczotka-Flynn L, Debanne SM, Cheruvu VK, et al. Predictive factors for corneal infiltrates with continuous wear of silicone hydrogel contact lenses. *Arch Ophthalmol* 2007;125:488-92.
189. Szczotka-Flynn L, Lass JH, Sethi A, et al. Risk factors for corneal infiltrative events during continuous wear of silicone hydrogel contact lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51:5421-30.
190. Lin MC, Polse KA. Hypoxia, overnight wear, and tear stagnation effects on the corneal epithelium: data and proposed model. *Eye Contact Lens* 2007;33:378-81; discussion 382.
191. Radford CF, Minassian D, Dart JK, et al. Risk factors for nonulcerative contact lens complications in an ophthalmic accident and emergency department: a case-control study. *Ophthalmology* 2009;116:385-92.
192. Margolis TP, Whitcher JP. *Fusarium*--A new culprit in the contact lens case. *JAMA* 2006;296:985-7.
193. O'Donnell K, Sarver BA, Brandt M, et al. Phylogenetic diversity and microsphere array-based genotyping of human pathogenic *Fusaria*, including isolates from the multistate contact lens-associated U.S. keratitis outbreaks of 2005 and 2006. *J Clin Microbiol* 2007;45:2235-48.

194. U.S. Food and Drug Administration. Advice for patients with soft contact lenses: new information on risk of serious fungal infection. Updated April 21, 2006. Available at: www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/PatientAlerts/ucm064709.htm. Accessed April 21, 2011.
195. U.S. Food and Drug Administration. Guidance for Industry, FDA Staff, Eye Care Professionals, and Consumers. Decorative, non-corrective contact lenses. November 24, 2006. Available at: www.fda.gov/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm071572.htm. Accessed February 3, 2012.
196. American Academy of Ophthalmology. EyeSmart Eye Health News. Decorative contact lenses. Available at: www.geteyesmart.org/eyesmart/glasses-contacts-lasik/decorative-lenses.cfm. Accessed February 17, 2012.
197. Bowden FW, III, Cohen EJ, Arentsen JJ, Laibson PR. Patterns of lens care practices and lens product contamination in contact lens associated microbial keratitis. *CLAO J* 1989;15:49-54.
198. Stapleton F, Edwards K, Keay L, et al. Risk factors for moderate and severe microbial keratitis in daily wear contact lens users. *Ophthalmology* 2012;119:1516-21. [II+].
199. Acanthamoeba keratitis associated with contact lenses--United States. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1986;35:405-8. [III].
200. Wu YT, Zhu H, Willcox M, Stapleton F. The effectiveness of various cleaning regimens and current guidelines in contact lens case biofilm removal. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:5287-92. [in vitro study; no rating].
201. U.S. Food and Drug Administration. Consumer Health Information. Ensuring safe use of contact lens solution; 2009. Available at: www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm164197.htm. Accessed April 21, 2011.
202. Stehr-Green JK, Bailey TM, Brandt FH, et al. Acanthamoeba keratitis in soft contact lens wearers. A case-control study. *JAMA* 1987;258:57-60.
203. Bui TH, Cavanagh HD, Robertson DM. Patient compliance during contact lens wear: perceptions, awareness, and behavior. *Eye Contact Lens* 2010;36:334-9.
204. Robertson DM, Cavanagh HD. Non-compliance with contact lens wear and care practices: a comparative analysis. *Optom Vis Sci* 2011;88:1402-8.
205. Forister JF, Forister EF, Yeung KK, et al. Prevalence of contact lens-related complications: UCLA contact lens study. *Eye Contact Lens* 2009;35:176-80.
206. Efron N. Obituary--rigid contact lenses. *Cont Lens Anterior Eye* 2010;33:245-52.
207. Binder PS, May CH, Grant SC. An evaluation of orthokeratology. *Ophthalmology* 1980;87:729-44.
208. Polse KA, Brand RJ, Vastine DW, Schwalbe JS. Corneal change accompanying orthokeratology. Plastic or elastic? Results of a randomized controlled clinical trial. *Arch Ophthalmol* 1983;101:1873-8.
209. Carkeet NL, Mountford JA, Carney LG. Predicting success with orthokeratology lens wear: a retrospective analysis of ocular characteristics. *Optom Vis Sci* 1995;72:892-8.
210. Nichols JJ, Marsich MM, Nguyen M, et al. Overnight orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2000;77:252-9.
211. Rah MJ, Jackson JM, Jones LA, et al. Overnight orthokeratology: preliminary results of the Lenses and Overnight Orthokeratology (LOOK) study. *Optom Vis Sci* 2002;79:598-605.
212. Sorbara L, Fonn D, Simpson T, et al. Reduction of myopia from corneal refractive therapy. *Optom Vis Sci* 2005;82:512-8.
213. Walline JJ, Holden BA, Bullimore MA, et al. The current state of corneal reshaping. *Eye Contact Lens* 2005;31:209-14. [II++].
214. Walline JJ, Rah MJ, Jones LA. The Children's Overnight Orthokeratology Investigation (COOKI) pilot study. *Optom Vis Sci* 2004;81:407-13.
215. Watt K, Swarbrick HA. Microbial keratitis in overnight orthokeratology: review of the first 50 cases. *Eye Contact Lens* 2005;31:201-8. [III].
216. Young AL, Leung AT, Cheng LL, et al. Orthokeratology lens-related corneal ulcers in children: a case series. *Ophthalmology* 2004;111:590-5.

217. Chen KH, Kuang TM, Hsu WM. Serratia Marcescens corneal ulcer as a complication of orthokeratology. *Am J Ophthalmol* 2001;132:257-8. [III].
218. Macsai MS. Corneal ulcers in two children wearing paragon corneal refractive therapy lenses. *Eye Contact Lens* 2005;31:9-11. [III].
219. Watt KG, Swarbrick HA. Trends in microbial keratitis associated with orthokeratology. *Eye Contact Lens* 2007;33:373-7; discussion 382. [III].
220. Van Meter WS, Musch DC, Jacobs DS, et al. Safety of overnight orthokeratology for myopia: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2008;115:2301-13. [I+].
221. Cho P, Cheung SW, Edwards M. The longitudinal orthokeratology research in children (LORIC) in Hong Kong: a pilot study on refractive changes and myopic control. *Curr Eye Res* 2005;30:71-80.
222. Katz J, Schein OD, Levy B, et al. A randomized trial of rigid gas permeable contact lenses to reduce progression of children's myopia. *Am J Ophthalmol* 2003;136:82-90. [I-].
223. Cho P, Cheung SW. Retardation of Myopia in Orthokeratology (ROMIO) study: a 2-year randomized clinical trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53:7077-85.
224. American Academy of Ophthalmology. Policy Statement. Preoperative Assessment: Responsibilities of the Ophthalmologist. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2012. Available at: <http://one.aao.org/guidelines-browse?filter=clinicalstatement>. Accessed October 3, 2012.
225. American Academy of Ophthalmology. Policy Statement. An Ophthalmologist's Duties Concerning Postoperative Care. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2012. Available at: <http://one.aao.org/guidelines-browse?filter=clinicalstatement>. Accessed October 3, 2012.
226. Snir M, Kremer I, Weinberger D, et al. Decompensation of exodeviation after corneal refractive surgery for moderate to high myopia. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2003;34:363-70.
227. Lee HK, Choe CM, Ma KT, Kim EK. Measurement of contrast sensitivity and glare under mesopic and photopic conditions following wavefront-guided and conventional LASIK surgery. *J Refract Surg* 2006;22:647-55.
228. Farooqui MA, Al-Muammar AR. Topography-guided CATz versus conventional LASIK for myopia with the NIDEK EC-5000: A bilateral eye study. *J Refract Surg* 2006;22:741-5.
229. Nourouzi H, Rajavi J, Okhovatpour MA. Time to resolution of corneal edema after long-term contact lens wear. *Am J Ophthalmol* 2006;142:671-3.
230. American Academy of Ophthalmology Basic and Clinical Science Course Subcommittee. Basic and Clinical Science Course. Section 13: Refractive Surgery, 2012-2013. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2012:32.
231. Ambrosio R Jr, Alonso RS, Luz A, Coca Velarde LG. Corneal-thickness spatial profile and corneal-volume distribution: tomographic indices to detect keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1851-9.
232. Seiler T, Koufala K, Richter G. Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 1998;14:312-7.
233. Lazon de la Jara P, Erickson D, Erickson P, Stapleton F. Visual and non-visual factors associated with patient satisfaction and quality of life in LASIK. *Eye (Lond)* 2011;25:1194-201.
234. Morse JS, Schallhorn SC, Hettinger K, Tanzer D. Role of depressive symptoms in patient satisfaction with visual quality after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:341-6.
235. Honigman RJ, Phillips KA, Castle DJ. A review of psychosocial outcomes for patients seeking cosmetic surgery. *Plast Reconstr Surg* 2004;113:1229-37.
236. Rapuano CJ, Sugar A, Koch DD, et al. Intrastromal corneal ring segments for low myopia: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2001;108:1922-8.
237. American Academy of Ophthalmology Committee on Ophthalmic Procedures Assessment. Radial keratotomy for myopia. *Ophthalmology* 1993;100:1103-15.
238. Shortt AJ, Allan BD. Photorefractive keratectomy (PRK) versus laser-assisted in-situ keratomileusis (LASIK) for myopia. *Cochrane Database Syst Rev* 2006, Issue 2. Art. No.: CD005135. DOI: 10.1002/14651858.CD005135.pub2.

239. Shortt AJ, Bunce C, Allan BD. Evidence for superior efficacy and safety of LASIK over photorefractive keratectomy for correction of myopia. *Ophthalmology* 2006;113:1897-908.
240. Murray A, Jones L, Milne A, et al. A systemic review of the safety and efficacy of elective photorefractive surgery for the correction of refractive error. Aberdeen, Scotland: Health Services Research Unit, University of Aberdeen; 2005. Available at: www.nice.org.uk/page.aspx?o=ip320review. Accessed April 21, 2011.
241. Kremer I, Gabbay U, Blumenthal M. One-year follow-up results of photorefractive keratectomy for low, moderate, and high primary astigmatism. *Ophthalmology* 1996;103:741-8.
242. American Academy of Ophthalmology Committee on Ophthalmic Procedures Assessment Refractive Surgery Panel. Excimer laser photorefractive keratectomy (PRK) for myopia and astigmatism. *Ophthalmology* 1999;106:422-37.
243. Vinciguerra P, Sborgia M, Epstein D, et al. Photorefractive keratectomy to correct myopic or hyperopic astigmatism with a cross-cylinder ablation. *J Refract Surg* 1999;15:S183-5.
244. Schallhorn SC, Tanzer DJ, Kaupp SE, et al. Comparison of night driving performance after wavefront-guided and conventional LASIK for moderate myopia. *Ophthalmology* 2009;116:702-9.
245. Mastropasqua L, Toto L, Zuppari E, et al. Photorefractive keratectomy with aspheric profile of ablation versus conventional photorefractive keratectomy for myopia correction: six-month controlled clinical trial. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:109-16.
246. Caster AI, Hoff JL, Ruiz R. Conventional vs wavefront-guided LASIK using the LADARVision4000 excimer laser. *J Refract Surg* 2005;21:S786-91.
247. Netto MV, Dupps W Jr, Wilson SE. Wavefront-guided ablation: evidence for efficacy compared to traditional ablation. *Am J Ophthalmol* 2006;141:360-8.
248. Kanjani N, Jacob S, Agarwal A, et al. Wavefront- and topography-guided ablation in myopic eyes using Zyoptix. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:398-402.
249. Kim TI, Yang SJ, Tchah H. Bilateral comparison of wavefront-guided versus conventional laser in situ keratomileusis with Bausch and Lomb Zyoptix. *J Refract Surg* 2004;20:432-8.
250. Winkler von Mohrenfels C, Huber A, Gabler B, et al. Wavefront-guided laser epithelial keratomileusis with the wavelight concept system 500. *J Refract Surg* 2004;20:S565-9.
251. Nassiri N, Safi S, Aghazade Amiri M, et al. Visual outcome and contrast sensitivity after photorefractive keratectomy in low to moderate myopia: wavefront-optimized versus conventional methods. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1858-64.
252. Mifflin MD, Hatch BB, Sikder S, et al. Custom vs conventional PRK: a prospective, randomized, contralateral eye comparison of postoperative visual function. *J Refract Surg* 2012;28:127-32.
253. Kim A, Chuck RS. Wavefront-guided customized corneal ablation. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:314-20.
254. Fares U, Suleman H, Al-Aqaba MA, et al. Efficacy, predictability, and safety of wavefront-guided refractive laser treatment: metaanalysis. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1465-75.
255. Schallhorn SC, Farjo AA, Huang D, et al. Wavefront-guided LASIK for the correction of primary myopia and astigmatism a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2008;115:1249-61.
256. Jankov MR, 2nd, Panagopoulou SI, Tsiklis NS, et al. Topography-guided treatment of irregular astigmatism with the wavelight excimer laser. *J Refract Surg* 2006;22:335-44.
257. Weiss HS, Rubinfeld RS, Anderschat JF. Case reports and small case series: LASIK-associated visual field loss in a glaucoma suspect. *Arch Ophthalmol* 2001;119:774-5.
258. McLeod SD, Mather R, Hwang DG, Margolis TP. Uveitis-associated flap edema and lamellar interface fluid collection after LASIK. *Am J Ophthalmol* 2005;139:1137-9.
259. Fraunfelder FW, Rich LF. Laser-assisted in situ keratomileusis complications in diabetes mellitus. *Cornea* 2002;21:246-8.
260. Sharma S, Rekha W, Sharma T, Downey G. Refractive issues in pregnancy. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2006;46:186-8.

261. Cobo-Soriano R, Beltran J, Baviera J. LASIK outcomes in patients with underlying systemic contraindications: a preliminary study. *Ophthalmology* 2006;113:1124.
262. American Academy of Ophthalmology, American Association of Pediatric Ophthalmology and Strabismus, American Board of Ophthalmology, American Glaucoma Society, American Society of Cataract and Refractive Surgery, American Society of Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery, American Society of Ophthalmic Registered Nurses, American Uveitis Society, Association of University Professors of Ophthalmology, Ophthalmic Mutual Insurance Company, Outpatient Ophthalmic Surgery Society, and Retina Society. Joint Patient Safety Bulletin. Recommendations of American Academy of Ophthalmology Wrong-Site Task Force. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2008. Available at:<http://one.aao.org/guidelines-browse?filter=patientsafetyguideline>. Accessed May 16, 2011.
263. Smith EM Jr, Talamo JH, Assil KK, Petashnick DE. Comparison of astigmatic axis in the seated and supine positions. *J Refract Corneal Surg* 1994;10:615-20.
264. Kapadia MS, Meisler DM, Wilson SE. Epithelial removal with the excimer laser (laser-scrape) in photorefractive keratectomy retreatment. *Ophthalmology* 1999;106:29-34.
265. Johnson DG, Kezirian GM, George SP, et al. Removal of corneal epithelium with phototherapeutic technique during multizone, multipass photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 1998;14:38-48.
266. Kim WJ, Shah S, Wilson SE. Differences in keratocyte apoptosis following transepithelial and laser-scrape photorefractive keratectomy in rabbits. *J Refract Surg* 1998;14:526-33.
267. George SP, Johnson DG. Photorefractive keratectomy retreatments: comparison of two methods of excimer laser epithelium removal. *Ophthalmology* 1999;106:1469-79; discussion 1479-80.
268. Abad JC, An B, Power WJ, et al. A prospective evaluation of alcohol-assisted versus mechanical epithelial removal before photorefractive keratectomy. *Ophthalmology* 1997;104:1566-74; discussion 1574-5.
269. Abad JC, Talamo JH, Vidaurri-Leal J, et al. Dilute ethanol versus mechanical debridement before photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:1427-33.
270. Carones F, Vigo L, Scandola E, Vacchini L. Evaluation of the prophylactic use of mitomycin-C to inhibit haze formation after photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:2088-95.
271. Gambato C, Ghirlando A, Moretto E, et al. Mitomycin C modulation of corneal wound healing after photorefractive keratectomy in highly myopic eyes. *Ophthalmology* 2005;112:208-18; discussion 219.
272. Hashemi H, Taheri SM, Fotouhi A, Kheiltash A. Evaluation of the prophylactic use of mitomycin-C to inhibit haze formation after photorefractive keratectomy in high myopia: a prospective clinical study. *BMC Ophthalmol* 2004;4:12.
273. Zhao LQ, Wei RL, Ma XY, Zhu H. Effect of intraoperative mitomycin-C on healthy corneal endothelium after laser-assisted subepithelial keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1715-9.
274. Chen SH, Feng YF, Stojanovic A, Wang QM. Meta-analysis of clinical outcomes comparing surface ablation for correction of myopia with and without 0.02% mitomycin C. *J Refract Surg* 2011;27:530-41.
275. Kornilovsky IM. Clinical results after subepithelial photorefractive keratectomy (LASEK). *J Refract Surg* 2001;17:S222-3.
276. Lee HK, Lee KS, Kim JK, et al. Epithelial healing and clinical outcomes in excimer laser photorefractive surgery following three epithelial removal techniques: mechanical, alcohol, and excimer laser. *Am J Ophthalmol* 2005;139:56-63.
277. Litwak S, Zadok D, Garcia-de Quevedo V, et al. Laser-assisted subepithelial keratectomy versus photorefractive keratectomy for the correction of myopia. A prospective comparative study. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1330-3.
278. Pirouzian A, Thornton J, Ngo S. One-year outcomes of a bilateral randomized prospective clinical trial comparing laser subepithelial keratomileusis and photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 2006;22:575-9.

279. Alió JL, Rodriguez AE, Mendez MC, Kanellopoulos J. Histopathology of epi-LASIK in eyes with virgin corneas and eyes with previously altered corneas. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1871-6.
280. Lin N, Yee SB, Mitra S, et al. Prediction of corneal haze using an ablation depth/corneal thickness ratio after laser epithelial keratomileusis. *J Refract Surg* 2004;20:797-802.
281. Camellin M. Laser epithelial keratomileusis with mitomycin C: indications and limits. *J Refract Surg* 2004;20:S693-8.
282. Argento C, Cosentino MJ, Ganly M. Comparison of laser epithelial keratomileusis with and without the use of mitomycin C. *J Refract Surg* 2006;22:782-6.
283. Lee JB, Seong GJ, Lee JH, et al. Comparison of laser epithelial keratomileusis and photorefractive keratectomy for low to moderate myopia. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:565-70.
284. Claringbold TV. Laser-assisted subepithelial keratectomy for the correction of myopia. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:18-22.
285. Atrata R, Rehurek J. Laser-assisted subepithelial keratectomy and photorefractive keratectomy for the correction of hyperopia. Results of a 2-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2105-14.
286. Partal AE, Rojas MC, Manche EE. Analysis of the efficacy, predictability, and safety of LASEK for myopia and myopic astigmatism using the Technolas 217 excimer laser. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2138-44.
287. Nagy ZZ, Palagyi-Deak I, Kelemen E, Kovacs A. Wavefront-guided photorefractive keratectomy for myopia and myopic astigmatism. *J Refract Surg* 2002;18:S615-9.
288. Durrie DS, Slade SG, Marshall J. Wavefront-guided excimer laser ablation using photorefractive keratectomy and sub-Bowman's keratomileusis: a contralateral eye study. *J Refract Surg* 2008;24:S77-84.
289. Rajan MS, O'Brart D, Jaycock P, Marshall J. Effects of ablation diameter on long-term refractive stability and corneal transparency after photorefractive keratectomy. *Ophthalmology* 2006;113:1798-806.
290. O'Connor J, O'Keeffe M, Condon PI. Twelve-year follow-up of photorefractive keratectomy for low to moderate myopia. *J Refract Surg* 2006;22:871-7.
291. Alió JL, Muftuoglu O, Ortiz D, et al. Ten-year follow-up of photorefractive keratectomy for myopia of less than -6 diopters. *Am J Ophthalmol* 2008;145:29-36.
292. Alió JL, Muftuoglu O, Ortiz D, et al. Ten-year follow-up of photorefractive keratectomy for myopia of more than -6 diopters. *Am J Ophthalmol* 2008;145:37-45.
293. Randleman JB, White AJ Jr, Lynn MJ, et al. Incidence, outcomes, and risk factors for retreatment after wavefront-optimized ablations with PRK and LASIK. *J Refract Surg* 2009;25:273-6.
294. Seiler T, Derse M, Pham T. Repeated excimer laser treatment after photorefractive keratectomy. *Arch Ophthalmol* 1992;110:1230-3.
295. Snibson GR, McCarty CA, Aldred GF, et al. Retreatment after excimer laser photorefractive keratectomy. The Melbourne Excimer Laser Group. *Am J Ophthalmol* 1996;121:250-7.
296. Gartry DS, Larkin DF, Hill AR, et al. Retreatment for significant regression after excimer laser photorefractive keratectomy. A prospective, randomized, masked trial. *Ophthalmology* 1998;105:131-41.
297. Higa H, Couper T, Robinson DI, Taylor HR. Multiple photorefractive keratectomy retreatments for myopia. *J Refract Surg* 1998;14:123-8.
298. Pop M, Aras M. Photorefractive keratectomy retreatments for regression. One-year follow-up. *Ophthalmology* 1996;103:1979-84.
299. Nagy ZZ, Krueger RR, Hamberg-Nystrom H, et al. Photorefractive keratectomy for hyperopia in 800 eyes with the Meditec MEL 60 laser. *J Refract Surg* 2001;17:525-33.
300. Nagy ZZ, Munkacsy G, Popper M. Photorefractive keratectomy using the meditec MEL 70 G-scan laser for hyperopia and hyperopic astigmatism. *J Refract Surg* 2002;18:542-50.
301. Williams DK. One-year results of laser vision correction for low to moderate hyperopia. *Ophthalmology* 2000;107:72-5.

302. Nagy ZZ, Palagyi-Deak I, Kovacs A, et al. First results with wavefront-guided photorefractive keratectomy for hyperopia. *J Refract Surg* 2002;18:S620-3.
303. Haw WW, Manche EE. Prospective study of photorefractive keratectomy for hyperopia using an axicon lens and erodible mask. *J Refract Surg* 2000;16:724-30.
304. Spadea L, Sabetti L, D'Alessandri L, Balestrazzi E. Photorefractive keratectomy and LASIK for the correction of hyperopia: 2-year follow-up. *J Refract Surg* 2006;22:131-6.
305. Haw WW, Manche EE. Photorefractive keratectomy for compound myopic astigmatism. *Am J Ophthalmol* 2000;130:12-9.
306. MacRae SM, Peterson JS, Koch DD, et al. Photoastigmatic refractive keratectomy in myopes. Nidek US Investigators Group. *J Refract Surg* 2000;16:122-32.
307. Shen EP, Yang CN, Hu FR. Corneal astigmatic change after photorefractive keratectomy and photoastigmatic refractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:491-8.
308. Tobaigy FM, Ghanem RC, Sayegh RR, et al. A control-matched comparison of laser epithelial keratomileusis and laser in situ keratomileusis for low to moderate myopia. *Am J Ophthalmol* 2006;142:901-8.
309. American Academy of Ophthalmology and American Society of Cataract and Refractive Surgery Joint Position Statement. Ophthalmic Postoperative Care. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology, 2000. Available at: <http://one.aao.org/CE/PracticeGuidelines/ClinicalStatements.aspx>. Accessed October 3, 2012.
310. Frucht-Pery J, Landau D, Raiskup F, et al. Early transient visual acuity loss after LASIK due to steroid-induced elevation of intraocular pressure. *J Refract Surg* 2007;23:244-51.
311. Hamilton DR, Manche EE, Rich LF, Maloney RK. Steroid-induced glaucoma after laser in situ keratomileusis associated with interface fluid. *Ophthalmology* 2002;109:659-65.
312. Sher NA, Krueger RR, Teal P, et al. Role of topical corticosteroids and nonsteroidal antiinflammatory drugs in the etiology of stromal infiltrates after excimer photorefractive keratectomy. *J Refract Corneal Surg* 1994;10:587-8.
313. Raviv T, Majmudar PA, Dennis RF, Epstein RJ. Mytomycin-C for post-PRK corneal haze. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1105-6.
314. Vigo L, Scandola E, Carones F. Scraping and mitomycin C to treat haze and regression after photorefractive keratectomy for myopia. *J Refract Surg* 2003;19:449-54.
315. Maguen E, Salz JJ, Nesburn AB, et al. Results of excimer laser photorefractive keratectomy for the correction of myopia. *Ophthalmology* 1994;101:1548-56; discussion 1556-7.
316. Talley AR, Hardten DR, Sher NA, et al. Results one year after using the 193-nm excimer laser for photorefractive keratectomy in mild to moderate myopia. *Am J Ophthalmol* 1994;118:304-11.
317. Seiler T, Holschbach A, Derse M, et al. Complications of myopic photorefractive keratectomy with the excimer laser. *Ophthalmology* 1994;101:153-60.
318. McCarty CA, Aldred GF, Taylor HR. Comparison of results of excimer laser correction of all degrees of myopia at 12 months postoperatively. The Melbourne Excimer Laser Group. *Am J Ophthalmol* 1996;121:372-83.
319. O'Brart DP, Corbett MC, Lohmann CP, et al. The effects of ablation diameter on the outcome of excimer laser photorefractive keratectomy. A prospective, randomized, double-blind study. *Arch Ophthalmol* 1995;113:438-43.
320. Dutt S, Steinert RF, Raizman MB, Puliafito CA. One-year results of excimer laser photorefractive keratectomy for low to moderate myopia. *Arch Ophthalmol* 1994;112:1427-36.
321. Gartry DS, Kerr Muir MG, Marshall J. Photorefractive keratectomy with an argon fluoride excimer laser: a clinical study. *Refract Corneal Surg* 1991;7:420-35.
322. Weinstock SJ. Excimer laser keratectomy: one year results with 100 myopic patients. *CLAO J* 1993;19:178-81.
323. Piebenga LW, Matta CS, Deitz MR, et al. Excimer photorefractive keratectomy for myopia. *Ophthalmology* 1993;100:1335-45.

324. Salz JJ, Maguen E, Nesburn AB, et al. A two-year experience with excimer laser photorefractive keratectomy for myopia. *Ophthalmology* 1993;100:873-82.
325. Seiler T, Wollensak J. Myopic photorefractive keratectomy with the excimer laser. One-year follow-up. *Ophthalmology* 1991;98:1156-63.
326. Sher NA, Hardten DR, Fundingsland B, et al. 193-nm excimer photorefractive keratectomy in high myopia. *Ophthalmology* 1994;101:1575-82.
327. Seiler T, Wollensak J. Results of a prospective evaluation of photorefractive keratectomy at 1 year after surgery. *Ger J Ophthalmol* 1993;2:135-42.
328. Verdon W, Bullimore M, Maloney RK. Visual performance after photorefractive keratectomy. A prospective study. *Arch Ophthalmol* 1996;114:1465-72.
329. Lahav K, Levkovitch-Verbin H, Belkin M, et al. Reduced mesopic and photopic foveal contrast sensitivity in glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2011;129:16-22.
330. Richman J, Lorenzana LL, Lankaranian D, et al. Importance of visual acuity and contrast sensitivity in patients with glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2010;128:1576-82.
331. Meyer JC, Stulting RD, Thompson KP, Durrie DS. Late onset of corneal scar after excimer laser photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol* 1996;121:529-39.
332. McDonald MB, Frantz JM, Klyce SD, et al. Central photorefractive keratectomy for myopia. The blind eye study. *Arch Ophthalmol* 1990;108:799-808.
333. Holland SP, Srivannaboon S, Reinstein DZ. Avoiding serious corneal complications of laser assisted in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy. *Ophthalmology* 2000;107:640-52.
334. Campos M, Hertzog L, Garbus JJ, McDonnell PJ. Corneal sensitivity after photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol* 1992;114:51-4.
335. Hovanesian JA, Shah SS, Maloney RK. Symptoms of dry eye and recurrent erosion syndrome after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:577-84.
336. Vrabcic MP, Durrie DS, Chase DS. Recurrence of herpes simplex after excimer laser keratectomy. *Am J Ophthalmol* 1992;114:96-7.
337. Morales AJ, Zadok D, Mora-Retana R, et al. Intraoperative mitomycin and corneal endothelium after photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol* 2006;142:400-4.
338. Loewenstein A, Goldstein M, Lazar M. Retinal pathology occurring after excimer laser surgery or phakic intraocular lens implantation: evaluation of possible relationship. *Surv Ophthalmol* 2002;47:125-35.
339. Ruiz-Moreno JM, Alio JL. Incidence of retinal disease following refractive surgery in 9,239 eyes. *J Refract Surg* 2003;19:534-47.
340. Gimbel HV, Van Westenbrugge JA, Johnson WH, et al. Visual, refractive, and patient satisfaction results following bilateral photorefractive keratectomy for myopia. *Refract Corneal Surg* 1993;9:S5-10.
341. Hamberg-Nystrom H, Tengroth B, Fagerholm P, et al. Patient satisfaction following photorefractive keratectomy for myopia. *J Refract Surg* 1995;11:S335-6.
342. Kahle G, Seiler T, Wollensak J. Report on psychosocial findings and satisfaction among patients 1 year after excimer laser photorefractive keratectomy. *Refract Corneal Surg* 1992;8:286-9.
343. Jabbur NS, Sakatani K, O'Brien TP. Survey of complications and recommendations for management in dissatisfied patients seeking a consultation after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1867-74.
344. Levinson BA, Rapuano CJ, Cohen EJ, et al. Referrals to the Wills Eye Institute Cornea Service after laser in situ keratomileusis: reasons for patient dissatisfaction. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:32-9.
345. Hays RD, Mangione CM, Ellwein L, et al. Psychometric properties of the National Eye Institute-Refractive Error Quality of Life instrument. *Ophthalmology* 2003;110:2292-301.
346. Vitale S, Schein OD, Meinert CL, Steinberg EP. The refractive status and vision profile: a questionnaire to measure vision-related quality of life in persons with refractive error. *Ophthalmology* 2000;107:1529-39.
347. McLeod SD. Beyond snellen acuity: the assessment of visual function after refractive surgery. *Arch Ophthalmol* 2001;119:1371-3.
348. Kermani O, Fabian W, Lubatschowski H. Real-time optical coherence tomography-guided femtosecond laser sub-Bowman keratomileusis on human donor eyes. *Am J Ophthalmol* 2008;146:42-5.

349. Lubatschowski H, Maatz G, Heisterkamp A, et al. Application of ultrashort laser pulses for intrastromal refractive surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;238:33-9.
350. Dirani M, Couper T, Yau J, et al. Long-term refractive outcomes and stability after excimer laser surgery for myopia. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1709-17.
351. Alió JL, Muftuoglu O, Ortiz D, et al. Ten-year follow-up of laser in situ keratomileusis for myopia of up to -10 diopters. *Am J Ophthalmol* 2008;145:46-54.
352. Jacobs JM, Sanderson MC, Spivack LD, et al. Hyperopic laser in situ keratomileusis to treat overcorrected myopic LASIK. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:389-95.
353. el-Agha MS, Johnston EW, Bowman RW, et al. Excimer laser treatment of spherical hyperopia: PRK or LASIK? *Trans Am Ophthalmol Soc* 2000;98:59-66; discussion 59.
354. Jaycock PD, O'Brart DP, Rajan MS, Marshall J. 5-year follow-up of LASIK for hyperopia. *Ophthalmology* 2005;112:191-9.
355. Desai RU, Jain A, Manche EE. Long-term follow-up of hyperopic laser in situ keratomileusis correction using the Star S2 excimer laser. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:232-7.
356. Kezirian GM, Moore CR, Stonecipher KG. Four-year postoperative results of the US ALLEGRETTO WAVE clinical trial for the treatment of hyperopia. *J Refract Surg* 2008;24:S431-8.
357. Kowal L, Battu R, Kushner B. Refractive surgery and strabismus. *Clin Experiment Ophthalmol* 2005;33:90-6.
358. MacRae S, Macaluso DC, Rich LF. Sterile interface keratitis associated with micropannus hemorrhage after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:1679-81.
359. Vajpayee RB, Balasubramanya R, Rani A, et al. Visual performance after interface haemorrhage during laser in situ keratomileusis. *Br J Ophthalmol* 2003;87:717-9.
360. Salz JJ, Stevens CA. LASIK correction of spherical hyperopia, hyperopic astigmatism, and mixed astigmatism with the LADARVision excimer laser system. *Ophthalmology* 2002;109:1647-56; discussion 1657-8.
361. Park CY, Chuck RS. Severe epithelial keratopathy after hyperopic presbyopic photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 2009;25:483-4.
362. Geggel HS. Pachymetric ratio no-history method for intraocular lens power adjustment after excimer laser refractive surgery. *Ophthalmology* 2009;116:1057-66.
363. Güell JL, Muller A. Laser in situ keratomileusis (LASIK) for myopia from -7 to -18 diopters. *J Refract Surg* 1996;12:222-8.
364. Perez-Santonja JJ, Bellot J, Claramonte P, et al. Laser in situ keratomileusis to correct high myopia. *J Cataract Refract Surg* 1997;23:372-85.
365. Munoz G, Albarran-Diego C, Sakla HF, et al. Transient light-sensitivity syndrome after laser in situ keratomileusis with the femtosecond laser Incidence and prevention. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:2075-9.
366. Stonecipher KG, Dishler JG, Ignacio TS, Binder PS. Transient light sensitivity after femtosecond laser flap creation: clinical findings and management. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:91-4.
367. Bamba S, Rocha KM, Ramos-Esteban JC, Krueger RR. Incidence of rainbow glare after laser in situ keratomileusis flap creation with a 60 kHz femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1082-6.
368. Krueger RR, Thornton IL, Xu M, et al. Rainbow glare as an optical side effect of IntraLASIK. *Ophthalmology* 2008;115:1187-95.
369. Arevalo JF, Lasave AF, Torres F, Suarez E. Rhegmatogenous retinal detachment after LASIK for myopia of up to -10 diopters: 10 years of follow-up. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. In press.
370. O'Brart DP, Gartry DS, Lohmann CP, et al. Excimer laser photorefractive keratectomy for myopia: comparison of 4.00- and 5.00-millimeter ablation zones. *J Refract Corneal Surg* 1994;10:87-94.
371. Wilson SE. Laser in situ keratomileusis-induced (presumed) neurotrophic epitheliopathy. *Ophthalmology* 2001;108:1082-7.

372. Huang B, Mirza MA, Qazi MA, Pepose JS. The effect of punctal occlusion on wavefront aberrations in dry eye patients after laser in situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 2004;137:52-61.
373. Jackson DW, Hamill MB, Koch DD. Laser in situ keratomileusis flap suturing to treat recalcitrant flap striae. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:264-9.
374. Rapuano CJ. Management of epithelial ingrowth after laser in situ keratomileusis on a tertiary care cornea service. *Cornea* 2010;29:307-13.
375. Smith RJ, Maloney RK. Diffuse lamellar keratitis. A new syndrome in lamellar refractive surgery. *Ophthalmology* 1998;105:1721-6.
376. Choe CH, Guss C, Musch DC, et al. Incidence of diffuse lamellar keratitis after LASIK with 15 KHz, 30 KHz, and 60 KHz femtosecond laser flap creation. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1912-8.
377. Johnson JD, Harissi-Dagher M, Pineda R, et al. Diffuse lamellar keratitis: incidence, associations, outcomes, and a new classification system. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1560-6.
378. Linebarger EJ, Hardten DR, Lindstrom RL. Diffuse lamellar keratitis: diagnosis and management. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1072-7.
379. Belin MW, Hannush SB, Yau CW, Schultze RL. Elevated intraocular pressure-induced interlamellar stromal keratitis. *Ophthalmology* 2002;109:1929-33.
380. Levartovsky S, Rosenwasser G, Goodman D. Bacterial keratitis after laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 2001;108:321-5.
381. Rudd JC, Moshirfar M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* keratitis after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:471-3.
382. Chandra NS, Torres MF, Winthrop KL, et al. Cluster of *Mycobacterium chelonae* keratitis cases following laser in-situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 2001;132:819-30.
383. Ford JG, Huang AJ, Pflugfelder SC, et al. Nontuberculous mycobacterial keratitis in south Florida. *Ophthalmology* 1998;105:1652-8.
384. Pushker N, Dada T, Sony P, et al. Microbial keratitis after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2002;18:280-6.
385. Lu CK, Chen KH, Lee SM, et al. Herpes simplex keratitis following excimer laser application. *J Refract Surg* 2006;22:509-11.
386. Levy J, Lapid-Gortzak R, Klemperer I, Lifshitz T. Herpes simplex virus keratitis after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2005;21:400-2.
387. Ou RJ, Shaw EL, Glasgow BJ. Keratectasia after laser in situ keratomileusis (LASIK): evaluation of the calculated residual stromal bed thickness. *Am J Ophthalmol* 2002;134:771-3.
388. Rad AS, Jabbarvand M, Saifi N. Progressive keratectasia after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2004;20:S718-22.
389. Randleman JB, Russell B, Ward MA, et al. Risk factors and prognosis for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology* 2003;110:267-75.
390. Hafezi F, Kanellopoulos J, Wiltfang R, Seiler T. Corneal collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet A to treat induced keratectasia after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:2035-40.
391. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2003;135:620-7.
392. Ward MA. Contact lens management following corneal refractive surgery. *Ophthalmol Clin North Am* 2003;16:395-403.
393. Choi HJ, Kim MK, Lee JL. Optimization of contact lens fitting in keratectasia patients after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1057-66.
394. O'Donnell C, Welham L, Doyle S. Contact lens management of keratectasia after laser in situ keratomileusis for myopia. *Eye Contact Lens* 2004;30:144-6.
395. Stason WB, Razavi M, Jacobs DS, et al. Clinical benefits of the Boston Ocular Surface Prosthesis. *Am J Ophthalmol* 2010;149:54-61.
396. Alió J, Salem T, Artola A, Osman A. Intracorneal rings to correct corneal ectasia after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1568-74.
397. Lovisolo CF, Fleming JF. Intracorneal ring segments for iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis or photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 2002;18:535-41.
398. Pokroy R, Levinger S, Hirsh A. Single Intacs segment for post-laser in situ keratomileusis keratectasia. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1685-95.

399. Siganos CS, Kymionis GD, Astyrakakis N, Pallikaris IG. Management of corneal ectasia after laser in situ keratomileusis with INTACS. *J Refract Surg* 2002;18:43-6.
400. Kymionis GD, Tsiklis NS, Pallikaris AI, et al. Long-term follow-up of Intacs for post-LASIK corneal ectasia. *Ophthalmology* 2006;113:1909-17.
401. Miller AE, McCulley JP, Bowman RW, et al. Patient satisfaction after LASIK for myopia. *CLAO J* 2001;27:84-8.
402. Brown MC, Schallhorn SC, Hettinger KA, Malady SE. Satisfaction of 13,655 patients with laser vision correction at 1 month after surgery. *J Refract Surg* 2009;25:S642-6.
403. Chen CY, Keeffe JE, Garoufalis P, et al. Vision-related quality of life comparison for emmetropes, myopes after refractive surgery, and myopes wearing spectacles or contact lenses. *J Refract Surg* 2007;23:752-9.
404. Solomon KD, Fernandez de Castro LE, Sandoval HP, et al. LASIK world literature review: quality of life and patient satisfaction. *Ophthalmology* 2009;116:691-701.
405. El Danasoury MA, El Maghraby A, Klyce SD, Mehrez K. Comparison of photorefractive keratectomy with excimer laser in situ keratomileusis in correcting low myopia (from -2.00 to -5.50 diopters). A randomized study. *Ophthalmology* 1999;106:411-20; discussion 420-1.
406. Schanzlin DJ, Asbell PA, Burris TE, Durrie DS. The intrastromal corneal ring segments: phase II results for the correction of myopia. *Ophthalmology* 1997;104:1067-78.
407. Chan SM, Khan HN. Reversibility and exchangeability of intrastromal corneal ring segments. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:676-81.
408. Boxer Wachler BS, Christie JP, Chandra NS, et al. Intacs for keratoconus. *Ophthalmology* 2003;110:1031-40.
409. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1117-22.
410. Kymionis GD, Siganos CS, Tsiklis NS, et al. Long-term follow-up of Intacs in keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2007;143:236-44.
411. Ratkay-Traub I, Ferincz IE, Juhasz T, et al. First clinical results with the femtosecond neodymium-glass laser in refractive surgery. *J Refract Surg* 2003;19:94-103.
412. Schanzlin DJ, Abbott RL, Asbell PA, et al. Two-year outcomes of intrastromal corneal ring segments for the correction of myopia. *Ophthalmology* 2001;108:1688-94.
413. Naseri A, Forseto AS, Francesconi CM, et al. Comparison of topographic corneal irregularity after LASIK and intrastromal corneal ring segments in the same patients. *J Refract Surg* 2005;21:722-6.
414. Waring GO 3rd, Lynn MJ, McDonnell PJ. Results of the prospective evaluation of radial keratotomy (PERK) study 10 years after surgery. *Arch Ophthalmol* 1994;112:1298-308.
415. Salz JJ, Salz JM, Salz M, Jones D. Ten years experience with a conservative approach to radial keratotomy. *Refract Corneal Surg* 1991;7:12-22.
416. Werblin TP, Stafford GM. The Casebeer system for predictable keratorefractive surgery. One-year evaluation of 205 consecutive eyes. *Ophthalmology* 1993;100:1095-102.
417. Lans LJ. Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung von Astigmatismus durch nicht-perforierende Corneawunden. *Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol* 1898;45:117.
418. Milne HL. Neutral-pressure technique for conductive keratoplasty (abstract no. 39647). *American Society of Cataract and Refractive Surgery Annual Symposium*. Washington DC; 2005.
419. Lin DY, Manche EE. Two-year results of conductive keratoplasty for the correction of low to moderate hyperopia. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2339-50.
420. Budak K, Friedman NJ, Koch DD. Limbal relaxing incisions with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:503-8.
421. Stulting RD, John ME, Maloney RK, et al. Three-year results of Artisan/Verisyse phakic intraocular lens implantation. Results of the United States Food And Drug Administration clinical trial. *Ophthalmology* 2008;115:464-72.e1.

422. Franks J, Binder P. Keratotomy procedures for the correction of astigmatism. *J Refract Surg* 1985;1:11-7.
423. Rowsey J. Review: Current concepts in astigmatism surgery. *J Refract Surg* 1986;2:85-94.
424. Price FW, Grene RB, Marks RG, Gonzales JS. Astigmatism reduction clinical trial: a multicenter prospective evaluation of the predictability of arcuate keratotomy. Evaluation of surgical nomogram predictability. ARC-T Study Group. *Arch Ophthalmol* 1995;113:277-82.
425. Bahar I, Kaiserman I, Mashor RS, et al. Femtosecond LASIK combined with astigmatic keratotomy for the correction of refractive errors after penetrating keratoplasty. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2010;41:242-9.
426. Nubile M, Carpineto P, Lanzini M, et al. Femtosecond laser arcuate keratotomy for the correction of high astigmatism after keratoplasty. *Ophthalmology* 2009;116:1083-92.
427. Agapitos PJ, Lindstrom RL, Williams PA, Sanders DR. Analysis of astigmatic keratotomy. *J Cataract Refract Surg* 1989;15:13-8.
428. Lindquist TD, Rubenstein JB, Rice SW, et al. Trapezoidal astigmatic keratotomy. Quantification in human cadaver eyes. *Arch Ophthalmol* 1986;104:1534-9.
429. Deg JK, Binder PS. Wound healing after astigmatic keratotomy in human eyes. *Ophthalmology* 1987;94:1290-8.
430. Thornton SP. Astigmatic keratotomy: a review of basic concepts with case reports. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:430-5.
431. Friedberg ML, Imperia PS, Elander R, et al. Results of radial and astigmatic keratotomy by beginning refractive surgeons. *Ophthalmology* 1993;100:746-51.
432. Argento C, Fernandez Mendy J, Cosentino MJ. Laser in situ keratomileusis versus arcuate keratotomy to treat astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:374-82.
433. Adrean SD, Cochrane R, Reilly CD, Mannis MJ. Infectious keratitis after astigmatic keratotomy in penetrating keratoplasty: review of three cases. *Cornea* 2005;24:626-8.
434. Crews KR, Mifflin MD, Olson RJ. Complications of automated lamellar keratectomy. *Arch Ophthalmol* 1994;112:1514-5.
435. American Academy of Ophthalmology Committee on Ophthalmic Procedure Assessment. Ophthalmic Procedure Assessment. Epikeratoplasty. *Ophthalmology* 1996;101:983-91.
436. Werblin TP, Kaufman HE. Epikeratophakia: the surgical correction of aphakia. II. Preliminary results in a non-human primate model. *Curr Eye Res* 1981;1:131-7.
437. Carney LG, Kelley CG. Visual losses after myopic epikeratoplasty. *Arch Ophthalmol* 1991;109:499-502.
438. Knowles WF. Effect of intralamellar plastic membranes on corneal physiology. *Am J Ophthalmol* 1961;51:1146-56.
439. Cataract Management Guideline Panel. Cataract in Adults: Management of Functional Impairment. Clinical Practice Guideline, Number 4. Rockville, MD: USDHHS, AHCPH Publ. No. (PHS) 93-0542; 1993.
440. Agency for Healthcare Research and Quality. Evidence Report/Technology Assessment: Number 16. Anesthesia management during cataract surgery. Washington, DC: AHRQ Publication No. 00-E015; 2000. Available at: <http://archive.ahrq.gov/clinic/tp/anesttp.htm>. Accessed April 21, 2011.
441. Huang D, Schallhorn SC, Sugar A, et al. Phakic intraocular lens implantation for the correction of myopia: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2009;116:2244-58.
442. Colin J, Robinet A, Cochener B. Retinal detachment after clear lens extraction for high myopia: seven-year follow-up. *Ophthalmology* 1999;106:2281-4; discussion 2285.
443. Packard R. Refractive lens exchange for myopia: a new perspective? *Curr Opin Ophthalmol* 2005;16:53-6.
444. Chang JS, Meau AY. Visian Collamer phakic intraocular lens in high myopic Asian eyes. *J Refract Surg* 2007;23:17-25.
445. Ruiz-Moreno JM, Montero JA, de la Vega C, et al. Retinal detachment in myopic eyes after phakic intraocular lens implantation. *J Refract Surg* 2006;22:247-52.

446. Arne JL. Phakic intraocular lens implantation versus clear lens extraction in highly myopic eyes of 30- to 50-year-old patients. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2092-6.
447. Fechner PU, van der Heijde GL, Worst JG. The correction of myopia by lens implantation into phakic eyes. *Am J Ophthalmol* 1989;107:659-63.
448. Landesz M, Worst JG, Siertsema JV, van Rij G. Correction of high myopia with the Worst myopia claw intraocular lens. *J Refract Surg* 1995;11:16-25.
449. Erturk H, Ozcetin H. Phakic posterior chamber intraocular lenses for the correction of high myopia. *J Refract Surg* 1995;11:388-91.
450. Sanders DR, Brown DC, Martin RG, et al. Implantable contact lens for moderate to high myopia: phase 1 FDA clinical study with 6 month follow-up. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:607-11.
451. Fechner PU, Singh D, Wulff K. Iris-claw lens in phakic eyes to correct hyperopia: preliminary study. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:48-56.
452. Fink AM, Gore C, Rosen E. Cataract development after implantation of the Staar Collamer posterior chamber phakic lens. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:278-82.
453. Mimouni F, Colin J, Koffi V, Bonnet P. Damage to the corneal endothelium from anterior chamber intraocular lenses in phakic myopic eyes. *Refract Corneal Surg* 1991;7:277-81.
454. Saragoussi JJ, Othenin-Girard P, Pouliquen YJ. Ocular damage after implantation of oversized minus power anterior chamber intraocular lenses in myopic phakic eyes: case reports. *Refract Corneal Surg* 1993;9:105-9.
455. Alió JL, Mulet ME. Presbyopia correction with an anterior chamber phakic multifocal intraocular lens. *Ophthalmology* 2005;112:1368-74.
456. Baikoff G, Matach G, Fontaine A, et al. Correction of presbyopia with refractive multifocal phakic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1454-60.
457. Barsam A, Allan BD. Meta-analysis of randomized controlled trials comparing excimer laser and phakic intraocular lenses for myopia between 6.0 and 20.0 diopters. *Cornea* 2012;31:454-61.
458. Barsam A, Allan BDS. Excimer laser refractive surgery versus phakic intraocular lenses for the correction of moderate to high myopia. *Cochrane Database Syst Rev* 2012, Issue 1. Art. No.: CD007679. DOI: 10.1002/14651858.CD007679.pub3. 2010.
459. Tahzib NG, Nuijts RM, Wu WY, Budo CJ. Long-term study of Artisan phakic intraocular lens implantation for the correction of moderate to high myopia: ten-year follow-up results. *Ophthalmology* 2007;114:1133-42.
460. Chandhrasri S, Knorz MC. Comparison of higher order aberrations and contrast sensitivity after LASIK, Verisyse phakic IOL, and Array multifocal IOL. *J Refract Surg* 2006;22:231-6.
461. Sarver EJ, Sanders DR, Vukich JA. Image quality in myopic eyes corrected with laser in situ keratomileusis and phakic intraocular lens. *J Refract Surg* 2003;19:397-404.
462. Dick HB, Alio J, Bianchetti M, et al. Toric phakic intraocular lens: European multicenter study. *Ophthalmology* 2003;110:150-62.
463. Munoz G, Alio JL, Montes-Mico R, et al. Artisan iris-claw phakic intraocular lens followed by laser in situ keratomileusis for high hyperopia. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:308-17.
464. Munoz G, Alio JL, Montes-Mico R, Belda JI. Angle-supported phakic intraocular lenses followed by laser-assisted in situ keratomileusis for the correction of high myopia. *Am J Ophthalmol* 2003;136:490-9.
465. Menezes JL, Peris-Martinez C, Cisneros-Lanuza AL, Martinez-Costa R. Rate of cataract formation in 343 highly myopic eyes after implantation of three types of phakic intraocular lenses. *J Refract Surg* 2004;20:317-24.
466. Güell JL, Morral M, Kook D, Kohnen T. Phakic intraocular lenses part 1: historical overview, current models, selection criteria, and surgical techniques. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1976-93.
467. Kohnen T, Kook D, Morral M, Güell JL. Phakic intraocular lenses: part 2: results and complications. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:2168-94.
468. Lackner B, Pieh S, Schmidinger G, et al. Long-term results of implantation of phakic posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2269-76.

469. Sanchez-Galeana CA, Smith RJ, Sanders DR, et al. Lens opacities after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 2003;110:781-5.
470. Garcia-Feijoo J, Alfaro IJ, Cuina-Sardina R, et al. Ultrasound biomicroscopy examination of posterior chamber phakic intraocular lens position. *Ophthalmology* 2003;110:163-72.
471. Sanders DR, Vukich JA. Incidence of lens opacities and clinically significant cataracts with the implantable contact lens: comparison of two lens designs. *J Refract Surg* 2002;18:673-82.
472. Aguilar-Valenzuela L, Lleo-Perez A, Alonso-Munoz L, et al. Intraocular pressure in myopic patients after Worst-Fechner anterior chamber phakic intraocular lens implantation. *J Refract Surg* 2003;19:131-6.
473. Baikoff G, Bourgeon G, Jodai HJ, et al. Pigment dispersion and Artisan phakic intraocular lenses: crystalline lens rise as a safety criterion. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:674-80.
474. Dejaco-Ruhswurm I, Scholz U, Pieh S, et al. Long-term endothelial changes in phakic eyes with posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1589-93.
475. Alió JL, Abdelrahman AM, Javaloy J, et al. Angle-supported anterior chamber phakic intraocular lens explantation causes and outcome. *Ophthalmology* 2006;113:2213-20.
476. Alió JL, de la Hoz F, Perez-Santonja JJ, et al. Phakic anterior chamber lenses for the correction of myopia: a 7-year cumulative analysis of complications in 263 cases. *Ophthalmology* 1999;106:458-66.
477. Leccisotti A. Angle-supported phakic intraocular lenses in hyperopia. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:1598-602.
478. Keuch RJ, Bleckmann H. Pupil diameter changes and reaction after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:2170-2.
479. U.S. Food and Drug Administration. STAAR Surgical Company posterior chamber phakic intraocular lens (PIOL) for myopic correction summary of safety and effectiveness. Available at: www.fda.gov/cdrh/pdf3/p030016b.pdf. Accessed April 21, 2011.
480. U.S. Food and Drug Administration. Ophtec USA, Inc. ultraviolet-absorbing anterior chamber phakic intraocular lens (PIOL) summary of safety and effectiveness. Available at: www.fda.gov/cdrh/PDF3/p030028b.pdf. Accessed April 21, 2011.
481. Lyle WA, Jin GJ. Clear lens extraction for the correction of high refractive error. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:273-6.
482. Ruiz-Mesa R, Carrasco-Sanchez D, Diaz-Alvarez SB, et al. Refractive lens exchange with foldable toric intraocular lens. *Am J Ophthalmol* 2009;147:990-6, 6 e1.
483. Preetha R, Goel P, Patel N, et al. Clear lens extraction with intraocular lens implantation for hyperopia. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:895-9.
484. Siganos DS, Pallikaris IG. Clear lens extraction and intraocular lens implantation for hyperopia from +7 to +14 diopters. *J Refract Surg* 1998;14:105-13.
485. Dick HB, Gross S, Tehrani M, et al. Refractive lens exchange with an array multifocal intraocular lens. *J Refract Surg* 2002;18:509-18.
486. Pop M, Payette Y. Refractive lens exchange versus iris-claw Artisan phakic intraocular lens for hyperopia. *J Refract Surg* 2004;20:20-4.
487. Stahl JE. Conductive keratoplasty for presbyopia: 3-year results. *J Refract Surg* 2007;23:905-10.
488. Durrie DS. The effect of different monovision contact lens powers on the visual function of emmetropic presbyopic patients (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc* 2006;104:366-401.
489. Wright KW, Guemes A, Kapadia MS, Wilson SE. Binocular function and patient satisfaction after monovision induced by myopic photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:177-82.
490. Braun EH, Lee J, Steinert RF. Monovision in LASIK. *Ophthalmology* 2008;115:1196-202.
491. Jain S, Ou R, Azar DT. Monovision outcomes in presbyopic individuals after refractive surgery. *Ophthalmology* 2001;108:1430-3.

492. Garcia-Gonzalez M, Teus MA, Hernandez-Verdejo JL. Visual outcomes of LASIK-induced monovision in myopic patients with presbyopia. *Am J Ophthalmol* 2010;150:381-6.
493. Uy E, Go R. Pseudoaccommodative cornea treatment using the NIDEK EC-5000 CXIII excimer laser in myopic and hyperopic presbyopes. *J Refract Surg* 2009;25:S148-55.
494. El Danasoury AM, Gamaly TO, Hantera M. Multizone LASIK with peripheral near zone for correction of presbyopia in myopic and hyperopic eyes: 1-year results. *J Refract Surg* 2009;25:296-305.
495. Findl O, Leydolt C. Meta-analysis of accommodating intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:522-7.
496. Cleary G, Spalton DJ, Gala KB. A randomized intraindividual comparison of the accommodative performance of the bag-in-the-lens intraocular lens in presbyopic eyes. *Am J Ophthalmol* 2010;150:619-27.
497. McLeod SD. Optical principles, biomechanics, and initial clinical performance of a dual-optic accommodating intraocular lens (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc* 2006;104:437-52.
498. Schachar RA. The correction of presbyopia. *Int Ophthalmol Clin* 2001;41:53-70.
499. Hamilton DR, Davidorf JM, Maloney RK. Anterior ciliary sclerotomy for treatment of presbyopia: a prospective controlled study. *Ophthalmology* 2002;109:1970-6; discussion 1976-7.
500. Fukasaku H, Marron JA. Anterior ciliary sclerotomy with silicone expansion plug implantation: effect on presbyopia and intraocular pressure. *Int Ophthalmol Clin* 2001;41:133-41.
501. Ito M, Asano-Kato N, Fukagawa K, et al. Ocular integrity after anterior ciliary sclerotomy and scleral ablation by the Er:YAG laser. *J Refract Surg* 2005;21:77-81.
502. Mathews S. Scleral expansion surgery does not restore accommodation in human presbyopia. *Ophthalmology* 1999;106:873-7.
503. Qazi MA, Pepose JS, Shuster JJ. Implantation of scleral expansion band segments for the treatment of presbyopia. *Am J Ophthalmol* 2002;134:808-15.
504. Malecaze FJ, Gazagne CS, Tarroux MC, Gorrand JM. Scleral expansion bands for presbyopia. *Ophthalmology* 2001;108:2165-71.
505. Resnikoff S, Pascolini D, Mariotti SP, Pokharel GP. Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004. *Bull World Health Organ* 2008;86:63-70.
506. Pascolini D, Mariotti SP. Global estimates of visual impairment: 2010. *Br J Ophthalmol* 2012;96:614-8.
507. Holden BA, Fricke TR, Ho SM, et al. Global vision impairment due to uncorrected presbyopia. *Arch Ophthalmol* 2008;126:1731-9.
508. Rose K, Harper R, Tromans C, et al. Quality of life in myopia. *Br J Ophthalmol* 2000;84:1031-4.
509. Cuq C, Lafuma A, Jeanbat V, Berdeaux G. A European survey of patient satisfaction with spectacles after cataract surgery and the associated costs in four European countries (France, Germany, Spain, and Italy). *Ophthalmic Epidemiol* 2008;15:234-41.
510. Pesudovs K, Garamendi E, Elliott DB. A quality of life comparison of people wearing spectacles or contact lenses or having undergone refractive surgery. *J Refract Surg* 2006;22:19-27.
511. Schein OD, Vitale S, Cassard SD, Steinberg EP. Patient outcomes of refractive surgery. The refractive status and vision profile. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:665-73.
512. Lee J, Park K, Cho W, et al. Assessing the value of laser in situ keratomileusis by patient-reported outcomes using quality of life assessment. *J Refract Surg* 2005;21:59-71.
513. Awwad ST, Alvarez-Chedzoy N, Bowman RW, et al. Quality of life changes after myopic wavefront-guided laser in situ keratomileusis. *Eye Contact Lens* 2009;35:128-32.
514. Garamendi E, Pesudovs K, Elliott DB. Changes in quality of life after laser in situ keratomileusis for myopia. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:1537-43.

515. Nichols JJ, Twa MD, Mitchell GL. Sensitivity of the National Eye Institute Refractive Error Quality of Life instrument to refractive surgery outcomes. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2313-8.
516. McDonnell PJ, Mangione C, Lee P, et al. Responsiveness of the National Eye Institute Refractive Error Quality of Life instrument to surgical correction of refractive error. *Ophthalmology* 2003;110:2302-9.
517. Pesudovs K, Garamendi E, Elliott DB. The Quality of Life Impact of Refractive Correction (QIRC) Questionnaire: development and validation. *Optom Vis Sci* 2004;81:769-77.
518. Prevent Blindness America. The economic impact of vision problems: the toll of major adult eye disorders, visual impairment and blindness on the U.S. economy. 2007. Available at: www.preventblindness.net/site/DocServer/Impact_of_Vision_Problems.pdf. Accessed February 3, 2012.
519. Berdeaux G, Alio JL, Martinez JM, et al. Socioeconomic aspects of laser in situ keratomileusis, eyeglasses, and contact lenses in mild to moderate myopia. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1914-23.
520. Javitt JC, Chiang YP. The socioeconomic aspects of laser refractive surgery. *Arch Ophthalmol* 1994;112:1526-30.
521. Pineda R, Denevich S, Lee WC, et al. Economic evaluation of toric intraocular lens: a short- and long-term decision analytic model. *Arch Ophthalmol* 2010;128:834-40.
522. Sperduto RD, Seigel D, Roberts J, Rowland M. Prevalence of myopia in the United States. *Arch Ophthalmol* 1983;101:405-7.
523. Lee KE, Klein BE, Klein R. Changes in refractive error over a 5-year interval in the Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:1645-9.
524. Mutti DO, Zadnik K. Age-related decreases in the prevalence of myopia: longitudinal change or cohort effect? *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:2103-7.
525. Shufelt C, Fraser-Bell S, Ying-Lai M, et al. Refractive error, ocular biometry, and lens opalescence in an adult population: the Los Angeles Latino Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:4450-60.
526. Tarczy-Hornoch K, Ying-Lai M, Varma R. Myopic refractive error in adult Latinos: the Los Angeles Latino Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:1845-52.
527. Wensor M, McCarty CA, Taylor HR. Prevalence and risk factors of myopia in Victoria, Australia. *Arch Ophthalmol* 1999;117:658-63.
528. Wu SY, Nemesure B, Leske MC. Refractive errors in a black adult population: the Barbados Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:2179-84.
529. Cheng CY, Hsu WM, Liu JH, et al. Refractive errors in an elderly Chinese population in Taiwan: the Shihpai Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:4630-8.
530. Saw SM, Gazzard G, Koh D, et al. Prevalence rates of refractive errors in Sumatra, Indonesia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:3174-80.
531. Xu L, Li J, Cui T, et al. Refractive error in urban and rural adult Chinese in Beijing. *Ophthalmology* 2005;112:1676-83.
532. Liang YB, Wong TY, Sun LP, et al. Refractive errors in a rural Chinese adult population the Handan Eye Study. *Ophthalmology* 2009;116:2119-27.
533. Li Z, Sun D, Cui H, et al. Refractive error among the elderly in rural Southern Harbin, China. *Ophthalmic Epidemiol* 2009;16:388-94.
534. Sawada A, Tomidokoro A, Araie M, et al. Refractive errors in an elderly Japanese population: the Tajimi Study. *Ophthalmology* 2008;115:363-70.
535. Quek TP, Chua CG, Chong CS, et al. Prevalence of refractive errors in teenage high school students in Singapore. *Ophthalmic Physiol Opt* 2004;24:47-55.
536. Woo WW, Lim KA, Yang H, et al. Refractive errors in medical students in Singapore. *Singapore Med J* 2004;45:470-4.
537. Saw SM, Chan YH, Wong WL, et al. Prevalence and risk factors for refractive errors in the Singapore Malay Eye Survey. *Ophthalmology* 2008;115:1713-9.
538. Nangia V, Jonas JB, Sinha A, et al. Refractive error in central India: the Central India Eye and Medical Study. *Ophthalmology* 2010;117:693-9.
539. Dandona R, Dandona L, Srinivas M, et al. Population-based assessment of refractive error in India: the Andhra Pradesh Eye Disease Study. *Clin Experiment Ophthalmol* 2002;30:84-93.

540. Shah SP, Jadoon MZ, Dineen B, et al, Pakistan National Eye Survey Study Group. Refractive errors in the adult Pakistani population: the national blindness and visual impairment survey. *Ophthalmic Epidemiol* 2008;15:183-90.
541. Dandona R, Dandona L, Srinivas M, et al. Refractive error in children in a rural population in India. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:615-22.
542. Goh PP, Abqariyah Y, Pokharel GP, Ellwein LB. Refractive error and visual impairment in school-age children in Gombak District, Malaysia. *Ophthalmology* 2005;112:678-85.
543. He M, Zeng J, Liu Y, et al. Refractive error and visual impairment in urban children in southern China. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:793-9.
544. Murthy GV, Gupta SK, Ellwein LB, et al. Refractive error in children in an urban population in New Delhi. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:623-31.
545. Saw SM, Goh PP, Cheng A, et al. Ethnicity-specific prevalences of refractive errors vary in Asian children in neighbouring Malaysia and Singapore. *Br J Ophthalmol* 2006;90:1230-5.
546. Zhan MZ, Saw SM, Hong RZ, et al. Refractive errors in Singapore and Xiamen, China--a comparative study in school children aged 6 to 7 years. *Optom Vis Sci* 2000;77:302-8.
547. Matsumura H, Hirai H. Prevalence of myopia and refractive changes in students from 3 to 17 years of age. *Surv Ophthalmol* 1999;44 (Suppl 1):S109-15.
548. Ezelum C, Razavi H, Sivasubramaniam S, et al. Refractive error in Nigerian adults: prevalence, type, and spectacle coverage. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:5449-56.
549. Ip JM, Robaei D, Kifley A, et al. Prevalence of hyperopia and associations with eye findings in 6- and 12-year-olds. *Ophthalmology* 2008;115:678-85.
550. Borchert MS, Varma R, Cotter SA, et al. Risk factors for hyperopia and myopia in preschool children the multi-ethnic pediatric eye disease and Baltimore pediatric eye disease studies. *Ophthalmology* 2011;118:1966-73.
551. Chang MA, Congdon NG, Bykhovskaya I, et al. The association between myopia and various subtypes of lens opacity: SEE (Salisbury Eye Evaluation) project. *Ophthalmology* 2005;112:1395-401.
552. Huynh SC, Kifley A, Rose KA, et al. Astigmatism and its components in 6-year-old children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:55-64.
553. Harvey EM, Dobson V, Clifford-Donaldson CE, et al. Prevalence of astigmatism in Native American infants and children. *Optom Vis Sci* 2010;87:400-5.
554. Lai YH, Hsu HT, Wang HZ, et al. Astigmatism in preschool children in Taiwan. *J AAPOS* 2010;14:150-4.
555. Ong E, Grice K, Held R, et al. Effects of spectacle intervention on the progression of myopia in children. *Optom Vis Sci* 1999;76:363-9.
556. Jensen H. Myopia progression in young school children. A prospective study of myopia progression and the effect of a trial with bifocal lenses and beta blocker eye drops. *Acta Ophthalmol Suppl* 1991:1-79.
557. Fulk GW, Cyert LA. Can bifocals slow myopia progression? *J Am Optom Assoc* 1996;67:749-54.
558. Fulk GW, Cyert LA, Parker DE. A randomized trial of the effect of single-vision vs. bifocal lenses on myopia progression in children with esophoria. *Optom Vis Sci* 2000;77:395-401.
559. Gwiazda J, Hyman L, Hussein M, et al. A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:1492-500.
560. Edwards MH, Li RW, Lam CS, et al. The Hong Kong progressive lens myopia control study: study design and main findings. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:2852-8.
561. Oishi T, Lauber JK. Chicks blinded with formoguanamine do not develop lid suture myopia. *Curr Eye Res* 1988;7:69-73.
562. Tigges M, Iuvone PM, Fernandes A, et al. Effects of muscarinic cholinergic receptor antagonists on postnatal eye growth of rhesus monkeys. *Optom Vis Sci* 1999;76:397-407.

563. Lind GJ, Chew SJ, Marzani D, Wallman J. Muscarinic acetylcholine receptor antagonists inhibit chick scleral chondrocytes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998;39:2217-31.
564. Yen MY, Liu JH, Kao SC, Shiao CH. Comparison of the effect of atropine and cyclopentolate on myopia. *Ann Ophthalmol* 1989;21:180-7.
565. Chua WH, Balakrishnan V, Chan YH, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology* 2006;113:2285-91.
566. Chiang MF, Kouzis A, Pointer RW, Repka MX. Treatment of childhood myopia with atropine eyedrops and bifocal spectacles. *Binocul Vis Strabismus Q* 2001;16:209-15.
567. Syniuta LA, Isenberg SJ. Atropine and bifocals can slow the progression of myopia in children. *Binocul Vis Strabismus Q* 2001;16:203-8.
568. Kennedy RH, Dyer JA, Kennedy MA, et al. Reducing the progression of myopia with atropine: a long term cohort study of Olmsted County students. *Binocul Vis Strabismus Q* 2000;15:281-304.
569. Luu CD, Lau AM, Koh AH, Tan D. Multifocal electroretinogram in children on atropine treatment for myopia. *Br J Ophthalmol* 2005;89:151-3.
570. Schwartz JT. Results of a monozygotic cotwin control study on a treatment for myopia. *Prog Clin Biol Res* 1981;69 Pt C:249-58.
571. Siatkowski RM, Cotter S, Miller JM, et al. Safety and efficacy of 2% pirenzepine ophthalmic gel in children with myopia: a 1-year, multicenter, double-masked, placebo-controlled parallel study. *Arch Ophthalmol* 2004;122:1667-74.
572. Tan DT, Lam DS, Chua WH, et al. One-year multicenter, double-masked, placebo-controlled, parallel safety and efficacy study of 2% pirenzepine ophthalmic gel in children with myopia. *Ophthalmology* 2005;112:84-91.
573. Jensen H. Timolol maleate in the control of myopia. A preliminary report. *Acta Ophthalmol Suppl* 1988;185:128-9.
574. Horner DG, Soni PS, Salmon TO, Swartz TS. Myopia progression in adolescent wearers of soft contact lenses and spectacles. *Optom Vis Sci* 1999;76:474-9.
575. Jessen GN. Contact lenses as a therapeutic device. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 1964;41:429-35.
576. Morrison RJ. The use of contact lenses in adolescent myopic patients. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 1960;37:165-8.
577. Stone J. Contact lens wear in the young myope. *Br J Physiol Opt* 1973;28:90-134.
578. Stone J. The possible influence of contact lenses on myopia. *Br J Physiol Opt* 1976;31:89-114.
579. Grosvenor T, Goss DA. The role of bifocal and contact lenses in myopia control. *Acta Ophthalmol Suppl* 1988;185:162-6.
580. Grosvenor T, Perrigin J, Perrigin D, Quintero S. Use of silicone-acrylate contact lenses for the control of myopia: results after two years of lens wear. *Optom Vis Sci* 1989;66:41-7.
581. Perrigin J, Perrigin D, Quintero S, Grosvenor T. Silicone-acrylate contact lenses for myopia control: 3-year results. *Optom Vis Sci* 1990;67:764-9.
582. Andreo LK. Long-term effects of hydrophilic contact lenses on myopia. *Ann Ophthalmol* 1990;22:224-7, 229.
583. Walline JJ, Mutti DO, Jones LA, et al. The contact lens and myopia progression (CLAMP) Study: design and baseline data. *Optom Vis Sci* 2001;78:223-33.
584. Walline JJ, Jones LA, Mutti DO, Zadnik K. A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression. *Arch Ophthalmol* 2004;122:1760-6.
585. American Academy of Ophthalmology. Complementary Therapy Assessment. Visual Training for Refractive Errors. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2004. Available at:<http://one.aao.org/guidelines-browse?filter=complementarytherapyassessment>. Accessed October 3, 2013.
586. Bates WH. *The Cure of Imperfect Sight by Treatment Without Glasses*. New York: Central Fixation Publishing Co.; 1920.
587. Lim KL, Fam HB. NeuroVision treatment for low myopia following LASIK regression. *J Refract Surg* 2006;22:406-8.
588. Barrett BT. A critical evaluation of the evidence supporting the practice of behavioural vision therapy. *Ophthalmic Physiol Opt* 2009;29:4-25.

589. Rawstron JA, Burley CD, Elder MJ. A systematic review of the applicability and efficacy of eye exercises. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2005;42:82-8.
590. Milder B, Rubin ML. *The Fine Art of Prescribing Glasses Without Making a Spectacle of Yourself*. 3rd ed. Gainesville: Triad Publishing Company; 2004.
591. Kastl PR, ed. *Contact Lenses: The CLAO Guide to Basic Science and Clinical Practice*, 3rd ed. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company; 1995.
592. Carnt NA, Evans VE, Naduvilath TJ, et al. Contact lens-related adverse events and the silicone hydrogel lenses and daily wear care system used. *Arch Ophthalmol* 2009;127:1616-23.
593. Findl O, Kriechbaum K, Sacu S, et al. Influence of operator experience on the performance of ultrasound biometry compared to optical biometry before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1950-5.
594. Shammas HJ. A comparison of immersion and contact techniques for axial length measurement. *J Am Intraocul Implant Soc* 1984;10:444-7.
595. Schelenz J, Kammann J. Comparison of contact and immersion techniques for axial length measurement and implant power calculation. *J Cataract Refract Surg* 1989;15:425-8.
596. Eleftheriadis H. IOLMaster biometry: refractive results of 100 consecutive cases. *Br J Ophthalmol* 2003;87:960-3.
597. Connors R 3rd, Boseman P 3rd, Olson RJ. Accuracy and reproducibility of biometry using partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:235-8.
598. Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;238:765-73.
599. Packer M, Fine IH, Hoffman RS, et al. Immersion A-scan compared with partial coherence interferometry: outcomes analysis. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:239-42.
600. Landers J, Goggin M. Comparison of refractive outcomes using immersion ultrasound biometry and IOLMaster biometry. *Clin Experiment Ophthalmol* 2009;37:566-9.
601. Vogel A, Dick HB, Krummenauer F. Reproducibility of optical biometry using partial coherence interferometry: intraobserver and interobserver reliability. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1961-8.
602. Lege BA, Haigis W. Laser interference biometry versus ultrasound biometry in certain clinical conditions. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004;242:8-12.
603. Dietlein TS, Roessler G, Luke C, et al. Signal quality of biometry in silicone oil-filled eyes using partial coherence laser interferometry. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:1006-10.
604. Hill W, Li W, Koch DD. IOL power calculation in eyes that have undergone LASIK/PRK/RK. Version 3.9. American Society of Cataract and Refractive Surgery. Available at: <http://iol.ascrs.org/>. Accessed July 8, 2011.
605. Hill W, Angeles R, Otani T. Evaluation of a new IOLMaster algorithm to measure axial length. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:920-4.
606. Freeman G, Pesudovs K. The impact of cataract severity on measurement acquisition with the IOLMaster. *Acta Ophthalmol Scand* 2005;83:439-42.
607. Tehrani M, Krummenauer F, Blom E, Dick HB. Evaluation of the practicality of optical biometry and applanation ultrasound in 253 eyes. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:741-6.
608. Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:700-12. Erratum. *J Cataract Refract Surg* 1994;20:677.
609. Zuberbuhler B, Morrell AJ. Errata in printed Hoffer Q formula. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:2; author reply 2-3.
610. Hoffer KJ. Clinical results using the Holladay 2 intraocular lens power formula. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1233-7.
611. Olsen T, Corydon L, Gimbel H. Intraocular lens power calculation with an improved anterior chamber depth prediction algorithm. *J Cataract Refract Surg* 1995;21:313-9.
612. Hoffmann PC, Hutz WW, Eckhardt HB. Significance of optic formula selection for postoperative refraction after cataract operation [in German]. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1997;211:168-77.

613. Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:333-40.
614. Haigis W. Intraocular lens calculation in extreme myopia. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:906-11.
615. Findl O, Menapace R, Rainer G, Georgopoulos M. Contact zone of piggyback acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:860-2.
616. Werner L, Shugar JK, Apple DJ, et al. Opacification of piggyback IOLs associated with an amorphous material attached to interlenticular surfaces. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1612-9.
617. Shugar JK, Keeler S. Interpseudophakos intraocular lens surface opacification as a late complication of piggyback acrylic posterior chamber lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:448-55.
618. Hill WE, Byrne SF. Complex axial length measurements and unusual IOL power calculations. *Focal Points: Clinical Modules for Ophthalmologists. Module 9.* San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2004:10-11.
619. Shugar JK, Lewis C, Lee A. Implantation of multiple foldable acrylic posterior chamber lenses in the capsular bag for high hyperopia. *J Cataract Refract Surg* 1996;22 Suppl 2:1368-72.
620. Gayton JL, Sanders V, Van der Karr M, Raanan MG. Piggybacking intraocular implants to correct pseudophakic refractive error. *Ophthalmology* 1999;106:56-9.
621. American Academy of Ophthalmology. Code of Ethics; rules of ethics #7 and #8. Available at:www.aao.org/about/ethics/code_ethics.cfm. Accessed May 4, 2011.
622. Lin JC, Rapuano CJ, Laibson PR, et al. Corneal melting associated with use of topical nonsteroidal anti-inflammatory drugs after ocular surgery. *Arch Ophthalmol* 2000;118:1129-32.
623. Congdon NG, Schein OD, von Kulajta P, et al. Corneal complications associated with topical ophthalmic use of nonsteroidal antiinflammatory drugs. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:622-31.
624. Guidera AC, Luchs JI, Udell IJ. Keratitis, ulceration, and perforation associated with topical nonsteroidal anti-inflammatory drugs. *Ophthalmology* 2001;108:936-44.
625. Tinley CG, Frost A, Hakin KN, et al. Is visual outcome compromised when next day review is omitted after phacoemulsification surgery? A randomised control trial. *Br J Ophthalmol* 2003;87:1350-5.
626. Alwitry A, Rotchford A, Gardner I. First day review after uncomplicated phacoemulsification: is it necessary? *Eur J Ophthalmol* 2006;16:554-9.
627. Saeed A, Guerin M, Khan I, et al. Deferral of first review after uneventful phacoemulsification cataract surgery until 2 weeks: randomized controlled study. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1591-6.
628. Tan JH, Newman DK, Klunker C, et al. Phacoemulsification cataract surgery: is routine review necessary on the first post-operative day? *Eye* 2000;14 (Pt 1):53-5.
629. Masket S, Tennen DG. Astigmatic stabilization of 3.0 mm temporal clear corneal cataract incisions. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:1451-5.



ABREVIATURAS

- AAO: Academia Americana de Oftalmología (American Academy of Ophthalmology)
- AINE: antiinflamatorios no esteroideos
- AK: queratotomía astigmática (arquate keratotomy)
- ALK: queratoplastia lamelar automatizada (Automated Lamellar Keratoplasty)
- CDVA: agudeza visual con corrección (Corrected Distance Visual Acuity)
- CIE: Clasificación Internacional de las Enfermedades (International Classifications of Diseases)
- CRT: terapia refractiva corneal (Corneal Refractive Therapy)
- D: dioptrías
- DLK: Queratitis lamelar difusa (Diffuse Lamellar Keratitis)
- ECA: esclerotomía ciliar anterior
- ECCA: ensayos clínicos controlados aleatorizados
- FDA: Administración de alimentos y medicamentos de Estados Unidos (United States Food and Drug Administration)
- FLACS: cirugía de catarata asistida por láser de femtosegundo (Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery)
- GRADE: Clasificación de recomendaciones de valoración, desarrollo y evaluación (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation)
- HOA: aberraciones ópticas de alto orden (High Order Aberrations)
- ICRS: segmentos intraestromales (Intra-Corneal Ring Segments)
- IPCL: lente fáquica de cámara posterior (Intraocular Posterior Chamber Lens)
- LASEK: queratomileusis epitelial con láser
- LASIK: queratomileusis in situ asistida por láser excímer (laser in situ keratomileusis)
- LC: lente de contacto

- LCB: lente de contacto blanda
- LCGP: lente de contacto gas permeable
- LCR: lente de contacto rígidaLLO: lente intraocular
- MMC: mitomicina C
- N.T.: Nota del traductor
- OOK: ortoqueratología nocturna (overnight ortho-kerathology)
- Orto-K: ortoqueratología
- PIO: presión intraocular
- PMMA: polimetil-metacrilato
- PPP: protocolos de prácticas clínicas preferentes (Preferred Practice Pattern)
- PRK: queratectomía fotorrefractiva (Photorefractive keratectomy)
- PTA: cantidad de tejido alterado
- PTK: queratectomía foto-terapéutica (Photo-Therapeutic Keratectomy)
- QA: queratotomía astigmática
- QR: queratotomía radial
- RK: queratotomía radial (radial keratotomy)
- RSB: grosor estromal residual (residual stromal bed)
- SIGN: Scottish Intercollegiate Guideline Network (Red intercolegial de directrices escocesa)
- SMILE: extracción de lentículo pequeña microinvasiva (Small Microinvasive Lenticule Extraction)
- UDVA: agudeza visual sin corrección (Uncorrected Distance Visual Acuity)