



Universidad de Valladolid



Miopía Alta: definición, comorbilidad y corrección refractiva

Revisión bibliográfica

Trabajo Fin de Máster

Máster en Cirugía Refractiva 2018-2019

Universidad de Valladolid

**Instituto Universitario de Oftalmobiología
Aplicada**

Autor: Adolfo Espino García

Director: Profesor Miguel José Maldonado López

ÍNDICE

Currículum Vitae (abreviado)	2
Aprobación del comité de investigación del IOBA	3
Resumen	4
Introducción	5
Hipótesis y objetivos	5
Material y métodos	5
Resultados	
• Definición de la Miopía Alta	6
• Comorbilidad ocular de la Miopía Alta	7
• Corrección refractiva de la Miopía Alta:	8
1. Resultados de la cirugía refractiva con láser corneal	9
2. Resultados de la cirugía con implante de lente intraocular fáquica	11
3. Resultados de la cirugía facorrefractiva	12
Discusión	14
Conclusiones	17
Bibliografía	18

RESUMEN

INTRODUCCIÓN:

La definición Miopía Alta es un tema controvertido pues no hay consenso en la definición del umbral de equivalente esférico y/o longitud axial. La miopía, y especialmente la miopía alta, induce cambios en el ojo asociando comorbilidad que puede comprometer gravemente la visión. La corrección del defecto refractivo en miopías de alto rango es posible mediante distintas técnicas de cirugía refractiva que han evolucionado en los últimos años. La miopía se ha convertido en un grave problema de salud pública global por su alta y creciente prevalencia. El incremento en el número y rango de miopías altas es un verdadero desafío para la cirugía refractiva.

OBJETIVOS:

El propósito de este trabajo es la realización de una revisión bibliográfica con el objetivo de actualizar la definición de la miopía alta, establecer las asociaciones que ésta tiene con otras patologías oculares y, por último, identificar y clasificar las distintas técnicas quirúrgicas disponibles para su corrección refractiva.

MATERIAL Y MÉTODOS:

Se realizó una búsqueda y revisión sistemática de publicaciones sobre miopía y miopía alta empleando el buscador PubMed (National Library of Medicine), y usando los términos: *High Myopia AND Definition, High Myopia AND Ocular Complications, High Myopia AND Refractive Surgery*. Se incluyeron todas las series de casos, estudios comparativos, ensayos clínicos, y revisiones publicados en la última década.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Hay una discrepancia entre la definición de miopía alta que utiliza la Organización Mundial para la Salud (OMS) (equivalente esférico igual o inferior a -5,00 D) y el umbral empleado en muchos de los trabajos publicados en la última década (equivalente esférico inferior a -6,00 D). La prevalencia de catarata, glaucoma y desprendimiento de retina es mayor en los miopes altos. La maculopatía miópica, el estafiloma posterior, la neovascularización miópica, la foveosquiasis miópica o maculopatía miópica traccional, el agujero macular miópico y la mácula en domo son complicaciones agrupadas en el concepto de miopía patológica que es más frecuente en miopía alta, aunque no se deben utilizar indistintamente sendos conceptos.

La cirugía refractiva mediante remodelación láser de la córnea es una opción en la miopía alta pero dentro de un rango limitado y en córneas seleccionadas. En cambio, la cirugía intraocular permite la corrección de rangos mayores de miopía. Las lentes fáquicas son una buena alternativa, pero pueden estar contraindicadas en ciertos casos. La cirugía facorretractiva es una opción, sobretodo si hay catarata, pero se debe evitar en menores de 40 años por el riesgo de desprendimiento de retina.

CONCLUSIONES:

Es necesaria la estandarización de la definición de miopía alta para obtener un conocimiento real de su epidemiología y así implementar medidas profilácticas y diseñar un abordaje diagnóstico y terapéutico más eficaces. La elección de la técnica refractiva en la miopía alta dependerá de la anatomía del ojo, del rango de corrección, de la edad y de las expectativas del paciente.

INTRODUCCIÓN:

La miopía se ha convertido en un grave problema de salud pública global por su alta y creciente prevalencia en distintas áreas geográficas, ser causa de discapacidad visual si no se corrige o si está infracorregida, y por estar asociada a patologías que incrementan el riesgo potencial de ceguera(1). La propia definición de Miopía y Miopía Alta es un tema controvertido en el que diferentes autores y publicaciones, documentos de consenso de comités de expertos y guías de práctica clínica de distintas sociedades científicas, emplean distintos rangos de equivalente esférico (EE) y/o longitud axial (LA) para delimitar con precisión el significado de sendos conceptos(2)(3)(4). De hecho, la definición de la prevalencia de la miopía y miopía alta varía entre los distintos estudios no sólo por las diferencias en el área geográfica o en la composición étnica de la muestra, sino también por la ausencia de una definición universal de dicho concepto(5).

La miopía, y especialmente la miopía alta, se caracterizan por una elongación axial de la longitud del ojo, y consecuentemente se produce el estiramiento de la pared posterior del órgano, repercutiendo esto en la aparición de patología ocular asociada que puede comprometer gravemente la visión(6).

Las técnicas de cirugía refractiva no previenen la progresión de las complicaciones asociadas a la miopía alta(1)(7), motivo por el que algunos las pueden considerar un mero procedimiento estético. Sin embargo, el efecto de la cirugía refractiva va más allá de prescindir de la corrección con gafas, pues favorece una mejora en la calidad de vida, habilidad y rendimiento laboral de los pacientes(8).

La miopía se ha convertido en un grave problema de salud pública global por su alta y creciente prevalencia(5). El incremento en el número y rango de miopías altas es ya un verdadero desafío para cualquier servicio de salud en general y para la cirugía refractiva en particular, motivo del creciente número de publicaciones relacionadas con esto en la literatura científica.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS:

El desarrollo experimentado por las técnicas diagnósticas y terapéuticas en los últimos años ha permitido un mejor conocimiento del ojo miope alto. Como consecuencia, han mejorado el diagnóstico de la comorbilidad asociada y su enfoque terapéutico, así como las perspectivas de la corrección refractiva en estos ojos. El propósito de este trabajo es, por tanto, la realización de una revisión bibliográfica con el objetivo de actualizar la definición de la miopía alta, establecer las asociaciones que ésta tiene con otras patologías oculares y, por último, identificar y clasificar las distintas técnicas quirúrgicas disponibles para su corrección refractiva.

MATERIAL Y MÉTODOS:

Para la elaboración de este trabajo se realizó una búsqueda y revisión sistemática de publicaciones sobre miopía y miopía alta, centrada en aquellas cuyo objetivo fuera definir los conceptos mencionados, describir la comorbilidad asociada a la miopía alta y, por último, mostrar los resultados de las distintas técnicas quirúrgicas refractivas en los ojos miopes altos. La búsqueda se realizó empleando el buscador PubMed (National Library of Medicine), y usando los términos: *High Myopia AND Definition, High Myopia AND Ocular Complications, High Myopia AND Refractive Surgery*. La revisión se

restringió a todas aquellas publicaciones realizadas en inglés con fecha posterior a 1 de junio de 2009, cumpliéndose así con el objetivo de realizar una revisión que abarcara la última década. Se incluyeron todas las series de casos, estudios comparativos, ensayos clínicos, y revisiones publicados en ese periodo. La búsqueda alcanzó 10 publicaciones en relación con la definición de la miopía alta, 133 relacionadas con la comorbilidad ocular y, finalmente, 321 asociando los términos *High Myopia* y *Refractive Surgery*. Se descartaron todas las referencias bibliográficas no pertinentes y aquellas que carecían de resumen. Así el número de trabajos a revisar descendió hasta 282. Entre estos artículos, se seleccionaron sólo aquellos considerados relevantes respecto al objetivo del trabajo (ver **tabla**). El método de revisión consistió en la lectura de los resúmenes, y en caso necesario, de los artículos completos. También se incorporaron referencias de algunos de los artículos revisados.

Para enriquecer las fuentes de información se accedió a los portales de la Organización Mundial para la Salud (OMS), de la Academia Americana de Oftalmología (AAO según su acrónimo en inglés), y de la Sociedad Española de Retina y Vítreo (SERV) en búsqueda de informes o guías de práctica clínica relacionados con el tema tratado por este trabajo. Estas referencias están excluidas de la tabla inferior, así como una cita que se corresponde con una carta al editor a propósito de un tema.

Términos de la búsqueda	Artículos: Total de la búsqueda	Artículos seleccionados		
		Ensayos clínicos	Revisiones	Estudios clínicos y comparativos
Definición y Comorbilidad	72		10	6
Cirugía Refractiva	210	5	9	17

Tabla

RESULTADOS:

Definición de Miopía Alta

Según la descripción empleada por la OMS en su informe sobre el impacto de la miopía y la miopía alta publicado en 2017, la primera se define como un defecto en el que el error refractivo corresponde con un EE igual o inferior a -0,50 dioptrías en cada ojo, mientras que la segunda se considera cuando el EE es igual o inferior a -5,00 dioptrías en cada ojo(2). En cambio, el umbral empleado para definir la miopía alta en muchos de los trabajos revisados, es de -6,00 dioptrías(4)(9), en línea con lo descrito por la AAO(3).

En ocasiones, el concepto de miopía alta puede ir asociado al de miopía patológica, generando confusión puesto que, si bien la excesiva elongación del globo ocular y la presencia de un estafiloma posterior son importantes factores promotores en el desarrollo de los cambios degenerativos asociados a la segunda(10), el error refractivo o la longitud axial por sí solos con frecuencia no reflejan adecuadamente esta última condición(7)(11). En relación con esto, la OMS considera en el informe mencionado en el párrafo anterior, que el concepto de degeneración macular miópica debe emplearse clínicamente o en investigación cuando exista una alteración macular con riesgo de discapacidad visual debido a la miopía o más frecuentemente a la miopía

alta(2). Recientemente un comité de investigadores en miopía revisó publicaciones y clasificaciones previas y propuso un sistema de clasificación simplificado y uniforme de la miopía patológica. En el mencionado sistema, la miopía patológica se definió como una entidad en la que la atrofia coriorretiniana es igual o más severa que una forma de atrofia difusa (12)(7).

Los estudios epidemiológicos llevados a cabo en los últimos años han detectado una prevalencia en ascenso de la miopía globalmente. Algunas proyecciones estiman un 34% de miopes en la población mundial en 2020, con una distribución asimétrica entre distintas regiones geográficas y grupos étnicos. En Europa Occidental, según algunas publicaciones la proporción de miopes en 2020 rondará el 30-35%(5). En España, al igual que en otras regiones la prevalencia de la miopía se ha ido incrementando en los últimos años (13).

Paralelamente hay una progresión de la prevalencia de la miopía alta(5), que aumenta el riesgo de catarata(14), glaucoma, desprendimiento de retina(6) o de miopía patológica(7), condiciones que amenazan grave y con frecuencia irreversiblemente la visión. Se ha estimado que en 2020 un 5,2% de la población mundial tendrá miopía alta(alrededor de 399 millones de personas)(5).

Entre los factores de riesgo de desarrollar miopía alta se encuentra los antecedentes familiares de primer rango, la edad del debut miópico (relación inversamente proporcional), la tasa de progresión del defecto refractivo durante el primer año tras el diagnóstico(15) y el mayor tiempo dedicado a lectura o trabajo de cerca frente a actividades al aire libre(1). Hasta un tercio de los niños que reciben su primera corrección miópica entre los 8 y los 12 años tendrán miopía alta en la edad adulta(15).

Comorbilidad Ocular de la Miopía Alta:

La asociación entre la miopía y el incremento del riesgo de desarrollar catarata está ampliamente documentada en la literatura científica. En el estudio prospectivo poblacional Blue Mountains se observó una asociación significativa entre la miopía cualquiera que fuera el error refractivo y una mayor incidencia de catarata subcapsular posterior. Además, en el grupo con miopía alta la incidencia de catarata nuclear fue significativamente mayor(14). Por otro lado, tres estudios de cohortes no hallaron una asociación significativa entre la miopía y la catarata senil(6).

La miopía alta se considera un factor de riesgo de desarrollar glaucoma. Asimismo, la prevalencia de GAA es mayor en pacientes jóvenes con miopía alta que en aquellos mayores con miopía simple. El GAA aparece antes en los pacientes con alta miopía(16). Los cambios en la pared posterior debido a la elongación del ojo en la miopía son la causa de la deformación de la cabeza del nervio óptico(6). Éste y otros cambios en el polo posterior descritos en los ojos con miopía alta son el adelgazamiento de la capa de fibras nerviosas y la compresión escleral en el área peripapilar, todos ellos también detectados en el glaucoma(17).

El desprendimiento de vítreo posterior como consecuencia de la licuefacción del cuerpo vítreo aparece a una edad más temprana en los altos miopes. Las degeneraciones retinianas periféricas tipo lattice aparecen con mayor frecuencia a medida que aumenta la longitud axial(13).

El riesgo de un miope de padecer un desprendimiento de retina en cualquier momento de su vida es hasta 20 veces mayor en comparación con un paciente emétrepe(6). El 50% de los desprendimientos no traumáticos suceden en miopes y la incidencia de desprendimiento de retina (DR) espontáneo en un miope alto varía desde el 1% hasta el 11,4%. El riesgo se incrementa con el grado de miopía, la longitud axial y la edad(18).

La formación de un estafiloma posterior, deformidad de la pared posterior del ojo que consiste en una evaginación de un área limitada de la misma, es una complicación típica de la alta miopía, aunque no exclusiva, pudiendo aparecer en pacientes con defectos miópicos más leves(7). El estafiloma posterior es una complicación que aparece en el 23% de los adultos con alta miopía(9). Existe una asociación significativa entre la presencia de un estafiloma posterior y la formación de distintas formas de miopía patológica como la foveosquiasis miópica. Ésta con frecuencia precede a la aparición de un agujero macular con desprendimiento de retina, que es considerada una complicación más propia de la miopía alta(6).

La mácula en domo es consecuencia de una forma particular de la pared posterior, en la que la esclera se muestra cóncava en el seno de un estafiloma posterior, inclinando la mácula, y con frecuencia asocia un desprendimiento de retina foveal seroso(6). Según los distintos trabajos publicados con muestras no comparables en cuanto a tamaño y composición étnica, la incidencia de mácula en domo varía entre un 9,3% y el 20,1% de los ojos miopes altos(7). En una serie retrospectiva publicada en 2012, Coco et al. observó la presencia de inclinación macular en el 13,63% de 330 ojos con miopía alta, muchos de ellos presentando mácula en domo(19).

Se ha demostrado un mayor adelgazamiento de la esclera y la coroides en la miopía alta. Una coroides adelgazada es una condición significativamente asociada con la protuberancia escleral y con el desprendimiento seroso de la retina como sucede en la mácula en domo y con el desarrollo de una neovascularización coroidea miópica(6). El 62% de los casos de neovascularización coroidea en menores de 50 años es causado por la miopía(7). Diversos estudios sitúan la prevalencia de la neovascularización miópica entre 5% y 11% de los miopes altos. Entre las condiciones preexistentes asociadas al desarrollo de una neovascularización coroidea se citan la presencia de estrías de laca(7). Esto último y la neovascularización coroidea son signos de severidad de la maculopatía miópica según una clasificación publicada hace unos años(12). La maculopatía miópica, el estafiloma posterior, la neovascularización miópica, la foveosquiasis miópica o maculopatía miópica traccional, el agujero macular miópico y la mácula en domo son complicaciones agrupadas en el concepto de miopía patológica(7).

Corrección refractiva de la Miopía Alta:

La corrección óptica de la miopía alta con gafas asocia frecuentemente aberraciones ópticas y pobre calidad visual(18). En las 2 últimas décadas se han desarrollado varias técnicas quirúrgicas para la corrección óptica de los defectos refractivos como la miopía.

En primer lugar, se describirán las técnicas de ablación corneal, que potencialmente pueden tratar la mayoría de los defectos refractivos (miopía, hipermetropía, astigmatismo y presbicia) dentro de un rango(8). Estos procedimientos

consisten en la remodelación de la arquitectura corneal mediante la fotoablación del tejido estromal empleando el láser excimer(20).

Otras técnicas quirúrgicas refractivas son las denominadas intraoculares, entre las que se incluyen los implantes de lente fáquica y la cirugía de cristalino o procedimiento facorretractivo. Dentro del grupo de cirugías con implante de lente fáquica se consideran tanto aquéllas de fijación iridiana como las lentes fáquicas de cámara posterior(8).

1. Resultados de la cirugía refractiva con láser corneal

La primera de las técnicas láser descrita fue la queratectomía fotorefractiva (PRK según el acrónimo en inglés), que consiste en la desepitelización corneal mecánica seguida de la fotoablación de la superficie estromal subyacente. Sin embargo, los efectos secundarios asociados a la ablación de la superficie corneal propios de este procedimiento, como son el dolor postoperatorio, el retraso en la cicatrización de la córnea y el desarrollo de opacidad o estromal anterior, contribuyeron a su uso decreciente en beneficio de la técnica de ablación intraestromal denominada laser in situ keratomileusis (LASIK)(20).

En el caso de la corrección refractiva de la miopía alta, tradicionalmente hubo preferencia por las técnicas de ablación de superficie frente al LASIK debido a la inestabilidad biomecánica postoperatoria de la córnea en relación con la cantidad de tejido estromal eliminado(21) y a la inducción de aberraciones de alto orden que la segunda provocaba, y que impactaban negativamente en la función visual de los pacientes(22).

Otras de las ventajas demostradas por la PRK frente al LASIK ha sido la ausencia de complicaciones intra y postoperatorias relacionadas con el flap corneal. Posteriormente, con el objetivo de mantener las ventajas asociadas al empleo de la PRK aparecieron otras técnicas de ablación de la superficie corneal como son la queratectomía transepitelial (T-PRK, según el acrónimo en inglés), la queratectomía subepitelial asistida por láser (LASEK, según su acrónimo en inglés) y el LASIK epitelial o epi-LASIK. La diferencia entre los procedimientos de ablación de superficie mencionadas anteriormente consiste en la técnica empleada para la desepitelización. En el caso del LASEK y el epi-LASIK se levanta el epitelio de la superficie de tratamiento con alcohol o mecánicamente, conservando el epitelio intacto como una solapa o flap. Tras la ablación de la superficie estromal, el flap epitelial se superpone para reducir el dolor postoperatorio y acelerar la cicatrización. La tercera técnica, la T-PRK utiliza el mismo láser para la eliminación del epitelio, presentando las siguientes ventajas: ausencia de contacto de instrumental con la córnea, reducción del tiempo quirúrgico, posibilidad de reducción de la superficie de tratamiento así como prevención de la toxicidad tisular asociada al uso de alcohol(20).

Un metaanálisis que incluyó ensayos clínicos aleatorizados y estudios comparativos (un total aproximado de 1000 ojos operados) con el objetivo de comparar las técnicas PRK y LASEK en cuanto a los resultados visuales y refractivos, así como el dolor y la opacidad postoperatoria a los 6 meses, concluyó que no había diferencias significativas entre ambos procedimientos. En

otro metaanálisis publicado recientemente, las técnicas de cirugía refractiva con láser de ablación de la superficie corneal demostraron ser comparables en términos de eficacia, predecibilidad refractiva, seguridad y opacidad postoperatoria en el tratamiento de los defectos refractivos miópicos, excepto en la escala de medición del dolor a los 3 días, con el Epi-LASIK siendo más doloroso que la PRK y la T-PRK. Sin embargo, el análisis comparativo de las distintas técnicas demostró que el LASEK es relativamente mejor en cuanto a eficacia, predecibilidad refractiva y seguridad. La T-PRK, en cambio, se mostró como el procedimiento con menor opacidad estromal postquirúrgica y dolor al tercer día, además de tener un menor tiempo de cicatrización(20). Una revisión retrospectiva que comparó los resultados de la técnica LASEK frente al Epi-LASIK en una cohorte de 1000 ojos miopes, concluyó que a los 12 meses no hay diferencia estadísticamente significativa en lo que a resultados visuales se refiere entre sendos procedimientos para cualquier grado de miopía(23).

Las limitaciones asociadas al LASIK en el tratamiento de la alta miopía se han visto superadas con la aparición de las nuevas plataformas de láser excimer, que emplean el femtosegundo en la disección del flap corneal, y el uso de perfiles de ablación libres de aberraciones optimizados(24). Los resultados del estudio publicado recientemente por Vega-Estrada sugieren que se trata de un procedimiento eficaz en cuanto a resultados de estabilidad visual, refractiva y de calidad visual en el seguimiento a largo plazo. Sin embargo, hay que tener en consideración que una córnea prequirúrgica muy prolata o la cantidad de aberraciones de alto orden inducida por la técnica son factores que afectan negativamente los resultados a largo plazo(25).

En un ensayo clínico comparativo no aleatorizado con seguimiento a 18 meses se demostró que, si bien el femto-LASIK induce más aberraciones de alto orden, si se consideran los resultados en términos de una agudeza visual no corregida de 20/20, el error refractivo residual y la sensibilidad al contraste, éste supera los resultados de la PRK asistida con mitomicina C (MMC) en la corrección de la miopía alta(26).

Otro trabajo comparó la técnica LASEK frente al LASIK, y demostró que con el primer procedimiento en miopes altos hay un incremento de la opacidad corneal y de regresión que afecta a los resultados de visión y refractivos(27).

Por último, dentro de las cirugías con láser excimer, y como alternativa a las técnicas de ablación de la superficie ocular y al LASIK, se ha desarrollado una técnica asistida con láser de femtosegundo que consiste en la extracción del lentículo corneal a través de una pequeña incisión (SMILE según su acrónimo en inglés)(20). La estabilidad del procedimiento se cree debida a la conservación intacta de una amplia proporción de estroma anterior y de la capa Bowman(28). En un trabajo en el que se compararon los resultados de esta técnica entre un grupo de pacientes con un defecto miópico leve a moderado frente a otro con alta miopía, se demostró que SMILE presenta una eficacia y seguridad similar en sendos grupos(29). Por lo tanto, es una técnica válida para la corrección de la miopía alta.

En otro trabajo se comparó el tratamiento mediante SMILE con el LASEK en la corrección de la miopía alta y resultaron ser similares en cuanto a seguridad y eficacia, si bien la primera técnica no produjo opacidad corneal y conllevó una menor inducción de algunas aberraciones de primer orden(30). Por este motivo, la publicación anterior concluye que los resultados de AV postoperatoria en la

corrección de la miopía alta son mejores en el grupo tratado con SMILE frente al LASEK. Un grupo de autores cuestiona estos hallazgos porque en los brazos de tratamiento mediante LASEK no se emplea MMC intraoperatoria, cuyo efecto citotóxico y antimitótico sobre los queratocitos inhibe la opacidad corneal que puede aparecer tras una ablación de superficie, especialmente cuando se debe corregir un defecto refractivo alto(31). Sin embargo, otros autores discuten el papel de la MMC en la prevención de la opacidad corneal en las técnicas de ablación de superficie actuales(32).

Al compararla con el femto-LASIK, un estudio prospectivo aleatorizado observó mejor predecibilidad refractiva y menos aberraciones inducidas en los pacientes tratados con SMILE(33).

Por último, se debe subrayar que la técnica SMILE conlleva una leve ralentización de la recuperación visual en comparación con otras técnicas queratorrefractivas durante el postoperatorio precoz(34). Esto se debe según algunos autores a un retraso en la cicatrización corneal, mientras otros señalan la inducción de aberraciones de primer orden como el motivo de este hallazgo(35).

Los procedimientos de remodelación corneal con láser son las técnicas quirúrgicas más empleadas globalmente en la corrección de la miopía; sin embargo, se debe considerar su efecto sobre la calidad visual postoperatoria y la clínica del ojo seco y su limitado rango de error refractivo corregible(23)(24)(25)(26)(27)(32).

2. Resultados de la cirugía con implante de lente fáquica

Los pacientes miopes no susceptibles de ser operados mediante una cirugía refractiva láser pueden ser candidatos al implante de una lente intraocular (LIO) fáquica, sobretodo los más jóvenes, pues así conservan la acomodación(18). Las LIO fáquicas, que permiten corregir hasta 20 D de miopía, pueden implantarse en la cámara anterior, ancladas al iris, o en la cámara posterior anteriormente al cristalino(3).

Numerosas publicaciones con amplias muestras de ojos han concluido que las lentes fáquicas implantadas en la cámara posterior, también conocidas como ICL (según su acrónimo en inglés), demuestran seguridad, eficacia, predecibilidad refractiva y estabilidad. En relación con esto, estudios clínicos con seguimiento a 12 meses han mostrado la superioridad de esta técnica frente a los procedimientos corneales en lo que a satisfacción del paciente se refiere(36).

Un estudio que comparó una lente de anclaje a iris no plegable (Verisyse) frente a una plegable de cámara posterior (Visian ICL) concluyó que ambas son efectivas en la corrección de los defectos miópicos moderados y altos, aunque la segunda demostró mejor agudeza visual binocular y predecibilidad refractiva(37).

Los trabajos que compararon las técnicas de ablación con láser de la córnea, concretamente el LASIK, con el implante de lente fáquica en cámara posterior observaron una reducción significativa de las aberraciones de alto

orden no sólo en los pacientes con miopía alta(38) sino también en aquellos con defectos refractivos menores(39).

En un trabajo que comparó el tratamiento de la miopía alta empleando la técnica SMILE frente al implante de una lente fáquica en cámara posterior, se observó que la calidad visual con la segunda técnica fue ligeramente mejor a los 3 meses de la intervención. Los pacientes a los que se implantó la lente fáquica mantuvieron la morfología corneal evitando así el proceso de cicatrización postoperatorio y en añadidura presentaron menos aberraciones de alto orden(40).

Las lentes fáquicas están asociadas a un mayor riesgo de cambios escleróticos en el cristalino, uveítis, glaucoma, y descompensación corneal; además, de ser procedimientos más costosos(18).

El diseño de los implantes en cámara posterior ha evolucionado hacia lentes con un puerto central (un orificio en el centro de la óptica para prevenir las complicaciones asociadas a su emplazamiento entre la cara posterior del iris y la cápsula anterior del cristalino). Con el implante de estas lentes se ha obtenido buenos resultados de agudeza visual no corregida, predecibilidad refractiva y estabilidad postoperatoria, además se ha reducido el riesgo de catarata subcapsular anterior y bloqueo pupilar(41). Estos resultados han sido recientemente replicados por un trabajo que evalúa la eficacia y la seguridad de estos implantes a 5 años en pacientes con miopía moderada y alta(42).

Posteriormente, han aparecido las lentes de anclaje iridiano plegables (Artiflex). En un trabajo publicado recientemente se compara este implante con las lentes fáquicas de cámara posterior con puerto central mencionadas en el párrafo anterior, y concluye que ambas presentan un perfil de seguridad y eficacia con estabilidad y predecibilidad de la refracción similares. Además, demostraron una sensibilidad al contraste comparable(43).

3. Resultados de la cirugía facorrefractiva

La cirugía facorrefractiva es por definición la extracción del contenido transparente o esclerosado del cristalino (catarata), con o sin el implante posterior en el mismo acto quirúrgico de una LIO, con el objetivo postoperatorio de alcanzar o acercarse a la emetropía(3). La técnica quirúrgica preferentemente empleada en la extracción del cristalino es la facoemulsificación(3).

Entre las ventajas asociadas a la cirugía facorrefractiva con implante de una LIO, se encuentran la rápida recuperación visual postoperatoria y su predecibilidad refractiva(3). La cirugía de cristalino también se asocia a una mejor calidad visual postoperatoria en comparación con las técnicas refractivas de superficie ocular, como el LASIK, que además se mantiene a lo largo del tiempo en ausencia de una opacidad de la cápsula posterior(18).

Las lentes para implantación en el saco capsular pueden ser monofocales (tienen una única distancia focal)(18), multifocales (están diseñadas para distancias focales lejana, intermedia y cercana), de rango extendido o

acomodativas. Además, en los casos con astigmatismo queratométrico regular preoperatorio se podría implantar una lente tórica(3).

Un motivo frecuente de disconformidad con el resultado postquirúrgico del implante de una lente multifocal es la visión de halos o el deslumbramiento nocturno (3)(44). Además, la disponibilidad de LIO multifocal o multifocal tórica en miopías altas es aún un desafío(18).

Las lentes acomodativas no están asociadas a fenómenos visuales postoperatorios como la visión de halos o el deslumbramiento nocturno pero han mostrado menor eficacia en la visión intermedia y cercana que las multifocales(45)(18).

Basada en el principio de la supresión interocular mediada por el sistema nervioso central, la monovisión, es una técnica que consiste en el implante de una LIO monofocal calculada para distinto punto focal en cada ojo, uno para distancia lejana y el otro para cerca. Esto se erige en una buena alternativa a las lentes multifocales y acomodativas en pacientes que no son candidatos a éstas, bien porque el riesgo de destellos, visión de halos o calidad visual disminuida no es asumido por el propio paciente, bien cuando no hay disponibilidad de LIO multifocal para la corrección que precisa el caso o cuando existe comorbilidad ocular(18).

El error refractivo hipermetrópico postoperatorio tras una cirugía facorretractiva aumenta con el incremento de la longitud axial, siendo mayor cuando se requiere una LIO con poder dióptrico negativo. Para prevenir esta sorpresa refractiva, varios trabajos proponen el uso de las fórmulas SRK-T y Haigis en ojos de más de 26 mm(46)(47). Otros autores consideraron que la fórmula Barrett Universal II es también una adecuada opción en ojos de más de 26 mm de longitud(48) o cuando la potencia de la LIO calculada sea inferior a 6 D(49). Sin embargo, la fórmula de Barrett Universal II tuvo el menor error predictivo entre las tres fórmulas mencionadas(48). La mayoría de los estudios demuestran un error predictivo absoluto medio en altos miopes de aproximadamente 1 D(18).

Además de una posible sorpresa refractiva postquirúrgica, debemos considerar los posibles riesgos inherentes a una cirugía intraocular como una de las posibles desventajas de la facoemulsificación con implante de LIO frente a otras técnicas quirúrgicas refractivas(18), especialmente las de remodelado corneal.

Los distintos estudios publicados que abordan el riesgo de DR tras cirugía de catarata o facorretractiva en miopes altos, lo sitúan entre 0 y 8%. Esta diferencia se atribuye a la variabilidad en la longitud axial, el grado de miopía, la edad del paciente y el tiempo de seguimiento de los diferentes estudios(18). Las publicaciones más recientes, describen un riesgo de DR relativamente bajo tras facoemulsificación en ojos con miopía alta, especialmente si la cirugía se realiza en mayores de 60 años(18). En relación con esto, la mayoría de los autores sugieren valorar otras opciones como las LIO fáquicas en los pacientes jóvenes con miopía alta, especialmente si no han desarrollado un desprendimiento de vítreo posterior(47)(46).

Más del 50% de los DR después de una cirugía de catarata suceden como consecuencia de nuevas lesiones retinianas secundarias a la tracción

vítreoretiniana y, por tanto, no son susceptibles de ser tratadas profilácticamente antes de la cirugía cristaliniana(18).

Un motivo para la pérdida de la agudeza y calidad visual postoperatoria tras una cirugía facorretractiva en el medio y largo plazo sería el desarrollo de una opacidad de la cápsula posterior. El tratamiento de esta complicación consistiría en la realización de una capsulotomía empleando láser YAG. Se ha demostrado un incremento del riesgo de DR tras la realización de una capsulotomía posterior(18)(47)(46). Sin embargo, publicaciones más recientes no han hallado relación entre la realización de una capsulotomía YAG en un paciente pseudofáquico y el desarrollo posterior de un DR(18).

La incidencia de edema macular quístico postquirúrgico tras una cirugía de cristalino está documentada en la literatura científica. En 2 series de casos publicadas en los últimos años, se observó que no hay un incremento del riesgo de edema macular postquirúrgico en miopes altos pseudofáquicos(18).

Se ha observado una precocidad en el desarrollo de degeneración macular con o sin membrana neovascular vascular coroidea en los pacientes sometidos a cirugía facorretractiva, pero aún se desconoce con certeza el motivo(47). Se ha documentado también una incidencia de 12,5% en el desarrollo de neovascularización coroidea en altos miopes operados mediante facoemulsificación. Sin embargo, se asume que esto puede ser secundario al grado de miopía en los casos en que se realizó una intervención sin complicaciones(18).

DISCUSIÓN:

La discrepancia en el umbral del defecto refractivo a partir del cual se considera que estamos ante un miopía alta(2)(3) previene el uso de una definición universal para esta entidad, lo cual repercute a su vez en la heterogeneidad con que se trata este concepto en la literatura científica.

Los estudios epidemiológicos publicados detectan una prevalencia en ascenso de la miopía globalmente, y paralelamente de la miopía alta(5). Esto presionará los sistemas públicos de salud dada la relación de la miopía y de las complicaciones oculares asociadas a ésta con la discapacidad visual y el riesgo de ceguera. Por este motivo, una de las cinco prioridades de la OMS para 2020 es la reducción de la tasa de progresión de la miopía(50).

Los cambios en la pared posterior del ojo en la miopía alta, como el adelgazamiento de la esclera y de la lámina cribosa, parecen ser los motivos que lo hacen más susceptible a los incrementos de la presión intraocular, explicándose así la mayor prevalencia de GAA en los mismos(6), sobretudo en aquéllos con discos ópticos más grandes asociados a una mayor longitud axial(7).

El advenimiento de nuevas generaciones de tomografía de coherencia óptica (OCT según su acrónimo en inglés) que proporcionan imágenes con mayor resolución, ha permitido el estudio anatómico más detallado de los cambios en la pared posterior del globo ocular en la miopía, favoreciendo el conocimiento y la descripción más detallada de otras complicaciones frecuentemente asociadas a la miopía alta como son

el estafiloma posterior, la maculopatía miópica, los síndromes de tracción vítreomacular en el miope, la mácula en domo y la neovascularización coroidea miópica(7).

La corrección de la miopía alta mediante técnicas de ablación de la superficie corneal fue durante un tiempo el procedimiento de elección frente al LASIK por 2 motivos ya expuestos anteriormente: menor inestabilidad postoperatoria en la biomecánica corneal(21) e inducción de un menor número de aberraciones de alto orden(22).

La eficacia, predecibilidad refractiva, y seguridad son los resultados más importantes en la evaluación de una cirugía refractiva corneal. Los dos metaanálisis(51)(20) citados en este trabajo, permiten afirmar que las 4 técnicas de ablación láser de la superficie corneal son comparables en cuanto a dichos parámetros en la corrección de la miopía. Lamentablemente, estas revisiones no demostraron si estos resultados valían tanto para las miopías leves y moderadas como para las altas. Una revisión retrospectiva de 1000 ojos miopes que comparó el LASEK frente al Epi-LASIK demostró que son técnicas comparables en cuanto a resultados a los 12 meses del tratamiento para cualquier rango de miopía, si bien es preciso matizar que el equivalente esférico de la refracción manifiesta prequirúrgica en los grupos de tratamiento estaba en torno a -4 dioptrías(23), lejos del umbral a partir se considera una miopía alta (entre -5 y -6 D).

Son varios los estudios comparativos que muestran la superioridad del LASIK frente a técnicas de superficie en la corrección refractiva de miopes altos, en términos de agudeza visual no corregida y error refractivo residual(26) e incluso de opacidad corneal postoperatoria (27). Con la esperanza de retener los buenos resultados visuales y refractivos evitando las aberraciones de alto orden, se observó con expectación el surgimiento de las plataformas de láser excimer que emplean el femtosegundo en la disección del flap corneal, pues parecieron otorgar una oportunidad al LASIK como técnica alternativa a las de ablación de superficie en la corrección de la miopía alta. Los resultados de agudeza y calidad visual, y refractivos con el uso del femto-LASIK apoyaron los fundamentos de esta idea(24); sin embargo, hay que ser cautos al considerar este asunto, puesto que este procedimiento estaría contraindicado en córneas muy prolatas(25). Además, la cantidad de aberraciones de alto orden provocada por esta técnica sigue siendo considerable(26).

Por último, dentro de las cirugías con láser excimer, SMILE es un procedimiento a tener en cuenta en la corrección de la miopía alta(52)(29), de hecho los resultados obtenidos al compararla con otras técnicas quirúrgicas (LASEK(30), femto-LASIK(33)) ha demostrado su superioridad. Sin embargo, al seleccionar el primer procedimiento hay que tener en cuenta que parece inducir una lenta recuperación visual en comparación con otras técnicas queratorrefractivas durante el postoperatorio precoz(34)(35). No hay consenso en la literatura sobre el motivo de esto último. Otro motivo de controversia que queda pendiente para futuras revisiones es el papel de la MMC en las técnicas de ablación de superficie en la corrección de defectos refractivos altos.

Las cirugías queratorrefractivas son las más empleadas globalmente en la corrección de la miopía(18); sin embargo, su limitado rango de corrección(23)(24)(25)(26)(27)(32) limita sus posibilidades en los defecto miópicos altos. La cirugía refractiva intraocular, en cambio, es eficaz en la corrección de altos rangos de miopía (18)(3).

El implante de una LIO fuica en comparaci3n con los procedimientos queratorrefractivos ha mostrado superioridad en la miopía alta en términos de eficacia, seguridad y satisfacci3n del paciente(36). Esto último, puede deberse a la reducci3n significativa de las aberraciones de alto orden mostrada por la LIOs fuicas para cualquier rango de miopía(38)(39)(40).

No obstante, en el caso de las lentes fuicas, hay que prestar atenci3n a las posibles complicaciones idiosincráticas de esta técnica como consecuencia de un emplazamiento de la LIO a una distancia inadecuada de la superficie del cristalino (implantes de cámara posterior) (41) o del endotelio corneal (LIO de anclaje iridiano). El diseño de los implantes en cámara posterior con puerto central parece haber reducido el riesgo de catarata subcapsular anterior y de bloqueo pupilar(41)(42). Las lentes de anclaje iridiano plegables son otra opci3n con un perfil de seguridad y eficacia similares. Además, demostraron una sensibilidad al contraste comparable a las de cámara posterior con puerto central(43). Sin embargo, se debe tener en consideraci3n las complicaciones asociadas a las lentes fuicas -de anclaje iridiano o cámara posterior- distintas de la inducci3n de catarata cortical anterior, como son la pérdida de células endoteliales, la descompensaci3n corneal, el glaucoma o la uveítis(3); pues, su incidencia no disminuye con los nuevos diseños(18).

La eficacia, predecibilidad y seguridad de la cirugía del cristalino, sobretodo en la actualidad, con la incorporaci3n de métodos más precisos para la medici3n de la curvatura corneal y la longitud axial, el desarrollo de f3rmulas más certeras para el cálculo de las lentes intraoculares, y la incorporaci3n de mejores aparatos y técnicas quirúrgicas, ha favorecido la asimilaci3n de esta técnica como una alternativa en la correcci3n 3ptica de la alta miopía(3). Además ha mostrado una mejor calidad visual postoperatoria en comparaci3n con las técnicas refractivas de superficie ocular como el LASIK(18).

Sin embargo, la indicaci3n de esta cirugía debe realizarse con cautela y explicando detalladamente al paciente el riesgo de visi3n de halos o de deslumbramiento nocturno con el implante de lentes multifocales(44), pues es un motivo frecuente de disconformidad. Es preciso reseñar que esta sintomatología también puede aparecer en aquéllos a los que se implanta una lente fuica(3). Las lentes acomodativas pueden ser una alternativa pues no estn asociadas a fen3menos visuales postoperatorios (45), sin embargo, muestran peor resultado en la visi3n intermedia y cercana que las multifocales. Otra restricci3n para el implante de LIOs multifocales y multifocales t3ricas podría ser el limitado rango de éstas para la correcci3n de miopías altas(18).

En los pacientes que no asuman los riesgos de sintomatología visual en forma de halos o deslumbramiento y con defectos de muy alto rango una alternativa puede ser la monovisi3n(18). Sin embargo, esta opci3n se descartar si las expectativas de éstos es prescindir completamente de la correcci3n con gafas.

La alta miopía está asociada a un incremento en la incidencia de desgarros o agujeros retinianos de espesor completo y de desprendimiento de retina. Se sabe que la incidencia de lesiones degenerativas periféricas es mayor en los miopes que en la poblaci3n em3tropa(13). Por tanto, la prevenci3n del desprendimiento de retina en los casos de cirugía refractiva mediante facoemulsificaci3n con implante de LIO en altos miopes debe comenzar con una exhaustiva exploraci3n preoperatoria del paciente(3).

El riesgo de DR tras cirugía de catarata o facorretractiva en miopes altos supera al de la población emélope; no obstante, los últimos trabajos muestran una disminución de la incidencia en ojos con miopía alta en mayores de 60 años(18). Por este motivo, parece razonable valorar otras opciones como las LIOs fáquicas en los pacientes jóvenes con miopía alta, especialmente si no han desarrollado un desprendimiento de vítreo posterior(47)(46).

Los desprendimientos de retina después de una cirugía de catarata, en su mayoría son consecuencia de nuevas lesiones retinianas secundarias a la tracción vítreoretiniana postoperatoria(18); por tanto se puede afirmar que el tratamiento profiláctico mediante láser argón de las degeneraciones retinianas periféricas, no juega un papel importante en la prevención del DR tras una cirugía cristalino(47).

El tratamiento de la opacidad de la cápsula posterior del cristalino en los pacientes pseudofáquicos mediante una capsulotomía empleando láser YAG es un asunto controvertido, pues algunos trabajos muestran un aumento del riesgo de DR tras este procedimiento(47)(46). Otros autores no hallaron relación entre la capsulotomía láser posterior y el riesgo de desprendimiento, si bien hay consenso en afirmar que una capsulotomía YAG favorece el desarrollo de un DVP, y que en un ojo alto miope, esto puede potencialmente precipitar un DR(18).

Se ha documentado también una incidencia mayor en el desarrollo de neovascularización coroidea en altos miopes a los que se realizó cirugía de cristalino; sin embargo, se cree que esto puede ser secundario al grado de miopía en los casos en que se realizó una intervención sin complicaciones. La recomendación, por tanto, será la realización de un estudio preoperatorio exhaustivo empleando OCT, especialmente en aquéllos pacientes con un defecto refractivo de rango superior a las -10 D(18).

Muchos de los trabajos revisados e incluidos en esta memoria son estudios retrospectivos, razón por la que sus conclusiones se deben tomar con toda la cautela que los sesgos propios de este tipo de diseño implican. La cirugía refractiva se caracteriza por ser electiva, y estar dirigida a satisfacer las necesidades y expectativas del paciente dentro de los límites impuestos por las características en cuanto a eficacia, predecibilidad refractiva y seguridad de cada técnica. Todo esto influye en la dificultad de realizar ensayos clínicos aleatorizados y controlados en este tipo de tratamientos.

CONCLUSIONES:

La creciente prevalencia de la miopía, y consecuentemente de la miopía alta, y las patologías asociadas, todas ellas potencialmente incapacitantes y con riesgo de evolución hacia la ceguera, ha generado un problema grave de salud pública global. Esto exigirá una universalización de la definición de estos conceptos con el objetivo de tener un conocimiento real de la epidemiología de estas entidades, para así implementar medidas profilácticas más eficaces y además diseñar un abordaje diagnóstico y terapéutico que prevenga la discapacidad visual y la ceguera en estos pacientes.

La cirugía refractiva mediante remodelación láser de la córnea, preferentemente las técnicas más novedosas como el femto-LASIK y la técnica SMILE, permiten la corrección en el ojo miope alto dentro de un rango limitado y en córneas seleccionadas. De todas formas, persiste el riesgo de inducción de aberraciones de alto orden con estas técnicas quirúrgicas. En cambio, la cirugía intraocular es eficaz en la corrección de altos

rangos de miopía con una reducción significativa de las aberraciones de alto orden. Las LIOs fásicas son una buena alternativa en estos casos, especialmente en los pacientes más jóvenes; si bien, a pesar de los cambios introducidos en su diseño, estarán contraindicadas en aquellos pacientes con cámaras poco profundas, bajo contaje endotelial, riesgo de uveítis, bloqueo pupilar o dispersión pigmentaria. En estos casos y en los que hay cambios escleróticos en el cristalino la cirugía facorretractiva, que ha demostrado un resultado predecible y estable en el tiempo, y además permite un rango de corrección mayor que el alcanzable con las técnicas láser de ablación corneal o el implante de LIO fásica, puede ser una opción. Sin embargo, se considera contraindicada en el miope alto menor de 40 años sin desprendimiento de vítreo posterior por el riesgo de desprendimiento de retina postoperatorio. Por último, la limitación en la disponibilidad de lentes multifocales para la corrección de los defectos miópicos más extremos y la alta incidencia de sintomatología visual postoperatoria suponen un asunto aún por resolver.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw SM. Myopia. *Lancet*. 2012;379(9827):1739-48.
2. The impact of Myopia and High Myopia: report of the Joint World Health Organization–Brien Holden Vision Institute Global Scientific Meeting on Myopia, University of New South Wales, Sydney, Australia, 16–18 March 2015. Geneva: World Health Organization; 2017.
3. American Academy of Ophthalmology. Refractive Management/ Intervention Panel. Preferred practice pattern® guidelines. Refractive errors and refractive surgery. [Internet]. San Francisco, CA: American Academy Ophthalmology; 2013. Disponible en: <http://www.aao.org/ppp>
4. Li M, Zhai L, Zeng S, Peng Q, Wang J, Deng Y, Xie L, He Y, Li T. Lack of association between LUM rs3759223 polymorphism and high myopia. *Optom Vis Sci*. 2014;91(7):707-12.
5. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, Wong TY, Naduvilath TJ, Resnikoff S. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016;123(5):1036-42.
6. Ikuno, Yasushi. Overview of the complications of High Myopia. *Retina*. 2017;37(12):2347-51.
7. Ohno-Matsui K, Lai TY, Lai CC, Cheung CM., Chiu Ming Gemmy Cheung. Updates of Pathologic Myopia. *Prog Retin Eye Res*. 2016;52:156-87.
8. Kim TI, Del Barrio JLA, Wilkins M, Cochener B, Ang M. Refractive Surgery. *Lancet*. 2019;393(10185):2085-98.
9. Chang L, Pan CW, Ohno-Matsui K, Lin X, Cheung GC, Gazzard G, Koh V, Hamzah H, Tai ES, Lim SC, Mitchell P, Young TL, Aung T, Wong TY, Saw SM. Myopia-Related Fundus Changes in Singapore Adults With High Myopia. *Am J Ophthalmol*. 2013;155(6):991-999.
10. Moriyama, M., Ohno-Matsui, K., Hayashi, K., Shimada, N., Yoshida, T., Tokoro, T., Morita, I. Topographic analyses of shape of eyes with pathologic myopia by high-

resolution three-dimensional magnetic resonance imaging. *Ophthalmology*. 2011;118:1626-37.

11. Ohno-Matsui, K., Kawasaki, R., Jonas, J.B., Cheung, C.M., Saw, S.M., Verhoeven, V.J., Klaver, C.C., Moriyama, M., Shinohara, K., Kawasaki, Y., Yamazaki, M., Meuer, S., Ishibashi, T., Yasuda, M., Yamashita, H., Sugano, A., Wang, J.J., Mitchell, P., Wong, T.Y., Group, M.E.-a.f.P.M.S. What is the fundamental Nature of Pathologic Myopia? *Retina*. 2017;37:1043-8.
12. Ohno-Matsui, K., Kawasaki, R., Jonas, J.B., Cheung, C.M., Saw, S.M., Verhoeven, V.J., Klaver, C.C., Moriyama, M., Shinohara, K., Kawasaki, Y., Yamazaki, M., Meuer, S., Ishibashi, T., Yasuda, M., Yamashita, H., Sugano, A., Wang, J.J., Mitchell, P., Wong, T.Y., Group, M.E. International photographic classification and grading system for myopic maculopathy. *Am J Ophthalmol*. 2015;159:877-83.
13. Guía de "Manejo de las Complicaciones Retinianas en la Alta Miopía. Guías de Práctica Clínica de la SERV. Disponible en www.serv.es. 2016.
14. Kanthan GL, Mitchell P, Rochtchina E, Cumming RG, Wang JJ. Myopia and the long-term incidence of cataract and cataract surgery: the Blue Mountains Eye Study. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2014;42(4):347-53.
15. Olavi Pärssinen, Markku Kauppinen. Risk factors for high myopia: a 22-year follow-up study from childhood to adulthood. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 2019;97(5):510-8.
16. Shim SH, Sung KR, Kim JM, Kim HT, Jeong J, Kim CY, Lee MY, Park KH; Korean Ophthalmological Society. The Prevalence of Open-Angle Glaucoma by Age in Myopia: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Curr Eye Res*. 2017;42(1):65-71.
17. Pan T, Su Y, Yuan ST, Lu HC, Hu ZZ, Liu QH. Optic disc and peripapillary changes by optic coherence tomography in high myopia. *Int J Ophthalmol*. 2018;11(5):874-80.
18. Srinivasan B, Leung HY, Cao H, Liu S, Chen L, Fan AH. Modern Phacoemulsification and Intraocular Lens Implantation (Refractive Lens Exchange) Is Safe and Effective in Treating High Myopia. *Asia Pac J Ophthalmol*. 2016;5:438-44.
19. Coco RM, Sanabria MR, Alegría J. Pathology associated with optical coherence tomography macular bending due to either dome-shaped macula or inferior staphyloma in myopic patients. *Ophthalmologica*. 2012;228(1):7-12.
20. Wen D, Tu R, Flitcroft I, Wang Q, Huang Y, Song B, Yu A, Hu L, Zhao Y, Bao F, Yu Y, Lian H, Hoffart L, Kramm RL, Skiadaresi E, O'Brart D, Pallikaris I, Marshall J, McAlinden C, Huang J. Corneal Surface Ablation Laser Refractive Surgery for the Correction of Myopia: A Network Meta-analysis. *J Refract Surg*. 2018;34(11):726-35.
21. Dirani M, Couper T, Yau J, Ang EK, Islam FM, Snibson GR, Vajpayee RB, Baird PN. Long-term refractive outcomes and stability after excimer laser surgery for myopia. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36(10):1709-17.
22. Vega-Estrada A, Alió JL, Arba Mosquera S, Moreno LJ. Corneal higher order aberrations after LASIK for high myopia with a fast repetition rate excimer laser, optimized ablation profile, and femtosecond laser-assisted flap. *J Refract Surg*.

2012;28(10):689-96.

23. Kulkarni SV, AlMahmoud T, Priest D, Taylor SE, Mintsioulis G, Jackson WB. Long-Term Visual and Refractive Outcomes following Surface Ablation Techniques in a Large Population for Myopia Correction. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(1):609-19.
24. Alio JL, Vega-Estrada A, Piñero DP. Laser-Assisted In Situ Keratomileusis in High Levels of Myopia With the Amaris Excimer Laser Using Optimized Aspherical Profiles. *Am J Ophthalmol.* 2011;152(6):954-63.
25. Vega-Estrada A, Alio JL. Femtosecond-assisted laser in situ keratomileusis for high myopia correction: Long-term follow-up outcomes. *Eur J Ophthalmol.* 2019;
26. Hashemi H, Ghaffari R, Mirafteb M, Asgari S. Femtosecond laser-assisted LASIK versus PRK for high myopia: comparison of 18-month visual acuity and quality. *Int Ophthalmol.* 2017;37(4):995-1001.
27. Zhao LQ, Zhu H, Li LM. Laser-Assisted Subepithelial Keratectomy versus Laser In Situ Keratomileusis in Myopia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *ISRN Ophthalmol.* 2014;2014.
28. Sekundo W, Gertner J, Bertelmann T, Solomatin I. One-year refractive results, contrast sensitivity, high-order aberrations and complications after myopic small-incision lenticule extraction (ReLEx SMILE). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2014;252(5):837-43.
29. Kim JR, Kim BK, Mun SJ, Chung YT, Kim HS. One-year outcomes of small-incision lenticule extraction (SMILE): mild to moderate myopia vs. high myopia. *Biomed Cent Ophthalmol.* 2015;(15):59.
30. Hyun S, Lee S, Kim JH. Visual Outcomes After SMILE, LASEK, and LASEK Combined With Corneal Collagen Cross-Linking for High Myopic Correction. *Cornea.* 2017;36(4):399-405.
31. Garcia-Gonzalez M, Teus MA, Gros-Otero J. Visual Outcomes After SMILE, LASEK, and LASEK Combined With Corneal Cross-Linking for High Myopic Correction. *Cornea.* 2017;36(11):e33.
32. Hofmeister EM, Bishop FM, Kaupp SE, Schallhorn SC. Randomized dose-response analysis of mitomycin-C to prevent haze after photorefractive keratectomy for high myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(9):1358-65.
33. Ganesh S, Gupta R. Comparison of visual and refractive outcomes following femtosecond laser-assisted lasik with smile in patients with myopia or myopic astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2014;30(9):590-6.
34. Moshirfar M, Shah TJ, Masud M, Linn SH, Ronquillo Y, Hoopes PC Sr. Surgical options for retreatment after small-incision lenticule extraction: Advantages and disadvantages. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44(11):1384-9.
35. Kamiya K, Igarashi A, Ishii R, Sato N, Nishimoto H, Shimizu K. Early clinical outcomes, including efficacy and endothelial cell loss, of refractive lenticule extraction using a 500 kHz femtosecond laser to correct myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(11):1996-2002.
36. Wang X, Zhou X. Update on Treating High Myopia With Implantable Collamer

Lenses. *Asia Pac J Ophthalmol.* 2016;5(6):445-9.

37. Boxer Wachler BS, Scruggs RT, Yuen LH, Jalali S. Comparison of the Visian ICL and Verisyse Phakic Intraocular Lenses for Myopia From 6.00 to 20.00 Diopters. *J Cataract Refract Surg.* 2009;25(9):765-70.

38. Igarashi A, Kamiya K, Shimizu K, Komatsu M. Visual performance after implantable collamer lens implantation and wavefront-guided laser in situ keratomileusis for high myopia. *Am J Ophthalmol.* 2009;148(1):164-70.

39. Kamiya K, Igarashi A, Shimizu K, Matsumura K, Komatsu M. Visual performance after posterior chamber phakic intraocular lens implantation and wavefront-guided laser in situ keratomileusis for low to moderate myopia. *Am J Ophthalmol.* 2012;153(6):1178-86.

40. Qin Q, Bao L, Yang L, He Z, Huang Z. Comparison of visual quality after EVO-ICL implantation and SMILE to select the appropriate surgical method for high myopia. *BMC Ophthalmol.* 2019;19(1):21.

41. Packer M. The Implantable Collamer Lens with a central port: review of the literature. *Clin Ophthalmol.* 2018;27(12):2427-38.

42. Alfonso JF, Fernández-Vega-Cueto L, Alfonso-Bartolozzi B, Montés-Micó R, Fernández-Vega L. Five-Year Follow-up of Correction of Myopia: Posterior Chamber Phakic Intraocular Lens With a Central Port Design. *J Cataract Refract Surg.* marzo de 2019;35(3):169-76.

43. Rizk IM, Al-Hessy AA, El-Khouly SE, Sewelam AM. Visual performance after implantation of two types of phakic foldable intraocular lenses for correction of high myopia. *Int J Ophthalmol.* 2019;12(2):284-90.

44. Rosen E, Alió JL, Dick HB, Dell S, Slade S. Efficacy and safety of multifocal intraocular lenses following cataract and refractive lens exchange: Metaanalysis of peer-reviewed publications. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(2):310-28.

45. Alió JL, Plaza-Puche AB, Montalban R, Javaloy J. Visual outcomes with a single-optic accommodating intraocular lens and a low-addition-power rotational asymmetric multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(6):978-85.

46. Alió JL, Grzybowski A, Romaniuk D. Refractive lens exchange in modern practice: when and when not to do it? *Eye Vis.* 2014;(1):10.

47. Alió JL, Grzybowski A, El Aswad A, Romaniuk D. Refractive lens exchange. *Surv Ophthalmol.* 2014;59(6):579-98.

48. Zhang Y, Liang XY, Liu S, Lee JW, Bhaskar S, Lam DS. Accuracy of intraocular lens power calculation formulas for highly myopic eyes. *J Ophthalmol.* 2016;2016:1917268.

49. Abulafia A, Barrett GD, Rotenberg M, Kleinmann G, Levy A, Reitblat O, Koch DD, Wang L, Assia EI. Intraocular lens power calculation for eyes with an axial length greater than 26.0 mm: comparison of formulas and methods. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(2):548-56.

50. Salud ocular universal : un plan de acción mundial para 2014-2019. Organización Mundial de la Salud; 2013.

51. Zhao LQ, Wei RL, Cheng JW, Li Y, Cai JP, Ma XY. Meta-analysis: Clinical Outcomes of Laser-Assisted Subepithelial Keratectomy and Photorefractive Keratectomy in Myopia. *Ophthalmology*. 2010;117(10):1912-22.
52. Lin F, Xu Y, Yang Y. Comparison of the visual results after SMILE and femtosecond laser-assisted LASIK for myopia. *J Cataract Refract Surg*. 2014;30(4):248-54.