



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**ACTUALIZACIÓN DEL MANEJO CLÍNICO EN EL PACIENTE
PRÉSBITA**

Diana Margarita Ruiz Castellanos

DIRECTOR/A
Dra. MARÍA CONSUELO VARÓN PUENTES
DEPARTAMENTO DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

Julio, 2022



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRIA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

La Sra. María Consuelo Varón Puentes como directora del presente trabajo,

Certifica

Que la Sra. Diana Margarita Ruiz Castellanos ha realizado bajo mi supervisión el trabajo “*Actualización del manejo clínico del paciente presbita*” que se recoge en esta memoria para optar al título de Máster en Optometría y Ciencias de la Visión.

Para que así conste firma el presente certificado,

Sra. María Consuelo Varón Puentes

Terrassa, a 18 de Julio de 2022



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRIA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

**ACTUALIZACIÓN DEL MANEJO CLÍNICO EN EL PACIENTE
PRÉSBITA**

RESUMEN

En el presente Trabajo de Fin de Máster se realiza una actualización sobre el manejo clínico para solventar la dificultad de enfoque debido a la edad. Para ello se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva sobre los distintos tipos de tratamiento como el óptico, quirúrgico corneal, implantológico y farmacológico, además de indagó sobre cuáles son los tratamientos emergentes que se vislumbran actualmente.

Cada día surgen diferentes opciones de tratamiento y a la vista de lo que existe hoy en día, hay que estar informado para saber orientar sobre las alternativas y expectativas de los pacientes. Por ello, el objetivo del presente trabajo es recopilar información actualizada y relevante sobre la aplicación de tratamientos para esta condición visual. Si bien es sabido que la presbicia es una condición inevitable, lo que se busca es la manera de disminuir los síntomas generados y por eso, vale la pena considerar si nos podemos valer de ello para conseguir nuestro objetivo.

Palabras clave: Presbyopia treatment, presbyopia and surgical treatment, presbyopia and lens implantation, presbyopia and pharmacological treatment, accommodating, perceptual learning.



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRIA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

**ACTUALIZACIÓN DEL MANEJO CLÍNICO EN EL PACIENTE
PRÉSBITA**

RESUM

En el present Treball de Fi de Màster es realitza una actualització sobre el maneig clínic per resoldre la dificultat d' enfocament a causa de l' edat. Per a això es va realitzar una recerca bibliogràfica exhaustiva sobre els diferents tipus de tractament com l'òptic, quirúrgic corneal, implantològic i farmacològic, a més d'indagar sobre quins són els tractaments emergents que es visibilitzen actualment.

Cada dia sorgeixen diferents opcions de tractament i a la vista del que hi ha avui dia, cal estar informat per saber orientar sobre les alternatives i expectatives dels pacients. Per això, l' objectiu del present treball és recopilar informació actualitzada i rellevant sobre l' aplicació de tractaments per a aquesta condició visual. Si bé és sabut que la presbícia és una condició inevitable, el que es pretén és buscar la manera de disminuir els símptomes generats i per això, val la pena considerar si ens en podem valer per aconseguir el nostre objectiu.

Paraules clau: Presbyopia treatment, presbyopia and surgical treatment, presbyopia and lens implantation, presbyopia and pharmacological treatment, accommodating, perceptual learning.



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRIA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

**ACTUALIZACIÓN DEL MANEJO CLÍNICO EN EL PACIENTE
PRÉSBITA**

Summary

In this Master's Thesis, an update on clinical management is made to solve the difficulty of near focusing related to aging. For this purpose, an exhaustive bibliographic search was carried out on the different types of treatment such as optical, corneal surgery, implants and pharmacological, in addition to inquire about new emerging treatments that have come to light.

Every day, different treatment options arise and in view of what exists today, we must be informed to know how to provide guidance about the alternatives and expectations of the patients. Therefore, the objective of this study is to collect updated and relevant information on the application of treatments for this visual condition. Although it is known presbyopia is an inevitable condition, what is sought is to find a way to reduce the symptoms that it generates and therefore, it is worth considering if we can use this knowledge to achieve our goal.

Keywords: Presbyopia treatment, presbyopia and surgical treatment, presbyopia and lens implantation, presbyopia and pharmacological treatment, accommodating, perceptual learning.



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme fortaleza y salud para recorrer este camino y vivir esta experiencia.

A mis papás y hermanos, por su amor y apoyo incondicional; a mi hermana Carmen Patricia, por tenderme no solo una mano, sino sus hombros y oídos; gracias por tu nobleza, paciencia, consejos y ánimo, sin tí no hubiera podido dar este paso.

A mi tutora, la Doctora María Consuelo Varón Puentes, por ayudarme en la preparación de este trabajo.

A María Calvet Vall, en el área de gestión académica, por su buena atención, predisposición y disponibilidad.

A mis amigos y colegas de Colombia, por que siempre han estado presentes y pendientes.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. OBJETIVOS	11
GENERAL.....	11
ESPECÍFICOS	11
3. MÉTODO	12
4. ESTADO DEL ARTE	13
4.1 CRISTALINO	13
4.2 PRESBICIA	14
4.2.1 DEFINICIÓN	14
4.2.2 TEORÍAS DE LA ACOMODACIÓN.....	14
4.2.3 CLASIFICACIÓN	17
4.2.4 FACTORES DE RIESGO.....	18
5. TRATAMIENTO	20
5.1 DISPOSITIVOS ÓPTICOS	20
5.1.1 GAFAS.....	20
5.1.2 LENTES DE CONTACTO.....	20
5.2 PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS	21
5.2.1 PROCEDIMIENTOS CORNEALES	21
5.2.2 IMPLANTACIÓN DE LENTE INTRAOCULAR PSEUDOFÁQUICA	25
5.2.3 PROCEDIMIENTOS ESCLERALES.....	31
5.3 FARMACOLÓGICO	31
5.3.1 AGENTES MIÓTICOS	31
5.3.2 MODIFICACIÓN DE CRISTALINO.....	34
5.4 TRATAMIENTOS EMERGENTES	34
5.4.1 LENTES DE CONTACTO INTELIGENTES	34
5.4.2 ELECTROESTIMULACIÓN DE MÚSCULOS CILIARES	35
5.4.3 CRISTALINO	36
5.4.4 CÓRNEA	38



5.4.5 ESCLERÓTICA	39
5.4.6 FARMACOLÓGICO.....	41
5.4.7 APRENDIZAJE PERCEPTIVO	42
6. DISCUSIÓN	44
7. CONCLUSIONES	46
8. BIBLIOGRAFIA.....	48

1. INTRODUCCIÓN

La presbicia ha sido protagonista de múltiples publicaciones y dado que es una condición que afecta a todas las personas de mediana edad, me llama la atención hacer el trabajo final de máster sobre este tema, ya que lo encuentro generador de diversas opiniones no solamente de pacientes sino de profesionales, que si no son presbítas, no están exentos de serlo y que quieren la mejor alternativa de tratamiento para sus pacientes. Wolffsohn y Davies (2018) indican en un estudio, que la prevalencia de la presbicia no controlada es tan alta como el 50% de las personas mayores de 50 años en las poblaciones del mundo en desarrollo.

Un estudio realizado por el Grupo Essilor con apoyo de la Sociedad Española de Oftalmología (2020), ejemplifica el estado actual de la población que padece esta condición, donde se muestra que a partir de los 45 años (39%, el mayor número de encuestados) empiezan a notar los primeros síntomas y que el 13% los manifiesta incluso antes de los 40. También evidencia que la principal razón para aquellos que tardaron más de tres meses en corregirla fue haber tenido la sensación de poder “arreglárselas” aun sabiendo que debían llevar prescripción óptica (63%) y una segunda razón fue el temor de depender de las gafas si se empezaba a utilizarlas (24%). Dentro los síntomas que más se asociaron a esta condición, se encuentran la dificultad para leer la letra pequeña de los envases (60%), problemas para enfocar de cerca (50%) y visión borrosa en las distancias cortas (42%). Aquellos problemas a los que se les da mayor importancia como consecuencia de una presbicia no corregida son los relacionados con dificultad para enfocar de cerca o tener visión borrosa. Así, el 74% de los españoles considera un problema muy importante la dificultad para enfocar en visión cercana, al igual que sufrir dolor de cabeza (70%), seguido del cansancio visual, entre otros.

Siendo así, la presbicia no corregida o hipocorregida tiene un impacto importante en la calidad de vida e independientemente de las actividades realizadas, puede causar problemas de salud debido a la fatiga ocular asociada al uso cada vez mayor de dispositivos digitales. Sin embargo, las personas afectadas pueden experimentar un cambio positivo significativo



de productividad en sus actividades diarias cuando se les proporciona una corrección adecuada. Vale la pena mencionar que en países desarrollados, la amplia accesibilidad de dispositivos ópticos como las gafas, puede significar que las posibles opciones de tratamiento a menudo se pasen por alto y como se mencionó anteriormente, la dependencia de estas es una de las principales causas de pérdida de calidad de vida en personas mayores de 45 años (Katz et. al, 2021; Tsuneyoshi et. al, 2021).

Por lo anterior y para entrar en materia, se ha estructurado este trabajo en ocho apartados; en primer lugar la presente introducción, en el segundo apartado se establecen los objetivos, el tercero trata la metodología utilizada, el cuarto apartado hace referencia a conceptos relacionados con el cristalino y la presbicia, en el quinto apartado se describen las diversas técnicas de tratamiento que se encuentran actualmente y al tratarse de una actualización en el manejo clínico del paciente presbita, se ahondará en tratamientos farmacológicos y quirúrgicos (corneales e intraoculares) así como tratamientos emergentes, luego se da paso en el sexto y séptimo apartado a la discusión y las conclusiones respectivamente y por último se muestran las fuentes consultadas.



2. OBJETIVOS

GENERAL

Actualizar información bibliográfica mediante la recopilación de la literatura científica más reciente sobre las diferentes herramientas de tratamiento para la presbicia con el fin de actualizar los conocimientos que se tienen hasta hoy en día.

ESPECÍFICOS

- Indicar las diferentes técnicas de tratamiento de corrección para la presbicia.
- Enfatizar en procedimientos quirúrgicos y farmacológicos que existen en la actualidad como muestra alternativa y/o complementaria a tratamientos convencionales.
- Poner de manifiesto los tratamientos emergentes para la presbicia.



3. MÉTODO

Se ha realizado una revisión bibliográfica de publicaciones presentadas por profesionales y sociedades científicas especialistas en el área de la salud visual.

En primer lugar, se llevó a cabo una búsqueda electrónica a través de la base de datos PubMed, se utilizaron palabras clave como: “Presbyopia treatment”, “presbyopia and surgical treatment”, “presbyopia and lens implantation”, “presbyopia and pharmacological treatment”, “perceptual learning”.

En todos los casos se delimitó que la información publicada fuese de los últimos cinco años, asimismo en la búsqueda avanzada que los artículos incluyeran las palabras clave anteriormente mencionadas en el título y/o en el resumen de la publicación. Seguidamente se prosiguió con la búsqueda científica en Medscape, se utilizaron motores de búsqueda similares a las empleadas con PubMed, se encontraron revisiones literarias científicas como guías y documentos publicados por profesionales y sociedades científicas especialistas en el área de la salud visual.

4. ESTADO DEL ARTE

4.1 CRISTALINO

Es una estructura avascular, no innervada y transparente que funciona principalmente en la transmisión y refracción de la luz (Donaldson et. al, 2017). Dentro del ojo, el cristalino está suspendido por el cuerpo ciliar a través de las zónulas de Zinn (Fig. 1). Estas zónulas transducen la fuerza del músculo ciliar hacia el cristalino durante un proceso conocido como acomodación, el cual permite al ojo cambiar el enfoque visual de distancias lejanas a cercanas (Khan et al., 2018; Giannone et. al, 2021).

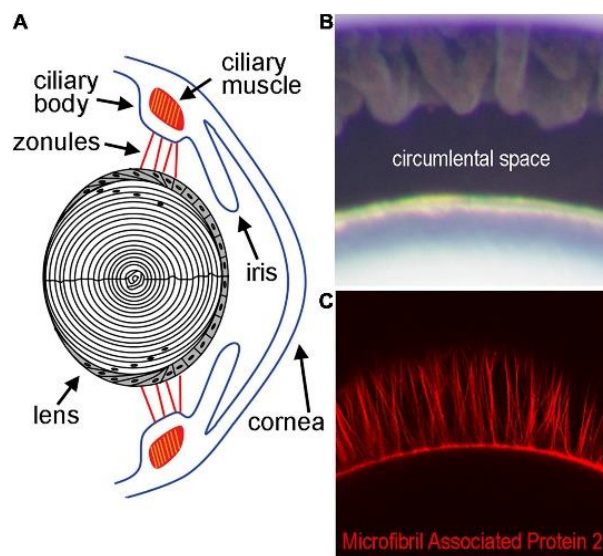


Figura 1. Diagrama del cristalino y estructuras de soporte.

A) La superficie anterior del cristalino reposa directamente detrás del iris y está unida por las zónulas de Zinn al cuerpo ciliar. Las zónulas transducen la tensión generada por el músculo ciliar al ecuador de la lente durante el proceso de acomodación.

B) Área entre el cristalino y el cuerpo ciliar que contiene las zónulas en un ojo de ratón (espacio perilenticular), visualizado por microscopía de luz.

C) Marcado fluorescente de las zónulas utilizando un anticuerpo contra microfibril Associated Protein-2 visualizado por microscopía confocal. *Frontiers | Physiological Mechanisms Regulating Lens Transport | Physiology (frontiersin.org).*

El envejecimiento en general reduce la elasticidad, la refracción y la transparencia del cristalino, lo que lleva a la pérdida de acomodación y visión. Los principales trastornos relacionados con la edad del cristalino son las cataratas y la presbicia (Donaldson et. al, 2017). La capacidad deteriorada de la lente para mantener la microcirculación después de la oxidación de proteínas conduce a un agotamiento de nutrientes y antioxidantes, afectando la transparencia y la refracción. (Giannone et. al, 2021)

4.2 PRESBICIA

4.2.1 DEFINICIÓN

Es la consecuencia de la lenta y progresiva disminución de la amplitud de la acomodación con la edad (Dahl, 2019).

La edad promedio de los primeros síntomas es entre los 40 a 45 años, con una pérdida completa de acomodación que generalmente ocurre a los 60 años (Dahl 2019; Marmer, 2019). Aunque la edad es el principal factor predictivo en el desarrollo de la presbicia, la pérdida temprana de la capacidad acomodativa puede ser inducida por ciertas enfermedades sistémicas, medicamentos y traumas. También hay que tener en cuenta que las personas cuyas ocupaciones requieren un uso extenso en visión cercana, a menudo notan los síntomas antes que otras personas de edad similar. (Afshari, Dantone, 2021).

En la Fig. 2 se muestra la pérdida de acomodación relacionada con la edad (Marmer, 2019).



Figura 2. Pérdida de acomodación relacionada con la edad.

Surgical Reversal of Presbyopia - Workup, Preoperative, & Postoperative Care: Workup, Preoperative Care, Intraoperative Care (medscape.com)

4.2.2 TEORÍAS DE LA ACOMODACIÓN

Si bien Descartes (1677) fue el primero que hizo la primera referencia al papel del cristalino en el proceso de acomodación, es a Thomas Young (1801) a quien se le atribuye la confirmación de que el cristalino es la estructura anatómica primaria responsable de la acomodación.



Helmholtz (1855) describió más tarde el papel de la contracción del músculo ciliar y la relajación de las zónulas en el aumento de la longitud axial del cristalino, lo que contribuye a aumentar el poder de refracción.

Donders (1864) encuentra que la amplitud de la acomodación disminuye de manera lineal con la edad y que esta disminución se produce de manera universal y predecible

Adamük y Woinow (1870) sugirieron que la presbicia, la pérdida de acomodación con la edad, era el resultado de la esclerosis del cristalino (es decir, la pérdida de elasticidad del cristalino con la edad).

Coleman (1970) y su teoría de la catenaria, se trata de que con la contracción del músculo ciliar se desarrolla un gradiente de presión desde el compartimento vítreo hasta el compartimento acuoso, es decir, la curvatura de la lente es modificada por las presiones opuestas entre las cámaras anterior y posterior, cuando el músculo ciliar se contrae durante la acomodación, la curvatura aumenta, pero también se crea un gradiente de presión entre las dos cámaras encorvando más la lente en su parte central con un aplanamiento relativo en la periferia.

Schachar (1992) en contraste con la teoría de Helmholtz, plantea que la contracción del músculo ciliar resulta en un aumento de la tensión de las fibras zonulares ecuatoriales con la relajación simultánea de las fibras zonulares anteriores y posteriores. Este concepto da como resultado el aumento de la parte central anterior del cristalino con el aplanamiento de su periferia.

Glasser y Kaufman (1999) verificaron que el movimiento de las estructuras acomodativas era más consistente con la teoría de Helmholtz.

Goldberg (2011), describe en un modelo animado por computadora la interrelación de los componentes del aparato zonular, por lo que define presbicia como el momento de manifestarse una pérdida de amplitud acomodativa secundaria al envejecimiento de estructuras tanto lenticulares como extralenticulares. El modelo animado (Fig. 3) muestra la configuración y los movimientos sincrónicos de todos los elementos acomodativos y

propone una clasificación de fibras zonulares basada en la estructura y la función: anterior, cruzado y posterior. Las fibras zonulares cruzadas forman un andamio para soportar la lente; las fibras zonulares anterior y posterior trabajan recíprocamente para lograr una visión enfocada. El movimiento dinámico de la ora serrata demuestra que las fuerzas de contracción del músculo ciliar almacenan energía para la desacomodación en la coroides. El fluido acuoso y vítreo dan evidencia de las interacciones hidrodinámicas durante el ciclo acomodativo. La interacción puede resultar del estiramiento elástico en la coroides transmitido al vítreo en lugar de a la presión vítrea.

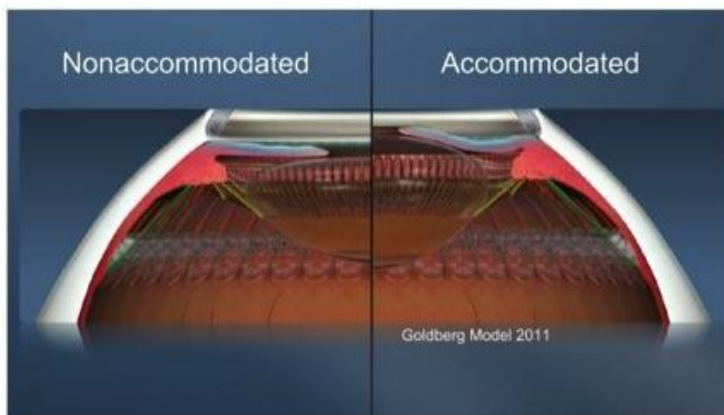


Figura 3. Posiciones de las estructuras acomodativas durante el reposo y la acomodación en base a biomicroscopía ecográfica.
Presbyopia - EyeWiki

Martinez-Enriquez et. al (2020) muestran un estudio sobre la geometría del cristalino para comprender los cambios que conducen a la presbicia, utilizando la tomografía de coherencia óptica tridimensional (3D-OCT) para estudiar los cambios del cristalino humano relacionados con la edad. Encontraron cambios rápidos en la forma y el tamaño de la lente desde el nacimiento hasta la adolescencia, indicaron que la lente es más redondeada al nacer y evoluciona hacia una forma más elipsoidal a los 20 años, manteniendo esta forma a partir de entonces. Sin embargo, el aumento constante del volumen de la lente a partir de los 20 años aproximadamente, es consistente con el crecimiento del cristalino. La disminución de la relación área de superficie/volumen de la lente puede ser consistente con la síntesis continua de proteínas del cristalino a lo largo de la vida y la compactación de la lente con la edad, con implicaciones en el desarrollo del índice de refracción de gradiente. En el rango de edad correspondiente a la presbicia (>40 años), el grosor y el volumen de la lente aumentan linealmente con la edad. En la Fig. 4 se muestran los modelos 3D obtenidos para cuatro lentes de diferentes edades.

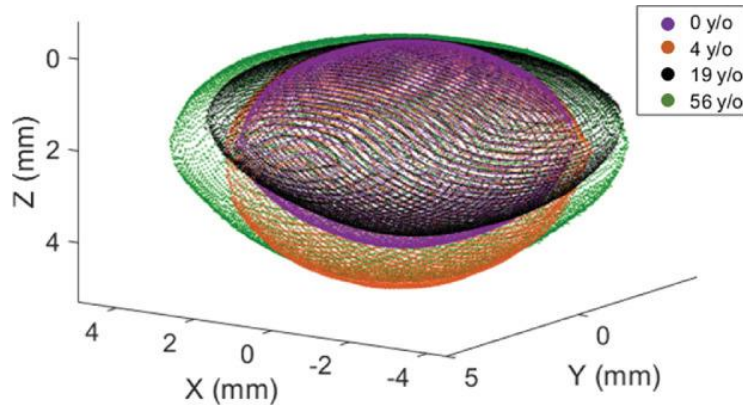


Figura 4. Modelos 3D obtenidos para cuatro lentes de diferentes edades.

Age-Related Changes to the Three-Dimensional Full Shape of the Isolated Human Crystalline Lens - PMC (nih.gov)

4.2.3 CLASIFICACIÓN

Actualmente no hay directrices de clasificación estándar publicadas para categorizar la presbicia por las dioptrías requeridas de adición por la Asociación Americana de Optometría (AOA, por sus siglas en inglés *American Optometric Association*) o la Academia Americana de Oftalmología (AAO, por sus siglas en inglés *American Academy of Ophthalmology*). La AOA clasifica la presbicia como incipiente, funcional, absoluta y prematura solo en términos vagos de síntomas, mientras que la AAO no categoriza más. Los fabricantes de lentes de contacto clasifican las lentes de contacto multifocales con adición baja o alta según corresponda para la presbicia leve o moderada/avanzada respectivamente, pero esta etiqueta se refiere al diseño óptico de la lente en lugar de parámetros específicos del paciente (McDonald et.al, 2021).

McDonald et. al, (2021) publicaron un estudio bibliográfico donde muestran que la edad si bien es el medio más común para diagnosticar y clasificar la presbicia, no es un verdadero indicador de la dificultad de esta condición, sino que debe verse como una herramienta de detección; por eso buscaron consensuar los términos de presbicia leve, moderada y avanzada de acuerdo con tres factores: síntomas clínicos/conductuales, agudeza visual y corrección de la visión cercana/potencia adicional requerida. Los términos "leve", "moderado" y "avanzado" para clasificar la presbicia están directamente relacionados con la reserva acomodativa del cristalino y por lo tanto, se refieren a la disfunción lenticular. Los expertos basándose en la experiencia junto con su práctica clínica y revisión de la literatura, sugieren que la clasificación de la presbicia debe ir de la mano con la potencia de la adición de cerca

requerida para que esta sea funcional, ya que es la medida más directa y precisa de la pérdida acomodativa y que además depende en última instancia de las demandas funcionales del paciente. Por eso, proponen que una presbicia leve requiera $< +1.25D$, la moderada entre $+1.25D$ y $+2.00D$ y la avanzada $> +2.00D$ de potencia adicional (Tabla 1).

	Mild presbyopia	Moderate presbyopia	Advanced presbyopia
Near add required	$< +1.25 D$	> 1.25 to $+2.00D$	$> +2.00D$
DCNVA (photopic)	20/25–20/40	$> 20/40$ –20/80	$> 20/80$
Jaeger equivalent (photopic)	$< J3$	J4–J9	$> J9$
DCNVA (mesopic)	20/25–20/50	$> 20/50$ –20/100	$> 20/100$
Jaeger equivalent (mesopic)	$\leq J5$	J6–J10	$> J10$
Behavioral/clinical findings	Holding objects further away, difficulty in very dim lighting	Turning up lights in most settings, require aids in almost all circumstances	Inability to read at near and intermediate distance without aid
Typical age	40–47 years	> 47 –55 years	> 55 years
Refractive error	Hyperopes earlier and more impacted	Hyperopes earlier and more impacted	No difference between hyperopes and myopes

Tabla 1. Pautas sugeridas por el panel de expertos para las características promedio relacionadas con la presbicia leve, moderada y avanzada.

Table 3 | Classification of Presbyopia by Severity | SpringerLink

4.2.4 FACTORES DE RIESGO

- Medio ambiente: Los primeros síntomas de la presbicia se experimentan típicamente alrededor de los 40 años e incluso con una edad de inicio más temprana en países más cercanos al ecuador, se ha planteado la hipótesis de que la degradación prematura del cristalino puede ser causada por la exposición a la radiación ultravioleta, lo que contribuiría a la presbicia de inicio prematuro (Katz et. al, 2021)

- Estado refractivo: Katz et.al, (2021), consideran que existe escasez de literatura relacionada con el error refractivo basal en présbitas y en un estudio prospectivo de 473 présbitas realizado en un hospital rural en India, encontraron que poco menos de la mitad (49,7%) eran emétopes, el 30,3% tenía corrección hipermetrónica y el 20% tenía una corrección miope. Un estudio posterior realizado en 1191 participantes chinos urbanos (edad media 50,4 años; 52,9% mujeres) muestra una prevalencia significativamente mayor (52,2%) e incidencia (78,8%) de presbicia funcional entre los individuos hipermétropes en comparación con el resto de la cohorte. Si bien la hipermetropía y la presbicia tienen diferentes etiologías, las bajas tasas de hipermetropía no diagnosticada se manifestarían



como una necesidad más temprana de corregir la visión de cerca con la aparición de la presbicia.

- Sexo: Las mujeres mayores de 40 años tienen tasas más altas de presbicia que los hombres en el mismo grupo de edad. Se plantea la hipótesis que esto es causado por diferencias en las tareas realizadas y las necesidades de ver a distancia, más que las diferencias fisiológicas de género en los mecanismos de acomodación (Katz et. al, 2021). Como dato adicional, resulta llamativo un estudio de Ayaki y Negeshi, (2022) donde manifiestan que un corto tiempo de ruptura de la película lagrimal podría influir en la progresión de la presbicia en las mujeres, allí plantean que la acomodación puede verse disminuida por espasmos de los músculos ciliares y que la progresión de la presbicia puede ser más rápida con un rompimiento de película lagrimal más corto, como el de ojo seco, el cual es una enfermedad ocular común relacionada con la presbicia y más prevalente en mujeres que en hombres; sin embargo consideran que el número de hombres estudiados fue pequeño y que se requieren estudios más grandes para proporcionar resultados más concluyentes sobre la progresión de la presbicia en pacientes varones con ojo seco.

5. TRATAMIENTO

Las diferentes estrategias se pueden aplicar de manera diferente a los ojos del paciente, buscando optimizar el rango de enfoque para las tareas diarias y minimizando los efectos visuales adversos. Estas estrategias incluyen: dispositivos ópticos ubicados frente al sistema visual como las gafas de lectura; monovisión, con lentes de contacto o intraoculares y cirugía refractiva con láser; imágenes simultáneas, con lentes de contacto o intraoculares e inlays corneales; profundidad estenopeica con expansión del enfoque, con lentes intraoculares, inlays corneales y productos farmacéuticos y dinámica restaurada, con lentes intraoculares acomodativas y técnicas de expansión escleral (Wolffsohn, Davis 2018). Las alternativas de tratamiento disponibles actualmente se resumen en:

5.1 DISPOSITIVOS ÓPTICOS

5.1.1 GAFAS

En sus diferentes modalidades: Monofocales, bifocales, ocupacionales o multifocales. Las lentes refractan y enfocan la luz compensando el poder de refracción del cristalino, ayudando a ver los objetos de cerca con claridad nuevamente (Wolffsohn, Leon 2018; Chang et. al, 2021). Dentro de sus ventajas se encuentran que son ayudas portátiles fácil de utilizar y bien adaptadas son fáciles de manejar; las desventajas incluyen olvidos de llevarlas a la mano, estética del bifocal, confusión en el manejo de cada diseño, entre otras.

5.1.2 LENTES DE CONTACTO

Cuenta con diferentes materiales y estrategias como la monovisión o imágenes simultáneas (Wolffsohn, Leon 2018). Dentro de sus ventajas figura la estética, si ya son usuarios la

manipulación es más fácil, son prácticos para hacer deporte y también son una ayuda complementaria al uso de gafas; su principal desventaja es la disciplina en el cuidado, uso y mantenimiento; en el caso de la monovisión una limitación importante es la reducción en la estereopsis y la sensibilidad al contraste, ambos importantes para tareas visuales críticas como conducir (Katz et. al, 2021).

5.2 PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS

El deseo del paciente presbita por vivir una vida sin gafas ha llevado al desarrollo de varios métodos quirúrgicos para corregir los problemas de visión cercana. Las opciones de tratamiento incluyen procedimientos refractivos con láser, inlays corneales e implantaciones de lentes intraoculares, entre otros (Kassumeh et. al, 2020).

5.2.1 PROCEDIMIENTOS CORNEALES

El método más básico para tratar esta condición es la monovisión y el medio más usado es la Queratomileusis in situ con láser (LASIK, por sus siglas en inglés de *Laser assisted in Situ Keratomileusis*) el cual se usa para eliminar tejido corneal y remodelar la córnea con el fin de reducir la necesidad del uso de las gafas para leer de cerca en presbitas. Dentro de las desventajas de la corrección con láser en monovisión, se encuentran la reducción de la agudeza visual binocular y la estereopsis; otro método utilizado para tratar la presbicia es la multifocalidad, donde el objetivo es cambiar el poder refractivo de la córnea aumentando la profundidad de enfoque (Wolffsohn, Davies 2018).

La LASIK es una opción mínimamente invasiva muy útil cuando se necesita una corrección bilateral de lejos o mejorar el ojo que se ha tratado para visión lejana después de una corrección quirúrgica de monovisión, ya que los pacientes luego de esta técnica parecen ser más sensibles a los cambios en su ojo en visión lejana y por lo tanto, es más probable que pidan una mejora por errores refractivos residuales (Chang et. al, 2021; Katz et. al, 2021); en el caso de la multifocalidad corneal, a menudo denominado presbyLASIK (Wolffsohn,

Davies 2018), se aprovecha cierto grado de pseudoacomodación para aumentar la profundidad de enfoque. Esta técnica se puede subdividir en (Vargas-Fragoso, Alió 2017):

- Central: Optimizada para la visión de cerca, se puede realizar en miopes o hipermétropes, ya que la cantidad de tejido necesaria para la extracción es mínima, es más aconsejable para lograr la multifocalidad debido a la miosis fisiológica de la pupila durante la acomodación (Fig. 5).

- Periférica: Optimizada para la visión de cerca, elimina una cantidad importante de tejido corneal, especialmente en miopes, lo que lo convierte en una limitación de la técnica (Fig. 5).

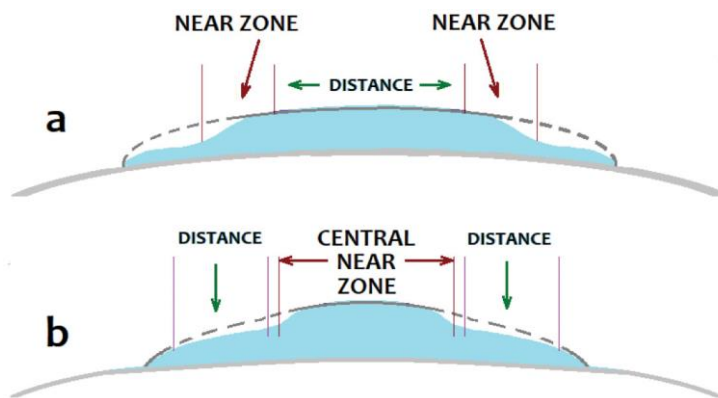


Figura 5. Dos configuraciones de PresbyLASIK:

a) Una zona anular corneal periférica para ver de cerca con una zona central para ver de lejos.

b) Una zona central para ver de cerca con una zona anular periférica para ver de lejos.

Presbyopia Treatment: Current and Future Options (reviewofcontactlenses.com)

Existe también una técnica mixta, en la cual se aplica una versión modificada de la corrección de la visión con láser de monovisión, donde se puede aumentar la profundidad de campo por medio de la aberración esférica (Wolffsohn, Davies 2018). Sheetal et. al, 2021 muestran un estudio donde sugieren crear una anisometropía de hasta 1.50D, ya que un valor superior provocaría pérdida de la sensibilidad al contraste y mala visión nocturna, con ese valor propuesto indican que se puede cubrir el campo entre cerca, intermedio y lejos sin perder la binocularidad. Sin embargo, podría haber pacientes que no logren tolerar la diferencia de graduación por pequeña que sea debido a esta anisometropía inducida, entre otras complicaciones comunes de la cirugía refractiva como la sequedad ocular, halos y problemas en la visión nocturna, etc., pues se está hablando de reemplazar la pérdida de un sistema acomodativo dinámico por uno estático.

La técnica Intracor (Bausch + Lomb), es un procedimiento que implica el uso de un láser de femtosegundo para remodelar ligeramente la córnea seccionando anillos concéntricos profundos en el estroma corneal (Fig. 6). Algunos estudios muestran mejoras significativas de la visión de cerca, pero se producen reducciones en la visión de lejos (Wolffsohn, Davies 2018); otros estudios, dicen que la mayoría de las personas que han recibido este tratamiento necesitan usar gafas para leer de cerca de todas maneras, además de que pueden quedar cicatrices en la córnea afectando aún más la visión (Institute for Quality and Efficiency in Health Care, 2020), todo esto ha impedido una aplicación más consistente de esta técnica.

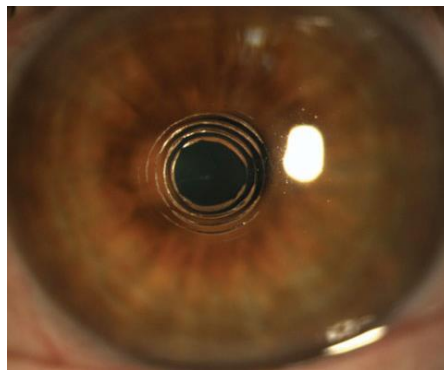


Figura 6. Vista clínica de las incisiones intraestromales tres horas después del tratamiento intracor.
A Closer Look at Presbyopia Correction
(reviewofoptometry.com)

Por otro lado, los inlays corneales son lentes muy delgadas hechas de materiales biocompatibles que remodelan la superficie anterior de la córnea. Son implantadas en un bolsillo cortado con láser de femtosegundo, preservándose los nervios y teniendo por lo menos teóricamente, menos impacto en la sensibilidad corneal y la homeostasis de la película lagrimal (Wolffsohn, Davies 2018). Se encuentran 2 tipos:

- KAMRA (Acufocus, Inc.), es un inlay corneal de pequeña apertura y es el único implante sintético corneal para presbítas aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés de *Food and Drug Administration*), consiste en insertar un implante de plástico en el estroma del ojo no dominante para aumentar su profundidad de enfoque (Fig. 7), el cual se usa para la visión de cerca, es mínimamente invasivo y reversible. El disco fenestrado por láser de 5,0 μm de espesor de fluoruro de polivinilideno de 3,8 mm de diámetro y apertura central de 1,6 mm. se coloca sobre el eje pupilar dentro de una especie de bolsillo creado con láser de femtosegundo a una profundidad corneal del 40% para lograr una monovisión cercana (Wolffsohn, Davies 2018). Funciona bloqueando la luz periférica desenfocada y está indicado en pacientes de entre 45

a 60 años, con hasta -0.75 dioptrías, ya sea de forma natural o quirúrgica. Los mejores candidatos son los pacientes que requieren visión de cerca entre +1.00 y +2.50D. El proceso de recuperación puede durar algunas semanas o meses antes de que se vea el efecto completo (Frellick, 2016). Aunque actualmente hay datos que respaldan su eficacia y seguridad (Vukich et. al, 2018) y dado que los pacientes generalmente informan resultados satisfactorios después de la operación, manifiestan que al restringirse la entrada de luz al ojo, se reduce el contraste y la visión nocturna, incluso algunos experimentan una regresión a su estado refractivo preoperatorio y suelen necesitar gafas de lectura para visión de cerca; los posibles riesgos y efectos secundarios asociados incluyen infecciones, cicatrización de la córnea, sequedad ocular y peor visión al atardecer y en horas de la noche (Institute for Quality and Efficiency in Health Care, 2020).

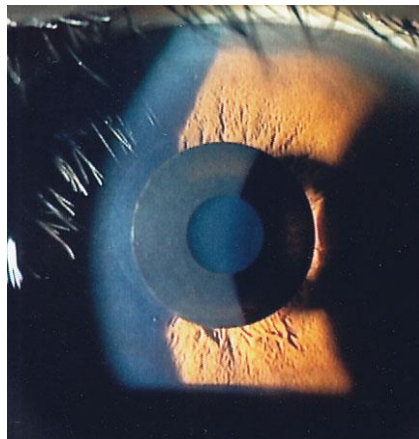


Figura 7. El Kamra está diseñado para aumentar la profundidad de enfoque.

Presbyopia Treatment: Current and Future Options (reviewofcontactlenses.com)

- PEARL (por sus siglas en inglés *Presbyopic allogenic refractive lenticule*), es una lente refractiva alogénica (Fig. 8) que ayuda a evitar la opacidad asociada a implantes corneales sintéticos como la fibrosis, la opacificación y la neblina (Jacob et. al, 2017)

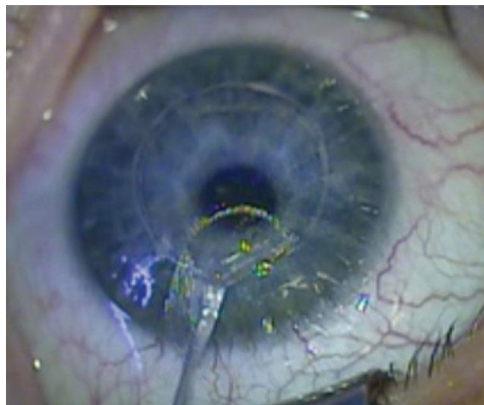


Figura 8. Una lente de donante extraído de un paciente refractivo SMILE listo para trefinar en un implante intrastromal de 1,0 mm de diámetro.

Presbyopia Treatment: Current and Future Options (reviewofcontactlenses.com)

Con la técnica SMILE (por sus siglas en inglés *Small incision lenticule extraction*) se forma un disco estromal de 1.0 mm sobre el centro de la pupila en un “bolsillo” hecho por un láser de femtosegundos de 120µm de profundidad. Una vez que la córnea sana, la lente es invisible a simple vista y da como resultado una córnea central hiperprolata, creando la óptica multifocal necesaria para una excelente visión cercana y lejana (Jacob et. al, 2017).

Jacob et. al, (2017), describen esta técnica en un estudio de cuatro pacientes los cuales después de la intervención manifestaron sentirse cómodos e informaron independencia de las gafas para ver de cerca, intermedia y lejos en todas sus tareas visuales de rutina durante un período de seguimiento de 6 meses. No hubo quejas de disfotopsias o deslumbramiento/halos nocturnos problemáticos. Todas las lentes permanecieron centradas durante el seguimiento, sin observarse complicaciones y todos los pacientes informaron satisfacción con el procedimiento quirúrgico.

La queratoplastia conductiva (CK, por sus siglas en inglés *Conductive keratoplasty*) es un procedimiento corneal no ablativo para el tratamiento de la hipermetropía baja y la presbicia. Se trata de un método que utiliza energía de radiofrecuencia de liberación controlada que se administra intraestromalmente a través de una punta de sonda (450 µm X 90 µm) para remodelar la córnea (reduciendo colágeno) y corregir la visión, pero debido a la alta tasa documentada de regresión, ya no es una técnica de uso común (Roque, 2021; Dahl 2019).

La implementación exitosa de la monovisión parece beneficiarse de la acomodación residual y por tanto, puede ser insuficiente en la presbicia avanzada y pseudofáquica; además, la supresión incompleta puede ser un problema de seguridad, ya que el desenfoque monocular aumenta el riesgo de caídas ya que el cerebro no siempre puede adaptarse a este cambio entre otros efectos negativos mencionados anteriormente (Chang, 2021).

5.2.2 IMPLANTACIÓN DELENTE INTRAOCULAR PSEUDOFÁQUICA

El procedimiento consiste en hacer una incisión sobre el borde de la córnea, extraer el cristalino, reemplazándolo por una lente artificial con graduación tanto para visión de lejos

como de cerca o para lejos-intermedia-cerca. Este tipo de implantes se considera principalmente como una opción de tratamiento para las personas que tienen catarata y algún defecto refractivo. La ventaja de este intercambio de lente intraocular (LIO), es que se puede reducir la necesidad de utilizar gafas para leer de cerca mediante el uso de métodos descritos a continuación. Entre sus desventajas se encuentran el deslumbramiento u opacidades, pues el área detrás de la LIO puede volverse turbia luego de meses o incluso años, por lo que se debe recurrir a un tratamiento con láser; de hecho, la cirugía en sí, ya se asocia a pequeños riesgos de infección si gérmenes llegasen a entrar en el ojo (Katz et.al, 2021).

Dentro de los métodos se encuentran:

- Monovisión
 - Multifocalidad
 - Profundidad de enfoque extendido
 - Lentes intraoculares acomodativas
- Los implantes de lentes para monovisión solo son apropiados para ciertas categorías de pacientes y la selección efectiva de este, es esencial para un resultado exitoso del procedimiento (Katz et.al, 2021). Schallhorn et. al, (2021) publican un estudio donde los pacientes que recibieron mini-monovisión muestran una leve mejoría estadísticamente significativa en la agudeza visual no corregida en comparación con aquellos que tenían ambos ojos corregidos en visión lejana. La monovisión monofocal, están indicadas en pacientes que han tenido éxito con la técnica de monovisión en lentes de contacto. Sin embargo, las LIO monofocales tienen una profundidad de enfoque (DOF, por sus siglas en inglés Depth of focus) mínima, por lo que se debe decidir antes de la cirugía si la visión intermedia o cercana sería más importante para el paciente en función de sus demandas de distancia de trabajo.

Un desarrollo reciente es la LIO ajustable a la luz, (LAL, por sus siglas en inglés *Light Adjustable Intraocular Lens*) donde se permiten valoraciones postoperatorias en la potencia de la LIO después de que el ojo se ha recuperado, facilitando la personalización y optimización de la lente para lograr la prescripción deseada. Esta lente surge como una manera de resolver cuestiones que conllevaron a resultados insatisfactorios luego de extraer el cristalino producto de una catarata, como por ejemplo biometrías inexactas, posición

efectiva impredecible de la lente y cicatrización de heridas. La LAL (Fig. 9) fué aprobada por la FDA en 2017 y es una forma novedosa de ofrecer monovisión personalizada. Esta lente incorpora moléculas fotosensibles conocidas como macrómeros, los cuales se encuentran incrustados de manera uniforme en una matriz de silicona. Luego de la implantación, cuando el ojo sana (2 -4 semanas después), se realiza la refracción y junto a las necesidades del paciente, se personaliza la corrección por medio de un dispositivo de administración de luz (LDD, por sus siglas en inglés de *Light Delivery Device*). Este procedimiento resulta ser rápido, indoloro y se puede realizar en el gabinete a través de un biomicroscopio de segmento anterior con una fuente de luz UV la cual enfoca en la LIO con la ayuda de una lente de contacto puesta sobre la córnea. Cuando la luz ultravioleta (longitud de onda de 365 nm) se dirige a un área específica de la lente, los macrómeros en el camino de la luz se activan y se adhieren a los extremos de otros macrómeros formando polímeros. Esta polimerización crea un gradiente de concentración entre la región irradiada y el resto de la óptica. Durante un período de 12 horas, los macrómeros restantes no expuestos se difunden físicamente en el área expuesta hasta que no hay gradiente de concentración, causando un cambio predecible en la curvatura y potencia refractiva de la lente, pudiéndose realizar ajustes esféricos y cilíndricos. Siempre que haya macrómeros no tratados, se pueden realizar ajustes adicionales para refinar la corrección dirigiendo la luz a diferentes áreas de la lente. Cuando este proceso se ha perfeccionado, toda la lente se expone a la luz del tratamiento para polimerizar todos los macrómeros restantes bloqueándolos efectivamente en su lugar para evitar más cambios. Dentro de los riesgos se encuentran síntomas de ojo seco y la sobre exposición a la luz UV como resultado de una disfunción del filtro en la LDD, condiciones que tienden a resolverse cuando se completan los ajustes. (Jain *et.al*, 2022; Katz *et. al*, 2021).

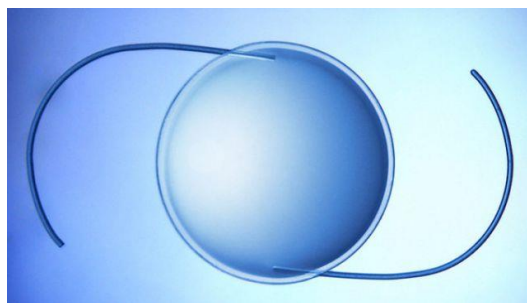


Figura 9. LIO ajustable a la luz.
Lentes intraoculares ajustables con luz - EyeWiki

- Los diseños multifocales, en su mayoría logran la multifocalidad a través de zonas difractivas en forma de anillo que proporcionan 2 o más puntos focales, con una porción enfocada en visión lejana y otra a uno o varios puntos en visión cercana (Schallhorn et. al, 2021). Este diseño ofrece buenos resultados visuales y proporcionan mejor visión de cerca frente a las LIO de profundidad de enfoque extendido, aunque ofrecen resultados similares en la visión intermedia y lejana (Katz et. al, 2021). En 2019, la Acrysof IQ PanOptix de Alcon (Fig.10) recibió la aprobación de la FDA; esta lente cuenta con un diseño esférico difractivo anterior y esférico posterior y cuenta con 3 puntos focales distintos, a 40 cm, 60 cm e infinito (Schallhorn et. al, 2021).



Figura 10. LIO Acrysoft IQ PanOptix (Alcon)
Sonderlinsen: AcrySof IQ PanOptix TFNTOO (iol-finder.de)

- La LIO de profundidad de enfoque extendido (EDOF, por sus siglas en inglés *Extended depth of focus*) busca extender el punto focal cercano para proporcionar un mayor rango de visión cercana (Schallhorn et. al, 2021); estas lentes pueden emplearse como una monovisión modificada o de manera binocular. Si bien las LIO trifocales proporcionan una visión más clara en todas las distancias de trabajo, este sistema ha reemplazado en gran medida a los multifocales como mejor alternativa para una visión continua y más completa de distancias (Schallhorn et. al, 2021). Actualmente se encuentran disponibles lentes EDOF como: la Tecnis Symphony de Johnson & Johnson (Fig. 11), aprobada en 2016 por la FDA cuenta con un diseño anterior esférico y posterior difractivo, este anillo multifocal está patentado y se trata de una superficie de rejillas difractivas acromáticas llamadas *echelettes*, que extienden la profundidad de foco y corrigen la dispersión cromática. En lugar de dividir prismáticamente la luz para producir un segundo punto focal cercano como los multifocales,

las *echelettes* ofrecen un rango más continuo de distancias de trabajo visuales. La dispersión cromática reducida da como resultado mayor sensibilidad al contraste, reduce el deslumbramiento y los halos, ofreciendo mayor calidad visual. La visión de cerca puede verse comprometida, por lo que los pacientes podrían necesitar ayuda de gafas para la visión cercana ocasionalmente (Schallhorn et. al, 2021); la AcrySof Vivity de Alcon (Fig. 12) utiliza un diseño esférico sin anillos para ampliar la profundidad de enfoque (Schallhorn et. al, 2021); la Mini Well Ready de SiFi Medtech (Fig. 13), tiene una óptica progresiva guiada por frente de onda sin zonas de lente difractivas, una óptica de distancia monofocal periférica, una óptica de media distancia con aberración esférica de signo opuesto y una zona de distancia central. Esta combinación hace que se eliminen los halos y proporcionan un rango continuo de visión (Ruiz-Mesa et. al, 2021).



Figura 11. LIO Tecnis Symphony (Johnson & Johnson)
Sonderlinsen: TECNIS Symphony EDOF IOL ZXR00 (iol-finder.de)



Figura 12. AcrySof Vivity (Alcon)
Hinterkammerlinsen: AcrySof IQ Vivity DFT015 (iol-finder.de)

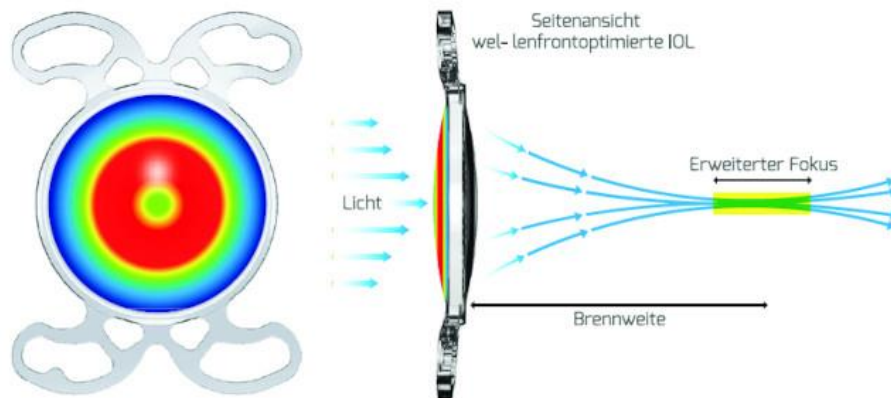


Figura 13. Mini Well Ready (SiFi Medtech)
Sonderlinsen:
MINI WELL/MINI WELL TORIC Ready (iol-finder.de)

- La lente intraocular acomodativa (AIOL, por sus siglas en inglés *Accommodating Intraocular Lens*) busca que la bolsa capsular contenga la lente para restablecer la acomodación dinámica normal. Solo hay una lente aprobada por la FDA, la Crystalens de Bausch & Lomb (Fig. 14) y consiste en una lente de silicona con hápticas articuladas con bisagras fusionadas a 4 placas de poliamida, flexionándose hacia adelante con el movimiento de la cápsula del cristalino (Schallhorn et. al., 2021). Esta lente responde a la contracción del cuerpo ciliar, induciendo así la acomodación; puede provocar efectos secundarios como la limitación en la amplitud acomodativa y la opacificación en la capsular posterior. No está disponible para corregir astigmatismos. (Chang et. al, 2021; Katz JA, 2021).



Figura 14. Crystalens (Bausch & Lomb)
Crystalens AO Intraocular Lens : Bausch + Lomb

5.2.3 PROCEDIMIENTOS ESCLERALES

Se encuentran la Microinserción VisAbility de Refocus Group y el LaserAce de Ace Vision Group (Marmer, 2019), de los cuales se hablarán en el apartado 5.4.5 de tratamientos emergentes.

Estructura	Opciones quirúrgicas
Córnea	Monovision (LASIK) Presbyopic LASIK* (multifocal laser ablation) Intracor Femtosecond Laser (LASIK) KAMRA™ Incrustación corneal Queratoplastia conductiva
Cristalino	Monovisión (LIO monofocal) LIO multifocal LIO acomodativa Lente ajustable de luz
Esclerótica*	Implante escleral VisAbility Micro-Insert (Refocus Group, EE. UU.) Escisión ciliar anterior con láser escleral LaserACE (Ace Vision Group, EE. UU.)

Tabla 2. Opciones quirúrgicas actuales para la presbicia. Nota: *No aprobado por la FDA
[*Presbyopia – A Review of Current Treatment Options and Emerging Therapies - PMC \(nih.gov\)*](#)

5.3 FARMACOLÓGICO

El tratamiento farmacológico para la presbicia puede ser una alternativa para aquellos con menor riesgo de efectos adversos oculares irreversibles. Los agentes farmacéuticos son aquellos que trabajan a través de la modulación de la pupila (mióticos) y se estudian los que tienen como objetivo modificar el cristalino.

5.3.1 AGENTES MIÓTICOS

La mayoría de las opciones actuales de tratamiento farmacológico de la presbicia tienen como objetivo inducir miosis temporal para producir un efecto estenopeico y aumentar la

profundidad de foco a todas las distancias de trabajo. Se utilizan como monoterapia o terapia combinada con otro agente miótico u otros agentes (Grzybowski, Ruamviboonsuk 2022).

La pilocarpina es un agente miótico que se ha utilizado y estudiado en diferentes concentraciones, formas y en combinación con otros medicamentos. Al inducir miosis y contracción del cuerpo ciliar, se ayuda a la acomodación del cristalino. El uso diario en ambos ojos de clorhidrato de pilocarpina en solución oftálmica al 1.25% (Vuity AGN-190584) en monoterapia, es el régimen que por primera vez ha sido aprobado para tratar la presbicia por la FDA de los Estados Unidos en noviembre de 2021 (Grzybowski, Ruamviboonsuk 2022; Dahl 2019).

El hidrato de pilocarpina, solución oftálmica al 1,25% (Vuity), debe administrarse diariamente y requiere al menos 15 minutos para hacer efecto. Según su fabricante (Allergan), mejora la visión de cerca hasta 6 horas y la visión intermedia hasta 10 horas (Harrison, 2021). Sus dos ensayos de Fase III tuvieron como objetivo principal lograr tres líneas de mejora en visión cercana en condiciones mesópicas sin perder más de una línea de visión de lejos, al medir en el día 30, a la hora 3 de uso. Esto fue cumplido por el 31% y el 26% de los sujetos, respectivamente en los dos estudios. La compañía dice que el vehículo del medicamento está formulado para adaptarse al pH del ojo para reducir el desenfoque y la incomodidad (Harrison, 2021). En los estudios de fase III de este agente que fueron los presentados para la aprobación ante la FDA, el colirio se aplicó en cada ojo diariamente durante 30 días y se comparó con placebo frente al cual se mostraron mejoras estadísticamente significativas en ambos grupos. Los criterios clave de inclusión de estos estudios fueron pacientes con presbicia de 40 a 55 años de edad, agudeza visual cercana (corregida de lejos) entre 20/40 a 20/100 y mejor corrección de lejos entre -4.00 a $+1.00$ D en la esfera y entre -2.00 a $+2.00$ D en el cilindro. Los participantes fueron asignados al azar al grupo de tratamiento ($n = 375$) y al grupo de placebo ($n = 375$). La edad media de los participantes fue de $49,6 \pm 3,75$ y $49,8 \pm 3,38$ en el grupo de tratamiento y el grupo de placebo respectivamente y la mayoría de los participantes (85%) era caucásica. El efecto adverso más común relacionado con este agente en los datos agrupados fue cefalea (14,9%); hiperemia conjuntival (5,1%), visión borrosa (4,5%) y dolor ocular (4,3%) en los pacientes del grupo de tratamiento aunque sin efectos adversos graves (Grzybowski, Ruamviboonsuk 2022).



Actualmente se cuentan con otros agentes mióticos solos o en combinación con otros agentes para efectos del tratamiento aditivo o la disminución de los eventos adversos, como por ejemplo:

FOV Tears (del inglés *Focusing Ocular Vision*), disponible en Colombia, es un colirio desarrollado por el oftalmólogo colombiano Luis Felipe Vejarano y lo llama "pseudoacomodamiento dinámico", porque combina una pequeña miosis con una mejor acomodación (Vargas et. al, 2018). Contiene pilocarpina y otros componentes, los primeros estudios muestran que no afecta la visión de lejos y se puede usar bilateralmente. El inicio de acción toma de 5 a 10 minutos para la mayoría de los usuarios en el tercer mes de uso. El efecto dura de cuatro a cinco horas al principio, pero puede durar hasta ocho horas después del uso prolongado. La mayoría de los pacientes han estado usando las gotas dos veces al día, una vez por la mañana y una a media tarde. Algunos pacientes usan una tercera gota por la noche, dependiendo de las necesidades de la visión. Vargas, et. al (2018) publicaron un estudio donde incluyen los siguientes hallazgos: La media de agudeza visual no corregida antes de la instilación fue de 0,35 logMAR (20/45); a las dos horas después de la instilación, mejoró a 0.16 logMAR (20/29). La visión de cerca mejoró en al menos una línea en el 92,3% de los pacientes a las dos horas; el 7.6 % no mostró mejoría y ningún paciente perdió ninguna línea. El 11.9 % de los pacientes manifestó dolores de cabeza y el grupo de edad más joven ganó más líneas que el grupo de mayor edad.

Por su parte Jorge L. Alió, MD, PhD, profesor y presidente de Oftalmología en la Universidad Miguel Hernández de Elche, en España (2019), ha realizado varios ensayos clínicos utilizando las gotas y señala que las FOVtears no funciona igual de bien en todos los presbíteros, explica que esta fórmula es efectiva en pacientes con presbicia leve o moderada, eliminando la necesidad de gafas para leer de cerca y que también funciona bien en presbíteros con cirugía refractiva previa, ya sea intraocular o corneal, incluidos los pacientes que se habían sometido a presbyLASIK.

Otro fármaco estudiado junto a la pilocarpina es la oximetazolina (AGN-199201, Allergan), un descongestionante tradicionalmente utilizado para tratar la congestión sinusal y la hiperemia conjuntival. En un ensayo de fase II, alrededor del 70% de los participantes

tuvieron al menos una mejoría de dos líneas en agudeza visual cercana corregida y donde la cefalea fue el evento adverso más común. Actualmente Allergan está reclutando pacientes para ensayos de fase III, individualmente y en combinación entre sí (Wolffsohn, Davies 2018)

5.3.2 MODIFICACIÓN DE CRISTALINO

El objetivo es suavizar la matriz de la lente endurecida por la edad para permitir la recuperación de la acomodación dinámica natural con el cuerpo ciliar y producir miosis pupilar para permitir la expansión de la profundidad de enfoque (Wolffsohn, Davies 2018). Ver apartado 5.4.6 de tratamientos emergentes.

5.4 TRATAMIENTOS EMERGENTES

Las agencias reguladoras son importantes para revisar la seguridad y la eficacia de las nuevas terapias, por eso la FDA requiere que un tratamiento de presbicia proporcione tres líneas de mejora desde el inicio para ser considerado efectivo. Sin embargo, esta cantidad de mejora requerida para alcanzar una visión funcional varía. Por ejemplo, una persona con presbicia leve puede necesitar poca corrección para poder experimentar una mejora significativa en la capacidad visual, mientras que un individuo con presbicia avanzada puede necesitar significativamente más de tres líneas de mejora para realizar sus tareas visuales.

Las nuevas tecnologías se encuentran en diferentes etapas de desarrollo o ensayos clínicos, lo que permitiría aumentar las opciones de tratamiento dirigidas hacia la córnea, la esclerótica, el cristalino, la pupila, entre otras (McDonald, 2021).

5.4.1 LENTES DE CONTACTO INTELIGENTES

Se trata de un dispositivo que conservará el aspecto y la sensación de una lente de contacto (Fig. 15), pero con una capa de material de cristal líquido con la que se puede enfocar a diferentes distancias a través de electrodos integrados permitiendo cambiar la prescripción

(Wolffsohn, Davies 2018); se espera que la lente proporcione corrección acomodativa para ayudar a restaurar el enfoque automático natural del ojo en objetos cercanos en forma de lente de contacto corneal o intraocular implantada durante el tratamiento de cataratas refractivas (Cole, 2016; Wolffsohn, Davies 2018).

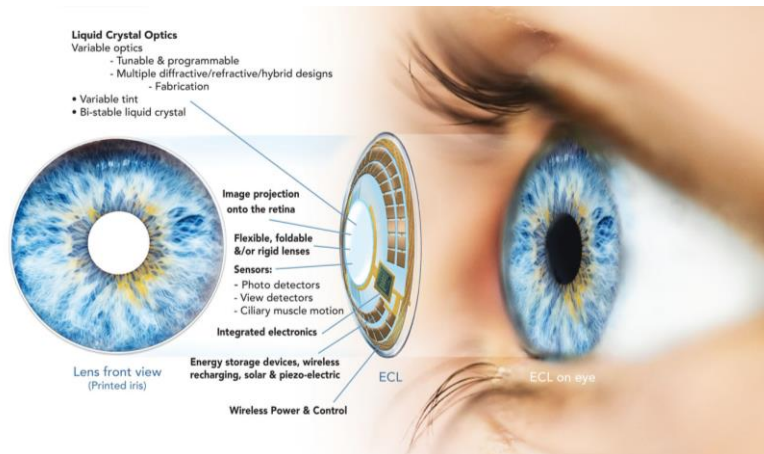


Figura 15. Lente de contacto E-Vision Smart Optics.
Electronic Eyeglasses and Electronic Contacts | eVision Optics

5.4.2 ELECTROESTIMULACIÓN DE MÚSCULOS CILIARES

Ocufit de Sooft (Fig.15) se trata de un enfoque no farmacéutico para recuperar la contracción del músculo ciliar y poder restaurar la acomodación dinámica (Chang et. al, 2021; Harrison, 2017). Bajo la premisa que los músculos ciliares se debilitan con la edad y que no se puede modificar el grosor del cristalino para enfocar objetos en visión cercana, se prueba una lente de contacto conectada a un cable generador. El dispositivo ha recibido la certificación estándar (CE) y consiste en una lente de contacto escleral de policarbonato que mide 20 mm de diámetro con cuatro electrodos de 3 mm, los cuales se mantienen a 3,5 mm del limbo corneoescleral (Harrison, 2017). En un estudio realizado, a los pacientes se les instiló previamente anestésico tópico para que no sintieran cierto efecto de hormigueo en los párpados; este tratamiento lo recibieron 4 veces en 2 meses, seguidos de una dosis de mantenimiento cada 3 meses. Los investigadores evaluaron a los pacientes en condiciones de luz idénticas y a la misma hora del día cada 15 días durante 9 meses. En el segundo tratamiento, pudieron documentar mejoras en la agudeza visual y en la velocidad de lectura; la biomicroscopía ecográfica tomada bajo acomodación mostró un aumento promedio del grosor de la lente de +0.10 mm, una disminución del radio de curvatura anterior de -0.20 mm y una disminución del radio de curvatura posterior de -0.08 mm. La amplitud

acomodativa también mostró mejoría, al igual que la sensibilidad al contraste y lectura con poca luz; sin embargo, advierten que se necesitan resultados a largo plazo (Harrison, 2017).

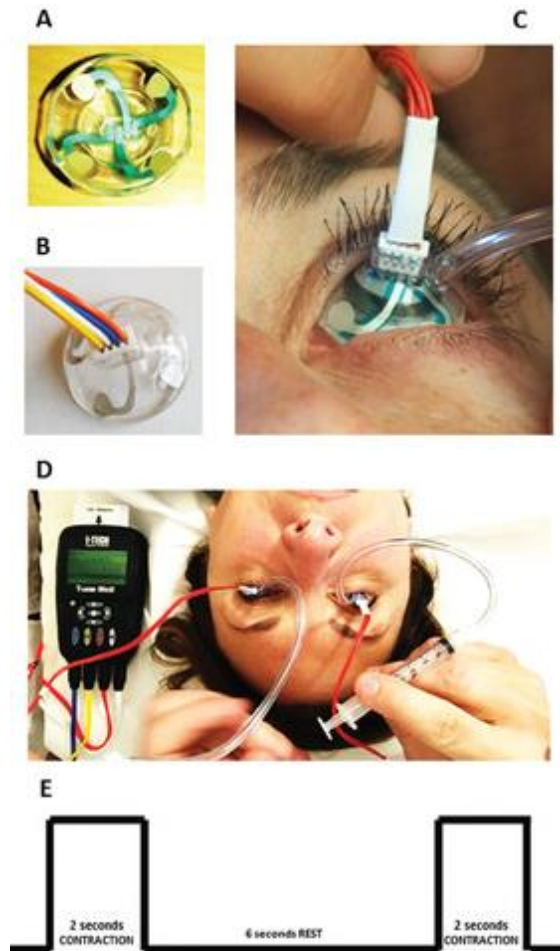


Figura 15. Ilustración del dispositivo para la electroestimulación del músculo ciliar.

A) Parte inferior de la lente, muestra los 4 electrodos.

B) Parte superior de la lente, muestra los 4 cables que se conectarán al generador de energía.

C) Se ubican las lentes en la superficie ocular.

D) Fuente de alimentación durante un tratamiento simultáneo bilateral en el que 2 lentes de contacto se estabilizan mediante 2 jeringas que crean un vacío y se conectan por cables directamente al dispositivo médico electroestimulador Ocufit.

E) Los trenes de pulso tienen la forma de ondas cuadradas bifásicas compensadas. El gráfico ilustra secuencias de ciclos de tratamiento que consisten en repeticiones pulsadas de 2 segundos de impulso eléctrico seguidos de 6 segundos de reposo.

Ciliary Muscle Electrostimulation to Restore Accommodation in Patients With Early Presbyopia: Preliminary Results | Journal of Refractive Surgery (healio.com)

5.4.3 CRISTALINO

Por un lado, se está investigando un medio para reducir la rigidez de esta lente con un tratamiento láser de femtosegundo para ablandarlo y restaurar así la acomodación o mejorar la agudeza visual en visión cercana. El objetivo es permitir que la lente recupere flexibilidad, donde el mecanismo acomodativo natural a través de la cápsula, las fibras zonulares y la contracción del músculo ciliar, produzcan algún cambio acomodativo funcional en la potencia del ojo presbita (Wolffsohn, Davies 2018; Glasser, et. al, 2016).

Por otro lado, se encuentran otros diseños de AIOLs al mencionado anteriormente (apartado 5.2.2.); en la actualidad hay una lente que se promociona como la primera que cambia de

forma propulsión por fluidos, se trata de la FluidVision AIOL de PowerVision (Fig.16). La lente tiene tres componentes principales: un depósito óptico central flexible, hápticos flexibles similares a pontones que sirven como reservorios y aproximadamente 30 μL de fluido. Su método de acción se basa en el principio de compresión ciliar; el esfuerzo acomodativo hace que el cuerpo ciliar comprima la háptica, haciendo que el líquido fluya hacia la óptica central y a medida que esta se llena, la potencia adicional de la lente aumenta, enfocando la LIO en visión cercana. Teóricamente, la acción graduada del cuerpo ciliar debería ser capaz de proporcionar un rango continuo de enfoque para el paciente (Pepose et. al, 2017; Baitech 2020).

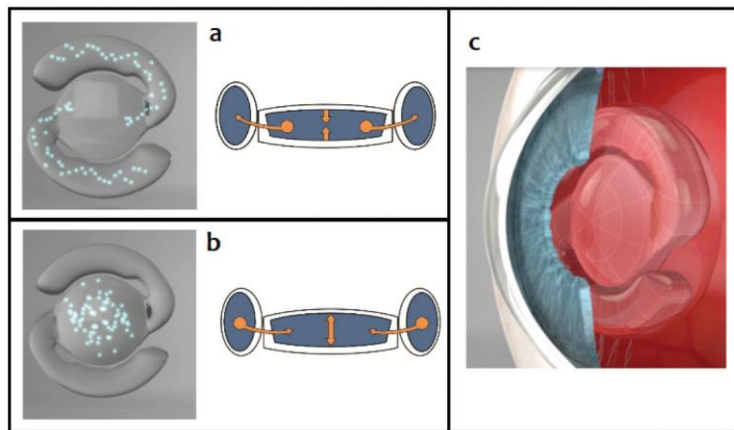


Figura 16. En estado relajación (a), el fluido va desde la óptica central a la háptica periférica de la lente, obteniendo la potencia de lejos. Tras la acomodación y la contracción radial de la cápsula del cristalino por el cuerpo ciliar (b), el fluido va hacia la óptica central, aumentando la potencia adicional para la visión de cerca (c).

Presbyopia Treatment: Current and Future Options (reviewofcontactlenses.com)

Diseños de AIOL dependen de la acción compresiva del músculo ciliar para producir el movimiento axial de la LIO, lo que ha demostrado ser un problema. Las LIO colocadas dentro del saco capsular han sido objeto de fibrosis capsular, contracción y estenosis de la háptica, lo que agrava la pérdida de funcionalidad de la LIO con el tiempo. La AIOL Lumina de AkkoLens (Fig.17) va en una dirección diferente utilizando un par opuesto de lentes, que varían la potencia dióptrica cuando los elementos de la lente se mueven transversalmente entre sí a un ángulo de 90° con respecto al eje pupilar. Cuando el cuerpo ciliar comprime la háptica AIOL con un esfuerzo acomodativo, los elementos de la lente se atraviesan entre sí y la combinación óptica aumenta la potencia adicional de la lente. Para la visión a distancia, el cuerpo ciliar relaja y descomprime la háptica, permitiendo que los elementos de la lente se realineen. Entonces, en lugar de ser localizado en la saco y sometido a fibrosis, el Lumina AIOL se coloca en el plano del surco donde el músculo del cuerpo ciliar entra en contacto

con los elementos opuestos de la lente, moviéndolos transversalmente y engendrando el cambio miópico acomodativo (Pepose et. al, 2017; Baitch, 2020).

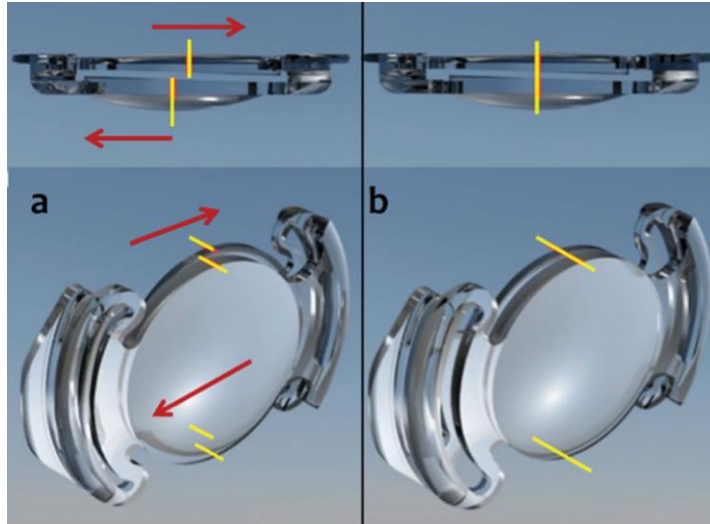


Figura 17. A medida que el cuerpo ciliar va comprimiendo la háptica de la lente del Lumina AIOL (a), las lentes se yuxtaponen, aumentando la potencia. Con la relajación del cuerpo ciliar (b), las lentes se alinean con la potencia de distancia adecuada.

Presbyopia Treatment: Current and Future Options
(reviewofcontactlenses.com)

5.4.4 CÓRNEA

Se estudia la inyección de relleno estromal, aumentando la curvatura de la córnea a través de la contracción del colágeno en el estroma corneal (Wolffsohn, Davies 2018). Kassumeh et. al, (2020) muestran un estudio piloto donde evalúan la viabilidad *ex vivo* inyectando relleno estromal corneal (Fig. 18) para crear bifocalidad aplanando la superficie corneal central posterior y aumentar el poder refractivo creando una zona central para la visión de cerca, permaneciendo sin cambios la zona periférica para la visión lejana. El estudio consistía en crear “bolsillos” de diámetros variables en el estroma corneal con láser de femtosegundo cercanos a la curvatura corneal posterior en ojos de conejo. Posteriormente inyectaron ácido hialurónico como material de relleno para aplanar la curvatura posterior central, lo que resultó en un aumento de la potencia de refracción central y observaron que dicho aumento era dependiente del volumen de la potencia refractiva central. No evidenciaron alteraciones de la morfología endotelial corneal o de la densidad celular endotelial debido al tratamiento con láser. Sin embargo, establecen realizar investigaciones *in vivo* a largo plazo para determinar si se produce una respuesta inflamatoria secundaria que pueda llevar a opacidades corneales o queratopatías. Dentro de

las ventajas incluyen poder ajustar el procedimiento a cada persona sin tener que eliminar tejido corneal, además del carácter mínimamente invasivo del procedimiento.

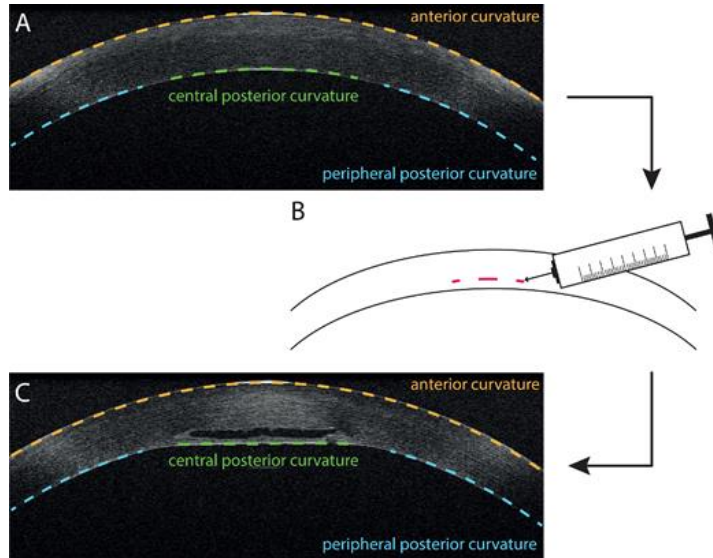


Figura 18. Corrección de la presbicia. A) Representación de la exploración OCT B-scan antes de la intervención. B) El relleno se inyecta en una bolsa estromal pequeña y profunda, cerca de la curvatura corneal posterior. C) El relleno inyectado condujo a un aplanamiento de la curvatura corneal posterior central.
Corneal Stromal Filler Injection as a Novel Approach to Correct Presbyopia—An Ex Vivo Pilot Study | TVST | ARVO Journals

5.4.5 ESCLERÓTICA

Como se mencionó en el apartado anterior frente a los procedimientos esclerales, se tiene por un lado la Microinserción VisAbility de Refocus Group (Fig. 19 y 20), la cual restaura la tensión de las zónulas posteriores, dando a los músculos ciliares más eficiencia a la remodelación del cristalino (Wolffsohn, Davies 2018). Esto se concibe bajo la teoría de que la presbicia se debe principalmente a la disminución del espacio entre el ecuador del cristalino y el músculo ciliar a medida que el diámetro aumenta con la edad. La intervención consiste en cuatro segmentos de polimetacrilato de polimetilo de 5,0 mm de largo implantados a 4,0 mm del limbo entre los músculos extraoculares en los cuatro cuadrantes del ojo. En lugar de ofrecer un tratamiento de monovisión para la presbicia, su objetivo es proporcionar una visión binocular sin efectos adversos en la visión de lejos. Los datos de los ensayos de la FDA muestran una tasa de satisfacción del paciente del 90% y la mayoría de los pacientes alcanzan una agudeza visual corregida de 20/32 a los tres meses después de la cirugía. Las desventajas incluyen la inyección conjuntival postoperatoria prolongada debido a la resección conjuntival, necesaria para crear el corredor escleral e implantar los

microinjertos y el dolor postoperatorio. El dispositivo está actualmente a la espera de la aprobación de la FDA (Wolffsohn, Davies 2018; Kent, 2020).

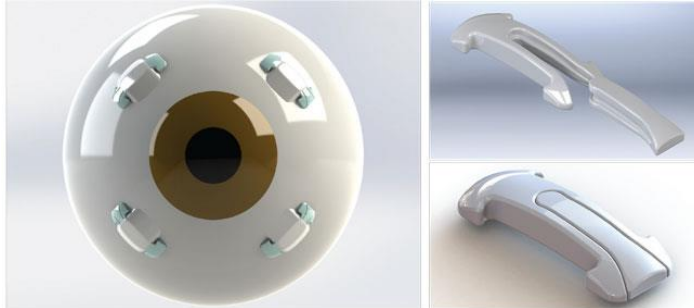


Figura 19. VisAbility utiliza implantes colocados en los cuatro cuadrantes de la esclerótica para cambiar el espacio entre el cristalino que se aumenta gradualmente y los músculos ciliares.

Non-IOL-based Presbyopia Treatments
(*reviewofophthalmology.com*)

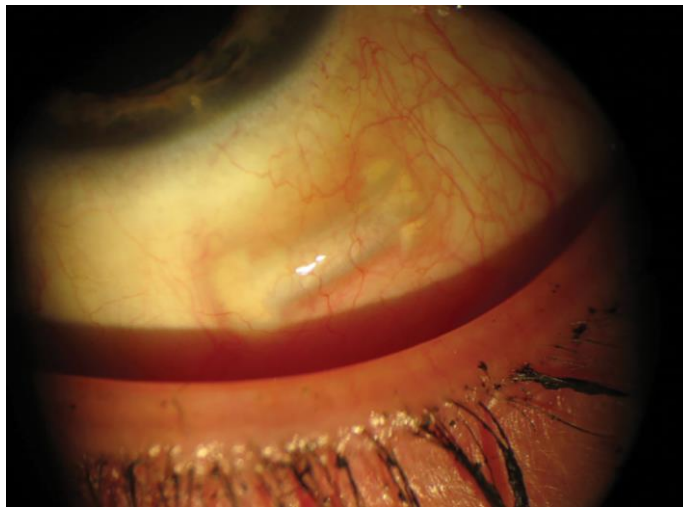


Figura 20. El VisAbility ofrece una visión binocular natural sin afectar la vía óptica del ojo.

Presbyopia Treatment: Current and Future Options
(*reviewofcontactlenses.com*)

Por otro lado, el LaserAce de Ace Vision Group, es un tratamiento binocular menos invasivo y quirúrgico que no altera la óptica del cristalino o la córnea. En un ojo joven, la esclerótica es más elástica y proporciona una ligera contracción acomodativa de los músculos ciliares; en un ojo envejecido, la esclerótica es más rígida y resiste el movimiento asociado con la acomodación. El procedimiento implica una serie de perforaciones esclerales utilizando el láser VisioLite Er-YAG (Chang 2021; Baitch, 2020), el cual se aplica para aumentar la plasticidad y facilitar la contracción de los músculos ciliares; la manipulación con láser de femtosegundo en la lente aumenta su deformabilidad y por lo tanto, la capacidad acomodativa (Chang et.al, 2021). La ablación se aplica en forma de diamante en los cuatro cuadrantes de 4,0 mm periféricos al limbo. Cada matriz de perforaciones láser cubre cinco constituyentes anatómicos clave del mecanismo acomodativo, lo que proporciona más elasticidad a la esclerótica. El procedimiento aún no ha entrado en los ensayos clínicos de investigación de la FDA.

Los enfoques esclerales se basan en la teoría de la acomodación de Schachar (1992) y lo que intentan es preservar o restaurar la capacidad acomodativa del ojo expandiendo el diámetro escleral ecuatorial que recubre el cuerpo ciliar, restaurando la tensión zonular (Wolffsohn, Davies 2018; Katz et.al, 2021). Aunque la justificación teórica de tales procedimientos sigue siendo controvertida, ha habido un creciente interés en las intervenciones mencionadas anteriormente (Wolffsohn, Davies 2018; Katz et.al, 2021), que luego de una reversión quirúrgica de la presbicia con estas técnicas, el seguimiento más importante para el paciente es realizar ejercicios oculares postoperatorios de visión cercana (Marmer, 2019). Estos ejercicios ayudan a restaurar la fuerza del mecanismo de enfoque y una maniobra frecuente para tratar de leer la letra más pequeña a una distancia más cercana, lo que ayuda a restaurar este mecanismo. Haciendo esto, los pacientes podrían sentir una sensación de calambres en el ojo debido a que el mecanismo de enfoque no se ha utilizado durante años, por lo que el músculo se resiste a la estimulación constante resultando una mialgia de acomodación, un espasmo acomodativo del músculo en sí. Sin embargo, con el ejercicio continuo la mialgia acomodativa desaparece, el mecanismo de enfoque se vuelve más fuerte y se reestablece la capacidad de enfocar objetos pequeños por períodos prolongados de tiempo. Siempre que el paciente realice regularmente los ejercicios oculares y no utilice una ayuda de lectura para la visión de cerca, la amplitud de la acomodación continuará mejorando durante aproximadamente 6 meses y luego se estabilizará (Marmer, 2019).

5.4.6 FARMACOLÓGICO

Dentro de las opciones farmacológicas tópicas actualmente en investigación, se encuentra Dioptin (UNR844, Novartis), un profármaco a base de ácido lipoico que penetra en el cristalino. Un estudio en presbítas muestra mejoras en la agudeza visual en visión cercana durante 90 días, con dos dosis al día después del día 7, en comparación con un grupo control. Un seguimiento de 7 meses después del cese de las gotas muestra que el beneficio visual se mantuvo durante varios meses después de la última dosis. Hasta ahora, solo existe este agente antioxidante con pocos estudios sobre este, por lo que se deben alentar agentes nuevos que aborden áreas relacionadas con la fisiopatología de la presbicia (Wolffsohn, Davies 2018; Grzybowski, Ruamviboonsuk, 2022).

5.4.7 APRENDIZAJE PERCEPTIVO

En medio de los tratamientos emergentes surge también la idea de compensar la presbicia con la ayuda del entrenamiento de la visión, el cual es un procedimiento que si bien no es nuevo, actualmente se ha propagado como "aprendizaje perceptivo" (o *perceptual learning*, en inglés), que correspondería a conducir un mejor procesamiento de los estímulos visuales en el cerebro (Wolffsohn, Davies 2018). El método promovido es el de los estímulos de Gabor, los cuales estimulan la parte del cerebro que se encarga de reconocer patrones mediante la repetición de tareas visuales perceptivas, promoviendo mejoras de la agudeza visual y la sensibilidad al contraste, entre otros (Heinrich, 2017).

El aprendizaje perceptivo visual mejora la discriminación de las características visuales básicas, por ejemplo: contraste, orientación, frecuencia espacial, dirección, etc. (Cong, et.al, 2016). En un estudio publicado por Yehezkel et. al, (2016), participaron 119 personas con edades comprendidas entre los 40 y 63 años con amplio rango de agudeza visual, quienes fueron sometidos al aprendizaje perceptivo a través de los estímulos de Gabor e indicaron que hubo mejoras tanto de la agudeza visual en visión de cerca como en la velocidad de la lectura después del entrenamiento.

Sterkin et. al, (2018) también publican un estudio que llevó a desarrollar aplicaciones tales como GlassesOff, para reconocer patrones y distinguir mejor las figuras borrosas a través de un estudio controlado donde los participantes fueron pilotos de la Fuerza Aérea Israelí (IAF, por sus siglas en inglés *Israeli Air Force*). Los participantes presentaban al menos presbicia leve y fueron entrenados utilizando el método de aprendizaje perceptivo personalizado a través de dicha aplicación. Los estímulos de Gabor de bajo contraste fueron presentados a una distancia de 40 cm y los resultados muestran que a pesar de su ventaja visual inicial sobre los compañeros de la misma edad, el entrenamiento resultó en mejoras sólidas de agudeza visual estática y temporal, estereopsis y sensibilidad al contraste. Además, las mejoras se generalizaron a tareas de nivel superior, especialmente en la velocidad de lectura e interpretación de fotografía aérea, diseñada específicamente para reflejar la experiencia de los pilotos de la IAF en el análisis de entradas ruidosas de bajo contraste.



Otro estudio publicado por Suraiya et.al, (2022) muestra el desarrollo de un programa de entrenamiento para probar la efectividad de la alternancia de distancias focales como método de entrenamiento, donde idearon una tarea de discriminación de nitidez, en la que los participantes debían juzgar si el estímulo era una rejilla de onda sinusoidal o cuadrada; el método fue probado en dos grupos de entrenamiento y un grupo control. En el grupo de entrenamiento de distancia alterna, los participantes tuvieron que alternar la fijación entre una pantalla cercana y una lejana y el otro grupo de entrenamiento a una distancia fija. La agudeza visual y la sensibilidad al contraste fueron medidos antes y después de 20 sesiones de entrenamiento; el grupo de control participó solo en las pruebas previas y posteriores. Los resultados muestran que ambos grupos de entrenamiento tuvieron una mejora significativa entre las pruebas previas y posteriores de la agudeza visual y los tamaños de mejora no fueron significativamente diferentes entre los grupos. Ninguno de los grupos mostró mejora en la sensibilidad al contraste en comparación con el grupo control. Los autores del estudio concluyen que la tarea de discriminación de nitidez puede ser un método de entrenamiento eficaz para la presbicia con el fin de prevenir el deterioro de la agudeza visual; sin embargo, contrariamente a la creencia popular, el efecto del entrenamiento a distancia alterna era comparable o incluso más débil que el de entrenamiento a distancia fija.

6. DISCUSIÓN

En el presente trabajo, se pueden apreciar las diferentes herramientas de tratamiento para la presbicia como resultado de un creciente interés para solventar dicha condición visual y priorizar la calidad de vida de los afectados, así como lo publica Katz et.al (2021) y Chang (2021).

Es sabido que los pacientes muestran buena agudeza visual cuando son corregidos con gafas y lentes de contacto, sin embargo, la nitidez que proporcionan estas últimas no son superadas por las primeras, aun así, los pacientes suelen utilizar mucho ese método de corrección.

Si bien las gafas son el método más común junto a las lentes de contacto, hay otros métodos que buscan compensar la dificultad para ver bien de cerca asociado a la pérdida de acomodación con la edad, tal como lo mencionan Katz et. al, (2021).

Por su parte los tratamientos quirúrgicos, proporcionan buena visión y dan independencia del uso de las gafas, sin embargo, los pacientes suelen presentar molestias por síntomas como halos, deslumbramientos o incluso con el tiempo presentar turbidez, por lo que se tendrá que recurrir a tratamiento extra.

La cirugía refractiva con láser es un tratamiento muy común, sin embargo hay probabilidades de hacer retoques postquirúrgicos para afinar la corrección en la visión de lejos, especialmente en la técnica de monovisión, como indica Katz et.al, (2021).

Las técnicas intraoculares se valen de aquellos pacientes en los que no son aptos otros procedimientos corneales y que puedan implantarse LIO, ya sea para monovisión, multifocalidad, de profundidad de enfoque extendida o acomodativas, sin embargo, como en todo procedimiento invasivo, hay riesgo de infecciones.



Aunque el inlay corneal de pequeña apertura se coloca solo en un ojo, para Vukich et.al, (2018), el mecanismo de acción y la experiencia visual del paciente es diferente de la monovisión, ya que hay una alteración mínima en la refracción del ojo tratado, permitiendo que ambos ojos funcionen binocularmente de lejos y al momento de leer de cerca, el ojo con el inlay ofrece una visión de lectura funcional, mientras que ambos ojos juntos producen una capacidad de lectura aún mejor como resultado de la suma binocular.

El tratamiento farmacológico más común consiste en inducir miosis de manera temporal para producir un efecto estenopeico y aumentar así la profundidad de foco y poder ver bien a todas las distancias, este tratamiento es menos invasivo y promete un menor riesgo de efectos adversos oculares irreversibles, sin embargo, su aplicación puede verse limitada en aquellos pacientes de edad avanzada que tienen cataratas, ya que la miosis puede empeorar su visión.

Con el aprendizaje perceptivo, aunque se logra mejorar la agudeza visual en visión cercana y velocidad en la lectura, estas dependen de la agudeza visual inicial y adicionalmente, la agudeza visual estática puede no captar completamente las pérdidas visuales como en el entorno dinámico de la vida real.

Entre los tratamientos emergentes, se vislumbran nuevas tecnologías que se encuentran en diferentes etapas de desarrollo, ensayos clínicos o incluso se encuentran a la espera de la aprobación por parte de la FDA, lo que puede llegar a aumentar las opciones de tratamiento, aunque lamentablemente varias de ellas no se encuentran dentro en revistas de impacto, sino que aún se encuentran en revisiones.

Aunque la FDA requiere que un tratamiento de presbicia proporcione tres líneas de mejora de agudeza visual, la mejora varía según de las necesidades visuales y expectativas de cada paciente.

7. CONCLUSIONES

Luego de recopilar información bibliográfica publicada en estos últimos años sobre las diferentes herramientas de tratamiento para la presbicia, cabe señalar que:

- Existen varias alternativas de tratamiento para la presbicia y el estar orientado con las diferentes técnicas de corrección, el profesional debe ser capaz de guiar, educar y manejar las expectativas del paciente frente a cada una de ellas.
- Los tratamientos más efectivos y con menos efectos adversos son los dispositivos ópticos como las gafas y las lentes de contacto.
- Los métodos quirúrgicos, pueden dejar síntomas visuales como deslumbramiento, halos y baja sensibilidad al contraste.
- Las LIOs al estar configuradas para distintos puntos focales, se deben considerar las actividades cercanas que el paciente realiza rutinariamente al momento de seleccionar la lente.
- La monovisión es una alternativa tanto en lentes de contacto como quirúrgico, pero se ha de tener muy en cuenta el estado de la visión binocular, estereopsis y sensibilidad al contraste, además de considerar posibles retoques con el paso del tiempo.
- Los inlays corneales mejoran la visión de cerca tanto monocular como binocularmente, pero pueden dejar efectos en la agudeza visual en visión lejana.
- El tratamiento farmacológico es una alternativa fácil de utilizar, pero su efecto es temporal y se debe tener cautela con posibles efectos adversos oculares a largo plazo.



- Equipos de investigación van más allá de las técnicas actuales, pero como todo tratamiento, requieren de más estudios en poblaciones más grandes y con resultados a largo plazo para que obtener conclusiones más valederas.
- La inyección de relleno corneal es un procedimiento novedoso mínimamente invasivo que se ajusta al paciente sin tener que extirpar el tejido corneal.
- Los procedimientos esclerales son novedosos, sin embargo se advierten importantes síntomas postoperatorios como el dolor ocular e inyección conjuntival.
- El entrenamiento visual con aprendizaje perceptivo puede mejorar la agudeza visual y la sensibilidad al contraste en personas con presbicia leve, donde aún se puede mejorar la amplitud acomodativa residual.
- Varias opciones de tratamiento pueden estar disponibles, pero requieren que el paciente conozca y acepte que cada opción implica algunos compromisos en la calidad y flexibilidad de la visión ofrecida a diferentes distancias.



8. BIBLIOGRAFIA

- Afshari, N., & Dentone, P. (07 de diciembre de 2021). *Presbyopia*. Obtenido de American Academy of Ophthalmology: https://eyewiki.org/Presbyopia#cite_ref-six_6-0
- Ayaki, M., & Negishi, K. (28 de enero de 2022). *Short Tear Breakup Time Could Exacerbate the Progression of Presbyopia in Women*. doi:10.1155/2022/8159669
- Baitch, L. (15 de marzo de 2020). *Presbyopia Treatment: Current and Future Options*. Obtenido de Review of Cornea and Contact Lenses: <https://reviewofcontactlenses.com/article/presbyopia-treatment-current-and-future-options#footnotes>
- Chang, D., Waring, G., & Barnett, M. (06 de septiembre de 2021). *Presbyopia Treatments by Mechanism of Action: A New Classification System Based on a Review of the Literature*. doi:10.2147/OPHTH.S318065
- Cole, J. (15 de febrero de 2016). *A Closer Look at Presbyopia Correction*. Obtenido de Review of Optometry: <https://www.reviewofoptometry.com/article/a-closer-look-at-presbyopia-correction>
- Cong, L.-J., Wang, R.-J., Yu, C., & Zhang, J.-Y. (febrero de 2016). *Perceptual learning of basic visual features remains task specific with Training-Plus-Exposure (TPE) training*. doi:10.1167/16.3.13
- Dahl, A. A. (19 de abril de 2019). *Presbyopia - Cause and Treatment*. Obtenido de Medscape: <https://emedicine.medscape.com/article/1219573-overview>
- Donaldson, P. J., Grisun, A. C., Bianca, Limunb, J. C., & Vaghefib, E. (enero de 2017). *The physiological optics of the lens*. doi:10.1016/j.preteyeres.2016.09.002
- Essilor, Sociedad Española de Oftalmología. (2020). *Estudio sobre la presbicia*. Obtenido de Varilux: https://varilux.es/estudio_presbicia/
- Frellick, M. (26 de octubre de 2016). *Corneal Inlays Better Than Monovision, Researchers Say*. Obtenido de Medscape: https://www.medscape.com/viewarticle/871004#vp_2
- Giannone, A. A., Li, L., Sellitto, C., & White, T. W. (23 de diciembre de 2021). *Physiological Mechanisms Regulating Lens Transport*. doi:10.3389/fphys.2021.818649
- Glasser, A., Uy, H. S., & Shah, S. (septiembre de 2016). *Femtosecond Laser Softening of the Lens*. Obtenido de Cataract & Refractive Surgery Today Europe:



<https://crstodayeurope.com/articles/2016-sep/femtosecond-laser-softening-of-the-lens/>

- Goldberg, D. (febrero de 2015). *Computer-animated model of accommodation and presbyopia*. doi:10.1016/j.jcrs.2014.07.028
- Grzybowski, A., & Ruamviboonsuk, V. (01 de marzo de 2022). *Pharmacological Treatment in Presbyopia*. doi:10.3390/jcm11051385
- Harrison, L. (07 de mayo de 2017). *Ciliary Electrostimulation Improves Vision for Reading*. Obtenido de Medscape: <https://www.medscape.com/viewarticle/879647>
- Harrison, L. (01 de noviembre de 2021). *FDA Approves Eye Drops for Presbyopia*. Obtenido de Medscape: <https://www.medscape.com/viewarticle/961999>
- Heinrich, S. P. (13 de enero de 2017). *Vision improvement through perceptual learning in refractive errors and presbyopia*. doi:10.1007/s00347-016-0433-3
- Institute for Quality and Efficiency in Health Care. (04 de 06 de 2020). *How can presbyopia be corrected?* Obtenido de National Center for Biotechnology Information: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK423827/>
- Jacob, S., Kumar, D. A., Agarwal, A., Agarwal, A., Aravind, R., & Saijmol, A. I. (mayo de 2017). *Preliminary Evidence of Successful Near Vision Enhancement With a New Technique: PrEsbyopic Allogenic Refractive Lenticule (PEARL) Corneal Inlay Using a SMILE Lenticule*. doi:10.3928/1081597X-20170111-03
- Jain, S. P. (04 de abril de 2022). *Light Adjustable Intraocular lenses*. Obtenido de American Academy of Ophthalmology: https://eyewiki.aao.org/Light_Adjustable_Intraocular_lenses
- Kassumeh, S., Luther, J. K., Wertheimer, C. M., Brandt, K., Schenk, M. S., Priglinger, S. G., . . . Birngruber, R. (25 de junio de 2020). *Corneal Stromal Filler Injection as a Novel Approach to Correct Presbyopia-An Ex Vivo Pilot Study*. doi:10.1167/tvst.9.7.30.
- Katz, J., Karpecki, P., D. A., Chiva-Razavi, S., Floyd, H., Barnes, E., . . . Donnenfeld, E. (24 de mayo de 2021). *Presbyopia – A Review of Current Treatment Options and Emerging Therapies*. doi:10.2147/OPHTH.S259011
- Kent, C. (05 de Noviembre de 2020). *Non-IOL-based Presbyopia Treatments*. Obtenido de Review of Ophthalmology: <https://www.reviewofophthalmology.com/article/noniolbased-presbyopia-treatments>
- Khan, A., Pope, J. M., Verkicharla, P. K., Suheimat, M., & A., A. D. (2018). *Change in human lens dimensions, lens refractive index distribution and ciliary body ring diameter with accommodation*. doi:10.1364/BOE.9.001272



- Marmer, R. (18 de febrero de 2019). *Surgical Reversal of Presbyopia - Workup, Preoperative, & Postoperative Care*. Obtenido de Medscape: <https://emedicine.medscape.com/article/1219936-overview#a5>
- Martinez-Enriquez, E., De Castro, A., Mohamed, A., Sravani, G., Ruggeri, M., Manns, F., & Marcos, S. (febrero de 2020). *Age-Related Changes to the Three-Dimensional Full Shape of the Isolated Human Crystalline Lens*. doi:10.1167/iovs.61.4.11
- McDonald, M., Barnett, M., & Gaddie, I. (28 de octubre de 2021). *Classification of Presbyopia by Severity*. doi:10.1007/s40123-021-00410-w
- Pepose, J. S., Burke, J., & Qazi, M. A. (julio de 2017). *Accommodating Intraocular Lenses*. doi:10.22608/APO.2017198
- Renna, A., Vejarano, F., De la Cruz, E., & Alió, J. L. (enero de 2016). *Pharmacological Treatment of Presbyopia by Novel Binocularly Instilled Eye Drops: A Pilot Study*. doi:10.1007/s40123-016-0050-x
- Review of Optometry Staff. (29 de Octubre de 2021). *First Presbyopia Eye Drop Approved*. Obtenido de Review of Optometry: <https://www.reviewofoptometry.com/news/article/first-presbyopia-eye-drop-approved>
- Roque, M. (17 de mayo de 2021). *Conductive Keratoplasty Hyperopia and Presbyopia*. Obtenido de Medscape: <https://emedicine.medscape.com/article/1222433-overview>
- Ruiz-Mesa, R., Blanch-Ruiz, J., Ruiz-Santos, M., & Montés-Micó, R. (02 de enero de 2021). *Optical and visual quality assessment of an extended depth-of-focus intraocular lens based on spherical aberration of different sign*. doi:10.1007/s10792-020-01659-z
- Schallhorn, J. M., Pantanelli, S. M., Lin, C. C., Al-Mohtaseb, Z. N., Steigleman III, W. A., Santhiago, M. R., . . . Rose-Nussbaumer, J. R. (16 de marzo de 2021). *Multifocal and Accommodating Intraocular Lenses for the Treatment of Presbyopia*. doi:10.1016/j.ophtha.2021.03.013
- Sheetal, B., Smith, S. S., Sheetal, N. B., & Sri, G. (31 de julio de 2021). *Functional Outcomes and Reading Speeds following PRESBYOND LBV Using Nonlinear Aspheric Ablation Profiles Combined with Micro-Monovision*. doi:10.1155/2021/2957443
- Singh, P., & Koushik, T. d. (21 de febrero de 2022). *Presbyopia*. Obtenido de National Center for Biotechnology Information: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560568/#article-27682.s3>
- Sterkin, A., Levy, Y., Pokroy, R., Lev, M., Levian, L., Doron, R., . . . Polat, U. (noviembre de 2018). *Vision improvement in pilots with presbyopia following perceptual learning*. doi:10.1016/j.visres.2017.09.003



- Suraiya Jahan, L., Seonggyu, C., & Oh-Sang, K. (10 de enero de 2022). *Testing the efficacy of vision training for presbyopia: alternating-distance training does not facilitate vision improvement compared to fixed-distance training*. doi:10.1007/s00417-021-05548-8
- Tsuneyoshi, Y., Masui, S., Arai, H., Toda, I., Kubota, M., Kubota, S., . . . Negishi, K. (31 de agosto de 2021). *Determination of the Standard Visual Criterion for Diagnosing and Treating Presbyopia According to Subjective Patient Symptoms*. doi:10.3390/jcm10173942
- Vargas, V., Vejarano, F., & Alió, J. L. (21 de noviembre de 2018). *Near Vision Improvement with the Use of a New Topical Compound for Presbyopia Correction: A Prospective, Consecutive Interventional Non- Comparative Clinical Study*. doi:10.1007/s40123-018-0154-6
- Vargas-Fragoso, V., & Alió, J. L. (1613 de abril de 2017). *Corneal compensation of presbyopia: PresbyLASIK: an updated review*. doi:10.1186/s40662-017-0075-9
- Vejarano, L. F., & Alió, J. L. (Septiembre de 2016). *To the Pharmacy and Beyond*. Obtenido de Cataract & Refractive Surgery Today Europe: <https://crstodayeurope.com/articles/2016-sep/to-the-pharmacy-and-beyond/>
- Vukich, J., Durrie, D., Pepose, J., Thompson, V., Pol, C., & Lin, L. (mayo de 2018). *Evaluation of the small-aperture intracorneal inlay: Three-year results from the cohort of the U.S. Food and Drug Administration clinical trial*. doi:10.1016/j.jcrs.2018.02.023
- Wolffsohn, J. S., & Davies, L. N. (19 de septiembre de 2018). *Presbyopia: Effectiveness of correction strategies*. doi:10.1016/j.preteyeres.2018.09.004
- Yehezkel, O., Sterkin, A., Lev, M., Levi, D. M., & Polat, U. (28 de abril de 2016). *Gains following perceptual learning are closely linked to the initial visual acuity*. doi:10.1038/srep25188