

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA



TRABAJO DE FIN DE GRADO
2020/2021

**COMPENSACIÓN Y TRATAMIENTO
DE LA PRESBICIA**

Jennifer Molina Bello

María Bravo Sarró

Tutora: Nuria Garzón Jiménez

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 DEFINICIÓN DE PRESBICIA	9
1.1.1 Clasificación de la presbicia.....	10
1.1.2 Signos y síntomas.....	10
1.2 CARACTERÍSTICAS DEL OJO DEL PACIENTE PRÉSBITA	11
1.3 CAUSAS Y ETIOLOGÍA	11
1.3.1 Cristalino.....	11
1.3.2 Acomodación: teorías y mecanismos.....	12
1.4 PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO	14
2. OBJETIVO	15
3. MATERIAL Y MÉTODOS	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 TÉCNICAS DE CORRECCIÓN	16
4.1.1 Lentes oftálmicas:.....	16
4.1.1.1 Lentes monofocales:.....	16
4.1.1.2 Lentes bifocales:.....	17
4.1.1.3 Lentes progresivas:.....	17
4.1.2 Lentes de contacto	18
4.1.2.1 Lentes de contacto monofocales:.....	20
4.1.2.2 Lentes de contacto multifocales:.....	21
4.1.3 Técnicas quirúrgicas.....	22
4.1.3.1 Esclerotomía ciliar anterior y cirugía del segmento de expansión escleral:.....	22
4.1.3.2 Lente intraocular (LIO):	23
LIO monofocal:.....	23
LIO multifocal:.....	23
LIO de profundidad de enfoque extendido:.....	24
LIO acomodativa:.....	24
4.1.3.3 Implantes corneales.....	25
4.1.3.4 Láser refractivo	26
Monovisión corneal:.....	26
Intracor:.....	26
Perfil multifocal con LASIK:.....	26
Entrecruzamiento de colágeno corneal:.....	28
Ablandamiento del cristalino:.....	28
4.1.4 Farmacológicas	28
4.1.5 Electro - estimulación.....	29
5. CONCLUSIONES	30
6. BIBLIOGRAFÍA	31

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS

AA	Amplitud de acomodación
AINE	Antiinflamatorios no esteroides
AV	Agudeza visual
CE	Conformidad Europea
D	Dioptría
d	Distancia
FDA	Administración de Medicamento y alimentos de los Estados Unidos
LASIK	Laser-Assisted in Situ Keratomileusis
LC	Lente de contacto
LIO	Lente intraocular
LIOA	Lente intraocular acomodativa
μm	Micrómetro
mm	Milímetro
n	Índice de refracción
PMMA	Polimetilmetacrilato
PPC	Punto próximo de convergencia
PRK	Queratectomía fotorrefractiva
SCA	Esclerotomía ciliar anterior
VL	Visión lejana
VP	Visión próxima

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Donders de la amplitud de acomodación (AA en dioptrías) en función de la edad (en años).....	4
Tabla 2. Tabla de adiciones (en dioptrías) en función de la edad (en años).....	4
Tabla 3. Posibilidades para compensar la presbicia con lente de contacto	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Potencias de las lentes sugeridas para la presbicia	5
Figura 2. Efecto de la acomodación en la forma de la lente, y en la posición los puntos principales y nodales del ojo	6
Figura 3. Proceso de la acomodación en el músculo ciliar y cristalino	7
Figura 4. Comparación de la profundidad de foco, con el mismo rango de acomodación para diferentes tipos de lentes	13
Figura 5. Frecuencia relativa de adaptación de LC a diferentes grupos de edad de 15 años a mayores de 75 años	14
Figura 6. Diámetro de la pupila en monocular en función de la luminancia en personas de distintas edades y un campo visual de 10 grados	15
Figura 7. Rango de visión de cada ojo con el método de monovisión	16
Figura 8. Diseños de LC para presbicia	17

RESUMEN

La presbicia, también conocida como vista cansada, es una pérdida de la amplitud de acomodación asociada a la edad. Se produce por el aumento del grosor y endurecimiento del cristalino, ya que está en continuo crecimiento. Es capaz de enfocar objetos a diferentes distancias gracias a su mecanismo de acomodación, que es la capacidad que tiene el cristalino de cambiar su forma y potencia para el enfoque de objetos lejanos y próximos. Con el tiempo pierde transparencia, flexibilidad y aumenta su rigidez, siendo una de las principales causas de la presbicia. Por ello es un problema que afecta a mil millones de personas en todo el mundo, causando problemas en la calidad de vida. La presbicia depende de la edad, pero también existen otros factores como la refracción del sujeto, costumbres, hábitos, distancia de trabajo, medios económicos, factores ambientales, etc. Tras muchos años de estudios, el mecanismo de la acomodación sigue siendo un tema de controversia. Han surgido diferentes teorías a lo largo de la historia, pero la mayoría están basados en la teoría de Helmholtz.

Atendiendo a la literatura científica, existen diferentes técnicas de corrección recomendadas para la presbicia.

Las lentes oftálmicas son el método principal para mejorar los síntomas. Dentro de las lentes oftálmicas distinguimos las lentes monofocales que aportan una graduación determinada para una sola distancia, las lentes bifocales que fueron las pioneras en la compensación de ametropías a varias distancias, siendo útiles solo en VL y VP y las lentes progresivas que aportan la visión intermedia además de la lejana y cercana.

Las lentes de contacto son otro método de corrección. Proporcionan un amplio campo visual porque están más cerca del ojo y producen menos distorsiones que las lentes monofocales. Existen diferentes posibilidades para compensar la presbicia con lentes de contacto: LC para lejos con gafas para cerca, LC para cerca con gafas para lejos, monovisión en donde un ojo se corrige para la VL y el otro ojo para la VP, multifocales cuyos diseños son concéntricos, difractivos o esféricos, monovisión modificada donde se prescribe en un ojo una lente de visión única y en el otro ojo una lente multifocal y duovisión modificada compuesta donde se adapta una lente multifocal en ambos ojos.

En cuanto a las técnicas quirúrgicas, se encuentran la esclerotomía ciliar anterior y la cirugía del segmento de expansión escleral. El objetivo de esta técnica es elevar la esclera y el músculo ciliar para tensar las fibras zonulares que sujetan el cristalino. Las LIO, donde diferenciamos las LIO monofocal, LIO multifocal, LIO de profundidad de enfoque extendido y LIO acomodativa. Los implantes corneales que tratan de remodelar la córnea para crear multifocalidad. El láser refractivo, donde tenemos la monovisión corneal que remodela la córnea gracias al láser excimer dejando un ojo dominante para VL y el ojo no dominante para VP. El entrecruzamiento de colágeno corneal, que cambia el tejido de la córnea elevándola y creando una superficie esférica, así se consigue un aumento del poder refractivo. El perfil multifocal con el procedimiento de LASIK se consigue un diseño multifocal corneal, y el ablandamiento lenticular, que con un láser de femtosegundo hace que el cristalino se deforme y acomode.

Otra técnica de corrección es la farmacológica, que centran su atención en la estimulación de la contracción del músculo ciliar. Esta técnica es menos usada, ya que existen pocos estudios que la abalen.

Por último, la electro-estimulación, cuyo objetivo es fortalecer la contracción del músculo ciliar.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 DEFINICIÓN DE PRESBICIA

La presbicia, comúnmente conocida como “vista cansada”,⁽¹⁾ es una pérdida de amplitud de acomodación (AA) asociada a la edad. Se produce por un aumento del grosor y endurecimiento del cristalino, lo que provoca que sea incapaz de cambiar de forma, poder dióptrico y de enfoque.⁽²⁾ La presbicia es un problema a nivel mundial que afecta a más de mil millones de personas en todo el mundo,⁽³⁾ perjudicando la calidad de vida. Se estima que 410 millones de personas aparecen como discapacitadas visuales en países en vía de desarrollo.⁽⁴⁾

Desde la infancia, la amplitud de acomodación va disminuyendo, ocasionando una sintomatología en la mediana edad,⁽⁵⁾ dado que el punto próximo se va alejando e impide observar nítidamente objetos cercanos.⁽⁶⁾

Existen tablas que ayudan a conocer, como la tabla de acomodación de Donders (Tabla 1), la lente cuya potencia ayuda a corregir la presbicia según la edad del paciente (Tabla 2). Esa lente se le conoce con el nombre de adición, y es la diferencia entre la refracción de lejos y la refracción de cerca en dioptrías. Su valor es de signo positivo.⁽¹⁾

EDAD	AA	EDAD	AA	EDAD	AA
1	+18.00	30	+7.00	55	+1.75
10	+14.00	35	+5.50	60	+1.00
15	+12.00	40	+4.50	65	+0.50
20	+10.00	45	+3.50	70	+0.25
25	+8.50	50	+2.50	75	0.00

Tabla 1. Tabla de Donders de la amplitud de acomodación (AA en dioptrías) en función de la edad (en años).⁽¹⁾

EDAD	ADICIÓN
45	+1.00 a +1.25
50	+1.50 a +1.75
55	+2.00 a +2.25
60	+2.50 a +3.00

Tabla 2. Tabla de adiciones (en dioptrías) en función de la edad (en años).⁽¹⁾

Algunas de las fórmulas para el cálculo de la adición son:⁽⁶⁾

- La diferencia entre la inversa de la distancia de lectura en metros (d) y la mitad de la AA (en dioptrías).⁽¹⁾

$$\text{Adición} = 1/d - AA/2$$

- La diferencia entre la esfera de la refracción en visión próxima y la esfera de la refracción en visión lejana.⁽¹⁾

$$\text{Adición} = \text{Esfera}_{avp} - \text{Esfera}_{avl}$$



Figura 1. Potencias de las lentes sugeridas para la presbicia.⁽⁷⁾

1.1.1 Clasificación de la presbicia

Según la Asociación Americana de Optometría en su Guía para la Práctica Clínica,⁽¹⁾ la presbicia se puede clasificar en cinco categorías en función de sus síntomas:

- 1- Presbicia incipiente: también conocido como pre-presbicia, es el estado más temprano en el que se presenta síntomas en un sujeto. La lectura de letras pequeñas implica un gran esfuerzo y puede manifestar síntomas de manera intermitente en visión próxima.
- 2- Presbicia funcional: la amplitud de acomodación disminuye por debajo de los valores requeridos, por lo que el sujeto presenta dificultad para enfocar de cerca. La edad de aparición depende de la refracción del sujeto, de las demandas de visión próxima, etc.
- 3- Presbicia absoluta: se pierde la capacidad para acomodar. El punto próximo coincide con el punto remoto y la amplitud de acomodación es nula.
- 4- Presbicia prematura: cuando la persona tiene una amplitud de acomodación insuficiente para hacer tareas en cerca a una edad temprana (antes de los 40 años). Está relacionada con enfermedades oculares, nutricionales, alteraciones ambientales o efectos secundarios a fármacos.
- 5- Presbicia nocturna: los síntomas aparecen en condiciones de poca iluminación. La pupila se dilata con poca luz y provoca la reducción de la profundidad de campo y de foco.

1.1.2 Signos y síntomas

Los principales signos de la presbicia son:⁽¹⁾

- Disminución de la AA.
- Alejamiento del punto próximo de convergencia (PPC) en personas mayores de 40 años.

Los síntomas que se asocian a la presbicia son:^(1, 8)

- Alejar el texto para ver con calidad las letras.
- Dificultad para trabajar en cerca. La fatiga se hace más evidente por la noche.
- Necesidad de luz para la lectura, ya que al contraerse la pupila aumenta la profundidad de foco.
- Fatiga ocular después del trabajo de cerca.
- Dolor de cabeza.
- Entrecerrar los ojos.

Los síntomas de la presbicia pueden variar con el estado refractivo y con el sistema utilizado para su corrección, ya sean gafas o lentes de contacto (LC).⁽¹⁾

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL OJO DEL PACIENTE PRÉSBITA

El envejecimiento del ojo asociado al envejecimiento natural del ojo, da paso a la variación de aspecto a nivel fisiológico del ojo y su visión. Algunas de las manifestaciones del ojo envejecido son: disminución de la sensibilidad corneal, menor producción de lágrima, menor tonicidad superior e inferior, apertura palpebral reducida y menor sensibilidad palpebral. Desde el punto de vista funcional se produce una disminución de la mejor agudeza visual corregida.⁽⁹⁾

1.3 CAUSAS Y ETIOLOGÍA

1.3.1 Cristalino

El cristalino es una lente biconvexa, con una potencia dióptrica variable. Para un ojo emétrepe, aporta unas 20 dioptrías de potencia, además de corregir la aberración esférica corneal.⁽¹⁰⁾ Enfoca objetos a diferentes distancias gracias a su mecanismo de acomodación. La cara anterior del cristalino está humectada por el humor acuoso y está en contacto con la cara posterior del iris. La cara posterior está bañada por el humor vítreo.⁽⁶⁾

El cristalino es una estructura que está en continuo crecimiento, situado detrás del iris. Es un tejido avascular que se crea embrionariamente a partir de una capa epidérmica invertida de células epiteliales, sujeta a regeneración constante de nuevas células. Las fibras del cristalino nacen cerca del ecuador, se estiran, dividen y pierden todos sus orgánulos, posicionándose sobre las más antiguas y creando así capas concéntricas que forman un nivel estructural adicional. Al perder los orgánulos, núcleos y estructuras citoplasmáticas de gran tamaño, se mantiene una estructura celular ordenada y el cristalino es capaz de mantener su transparencia, independientemente de su curvatura, forma y tamaño.^(10, 11) Como consecuencia del envejecimiento, el cristalino pierde transparencia y flexibilidad. Los ligamentos de la zónula de Zinn sostienen el cristalino y controlan su curvatura mediante la tensión que produce el músculo ciliar. Esto provoca un cambio en la potencia ocular, permitiendo enfocar objetos a distintas distancias. En la figura 2 se muestra la posición y forma del cristalino en su estado acomodado y relajado.⁽⁶⁾

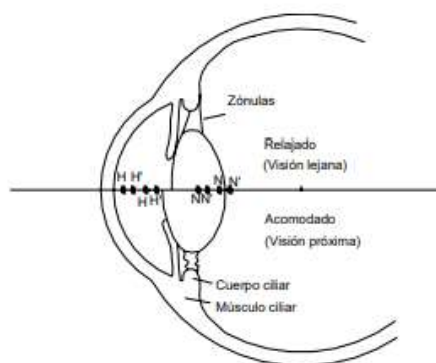


Figura 2. Efecto de la acomodación en la forma de la lente, y en la posición los puntos principales y nodales del ojo.⁽⁶⁾

La rigidez del núcleo y la corteza van aumentando con la edad, sin embargo la rigidez tanto de la corteza como del núcleo se igualan sobre los 35-40 años.⁽⁸⁾ El núcleo es mucho más rígido que la corteza en cristalinios mayores, pero la corteza es más rígida que el núcleo en los cristalinios jóvenes. El aumento de la rigidez del cristalino se considera la principal causa de

presbicia en los seres humanos,⁽³⁾ pero todavía no se comprende bien cuales son los factores que afectan a la rigidez del cristalino y su cambio con la edad.⁽¹²⁾

1.3.2 Acomodación: teorías y mecanismos

La acomodación es la condición del cristalino de cambiar su forma y potencia con el fin de enfocar objetos cercanos.⁽¹¹⁾

A día de hoy, todavía se discute la naturaleza real del mecanismo de acomodación, sin embargo, se coincide en lo primordial: el cristalino aumenta su curvatura afectando principalmente a su cara anterior.

Durante la infancia, el cristalino es menos potente debido al adelgazamiento por el crecimiento del globo ocular, pero se compensa con el aumento del gradiente del índice de refracción (n) en el primer año de vida. El gradiente del índice de refracción se determina con la relación agua/proteína, y es más bajo en la periferia que en el centro del cristalino. Ayuda al proceso de emetropización y a obtener una visión correcta.⁽¹⁰⁾ Cuando el ojo está relajado, el radio de la cara anterior del cristalino es de 11mm y durante la acomodación disminuye a 5 o 6 mm. El cambio producido en el cristalino durante la acomodación, provoca que el poder convergente del ojo aumente, desplazando el foco a la medida requerida de enfoque. Cuando el ojo joven acomoda se produce un acortamiento de la distancia de foco y que corresponde al aumento de la potencia del ojo, cuyo valor numérico pasa de 60 a 70 dioptrías.⁽⁶⁾

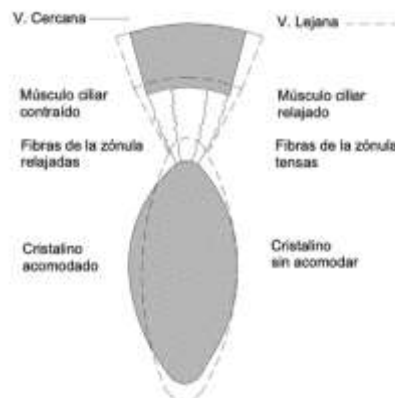


Figura 3. Proceso de la acomodación en el músculo ciliar y cristalino.

Zona rayada y línea continua: enfoque en visión próxima.

Línea discontinua: enfoque visión lejana.⁽⁶⁾

Entendemos *enfoque para visión próxima* cuando el músculo ciliar se encuentra contraído, las fibras de la zónula están relajadas y la cápsula del cristalino está distendida, provocando una forma de esferoide y en consecuencia aumentando su poder refractivo.

En el *enfoque para visión lejana*, el músculo se encuentra relajado, las fibras de la zónula están tensas y el cristalino más plano tiene una forma elíptica que provoca la disminución del poder refractivo.⁽⁶⁾

El ojo sufre diferentes modificaciones durante el proceso de acomodación:

- Contracción de la pupila al mirar un objeto próximo.
- Estrechamiento de la cámara anterior provocando mayor profundidad periférica.
- Modificaciones en el cristalino:
 - Aumento de la curvatura de las caras y disminución del diámetro cristalino.
 - Aumento del índice de refracción.
 - Desaparición del dentado en el ecuador del cristalino.
 - Tremulación del cristalino.

- d) Relajación de las fibras zonulares, contracción del músculo ciliar y desplazamiento de los procesos ciliares al eje antero-posterior del ojo.⁽⁶⁾

Tras muchos años de estudios, el mecanismo de la acomodación sigue siendo un tema de controversia.⁽⁵⁾ El mecanismo de acomodación ha sido estudiado durante al menos cuatrocientos años por muchos investigadores.⁽¹³⁾ A lo largo de la historia han surgido diferentes teorías con respecto a la acomodación, la mayoría de los criterios modernos están basados en la teoría de Helmholtz con sus respectivas modificaciones. Hess, Gullstrand y Fincham ampliaron la teoría de Helmholtz. Recientemente las teorías han sido modificadas por Weale y por las aportaciones experimentales y teóricas de Fisher.⁽⁶⁾

- **Teoría de Helmholtz.** El cristalino se consideraba elástico y rico en colágeno, y en estado normal era capaz de mantenerse distendido y aplanado gracias a la tensión de la zónula. Cuando el ojo debía realizar la función de acomodar, el músculo ciliar se contrae y las uniones ciliares de las fibras zonulares se relajan, moviéndose hacia adelante y hacia adentro, permitiendo al cristalino aliviar la tensión a la que está sometido. En el proceso de acomodación, adopta una forma más esférica, incrementando el espesor y poder óptico para enfocar objetos cercanos y disminuyendo su diámetro, al mismo tiempo que muestra una prominencia en el centro en la zona ventral y un aplanamiento en la periferia.^(6, 10)
- **Teoría de Gullstrand.** Gullstrand demostró el mecanismo intra-capsular de la acomodación. Durante el proceso de acomodación, las fibras del cristalino se desplazan unas sobre otras aumentando el índice de refracción. A este mecanismo lo tituló *acomodación interna* y a los cambios de curvatura de las capas externas, *acomodación externa*. El índice de refracción aumentado forma parte de alrededor un tercio de la amplitud de acomodación.⁽⁶⁾ Además, Gullstrand incluyó en su teoría la fuerza elástica de la coroides como fuerza restauradora de la contracción del músculo ciliar.⁽¹¹⁾ Según la edad aumenta, hay una excesiva contracción del músculo ciliar más allá de la capacidad que tiene el cristalino para responder a ella,⁽¹³⁾ por lo que se libera tensión en la cápsula y se redondea. Esto provoca que el diámetro de la lente disminuya y aumente la curvatura de las superficies anterior y posterior. Cuando el músculo ciliar se relaja, la tensión zonular aumenta y se produce el aplanamiento del cristalino con la disminución de sus curvaturas.⁽¹⁴⁾
- **Teoría de Fincham.** El cristalino carece de forma propia, esto ocurre porque no es elástico, sino plástico. La cápsula es elástica imponiendo a la sustancia plástica su forma propia. Fincham pensaba que la reducción de la elasticidad de la cápsula era la responsable de la pérdida de acomodación. El hecho de que la cápsula no tenga el mismo espesor en todo el contorno y que sea más gruesa o espesa en la periferia que en la zona axial, provoca la deformación en forma de cono. La zona gruesa, zona de la periferia, ejerce mayor presión mientras que en la zona axial, la parte más delgada, el contenido se bombea. En 1937, Fincham pudo demostrar que se produce una disminución en el diámetro del cristalino y de los procesos ciliares y un aumento en el grosor del cristalino gracias a un paciente de 22 años que perdió el iris. Esta teoría actualmente, es cuestionable.^(6, 11)
- **Teoría de Weale.** La sustancia del cristalino tiene elasticidad propia, esto provoca la imposición de una forma natural en forma de cono sobre la sustancia del cristalino, que es capaz de resistir las fuerzas elásticas producidas por la cápsula. Por tanto, la sustancia interior del cristalino no es solo plástica, sino que, también es algo elástica.⁽⁶⁾
- **Teoría de Fisher.** Fisher demostró que la sustancia del cristalino es elástica y que su forma viene determinada por el conjunto que forman la elasticidad de la cápsula y la sustancia de la lente. En un estudio de Fisher, se sometió al cristalino a fuerzas de rotación y se observó que la elasticidad de la cápsula disminuía con la edad y aumentaba el grosor y rigidez de la cápsula con la edad.⁽¹⁰⁾ Además, pudo medir las propiedades

físicas tanto de la sustancia del cristalino como la de la cápsula a diferentes edades del paciente con el propósito de averiguar lo que ocurría en la presbicia. Observó cómo se produce una debilidad progresiva en la capacidad de la cápsula para deformar la sustancia del cristalino partiendo de la forma desacomodada que se adopta espontáneamente. Fisher responsabiliza el envejecimiento a tres factores: disminución del módulo de elasticidad de la cápsula, aumento en él de la sustancia del cristalino y un aplanamiento del mismo en su conjunto. ⁽⁶⁾

- **Teoría de Henderson.** Se basa en la dualidad anatómica que posee el músculo ciliar. El músculo ciliar se compone de dos grupos de fascias: el grupo de Rouget-Müller y el grupo de Brucke. A ambos grupos les corresponde una doble innervación: el músculo de Müller, innervado por el parasimpático y el músculo de Brucke por el simpático.
 - El grupo de Rouget-Müller está constituido por fibras circulares que conforman un esfínter verdadero y que cuando se contrae desplaza la zónula hacia el eje óptico que se relaja, permitiendo que la elasticidad capsular actúe.
 - El grupo de Brucke está constituido por fascículos radiales que consiguen mantener la zónula en tensión.
- **Versión moderna de la teoría de Helmholtz.** Sostiene que en el proceso de acomodación el músculo ciliar se contrae, relajando el ligamento suspensor pudiendo la cápsula elástica deformar sin impedimento la sustancia del cristalino. El cristalino adopta una forma esférica, posiblemente conoidea. Aunque la potencia del músculo ciliar esté intacta, las alteraciones que se producen en la cápsula terminan deformando la sustancia del cristalino que se vuelve cada vez más resistente al cambio. ⁽⁶⁾
Por mucho tiempo se aceptó la idea de que era solo el sistema parasimpático el que, por medio del tercer par, participaba en el proceso de acomodación. Ahora se sabe que, durante la acomodación en visión de cerca, se produce una contracción del músculo de Müller por la acción del parasimpático. Para la visión de lejos, el músculo responsable es el de Brucke, cuya acción es antagónica a la del músculo de Müller y que está mediado por el simpático.
- **Ronald Schachar** sugirió una nueva teoría en 1992. Indicaba que el enfoque del cristalino se asocia con una mayor tensión a través de las zónulas del ecuador; en el momento de contracción del músculo ciliar, la tensión aumenta, provocando que las superficies centrales se eleven, aumentando el espesor central y aplanando las zonas periféricas. ⁽¹⁵⁾

Experimentalmente se ha logrado saber que el aplanamiento del cristalino se produce por la estimulación del simpático.

Se entiende de esta manera que, en la acomodación, existe una actividad antagonista; para enfoque en visión de lejos un mecanismo simpático y parasimpático para visión de cerca.

La teoría de Henderson crea un paralelismo entre acomodación y actividad pupilar: una dilatación y una contracción recíprocas. El mecanismo parasimpático de miosis es predominante sobre el componente simpático de midriasis. ⁽⁶⁾

Aunque existen muchas teorías sobre la acomodación y la aparición de la presbicia, se sigue sin llegar a conocer de manera precisa cómo y por qué el cristalino, con la edad, se vuelve más rígido. ⁽¹⁰⁾

1.4 PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO

Como hemos dicho anteriormente, la presbicia afecta a mil millones de personas en el mundo. La prevalencia en países en desarrollo es del 50% por falta de conocimiento o falta de medios y de un 34% en países desarrollados.⁽³⁾

Aunque se sabe que la presbicia depende de la edad, existen diferentes factores que pueden adelantar o retrasar su aparición, como pueden ser: la refracción del sujeto y las costumbres o hábitos que adoptan a la hora de trabajar en cerca. Una persona emétrope comenzará a tener síntomas de presbicia sobre los 40-45 años, debido a que todavía tiene suficiente acomodación para enfocar objetos cercanos. Una persona hipermétrope comenzará con síntomas de presbicia antes que un emétrope, ya que tienen el punto próximo más alejado. En una persona miope no compensada, los síntomas de la presbicia aparecerán más tarde que los de una persona emétrope, ya que el punto próximo está más cerca y sin su compensación, a los 45 años es capaz de poder leer en visión próxima.

La distancia de trabajo es otro de los factores a tener en cuenta. Una persona que necesite trabajar en visión próxima, tendrá síntomas de presbicia antes que otra persona que no requiera su vista para ver en cerca.⁽⁶⁾

Otro factor a tener en cuenta es el coste financiero que tienen las correcciones de la presbicia, ya que no todo el mundo se puede permitir el uso de una corrección visual, como gafas, lentes de contacto o cirugía refractiva.⁽³⁾

El sexo masculino puede estar asociado a una mayor probabilidad de presbicia no corregida en comparación con el sexo femenino según un estudio hecho en América del Norte⁽¹⁶⁾ y en Asia⁽¹⁷⁾, pero no es muy significativo. En el estudio asiático se demostró que los niveles más bajos de educación e ingresos y algunas etnias como la india o la malaya se asociaron de manera independiente a presentar una mayor probabilidad de presbicia no corregida.

Además, se halló también una prevalencia con tasas más altas de presbicia no corregida en domicilios rurales como consecuencia de zonas menos modernizadas y que cuentan con servicios ópticos de fácil acceso.⁽¹⁷⁾

Se sabe que el consumo de algunos nutrientes puede afectar al cristalino, produciendo opacificaciones con la edad. También factores ambientales como la temperatura alta o la luz solar podrían acelerar el proceso de la presbicia.⁽¹⁸⁾

La discapacidad visual de cerca aumenta con los años. En un estudio realizado en los Estados Unidos, se demostró que casi el 80% de los pacientes presentan dificultades por no tener una corrección adecuada entre los 45 y 55 años. Se demostró también, la influencia de no tener un seguro médico o la falta de acceso a la atención médica, que ocurre en muchos países.⁽¹⁶⁾

2. OBJETIVO

El objetivo de la presente revisión es conocer cuáles son las técnicas para compensar o corregir la presbicia, de manera temporal o definitiva, atendiendo a lo publicado en la literatura científica.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de esta revisión bibliográfica, se han recopilado datos de diversas fuentes: artículos científicos, libros, revistas de investigación y ciencia.

El método principal para recopilar la información ha sido de las bases de datos de PubMed, Web of Science, libros y artículos de investigación del Catálogo Cisne UCM.

Las palabras clave utilizadas en las búsquedas han sido: *presbyopia*, *treatment of presbyopia*, *accommodation*, *presbyopia effectiveness correction*, *contact lenses presbyopia*, *strategies of presbyopia*.

Las búsquedas de la literatura bibliográfica se limitan a los idiomas inglés y español y de los últimos 25 años. Los artículos que se encontraron y fueron relevantes se conservaron para su evaluación. La búsqueda inicial produjo 2247 artículos. De esos artículos se conservaron 507 seleccionando filtros como el año de publicación o que tuviera texto completo. Las publicaciones que se centraron en la presbicia, el tratamiento de la presbicia, corrección de la presbicia y la acomodación se seleccionaron y revisaron. Al final 56 artículos fueron útiles para realizar este trabajo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 TÉCNICAS DE CORRECCIÓN

Encontramos diferentes técnicas de corrección recomendadas para la presbicia. Se dividen en cinco grupos dependiendo del tipo de corrección:^(3, 19)

- Lentes oftálmicas.
- Lentes de contacto.
- Tratamientos quirúrgicos.
- Tratamientos farmacológicos.
- Electro- estimulación.

4.1.1 Lentes oftálmicas:

Se considera el método principal para mejorar los síntomas de la presbicia. Las lentes para gafas de visión de cerca proporcionan al paciente presbita un método eficaz para corregir la visión, a una distancia y un alcance determinado. Sin embargo, no existe una lente oftálmica capaz de restaurar el rango dinámico a diferentes distancias de la amplitud de acomodación. Para contrarrestar estas dificultades de la vida cotidiana y con el objetivo de poder darle un uso completo a las gafas, se realizan diferentes diseños de lentes oftálmicas:^(3, 20, 21)

4.1.1.1 Lentes monofocales:

Las gafas monofocales para la lectura fueron el primer método de compensación que se utilizó para la vista cercana.⁽²¹⁾

Las lentes de visión única permiten obtener un enfoque claro a la distancia que precisa el paciente, proporcionando un campo visual más amplio y más claro que cualquier otro método de compensación.^(18, 21) Aportan una graduación determinada para la distancia requerida.⁽²⁰⁾ Estas lentes monofocales son lentes convergentes, con un menisco positivo, lo que provoca que la imagen percibida aumente de tamaño.⁽²²⁾ Las lentes monofocales son una de las opciones de corrección más baratas. El paciente puede observar objetos cercanos cómodamente con su gafa, pero si también posee refracción de lejos, necesitará otra gafa monofocal para su visión lejana.⁽⁸⁾ Por eso las potencias de las lentes basadas en la edad pueden no ser adecuadas para todas las personas. Un miope puede que necesite una menor potencia que la esperada por la edad que un hipermetrope con la misma edad.⁽⁷⁾

Algunas de las últimas novedades en lentes monofocales han sido diseñadas en Reino Unido. El diseño consiste en lentes que contienen aceite de silicona, con un índice de refracción de 1.579, cuya superficie es curva, pudiéndose ajustar girando una rueda que está a cada lado del frente de la montura. De esta manera se controla el volumen de líquido y por consiguiente la refracción de la lente (potencias positivas y negativas). Están diseñadas para cubrir las

necesidades en países donde carecen de optometristas cualificados. Estas gafas de enfoque variable reciben el nombre de Adaptive Eyewear. Ahora se comercializa en EE. UU y se conocen como gafas Superfocus.⁽¹⁸⁾

4.1.1.2 Lentes bifocales:

Son las lentes multifocales pioneras de la compensación de ametropías en varias distancias y buena opción a los pacientes pre-présbitas. Sólo son útiles a distancias lejanas y cercanas. Fue Benjamin Franklin el pionero en estas lentes bifocales, de ahí sus lentes más conocidas (Bifocales tipo Franklin). Estos bifocales fueron los primeros de muchos tipos de bifocales, trifocales y progresivos en los años siguientes.⁽¹⁸⁾ Después de esos bifocales, se diseñaron unas lentes bifocales a la que se le pegaba una lentilla con bálsamo de Canadá. En 1927 fue inventado otro tipo de bifocal. Estaba formado por un segmento de vidrio de alto índice de refracción (vidrio Flint) y se colocaba en un anillo de vidrio en forma de cuña, el cual tenía un índice de refracción más bajo (vidrio Crown). A día de hoy, el más usado es el que tiene una pastilla de adición en forma de D, con la parte plana hacia arriba. A este diseño se le conoce como Flat-Top o FT-28, por sus 28 mm de ancho, aunque hay más diámetros disponibles.⁽²¹⁾ Los bifocales son más costosos que una lente monofocal. Además tienen otro inconveniente y es que no tienen visión intermedia para los pacientes que necesiten usarla.⁽⁸⁾

4.1.1.3 Lentes progresivas:

Las lentes progresivas surgieron como método para solucionar los problemas asociados a las lentes bifocales. Una lente progresiva tiene en el área superior la visión lejana y el área inferior para la visión cercana, y están unidas por un pasillo por el que va incrementando gradualmente la potencia positiva. Esta es la zona intermedia.⁽²¹⁾

Los progresivos consiguen un gradiente de potencia a lo largo de la lente.⁽²⁰⁾ Para obtener una visión clara en los progresivos, es necesario hacer movimientos de cabeza o de cuerpo para ver el objeto que se desea. La fabricación de estas lentes progresivas han sido computerizadas con el tiempo, dando una personalización a la lente según los requerimientos del usuario, mejorando la visión y reduciendo el tiempo de adaptación. Los primeros diseños de progresivos tenían su cara cóncava con la graduación del paciente de forma esférica o tórica y la cara convexa era casi esférica en la mitad superior y en la mitad inferior iba decreciendo el radio de curvatura. Las lentes progresivas requieren un posicionamiento riguroso con respecto al centro de la pupila. En la lente existen marcas impresas que facilitan el montaje y garantizan un buen rendimiento de la lente. En caso de un montaje incorrecto puede causar problemas al usuario como reducción del campo de visión, diplopía, etc. Los inconvenientes de los progresivos son las limitaciones en el campo de visión de la zona periférica por sus distorsiones. Esto puede provocar accidentes en personas mayores, como caídas o dificultades al andar o bajar escaleras.^(18, 21, 23) Al inicio de su uso puede haber síntomas de mareos, pero con el uso continuado estos síntomas desaparecen a las pocas semanas. Las lentes progresivas son las más caras de todas, pero tienen una calidad de visión mayor y la duración de su uso aumenta de un 40% a un 60% en las horas de trabajo.⁽⁸⁾

A continuación, se muestra en la figura 4 las diferencias en la profundidad de foco entre las distintas lentes oftálmicas: monofocal, bifocal y progresivo.⁽²¹⁾

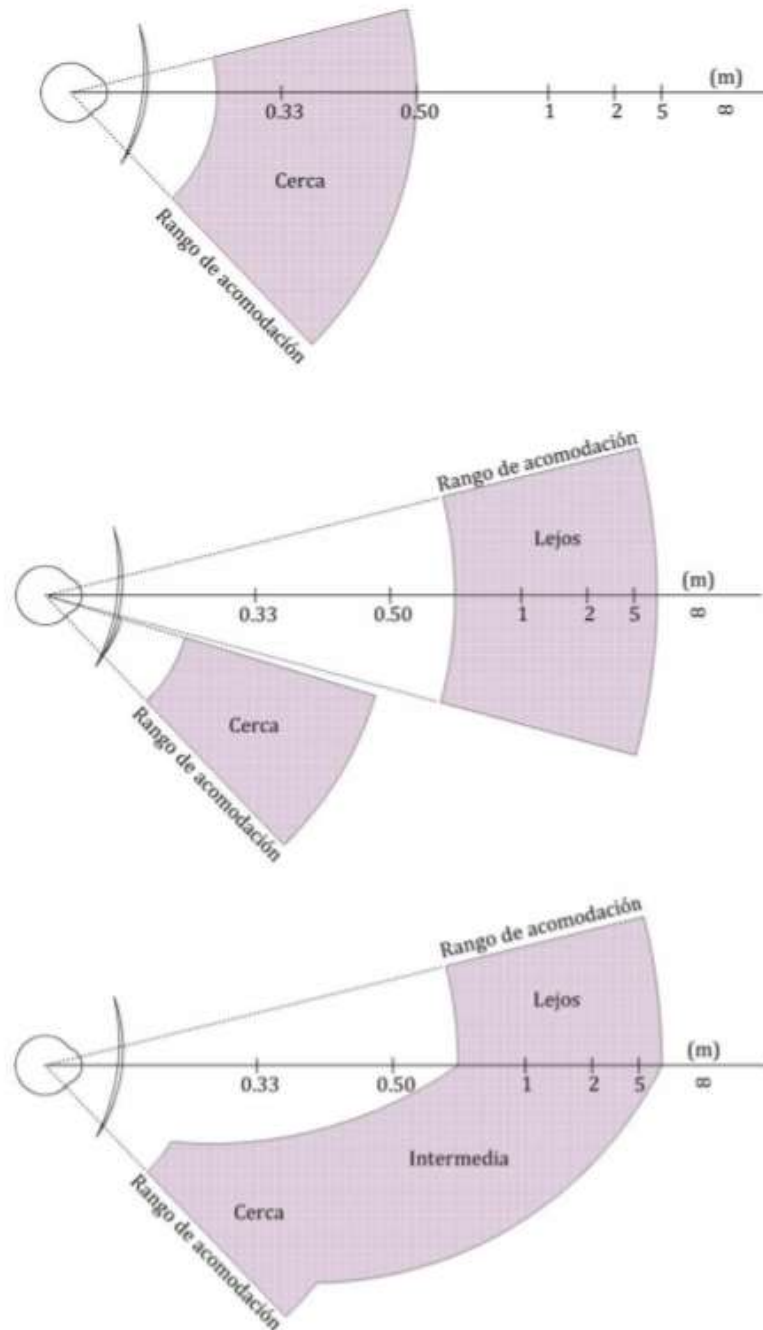


Figura 4. Comparación de la profundidad de foco, con el mismo rango de acomodación para diferentes tipos de lentes. La primera ilustración es una lente monofocal de potencia +2.00 D. La segunda ilustración es una lente bifocal con adición de +2.00 D. La tercera ilustración es una lente progresiva con adición de +2.00 D.⁽²¹⁾

4.1.2 Lentes de contacto

Teniendo en cuenta que cada vez es mayor el número de población que necesita una ayuda visual en cerca, siendo mayores de 40 años, encontramos una disminución del uso de lentes de contacto según la edad aumenta. A menudo esta disminución se debe al desequilibrio entre la visión de cerca y la de lejos, los pacientes no son capaces de manejar la lente de contacto, porque no la ven con claridad.^(9, 23, 24) En la figura 5 podemos ver los datos de la adaptación de LC en una muestra obtenida de 38 países de todo el mundo a pacientes de diferentes grupos de edad. Se puede observar como el uso de LC disminuye conforme aumenta la edad.⁽¹⁸⁾

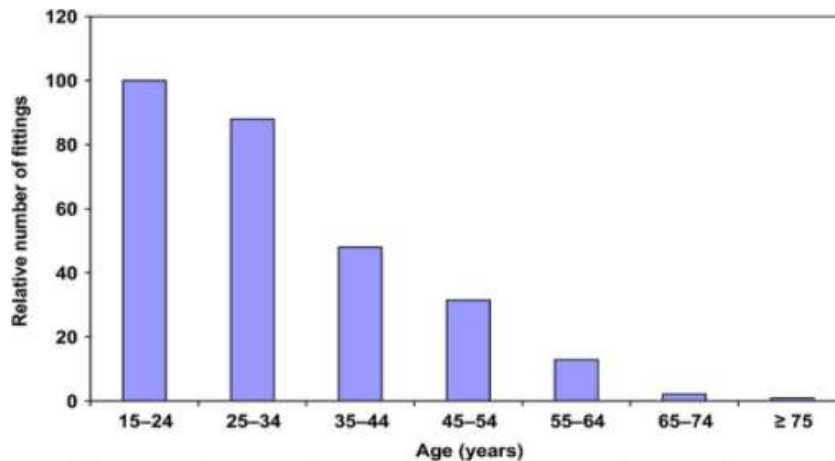


Figura 5. Frecuencia relativa de adaptación de LC a diferentes grupos de edad de 15 años a mayores de 75 años.⁽¹⁸⁾

La reducción del diámetro de la pupila influye también en la luminancia retiniana al verse disminuida en ojos mayores, provocando: aberraciones, dispersión de la luz y calidad de imagen retiniana más pobre. Debido a esto es importante que la LC para la presbicia no comprometa la imagen de la retina.^(20, 25) Las lentes de contacto, en comparación con las gafas, proporcionan un campo visual más amplio porque están más cerca del ojo, lo que produce menos distorsión y son adecuadas cuando un procedimiento quirúrgico no está indicado, aunque su aplicación para la corrección de la presbicia todavía es limitada. El objetivo principal de las LC para la presbicia es proporcionar una imagen enfocada a diferentes distancias.⁽²⁶⁾

El diámetro de la pupila se reduce tanto por: la iluminación, por la edad y por las emociones, lo que supone una limitación para la formación de la imagen retiniana. En cuanto a las distancias de visión, para observar un objeto de cerca la pupila se contrae (convergencia y miosis). En la figura 6 se observa el tamaño de la pupila en monocular con respecto a diferentes tipos de luminancia en personas de distintas edades y un campo de visión de 10 grados. La luminancia va desde el nivel fotópico más bajo hasta un nivel más alto como por ejemplo un día soleado.^(18, 26)

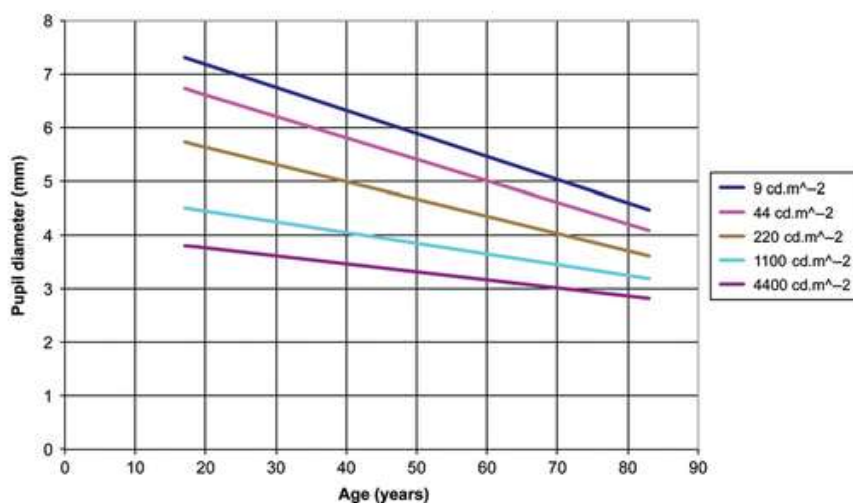


Figura 6. Diámetro de la pupila en monocular en función de la luminancia en personas de distintas edades y un campo visual de 10 grados.⁽¹⁸⁾

Lentes de contacto monofocales	LC para lejos con gafas para cerca
	LC para cerca con gafas para lejos
	Monovisión
Lentes de contacto multifocales	Multifocales
	Monovisión modificada
	Duovisión modificada compuesta

Tabla 3. Posibilidades para compensar la presbicia con lente de contacto.⁽⁹⁾

4.1.2.1 Lentes de contacto monofocales:

LC para lejos con gafas para cerca

Combinar lentes de contacto para lejos y una gafa para cerca genera ventajas en el usuario: la calidad óptica tanto en visión lejana como en visión próxima, sin embargo, genera una desventaja: el usuario debe tener una gafa para cerca. En este caso la adaptación es la misma que una lente de contacto normal, calculando la adición requerida para cerca que ira montada en la gafa que se usara simultáneamente con las lentes de contacto cuando sea necesaria la visión en cerca. Esta es una solución muy simple y económica para los usuarios présbitas.⁽¹¹⁾

LC para cerca con gafas para lejos

Este método es la segunda posibilidad de combinar lentes de contacto y gafas. En este caso, las lentes de contacto compensarán la visión en cerca añadiendo una gafa para visión de lejos. Este sistema cuenta con varias ventajas: se obtiene una buena visión de lejos y de cerca, para cerca no es necesario usar unas gafas y su recomendación en pacientes que trabajan muchas horas en distancias intermedias y cerca. Entre las desventajas que podemos encontrar en este tipo de adaptación se incluyen: ver mal de lejos, se incluye además que, para altas adiciones, la gafa de lejos sea necesaria para compensar la visión intermedia.⁽⁹⁾

El procedimiento de esta adaptación se basa en lentes de contacto monofocales con prescripción necesaria en cerca, que previamente está determinada por la graduación simultánea de ambos ojos para la visión intermedia y cerca. Posteriormente, se realiza una sobre-refracción para prescribir la graduación necesaria en lejos que consigue la mejor agudeza visual para esta distancia. La eficacia de este método de compensación reside exclusivamente en pacientes emétopes o cuya visión en lejos es muy buena y su problema de visión es en la zona de cerca.⁽²⁷⁾

Monovisión

La monovisión consiste en una corrección de los dos ojos, uno de ellos para la visión lejana y el otro para visión cercana o intermedia. La monovisión es una forma de anisometropía que se impone en el sujeto, con una visión clara cuando se mira de manera binocular. Según investigaciones, la anisometropía simulada reduce la estereoagudeza y la sensibilidad al contraste. En un principio, la adición cercana se suele poner en el ojo no dominante, aunque puede cambiar la dominancia por el ángulo de mirada o por la distancia de visualización.⁽³⁾

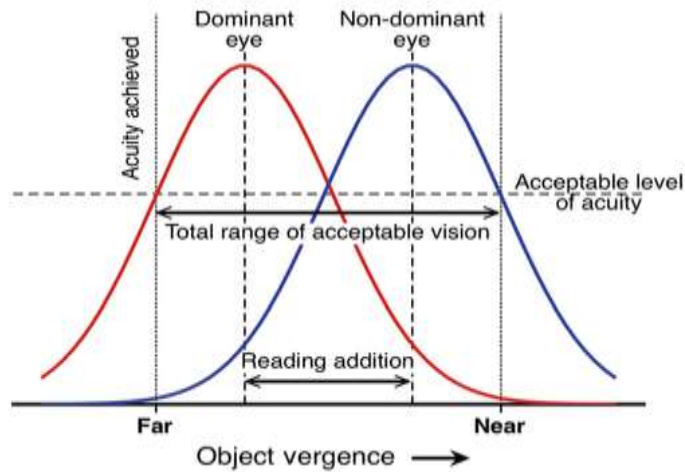


Figura 7. Rango de visión de cada ojo con el método de monovisión.⁽¹⁸⁾

Las diferencias de graduación entre cada ojo suelen causar problemas en la visión intermedia, sobre todo con las adiciones altas. Se pueden mejorar ajustando un ojo o ambos para optimizar la visión binocular y la estereopsis ya que así las imágenes retinianas serán más similares. Existen evidencias de que los pacientes que usan la técnica de monovisión tienen mayor riesgo de tropezar o sufrir accidentes con la marcha.⁽¹⁸⁾

4.1.2.2 Lentes de contacto multifocales:

Multifocales

Los diseños comerciales de las lentes de contacto multifocales han sido hasta ahora, diseños concéntricos refractivos.⁽³⁾ La mayoría de los diseños de LC multifocales se fabrican en materiales blandos por su mayor diámetro y flexibilidad, lo que permite un mejor centrado y movimiento de la lente.⁽²⁶⁾ Recientemente en los diseños se añade una adición para compensar la zona de cerca, pero éstas se descentran temporalmente. El error de refracción se asocia al tamaño de la pupila, a la edad y a la luminancia, por lo que hay que tener en cuenta estos aspectos para adaptar la lente más adecuada. Una de las razones principales por la que se termina el uso de lentes de contacto multifocales es por la mala visión y la incomodidad, por eso es necesario conocer los aspectos de comodidad y visión nítida en el usuario.⁽³⁾

En las lentes de contacto multifocales existen muchos diseños, tanto en materiales blandos, como rígidos. También diseños tóricos para los casos de alto astigmatismo. Los diseños de imagen simultánea, son diseños concéntricos, en el que la potencia varía y da como resultado lentes esféricas o lentes de forma discontinua. Las lentes esféricas tienen cambios graduales en la potencia, desde el centro de la lente a la periferia. Los bifocales difractivos tienen sus poderes distribuidos por toda el área de la lente por lo que las imágenes son constantes y no importa el tamaño pupilar. En la figura 8 podemos ver los distintos tipos de LC para la presbicia.^(18, 26)

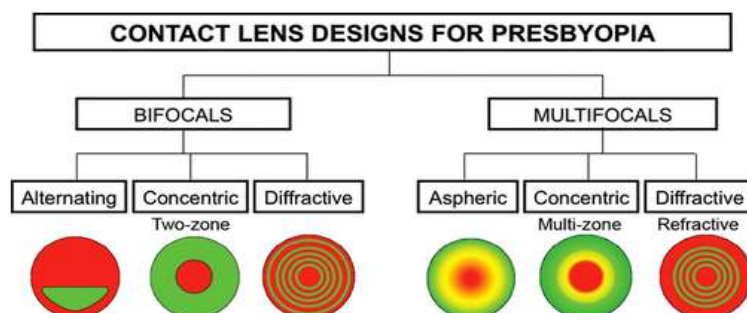


Figura 8. Diseños de LC para la presbicia. Las zonas rojas son para la visión lejana, la zona verde para la visión cercana y la zona amarilla para la visión intermedia. ⁽¹⁸⁾

Monovisión modificada

Acerca de la efectividad de esta técnica la investigación es muy escasa, sin embargo, se sabe que en la técnica de monovisión modificada se prescribe una lente de visión única en un ojo y un diseño de imagen simultáneo (multifocal) en el otro ojo, o un diseño de imagen simultáneo (multifocal) en los dos ojos, pero con distintas potencias o adiciones. ⁽³⁾

Esta técnica todavía es algo subjetiva en el tratamiento de la presbicia debido a que, los estudios que la avalan, se basan en la computarización de imágenes simulando un modelo de ojo numérico/teórico. ⁽²⁸⁾ La técnica consiste en modificar la visión con la introducción de aberraciones esféricas inducidas monocularmente, consiguiendo así, mayor profundidad de enfoque y mejora del rendimiento visual binocular de enfoque directo. ⁽²⁹⁾

Para el estudio se utilizó un simulador de visión adaptativa binocular que corregía las aberraciones nativas de ambos ojos y que inducía correcciones en la monovisión tradicional y en la modificada. ⁽²⁹⁾

Las conclusiones de los diferentes estudios acerca de esta técnica demostraron que la monovisión modificada con aberraciones esféricas mejora la agudeza visual y la distancia de enfoque total en comparación a una monovisión tradicional. El rendimiento binocular podría optimizarse eligiendo diferentes perfiles multifocales y agregando un desenfoque entre los dos, lo que abre paso a la investigación de esta técnica de corrección de la presbicia y a la investigación del papel de adaptación neuronal a la monovisión tradicional y monovisión modificada. ^(28, 29)

Duovisión modificada compuesta:

Consiste en la adaptación multifocal en cada ojo. El ojo dominante obtendrá la corrección para la visión de lejos y el ojo no dominante la corrección para cerca. ⁽⁹⁾

La visión binocular no es buena y afecta, por tanto, a la agudeza visual que se obtiene en la visión intermedia. La agudeza visual para lejos y cerca es muy buena. ⁽⁹⁾

4.1.3 Técnicas quirúrgicas

4.1.3.1 Esclerotomía ciliar anterior y cirugía del segmento de expansión escleral:

Fue sugerida por primera vez por Spencer Thornton, en esta técnica se realizan incisiones radiales en la esclerótica que cubre el músculo ciliar. ⁽³⁰⁾

Teniendo en cuenta que la contracción del músculo ciliar durante la acomodación produce un aumento de la tensión ecuatorial zonular, provoca que la superficie del cristalino anterior central se eleve. Si la tensión zonular está debilitada, las zónulas son incapaces de ejercer una fuerza suficiente que provoque cambios en el cristalino.

En un principio esta técnica se basó en la teoría de Schachar que indicaba que las incisiones podían permitir la expansión de la esclerótica que rema el cuerpo ciliar, aumentando el espacio que hay entre el ecuador del cristalino y el cuerpo ciliar. ^(23, 30) El estudio llevado a cabo por Fukasaku y Marron reportó buen efecto inicial de este tratamiento, sin embargo, el efecto de la cirugía desaparecía gradualmente. Hamilton et al., demostró en un estudio controlado que la esclerotomía ciliar anterior no producía mejora significativa de la amplitud de acomodación o de la visión próxima. ⁽³⁰⁾

Posteriormente se utilizó un procedimiento quirúrgico que consistía en la implantación de un anillo de PMMA (poli-carbonato) que recubría el músculo ciliar y provocaba un estiramiento radial hacia fuera de la esclerótica tratando de restaurar la tensión que ejerce la porción zonular.

Actualmente el anillo se reemplazó por la cirugía del segmento de expansión escleral basadas en varillas de PMMA. Estudios posteriores ponen en duda la validez de esa técnica y de su teoría, ya que los resultados no fueron satisfactorios debido a informes de isquemia anterior. El implante escleral VisAbility Micro-Insert, es ahora el único implante escleral con la marca CE y que, sin embargo, está sometida a ensayos clínicos, puesto que pueden producirse riesgos como: la erosión conjuntival, isquemia del segmento anterior, hemorragia subconjuntival, infección del implante y la endoftalmitis después de la implantación.^(3, 23)

Este implante escleral VisAbility Micro-Insert utiliza cuatro implantes de PMMA que se colocan a unos 400 μm de profundidad dentro de la esclera. El objetivo es: elevar la esclera y el músculo ciliar y así tensar las fibras zonulares que mantienen el cristalino. Se mostró que en la primera generación del implante había movimientos o desplazamientos, por lo que esto era un riesgo añadido.⁽³¹⁾

La evidencia sugiere que la esclerotomía ciliar anterior o cualquier técnica quirúrgica escleral no son el tratamiento adecuado para conseguir la corrección de la presbicia. Para poder adoptar esta técnica realmente, como método de corrección, es necesaria aún mucha investigación.⁽³⁰⁾

4.1.3.2 Lente intraocular (LIO):

LIO monofocal:

Esta técnica debe combinarse con monovisión, de no ser así, la presbicia no se puede corregir.⁽³²⁾ La “mini”-monovisión funciona mejor en las personas que usan su ojo dominante para las tareas de lejos y que leen poco, o que su demanda visual en cerca es escasa. Se ha descubierto que tanto el uso de LIO multifocal como monofocal con técnica de “mini”-monovisión mejora significativamente la agudeza visual. Esta técnica emplea el uso de LIO en el ojo dominante para la visión lejana (con una LIO monofocal) y en el ojo no dominante para visión cercana con lente multifocal o monofocal.⁽²⁵⁾ El ojo no dominante pasará a ser miópico para la visión en cerca y el dominante quedará emetropizado para la visión en lejos.⁽³³⁾

A menudo los pacientes prefieren la emetropización con LIO monofocal en la visión en lejos y el uso de gafas para cerca; pero otros pueden preferir liberarse de gafas para lectura confiando en el método de la monovisión.⁽³³⁾

Con este método la vida cotidiana suele ser posible sin el uso de gafa, sin embargo, este concepto todavía requiere el uso de lentes oftálmicas para las distancias de lejos y de cerca que requieran concentración visual. Por ejemplo, para conducir es necesario el uso de gafas para lejos.⁽³²⁾ Recientes estudios confirman que la técnica de monovisión con LIO consigue menor agudeza visual que con las multifocales.⁽³⁾

Según el Departamento de Oftalmología del Hospital Universitario Kitasato en Kanagawa, Japón, los pacientes que utilizaron esta técnica de compensación informaron, en más de un 80%, estar satisfechos con este método. Sin embargo, se constató una disminución elevada de la estereopsis. El estudio concluyó que la cuidadosa selección de los pacientes era fundamental para el éxito de este tipo de corrección.⁽³⁴⁾

LIO multifocal:

Las LIO multifocales son un componente esencial del tratamiento quirúrgico de la presbicia.⁽³⁵⁾ La óptica de las LIO multifocales eran, inicialmente, con dos puntos focales fijos que ofrecían una imagen nítida a una distancia lejana de visión y una distancia de trabajo próxima.⁽³⁾

Las LIO multifocales se pueden clasificar como refractivas y difractivas, así como bifocales y trifocales: ^(3, 33, 35)

LIO bifocales difractivas: crean dos imágenes distintas para cerca y lejos. ⁽³⁶⁾ Las lentes bifocales difractivas funcionan dividiendo y doblando la luz creando dos puntos focales principales. Proporcionan buena visión funcional en lejos y cerca. ^(35, 36)

Las LIO bifocales difractivas, no se ven condicionadas por el diámetro pupilar, sin embargo, ofrecen una visión intermedia disminuida. ⁽³⁶⁾

LIO difractivas trifocales: mejora la visión intermedia proporcionando mejoras en la visión intermedia. Como su nombre indica introducen un tercer punto focal que corresponde a la visión intermedia.

Este concepto de lente multifocal trifocal, consigue como resultado la independencia de las gafas. Actualmente el tratamiento con LIO de los pacientes, con requerimiento en visión intermedia, se realiza con las LIO de profundidad de foco extendido; con una óptica similar a la LIO trifocal, consiguen una buena visión de distancia de lejos a intermedia, necesitando recurrir, para la visión en cerca, al uso de gafas. ⁽³²⁾

LIO refractivas: estas lentes aportan dos o más potencias distintas distribuidas en zonas concéntricas. La potencia efectiva depende de: el diámetro pupilar y por consiguiente de las condiciones fotópicas. Ejemplos de LIO refractivas desarrolladas por el laboratorio AMO como: ⁽³⁶⁾

- Array: consta de cinco zonas concéntricas que combinan las diferentes distancias.
- ReZoom: es una lente de segunda generación, que mejoró los diseños matrices. Amplían la segunda y tercera zona y reducen la primera y la quinta, consiguiendo mayor asfericidad para reducir las posibles aberraciones.

Actualmente este tipo de lentes han quedado obsoletas.

Aunque las LIO refractivas producen una buena calidad en la visión en lejos, en visión intermedia y cerca se limita por el diámetro pupilar. ^(35, 36)

LIO de profundidad de enfoque extendido:

Son consideradas una nueva categoría de LIO y tienen como objetivo mejorar la visión intermedia tratando de no comprometer la visión en las zonas de lejos y cerca. ^(35, 36)

Las LIO de profundidad de enfoque extendido tienen un área de enfoque lejano extendida que llega a la distancia intermedia. ⁽³⁷⁾ La lente Symphony, del laboratorio Johnson & Johnson Vision, es un ejemplo de LIO de profundidad de enfoque. ⁽³⁶⁾

La visión intermedia, con LIO de profundidad de enfoque extendido, ofrecen buena calidad en visión intermedia y un decrecimiento de la agudeza visual en cerca. Los pacientes obtienen mejores valores de sensibilidad al contraste y menos aberraciones oculares, sin embargo, este tipo de lentes pueden producir destellos de luz. ⁽³⁶⁾

LIO acomodativa:

Restaurar la función acomodativa sigue siendo el culmen de la corrección de la presbicia. Teniendo en cuenta que el músculo ciliar conserva la contractilidad, aún siendo un ojo envejecido, se abre la posibilidad de una LIO lo suficientemente flexible que sea capaz de modificar su curvatura, como lo hace el cristalino. ^(3, 38)

Los primeros diseños mostraban una pequeña cantidad de acomodación incitada por el músculo ciliar, antes de producirse la fibrosis del cristalino. Los nuevos diseños incorporan diferentes diseños ópticos capaces de cambiar de forma y de índice de refracción. ⁽³⁾

Actualmente la única LIO acomodativa aprobada por la FDA, es la LIO Crystalens, del laboratorio Baush & Lomb. Constan de una óptica de 4,5mm con dos placas táctiles y cuatro bloques de poliimida que aportan una superficie capaz de adherirse a la cápsula del cristalino.⁽³⁹⁾

Una LIO acomodativa sería aquella que fuera capaz de sufrir un cambio progresivo en su potencia, atendiendo de esta manera, a la contracción producida por el músculo ciliar. Una LIO acomodativa (LIOA) podría resolver al completo los inconvenientes que la presbicia produce y los efectos secundarios de las opciones quirúrgicas como son: los síntomas visuales o el deterioro de la calidad de la visión tras la implantación de una LIO multifocal.⁽³⁹⁾

Una LIOA realmente útil tendría un gran impacto en la cirugía refractiva y explica el interés de las diferentes empresas en desarrollar este tipo de lentes. La ambición por conseguir una lente efectiva ha llevado a muchos errores pasados. Se presentaron muchos tipos de LIOAs a la comunidad científica, siendo desacreditadas finalmente.^(38,40)

Es necesaria todavía una gran investigación para responder a la pregunta de si las LIOAs, que replican el mecanismo de acomodación, pueden ser desarrolladas realmente.⁽³⁹⁾

La corrección de la presbicia sigue siendo un gran desafío en la cirugía de cataratas y refractiva. Según el Dr. Kerry D. Solomon, la introducción de las diferentes LIO del mercado, han brindado a los pacientes más opciones para mejorar la calidad de su visión, con diferentes modelos.^(40,41)

Para poder realizar la implantación de cualquier LIO es estrictamente necesario conocer las necesidades del paciente en cuanto a requerimiento visual. Esta vía de tratamiento no dependerá solo de una buena cirugía por parte del médico especialista, sino que, también será necesaria la preparación del paciente emocionalmente, evaluando su personalidad y expectativas de la cirugía.^(40,42)

4.1.3.3 Implantas corneales

Los implantes corneales, actualmente, tratan de remodelar la superficie corneal anterior creando aberraciones esféricas negativas, para crear multifocalidad corneal (visión lejana a través de una zona central aplanada y rodeada de anillos con adición variable). Se trata de implantes grandes e impermeables cuya biocompatibilidad sea la máxima y eviten obstaculizar las funciones corneales. Estas cualidades permiten la introducción del implante dentro un colgajo o bolsillo en el estroma corneal en el centro de la pupila, que está contraída por la luz del láser de femtosegundo. Se realiza en el ojo no dominante y trata de conservar más nervios y obtener una agudeza visual postoperatoria óptima. Al contrario que la cirugía refractiva láser, los implantes corneales no eliminan tejido y pueden eliminarse sin problemas, es decir, son reversibles. Con esta técnica disminuye la sensibilidad al contraste, siendo más notable la pérdida en las frecuencias espaciales más altas y, además, aparecen algunos síntomas visuales como deslumbramiento, visión doble, halos, sensibilidad a la luz y sequedad. La AV cercana mejora al igual que la AV intermedia, sin cambios significativos en la visión de lejos.^(3, 8, 43-45)

Existen dos tipos principales de implantes corneales, tienen apariencia y función diferentes.^(23, 44, 45)

- Implante refractivo corneal: tiene un diseño parecido a las lentes de contacto multifocales o LIO multifocales. Tienen áreas dentro del implante que aportan

diferentes graduaciones. Esto permite que el ojo pueda enfocar en lejos y en cerca. Este tipo de implantes se encuentran bajo revisión de la FDA. ^(23, 45, 46)

- Implantes de apertura pequeña: ajustan la cantidad de luz que entra en el ojo. Es un anillo en forma de toro. El orificio interior enfoca la luz de manera específica ajustando el campo de visión. El KAMRA es el primer implante aprobado por la FDA en abril de 2015 y para su uso en los Estados Unidos. El implante KAMRA, es el implante número uno en el mundo para la corrección de la presbicia realizando implante corneal. ^(23, 45, 46)

Los implantes se realizan habitualmente en pacientes presbíbitas sin errores refractivos previos. Si el paciente tiene error refractivo, puede realizarse de forma conjunta con LASIK. Patologías como la blefaritis, ojo seco, cataratas o queratocono, no son compatibles con los implantes corneales. Según el tipo de implante, se pueden producir efectos secundarios como: halos, deslumbramiento, dificultad en la visión nocturna, etc. y algunas complicaciones como: inflamación, adelgazamiento corneal, hinchazón, opacidad corneal, etc. ^(23, 45)

4.1.3.4 Láser refractivo

Monovisión corneal:

Posiblemente el método más rudimentario realizando la técnica de láser, para la corrección de la presbicia, sea la monovisión.⁽⁴⁷⁾ Se utiliza comúnmente un láser excimer, que remodela la córnea, corrigiendo el ojo dominante para visión lejana y el ojo no dominante para la visión en cerca. ^(3, 48)El objetivo de esta técnica es otorgar una buena AV tanto cercana como lejana, gracias a la supresión que se produce con el mecanismo de la monovisión. ⁽⁴⁶⁾Para poder lograrlo, un ojo se deja miope para la visión en cerca y el contralateral emélope (cero dioptrías) para la visión lejana. ⁽⁴⁷⁾

Existen algunos contras en esta técnica, como son: la reducción de la AV escotópica/mesópica, reducción de la estereopsis o disminución de la sensibilidad al contraste. ⁽³⁾

En general, la adaptación a este tipo de intervenciones, en personas con predisposición y que entienden realmente las posibilidades del resultado, suele ser muy buena. Sin embargo, en este tratamiento será necesario el uso de corrección óptica para situaciones que requieren mayor esfuerzo visual, como, por ejemplo: para leer letras muy pequeñas o para poder conducir. ⁽¹⁹⁾

Intracor:

La corrección corneal intraestromal utilizando el láser de femtosegundo, Intracor, fue desarrollada por Luis Ruiz en 2007. Su principal acción es variar la curvatura de la córnea. Se genera un patrón intraestromal de pulsos láser con el que se consigue la reorganización local de las fuerzas biomecánicas y cambios de curvatura corneal. La córnea queda tallada con cinco anillos concéntricos sin ablación superficial. Estos anillos son únicamente intraestromales y no comprometen el endotelio. ⁽⁴⁹⁾

La principal ventaja de Intracor es que deja prácticamente intactos la capa de Bowman y el epitelio. Sin embargo, una complicación común, suele ser el cambio miope que oscila entre -0,3 D y -0,5 D, resultando poco recomendable para pacientes miopes. ⁽⁵⁰⁾

Perfil multifocal con LASIK:

El Laser-Assisted in Situ Keratomileusis (queratomileusis in situ con láser) o LASIK es de los procedimientos refractivos corneales más usados en el mundo. Para corregir la presbicia se crea una superficie corneal multifocal.⁽⁵¹⁾ La primera intención de crear un perfil multifocal con láser para corregir el error refractivo de la miopía, manteniendo una buena visión en cerca, fue por medio de PRK por Moreira et al.⁽³⁰⁾

Se han propuesto diferentes técnicas LASIK, con el propósito de realizar multifocalidad corneal.⁽³⁰⁾ El término PresbyLASIK fue introducido por Ruiz en 1996 y se definió como: la técnica quirúrgica basada en los principios de LASIK para otorgarle a la superficie de la córnea un patrón multifocal.⁽⁵²⁾

Con la ayuda de una láser excimer, se produce un diseño multifocal corneal.⁽³⁾ La técnica se subdivide según la zona que se optimice para la visión en cerca: central, periférica o de transición multifocal.⁽³⁾

Técnica central PresbyLASIK: fue acuñada por primera vez por Ruiz en 1996, es la técnica presbyLASIK más utilizada.⁽⁵²⁾

En esta técnica se crea un área hiperpositiva para la visión en cerca en el centro de la córnea, y para la visión lejana, se deja la zona de la periferia. La técnica central se podía usar para mejorar la VP en pacientes con presbicia asociada a hipermetropía baja y moderada. Su principal limitación es la falta de alineación que existe entre la línea de visión, la pupila central y el vértice corneal, esto induce aberraciones de tipo coma.^(3, 52)

Hay principalmente tres tecnologías disponibles, todas ellas con resultados publicados en pacientes hipermétropes:⁽⁵³⁾

- PresbyMAXTM: es del laboratorio SCHWIND. Crea una superficie multifocal con zona central hiperpositiva que se rodea de una ablación periférica para corregir el defecto en lejos, si es que lo hubiera.
- CustomVueTM VISX: es del laboratorio AMO y crea una elevación en la córnea central para cerca y moldea la periferia para lejos.
- SupracorTM: es del laboratorio Technolas Perfect Vision. Crea una zona hipertrópica central de 3,0 mm, proporcionando aproximadamente 2 dioptrías.

Técnica periférica PresbyLASIK: fue descrito y desarrollado por Pinelli; el perfil multifocal es creado en una zona de 6,5 mm de diámetro sobre la zona corneal que abarca la pupila.⁽⁵²⁾ La cornea se talla realizando una zona óptica de 6 mm para lejos y de 6,5mm para visión de cerca, el anillo creado en la zona de 5 a 6,5mm proporciona la multifocalidad. En esta técnica las aberraciones coma aumentaron y las esféricas disminuyeron.⁽⁵⁴⁾ Esta técnica solo se recomienda a pacientes hipermétropes debido a que en los pacientes miópicos es necesario extirpar gran cantidad de tejido corneal.⁽²³⁾

- Presbyond Laser Blended Vision: pertenece al laboratorio Carl Zeiss y trata de inducir una aberración esférica negativa con cierto grado de monovisión. Utiliza la micromonovisión, que hace que el ojo no dominante quede ligeramente miope. Puede realizarse en pacientes presbitas emétopes, miopes e hipermétropes.⁽⁵³⁾

Técnica multifocal con LASIK: aunque tuvo gran popularidad en la década de 1980, el perfil de transición multifocal, ha sido descartado como técnica de corrección. Se constató que inducía niveles muy significativos de coma vertical por la creación de una ablación multifocal.⁽²³⁾

Los efectos secundarios que experimentaron los pacientes después de la cirugía con LASIK fueron los siguientes: visión borrosa, halos, diplopía, problemas con el enfoque y problemas con la percepción de la profundidad. Estos efectos fueron más severos un mes después de la

operación y fueron disminuyendo al año. Se determinó que podría deberse a la sequedad ocular postquirúrgica. ⁽³⁾

Entrecruzamiento de colágeno corneal:

Es una técnica no invasiva que utiliza radiofrecuencia para provocar una deshidratación de las fibrillas de colágeno, elevando la temperatura a unos 65°. La técnica consiste en introducir una sonda en la córnea periférica a 450-500 µm, realizando unos puntos que forman anillos concéntricos. El proceso deriva en un cambio del tejido periférico y una elevación de la córnea en la porción central provocando una superficie esférica. De esta forma se consigue un aumento del poder refractivo para la corrección de la presbicia. ⁽³⁾

Ablandamiento del cristalino:

El objetivo de esta técnica se basa en la restauración del cristalino envejecido, utilizando un láser de femtosegundo, está basada en la teoría de Helmholtz que determina que la esclerosis del cristalino es la causa principal de la presbicia. La ablación que conseguimos enfocando un pulso del láser induce formaciones de vacuolas de gas que con el tiempo se absorberán, lo que provocan microincisiones en el tejido circundante. Estas microincisiones, varían y adoptan diferentes patrones, permitiendo que el cristalino se deforme y acomode. Todavía son necesarios más estudios que abalen la eficacia de esta técnica. ⁽³⁾

4.1.4 Farmacológicas

Los tratamientos de corrección de la presbicia basados en el uso de fármacos, centran su atención en la estimulación de la contracción del músculo ciliar. Para esta técnica se utilizan fármacos mióticos y antiinflamatorios no esteroideos (AINE). Posibles nuevos enfoques sobre la corrección con fármacos incluyen el ácido lipoico que disminuye la concentración de los puentes disulfuro de las proteínas del cristalino, aumentando seguidamente la elasticidad del cristalino. ⁽³⁾

Se sugiere que el uso de fármacos mióticos, en concreto del uso de la pilocarpina, genera la contracción espasmódica del músculo ciliar aumentando a su vez, la profundidad de enfoque. Puesto que el cristalino no puede cambiar su grosor o posición, la visión en cerca obtiene una mejoría y la visión de lejos, por el contrario, empeora. Hubo efectos adversos que incluían escozor ocular, náuseas o dolor de cabeza. Los estudios de la combinación de AINE con agonistas parasimpáticos revelaban una reducción de la intensidad de contracción de la pupila y el músculo ciliar, permitiendo que el cristalino cambie la forma y posición, obteniendo buena visión para todas las distancias. Por el momento, estas conclusiones se basan en los estudios realizados a pacientes emétopes, sugiriendo la posibilidad de restaurar la acomodación del paciente con la combinación de pilocarpina y diclofenaco. ^(23, 55)

Un estudio realizado a 18 hombres japoneses con presbicia, a los que se les administró gotas de pirenoxina, evidenciaron una mejora en la amplitud de acomodación y se demostró que este fármaco suprime el endurecimiento del cristalino. A pesar de la muestra tan pequeña que se hizo, los resultados son alentadores de que las gotas de pirenoxina pueden prevenir la progresión de la presbicia. ⁽²³⁾

La posibilidad de poder restaurar la acomodación con fármacos abre un nuevo camino terapéutico a pacientes con presbicia, consiguiendo de esta manera mantener una buena acomodación en el tiempo. Es posible que, en un futuro, se puedan usar diferentes combinaciones farmacológicas como método de corrección de la presbicia e incluso de otros problemas refractivos. ⁽⁵⁵⁾ Sin embargo, actualmente, no hay estudios que puedan proporcionar

una evidencia directa de la restauración y/o mejoría inducida por fármacos de la acomodación que impliquen un cambio real de poder ocular. ⁽⁵⁶⁾

4.1.5 Electro - estimulación

Se está investigando el uso de la electroestimulación pulsada como un medio poco invasivo para la restauración de la acomodación. El objetivo es fortalecer la contracción del músculo ciliar. ⁽²³⁾

Esta técnica está basada en un estudio reciente sobre la electroestimulación del músculo ciliar. Se realiza de forma bilateral con electroestimulación pulsada. Consiste en una lente de contacto escleral, cuyo material es el policarbonato, que está equipada con cuatro microelectrodos en los cuatro puntos cardinales. La técnica se realiza en cuatro ocasiones a intervalos de dos semanas. Los electrodos se encuentran a 3,5 mm fuera del área limbar, correspondiente a la zona del cuerpo ciliar y que estimula el músculo ciliar. ⁽³⁾ Los efectos adversos que se encontraron con esta técnica fue la sensación de ojo seco. ⁽²³⁾

La electroestimulación necesita un equipo especial, ya que es un tratamiento complejo. Hay limitaciones con el uso de esta técnica, por lo que es poco práctica. ⁽²³⁾

5. CONCLUSIONES

1. Se encuentran diferentes técnicas capaces de disminuir los efectos en la visión que la presbicia provoca. Se pueden dividir en 5 grupos según el tipo de corrección: lentes oftálmicas, lentes de contacto, técnicas quirúrgicas, tratamiento con fármacos y electroestimulación.
2. Con las lentes oftálmicas la opción más efectiva parece ser el uso de las lentes progresivas, que resultan más cómodas y que proporciona mayor satisfacción en los pacientes.
3. El método más eficaz, utilizando lentes de contacto, se sugiere que es la técnica de monovisión. Evita los fenómenos de disfotopsias y los inconvenientes asociados al diámetro pupilar. Sin embargo, en esta técnica hay que tener en cuenta que, la diferencia de graduación, no puede ser mayor a 1.50 D.
4. Aunque los inconvenientes como las disfotopsias y/o dificultad de visión intermedia son mayores en las lentes intraoculares multifocales, parecen ser el método de corrección más popular entre los pacientes presbíta.
5. En cuanto a los tratamientos farmacológicos falta mucha investigación para concretar que de los fármacos o combinación de fármacos son los verdaderamente eficaces para el tratamiento de la presbicia.
6. En relación con la electroestimulación es una técnica en desuso además de poco práctica, por el equipo especial necesario para su realización.
7. En todas las técnicas de corrección, se encuentran ventajas y desventajas. El éxito de cada tratamiento dependerá de la selección del paciente y el objetivo de los resultados de mismo.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Martín Herranz R, Vecilla Antolínez G. Manual de Optometría. 2 ed. Madrid, España Editorial Médica Panamericana; 2018 Octubre 2008. 68, 71-7, 119-27 p.
2. Mohamud A, Erichsen J, Kessel L, Holm L, Larsen M. [Presbyopia treatment]. *Ugeskr Laeger*. 2019;181(5).
3. Wolffsohn JS, Davies LN. Presbyopia: Effectiveness of correction strategies. *Prog Retin Eye Res*. 2019;68:124-43.
4. Papadopoulos PA, Papadopoulos AP. Current management of presbyopia. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2014;21(1):10-7.
5. Davies LN, Croft MA, Papas E, Charman WN. Presbyopia: physiology, prevention and pathways to correction. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2016;36(1):1-4.
6. Puell MC, Susín M. Óptica fisiológica: El ojo como sistema óptico: Editorial Complutense, S. A. ; 2006. 301 p.
7. du Toit R. How to prescribe spectacles for presbyopia. *Community Eye Health*. 2006;19(57):12-3.
8. Singh P, Tripathy K. Presbyopia. *StatPearls*. Treasure Island (FL)2020.
9. López Alemany A, Serés Revés C, Durbán Fornieles J, Company Vidal JL. Lentes de contacto: Teoría y Práctica. Xátiva, Valencia: Ulleye; 2008.
10. Donaldson PJ, Grey AC, Maceo Heilman B, Lim JC, Vaghefi E. The physiological optics of the lens. *Prog Retin Eye Res*. 2017;56:e1-e24.
11. Strenk SA, Strenk LM, Koretz JF. The mechanism of presbyopia. *Prog Retin Eye Res*. 2005;24(3):379-93.
12. Heys KR, Cram SL, Truscott RJ. Massive increase in the stiffness of the human lens nucleus with age: the basis for presbyopia? *Mol Vis*. 2004;10:956-63.
13. Atchison DA. Accommodation and presbyopia. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1995;15(4):255-72.
14. Glasser A, Kaufman PL. The mechanism of accommodation in primates. *Ophthalmology*. 1999;106(5):863-72.
15. Schachar RA. The mechanism of accommodation and presbyopia. *Int Ophthalmol Clin*. 2006;46(3):39-61.
16. Zebardast N, Friedman DS, Vitale S. The Prevalence and Demographic Associations of Presenting Near-Vision Impairment Among Adults Living in the United States. *Am J Ophthalmol*. 2017;174:134-44.
17. Kidd Man RE, Fenwick EK, Sabanayagam C, Li LJ, Gupta P, Tham YC, et al. Prevalence, Correlates, and Impact of Uncorrected Presbyopia in a Multiethnic Asian Population. *Am J Ophthalmol*. 2016;168:191-200.
18. Charman WN. Developments in the correction of presbyopia I: spectacle and contact lenses. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2014;34(1):8-29.
19. Miranza G. IMO: Instituto de Microciugía Ocular La vista cansada: sus síntomas y tratamientos [Internet]. Barcelona: IMO. 2018.
20. Caum Aregay J, Doménech Amigot B, Flores Seijas JR. Tecnología óptica : lentes oftálmicas, diseño y adaptación. . Madrid: Universitat Politècnica de Catalunya; 2001. 290 p.
21. Arroyo Sanz R. Medida y clasificación de lentes oftálmicas de adición progresiva [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2015.
22. Schiefer U, Kraus C, Baumbach P, Ungewiss J, Michels R. Refractive errors. *Dtsch Arztebl Int*. 2016;113(41):693-702.

23. Balgos M, Vargas V, Alio JL. Correction of presbyopia: An integrated update for the practical surgeon. *Taiwan J Ophthalmol*. 2018;8(3):121-40.
24. Hutchins B, Huntjens B. Patients' attitudes and beliefs to presbyopia and its correction. *J Optom*. 2020.
25. Goldberg DG, Goldberg MH, Shah R, Meagher JN, Ailani H. Pseudophakic mini-monovision: high patient satisfaction, reduced spectacle dependence, and low cost. *BMC Ophthalmol*. 2018;18(1):293.
26. Remon L, Perez-Merino P, Macedo-de-Araujo RJ, Amorim-de-Sousa AI, Gonzalez-Meijome JM. Bifocal and Multifocal Contact Lenses for Presbyopia and Myopia Control. *J Ophthalmol*. 2020;2020:8067657.
27. Durrie DS. The effect of different monovision contact lens powers on the visual function of emmetropic presbyopic patients (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2006;104:366-401.
28. Vandermeer G, Rio D, Gicquel JJ, Pisella PJ, Legras R. Subjective through-focus quality of vision with various versions of modified monovision. *Br J Ophthalmol*. 2015;99(7):997-1003.
29. Zheleznyak L, Sabesan R, Oh JS, MacRae S, Yoon G. Modified monovision with spherical aberration to improve presbyopic through-focus visual performance. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54(5):3157-65.
30. Torricelli AA, Junior JB, Santhiago MR, Bechara SJ. Surgical management of presbyopia. *Clin Ophthalmol*. 2012;6:1459-66.
31. Hipsley A, Hall B, Rocha KM. Scleral surgery for the treatment of presbyopia: where are we today? *Eye Vis (Lond)*. 2018;5:4.
32. Knorz MC. [Presbyopia Correction with Intraocular Lenses]. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2020;237(2):213-23.
33. Sieburth R, Chen M. Intraocular lens correction of presbyopia. *Taiwan J Ophthalmol*. 2019;9(1):4-17.
34. Ito M, Shimizu K. Reading ability with pseudophakic monovision and with refractive multifocal intraocular lenses: comparative study. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(9):1501-4.
35. Cochener B, Boutillier G, Lamard M, Auberger-Zagnoli C. A Comparative Evaluation of a New Generation of Diffractive Trifocal and Extended Depth of Focus Intraocular Lenses. *J Refract Surg*. 2018;34(8):507-14.
36. Habhab S, Hwang FS. Presbyopia-correcting IOLs EyeWiki: American Academy of Ophthalmology; 2020 [July 5, 2020]. Kourtney Houser, MD: [
37. Breyer DRH, Kaymak H, Ax T, Kretz FTA, Auffarth GU, Hagen PR. Multifocal Intraocular Lenses and Extended Depth of Focus Intraocular Lenses. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2017;6(4):339-49.
38. Pepose JS, Burke J, Qazi M. Accommodating Intraocular Lenses. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2017;6(4):350-7.
39. Alio JL, Alio Del Barrio JL, Vega-Estrada A. Accommodative intraocular lenses: where are we and where we are going. *Eye Vis (Lond)*. 2017;4:16.
40. Singh Dhaliwal KV. Commentary: Presbyopia correction with intraocular lenses. *Indian J Ophthalmol*. 2018;66(5):704-5.
41. Pepose JS. Maximizing satisfaction with presbyopia-correcting intraocular lenses: the missing links. *Am J Ophthalmol*. 2008;146(5):641-8.
42. Olson RJ. Presbyopia correcting intraocular lenses: what do I do? *Am J Ophthalmol*. 2008;145(4):593-4.

43. Whitman J, Dougherty PJ, Parkhurst GD, Olkowski J, Slade SG, Hovanesian J, et al. Treatment of Presbyopia in Emmetropes Using a Shape-Changing Corneal Inlay: One-Year Clinical Outcomes. *Ophthalmology*. 2016;123(3):466-75.
44. Moarefi MA, Bafna S, Wiley W. A Review of Presbyopia Treatment with Corneal Inlays. *Ophthalmol Ther*. 2017;6(1):55-65.
45. Mukamal R. Corneal Inlays: A Surgical Alternative to Reading Glasses2020. Available from: <https://www.aao.org/eye-health/treatments/corneal-inlays-alternative-to-reading-glasses>.
46. Gil-Cazorla R, Shah S, Naroo SA. A review of the surgical options for the correction of presbyopia. *Br J Ophthalmol*. 2016;100(1):62-70.
47. Llovet-Osuna F, Ortega-Usobiaga J. Cirugía Refractiva: Protocolos. Madrid: Sociedad Española de oftalmología; 2014. 230 p. p.
48. Becker KA, Jaksche A, Holz FG. [PresbyLASIK: treatment approaches with the excimer laser]. *Ophthalmologe*. 2006;103(8):667-72.
49. Trinh L, Francoz M, Chong-Sit D, Labbe A, Dupont-Monod S, Baudouin C. Corneal imaging of intrastromal femtosecond laser treatment for presbyopia (Intracor((R))). *J Fr Ophtalmol*. 2013;36(8):669-76.
50. Hwang F, Habhab S. Presbyopia treatment. EyeWiki. 2019.
51. Wang Yin GH, McAlinden C, Pieri E, Giulardi C, Holweck G, Hoffart L. Surgical treatment of presbyopia with central presbyopic keratomileusis: One-year results. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42(10):1415-23.
52. Vargas-Fragoso V, Alio JL. Corneal compensation of presbyopia: PresbyLASIK: an updated review. *Eye Vis (Lond)*. 2017;4:11.
53. Hipólito Fernandes D. PresbyLASIK: EyeWiki; 2020 [01-22-2020].
54. Gordon M. Presbyopia corrections with the Wavelight ALLEGRETTO: 3-month results. *J Refract Surg*. 2010;26(10):S824-6.
55. Benozzi J, Benozzi G, Orman B. Presbyopia: a new potential pharmacological treatment. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*. 2012;1(1):3-5.
56. Montes-Mico R, Charman WN. Pharmacological Strategies for Presbyopia Correction. *J Refract Surg*. 2019;35(12):803-14.

tfg presbicia

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

eprints.sim.ucm.es

Fuente de Internet

5%

2

idus.us.es

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 1%

Excluir bibliografía

Activo