



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE MEDICINA

TEMA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
Actualización diagnóstica y terapéutica de la catarata

Tesis previa a la obtención del título de Médico General

AUTOR:

Melvin Eduardo Guadalupe Heredia

TUTOR:

Dr. Rómulo Andrés Chávez Camino

RIOBAMBA, ECUADOR

2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **GUADALUPE HEREDIA MELVIN EDUARDO**, con cedula de identidad **172607955-9**, autor del trabajo de investigación titulado: **“Actualización diagnóstica y terapéutica de la catarata”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba 19 de junio del 2023



Melvin Eduardo Guadalupe Heredia

C.I: 172607955-9

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Actualización diagnóstica y terapéutica de la catarata**”, por **Melvin Eduardo Guadalupe Heredia**, con cédula de identidad número **172607955-9**, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 19 de junio del 2023.

Dr. Patricio Vásconez Andrade
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

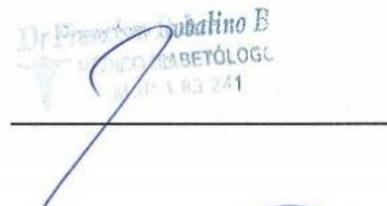


Dr. Héctor Ortega Castillo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

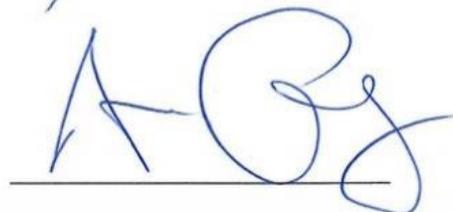


Dr. Jesús Francisco Robalino Buenaño
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Dr. Jesús Francisco Robalino B
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO
CÉDULA DE IDENTIDAD N.º 1.83.241



Dr. Rómulo Andrés Chávez Camino
TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Actualización diagnóstica y terapéutica de la catarata**”, por **Melvin Eduardo Guadalupe Heredia**, con cédula de identidad número **172607955-9**, bajo la tutoría de **Dr. Rómulo Andrés Chávez Camino**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 19 de junio del 2023.

Dr. Patricio Vásconez Andrade
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

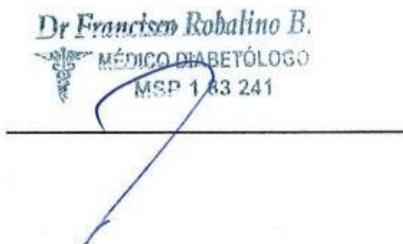


Dr. Héctor Ortega Castillo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Jesús Francisco Robalino Buenaño
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Dr. Francisco Robalino B.
MÉDICO DIABETÓLOGO
MSP 1.83.241





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 09 de junio del 2023
Oficio N° 41-2023-IS-URKUND-CID-2023

Dr. Patricio Vásquez
DIRECTOR CARRERA DE MEDICINA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por la **Dr. Rómulo Chávez**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 0383-D-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	0199-D-FCS-16-03-2023	Actualización diagnóstica y terapéutica de la catarata	MELVIN EDUARDO GUADALUPE HEREDIA	3	x	

Atentamente,

0603371907
GINA
ALEXANDRA
PILCO
GUADALUPE

Firmado digitalmente
por 0603371907 GINA
ALEXANDRA PILCO
GUADALUPE
Fecha: 2023.06.09
11:42:40 -05'00'

PhD. Alexandra Pilco Guadalupe
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH
C/c Dr. Gonzalo E. Bonilla Pulgar – Decano FCS

DEDICATORIA

A mis amados padres: Jorge Guadalupe y Rosa Heredia, por brindarme siempre su apoyo incondicional, por estar conmigo en este largo camino de altos y bajos, sobre todo en los momentos más difíciles y alentarme en los momentos de flaqueza, de donde he sacado las mejores enseñanzas para llegar en donde estoy ahora. A ellos la vida; ejemplo a seguir, de superación y esfuerzo.

A mi hermano: Nelson, quien también es parte de este logro, por ayudarme en esos momentos que más se necesita, por sus palabras de aliento, eso me impulsa y motiva en el esfuerzo diario. Los logros de cada uno de nosotros es el logro de todos.

A mis maestros por su paciencia para enseñar, por brindarme sus conocimientos, por compartir sus experiencias vividas, y sobre todo por mostrarme que la medicina no solo es prevenir, promover, diagnosticar y curar la enfermedad física de los pacientes, sino también curar la mente y el espíritu, que es lo más importante.

A mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo todos estos años; están y estarán siempre, sin lugar a dudar, excelentes personas con quienes compartí muchas experiencias, quienes me apoyaron y me animaron a continuar. También quiero agradecer a mi novia, porque igualmente gracias a ella y a sus palabras de aliento estoy aquí en estos momentos y ha sido un pilar fundamental a lo largo de mi carrera para ser la persona que soy.

MELVIN EDUARDO GUADALUPE HEREDIA

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Chimborazo, al Área de Ciencias de la Salud, específicamente a la carrera de Medicina, que junto a sus prestigiosos docentes forjan profesionales capaces de ofrecer alternativas enfocadas a mejorar el estilo de vida actual de nuestra población. Al Doctor Rómulo Andrés Chávez Camino, por brindarme su apoyo, sus conocimientos y experiencias, y quién con sabiduría y paciencia coordinó la realización del presente trabajo investigativo. Y de manera muy especial a mi familia que siempre estuvo apoyándome.

MELVIN EDUARDO GUADALUPE HEREDIA

RESUMEN

La catarata senil es una opacidad del cristalino provocada y asociada a la edad avanzada; es la causa más frecuente e importante de ceguera evitable en adultos a nivel mundial y su prevalencia ha aumentado, dado al ritmo que lo hace la esperanza de vida de las personas. Afecta la agudeza visual, la sensibilidad al contraste entre otras funciones, influyendo en la calidad de vida de las personas, hasta limitar la interacción con su entorno, asociándose a sentimientos de aislamiento, depresión y ansiedad. Los avances tecnológicos y quirúrgicos para su tratamiento, hacen que se considere una patología de fácil manejo, las dificultades de acceso y disponibilidad de los servicios de salud visual, en algunos países, hace que se encuentren deficiencias en su diagnóstico y tratamiento. El objetivo de este trabajo fue actualizar los conocimientos relacionados con el diagnóstico y la conducta terapéutica de la catarata en los adultos mayores y los cambios después del procedimiento quirúrgico. Se realizó una revisión de literatura sistemática, en bases de datos de artículos científicos de la revista SCiElo, Pubmed y Scopus, incluyendo documentos entre 2011 y 2021. Los resultados muestran que la función visual posterior a la cirugía se relaciona con una mejora en la calidad de vida, aunque comorbilidades y factores asociados al mayor tiempo de realización de la cirugía van afectando sus resultados, que pueden llevar a baja visión incluso después del procedimiento quirúrgico.

Palabras clave: calidad de vida, catarata senil, discapacidad visual, baja visión.

ABSTRACT

Senile cataract is an opacity of the lens caused and associated with advanced age. It is the most frequent and significant cause of preventable blindness in adults worldwide, and its prevalence has increased in parallel with the rising life expectancy of people. It affects visual acuity, contrast sensitivity, and other visual functions, influencing the quality of life of individuals and even limiting their interaction with the environment. It is often associated with feelings of isolation, depression, and anxiety. Technological and surgical advancements in its treatment have made it a manageable condition. However, deficiencies in diagnosis and treatment exist due to limited access and availability of visual health services in some countries. The objective of this study was to update knowledge related to the diagnosis and therapeutic approach to cataracts in older adults, as well as the changes after the surgical procedure. The researcher conducted a systematic literature review using SCiELO, PubMed, and Scopus databases, including documents from 2011 to 2021. The results indicate that visual function improves post-surgery, enhancing quality of life. However, comorbidities and factors associated with more prolonged surgical procedures can affect outcomes, potentially resulting in low vision even after the surgical intervention.

Keywords: quality of life, senile cataract, visual impairment, low vision



Reviewed by:

Mgs. Jessica María Guaranga Lema

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0606012607

ÍNDICE

PORTADA	
DERECHOS DE AUTORIA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO DE URKUND	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
ÍNDICE.....	
1. CAPITULO I GENERALIDADES.....	13
1.1. INTRODUCCIÓN	13
1.2. Antecedentes	13
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN	17
1.5. OBJETIVOS.....	18
1.5.1. General	18
1.5.2. Específicos.....	18
2. CAPITULO II MARCO TEORICO.....	19
2.1. Anatomía del ojo humano	19
2.1.1. Complementos del ojo	23
2.2. Medios transparentes del ojo.....	24
2.2.1. Según su Localización	24
2.2.2. Cristalino.....	25
2.2.3. Catarata	28
2.3. Epidemiología	29
2.4. Etiología.....	29
2.5. Factores de riesgo.....	30
2.6. Clasificación.....	32

2.6.1.	Según la Etiología	32
2.6.2.	Según su Madurez	33
2.7.	Síntomas	33
2.8.	Signos	34
2.9.	Diagnóstico.....	34
2.10.	Examen de agudeza visual.....	35
2.11.	Evaluación de la agudeza visual con cartilla de Snellen	36
2.12.	Examen de fondo de ojo	36
2.13.	Técnica de dilatación pupilar	37
2.14.	Examen con lámpara de hendidura	38
2.15.	Exámenes.....	38
2.15.1.	Ecobiometria.....	38
2.15.2.	Microscopía especular.....	40
2.15.3.	Tomografía de Coherencia Óptica (OCT)	41
2.16.	Técnicas quirúrgicas en cirugía de catarata	42
2.16.1.	Extracción intracapsular.....	42
2.16.2.	Extracción Extracapsular de Catarata (EEC).....	42
2.16.3.	Técnica quirúrgica Mininuc o Microincision	43
2.16.4.	Facoemulsificación.....	44
2.16.5.	Femtofacó	45
2.17.	Lentes Intraoculares (LIO)	46
2.17.1.	Lentes Intraoculares monofocales	46
2.17.2.	Lentes Intraoculares Multifocales	47
2.17.3.	Lentes Intraoculares Acomodativa	48
2.17.4.	Lentes Intraoculares de foco extendido	48
3.	CAPITULO III METODOLOGÍA.....	49
3.1.	Tipo de estudio.....	49
3.1.1.	Materiales y métodos	49
4.	CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1.	Resultado	50
4.2.	Discusión	55

5. CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
5.1. CONCLUSIONES	58
5.2. RECOMENDACIONES	59
5.3. BIBLIOGRAFÍAS	60

1. CAPITULO I GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

La catarata senil es una enfermedad que ocurre cuando la sustancia normalmente desarrollada del cristalino pierde su transparencia debido a cambios degenerativos. Por su frecuencia de aparición, es la forma de catarata más importante y común (90%). Ocurre después de los 60 años y es una causa muy común de pérdida de visión en los ancianos. La mayoría de las cataratas relacionadas con la edad se desarrollan gradualmente. (Y. Santisebastian de la Rosa, 2020)

Estudios genéticos recientes muestran que los factores hereditarios juegan un papel importante en el desarrollo de cataratas relacionadas con la edad, que van del 48 al 59%. (Chylack LT Jr, 1990)

La etiología de las cataratas es muy diversa y existen varios tipos según su localización en el cristalino (cápsula, corteza y núcleo). Se desconoce la causa exacta de la opacidad del cristalino y no existe un desencadenante único. (Chylack LT Jr, 1990)

“El objetivo de este trabajo es actualizar la información sobre esta enfermedad tan extendida en una población importante como es la de los ancianos, describiendo sus características, diagnóstico, métodos de tratamiento y recomendaciones de tratamiento.” (Guadalupe, 2023)

“Para lograr este objetivo, se realiza una revisión crítica de las publicaciones científicas sobre el tema, incluyendo estudios empíricos y explicaciones generales. Los elementos del estudio se presentan en una presentación que incluye esta introducción, una explicación de la metodología utilizada, los resultados y su discusión, y las conclusiones del estudio propuesto.” (Guadalupe. 2023)

1.2. Antecedentes

El Dr. Mario Aguado realizó el estudio en la Lic. en Veracruz. Adolfo Ruíz en la Unidad de Alta Especialidad de Cortines. El objetivo del estudio, realizado entre el 21 de diciembre de 2012 y el 21 de diciembre de 2013, fue conocer la incidencia de complicaciones durante y después de la cirugía de cataratas con la técnica de facoemulsificación, especialmente en cirugías realizadas por médicos locales. También se buscaron factores asociados con estas complicaciones. (Aguado Arteaga, 2013)

El método de investigación fue observacional, longitudinal y retrospectivo. Los criterios de inclusión fueron todos los datos de pacientes operados de catarata con la técnica de facoemulsificación y que asistieron al Centro Médico Nacional «Lic. Adolfo Ruíz Cortines», del 21.12.2012 al 21.12.2013. Se excluyeron los pacientes intervenidos de catarata mediante

técnica extracapsular o intervenidos por un médico indicado por el servicio. (Aguado Arteaga, 2013)

Resultados: Se estudiaron 46 pacientes con diagnóstico de catarata, de los cuales 21 eran mujeres y 24 hombres. La edad osciló entre 40 y 83 años, con una media de $60,18 \pm 80,65$ años. En cuanto al origen de la catarata, se encontró origen metabólico en el 66,7%, catarata senil en el 24,4% y catarata secundaria en el 8,9%. Se observaron ocho complicaciones, correspondientes al 17,85%, de las cuales intraoperatoriamente y por orden de aparición fueron: rotura de cápsula posterior, migración nuclear al vítreo, rexisforesis de cápsula, iridodíálisis. (Aguado Arteaga, 2013)

De las cinco complicaciones postoperatorias, solo se observó edema corneal. De estos, a su vez, se puede decir que el 7,4% del total de operaciones realizadas por cirujanos varones tuvo alguna complicación y el 33,3% de las operaciones realizadas por cirujanas, lo que resultó estadísticamente significativo con un valor de $p=0,045$. La edad del paciente, el género y el tipo de catarata no se asociaron con complicaciones. En general, se observó un total de 17,8% de complicaciones en pacientes operados de cataratas. Un factor asociado a las complicaciones es el sexo del cirujano, siendo el sexo femenino el que presenta el mayor porcentaje con un 33,3%. (Aguado Arteaga, 2013)

En 2018, Juan Díaz realizó un estudio en el Hospital San José, Bogotá, para describir los resultados y complicaciones de los pacientes sometidos a cirugía de catarata con facoemulsificación e implante de lente intraocular e investigar la relación entre posibles cofactores y complicaciones intraoperatorias. La metodología de este trabajo fue retrospectiva. (J. Diaz Granados, 2018)

Se incluyeron todos los datos de cirugía de catarata con facoemulsificación entre 2010 y 2016. Se excluyeron los casos con datos insuficientes, convertidos a extracción extracapsular de catarata por motivos distintos a las complicaciones y sometidos a cirugía combinada electiva. Se describieron características oculares intraoperatorias especiales, dureza de la catarata, cooperación intraoperatoria del paciente, resultados visuales y refractivos y complicaciones en el primer mes posoperatorio. (J. Diaz Granados, 2018)

Los resultados mostraron que se incluyeron 2175 archivos, se excluyeron 128 y se examinaron 2047 archivos. Un mes después de la cirugía, el 86,8% logró agudeza corregida de 20/40 o mejor y el 75,2% esférica $\pm 1,00$ D. Los ojos con ciertas características tuvieron más complicaciones intraoperatorias, al igual que aquellos con cataratas muy severas y aquellos con poca cooperación. La complicación intraoperatoria más frecuente fue el desgarramiento capsular y la opacificación capsular posterior. (J. Diaz Granados, 2018)

La Dra. Ariana Negrete Reyes y la Dra. Maitee Vasconez Swett realizaron un estudio en 2017 en la Fundación Casa Blanca en Ecuador para identificar los síntomas oculares más comunes en diabéticos tipo 2 mayores de 60 años. (Negrete Reyes, 2019)

Se realizó un estudio exploratorio, observacional, descriptivo, transversal; una muestra aleatoria de 109 diabéticos tipo 2 mayores de 60 años que acudieron a la consulta de un oftalmólogo en base a la información obtenida de las historias clínicas proporcionadas por la citada fundación. (Negrete Reyes, 2019)

De acuerdo con los resultados obtenidos, el 90,8% de nuestra población de estudio desarrolló síntomas oftálmicos y el 89,9% carecía de control oftálmico adecuado. En conclusión, se demostró una estrecha asociación entre el mal control de la DM tipo II y las complicaciones oftalmológicas en pacientes mayores de 60 años, dando lugar a diversos grados de discapacidad visual debido a diferentes factores como la edad y el sexo, tiempo de aparición de la enfermedad, control metabólico, nivel de actividad física y adherencia a la terapia, y presencia de presión arterial controlada o no controlada. (Negrete Reyes, 2019)

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a las altas tasas de prevalencia de cataratas, este problema de salud se considera de gran importancia en el ámbito de la salud pública. Por lo tanto, resulta imprescindible contar con información que nos permita evaluar la situación actual.

La catarata tiene un impacto significativo en la calidad de vida, llegando incluso a ser incapacitante para quienes la padecen, lo que los obliga a depender de terceros para llevar a cabo actividades diarias.

La falta de conocimiento sobre la situación de esta enfermedad en Ecuador se refleja en la dificultad para establecer políticas adecuadas y en los obstáculos que enfrenta el personal médico al intentar brindar cobertura y tratamiento para esta enfermedad.

Además, el aumento en la esperanza de vida ha llevado a una mayor exposición a enfermedades crónicas, muchas de las cuales no se tratan adecuadamente o están mal controladas, lo que puede aumentar el riesgo de desarrollar cataratas y su incidencia. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), entre los años 2000 y 2015, se registró un aumento de 5 años en la esperanza de vida, el cual se considera el aumento más rápido desde la década de 1960.

Por tanto, esta investigación tiene como objetivo abordar la falta de estudios en el campo de la oftalmología, específicamente en lo que respecta a las cataratas. Su propósito es recopilar datos que permitan establecer una base sólida para la toma de decisiones y el diseño de estrategias de acción tanto a nivel nacional como provincial, por parte de los responsables y médicos del sector.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de llevar a cabo esta investigación surge al reconocer que la catarata es un problema a nivel mundial y, por ende, también a nivel hospitalario en nuestro entorno. Desde una perspectiva social, la disminución de la visión tiene un impacto en la calidad de vida de las personas, así como en su entorno social y familiar, ya que el paciente se vuelve dependiente de otros, convirtiéndose en una carga tanto para la familia como para la sociedad. Sin embargo, la cirugía ofrece la ventaja de poder restaurar la capacidad visual.

Hasta el momento, la cirugía de cataratas es el único tratamiento definitivo, el cual implica reemplazar el cristalino opaco por una lente intraocular. Al ser un procedimiento ambulatorio, permite una pronta recuperación visual postoperatoria, lo que facilita que los pacientes puedan reincorporarse a sus actividades sociales y laborales sin necesidad de largos periodos de convalecencia. Además, esto conlleva a la reducción de los costos hospitalarios y de seguridad social. Asimismo, en la mayoría de los pacientes, existe la posibilidad de no requerir corrección óptica después de la cirugía, lo que son los efectos positivos del tratamiento quirúrgico en la actualidad. El objetivo final de la operación de cataratas es lograr la emetropía, es decir, la ausencia de defectos refractivos.

Los resultados e indicadores obtenidos en esta investigación serán una contribución valiosa para los estudiantes en formación, ya que les permitirá conocer los resultados y las ventajas de la cirugía de cataratas de mínima incisión.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. General

- Actualizar los conocimientos relacionados con el diagnóstico y la conducta terapéutica de la catarata.

1.5.2. Específicos

- Documentar bibliográficamente el diagnóstico y tratamiento de la catarata.
- Describir las técnicas quirúrgicas más utilizadas en cirugía de catarata.

2. CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Anatomía del ojo humano

Para comprender las anomalías oftálmicas, es fundamental contar con conocimientos sobre la anatomía y el funcionamiento del ojo. (Guzmán Martín, 2008)

El ojo es el órgano encargado de la visión y se encuentra ubicado en la cavidad orbitaria del cráneo. (Villar Loayza, 2001). Sin embargo, es importante destacar que el proceso de la visión en realidad es llevado a cabo por el cerebro, mientras que la función del ojo es convertir las vibraciones de luz en impulsos nerviosos que se transmiten al cerebro para generar la experiencia visual. (Loyola Ordoñez, 2018)

El diámetro del globo ocular tiene una medida aproximada de 2,4 cm y presenta una prominencia en su parte frontal. Entre la pared del globo ocular y el hueso orbitario se encuentra la cápsula de Tenon, que es un tejido conjuntivo que conecta estas dos estructuras. La cápsula de Tenon se extiende desde el limbo corneal hasta el nervio óptico, recorriendo el globo ocular. (Vaughan, 2012)

En el globo ocular, a nivel transversal, se pueden identificar tres cámaras rellenas de líquidos: (Loyola Ordoñez, 2018)

- **Cámara anterior:** Se encuentra ubicada entre la córnea y el iris. Esta cámara está rellena de humor acuoso, un líquido transparente que desempeña un papel vital en el suministro de nutrientes y oxígeno a las estructuras del ojo. El ángulo iridocorneal, formado por la unión entre la córnea y las raíces del iris, es fundamental para el drenaje del humor acuoso. La red trabecular, compuesta por células y haces de colágeno, actúa como un filtro de tamaño de poro. A través de esta red, el humor acuoso drena hacia el canal de Schlemm y, finalmente, pasa al sistema venoso a través de las venas acuosas. (James, 2012)
- **Cámara posterior:** Se encuentra entre el iris, los procesos ciliares y el cristalino. Al igual que la cámara anterior, esta cámara también está rellena de humor acuoso. (Loyola Ordoñez, 2018)
- **Cámara vítrea o cuerpo vítreo:** Está situada entre el cristalino y la retina. Esta cámara está rellena de humor vítreo, un líquido transparente, avascular y de consistencia gelatinosa. Está compuesto principalmente por agua (99%) y contiene una pequeña cantidad de colágeno y ácido hialurónico. El humor vítreo representa aproximadamente dos tercios tanto del volumen como del peso del ojo. La membrana hialoide, que es la superficie externa del cuerpo vítreo, está en contacto con la cara posterior de la cápsula del cristalino, la parte plana del epitelio, la retina y el nervio óptico. (Loyola Ordoñez, 2018)

El estudio del ojo generalmente implica la división en tres capas distintas: (Loyola Ordoñez, 2018)

- **Capa externa:** Esta capa se encuentra en la parte anterior del ojo y tiene como función principal la protección del órgano. Está compuesta por tres estructuras: la esclerótica, el limbo esclerocorneal y la córnea. (Loyola Ordoñez, 2018)
- **Esclerótica:** Es una cubierta externa fibrosa que consiste principalmente en colágeno. Esta estructura forma una capa densa de color blanco que brinda soporte y protección al globo ocular. La esclerótica se extiende hacia adelante para fusionarse con la córnea y hacia atrás para conectarse con la duramadre del nervio óptico. (Loyola Ordoñez, 2018)

En la parte posterior de la esclerótica, se encuentra un adelgazamiento conocido como la lámina cribosa, a través de la cual pasan las fibras del nervio óptico. En la lámina cribosa se encuentra la papila del nervio óptico, también conocida como el punto ciego del ojo. (Loyola Ordoñez, 2018)

La episclerótica es una capa que recubre la superficie externa de la esclerótica y contiene vasos sanguíneos que irrigan esta estructura. (Villar Loayza, 2001)

- **Limbo esclerocorneal:** Es el área de transición entre la esclerótica y la córnea. Este tejido conjuntivo contiene vasos sanguíneos importantes. En el limbo se encuentra el canal de Schlemm, que desempeña un papel crucial en la reabsorción del humor acuoso. (Guzmán Martín, 2008)
- **Córnea:** La córnea es una estructura transparente que cubre el iris y la pupila. Se inserta en la esclerótica a través del limbo, (Vaughan, 2012); formando una depresión conocida como el surco de la esclerótica. La córnea es la primera y más poderosa lente del ojo, junto con el cristalino, que permite enfocar una imagen clara hacia los fotorreceptores. (Loyola Ordoñez, 2018)

La córnea consta de cinco capas, en orden de adelante hacia atrás: epitelio, membrana de Bowman, estroma, membrana de Descemet y endotelio. A diferencia de otras partes del ojo, la córnea carece de vasos sanguíneos y se nutre a través de los vasos del limbo, el humor acuoso y las lágrimas, mientras que el oxígeno se obtiene principalmente del aire. (Vaughan, 2012)

- **Capa media o úvea:** Esta capa del ojo es rica en vasos sanguíneos y células pigmentarias. Se compone de tres partes, de adelante hacia atrás: (Loyola Ordoñez, 2018)
- **El iris:** Es una estructura pigmentada en forma de cono que se encuentra frente al cristalino y divide las cámaras anterior y posterior del ojo, que contienen humor acuoso. A partir del epitelio anterior, que cubre la superficie posterior del estroma del iris, se desarrollan los músculos dilatadores y el esfínter. El suministro de sangre al iris proviene del círculo mayor del iris y recibe inervación sensorial a través de fibras de los nervios ciliares (Loyola Ordoñez, 2018)

La abertura central del iris se llama pupila, a través de la cual pasan los rayos de luz después de atravesar la córnea y el humor acuoso. Estos rayos llegan al cristalino, luego al cuerpo vítreo y finalmente a las células receptoras de la retina para formar la imagen. (Guzmán Martín, 2008)

La función del iris es regular la cantidad de luz que ingresa al ojo mediante dos músculos que rodean los bordes de la pupila: el músculo dilatador de la pupila, que causa la dilatación (midriasis) bajo la acción del sistema simpático, y el músculo constrictor de la pupila, que causa la constricción (miosis) bajo la acción del sistema parasimpático. (Loyola Ordoñez, 2018)

- **El cuerpo ciliar**, de forma más o menos triangular, se extiende desde el extremo anterior de la coroides hasta la raíz del iris, con una longitud de aproximadamente 6 milímetros. Se compone de dos zonas: la zona rugosa anterior (plegada), que ocupa alrededor de 2 mm, y la zona plana posterior, que ocupa los 4 mm restantes. (Abela-Formanek D, 2002)

A partir de la zona plegada, surgen los procesos ciliares, que se forman por la unión de capilares. (Acerbi, 2012)

Continuando con la descripción del ojo, se han identificado 3 estructuras: (Aditya, 2018)

- **Músculo ciliar:** El músculo ciliar está compuesto por fibras longitudinales, radiales y circulares. Las fibras circulares son responsables de la contracción y relajación de las fibras de la zónula. Esta acción afecta la tensión en la cápsula del cristalino y permite el enfoque de objetos a diferentes distancias. (Aguado Arteaga, 2013)

La irrigación del músculo ciliar proviene del círculo mayor del iris, mientras que la innervación se realiza a través de los nervios ciliares cortos. (Alonso, 2012)

- **Los procesos ciliares** son salientes y entrantes cubiertos por un epitelio cúbico biselado. Estos procesos son responsables de la secreción del humor acuoso, que es un líquido transparente que se encuentra en las cámaras anterior y posterior del ojo. (Andonegui, 2008)
- **La zónula** se origina en el cuerpo ciliar y se inserta en la cápsula del cristalino. Es a través de la zónula que el cristalino está unido al resto del cuerpo ciliar, proporcionando soporte y permitiendo su movilidad. (Anthony, 2012)
- **La coroides** es una capa vascularizada que se encuentra entre la retina y la esclerótica. Forma la parte posterior del tracto uveal del ojo. Está compuesta por tres capas de vasos sanguíneos coroidales: grandes, intermedios y pequeños. La sangre que circula por estos vasos se drena hacia las venas de los cuatro vértices. (Argento, 2008)

La coroides se encuentra unida a la membrana de Bruch en su parte interna y a la esclerótica en su parte externa. Está adherida posteriormente al nervio óptico y anteriormente al cuerpo ciliar. (Argento, 2008)

- **Capa interna o retina:** La retina es una capa delgada y semitransparente compuesta por células nerviosas fotosensibles. Cubre aproximadamente dos tercios de la pared posterior del globo ocular. Se extiende hasta casi el cuerpo ciliar en su parte anterior y termina en un borde irregular llamado ora serrata. La retina se encuentra en estrecha unión con el epitelio retiniano pigmentario. Sin embargo, estas capas pueden separarse fácilmente, formando el espacio subretiniano. La retina tiene un espesor de aproximadamente 0.1 mm cerca de la ora serrata y alrededor de 0.56 mm en las partes del polo posterior del ojo. (Y. Santisebastian de la Rosa, 2020)

La retina está compuesta por diferentes tipos de células que desempeñan funciones específicas en la transmisión y procesamiento de la información visual, las cuales son:

- Neuronas fotorreceptoras:** Los conos y los bastones son las células fotorreceptoras de la retina. Los bastones son más numerosos y son responsables de la visión en condiciones de baja iluminación (visión nocturna) y la percepción del contraste. Los conos son menos abundantes, pero permiten la visión en colores y la percepción de detalles finos. (Wiechers, 2014)
- Neuronas horizontales:** Estas células se encuentran entre las células fotorreceptoras (conos y bastones) y las células bipolares. Su función principal es la modulación de la comunicación entre estas células. (Y. Santisebastian de la Rosa, 2020)
- Neuronas bipolares:** Las células bipolares se encuentran en la capa nuclear interna de la retina. Reciben señales de las células fotorreceptoras y transmiten información a las células amacrinas o directamente a las células ganglionares. (Negrete Reyes, 2019)
- Neuronas amacrinas:** Las células amacrinas se encuentran entre las células bipolares y las células ganglionares. Estas células están involucradas en la integración y procesamiento de la información visual antes de que se transmita a las células ganglionares. (Negrete Reyes, 2019)
- Neuronas ganglionares:** Las células ganglionares se encuentran en la capa ganglionar de la retina. Son las últimas células en la cadena de procesamiento de la información visual en la retina. Las células ganglionares reciben señales de las células bipolares y transmiten la información a través de sus axones, que se agrupan para formar el nervio óptico y llevar la información visual al cerebro. (Loyola Ordoñez, 2018)
- Células de la neuroglía:** Además de las neuronas, la retina también contiene células de la neuroglía, que desempeñan funciones de soporte y mantenimiento de las células neuronales. Estas células incluyen los astrocitos y las células de Müller, que brindan soporte estructural, nutrición y protección a las células neuronales de la retina. (Loyola Ordoñez, 2018)

Se han identificado 10 capas en la estructura de la retina, ordenadas desde la más interna hasta la más externa: (Hormigo, 2020)

- a) Membrana limitante interna. (Hormigo, 2020)

- b) Capa de fibras nerviosas (axones de células ganglionares que se dirigen hacia el nervio óptico). (Hormigo, 2020)
- c) Capa de células ganglionares. (Hormigo, 2020)
- d) Capa plexiforme interna (conexiones entre células ganglionares, amacrinas y bipolares). (Hormigo, 2020)
- e) Capa nuclear interna que contiene cuerpos celulares de amacrinos y bipolares. (Hormigo, 2020)
- f) Capa plexiforme externa (conexión de células bipolares y horizontales con fotorreceptores). (Hormigo, 2020)
- g) Capa nuclear externa que alberga los núcleos de las células fotorreceptoras. (Hormigo, 2020)
- h) Membrana limitante externa. (Hormigo, 2020)
- i) Capa fotorreceptora compuesta por bastones y segmentos de conos. (Hormigo, 2020)
- j) Epitelio retiniano pigmentario. (Hormigo, 2020)

Las células receptoras, con forma de conos y bastones, se encuentran en la superficie externa de la retina, detrás de una capa de tejido pigmentado. (Loyola Ordoñez, 2018)

La retina contiene una región denominada mácula, ubicada en el centro de la retina posterior, con un diámetro de aproximadamente entre 5.5 y 6.0 milímetros. En esta área, se encuentra el pigmento amarillo, conocido como xantofila, donde se encuentran exclusivamente conos y se alcanza una alta agudeza visual. (Loyola Ordoñez, 2018)

A medida que nos alejamos de la zona sensible, la cantidad de células con forma de cono disminuye, hasta que en los bordes externos de la retina solo se encuentran células con forma de bastones. (Loyola Ordoñez, 2018)

Dentro de la mácula se encuentra la fovea, que tiene un diámetro de 1.5 mm y representa un adelgazamiento de la capa nuclear externa. La fovea, junto con la foveola (la parte más delgada de la retina con 0.25 mm), permiten una discriminación visual precisa y una agudeza visual óptima, respectivamente. (Loyola Ordoñez, 2018)

El suministro sanguíneo de la retina se realiza a través de los coriocalpares, que irrigan el tercio externo, incluyendo las capas plexiformes, la nuclear externa, los fotorreceptores y el epitelio retiniano pigmentario, mientras que los dos tercios internos restantes son abastecidos por ramas de la arteria retiniana central. (Loyola Ordoñez, 2018)

2.1.1. Complementos del ojo

El nervio óptico penetra por debajo de la fovea central, creando una pequeña área redonda en la retina conocida como papila o disco óptico. Esta región no contiene células sensibles a la luz y corresponde al punto ciego del ojo. (Ophthalmology, 2014-2015)

Además de las estructuras internas como la retina, existen elementos complementarios del ojo que se encuentran tanto en su parte exterior como en su parte interior. (Oftalmologica, 2018)

- **El cristalino** es una estructura transparente y sin vasos sanguíneos en forma de lente biconvexa que se sitúa detrás del iris y delante del humor vítreo. (Ophthalmology, 2014-2015)

El humor acuoso se encuentra en su parte frontal y el humor vítreo en la parte posterior. El cristalino está envuelto por una cápsula semipermeable que permite el paso de agua y electrolitos. En la parte frontal, presenta un epitelio subcapsular. (Loyola Ordoñez, 2018)

Su núcleo y corteza están compuestos por láminas concéntricas que se unen mediante suturas en forma de Y. (Loyola Ordoñez, 2018)

El cristalino tiene un alto contenido proteico en relación a otras partes del cuerpo humano y contiene una concentración destacada de potasio. También se encuentra presente el ácido ascórbico y el glutatión. El cristalino carece de fibras sensibles al dolor, irrigación sanguínea y nervios. (Martin, 2009)

- **Los párpados** son membranas móviles cubiertas de piel y con un marco cartilaginoso que protegen al ojo. En su superficie interna, se encuentra la conjuntiva palpebral. En el interior del párpado, se encuentran glándulas sudoríparas y sebáceas. (Loyola Ordoñez, 2018)
- **Las glándulas lacrimales** se ubican en el ángulo externo superior de la órbita y son responsables de segregar lágrimas que bañan el ojo al parpadear. Las lágrimas fluyen hasta la carúncula lacrimal, el saco lacrimal y el conducto nasolacrimal. (Pilar, 2014)
- **El humor acuoso** es producido por el cuerpo ciliar y se encuentra en la cámara posterior del ojo. Luego atraviesa la pupila hacia la cámara anterior y se distribuye hacia el ángulo iridocorneal. (Silva, 2006)

Por último, la conjuntiva es una membrana que recubre diferentes partes del ojo. Se distinguen tres tipos de conjuntiva: (Oftalmologica, 2018)

- Conjuntiva palpebral, que cubre la cara posterior de los párpados. (Santa Elena, 2021)
- Conjuntiva bulbar, que recubre la córnea. (Santa Elena, 2021)
- Conjuntiva del fondo de saco. (Santa Elena, 2021)

2.2. Medios transparentes del ojo

2.2.1. Según su Localización

- **Catarata de localización subcapsular-anterior:** Se encuentra situada directamente en la cara anterior del cristalino, desde su ecuador, este tipo de catarata esta relacionada con la metaplasia fibrosa del epitelio ocular. (Kanski, 2015)

- **Catarata de localización subcapsular-posterior:** Esta situada en la cápsula-posterior cristalino, tiende a progresar más rápidamente que la catarata nuclear. (Deborah, 2020) El paciente que tiene este tipo de catarata tiende a perder la visión con un compromiso mucho mayor de las demás, (Kanski, 2015), el uso de corticoides sistémico y tópicos está asociado con la formación de este tipo de cataratas. (Deborah, 2020) Es frecuentemente encontrada en pacientes diabéticos, en aquellos usuarios de medicamento corticoides, o en pacientes con uveítis. (MINSAs, 2009)
- **Catarata Nuclear:** Progresa muy lentamente, la visión de lejos suele encontrarse mucho más afectada que la visión de cerca. (Deborah, 2020) Esta se debe al endurecimiento del núcleo que se da en las fibras situadas en la periferia por el aumento de presión en las mismas originando así un color amarillo-marrón, lo cual opaca los colores significativamente en la visión de los pacientes. (Deborah, 2020)
- **Catarata cortical:** Este tipo de catarata no degrada mucho la visión, aparecen repentinamente después de un trauma y progresan lentamente. (Deborah, 2020)

2.2.2. Cristalino

El cristalino es un componente crucial del ojo y se enfocará en este apartado debido a que la catarata es una afección que afecta específicamente al cristalino. (Loyola Ordoñez, 2018)

El cristalino es una lente transparente en forma de disco biconvexo, sin vasos sanguíneos y de aproximadamente 4 mm de ancho y 9 mm de diámetro. Se encuentra ubicado detrás del iris y está suspendido por la zónula de Zinn, que lo conecta con el cuerpo ciliar. (Loyola Ordoñez, 2018)

Después del desarrollo fetal, el cristalino carece de irrigación y nervios, lo que significa que depende completamente del humor acuoso para obtener nutrientes y eliminar desechos metabólicos. (Loyola Ordoñez, 2018)

Una de las funciones principales del cristalino es refractar la luz debido a su índice de refracción. En su estado basal, el cristalino contribuye con aproximadamente 15 a 20 dioptrías (D) de las 60 dioptrías totales del ojo humano. (Loyola Ordoñez, 2018)

La transparencia del cristalino se debe a ciertas características, entre ellas: (Loyola Ordoñez, 2018)

- La ausencia de vasos sanguíneos, lo que evita la inflamación. (Loyola Ordoñez, 2018)
- La distribución regular de sus fibras. (Loyola Ordoñez, 2018)
- Un metabolismo escaso que ocurre principalmente de forma anaeróbica. (Loyola Ordoñez, 2018)

A pesar de que el cristalino se nutre a partir del humor acuoso, es una estructura relativamente deshidratada, con solo un 63% de contenido de agua. Además, es rico en

proteínas, que representan alrededor del 35-36% de su composición (tanto solubles como insolubles). (Loyola Ordoñez, 2018)

El cristalino tiene varias regiones morfológicas que desempeñan funciones específicas: (Loyola Ordoñez, 2018)

- **Cápsula:** Es una membrana elástica y transparente secretada por las células epiteliales. Rodea el parénquima del cristalino y es más gruesa en la zona central, pero más delgada en el polo posterior. En la región del polo posterior central, puede tener un espesor de 2-4 μm . La cápsula del cristalino moldea su contenido durante la acomodación. La capa más externa de la cápsula se conoce como zona lamelar, que es el punto de anclaje para las fibras zonulares. (Loyola Ordoñez, 2018)
- **Epitelio del cristalino:** Esta capa se encuentra detrás de la cápsula anterior y está compuesta por células con capacidad mitótica. Estas células se ubican en forma de anillo alrededor del lente y forman la zona germinativa. A medida que migran hacia el centro del cristalino, se diferencian en fibras. (Loyola Ordoñez, 2018)
- **Corteza:** En el cristalino, ninguna célula desaparece, todas se mantienen a lo largo de la vida. Las células más jóvenes compactan a las más antiguas formando capas. Las capas internas, en la zona central, están formadas por células más viejas, mientras que las fibras más recientes se encuentran en la periferia, formando la corteza del cristalino. (Loyola Ordoñez, 2018)
- **Núcleo:** En el centro del cristalino, todavía persisten células embrionarias y fetales, que son las más antiguas. No hay una delimitación clara entre la corteza y el núcleo, ya que la transición entre estas regiones es gradual. (Loyola Ordoñez, 2018)
- **Zónula de Zinn:** Está constituida por microfibrillas que forman un tejido elástico que proporciona soporte al lente. Estas fibras se originan en la lámina basal del epitelio de la pars plana y pars plicata del cuerpo ciliar. Transmiten la contracción del músculo ciliar, que al contraerse disminuye la distancia entre los procesos ciliares y el punto medio del cristalino. (Loyola Ordoñez, 2018)

El cristalino desempeña diversas funciones, que incluyen las siguientes: (Loyola Ordoñez, 2018)

- Mantener su transparencia original. (Loyola Ordoñez, 2018)
- Refractar la luz. (Loyola Ordoñez, 2018)
- Proporcionar acomodación, que es la capacidad del ojo para ajustar su enfoque y aumentar su poder de refracción para objetos cercanos. Esto implica un aumento en el grosor y la curvatura de la parte central del cristalino en respuesta a la contracción del músculo ciliar y las fibras zonulares. La acomodación se desencadena cuando la imagen en la retina está desenfocada, lo que activa el reflejo de acomodación. (Loyola Ordoñez, 2018)

La acomodación es principalmente un proceso activo que implica la contracción del músculo ciliar, mientras que los demás elementos involucrados tienen un papel pasivo. Se inicia con una imagen desenfocada en la retina y sigue los siguientes pasos: (Loyola Ordoñez, 2018)

- I. Contraer el músculo ciliar, lo que reduce el diámetro del anillo muscular. (Loyola Ordoñez, 2018)
- II. Disminuir la tensión en las fibras de la zónula, lo que las relaja. (Loyola Ordoñez, 2018)
- III. El cristalino adopta una forma más esférica debido a las propiedades viscoelásticas de su núcleo, lo que aumenta su potencia dióptrica para lograr la acomodación. El espesor central del cristalino aumenta aproximadamente un 75% y su diámetro disminuye. (Loyola Ordoñez, 2018)
- IV. Se produce una contracción pupilar (miosis) que aumenta la profundidad de campo del ojo. (Loyola Ordoñez, 2018)

La medida de la acomodación se realiza a través de las fibras parasimpáticas del tercer par craneal (nervio motor ocular común). Los paracimpaticomiméticos estimulan la acomodación, mientras que los paracimpaticolíticos la bloquean. (Loyola Ordoñez, 2018)

La amplitud de la acomodación se refiere al grado en que varía la potencia refractiva durante la acomodación. Esta amplitud puede verse afectada por la edad, la ingesta de ciertos medicamentos y ciertas enfermedades. (Loyola Ordoñez, 2018)

El cristalino se encuentra en constante renovación, con las fibras que crecen a partir del epitelio. Las células en la región central tienen actividad mitótica, y las nuevas células se convierten en fibras que pierden sus orgánulos para mantener la transparencia del cristalino. Las células del epitelio no pueden desprenderse hacia el exterior, lo que da lugar a un crecimiento continuo que modifica el interior del cristalino. (Loyola Ordoñez, 2018)

Al nacer, el cristalino tiene aproximadamente 6.4 mm de diámetro en la zona central y 3.5 mm en la dimensión posterior, con un peso de 90 mg. En la edad adulta, el diámetro central es de alrededor de 9 mm y la dimensión anteroposterior alcanza los 5 mm, con un peso de 255 mg. (Loyola Ordoñez, 2018)

Las células ubicadas en el epitelio y en la parte externa de la corteza del cristalino presentan una alta tasa metabólica y utilizan oxígeno y glucosa para transportar electrolitos, hidratos de carbono y aminoácidos. Dado que el cristalino no cuenta con vasos sanguíneos, mantener su transparencia depende de la capacidad para regular el equilibrio hidroelectrolítico, lo cual requiere una comunicación entre las células antiguas y las nuevas en el núcleo y la corteza. Cualquier alteración en la hidratación puede llevar a la opacidad del cristalino, siendo la corteza más hidratada que el núcleo. (Loyola Ordoñez, 2018)

A lo largo de la vida, la corteza del cristalino aumenta en grosor y adopta una forma cada vez más curva, lo que provoca una disminución progresiva de su capacidad para acomodar a medida que se envejece. Este fenómeno se conoce como presbicia o vista cansada. La disminución del índice de refracción con la edad puede deberse probablemente a la presencia de partículas proteínicas insolubles en mayor cantidad. Esta condición afecta a la mayoría de la población a partir de los cuarenta años aproximadamente. (Loyola Ordoñez, 2018)

Investigaciones han demostrado que la rigidez del cristalino aumenta más de mil veces a lo largo de la vida. Durante la adolescencia, se suele tener una capacidad de acomodación de 12 a 16 dioptrías; a los 40 años, esta capacidad se reduce a 4 a 8 dioptrías, y a partir de los 50 años, es inferior a 2 dioptrías. (Loyola Ordoñez, 2018)

A partir de la tercera década de vida, el crecimiento de nuevas capas del cristalino ocurre de dos maneras: (Loyola Ordoñez, 2018)

- I. El centro se comprime debido a la presencia de células antiguas, lo que resulta en la formación del núcleo del cristalino adulto. Esto genera cambios en su comportamiento al disminuir su elasticidad. (Loyola Ordoñez, 2018)
- II. También se produce una disminución del contenido de agua, lo que causa un aumento en el peso del cristalino de hasta un 30%. (Loyola Ordoñez, 2018)

2.2.3. Catarata

Se considera catarata a cualquier opacidad en el cristalino. Aunque la mayoría de las cataratas son resultado del envejecimiento, pueden afectar a personas de diferentes edades. Además del factor de edad, existen otros factores que contribuyen al desarrollo de la enfermedad, como traumas, exposición a toxinas, enfermedades sistémicas, tabaquismo y predisposición genética. La incidencia de cataratas aumenta a medida que se envejece, con una incidencia del 50% en personas de 65 a 74 años, que se eleva a alrededor del 70% en edades superiores. (Loyola Ordoñez, 2018)

Aunque la patogénesis de la catarata no se comprende por completo, se ha observado un patrón común en los cristalinos afectados, que es la presencia de proteínas que alteran su transparencia y pueden incluso provocar cambios de color amarillento. También se ha identificado un crecimiento excesivo de células epiteliales. Se cree que la exposición a rayos ultravioleta, procesos oxidativos y desnutrición son factores contribuyentes para el desarrollo de la enfermedad. (Loyola Ordoñez, 2018)

Las cataratas se clasifican según la opacidad de las proteínas del cristalino en: (Loyola Ordoñez, 2018)

- **Catarata madura:** todas las proteínas son opacas. (Loyola Ordoñez, 2018)
- **Catarata inmadura:** algunas proteínas son transparentes. (Loyola Ordoñez, 2018)

- **Catarata hipermadura:** las proteínas de la corteza se vuelven líquidas y, en este estado, pueden escapar de la cápsula, lo que provoca que la cápsula adquiera una apariencia rugosa. Si el núcleo flota libremente en la cápsula, se conoce como catarata de Morgagni. (Loyola Ordoñez, 2018)

Las cataratas no se pueden detectar hasta que se vuelven lo suficientemente densas como para causar problemas visuales. Por lo tanto, la densidad de la catarata se correlaciona con la pérdida visual, que se evalúa mediante la prueba de agudeza visual de Snellen. Según el Cataract Management Guideline Panel, se recomienda combinar este examen con el criterio clínico basado en la capacidad del paciente para llevar a cabo sus actividades diarias, a fin de tomar decisiones terapéuticas. (Loyola Ordoñez, 2018)

2.3. Epidemiología

Según la Organización Mundial de la Salud, la catarata es una de las principales causas de ceguera y discapacidad visual en el mundo. En los últimos años, se ha observado un aumento en el número anual de personas con discapacidad visual debido a opacidades en el cristalino. (Loyola Ordoñez, 2018)

En Ecuador, según la Encuesta Rápida de Ceguera Evitable realizada por la Asociación Panamericana de Salud en 2009-2010, la prevalencia de ceguera bilateral fue del 1,6% y la prevalencia de ceguera unilateral fue del 5,8%. (Loyola Ordoñez, 2018)

Según la International Agency for the Prevention of Blindness (IAPN), en Ecuador la prevalencia de ceguera es del 1,7% y el 74% de estos casos se atribuyen a la catarata.

En relación a la frecuencia de cataratas en Ecuador, los datos disponibles se derivan de la Encuesta Nacional de Salud, Bienestar y Envejecimiento SABE I Ecuador, llevada a cabo por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos con el objetivo de evaluar el estado de salud de adultos de 60 años o más en 2009. Según esta encuesta, se encontró que un 25.8% de los adultos mayores recibieron un diagnóstico de cataratas en algún momento de sus vidas. La mayoría de ellos (87.3%) indicaron que el diagnóstico se realizó después de los 50 años. Entre los adultos mayores que participaron en la encuesta y fueron diagnosticados con cataratas, solo un 39.8% informó haberse sometido a cirugía. (Loyola Ordoñez, 2018)

2.4. Etiología

Es multifactorial pudiendo ser degenerativa, traumática, metabólica, infecciosa o inflamatoria. Según su etiología puede ser: Senil, secundaria o complicada (uveítis anterior crónica, miopía progresiva, glaucoma, tumores, secundaria a radiaciones infrarrojas, ionizas y a descargas eléctricas, cuerpos extraños, tóxicas), metabólica. (MINSAL, 2009)

2.5. Factores de riesgo

La aparición de cataratas se debe a múltiples razones, lo que la convierte en una enfermedad multifactorial. A continuación, se enumeran los siguientes factores de riesgo: (Loyola Ordoñez, 2018)

1. **Factores genéticos:** Aproximadamente un tercio de las cataratas congénitas son hereditarias, y se ha identificado el gen PITX3 como responsable de esta enfermedad. (Loyola Ordoñez, 2018)
2. **Factores maternos y fetales:** La desnutrición durante el embarazo o en la primera infancia, infecciones durante el embarazo (como rubéola, citomegalovirus, toxoplasmosis, entre otras), consumo de alcohol y drogas durante el embarazo, exposición a radiación durante la gestación, hipoxia en el tercer trimestre del embarazo y variaciones del síndrome de Osaca se asocian con la formación de cataratas zonulares. (Loyola Ordoñez, 2018)
3. **Género:** Las mujeres tienen un mayor riesgo de desarrollar cataratas, y se cree que esto está relacionado con la disminución de estrógenos después de la menopausia. (Loyola Ordoñez, 2018)
4. **Raza:** Las personas afroamericanas e hispánicas tienen el doble de riesgo de desarrollar cataratas en comparación con las personas caucásicas. Esta diferencia puede atribuirse a dificultades para acceder a servicios de salud y falta de control de enfermedades crónicas, siendo la diabetes especialmente relevante. (Loyola Ordoñez, 2018)
5. **Edad:** Las cataratas seniles ocurren en personas mayores de 50 años y no están relacionadas con causas químicas, mecánicas o de radiación. Representan aproximadamente el 48% de los casos de ceguera en todo el mundo. (Loyola Ordoñez, 2018)
6. **Deshidratación:** La deshidratación causada por episodios graves de diarrea aumenta la propensión a desarrollar cataratas en 4.1 veces. Este riesgo aumenta en un 21% con dos o más episodios de deshidratación. (Loyola Ordoñez, 2018)
7. **Hipertensión:** La disminución de la enzima Na K ATPasa reduce el transporte de iones en el epitelio del cristalino, lo que conduce a la aparición de cataratas en ratones. Estudios in vitro con inhibidores de esta enzima han demostrado la opacificación del cristalino. Se ha observado una disminución de la actividad de la Na K ATPasa en ratones con hipertensión. (Loyola Ordoñez, 2018)
8. **Tabaquismo:** La relación entre el tabaquismo y las cataratas ha sido ampliamente estudiada, y se ha demostrado que fumar de dos a tres paquetes de cigarrillos aumenta el riesgo de cataratas. El aumento en la opacidad del núcleo del cristalino está relacionado con la mayor ingesta de tabaco. La inhalación de compuestos aromáticos del humo del tabaco modifica los componentes del cristalino. (Loyola Ordoñez, 2018)
9. **Estrés oxidativo:** Estudios en animales e in vitro han identificado el estrés oxidativo como un factor predisponente para la aparición de cataratas. Se ha encontrado que los

procesos oxidativos aumentan con la edad en los cristalinos, donde la concentración de proteínas es más alta. (Loyola Ordoñez, 2018)

10. **Colesterol y lípidos:** La concentración de colesterol en la membrana del cristalino es más alta en comparación con otras membranas del cuerpo. Cuando se produce acumulación de colesterol, se produce una redistribución del mismo en el interior de las células, lo que puede contribuir al desarrollo de cataratas. (Loyola Ordoñez, 2018)
11. **Traumas:** Los traumas directos en el ojo o la entrada de cuerpos extraños pueden causar daño directo al cristalino, lo que resulta en una ruptura de la cápsula. Esto permite la entrada de agua al interior del cristalino, lo que desnaturaliza las proteínas y genera una opacidad blanca en el lente. Las personas que están expuestas a trabajos propensos a sufrir golpes, como los constructores, son más susceptibles a desarrollar cataratas traumáticas. (Loyola Ordoñez, 2018)
12. **Condiciones del ojo:** El glaucoma en sí mismo y su tratamiento, incluyendo la cirugía, son factores de riesgo para el desarrollo de cataratas. Además, otras enfermedades oculares que involucran inflamación o estados hiperpigmentarios de la retina también se consideran factores de riesgo. Las personas con glaucoma tienen una alta predisposición a desarrollar cataratas después de ataques agudos de glaucoma de ángulo estrecho. En el caso del glaucoma crónico, las cataratas se desarrollan lentamente y pueden causar visión borrosa en objetos cercanos. (Loyola Ordoñez, 2018)
13. **Procesos metabólicos:** Varias alteraciones metabólicas, como la diabetes, el hipertiroidismo, la hipocalcemia y la galactosemia, se han relacionado con el desarrollo de cataratas. La diabetes y la galactosemia son las más comunes. La mayoría de los pacientes con diabetes desarrollan cataratas, que afectan especialmente la visión para leer. Un mal control de la diabetes se asocia con un mayor riesgo de desarrollar cataratas. La terapia con insulina, el ejercicio, la anorexia y la isquemia causada por la hipoglucemia pueden activar mecanismos de apoptosis en las células epiteliales del cristalino. (Loyola Ordoñez, 2018)
14. **Estados nutricionales:** Se ha encontrado que algunos micronutrientes están relacionados con el desarrollo de cataratas. Por ejemplo, las alteraciones en el metabolismo del azúcar mediadas por la aldosa reductasa pueden contribuir al desarrollo de cataratas. Además, los estados de desnutrición pueden aumentar la insolubilización de las proteínas del cristalino. Estudios han indicado que tomar suplementos multivitamínicos podría disminuir el riesgo de desarrollar cataratas. (Loyola Ordoñez, 2018)
15. **Tóxicos y fármacos:** Algunos medicamentos, como los corticosteroides, tranquilizantes, quinolonas, metrotexate, anticonceptivos orales y tiazídicos, pueden contribuir al desarrollo de cataratas. Las toxinas, como las acetonas y los metales pesados como el mercurio, el cobalto, el iridio y el níquel, también se consideran factores de riesgo debido a su probable acción oxidativa. (Loyola Ordoñez, 2018)
16. **Consumo de alcohol:** El consumo de alcohol puede generar estrés oxidativo directo en el cristalino. Se ha observado que, a partir de 91 gramos de etanol puro por semana, existe

un riesgo 4.6 veces mayor de desarrollar catarata subcapsular posterior. (Loyola Ordoñez, 2018)

17. **Radiación:** La radiación ultravioleta se ha relacionado como un factor de riesgo para el desarrollo de cataratas seniles. Se ha encontrado que la prevalencia de cataratas es 3.8 veces mayor en áreas con 12 horas de luz solar en comparación con aquellas con solo 7 horas. La sensibilidad del cristalino al estrés oxidativo provocado por los rayos ultravioleta aún no se comprende completamente. En los rayos ultravioleta del sol, los rayos UVA son mucho más intensos que los UVB. Aunque los rayos UVA tienen una longitud de onda más larga, su efecto en la alteración del ADN es menor. La relación entre la catarata cortical y la exposición a los rayos ultravioleta solares se explica porque una pequeña fracción de los rayos UVR de alta energía atraviesa la córnea y se absorbe en el epitelio del cristalino, generando la principal zona de daño. (Loyola Ordoñez, 2018)

Es importante destacar que la población en zonas rurales tiende a estar más expuesta a los rayos ultravioleta en comparación con las áreas urbanas, debido a que sus actividades laborales están más relacionadas con el trabajo al aire libre o la producción agrícola. Además, su estilo de vida puede llevar a una menor precaución en la exposición a los rayos solares. (Loyola Ordoñez, 2018)

2.6. Clasificación

2.6.1. Según la Etiología

- **Catarata Senil:** Forma común y usual en la que se manifiesta la catarata llegando a ser en un 90% de los pacientes. (MINSa, 2009)

Fisiopatología:

Las proteínas del cristalino cambian químicamente, constituyen complejos de proteínas con alto peso molecular, que se agregan y alteran el índice de refracción, reducen su transparencia, se pigmentan, el cristalino cambia a un color amarillento o café. (Astudillo, 2015)

Estos cambios con la edad disminuyen la concentración de potasio y glutatión y producen un incremento de sodio y calcio. (Astudillo, 2015)

- **Cataratas asociadas a enfermedades sistémicas:**

Enfermedades vasculares como retinopatía hipertensiva, endocrinas como Diabetes Mellitus, infecciosas o ciertas enfermedades neurológicas, inducen cataratas de diferentes formas. (Andonegui, 2008)

- **Cataratas traumáticas:**

Se desarrollan a través de cualquier incidente que devaste la integridad que tiene la capsula del cristalino, aquí podemos tener a las heridas penetrantes o contusiones por golpes directos al ojo y la incrustación de algún cuerpo extraño en el mismo. (Ramos, 2012)

- **Cataratas tóxicas:**

Ello se debe al uso excesivo de corticoides sistémicos en dosis no específicas, apareciendo en la región subcapsular posterior y luego compromete la región anterior, otros mencionan el uso de clorpromazina que deposita gránulos en el endotelio de la córnea, uso de sales de oro e inhibidores de la colinesterasa por tiempo prolongados. (Poma, 2012) El tabaquismo incrementa en 40% la presentación de cataratas. (MINSa, 2009)

- **Cataratas Secundarias:**

Estas no se encuentran asociadas a la edad y generalmente se forman por medio de otra patología ocular como la uveítis, escleritis, o en algunos casos interviene la radiación intraocular, etc. (Deborah, 2020)

- **Cataratas Congénitas:**

Son una causa común y frecuentemente curable de ceguera en niños, la prevalencia oscila de 1 a 15 por cada 10 000 niños, dentro del cual las hereditarias representan el 10 – 25% (23) (Kathryn, 2020)

2.6.2. Según su Madurez

- **Catarata Inmadura:** Aquellas zonas en el cristalino de coloración amarillenta alternadas con áreas transparentes (MINSa, 2009), este tipo de catarata todavía permite una visión de la retina y transmite un reflejo rojo, una vez que se pierde el reflejo rojo, se llama maduro. (Deborah, 2020)
- **Catarata Madura:** En el cristalino surge una coloración amarillo- marrón, en algunas personas son de coloración rojiza o llegan a ser negra (MINSa, 2009), este tipo de catarata degrada la visión al nivel de 20/400 o peor.
- **Catarata Hipermadura o Morganiana:** Es aquella en la que la corteza de la lente se ha licuado y el núcleo de la lente es móvil dentro de la cápsula; tiene una coloración blanca (MINSa, 2009). Este tipo de catarata avanzada puede interferir con el diagnóstico y la terapia de otras enfermedades que involucran la retina y el nervio óptico. (Deborah, 2020)

2.7. Síntomas

- Disminución de la agudeza visual o visión borrosa. (MINSa, 2009)
- Disminución de la sensibilidad al contraste, algunos colores se aprecian opacos. (MINSa, 2009)
- Deslumbramiento o resplandores al conducir o leer. (MINSa, 2009)
- Cambios miópicos. (MINSa, 2009)
- Diplopía monocular. (MINSa, 2009)
- Visión deficiente en la noche, sobre todo al manejar, causada por los efectos de las luces brillantes (encandilamiento). (MINSa, 2009)

- Problemas con el brillo de lámparas o luz solar. - Halos alrededor de las luces. (MINSa, 2009)

2.8. Signos

- La pupila se ve blanca (Leucocoria), El término leucocoria significa pupila blanca, y se aplica a la ausencia del reflejo normal del fondo del ojo (**REFLEJO DE BRÜCKNER**). En condiciones normales el reflejo que se observa con el oftalmoscopio desde una distancia de 30 cm es de color rojizo, la cual se puede visualizar con una linterna de bolsillo colocándola frontal y lateral al ojo afectado. (MINSa, 2009)

2.9. Diagnóstico

- **Criterio diagnóstico clínico**

Examen:

- a) En adultos:

Pacientes detectados en el tamizaje y cuya agudeza visual no mejora al evaluarla con agujero estenoico.

Atenuación o ausencia de reflejo rojo pupilar y presencia de leucocoria.

Debe tenerse en cuenta a las personas que presenten disminución de la agudeza visual y que les dificulta realizar actividades de la vida diaria y/o laborales.

- b) En niños:

Atenuación o ausencia de reflejo rojo pupilar y presencia de leucocoria. (MINSa, 2009)

Materiales requeridos para realizar el examen ocular:

A) En adultos:

- Cartilla de Snellen (MINSa, 2009)
- Oftalmoscopio directo o linterna de bolsillo (MINSa, 2009)
- Agujero estenoico (MINSa, 2009)

B) En niños:

- Oftalmoscopio directo o linterna de bolsillo. (MINSa, 2009)

El oftalmólogo ejecutará los siguientes procedimientos:

- Elaboración de la Historia Clínica. (Clinica, 2013)
- Medición de la agudeza visual (Clinica, 2013)
- Medición de la presión intraocular (Clinica, 2013)

- **Biomicroscopía:** Es el estudio microscópico del ojo “in vivo” que permite ver los más finos detalles externos e internos del globo ocular y sus anejos. Se realiza mediante la lámpara de hendidura, un aparato con una luz de intensidad variable que proyectada en forma de fina ranura permite ver en forma tridimensional las estructuras del ojo en su porción anterior (lesiones de córnea, cataratas, quistes en el iris o lesiones de los párpados; en su porción media (el cristalino y el humor vítreo) y en la parte más posterior y profunda del ojo (la cabeza del nervio óptico, la retina y sus arterias y venas más finas) (Clinica, 2013)
- Refracción clínica (lograr la mejor visión) (Clinica, 2013)
- En niños el examen se puede realizar bajo anestesia general. (Clinica, 2013)

Es importante documentar las características físicas del cristalino, especificando el grado de opacidad del núcleo, corteza y cápsula posterior asignando el grado de opacidad de acuerdo a un sistema de clasificación. (Clinica, 2013)

2.10. Examen de agudeza visual

- Test de agudeza visual

Letra “E” de 8,8 cm de alto, 8,8 cm de ancho y 1,7 cm de grosor de la letra. (MINSA, 2009)

- Examen de la agudeza visual con letra “E”

Este método es ideal y recomendable para pacientes que no saben leer o que no pueden expresarse con facilidad verbalmente:

- Registrar el nombre del paciente para la evaluación de la agudeza visual. (MINSA, 2009)
- El examen se realizará a 6 metros de distancia entre el paciente y el examinador. (MINSA, 2009)
- Enseñar al paciente como señalar con la mano cuando las barras de la “E” estén hacia arriba, abajo, izquierda o derecha. (MINSA, 2009)
- Durante el examen rotar la letra “E” en 4 direcciones (arriba, abajo, derecha e izquierda), con la intención que el paciente no se memorice la posición de la letra. (MINSA, 2009)
- El evaluador estará atento en todo momento, a que el paciente no esté haciendo el esfuerzo de ver la letra “entrecerrando” sus ojos. (MINSA, 2009)
- Preguntar al paciente si utiliza anteojos para lejos, de ser así tomar la agudeza visual con los anteojos puestos y con los dos ojos abiertos. En caso de no usar lentes tomar la agudeza visual con los dos ojos abiertos. (MINSA, 2009)
- Si el paciente ve la letra “E”, entonces no tiene ceguera bilateral. (MINSA, 2009)
- Si el paciente no ve la letra “E”, entonces es un ciego bilateral y debe ser referido al establecimiento de salud. (MINSA, 2009)

2.11. Evaluación de la agudeza visual con cartilla de Snellen

Este método es ideal y recomendable para pacientes que saben leer y que se pueden expresar con facilidad verbalmente:

- Registrar el nombre del paciente para la evaluación de la agudeza visual (MINSa, 2009)
- Colocar la cartilla de Snellen con la letra “E” a una distancia de 6 metros del paciente y a la altura de los ojos, en un ambiente con buena iluminación de preferencia a la luz del día. (MINSa, 2009)
- Tomar la precaución de ubicar la cartilla de Snellen al lado opuesto del sol. (MINSa, 2009)
- Explicar el procedimiento al paciente y pedir al paciente que lea la cartilla de Snellen con los dos ojos abiertos (MINSa, 2009)
- Si el paciente ve más de la primera línea de la cartilla (20/200), no es ciego bilateral (MINSa, 2009)
- Referir a los pacientes que no pueden ver ninguna letra de la cartilla, y a los que ven sólo la primera línea de la cartilla (20/200). (MINSa, 2009)
- Sin embargo, pueden existir persona que presenten disminución de la agudeza visual y que les dificulta realizar actividades de la vida diaria y/o laborales, los mismo que deben ser referidos para evaluación por el oftalmólogo. (MINSa, 2009)

Se puede usar un método u otro, en ambos, el médico o la enfermera verificará la medida de la agudeza visual con el agujero estenopeico, si el paciente mejora su agudeza visual se descarta la condición de ciego; en caso de que no mejore se le iluminará el ojo con la linterna u oftalmoscopio para ver si la pupila tiene reflejo rojo o en su defecto presenta pupila color blanca o amarillenta, que es indicativo de una probable catarata. (MINSa, 2009)

2.12. Examen de fondo de ojo

El oftalmoscopio directo es el instrumento utilizado por el médico general para el examen del fondo de ojo. El ojo es una cámara oscura que tiene un orificio, la pupila. (Argento, 2008)

Para poder observar dentro de esta cámara oscura hay que hacer entrar luz para que se refleje en el fondo y, simultáneamente, hay que observar la luz que emerge desde el fondo. Para lograr esto, la iluminación debe ser coaxial con la observación. (Argento, 2008)

El examen del fondo de ojo es muchísimo más completo cuando se realiza con la pupila dilatada. De no haber contraindicación, es importante que el clínico lo realice de la siguiente manera: (Argento, 2008)

2.13. Técnica de dilatación pupilar

Para lograr una buena dilatación pupilar es suficiente, en la mayor parte de los pacientes, instilar una gota de tropicamida al 1%, dos veces, con espacio de diez minutos entre cada instilación, y una gota de fenilefrina al 10%. (Argento, 2008)

Es importante señalar que en los pacientes que tienen cámara plana o glaucoma de ángulo estrecho puede ser peligrosa la dilatación pupilar por la posibilidad de desencadenar un episodio de glaucoma agudo. (Argento, 2008)

El médico debe tomar el oftalmoscopio con su mano derecha y utilizar su ojo derecho para examinar el ojo derecho del paciente y hará lo inverso para examinar el ojo izquierdo. Conviene que el examinador se acostumbre a dejar abierto el ojo que no usa para el examen. (Argento, 2008)

El primer examen que debe realizar el médico con el oftalmoscopio es la evaluación del rojo pupilar. Esto es de suma importancia y brinda información acerca de la transparencia de los medios ópticos del ojo. A una distancia de 30 o 40 cm del paciente, se le ilumina la pupila, hasta observar el color rojo de la misma. La coloración roja se debe a la luz del oftalmoscopio reflejada en la sangre de los vasos coroideos y retinales, que es visualizada por el médico a través del orificio del oftalmoscopio. (Argento, 2008)

En condiciones normales, el reflejo rojo debe ser homogéneo e intenso en toda el área pupilar y simétrico en ambos ojos. El reflejo rojo se altera en las opacidades de los medios refringentes, fundamentalmente en las opacidades del cristalino (cataratas), aunque también en las opacidades de la córnea (leucomas), del humor vítreo (hemorragias), en el desprendimiento de la retina, en este caso la retina esta sobre elevada y separada del epitelio pigmentario y da un reflejo blanquecino en la pupila) o en cualquier otra opacidad de los medios refringentes. (Argento, 2008)

Luego de haber realizado la semiología del rojo pupilar, el examinador debe acercarse al paciente mirando a través del oftalmoscopio sin dejar de observar su reflejo rojo hasta visualizar alguna estructura del fondo de ojo. La falta de reflejo rojo, o la alteración en la homogeneidad del mismo, nos permite sospechar la presencia de una catarata. Incluso según como sea la alteración del reflejo podemos sospechar el tipo de catarata. (Argento, 2008)

Si es una turbidez que se atenúa hacia la periferia es probable que sea una catarata nuclear. Si la turbidez es densa con bordes irregulares, localizada en el eje visual, sospecharemos una catarata subcapsular posterior tenue central. Si la turbidez tiene aspecto de espículas, generalmente radiadas, entre las que se observa el reflejo rojo, pensaremos en catarata cortical. (Argento, 2008)

2.14. Examen con lámpara de hendidura

Es el instrumento utilizado por el oftalmólogo para examinar visualmente y en forma directa el segmento anterior del ojo y parte de la cámara posterior, hasta 1/3 del humo vítreo. La biomicroscopía es el examen más importante para evaluar la catarata, que el oftalmólogo realiza en la lámpara de hendidura con la pupila dilatada. (Argento, 2008)

En el mismo se debe evaluar el tipo de catarata, el nivel de maduración (conocido como dureza) del núcleo y el diámetro máximo de dilatación pupilar, datos que nos permitirán prever la dificultad del caso. (Argento, 2008)

El tipo y la dureza de la catarata deben correlacionarse con la reducción de agudeza visual que presenta el paciente, en caso contrario es probable que la reducción visual se deba a otra patología. (Argento, 2008)

2.15. Exámenes

2.15.1. Ecobiometría

La ecobiometría ocular es una prueba diagnóstica que nos permite obtener, con muchísima precisión, determinados parámetros oculares como son, entre otros. (Oftalmologica, 2018)

- La longitud del globo ocular o longitud axial. (Oftalmologica, 2018)
- La queratometría o medida de la curvatura corneal. (Oftalmologica, 2018)
- La profundidad de la cámara anterior, que es la estructura situada entre la córnea y el iris y está rellena de humor acuoso, cuya finalidad es nutrir y transportar oxígeno a los tejidos de dichos elementos. (Oftalmologica, 2018)

Utilidad

Son diversas las utilidades de la biometría ocular. (Oftalmologica, 2018)

Por una parte, es un elemento indispensable a la hora de plantearse una operación de catarata o una cirugía refractiva con implante de lente intraocular en los casos de alta miopía (cristalino transparente) ya que permite calcular la potencia que ha de tener dicha lente. (Oftalmologica, 2018)

Además, la biometría ocular brinda la posibilidad de realizar un seguimiento de control en la miopía progresiva. (Oftalmologica, 2018)

Tipos de biometría ocular

Lo primero que debemos saber es que las medidas de la lente intraocular que ha de implantarse a cada persona deben ser personalizadas, ya que las características de cada

paciente, en cuanto a tamaño del ojo, número de dioptrías, etc., son muy variables. (Oftalmologica, 2018)

Existen dos procedimientos para calcular las distintas medidas del ojo tomando como punto de partida el comportamiento de la luz o de un haz de ultrasonidos, según sea el caso, al atravesar las diversas estructuras oculares: (Oftalmologica, 2018)

- **Biometría óptica o interferometría de coherencia parcial (IOL Master)**

Se basa en la proyección de dos haces de luz sobre el globo ocular que, a su paso a través del ojo, son capaces de medir las diferentes distancias entre sus estructuras. (Oftalmologica, 2018)

De esta forma, en un mismo instrumento no solo podemos obtener la medida de la longitud axial del ojo, que es la distancia entre el vértice anterior del ojo y el punto opuesto de la retina, sino que también se pueden medir la profundidad de la cámara anterior del ojo, la curvatura de la córnea o queratometría y la distancia blanco-blanco o diámetro corneal. (Oftalmologica, 2018)

Para realizar cada medición el paciente debe mirar un punto de color rojo en el centro de una cruz que aparece en la pantalla. Por lo general, se toman cinco mediciones y se saca el valor medio. (Oftalmologica, 2018)

Las principales ventajas que nos ofrece este procedimiento son:

- No hay un contacto directo con el ojo del paciente y, por lo tanto, no es necesaria anestesia ni la dilatación de la pupila. (Oftalmologica, 2018)
- Asimismo, es menor el riesgo tanto de infección entre pacientes como de producirse eventuales lesiones corneales. (Oftalmologica, 2018)
- La medición es muy rápida, no requiere de mucho tiempo y es fácil de repetir. (Oftalmologica, 2018)
- Al no usarse ninguna sonda, se evitan los errores que pudieran producirse por la presión de la sonda ultrasónica sobre la córnea. (Oftalmologica, 2018)
- Mientras realiza la medición, el sistema detecta automáticamente si se trata del ojo derecho o del izquierdo anulando, en este sentido, cualquier margen de error. (Oftalmologica, 2018)
- Aun en los casos más difíciles ofrece una alta precisión, siempre y cuando no aparezcan medios opacos como consecuencia, por ejemplo, de hemorragias, cataratas, etc. (Oftalmologica, 2018)
- **Biometría ultrasónica: Eco-A**

Consiste en dirigir un haz de ultrasonidos de elevada frecuencia sobre la córnea, ya sea mediante contacto físico directo o por medio de inmersión de la sonda en un medio acuoso. (Oftalmologica, 2018)

Cada vez que los ultrasonidos pasan de una estructura a otra en el interior del ojo, emiten un eco. De este modo, se proporciona una imagen en pantalla, que se llama ecograma. (Oftalmologica, 2018)

Gracias a la aplicación de fórmulas físicas se obtiene el espacio recorrido por el ultrasonido desde el inicio de la emisión hasta la aparición de los diferentes ecos, de modo que la suma total de espacios entre las estructuras oculares nos muestra, como resultado, la longitud axial del ojo. (Oftalmologica, 2018)

Existen dos modos de realizar una biometría ocular mediante ultrasonidos:

- **Método de aplanación o contacto:** Una vez que el paciente está colocado en el sillón en posición vertical y la cabeza recta se aplica anestésico, pues es una técnica que precisa el contacto directo de la sonda sobre la superficie corneal. Es muy importante que la sonda esté colocada completamente perpendicular a la córnea ya que, de otro modo, no reflejará todo el eco sino solo parte del mismo. Se deben realizar al menos cinco mediciones en cada ojo. (Oftalmologica, 2018)
- **Método de inmersión:** El paciente estará tumbado en la camilla y con anestésico. Sin embargo, en este caso se coloca sobre el ojo un cilindro de plástico lleno de un fluido en el que se sumerge la sonda. (Oftalmologica, 2018)

Asimismo, se le pide al paciente que centre la vista en dicha sonda para realizar las mediciones. Los biómetros de ultrasonidos ofrecen, fundamentalmente, la ventaja de ser aparatos de fácil acceso y muy útiles en medios opacos. Pero poseen una enorme dependencia del profesional que ha de tener, a su vez, una preparación especial para que la presión sobre la córnea sea lo más leve posible. (Oftalmologica, 2018)

2.15.2. Microscopía especular

En este caso, su función es la valoración del estado del endotelio corneal. La microscopía especular permite conocer en vivo el número, forma y tamaño de las células endoteliales, y así compararlo con las posteriores imágenes que obtendremos en el postoperatorio, de forma que permite analizar el efecto de las agresiones quirúrgicas. (Victor, 2019)

Su realización es imprescindible, puesto que una córnea transparente no asegura la presencia de un endotelio corneal sano. (Victor, 2019)

Para comprenderla es importante conocer previamente que el endotelio corneal es la última de las capas de la córnea y se compone por una monocapa de células cuboideas en contacto con la cámara anterior, que forman un mosaico hexagonal y no presentan capacidad regenerativa (se mantienen en fase G1 de la mitosis). (Victor, 2019)

Se encargan de mantener la transparencia de la córnea al asegurar una deshidratación relativa de la misma bombeando agua desde el estroma corneal, a la cámara anterior. A medida que se van perdiendo células endoteliales con el paso de los años y los traumatismos, las células adyacentes aumentan de tamaño para mantener la estanqueidad de la monocapa. (Victor, 2019)

Esto condiciona un endotelio con células de distintas formas y tamaños que será lo que consigamos valorar con esta prueba. (Victor, 2019)

Para su realización no se requiere contacto con la superficie ocular. Se recomienda al paciente que parpadee varias veces con el fin de humedecer y aumentar el brillo de la superficie ocular. A continuación, se centra el ojo y se toma la imagen. (Victor, 2019)

Se valoraron 3 parámetros en esta prueba

- **Densidad celular (CD):** Número de células por unidad de superficie expresada en células/mm². El adulto presenta una densidad promedio de unas 2500-3000 células/mm², y es por debajo de 500 células/mm² cuando se desarrolla edema corneal con la consecuente pérdida de transparencia y agudeza visual. (Victor, 2019)
- **Coefficiente de variación (CV):** Evalúa la variabilidad en tamaños de las células del endotelio corneal. Si el CV es alto (polimegatismo), es indicativo de pérdida de la reserva fisiológica por el mecanismo antes explicado. Se consideran valores normales hasta un 40%. (Victor, 2019)
- **Hexagonalidad:** Indica el porcentaje de células hexagonales presentes. Se consideran normales los valores superiores a 50%, de manera que cuanto más se acerquen al 100% más conservada estará la hexagonalidad. (Victor, 2019)

2.15.3. Tomografía de Coherencia Óptica (OCT)

La Tomografía de Coherencia Óptica (OCT) se ha convertido en una herramienta oftalmológica de gran valor en el estudio de la patología retiniana, glaucomatosa y corneal, desde que se introdujo en 1991 por Huang y colaboradores. (Alonso, 2012)

Es una técnica diagnóstica no invasiva que se basa en el principio de interferometría y en concreto, la de baja coherencia, desarrollada por Michelson. (Alonso, 2012)

Mediante una luz que incide directamente en el tejido a estudiar, se realizan medidas axiales sucesivas en diferentes posiciones transversales, que permitirán obtener imágenes tomográficas de alta resolución. (Alonso, 2012)

La fuente de luz es un láser de diodo que emite un haz del espectro infrarrojo que llega a un espejo semi-reflectante, donde el haz se divide en dos, uno que irá al espejo de referencia, y el otro que entrará en el ojo. A continuación, combinará la luz reflejada en el espejo de referencia con la reflejada en la estructura ocular, y cuando ambos coincidan en el tiempo, se producirá el fenómeno de interferencia, que será captado por el detector. (Alonso, 2012)

Con todos los patrones de interferencia, y en función de las distancias de cada estructura ocular, se obtiene una imagen en sentido axial (A-scan). Los múltiples A-scan contiguos y alineados permitirán construir la imagen bidimensional de dicha estructura. (Alonso, 2012)

La OCT se puede dividir en 2 clases principales:

- **Time-Domain OCT (TD-OCT).** Mide la profundidad del tejido basándose en el retraso en el tiempo del haz luminoso y su intensidad. Realiza diferentes cortes, por lo que hay áreas retinianas que pueden quedar fuera del escáner. Explora un solo punto en un tiempo, lo que demora la obtención de la imagen seccional del tejido que atraviesa. Resulta prácticamente imposible obtener una imagen tridimensional. (Alonso, 2012)
- **Spectral-Domain OCT (SD-OCT).** Mejora la relación señal/ruido con respecto al TD-OCT, definida como el margen que hay entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que la corrompe, permitiendo reducir, e incluso eliminar, los artefactos. (Alonso, 2012)

2.16. Técnicas quirúrgicas en cirugía de catarata

2.16.1. Extracción intracapsular

Consiste en la remoción del cristalino entero junto con su cápsula, se efectúa poco. La incidencia de desprendimiento retiniano posoperatorio y edema macular cistoide es significativamente más alta que después de cirugía extracapsular, pero la cirugía intracapsular es aún un procedimiento útil cuando no están disponibles instalaciones para cirugía extracapsular y a veces para tratamiento de cristalino dislocado. (Vaughan, 2012)

2.16.2. Extracción Extracapsular de Catarata (EEC)

Es el método de rutina preferido en cirugía de catarata. La selección de la técnica para la remoción del núcleo (fragmentación ultrasónica o expresión manual) depende de la instrumentación disponible y el nivel de experiencia que tenga el cirujano con cada técnica. (Aruta, 2009)

Ventajas:

- Elimina las complicaciones de corto y largo plazo asociadas con las adherencias del humor vítreo al iris, la córnea y la incisión. (Aruta, 2009)

- Una cápsula intacta reduce la movilidad del iris y del humor vítreo (endofthalmodonesis) y reduce la incidencia del edema macular cistoideo, desprendimiento de retina y edema corneal. (Aruta, 2009)
- Una cápsula intacta permite una mejor posición anatómica para la fijación del lente intraocular. (Aruta, 2009)
- La implantación de lente intraocular secundaria, la filtración, el trasplante de córnea y la reparación de la herida son todas técnicas más fáciles y más seguras con la presencia de una cámara posterior intacta. (Aruta, 2009)

Desventajas:

- La cirugía extra capsular de cataratas requiere de una integridad zonular para la remoción del núcleo y el material cortical. (Aruta, 2009)
- Con los movimientos del paciente o tos, el contenido intraocular puede expulsarse. (Aruta, 2009)
- En la remoción nuclear no hay control directo sin usar un vectus; la contrapresión a las 6 o a las 12 se pueden romper fibras zonulares, se puede tocar el pigmento iridiano. (Aruta, 2009)
- Se requiere gran tamaño de la incisión 8 a 12mm requeridos para la extracción total del núcleo. (Aruta, 2009)
- La recuperación y estabilidad visual de 6 a 12 semanas; el cirujano puede cortar suturas para modificar el astigmatismo; un mayor tiempo para la estabilidad del estado refractivo y mayor inducción de astigmatismo. (Aruta, 2009)

2.16.3. Técnica quirúrgica Mininuc o Microincision

Esta técnica fue descrita por el médico Blumenthal, se basa en una incisión pequeña que se construye en el ojo de aproximadamente 4 a 6 mm establecida en tres planos; proporcionándonos un eficiente recorrido de fluidos oculares durante la intervención. (Changa, 2021)

Los milímetros de tamaño en la incisión ocular serán acordes al diámetro del núcleo que tiene el cristalino de cada paciente y relacionado también al diámetro del lente intraocular (LIO). En aquellos pacientes con cristalinos duros en el núcleo, se puede realizar una fragmentación bimanual, en cambio; en aquellos pacientes donde el cristalino sea blando o pequeño en su núcleo, se pueden extraer enteros; en cualquiera de los casos los fragmentos o el cristalino opaco pasará por el túnel o a través de una cánula. (Changa, 2021)

Luego, se procede a aspirar el resto de contenido cortical y se realiza una limpieza antes de colocar el LIO; finalizado esto, se puede suturar la incisión con hilo nylon 10-0. (Changa, 2021)

La recuperación post intervención es contigua a la cirugía, llega a ser menos dolorosa y en relación la anatomía de la córnea, no presenta modificaciones por la misma realización

del procedimiento quirúrgico; así mismo, es importante mencionar que el coste es menor que otras intervenciones como la Facoemulsificación. (Changa, 2021)

Tenemos muchas ventajas para realizar esta técnica quirúrgica como:

- Resguardar la integridad anatómica del limbo ocular, lo que nos llevará a minimizar el astigmatismo que se puede generar post intervención. (Changa, 2021)
- La estabilidad de la incisión de manera temprana, generalmente se recupera en aproximadamente 2 semanas. (Changa, 2021)
- Requerimos pocos hilos de sutura en la intervención. (Changa, 2021)
- Seguro en cataratas opacas que llegan a ser maduras o en su defecto hipermaduras. (Changa, 2021)
- Intervención quirúrgica coste-efectiva y económica para el paciente. (Changa, 2021)
- Al ser una intervención con una incisión minina disminuye en el paciente el riesgo de presentar ciertas complicaciones Como toda intervención quirúrgica esta trae algunas complicaciones, la mayor parte suele deberse a la ruptura posterior de la cápsula del cristalino, esto produce un prolapso del cuerpo vítreo hacia el segmento anterior. La ruptura posterior en la cápsula se estima en un 2 a 4%, y está asociado en los pacientes con clínica de endoftalmitis, desprendimiento de retina y hemorragia coroidea. Dentro de las complicaciones durante la operación están el hifema, hemorragia coroidea expulsiva, y las tardías como queratitis bullosa, sinequias posteriores en el iris, uveítis de manera crónica, hipertensión ocular y la opacidad capsular posterior entre otras. (Changa, 2021)

2.16.4. Facoemulsificación

El gold estándar en la cirugía de cataratas es la facoemulsificación. En dicho procedimiento en primer lugar se prepara al paciente mediante la administración de un anestésico tópico en el saco conjuntival, seguido de la aplicación de antiséptico y la posterior colocación de los paños quirúrgicos. (Victor, 2019)

En segundo lugar, se realizan dos incisiones corneales. Una a 60° denominada paracentesis y otra principal de mayor amplitud por donde se insertarán las pinzas de capsulorrexis y el terminal de ultrasonido. Seguidamente se inyecta un visco elástico. Los viscos elásticos son polímeros biológicos que poseen dos funciones principales: proteger el endotelio corneal (viscos elásticos dispersivos) y crear un espacio intraocular suficiente para realizar la cirugía de forma cómoda (viscos elásticos cohesivos). (Victor, 2019)

Los viscos elásticos adaptativos presentan propiedades intermedias. Por lo general, en primer lugar, se aplica un visco elástico cohesivo y posteriormente otro dispersivo por debajo del anterior. (Victor, 2019)

A continuación, se realiza la capsulorrexis curvilínea continua, que consiste en la rotura y desgarrado de la cápsula anterior del cristalino. Dicha rotura debe realizarse de la

manera más circular posible, tratando de dejar la misma distancia al margen pupilar en cada uno de los 360° del desgarro. (Victor, 2019)

Posteriormente se realiza la hidrodisección, en la que separa el núcleo y la corteza de la cápsula, lo que permite girar fácilmente el núcleo del cristalino, cuyo remplazo es el objetivo de la cirugía. En este momento se puede aspirar la corteza y el epinúcleo con la sonda de facoemulsificación. (Victor, 2019)

El siguiente paso es realizar la ruptura nuclear, para lo cual existen distintos procedimientos, como la técnica de los 4 cuadrantes, el phaco-chop o el chop and stop entre otros. En el estudio al que atiende este trabajo, la tendencia mayoritaria fue la del chop and stop, consistente en realizar un surco principal mediante la sonda de facoemulsificación y posteriormente mediante el manipulador manual continuar la fragmentación nuclear. (Victor, 2019)

De esta forma se acaban obteniendo fragmentos del núcleo que se pueden emulsionar y aspirar con el terminal de facoemulsificación. (Victor, 2019)

Tras ello se debe proceder a la limpieza cortical, en la que se terminan de aspirar los restos de cortical que aún puedan permanecer para posteriormente insertar la lente intraocular (LIO). En este punto se inyecta de nuevo viscoelástico en el saco capsular y se carga la LIO en un cartucho para insertarla en el saco capsular y posteriormente centrarla correctamente. (Victor, 2019)

Por último, se aspira el viscoelástico, se realizan hidrosuturas mediante la inyección de suero salino a nivel de las incisiones corneales y se administra antibiótico profiláctico de forma tópica, subconjuntival y/o intracamerar. (Victor, 2019)

Se trata de una técnica con bajas tasas de complicaciones y bastante segura; no obstante, como toda técnica quirúrgica no está exenta de ellas. Entre las complicaciones principales cabe destacar la rotura de la cápsula posterior, la endoftalmitis postoperatoria aguda o tardía, la opacificación capsular posterior y la fibrosis-contracción de la cápsula anterior. (Abela-Formanek D, 2002)

2.16.5. Femtofacio

La técnica de femtosegundo aparece a principios del siglo XXI y comienza a ser utilizada para la obtención del FLAP corneal en la cirugía LASIK. De esta manera comenzó a ser introducida en oftalmología para la realización de otras técnicas quirúrgicas corneales como la cirugía refractiva. (Victor, 2019)

A día de hoy, esta técnica se aplica igualmente en la cirugía de cataratas y supone una alternativa a la clásica facoemulsificación. Es la técnica conocida como FLACS “femtosecond laser assisted cataract surgery”, la cual permite facilitar las incisiones corneales, la capsulorrexis, y la fragmentación del cristalino. (Victor, 2019)

El funcionamiento de este láser consiste en la emisión de pulsos de energía con una longitud de onda similar al infrarrojo y emitidos en una secuencia muy rápida, de forma que cada pulso tiene una duración de una milbillonésima fracción de segundo, que consiguen generar burbujas de plasma entre las capas de células del tejido y así conseguir su separación sin dañar estructuras adyacentes. Esto es lo que se conoce como fotodisrupción. (Victor, 2019)

A diferencia de la facoemulsificación convencional, el láser femtosegundo permite realizar una capsulorrexis mucho más precisa, reproducible y fiable. Previamente a su realización, el cirujano puede ajustar el diámetro de la capsulotomía dependiendo del caso concreto y centrarla correctamente. (Victor, 2019)

En cuanto a la fragmentación del cristalino, comienza desde la zona más profunda para ir aproximándose progresivamente a la superficie debido a que durante la fotodisrupción se forman burbujas de CO₂ que pueden afectar a la visión. El uso del femtosegundo permite programar el tipo de corte, pudiéndose realizar cortes circunferenciales en las cataratas más blandas, y cortes en cruz para las cataratas más duras. (Victor, 2019)

Por último, las incisiones se programan en función de las preferencias del cirujano, pudiendo modificar el tamaño, número, angulación y número de planos. Todos estos parámetros son regulados por el cirujano y son controlados mediante tomografía de coherencia óptica (OCT). (Victor, 2019)

Sobre el papel, esta nueva técnica permite mayor precisión, reproductibilidad, seguridad y un menor tiempo de aplicación de energía sobre el ojo. Contraponiéndose a las ventajas, se trata de una técnica más costosa, y que se realiza en dos fases (fotodisrupción con el femtosegundo y posterior realización de la cirugía con el reemplazo de la lente). (Victor, 2019)

Actualmente, las contraindicaciones que se plantean a esta nueva técnica son las cataratas muy maduras, los leucomas corneales que impidan la visualización, las alteraciones severas zonulares, alteraciones del nervio óptico, anticoagulación, falta de colaboración y cirugía corneal previa. (Victor, 2019)

2.17. Lentes Intraoculares (LIO)

2.17.1. Lentes Intraoculares monofocales

Las lentes intraoculares monofocales todavía son las más implantadas a día de hoy. Estas lentes intraoculares monofocales, en función del material con el que están hechas y la curvatura de sus dos superficies, poseen una distancia focal fija. Habitualmente, estas lentes se diseñan para que el punto focal imagen de las mismas coincida con la posición de la retina, de manera que el paciente obtiene una buena visión de lejos (para objetos que están a distancia infinita), y necesita gafas para visión cercana, geoméricamente podemos

diferenciarlas esféricas y esféricas más adelante se explicaran las diferencias entre ambas, también podemos encontrar LIO que compensen el astigmatismo corneal. (Bocca, 2016)

Materiales de las Lentes Intraoculares monofocales

Lentes de polimetilmetracrilato (PMMA), fueron las primeras en aparecer y adaptarse debido a su gran biocompatibilidad, el gran inconveniente de este material es que las LIO eran rígidas, precisando una gran incisión en córnea de unos 6-8 mm. (Matsushima, 2007)

Lentes de silicona, fueron la segunda generación en la implantología, en esta segunda generación de materiales podemos destacar claramente dos tipos, el primer diseño fue una lente de silicona con los hápticos de prolene, con el tiempo se observó que estos hápticos eran menos biocompatibles que el PMMA produciendo una mayor inflamación y una incidencia mayor de opacificación de la cápsula anterior. (Werner, 2019)

Lentes acrílicas hidrofóbicas (LIOAH), este material surgió en la década de los '90, presentaba una alta biocompatibilidad más incluso que las de PMMA, y además al ser flexibles se podían introducir plegadas por una incisión de menos tamaño (< de 3 mm). La primera lente intraocular acrílica hidrofóbica en introducirse en el mercado fue la Acrysof® (Alcon, Forth Worth, USA), esta presentaba distintas versiones: óptica de 5,5 mm (MA30BA, MA30AC, SA30AL) ó 6 mm (MA- 60BM, MA60AC, SA60AT) con diámetro total de 12,5 mm (para los modelos de 5,5 mm de óptica) o de 13 mm (para modelos de 6 mm de óptica). A su vez podían ser de una sola pieza (modelos SA) o de 3 piezas con hápticos de PMMA (modelos MA).

Lentes acrílicas hidrófilas, estas también tienen una gran biocompatibilidad, se diferencian de las hidrofóbicas en que estas son más biocompatibles con la cápsula y las hidrófilas con la úvea. Con estas se han observado brotes de síndrome tóxico del segmento anterior, calcificación de la óptica producido por migración celular y también, errores refractivos no esperados en el post operatorio como la miopía. (Abela-Formanek D, 2002)

2.17.2. Lentes Intraoculares Multifocales

Dentro de este grupo de LIO encontramos diferentes diseños como pueden ser las refractivas, difractivas, y las trifocales. Las LIO multifocales refractivas utilizan un método refractivo multizonal, es decir, la superficie anterior de la óptica de estas lentes presenta dos o más zonas esféricas de diferentes radios de curvatura que crean distintos puntos focales, uno de ellos con la finalidad de enfocar objetos a distancias lejanas, y otro u otros con el objetivo de enfocar objetos a distancias intermedias y próximas. El poder dióptrico de una superficie refractiva tiene relación directa con el índice de refracción y relación inversa con el radio de curvatura de su superficie. (Rosa, 2013)

2.17.3. Lentes Intraoculares Acomodativa

Las lentes acomodativas son lentes monofocales con unos hápticos flexibles capaces de movilizar su zona óptica variando así su foco. Cuando el músculo ciliar se contrae, se relajan las fibras zonulares y la energía liberada permite a la lente desplazarse hacia delante aumentando así su potencia dióptrica para enfocar en distancias cercanas o intermedias. (Martin, 2009)

Un inconveniente de este diseño es que la fibrosis capsular puede producir un desplazamiento anterior de la lente ocasionando un residual miópico. Otra desventaja es que la acomodación generada es dependiente del poder dióptrico de la LIO, es decir, lentes con menor poder refractivo generarán menor acomodación. (Martin, 2009)

Con el fin de solucionar las limitaciones de las lentes acomodativas de óptica única, surgieron las LIO acomodativas de óptica dual, combinan una óptica positiva anterior con una óptica negativa posterior, conectadas por hápticos flexibles, actuando como un sistema óptico único. Cuando el ojo está relajado enfocado al infinito, la tensión del saco capsular y la zónula mantienen ambas ópticas próximas entre sí. (Martin, 2009)

Sin embargo, cuando el ojo acomoda, la zónula se relaja y el saco capsular se expande de forma que los hápticos también lo hacen y aumenta la separación entre las ópticas de la lente, es decir, la óptica anterior se desplaza hacia delante y aumenta el poder refractivo del sistema. Los últimos diseños de lentes acomodativas, todavía en evolución son las LIO deformables. Emplean materiales elásticos que, introducidos en el saco capsular, modifican su forma y potencia óptica según la contracción o relajación del músculo ciliar. (Martin, 2009)

2.17.4. Lentes Intraoculares de foco extendido

La última evolución de los diseños de lentes multifocales es el concepto de foco extendido. Se consideran como lentes de foco extendido a todas aquellas lentes capaces de incrementar de forma continua la profundidad de campo respecto a las lentes monofocales. El grupo de consenso de la Academia Americana de Oftalmología exige unos mínimos requisitos que debe de cumplir una lente para ser considerada como EDOF (extended depth of focus), estos son: proporcionar una mejor agudeza de lejos con corrección óptica comparable a las lentes monofocales, una profundidad de foco monocular mayor de media dioptría que con una lente monofocal para una AV logMAR de 0,2 (0,63 decimal) y el 50% de los ojos deben tener una agudeza visual intermedia con la corrección de lejos monocular mayor o igual de 0,2 logMAR (20/30 Snellen) a 66 cm. (Poyales, 2018)

3. CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1. Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo descriptivo

3.1.1. Materiales y métodos

Se hizo una revisión bibliográfica de documentos publicados en revistas científicas y libros electrónicos, dicha búsqueda se realizó desde la base de datos de PubMed, Scielo y Scopus, utilizando las palabras claves: quality of life, senile cataract, visual impairment, low vision. Se utilizó adicionalmente, una búsqueda en bola de nieve, encontrando artículos que tuvieran información relevante al tema así y asociarlos con las referencias de ese mismo artículo, con el fin de captar mayor cantidad de información.

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: artículos con datos y/o experiencias que describieran la calidad de vida en personas con baja visión posterior a la cirugía de catarata de los últimos 10 años. La información de los artículos se organizó en una matriz en Microsoft Excel que incluyó los títulos, autores, URL, conclusiones y temáticas relevantes que permitieran responder el objetivo del trabajo.

Se aplicaron criterios de exclusión e inclusión y se filtró excluyendo artículos duplicados, resúmenes o poster, que no permitieron lectura completa. Se desarrolló la lectura crítica de la información encontrada de los artículos que permitiera responder al objetivo de la búsqueda. Se identificaron los datos y temáticas asociadas a función visual y otros aspectos como calidad de vida posquirúrgicos en pacientes con catarata senil para redactar el presente documento.

4. CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado

Se identificaron 33 referencias las cuales tenían información consolidada sobre estudios de caso y observacionales de la población de interés. Después del proceso de filtración teniendo en cuenta el año de publicación (10 años), los criterios de inclusión y de exclusión, se incluyeron 14 artículos para la síntesis de evidencia, estos artículos se identificaron de la siguiente manera: 9 en Pubmed y 5 en Scielo.

Los artículos describen la catarata como una opacidad del cristalino que implica un cambio degenerativo en su metabolismo generando pérdida de la visión de tipo indoloro, visión borrosa y otras deficiencias visuales que generalmente, afectan ambos ojos. Con una población que envejece, la prevalencia de pacientes con cataratas aumenta cada año y la carga social causada por las cataratas parece un problema inevitable.

Los documentos revisados describen factores que influyen en la aparición de las cataratas seniles, dentro de los cuales se encuentran la mala nutrición, daño solar, radiación, corticosteroides, tabaquismo, alcohol, traumatismo u otra cirugía ocular.

En general, la catarata senil se presenta en tres tipos principales: cataratas nucleares, corticales y subcapsulares posteriores (CEP) y cada uno de los tres puede ocurrir sola o en combinación y todas pueden progresar hasta la opacificación total del cristalino. Estudios han identificado la hipertensión y la diabetes como factores que aumentan el riesgo de presencia de cataratas seniles en cualquiera de sus clasificaciones, además ser mujer, el tabaquismo y el consumo de alcohol, aumentan el riesgo de cataratas de tipo cortical.

Las personas con catarata senil presentan disminución de la capacidad visual, no solamente en cantidad sino calidad, afectando la realización de sus actividades habituales. Estas condiciones pueden generar sentimientos de aislamiento social, depresión y ansiedad, se reporta una asociación de baja visión a un bajo bienestar psicosocial, así como el desinterés de actividades físicas, lo cual afecta la calidad de vida de las personas.

Se puede decir, que la cirugía de catarata es una de las intervenciones más rentables comparando el costo económico con el beneficio social, aunque puede variar dependiendo de las técnicas quirúrgicas y lentes intraoculares (LIO) que se utilicen.

Varios artículos describen los beneficios del proceso quirúrgico y los avances en las técnicas, materiales y equipos utilizados. La intervención busca colocar, en lo posible un

LIO, dispositivo médico que reemplace la función natural del cristalino que se encuentra opaco.

La evolución de las técnicas quirúrgicas y la generación de las lentes intraoculares plegables, ha logrado la extracción de la catarata por incisiones de aproximadamente grandes 10 mm y en incisiones pequeñas de 3 a 4 mm.

La facoemulsificación (FACO), técnica quirúrgica más utilizada en los países desarrollados, desintegra el tejido cristalino por medio de ultrasonido y utiliza una pequeña incisión para poderlo aspirar. Presenta riesgo mínimo, aunque se usen cuchillas ya que las inserciones se van sellando solas y pocas veces requiere colocar una sutura.

Por otra parte, la cirugía láser femtosegundo, ha sido un gran avance tecnológico, que utiliza un sistema laser para producir micro incisiones y cuenta con el apoyo de la tomografía de coherencia óptica (OCT) para la visualización en tiempo real y en formato 360° del segmento anterior, durante todas las fases del procedimiento; logrando un proceso personalizado y de gran precisión.

Por otro lado, se reporta que al hacer una cirugía de cataratas asistida por láser de femtosegundo, se logra una menor pérdida de células endoteliales lo que favorece la fisiología de córnea, disminuye los edemas posquirúrgicos y sus complicaciones.

ARTICULOS CIENTIFICOS

Artículo No. 1: Cirugía de catarata senil en pacientes con queratocono

RESUMEN

Determinar los resultados visuales de la cirugía de catarata senil en pacientes con queratocono. Se realizó una investigación observacional, descriptiva, longitudinal, prospectiva en 21 ojos con queratocono no tributarios de cirugía corneal, en el Servicio de Catarata, del Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”, durante el período comprendido de enero del año 2012 a enero de 2017, donde se evaluaron las variables sexo, edad, queratometría, longitud axial, profundidad de la cámara anterior, agudeza visual sin corrección y corregida pre y posoperatoria, equivalente esférico, cilindro, esfera esperada y la observada. (Hormigó, 2020)

La media de edad fue de 62,9 años, con predominio del sexo masculino, la longitud axial ≥ 25 mm y la cámara anterior profunda. Se obtuvo mejoría del equivalente esférico y del cilindro refractivo, y se obtuvo una esfera de 0,84 dioptrías. (Hormigó, 2020)

Artículo No. 2: Cirugía de catarata senil en diabéticos tipo 2

RESUMEN

Determinar los resultados visuales de la cirugía de catarata en pacientes diabéticos tipo 2 con y sin alteraciones en el fondo de ojo, posterior a la facoemulsificación. Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo en 116 pacientes (232 ojos) diabéticos tipo 2 con catarata senil bilateral, en el Instituto Cubano Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”, de septiembre del año 2015 a septiembre de 2017. Se analizaron las variables sexo, edad, índice de masa corporal, tiempo de evolución de la diabetes tipo 2, tratamiento actual y agudeza visual sin corrección y mejor corregida. Se calcularon los valores absolutos, relativos, la media y la desviación estándar. (Hormigo, 2020)

Predominaron el sexo femenino, con 70 años o más, y los pacientes entre los 5 a 9 años del debut de la diabetes. Más del 80 % de los pacientes presentaban sobrepeso y obesidad, en la mayoría de los pacientes diabéticos tipo 2 operados de catarata mejoró la agudeza visual sin corrección y la mejor agudeza visual corregida a pesar del daño en el fondo de ojo. (Hormigo, 2020)

La diabetes mellitus tipo 2 no es un factor determinante en la recuperación de la visión en pacientes operados de catarata. (Hormigo, 2020)

Artículo No. 3: Astigmatismo en la cirugía de catarata por facoemulsificación

RESUMEN

La intervención quirúrgica es el único tratamiento efectivo para la catarata y la facoemulsificación la técnica más difundida para su realización, pero aún con el desarrollo de las técnicas quirúrgicas puede inducir astigmatismo. El objetivo es comparar los valores del astigmatismo en los ojos operados de cataratas, así como valorar los resultados del tratamiento quirúrgico a tres meses de seguimiento en ambos grupos. (Martínez, 2021)

Se realizó un estudio descriptivo transversal en 40 ojos operados de cataratas mediante facoemulsificación atendidos en una Consulta de Oftalmología del Hospital “Arnaldo Milián Castro” de la Provincia de Villa Clara durante el año 2018. (Martínez, 2021)

Aquí predominaron el sexo femenino (70,0%), la edad media de 73,3 años y el color de piel blanca (92,5%). En todos, la agudeza visual a los tres meses de operados mostró cambios favorables y el astigmatismo refractivo mejoró en ambos en un 60,6% con -1,28 dioptrías y para el queratométrico en el grupo mejoró el 57,9% (- 0,99). Se constató astigmatismo inducido en el 58,8%. En el 47,4% de los ojos operados se obtuvieron resultados muy satisfactorios. (Martínez, 2021)

El tratamiento quirúrgico a los tres meses fue evaluado de muy satisfactorio o satisfactorio mayormente, aún con astigmatismo inducido de 0,69 dioptrías en más de la mitad de los ojos operados. (Martínez, 2021)

Artículo No. 4: Comparacion entre facoemulsificacion asistida con femtolaser y facoemulsificacion convencional: resultados visuales y complicaciones

RESUMEN

La aplicación del femtoláser en la cirugía de catarata podría ser una de las grandes revoluciones contemporáneas ocurridas en el campo del tratamiento de la catarata. Si el uso de esta tecnología provocara una eficacia y seguridad muy superiores sobre la facoemulsificación convencional, justificaría el alto costo que genera para la cirugía de catarata en la actualidad. En revisiones de estudios comparativos no se han encontrado diferencias significativas entre los resultados visuales de ambos procedimientos al final del período de seguimiento posoperatorio. Una mejor circularidad de la capsulorrexis, unido a disminución en la emisión de energía ultrasónica y del tiempo efectivo de faco, son atribuidos como las grandes ventajas del uso del femtoláser en la facoemulsificación. Sin embargo, en cuanto a la pérdida de células endoteliales, el edema corneal posoperatorio y el edema macular posquirúrgico no se han registrado grandes diferencias entre ambas técnicas quirúrgicas, mientras que el costo de la cirugía se incrementa considerablemente con la utilización del femtoláser. (Cuan, 2017)

Artículo No. 5: Cirugía de catarata asistida con láser de femtosegundo

RESUMEN

Se realizó una búsqueda en la plataforma Infomed, específicamente en la Biblioteca Virtual de Salud, con el objetivo de conocer las técnicas más avanzadas en la cirugía de córnea y de catarata. La última incorporación de estas tecnologías es el láser de femtosegundo. La aplicación del femtoláser en la cirugía de catarata podría ser una de las más grandes revoluciones ocurridas en el campo del tratamiento quirúrgico ocular en los últimos años. (Veitia, 2016)

Actualmente se dispone en el mercado de varias plataformas de láseres de femtosegundos aprobadas para cirugía de córnea y de catarata. Hoy en día se espera una agudeza visual posquirúrgica perfecta después de la cirugía de catarata con una excelente calidad visual, e independencia de los espejuelos respecto a la visión cercana y de lejos. (Veitia, 2016)

Artículo No. 6: Effects of cataract surgery in Japanese patients with neovascular age-related macular degeneration

RESUMEN

Investigar los efectos de la cirugía de cataratas en pacientes japoneses con degeneración macular relacionada con la edad neovascular (nAMD). El criterio principal de valoración en este estudio observacional prospectivo fue la satisfacción del paciente a los 6 meses después de la cirugía de cataratas. (Fumi, 2020)

Los criterios de valoración secundarios comprendieron cambios en la agudeza visual mejor corregida (BCVA), el grosor de la retina central (CRT), el estado de AMD y la cantidad de tratamientos de AMD. Todos los exámenes se realizaron antes de la cirugía y al mes, 3 y 6 meses después de la operación. 50 pacientes fueron incluidos en este estudio (32 hombres; edad media, $76,1 \pm 7,1$ años). 39 pacientes informaron satisfacción con la cirugía de cataratas. (Fumi, 2020)

Artículo No. 7: USO DE LA FACOEMULSIFICACION EN LA CIRUGIA DE CATARATA

RESUMEN

Se consultaron 20 artículos, 6 en inglés y 14 en español, las principales fuentes de información fueron Scielo, Cochrane y Medline, con el objetivo de describir la técnica de la facoemulsificación en la cirugía de la catarata, su relación con otras alteraciones visuales y los principales resultados de este procedimiento. (Santa Elena, 2021)

La técnica de facoemulsificación fue desarrollada por el doctor Charles Kelman. Es un proceder quirúrgico destinado a desintegrar el tejido cristalino. Se realiza con una sonda ultrasónica y una aguja que vibra rápidamente, para poderlo aspirar a través de una pequeña incisión. (Santa Elena, 2021)

La práctica de la facoemulsificación es una de las más benevolentes que existen y nos brinda ventajas como la reducción del astigmatismo inducido mejorando la calidad de vida de cada paciente. (Santa Elena, 2021)

Artículo No. 8: Incorporating Optical Coherence Tomography in the Cataract Preoperative Armamentarium: Additional Need or Additional Burden?

RESUMEN

Determinar la utilidad del examen OCT preoperatorio para detectar anomalías maculares asintomáticas en pacientes programados para cirugía de catarata. El estudio se realizó a pacientes sometidos a cirugía de cataratas e implante de lente intraocular (IOL) para cataratas seniles.

Se evaluaron 1444 ojos. La OCT reveló lesiones asintomáticas en 133 pacientes (9,21%). A los 3 meses, todos los ojos mostraron una mejora visual mediana significativa. Los pacientes con lesiones asintomáticas no tuvieron resultados visuales posoperatorios significativamente peores a los 3 meses. El 9,21 % de los pacientes con máculas clínicamente normales tenían una patología

sutil detectada en la OCT, pero este subgrupo de pacientes no tuvo peores resultados visuales posoperatorios en comparación con los ojos con exploraciones de OCT normales. (Aditya, 2018)

Por lo tanto, un examen cuidadoso del fondo de ojo antes de la cirugía de cataratas sigue siendo una parte esencial de la evaluación del paciente antes de la cirugía. (Aditya, 2018)

Artículo No. 9: Evolución de la biometría de coherencia óptica y las nuevas plataformas

RESUMEN

La interferometría de coherencia óptica es un procedimiento esencial para calcular la potencia óptica de la lente intraocular. La presente revisión describe la evolución de la biometría óptica por interferometría, las nuevas plataformas, las características técnicas, los parámetros de calibración, la interpretación de los resultados y las situaciones especiales con indicación de cirugía de catarata. (Kathryn, 2020)

El IOL Máster favorece la medición de los parámetros biométricos oculares, ya que realiza mediciones sólidas y repetibles que incluye fórmulas de cuarta generación para el cálculo de potencia de lentes intraoculares. Actualmente se dispone en el mercado de varias plataformas para la biometría ocular usando los métodos interferométricos de alta resolución que tienen el potencial de mejorar significativamente los resultados refractivos. Estos estudios son de alta predictibilidad, lo cual permite obtener una buena agudeza visual y evita la sorpresa refractiva. (Kathryn, 2020)

4.2. Discusión

El propósito de esta investigación fue determinar cómo se afecta la función visual del paciente con catarata senil y los cambios después del procedimiento quirúrgico.

Los resultados de esta revisión describen que la catarata senil es la principal causa de ceguera evitable en adultos a nivel mundial, coincidiendo con la Organización Mundial de la Salud que reporta 94 millones de personas con catarata, siendo la catarata senil la responsable del 73% de los casos.

La asociación de la catarata senil a factores de riesgo como el trauma, inflamaciones intraoculares, uso de corticoides, tabaquismo, antecedentes familiares y el proceso del envejecimiento, sigue siendo reportada en los estudios actuales, como lo fue en estudios como el AREDS, lo que debe exigir cada vez más acciones de prevención, diagnóstico y manejo oportuno de la enfermedad en profesionales de la salud visual y organismos gubernamentales.

Esta multicausalidad e interacción de factores de riesgo en cada individuo, conlleva a que sean clínicamente heterogéneas con respecto a la ubicación, el tamaño, la forma, la densidad e incluso el color de la opacidad dentro del cristalino.

Aunque las técnicas o procedimientos quirúrgicos de la catarata sean reconocidas por su efectividad y seguridad muchas personas viven con la opacidad en el cristalino ya que afecta su función visual, no solo en cantidad sino en calidad impactando su movilidad, y afectando las condiciones laborales e independencia en su vida diaria como lo han reportado estudios previos, ya que es evidente la influencia de la pérdida de alteraciones en la transparencia de un medio tan importante como el cristalino, en el ingreso de información, y por tanto en el proceso perceptivo general del paciente.

Aunque en algunos casos las personas no se someten a la cirugía, por miedo a las secuelas posteriores; en otros casos las comorbilidades como uveítis anterior, miopía magna, glaucoma de ángulo cerrado, desprendimiento de retina de larga evolución, impiden que el equipo médico no realice ninguna técnica de cirugía, ya que la probabilidad de éxito es baja y las posibles complicaciones disminuyen la relación riesgo – beneficio para el paciente como lo reporta.

Pero definitivamente, la mayoría de las personas sin manejo quirúrgico de la catarata, son aquellas con dificultades en el acceso y la asequibilidad a estos procedimientos. Las deficiencias en los servicios de salud de muchos países disminuyen la probabilidad de una mejor calidad de vida en estas personas, y a pesar de que los programas nacionales de atención en salud visual impulsan acciones para mejorar la prestación de servicios y lograr una atención oportuna y de calidad como ha sido reportado en el informe Mundial de la visión en el cual se muestran serias dificultades para que esto sea realidad.

Los artículos analizados describen los altos niveles de seguridad y resultados exitosos en los procedimientos quirúrgicos, más aún con las nuevas técnicas y tecnologías oftálmicas. Es así como la calidad de vida posquirúrgica muestra mejoras muy importantes para los pacientes. Estos resultados son coherentes con otras investigaciones de autores y es el resultado esperado ya que eliminar la estructura cristalina opacificada devuelve al sistema óptico la capacidad de enfocar los objetos de forma nítida, más aún con el uso de lentes intraoculares, que cada vez presentan condiciones innovación en sus condiciones ópticas.

Al comparar el pre y posoperatorio de la cirugía, se encuentra es una mejoría en agudeza visual, movilidad y calidad de vida para las personas. Algunas investigaciones han encontrado que la facoemulsificación combinada con la implantación de lente intraocular (LIO) mejora la agudeza visual hasta en un 68% de los pacientes sometidos a esta técnica quirúrgica.

Los riesgos de las cirugías de facoemulsificación y femtosegundo son pocos y de mucho cuidado, ya que estas técnicas son ambulatorias, aunque factores como la hipertensión y la diabetes suelen llegar a afectar los resultados visuales del procedimiento quirúrgicos.

Los síntomas secundarios (disminución de la agudeza visual y/o sensibilidad al contraste) se pueden comprometer seriamente en el resultado quirúrgico y la calidad de vida de los pacientes,

por lo que en ocasiones es necesario realizar un intercambio de lente intraocular (LIO), como se describe en el artículo de variaciones de la función visual y calidad de vida luego de cirugía de catarata por facoemulsificación con implante de lente intraocular (LIO).

Los logros obtenidos se reflejan en las habilidades alcanzadas en el cuidado personal, la movilidad, así como en las funciones sociales y mentales. En los estudios analizados se lograron buenos resultados visuales y los pacientes quedaron satisfechos al practicarse una cirugía como es la de cirugía de catarata senil.

5. CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En la cirugía de catarata extracapsular, la técnica de mínima incisión demuestra ser efectiva al corregir significativamente la agudeza visual, lo que permite a los pacientes mejorar su visión a distancia sin la necesidad de usar lentes.
- Dado que no existen métodos clínicos para prevenir o detener la progresión de las cataratas hacia la pérdida visual, la cirugía se presenta como una opción viable para revertir esta condición.
- Después de la cirugía, se observa una mejora en la agudeza visual y una recuperación rápida, lo que permite que los pacientes se reintegren a la sociedad con una mejor calidad de vida.
- Existe una falta de información entre los pacientes sobre el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación visual, debido a la falta de conocimiento, recursos económicos y políticas de salud visual adecuadas.
- Según los hallazgos de este estudio, la cirugía de catarata de mínima incisión se considera una alternativa viable debido a su bajo costo y tiempo reducido de rehabilitación visual.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar campañas de concientización y educación dirigidas a la población sobre la importancia de la detección temprana y el tratamiento de las cataratas, especialmente entre los grupos de mayor edad.
- Es importante promover y facilitar el acceso a la cirugía de catarata de mínima incisión como una opción efectiva y accesible para corregir la agudeza visual en pacientes con cataratas.
- Es necesario desarrollar políticas de salud visual que garanticen el acceso equitativo a servicios de diagnóstico, tratamiento y rehabilitación visual para todas las personas afectadas por las cataratas, independientemente de su situación económica.
- Se recomienda establecer alianzas entre los profesionales de la salud y las organizaciones de la sociedad civil para brindar apoyo y recursos a las personas que requieren atención médica y rehabilitación visual después de la cirugía de catarata.
- Se insta a realizar investigaciones adicionales para evaluar los resultados a largo plazo de la cirugía de catarata de mínima incisión y su impacto en la calidad de vida de los pacientes, con el objetivo de mejorar aún más las prácticas clínicas y la atención proporcionada.

5.3. BIBLIOGRAFÍAS

- Abela-Formanek D, A. M. (2002). Uveal and capsular biocompatibility of hydrophilic acrylic, hydrophobic acrylic, and silicone intraocular lenses. *PubMed*, 50-61.
- Acerbi, C. (2012). una mirada historica. *los caballeros hospitalarios de san juan*, 82-86.
- Aditya, S. &. (2018). Incorporating Optical Coherence Tomography in the Cataract Preoperative Armamentarium: Additional Need or Additional Burden? *American Journal of Ophthalmology*.
- Aguado Arteaga, M. A. (21 de Diciembre de 2013). *Universidad Veracruzana. Repositorio Institucional*. Obtenido de Universidad Veracruzana. Repositorio Institucional: <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41625>
- Alonso, S. K. (2012). Utilidad de la tomografía de coherencia óptica (OCT) previa a la cirugía de cataratas en el diagnóstico de maculopatías. (*Trabajo de Investigación*). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona. Obtenido de <https://docplayer.es/28490797-Autora-saideh-khaouly-alonso-director-dr-miguel-castilla-cespedes-tutor-dr-daniel-vilaplana-i-blanch.html>
- Andonegui, J. &. (2008). Manifestaciones oculares de las enfermedades sistémicas Ocular manifestations of systemic diseases. *SciELO*.
- Anthone, K. (2003). *Method and instrument for cataract surgery*. New York: US Patent.
- Anthony, J. B. (2012). *Oftalmología Diagnostico y tratamiento*. Mexico: El Manual Moderno.
- Argento, C. (2008). *Oftalmología general. Introducción para el especialista* . Buenos Aires: Rosario: Corpus.
- Aruta, A. &. (2009). History of cataract surgery. *PubMed*.
- Astudillo, U. G. (2015). AGUDEZA VISUAL PREQUIRURGICA Y POSTQUIRURGICA EN CIRUGIA DE CATARATA DE MINIMA INCISION EN EL HOSPITAL ALFREDO NOBOA MONTENEGRO GUARANDA-DE ENERO 2011 A DICIEMBRE DEL 2013. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7324/1/94T00329.p>.
- Bocca, F. (2016). Agudeza visual a diferentes distancias entre los diferentes tipos de lentes intraoculares utilizados para cirugía de catarata en hospital Luis Vernaza durante 2015-2016. *Tesis de Grado. Universidad de especialidades espíritu santo, Ecuador*.
- Bowling, B. (2016). *Kanska Oftalmología Clínica*. Elsevier.

- Caballero, M. T. (2015). Lentes intraoculares trifocales: revisión bibliográfica. *Gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica*, 26-35.
- Changa, A. E. (2021). VARIACIÓN DE LA AGUDEZA VISUAL PRE Y POST CIRUGÍA DE CATARATA POR TÉCNICA QUIRÚRGICA MININUC EN PACIENTES MAYORES DE 40 AÑOS DEL HOSPITAL SAN JUAN DE LURIGANCHO LIMA, 2019.
- Chylack LT Jr, L. M. (Septiembre de 1990). *Pubmed*. Obtenido de Pubmed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2400338/>
- Clinica, G. d. (2013). Diagnóstico y tratamiento de catarata sin comorbilidades de segmento anterior. Mexico.
- Cuan, Y. &. (2017). Comparación entre facoemulsificación asistida con femtoláser y facoemulsificación convencional: resultados visuales y complicaciones. *Revista Cubana de Oftalmología*.
- Deborah, S. J. (2020). Cataract in adults. https://www.uptodate.com/contents/cataract-in-adults/print?search=cataratassecundarias&source=search_result&selectedTitle=2~150&usage_type=default&display_rank=2.
- Fumi, N. &. (2020). Effects of cataract surgery in Japanese patients with neovascular age-related macular degeneration. *Clinical and Experimental Ophthalmology* , 1145-1151.
- Gupta, V. B. (2014). *Etiopathogenesis of cataract: An appraisal*. Indian Journal of Ophthalmology.
- Guzmán Martín, A. H. (2008). *COMISION DE OFTALMOLOGIA*. CMG.
- Hormigo, P. &. (2020). Cirugía de catarata senil en diabéticos tipo 2. *Revista Cubana de Oftalmología*.
- Hormigó, P. &. (2020). Cirugía de catarata senil en pacientes con queratocono. *Revista Cubana de Oftalmología*.
- INEC. (2009). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- J. Diaz Granados, D. A. (22 de Agosto de 2018). *Research Gate*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/328070225_RESULTADOS_Y_COMPLICACIONES_DE_CIRUGIA_DE_CATARATA_POR_FACOEMULSIFICACION
- James, B. &. (2012). *Oftalmologia. Diagnostico y tratamiento*. Mexico: El Manual Moderno.
- Kanski, J. B. (2015). *Oftalmología clínica de Kanski. ELSEVIER*.

- Kathryn, M. M. (2020). Cataract in children. https://www.uptodate.com/contents/cataract-in-children/print?search=cataratacongenita&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1.
- Loyola, D. A. (2018). REVALENCIA DE CATARATA Y SUS PRINCIPALES FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS EN PACIENTES ATENDIDOS EN LA CONSULTA EXTERNA DE OFTALMOLOGÍA EN EL HOSPITAL GENERAL SAN VICENTE DE PAUL DE BARRA, ENTRE OCTUBRE DE 2016 Y OCTUBRE DE 2017. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14979/Tesis%20David%20Loyola.pdf?sequence=1>.
- Martin, C. (2009). Lentes Acomodativas . *Web*, 1499-1523.
- Martínez, J. G. (2021). Astigmatismo en la cirugía de catarata por acoemulsificación. *Acta Médica del Centro*.
- Matsushima, H. I. (2007). Prevention of posterior capsule opacification using round-edged PMMA IOL . *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 1133-1134.
- MINSA. (2009). Guía de Práctica Clínica para Tamizaje, Detección, Diagnóstico y Tratamiento de Catarata.
- Negrete Reyes, A. V. (30 de Abril de 2019). *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Repositorio* . Obtenido de Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Repositorio : <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12915>
- Oftalmologica, C. (02 de Noviembre de 2018). *NovoVision Clínica Oftalmologica*. Obtenido de NovoVision Clínica Oftalmologica: <https://www.clinicasnovovision.com/blog/biometria-ocular-prueba-diagnostica/>
- Ophthalmology, A. A. (2014-2015). *Basic and Clinical Science Course: Lens and Cataract*. Italy: American Academy of Ophthalmology.
- Pilar, S. M. (OCTUBRE de 2014). *INVASSAT*. Obtenido de INVASSAT: https://www.aepsal.com/wp-content/uploads/2015/02/MB-agricultura_INVASSAT.pdf
- Poma, W. R. (2012). CATARATAS. *Revista Actual Clínica*.
- Poyales, F. G. (2018). Clinical Outcomes with a New Model of Extended Depth of Focus Intraocular Lens . *Open Journal of Ophthalmology*, 161-170.
- Ramos, P. &. (2012). Afecciones traumáticas del cristalino y de la lente intraocular. *SciELO*.

- Rosa, A. M. (2013). Comparison of visual function after bilateral implantation of inferior sector-shaped near-addition and diffractive–refractive multifocal IOLs. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* , 1653-1659.
- Santa Elena, J. D. (2021). USO DE LA FACOEMULSIFICACIÓN EN LA CIRUGÍA DE CATARATA. *Ciencias Basicas Biomedicas* .
- Silva, H. (2006). tecnica de extraccion extracaopsular. *revista de oftalmologia cubana*, 20-22.
- Vaughan, &. A. (2012). *Oftalmologia General*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Veitia, Z. &. (2016). Cirugía de catarata asistida con láser de femtosegundo. *Revista Cubana de Oftalmología*.
- Victor, M. G. (2019). Incorporación de la técnica de femtosegundo a la cirugía de cataratas. (*Trabajo Fin de Grado*). Universidad de Zaragoza, Zaragoza. Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-nacional-de-chimborazo/medicina-interna/taz-tfg-2019-959-para-la-tesis/55932995>
- Villar Loayza, F. (2001). *Atlas de Anatomia Ocular*. Lima: Ministerio de Salud. Instituto de oftalmologia.
- Wiechers, G. (2014). Oftalmología en la practica general.
- Y. Santisebastian de la Rosa, A. B. (01 de Marzo de 2020). *ScieELO*. Obtenido de SciELO: <https://scielo.org/es/>