

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

"ALTERACIÓN DE CÉLULAS ENDOTELIALES POR SOBRE USO DE LENTE DE CONTACTO ESCLERAL. CASO CLÍNICO"

Autor: Ana Belén Ortiz Cabrera

Tesina presentada para obtener el título de:
Licenciado en Optometría

Nombre del asesor:

Yoali Sánchez Sánchez

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación "Dr. Silvio Zavala" que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo "Reconocimiento-NoComercial -SinObraDerivada", se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.



UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA

ESCUELA DE OPTOMETRÍA

***“ALTERACIÓN DE CÉLULAS ENDOTELIALES POR SOBRE USO DE LENTE
DE CONTACTO ESCLERAL. CASO CLÍNICO”***

PRESENTA:

ANA BELÉN ORTIZ CABRERA

ASESOR: LIC. OPT. YOALI SÁNCHEZ SÁNCHEZ

CLAVE: 16PSU0239X

ACUERDO: LIC191035

28 de noviembre del 2025

Tabla de contenido

<i>Agradecimientos</i>	4
<i>Resumen</i>	5
<i>Abstract</i>	6
<i>Introducción</i>	7
<i>Justificación</i>	8
<i>Planteamiento de problema</i>	9
<i>Objetivo general</i>	10
<i>Objetivos específicos</i>	10
<i>Marco teórico</i>	12
<i>Anatomía y Fisiología de la Cornea</i>	12
<i>Requerimientos de oxígeno por la córnea</i>	15
<i>Pasos para oxigenación con lente de contacto</i>	16
<i>Película lagrimal</i>	16
<i>Capa lipídica</i>	17
<i>Capa acuosa</i>	18
<i>Capa mucosa</i>	18
<i>Suero autólogo</i>	19
<i>Generalidades del síndrome de ojo seco</i>	19
<i>Clasificación del ojo seco</i>	20
<i>Factores de riesgo del SOS 28, 29</i>	21
<i>Pruebas diagnósticas para evaluación de la película lagrimal:</i>	22
<i>Elementos diagnósticos:</i>	24
<i>Microscopía especular y generalidades</i>	24
<i>Generalidades de lente de contacto</i>	26
<i>Conceptos en tomar en cuenta para una adaptación exitosa</i>	26
<i>Clasificación tipos de lentes de contacto</i>	27
<i>Anexo caso clínico</i>	29
<i>Anamnesis</i>	29
<i>Antecedentes patológicos personales</i>	30

<i>Antecedentes patológicos familiares</i>	30
<i>Exploración optométrica</i>	30
<i>Topografías</i>	31
<i>Exploración mediante lampara de hendidura</i>	32
<i>Microscopia especular de hace 10 años</i>	33
<i>Microscopia especular actual</i>	34
<i>Perfil corneal.</i>	36
<i>Adaptación de lente esclera final</i>	37
<i>Anexos</i>	38
<i>Densidad</i>	38
<i>Cdv</i>	39
<i>Hexagonalidad</i>	41
<i>Conclusiones</i>	42
<i>Bibliografía</i>	44

Agradecimientos

Quiero agradecer infinitamente a mi familia por brindarme apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida porque este triunfo también es de ellos.

A mis padres Filiberto Ortiz Sierra y Clara Cabrera Gómez que me han acompañado en cada uno de mis sueños y quienes, con su apoyo, amor, esfuerzo, me ayudan a sentirme segura para siempre seguir adelante.

Mi hermana Zurisadai Ortiz Cabrera quien cumplió uno de mis deseos más grandes, el ser tía, y quien siempre está para escucharme, aconsejarme y brindarme apoyo incondicional de nunca dejar de lado mis sueños.

A mi asesora la licenciada Yoali Sánchez Sánchez y mis revisores el doctor Israel Roberto Serafín Zúñiga y doctora Nandinii Barbosa Cendejas que aparte de ser grandes docentes, los estimo mucho por tomarse el tiempo y espacio para lograr lo que hoy es el trabajo que presento.

También quiero agradecer a mis amigos, colegas y a todos aquellos que han formado parte de este proceso. Su apoyo, palabras de aliento y amistad me han acompañado a lo largo de esta travesía, y siempre estarán en mi corazón.

De todo corazón, muchas gracias.

Resumen

La córnea es un tejido transparente y avascular que actúa como barrera estructural y protectora contra agentes externos cubriendo la superficie anterior del globo ocular correspondiendo a la principal estructura refractiva del ojo con un 70% de poder dióptrico equivalente a 43,05 D, conformada por 6 capas las cuales en listando de la capa anterior a la posterior son las siguientes:

- Epitelio corneal.
- Membrana de Bowman.
- Estroma corneal.
- Capa Dúa.
- Membrana de Descemet.
- Endotelio corneal. (Cesar Villa, 2020)

El endotelio corneal es el encargado de la regulación de líquidos en el estroma, la distribución geométrica de las células permite un mejor recubrimiento de la superficie. Cuando una célula endotelial muere, las células vecinas cubren el espacio modificando su tamaño y forma. Se estima que el mínimo de células endoteliales necesarias para mantener la transparencia corneal es de 700 a 1000 cél/mm², sin embargo, un mal uso de LC puede inducir la aparición de resequedad ocular reduciendo la estabilidad de la película lagrimal y aumentando su evaporación. El material del lente de contacto, horas de uso, estado de la superficie ocular, edad, género, el consumo de ciertos medicamentos y enfermedades sistémicas como pueden ser diabetes mellitus, hipertensión, artritis reumatoide; son factores que favorecen el desarrollo de síndrome de ojo seco asociado a uso de LC. (Jesús Guerrero Becerril, 2020). Hoy en día el ojo seco es un tema controversial a nivel mundial siendo esta una problemática que se desarrolla de manera multifactorial cuyos principales síntomas en la evolución son: prurito, sensación de arenilla, ardor, visión borrosa, hiperemia conjuntival. (Gálvez Tello JF, 2019)

Palabras clave: Córnea, células endoteliales, lente de contacto, síndrome de ojo seco, microscopia especular.

Abstract

The cornea is a transparent, avascular tissue that acts as a structural and protective barrier against external agents, covering the anterior surface of the eyeball. It is the main refractive structure of the eye, with 70% of the dioptric power equivalent to 43.05 D. It is made up of six layers, which, listed from the anterior to the posterior layer, are as follows:

- Corneal epithelium
- Bowman's membrane
- Corneal stroma
- Dua layer
- Descemet's membrane
- Corneal endothelium. (Cesar Villa, 2020)

The corneal endothelium is responsible for regulating fluids in the stroma; the geometric distribution of the cells allows for better coverage of the surface. When an endothelial cell dies, neighboring cells cover the space by changing their size and shape. It is estimated that the minimum number of endothelial cells necessary to maintain corneal transparency is 700 to 1000 cells/mm², however, misuse of CLs can induce dry eye, reducing the stability of the tear film and increasing its evaporation. The material of the contact lens, hours of use, the condition of the ocular surface, age, gender, consumption of certain medications, and systemic diseases such as diabetes mellitus, hypertension, and rheumatoid arthritis are factors that contribute to the development of dry eye syndrome associated with contact lens use. Jesus Guerrero Becerril, 2020)

Today, dry eye is a controversial topic worldwide, as it is a multifactorial problem whose main symptoms are: pleurite, gritty feeling, burning, blurred vision, and conjunctival hyperemia. (Gálvez Tello JF, 2019)

Keywords: Cornea, endothelial cells, contact lens, dry eye syndrome, specular microscopy.

Introducción

Como sabemos, el ser humano posee 5 sentidos fundamentales para la experiencia humana, ya que nos permiten percibir y entender el mundo que nos rodea de diversas maneras. Cada sentido desempeña un papel crucial en nuestra vida diaria y en nuestra capacidad para interactuar con el entorno que son: vista, oído, olfato, gusto y tacto en el cual en esta ocasión estaremos haciendo hincapié en el sentido de la vista.

En la actualidad el uso de lentes de contacto ha incrementado un porcentaje considerable gracias a los grandes beneficios y el amplio campo que engloba como son: estético, corrección de problemas refractivos (miopía, hipermetropía, astigmatismo), uso terapéutico, cosmético, y tratamiento de patologías degenerativas en la superficie ocular. Según la AAO (American Academy Of Ophthalmology) define los lentes de contacto como dispositivos médicos para la salud visual y ocular, que se apoyan directamente sobre la córnea y/o esclera flotando sobre la película lagrimal. (Boyd, American Academy Of Ophthalmology, 2024)

Sin embargo, para asegurar una adaptación exitosa del lente de contacto, es fundamental seguir una serie de pasos detallados y meticulosos. En primer lugar, es necesario evaluar de manera profunda las características visuales y las necesidades específicas del usuario, con el fin de identificar el tipo de lente más adecuado para su situación. De esta manera, se garantiza que el lente seleccionado no solo proporcione una visión clara y cómoda, sino que también se ajuste perfectamente a las necesidades individuales de cada usuario, promoviendo una experiencia óptima y saludable. Dentro de esa serie de pasos existe un estudio morfológico denominado microscopia espectral que en numerosas ocasiones no se realiza por falta de conocimiento por parte del optometrista, siendo el objetivo de éste el determinar el número, forma y tamaño de las células endoteliales (CE) obteniendo imágenes de alta resolución. (Jurgens, 2023)

Se estima que entre 140 y 150 millones de personas en todo el mundo son usuarios de lentes de contacto (LC). Dentro de este grupo, aproximadamente del 30% al 50%

reportan síntomas asociados al síndrome de ojo seco. Según el informe del Taller II sobre Ojo Seco de la Sociedad de Película Lágrima y Superficie Ocular (TFOS DEWS II), el uso de LC incrementa de 2 a 4 veces el riesgo de desarrollar ojo seco. (Yerli Coca, 2023)

Justificación

El presente trabajo se enfoca en evaluar la alteración de las células endoteliales por uso prolongado de lente de contacto realizando un análisis comparativo en un paciente usuario de lentes de contacto escleral con bajo DK con más de 10 años de evolución sin ser evaluado por un profesional del área dando lugar al síndrome de ojo seco haciendo conciencia de la evolución o el daño que presenta la superficie ocular por el uso prolongado del lente de contacto.

La prevalencia de células endoteliales en la córnea es de vital importancia relacionada a la salud y funcionalidad del ojo. Estas juegan un papel crucial en la estabilidad de la transparencia y homeostasis de la córnea, lo cual es esencial para obtener una visión nítida. Uno de los roles de las células endoteliales es proteger a la córnea para mantener su transparencia para una correcta transmisión de luz hacia la retina. Estas células regulan el equilibrio de líquidos en la córnea, evitando aparición de edema, asegurando su transparencia y actúan como una barrera que controla la entrada y salida de agua y solutos la cual es esencial para mantener la deshidratación relativa del estroma corneal y, por ende, su transparencia.

A diferencia de otras células del cuerpo, las células endoteliales no poseen la capacidad de regenerarse, por lo tanto, es necesario mantener un porcentaje adecuado para evitar problemas de visión y prevenir patologías en la superficie ocular. Cabe mencionar las células endoteliales no solo son importantes en la adaptación de un lente de contacto, si no también son un factor determinante en el éxito de procedimientos quirúrgicos oculares como el trasplante de córnea, cirugías refractivas, facoemulsificaciones, etc.

Planteamiento del problema

El uso prolongado de lentes de contacto puede derivar a una serie de problemas debido a la obstrucción del funcionamiento normal de la córnea. Uno de los obstáculos más significativos es la disminución de las células endoteliales de la córnea, que son responsables de mantener su mecanismo, transparencia.

Además, el uso prolongado de lentes de contacto también puede contribuir a la resequedad ocular, irritación, edema, lo que puede comprometer aún más la salud ocular a largo plazo, por tal motivo es de suma importancia el control, seguir las recomendaciones del modo y uso adecuado de los lentes de contacto y adoptar medidas de preventivas para proteger la salud visual del paciente.

Objetivo general

- ✓ Evaluar la alteración de las células endoteliales por uso prolongado de lente de contacto escleral.

Objetivos específicos

- ✓ Realizar un análisis comparativo de células endoteliales al inicio de uso de un lente de contacto escleral vs el uso de este 10 años después.
- ✓ Evaluar el estado de la película lagrimal como efecto secundario por el sobre uso de lente de contacto escleral.

Metodología

La presente investigación se basa en un enfoque mixto, combinando una revisión bibliográfica sistemática y el análisis descriptivo de un caso clínico, en relación con la alteración de la superficie ocular y la disminución de células endoteliales causada por el sobreuso de un lente de contacto escleral.

La búsqueda se realiza empleando términos específicos relacionados con el tema, tales como: córnea, células endoteliales, lentes de contacto, síndrome de ojo seco y microscopía especular. Se seleccionan artículos de investigación publicados entre los años 2015 y 2025, con el fin de asegurar la relevancia de la información recopilada. Asimismo, se incluye el análisis detallado de un caso clínico que aporta datos concretos y permite contrastar la información bibliográfica con evidencia práctica.

El estudio de igual manera aborda la importancia de cómo el sobreuso de lentes de contacto puede contribuir al desarrollo del síndrome de ojo seco como resultado del contacto directo del dispositivo con la superficie ocular. Dicha interacción influye en la producción y el mecanismo de la película lagrimal, la cual es fundamental para mantener la córnea lubricada y protegida. El uso prolongado o uso inadecuado de lentes de contacto favorece a una evaporación acelerada de la película lagrimal o una distribución irregular, lo que desencadena a resequedad ocular y propicia la alteración progresiva de la estructura celular.

Marco teórico

Anatomía y fisiología de la córnea

La córnea es un tejido transparente y avascular que actúa como barrera estructural y protectora cubriendo la superficie anterior del globo ocular correspondiendo a la principal estructura refractiva del ojo con un 70% de poder dióptrico equivalente a 43.00 dioptrías, llevando a cabo dos funciones que son proteger la estructura contra agentes externos y es esencial para lograr una visión nítida, compuesta por 6 capas que van desde la cara anterior a la posterior:

- Epitelio corneal.
- Membrana de Bowman.
- Estroma corneal.
- Capa Dúa.
- Membrana de Descemet.
- Endotelio corneal. (Cesar Villa, 2020)

El epitelio corneal, siendo la capa más externa es compuesto por tres tipos de células organizadas en capas que son las células basales, que descansan sobre la membrana basal; las células aladas o intermedias; y las células superficiales planas, encargadas de proteger y mantener la integridad de la superficie corneal. (Morán) La membrana basal que se define como la capa más profunda compuesta por células columnares redondeadas con un núcleo oval dispuesto perpendicularmente a la superficie, integrada por una matriz extracelular rica en colágeno tipo IV, laminina y fibronectina que facilita la unión de las células mediante hemidesmosomas proporcionando resistencia mecánica y estabilidad. A partir de esta estructura, las células basales, de forma columnares y núcleos ovalados son responsables de la renovación continua del epitelio. Estas células se originan parcialmente de células madre limbares, ubicadas en la unión entre la córnea y la conjuntiva, lo que permite la regeneración regular del epitelio. A medida que envejecemos, estas células migran hacia las capas más superficiales, donde se transforman en células aladas y posteriormente en células escamosas que

finalmente son eliminadas mediante la descamación eliminadas a través de la lágrima. (A. Fernández, 10)

En este contexto, las células aladas o también llamadas células intermedias engloban de dos a tres capas que actúan como transición morfológica y funcional entre las células basales y superficiales. Estas células se mantienen unidas mediante unión celular para crear una barrera estructural que ayuda a la cohesión epitelial.

En la superficie, las células planas escamosas presentan microvellosidades y micropregas, cuya función es incrementar el área de contacto con la película lagrimal y asegurar una mejor distribución de esta. Estas células producen y secretan mucinas fundamentales para la adherencia de la película lagrimal, la hidratación del epitelio y defensa frente a agentes patógenos. (Chang, 2023)

En términos fisiológicos, el epitelio corneal desempeña funciones fundamentales como protección inmunológica, barrera selectiva ante agentes externos como bacterias, virus, partículas y productos químicos en la cual su estructura compacta impide la penetración de cuerpos extraños y microorganismos. En casos de lesión la respuesta inflamatoria epitelial se activa rápidamente mediante la liberación de citoquinas proinflamatorias. Además de su papel protector, el epitelio también participa activamente en procesos de transporte selectivo y regulación osmótica los cuales poseen canales iónicos y bombas que permiten la regulación del pH y la homeostasis de fluidos evitando así edema epitelial. Aunado a estas funciones, el epitelio mantiene una amplia interacción con la película lagrimal favoreciendo la adhesión de la capa mucosa de la lágrima permitiendo una correcta refracción de la luz, lubricación, y eliminación de residuos. (Bonanno)

Para lograr un correcto funcionamiento, el epitelio corneal depende del aporte nutricional proveniente de la lágrima, el humor acuoso y, en menor grado de los capilares del limbo. Dentro del funcionamiento, el oxígeno es absorbido desde el aire a través de la película lagrimal, y durante el sueño, este disminuye siendo reemplazado por difusión desde los vasos limbares en donde aproximadamente del 40% a 50% del consumo metabólico total de glucosa y oxígeno de la córnea es

realizado por el epitelio, el cual metaboliza la glucosa por vía anaeróbica, produciendo lactato como subproducto. (Herrera & Arias, 2023)

Esta constante actividad metabólica del epitelio corneal explica su sensibilidad ante hipoxia (como en el uso prolongado de lentes de contacto), trauma o disfunción del limbo, comprometiendo tanto su integridad como su capacidad regenerativa. Para que el metabolismo corneal obtenga un buen funcionamiento es esencial que el epitelio corneal reciba nutrición de la lágrima, del humor acuoso y capilares del limbo. Cerca de la mitad del consumo metabólico de la glucosa y oxígeno se realiza a través del epitelio. (A. Fernández, 2021)

La membrana de Bowman es una capa acelular localizada debajo del epitelio corneal y de la membrana basal con un espesor variable entre 8 y 14 micrómetros (0.008 a 0.014 mm) caracterizada por su estructura densa y resistente compuesta por una red de fibras de colágeno tipo I y tipo III situadas de manera aleatoria con filamentos de diámetro relativamente uniforme. A medida que se aproxima al estroma corneal, las fibras colágenas aumentan su grosor y se integran gradualmente en la matriz estromal. (Landeo, 2022-2023)

En términos de función la membrana de Bowman actúa como barrera protectora frente a traumatismos y agresiones externas, contribuyendo a conservar la forma y estabilidad de la córnea, ya sea que cuando sufre alguna lesión por un cuerpo extraño, ulceración corneal, infecciones severas o procedimientos quirúrgicos, carece de capacidad propiamente regenerativa. Aunque el epitelio corneal posee una alta capacidad regenerativa, sus mecanismos de reparación no incluyen la reconstrucción de esta membrana. Por tanto, cuando esta estructura sufre daños, no puede ser restaurada de manera anatómica ni funcional.

Debajo de esta capa encontramos al estroma corneal, el cual constituye el 90% del espesor corneal formada por fibras colágenas que crean una malla ubicada en forma paralela a la superficie. En la parte anterior del estroma las fibras colágenas presentan aproximadamente el 80% del peso de la córnea con una estructura pequeña y menos definidas de que las que se ubican en la parte posterior que son regulares en tamaño y bien definidas. (Landeo, 2022-2023)

Ahora recientemente descubierta en el año 2013 se encuentra la capa dúa, ubicada en el estroma corneal, situada entre la capa del epitelio y la capa de endotelio teniendo un grosor aproximado de 15 a 20 micrómetros expandiéndose por la mayor parte de la córnea, con mayor concentración en la zona central formada por una matriz de fibras de colágeno orientadas de manera particular, otorgando propiedades mecánicas. Estas fibras de colágeno son más finas y delgadas que las de las capas más superficiales del estroma.

La membrana de Descemet es caracterizada por ser una membrana cuticular que cubre la porción posterior del estroma y la separa del endotelio con capacidad de regenerarse después de una lesión e incrementar su grosor conforme a la edad, dividiéndose en dos zonas: una anterior conocida como elástica y una posterior compuesta por sustancia de la lámina basal homogéneamente fina. (Manual oftalmología, 2022)

Como ultima capa nos encontramos al endotelio corneal compuesto por una monocapa de células hexagonales encargada de recubrir la superficie interna de la córnea actuando como barrera entre el estroma corneal y el humor acuoso. Sin embargo, las células endoteliales poseen la proteína de bomba de sodio y potasio (Na^+/K^+ /ATPasa) la cual es encargada de contrarrestar el flujo de agua al interior de la córnea, siendo esencial en la preservación del estado normal de deshidratación del estroma corneal y fundamental para la transparencia corneal.

A lo largo del envejecimiento puede existir un porcentaje de disminución de su cantidad lo cual conlleva que el espacio de la célula muerta sea reemplazado por otra célula vecina aumentando su tamaño; esto se puede observar a través de una microscopía espectral. Esta apariencia se altera en presencia de patologías y en disminución en el suministro de oxígeno en la córnea.

Proceso de oxigenación en la córnea

Por su avascularidad, la córnea es obligada a adoptar el soporte metabólico de fuentes externas de la lágrima, vasos del limbo y humor acuoso. Cuando el globo ocular permanece abierto, el oxígeno proveniente de la lágrima, que es adquirido de la atmósfera, presenta una presión de O₂ de 155 mmHg, que se reduce alrededor del 7% con los párpados cerrados. (Flattau). Los requerimientos de oxígeno por las diferentes capas corneales no guardan relación con su volumen anatómico, pues el epitelio (10% del volumen total) y el estroma consumen, a partes iguales, el 80% del oxígeno, necesitando el endotelio (5% del volumen total) el 20% restante. El oxígeno es necesario para mantener las funciones epiteliales fundamentales mitosis y renovación celular cierre de defectos o abrasiones procesos de transporte de iones para regular el volumen celular, minimizar los espacios intercelulares y controlar la hidratación corneal.

Pasos para oxigenación con lente de contacto

Cuando el usuario porta lentes de contacto (LC), el transporte de oxígeno hacia la córnea se reduce en comparación de cuando el usuario no porta el lente de contacto, dado que el lente actúa como una barrera parcial. Este transporte ocurre principalmente a través de tres vías, mediante la difusión del oxígeno desde la vascularización del limbo esclerocorneal, difusión a través del propio lente de contacto e intercambio de lágrima bajo el lente. La eficiencia de cada uno de estos mecanismos depende de múltiples factores como el tipo de lente, su forma de adaptación, el espesor del lente, geometría del ojo y el estado de la película lagrimal.

En el caso específico de los lentes esclerales, los mecanismos de oxigenación corneal cambian significativamente respecto a los lentes corneales. Estos lentes de mayor diámetro se apoyan sobre la esclera sin tocar la córnea, creando un espacio de solución salina entre el lente y la superficie corneal, conocido como reservorio lagrimal o bóveda central. (Michaud L, 2022)

La evaluación y control en la adaptación son clave para evitar signos de hipoxia, edema corneal, pérdida de sensibilidad o neovascularización. Un reservorio excesivamente profundo puede actuar como una barrera para el paso de oxígeno hacia la córnea, aumentando el riesgo fisiológico, especialmente en usuarios de uso prolongado o con córneas comprometidas. Por ello, se recomienda seleccionar materiales con el mayor Dk disponible, mantener el espesor del lente lo más delgado posible en la zona óptica y diseñar una altura sagital que logre un reservorio funcional.

Película lagrimal

El líquido lagrimal es extendido a través de la superficie conjuntival y la córnea eliminándose por medio de los puntos lagrimales, los canalículos, saco lagrimal, conducto nasolagrimal y fosas nasales. La película lagrimal logra ser cambiante por medio de sus componentes que se originan en diferentes partes de los párpados y globo ocular, en donde el 95 % de las lágrimas es producido por la glándula lagrimal y el 5 % restante es producido por las glándulas lagrimales accesorias y células de la conjuntiva. (Sedó, 2020) La lágrima es el líquido formado por la secreción de las glándulas de la porción secretora del aparato lagrimal. Siendo así que, la película lagrimal que se distribuye sobre la superficie epitelial de la conjuntiva y córnea tiene un espesor de 5 a 30 micras y está constituida por tres capas relacionadas entre sí las cuales son, capa lipídica, capa acuosa y capa mucínica.

En primer lugar se encuentra la capa lipídica la cual representa el 0.02% de la lágrima compuesta en su mayoría por lípidos de baja polaridad, concretamente por ésteres de cera y colesterol que se sitúan en la parte anterior de la capa y el resto son lípidos de alta polaridad como glicolípidos, ácidos grasos libres, alcoholes alifáticos y pequeñas cantidades de lecitinas que están localizadas en la parte profunda de la capa, orientando sus moléculas paralelas unas a otras, con el grupo polar hacia la fase acuosa y la cadena hidrocarbonada hacia los componentes lipídicos de baja polaridad. (Stein, 2018)

El espesor de esta capa varía constantemente, dado que cuando los párpados se cierran, las moléculas lipídicas no se deslizan por debajo de los mismos, sino que se comprimen y se superponen unas a otras siendo capaz de alcanzar la capa un espesor mucho mayor. Esta capa cumple con funciones esenciales dentro de la película lagrimal tales como, retrasa la evaporación de la capa acuosa lo cual es fundamental para la estabilidad lagrimal y mantener la superficie lubricada, así mismo, la ligera presión que se ejerce sobre la capa acuosa permite que esta se distribuya de manera uniforme sobre la capa mucínica favoreciendo una correcta adhesión de la lágrima al epitelio corneal asegurando su continuidad y estabilidad. Finalmente, disminuye la tensión superficial de la lágrima facilitando la incorporación

del porcentaje de agua dentro de la película lagrimal aumentando el grosor y estabilidad de la fase acuosa.

En segundo lugar, se encuentra la capa acuosa, la cual constituye el 98% de la lágrima la cual es formada mediante la secreción de la glándula principal, accesoria y en menor proporción por líquido atraído por la hiperosmolaridad de la lágrima de las paredes de la cuenca lagrimal. Dentro de las glándulas accesorias nos encontramos con glándulas de Krause, situadas en los fórnix conjuntivales, y las glándulas de Wolfring situadas en la conjuntiva del párpado superior por encima del tarso, (Pomar & Canales, 2015). La secreción de esta capa de la lágrima depende de una serie de reacciones donde sustancias estimulantes interactúan con receptores de la membrana basal de las células acinares y de los conductos de las glándulas lagrimales. La secreción basal de la lágrima que se produce de forma constante a lo largo del día y de la que depende el mantenimiento de la película precorneal, está producida por las glándulas accesorias.

En tercer lugar, se encuentra la capa mucínica, que constituye aproximadamente el 0.2 % del volumen lagrimal. Esta capa está en contacto directo con el epitelio y presenta una organización en dos zonas: una interna, formada por mucinas de membrana, y otra externa, compuesta por mucinas secretadas, las cuales favorecen la adhesión y estabilidad de la película lagrimal.

Las glándulas mucosas accesorias se distribuyen por toda el área conjuntival, tanto en la superficie anterior del ojo (conjuntiva bulbar) como en la posterior del párpado (conjuntiva tarsal). Gracias a las propiedades hidrofílicas de las mucinas que secretan, se forma una superficie humectante sobre el epitelio corneal que contribuye a mantener la hidratación y uniformidad de la película lagrimal.(Eva Vico)

Generalidades del síndrome de ojo seco

Hoy en día el síndrome de ojo seco es un tema controversial a nivel mundial el cual se ha vuelto uno de los principales motivos de consulta en el campo optométrico y oftalmológico siendo esta una problemática que se desarrolla de manera multifactorial en donde los principales síntomas en la evolución pueden ser picor, arenilla, ardor, prurito, visión borrosa, hiperemia conjuntival.

Se puede definir el ojo seco como una enfermedad multifactorial de la superficie ocular caracterizado por una pérdida de la homeostasis de la película lagrimal acompañada de síntomas oculares en los cuales la inestabilidad de la película lagrimal, la hiperosmolaridad, inflamación y el daño de la superficie ocular son considerados factores etiológicos. (Jennifer P. Craig, 2017)

Actualmente se sabe que por lo menos 9 de cada 10 pacientes mexicanos que acuden a revisión optométrica/oftalmológica presentan algún signo o síntoma de ojo seco. (J. Daniel Nelson, 19)

Clasificación del ojo seco

El DEWS define que existen 3 tipo de ojos seco:

1. Deficiencia acuosa: en el cual el componente mucino-acuoso esta deficiente y/o inestable.
2. Evaporativo: el componente lipídico es afectado por la falta de expresión de las glándulas de meibomio.
3. Mixto: Se encuentra deficiente el componente mucino, acuoso y lipídico.

Estos síntomas son resultado de una lesión epitelial causada por el aumento de la hiperosmolaridad produciendo una mayor estimulación de los nervios corneales, lo que justifica los síntomas de escozor, dolor ocular, aumento del parpadeo y un mayor lagrimeo que refieren los pacientes con resequedad ocular. (Societ, 2017)

Se establece que alrededor del 5% al 34% de la población a nivel mundial ha desarrollado algún grado de síndrome de ojo seco aumentando su prevalencia con la edad, incrementando del 2.7% en la población de en adultos de 18 a 34 años a 18.6% en sujetos con 75 años o más, de igual manera se presenta con mayor frecuencia en mujeres con porcentajes de 8.8% y 4.5% en los hombres.

Factores de riesgo del síndrome de ojo seco

Principales factores de riesgo que originan el síndrome de ojo seco:

- Edad.
- Sexo.
- Raza.
- Estilo de vida.
- Uso de lente de contacto.
- Cirugía previa de catarata.
- Cirugías refractivas.
- Uso de dispositivos digitales.
- Síndrome de Sjögren.
- Factores ambientales.
- Factores nutricionales.
- Enfermedades degenerativas.
- Factores de riego genéticos y de heredabilidad.
- Cambios hormonales.
- Uso prolongado de ciertos medicamentos como: Antidepresivos tricíclicos, betabloqueadores, diuréticos, isotretinoína.
- Quimioterapia sistémica.

En el año 2014 se realizó un estudio en donde el 95% de los usuarios de lente de contacto de uso mensual refieren un incremento de malestar después de tres o cuatro semanas de uso. Para la mitad de los otros usuarios, no solo se ve afectada la comodidad con sus lentes de contacto, sino que también comprometen su calidad

visual y percepción de su salud ocular. Esto puede deberse a que existen diversos factores que influyen directamente sobre las propiedades de las LC a lo largo del uso prolongado.

La práctica inadecuada de lente de contacto puede originar un incremento de resequedad ocular al comprometer la estabilidad de la película lagrimal y en consecuencia, aumentando su evaporación. El material, horas de uso, estado de la superficie ocular, humedad, temperatura ambiental, ingesta de ciertos medicamentos, edad, género y enfermedades sistémicas son factores que contribuyen al desarrollo de resequedad asociada a LC.

Con el objetivo de asegurar una correcta evaluación, es fundamental que la película lagrimal sea valorada durante la consulta optométrica mediante una serie de pruebas cuyo objetivo es determinar, medir la cantidad y calidad de la lagrima para asegurar una adaptación exitosa de lente de contacto.

Pruebas diagnósticas para valoración de la película lagrimal

La evaluación de la película lagrimal requiere la aplicación de pruebas que permitan determinar tanto la calidad como la cantidad de lágrima, con el propósito de asegurar su funcionamiento óptimo, especialmente durante el proceso de adaptación de lentes de contacto.

La prueba de Schirmer es una técnica presentada por primera vez en 1903, buscando como objetivo evaluar la cantidad de la secreción lagrimal en la cual se divide en 2 pruebas diagnosticas

Comenzamos con la prueba Schirmer I, la cual se lleva a cabo con el apoyo de tiras de papel filtro (Whatman 4I) de 50 mm de largo por 5 mm de ancho.

Procedimiento:

1. El papel se dobla en uno de sus extremos para colocarse en el fondo de saco conjuntival inferior, específicamente en el tercio externo de la región temporal.
2. Se le indica al paciente que mire hacia arriba para evitar que el papel toque la córnea o en dado caso también se le puede pedir que cierre los ojos ligeramente.

3. Al cabo de 5 minutos se extrae el papel y se consigue determinar el nivel de humedad alcanzado a partir del sitio doblado.

Se considera como secreción normal cuando después de dicho tiempo se ha impregnado el papel en 15 mm. En personas mayores de 40 años los valores normales son entre 10 y 15 mm, en valores menores de 10 mm se considera que el paciente puede presentar algún grado de ojo seco. (Velázquez, 2019)

Prueba de Schirmer II se realiza posteriormente a la prueba de Schirmer I, especialmente cuando los valores obtenidos son inadecuados o menores a los parámetros normales, es conveniente evaluar la secreción refleja que se obtiene bajo la aplicación de anestésico para lograr obtener mayor porcentaje de lágrima. La secreción básica es la que se produce normalmente sin ningún estímulo. La secreción refleja es la producida después de algún estímulo, por ejemplo, una estimulo mecánico o psíquico que active la glándula lagrimal. (Clinise, 2020)

Prueba But o tiempo de rompimiento de la película lagrimal se encarga de evaluar el intervalo de tiempo que transcurre entre el último parpadeo y la aparición de las primeras áreas de ruptura de la película lagrimal en la córnea permitiendo detectar alteraciones en la calidad o composición de la lágrima.

Procedimiento:

1. Para su aplicación se instila fluoresceína en el fondo de saco conjuntival
2. Se solicita al paciente que parpadee varias veces y, posteriormente, que mantenga el ojo abierto
3. La prueba se realiza con ayuda del filtro azul cobalto y la lámpara de hendidura para determinar que sectores de la córnea logran perder la adherencia de fluoresceína con el fin de determinar el tiempo de rompimiento de la película lagrimal precorneal.

En condiciones normales la película lagrimal se rompe en un tiempo de 15 a 30 segundos; de lo contrario, se considera anormal cuando el rompimiento es antes de diez segundos. (Navarra, 2025)

La prueba de hilo de rojo de fenol es una prueba conocida por ser menos invasiva que la prueba de Schirmer, dado que se aplica el uso de un hilo doble impregnado con tinte de rojo de fenol el cual es sensible al pH por lo cual logra cambiar de color de amarillo a rojo al momento de entrar en contacto con la lágrima debido a su naturaleza alcalina.

Procedimiento:

1. La técnica se lleva a cabo colocando un hilo de 70 mm de longitud en la zona temporal del saco conjuntival inferior.
2. Se le indica al paciente que cierre los ojos y transcurridos 15 segundos, se retira el hilo.
3. Es de suma importancia medir en milímetros la longitud del cambio de color en el hilo, lo cual nos indicará la cantidad de lágrima absorbida.

El rango de valores normales se encuentra entre 9 mm y 20 mm. Valores menores a 9 mm se han correlacionado con síntomas subjetivos de resequedad ocular. (Johnson)

La prueba de altura del menisco lagrimal inferior es una técnica sencilla y no invasiva realizada mediante el uso del biomicroscopio (lámpara de hendidura). Para obtener una evaluación precisa es fundamental evitar una iluminación intensa o prolongada, puesto que podría causar alguna alteración en la lágrima creando evaporación e interferir artificialmente el volumen del menisco. Mediante la experiencia clínica, el observador es capaz de realizar una clasificación visual del menisco como reducido, normal o aumentado. Sin embargo, la valoración puede resultar poco confiable si existe lagrimeo reflejo causando modificación temporal del volumen lagrimal.

La prueba de OSDI (Ocular Surface Disease Index) es una prueba creada para establecer la gravedad y clasificación del síndrome de ojo seco según su sintomatología. Dando valor según la frecuencia que se producen ciertas sintomatologías como:

- Sensibilidad a la luz.
- Sensación de arenilla.
- Visión borrosa.

Valorando la dificultad al realizar determinadas tareas como:

- Leer.
- Conducir de noche.
- Trabajar en aparatos electrónicos.
- Ver la televisión.

O en diferentes situaciones:

- De viento.
- De baja humedad (zonas secas).
- Zonas de aire acondicionado.

Al finalizar el cuestionario el valor OSDI nos da una puntuación total para valorar la situación del paciente como:

- Normal OSDI hasta 13 puntos.
- Leve/moderado OSDI de 13 a 22 puntos.
- Moderado/grave OSDI 22 a 50 puntos.

Elementos diagnósticos

La fluoresceína actualmente es el colorante más utilizado para valorar la película lagrimal, presencia de cuerpos extraños conjuntivales, integridad del epitelio de la superficie ocular, abrasiones por lente de contacto, la cual generalmente se presenta en tiras o bandas estériles con el extremo impregnado de fluoresceína en concentración del 1 al 2 %.

Por otro lado, la rosa de bengala es un colorante responsable para evaluación de los filamentos mucosos, células desvitalizadas de la córnea y conjuntiva bulbar. Al emplearse en conjunto a la biomicroscopia se logra observar las células epiteliales corneales teñidas en casos de pacientes con algún grado de síndrome de ojo seco, y a mayor profundidad se logra observar a las células en forma poligonales de lados rectos con captación de tinte en el citoplasma, y en complemento encontramos el verde lisamina, cuyo colorante verde contiene partes de amoniaco y sulfonatos que facilitan la observación de los tejidos de la superficie favoreciendo observar tinciones a nivel de la córnea y la conjuntiva. En la evaluación de pacientes usuarios de lentes de contacto, se ha observado que un porcentaje considerable de aquellos que utilizan lentes de hidrogel de silicona presentan diferentes grados de tinción conjuntival inducida por el uso del lente, evidenciando una posible alteración en la superficie ocular asociada al contacto prolongado del material con la conjuntiva. (Maissa, s.f.)

Generalidades de lente de contacto

Los lentes de contacto son definidos como dispositivos médicos para el beneficio de la salud visual y ocular, que se apoyan directamente sobre la córnea, y/o esclera flotando sobre la película lagrimal, brindando una alternativa a los lentes oftálmicos, tratamiento terapéutico y en determinados procedimientos quirúrgicos. Por ende, es importante el determinar una serie de pasos para alcanzar o perseverar la integridad de la fisiología corneal, calidad óptica y comodidad, con el fin de evitar alteraciones

que originen patologías oculares o alteraciones crónicas en el metabolismo corneal.
(Boyd, American Academy Of Ophthalmology, 2024)

Al realizar una adaptación adecuada y un uso correcto de los lentes de contacto, es posible mantener la integridad de la fisiología corneal y prevenir complicaciones a largo plazo. La fisiología corneal, que comprende funciones esenciales como la hidratación, oxigenación y protección frente a agentes patógenos, puede verse comprometida cuando el manejo de los lentes de contacto no se lleva a cabo de manera adecuada.

Conceptos en tomar en cuenta para una adaptación exitosa

Permeabilidad al oxígeno (Dk): Medida de la capacidad de una variante en específica de material para lentes de contacto que tienen una característica inherente que permite difusión del oxígeno.

D: Definido como el coeficiente de difusión que permite medir la velocidad de las moléculas de oxígeno que se transportan en el material.

K: Definido como el coeficiente de solubilidad que permite medir la cantidad de moléculas de oxígeno que logran ser disueltas en un material.

Transmisibilidad de oxígeno (Dk/t): Medida de la cantidad de oxígeno que puede ser transmitida a través del material de un lente de contacto de espesor determinado.

T: Medida del espesor del lente de contacto.

Porcentaje equivalente de oxígeno (EOP): Medida de la cantidad de oxígeno disponible para la córnea durante el uso del lente de contacto. El EOP no es una constante física ni un coeficiente de permeabilidad, sino que es una medida fisiológica que va en relación con la permeabilidad y el diseño del lente.

Ajuste del lente y curva base: El ajuste adecuado de un lente de contacto es esencial para evitar problemas como el movimiento excesivo o presión sobre la córnea. La curva base del lente debe coincidir con la curvatura de la córnea para garantizar una correcta adaptación y evitar complicaciones.

Compatibilidad con la película lagrimal: Un lente debe ser compatible con la película lagrimal natural del ojo para garantizar estabilidad de la película lagrimal, lo que ayuda a evitar incomodidad, disminución en la calidad visual y propiciar síndrome de ojo seco.

Material del lente de contacto: El material de fabricación del lente de contacto es otro factor crítico para su desempeño. Los lentes de hidrogel de silicona, por ejemplo, ofrecen una mayor permeabilidad al oxígeno, lo que mejora la salud corneal, especialmente para el uso prolongado. Además, algunos materiales tienen mejores características de humectabilidad y resistencia a la acumulación de depósitos.

Frecuencia de reemplazo y mantenimiento del lente: El ciclo de reemplazo del lente y su mantenimiento adecuado son factores clave en la calidad ocular. Los lentes de contacto deben limpiarse y reemplazarse con la frecuencia recomendada por parte del optometrista u oftalmólogo para evitar infecciones y complicaciones asociadas por la acumulación de residuos.

Evaluación continua de la salud ocular: La adaptación exitosa de los lentes de contacto no termina con la selección adecuada del lente. Es fundamental realizar seguimientos periódicos por parte del profesional de la salud ocular para perseverar la calidad visual o en dado caso si se detectan cambios en la anatomía ocular, aparición de resequedad, infecciones u otros problemas asociados al uso, con el propósito de tratarlos y brindar soluciones oportunas.

Clasificación tipos de lentes de contacto

Lente de contacto rígidos gas permeable (RGP) son lentes que se caracterizan por poseer un menor diámetro con respecto a los lentes de contacto blandos y de igual manera poseen una mayor rigidez que proporciona una mejor calidad óptica y un mayor intercambio de oxígeno a la córnea. Su principal característica es corregir el astigmatismo corneal incluso cuando son valores elevados. Este tipo de lentes rígidos son más adecuados en pacientes que presentan córneas irregulares con alteraciones morfológicas.

Lente de contacto Blando (LCB) son lentes cuyos materiales son flexibles gracias al gran porcentaje de agua el cual permite que exista una mayor transmisibilidad de oxígeno entre la lente de contacto y la córnea. El aumento de la hidratación y flexibilidad permiten una mayor comodidad hacia el usuario. Son de mayor diámetro de modo que sobrepasan el área del limbo corneal apoyándose sobre esclera, aumentando la succión total en el ojo y resistencia al ser desplazado por la gravedad. Al ser un material de menor dureza a diferencia de los lentes RGP no son aptos para la corrección de astigmatismos altos.

Lente de contacto escleral son caracterizados por ser compuestos por un material rígido permeable al gas de diferentes diámetros que al ser introducidos en la superficie tienen su punto de apoyo completamente en el área de la esclera el cual presenta una mayor zona óptica permitiendo una agudeza visual más estable y un campo visual más óptimo. Estos lentes de contacto son diseñados mayormente para rehabilitar la visión reducida en casos de astigmatismos elevados, córneas irregulares, patologías de la superficie corneal y aquellos casos en donde los otros tipos de lentes de contacto no fueron un éxito.

Lente de contacto terapéutico tienen como objetivo tratar o prevenir ciertos problemas oculares, como son úlceras o erosiones corneales. Proporcionan una barrera protectora sobre la córnea, promoviendo la recuperación y disminuir molestias. A menudo están creados de materiales blandos o hidrogeles que permiten una correcta hidratación y recuperación de la superficie ocular.

Microscopia especular y generalidades

La microscopía especular es un estudio que permite evaluar la vitalidad del endotelio corneal mediante la reflexión de un haz de luz de manera especular en la interfase endotelio y humor acuoso. Existen 2 técnicas a implementar las cuales son de contacto y no contacto. La finalidad u objetivo de esta prueba es determinar el número, forma y tamaño de sus células endoteliales mediante la recopilación de imágenes de alta resolución para obtener un análisis morfométrico de las células y detectar posibles lesiones en dicha estructura. (Diego Aristizábal Montes, 2017)

Gracias a la microscopía especular se obtiene un recuento endotelial por área de superficie y determinar si existe algún cambio en la forma o tamaño de las células endoteliales. La densidad endotelial normal en una persona de 40 años es de 2,400 cel/mm², y a medida que envejecemos existe una disminución progresiva.

Las alteraciones morfológicas del endotelio corneal se clasifican principalmente en dos tipos: el pleomorfismo, que hace referencia a los cambios en la forma celular, y el polimegatismo, que describe las variaciones en el tamaño de las células. Las células hexagonales nos indican que existe una distribución correcta e uniforme de la tensión superficial de la membrana y que las células son normales. Esto significa que la mejor manera de cubrir un área determinada sería con hexágonos.

Una cornea normal tiene un 60% de células endoteliales hexagonales en promedio, En el análisis de la microscopía especular se describe: la densidad de las células endoteliales (ECD) medida en cel/mm²; coeficiente de variabilidad; y pleomorfismo.

Una córnea con un CV mayor de 0.40, con menos del 50% de células endoteliales hexagonales y un grosor corneal elevado se considera alterada y con un mayor riesgo de desarrollar edema corneal ante cualquier procedimiento quirúrgico intraocular. (Diego Aristizábal Montes, 2017)

En la tabla número 1 podemos encontrar los valores de referencia de densidad celular, coeficiente de variación y porcentaje de hexagonalidad del endotelio corneal, obtenidos a través de microscopia especular en un estudio realizado en adultos jóvenes del norte de México en 2015.

Tabla 1. Revista Mexicana de Oftalmología, densidad y morfología de células del endotelio corneal en adultos jóvenes del norte de México, 2015.

Resultados de estudio microscopia especular			
	Rango normal	Rango elevado	Rango bajo
Densidad	1000- 2010 cel/mm ²	Mayor a 2010 cel/ mm ²	Menor a 1000 cel/mm ²
Coeficiente de variación	Menor a 0.30	0.32 a 0.40	
Hexagonalidad	Mayor a 40%		Menor a 40%

La tabla número 2 presenta los valores de referencia del conteo celular endotelial según la edad, reportado por la doctora María Gómez Valcárcel especialista en córnea y cirugía refractiva. La tabla resume los valores correspondientes a diferentes etapas de la vida, desde el periodo neonatal hasta la edad avanzada, destacando la disminución fisiológica de la densidad endotelial con el paso de los años.

Tabla 2. Densidad normal de células endoteliales según la edad, especialista en Córnea y cirugía refractiva, Doctora María Gómez Valcárcel, 2022.

La densidad células endotelial	
Neonatos	> 5500 cel/mm ²
Adultos	2500 - 3000 cel/mm ²
Adulto > 75 años	2,400 y 2,600 cel/mm ²
Mínima transparencia	400 – 700 cel/mm ²

Caso clínico

Anamnesis

Datos del paciente: Paciente masculino de 42 años, docente, sin antecedentes de enfermedades crónico-degenerativas.

Motivo de consulta: El paciente refiere disminución de la agudeza visual (AV) lejana y cercana. Es usuario de lente de contacto escleral en ojo derecho (OD) y de sistema Piggyback en ojo izquierdo (OI) desde hace más de 10 años. Reporta molestia constante al uso de lentes de contacto, sensación de cuerpo extraño, y tolerancia máxima del lente escleral de solo 2 horas diarias. Presenta visión borrosa tanto para visión cercana como lejana.

El paciente menciona además comezón y enrojecimiento ocular ocasional en OD aproximadamente 4 horas después de la colocación del lente escleral, marcación visible del lente escleral en la parte superior del ojo derecho y cefalea frecuente después de 2 horas sin el uso de lentes de contacto.

Antecedentes patológicos personales: Antecedente de COVID-19 hace 3 meses de evolución y alergia al diclofenaco oftálmico.

Antecedentes patológicos familiares: Sin antecedentes de diabetes mellitus, hipertensión, artritis ni enfermedades cardiovasculares.

Exploración optométrica

En la tabla número 3 podemos encontrar los valores de la agudeza visual obtenidos del paciente en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI), incluyendo visión lejana y cercana sin corrección (s/c) y la capacidad visual funcional con el objetivo de documentar el estado visual previo a cualquier intervención o corrección óptica.

Tabla 3. Datos de agudeza visual en ambos ojos (OD y OI) recolectados del paciente. Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia, Michoacán.

AV	Lejos s/c	Cerca s/c	Capacidad visual	Lejos c/c	Cerca c/c
OD	20/400	20/200	20/60(+2)	No se realiza	No se realiza
OI	20/400	20/200	20/60	No se realiza	No se realiza

En la tabla número 4 encontramos los resultados de la refracción y agudeza visual del paciente en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI), obtenidos a través de la técnica de retinoscopia directa complementada con pruebas subjetivas. El diagnóstico final es astigmatismo miópico (AMC) compuesto en ambos ojos. La agudeza visual correspondiente se registra en la columna AV, reflejando la visión funcional obtenida con la refracción indicada.

Tabla 4. Resultados de la refracción y agudeza visual tomada en ambos ojos (OD y OI) mediante la técnica de retinoscopia directa complementada con pruebas subjetivas. Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia. Michoacán.

	Rx	AV
OD	-16.50 = -3.50 X 70°	20/100
OI	-14.50 = -5.00 X 60°	20/80

La tabla número 5 presenta los datos de la curvatura corneal, el astigmatismo y medidas corneales del paciente en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI). Se incluyen los valores de la curvatura más plana y más curva de la córnea (K+ plana y K+ curva), el astigmatismo corneal con su magnitud y eje, así como las dimensiones corneales horizontales y verticales (DHIV y DIP) permitiendo evaluar la morfología e regularidad corneal, magnitud y orientación del astigmatismo. Información fundamental para el diagnóstico refractivo, adaptación de lente de contacto y planificación de intervenciones quirúrgicas.

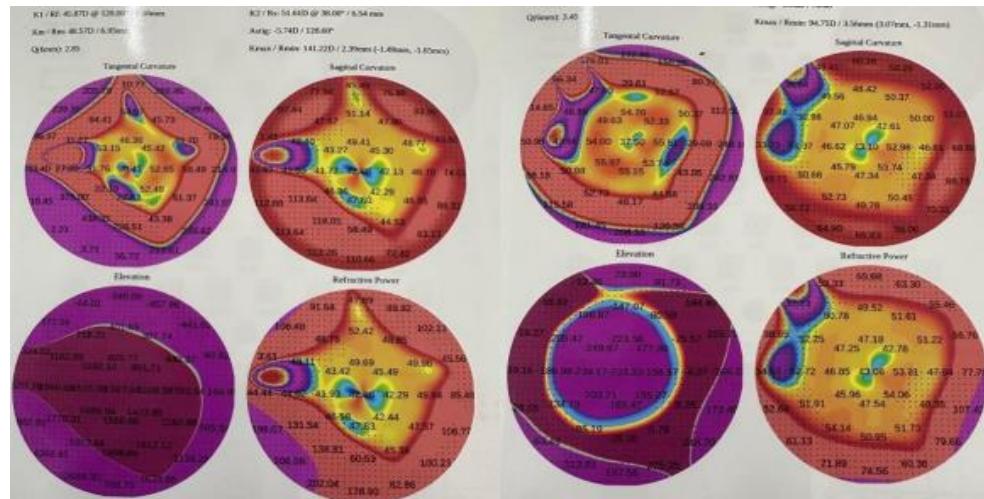
Tabla 5. Datos de curvaturas corneal, astigmatismo y medidas cornales tomadas en ambos ojos (OD y OI). Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia. Michoacán.

Ojo	K + plana	K + curva	Astigmatismo	DHIV	DIP
OD	45.87	51.61	-5.75D/128°	12.7 mm	68 mm
OI	50.02	51.18	-1.16D/78°	13.2 mm	

Topografías

La ilustración número 1 muestra los mapas topográficos corneales del ojo derecho (OD) y del ojo izquierdo (OI), incluyendo el análisis de curvatura tangencial, curvatura sagital, elevación y potencia refractiva corneal permitiendo evaluar la morfología y regularidad de la superficie corneal, así como la distribución del astigmatismo, zonas de mayor y menor refracción.

OD



OI

Ilustración 1. Mapas topográficos con análisis de curvatura tangencial, curvatura sagital, elevación y potencia refractiva corneal de ambos ojos (OD y OI). Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia, Michoacán.

Exploración mediante lámpara de hendidura

Durante la exploración se evaluaron las estructuras externas del ojo y sus anexos, incluyendo cejas, pestañas, párpados, conjuntiva, córnea, esclera y pupila.

Descripción:

- Párpados y pestañas: Se observó una alteración a nivel del borde palpebral, específicamente en el área correspondiente a las glándulas de Meibomio.
- Secreción: No se evidenció la presencia de secreción purulenta.
- Conjuntiva: Sin alteraciones clínicas significativas.

- Esclero-corneal: Mediante iluminación difusa, con aumentos bajo a medio y luminosidad moderada, se observó una neovascularización notable.
- Retroiluminación directa: Se evidenció neovascularización en el limbo esclero-corneal superior (en sentido horario a la 1) e inferior (a las 8) del ojo izquierdo (OI), con mayor intensidad en la región superior. En el ojo derecho (OD), la neovascularización fue menos evidente, presentándose principalmente en el sector inferior (entre las 6 y las 8 en sentido horario).

Microscopia especular de hace 10 años

La ilustración número 2 muestra la toma de microscopia especular donde se evalúa la densidad, coeficiente de variación y hexagonalidad en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI), permitiendo valorar el grado de integridad y envejecimiento endotelial con más de 10 años de evolución.



Ilustración 2. Toma de microscopia especular en ambos ojos (OD y OI) con más de 10 años de evolución. Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia, Michoacán.

Microscopia especular actual

La ilustración número 3 muestra la toma de microscopia especular donde se evalúa la densidad, coeficiente de variación y hexagonalidad en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI), permitiendo valorar el grado de integridad y envejecimiento endotelial actual.

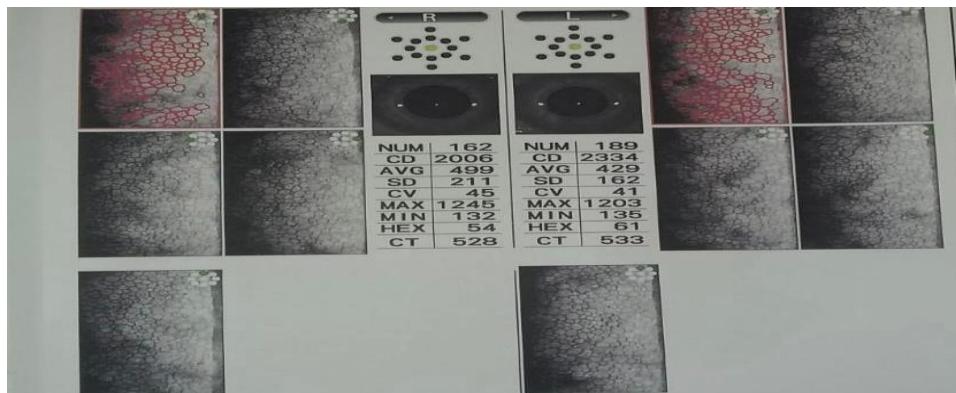


Ilustración 3. Toma de microscopia especular donde se evalúa la densidad, coeficiente de variación y hexagonalidad de ambos ojos (OD y OI) actual. Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia. Michoacán.

La tabla número 6 presenta los rangos normales y anormales de densidad y morfología de células endoteliales corneales en adultos jóvenes del norte de México, evaluados a través de la microscopia especular. Se consideran valores normales una densidad de 1000 a 2010 células/mm², un coeficiente de variación menor a 0.30 y una hexagonalidad superior al 40%. Valores fuera de estos rangos se consideran anormales y pueden indicar alteraciones en la función endotelial.

Tabla 6. Indicadores de rangos normales y anormales de densidad y morfología de células del endotelio corneal en adultos jóvenes del norte de México, 2014. Revista Mexicana de Oftalmología.

Indicadores normales y anormales de una microscopia especular			
	Rango normal	Rango elevado	Rango bajo
Densidad	1000- 2010 cel/mm ²	Mayor a 2010 cel/mm ²	Menor a 1000 cel/mm ²
Coeficiente de variación	Menor a 0.30	0.32 a 0.40	
Hexagonalidad	Mayor a 40%		Menor a 40%

La tabla número 7 presenta los resultados del estudio de microscopia espectral ilustrado en la figura número 2 en donde se encuentran los valores de densidad celular, coeficiente de variación y porcentaje de hexagonalidad del endotelio corneal en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI) del paciente, obtenidos hace 10 años.

Tabla 7. Resultados del estudio de microscopia espectral de la ilustración número 2. Se presentan los valores de densidad celular, coeficiente de variación y hexagonalidad del endotelio corneal en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI). Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia. Michoacán.

Resultados de estudio microscopia espectral hace 10 años		
	OD	OI
Densidad	3531	4172
Coeficiente de variación	0.46	0.31
Hexagonalidad	0.51	0.43

La tabla número 8 presenta los resultados del estudio de microscopia espectral ilustrado en la figura número 3 en donde se encuentran los valores de densidad celular, coeficiente de variación y porcentaje de hexagonalidad del endotelio corneal en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI) actuales.

Tabla 8. Resultados del estudio de microscopia espectral de la ilustración número 3. Se presentan los valores de densidad celular, coeficiente de variación y hexagonalidad del endotelio corneal en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI). Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia. Michoacán.

Resultados de estudio microscopia espectral actual		
	OD	OI
Densidad	2006	2334
Coeficiente de variación	0.45	0.41
Hexagonalidad	0.54	0.61

En la tabla número 9 podemos encontrar la comparativa de los resultados de la microscopía especular entre dos evaluaciones realizadas con 10 años vs la actual, en el ojo derecho (OD) e izquierdo (OI) presentando los valores de densidad celular, coeficiente de variación y hexagonalidad del endotelio corneal. Los datos evidencian cambios en la morfología y densidad endotelial a lo largo del tiempo, lo que permite evaluar la evolución de la función endotelial corneal en cada ojo.

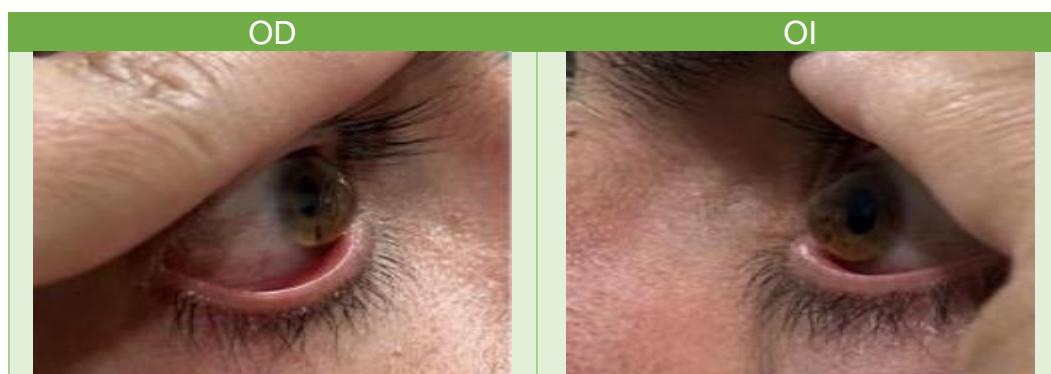
Tabla 9. Comparativa de resultados del estudio de microscopía especular de la ilustración número 2 y 3. Se presentan los valores de densidad celular, coeficiente de variación y hexagonalidad del endotelio corneal en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI). Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia. Michoacán.

Comparación de microscopía especular de hace 10 años vs 2 años		
	OD	OI
Densidad	1525	1838
Coeficiente de variación	0.01	0.1
Hexagonalidad	0.03	0.18

Perfil corneal

La tabla número 10 presenta la toma del perfil corneal del ojo derecho (OD) e izquierdo (OI), evidenciando una córnea con estructura oblata, caracterizada por mayor curvatura en el centro que en la periferia. Esta información permite evaluar la forma corneal y su distribución de curvatura, lo cual es relevante para la planificación de procedimientos refractivos y el seguimiento de la salud corneal.

Tabla 10. Muestra toma de perfil corneal en el cual se observa en ambos ojos. Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia. Michoacán.



Uso de suero autólogo como complemento del síndrome de ojo seco

El suero autólogo (SA) ha sido descrito por diferentes autores, como un sustituto de lágrima en el tratamiento de defectos epiteliales persistentes (DEP) y en el contexto de un ojo seco severo. Aunque aún no se conocen totalmente los mecanismos de acción del suero autólogo sobre los epitelios oculares, se sabe que contiene algunos componentes implicados en la proliferación, migración y diferenciación de las células epiteliales de la superficie ocular, tal es el caso de la proliferación de células epiteliales del limbo y la córnea.

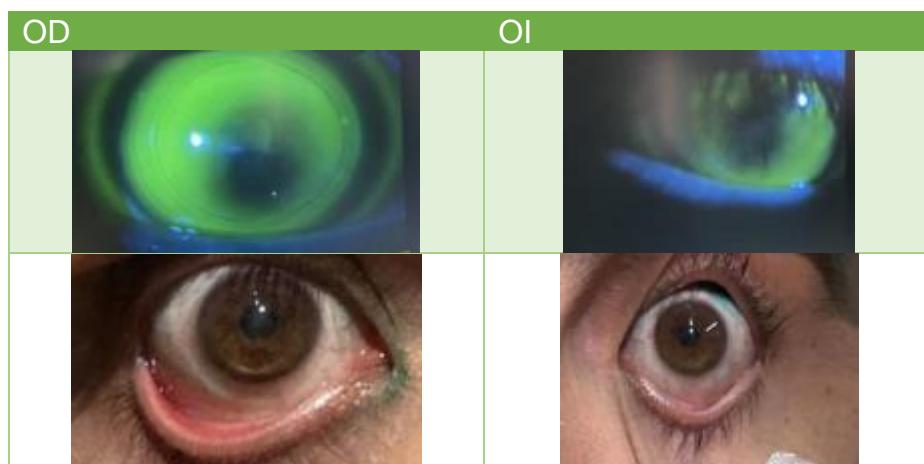
El suero presenta características similares a las de la lágrima (pH y osmolaridad); al igual que, este contiene abundantes factores de crecimiento y bactericidas que hacen que el tratamiento con suero autólogo tópico no sólo humidifique la superficie ocular, sino que también aporte factores nutricionales, necesarios para mantener la viabilidad celular en los procesos de reparación epitelial, y componentes bactericidas que reducen el riesgo de contaminación e infección.

La lágrima tiene una gran importancia en estabilidad, viabilidad del epitelio corneal y conjuntival debido a la interdependencia que existe entre las distintas estructuras que integran la superficie ocular. La córnea obtiene sus principales nutrientes glucosa, electrolitos desde el humor acuoso, pero los factores de crecimiento, vitaminas y neuropéptidos responsables de la proliferación, migración y diferenciación de las células del epitelio corneal y conjuntival provienen de la glándula lagrimal y son vertidos a la lágrima. Además, las lágrimas tienen propiedades antimicrobianas, nutritivas, mecánicas y ópticas.

Adaptación de lente esclera final

La tabla número 11 muestra la demostración de los lentes esclerales finales en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI). Esta información permite evaluar la adaptación y cobertura de los lentes sobre la superficie escleral, asegurando comodidad, óptima visión y correcta distribución de la película lagrimal.

Tabla 11. Demostración de lente escleral final de ojo derecho (OD) y ojo izquierdo (OI). Datos obtenidos del centro visual Ochío, Morelia. Michoacán.



La tabla número 12 presenta la agudeza visual final obtenida con el uso de lentes de contacto, tanto para visión de lejos como de cerca, en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI). Los resultados muestran que, tras la correcta adaptación de los lentes y el seguimiento de los pasos recomendados, la visión mejoró de manera notable: el OD alcanzó 20/30 para lejos y 20/40 para cerca, mientras que el OI alcanzó 20/25 en ambas distancias. Esto evidencia que los lentes de contacto proporcionaron una corrección efectiva, optimizando la función visual y mejorando la claridad tanto en actividades de visión lejana como cercana.

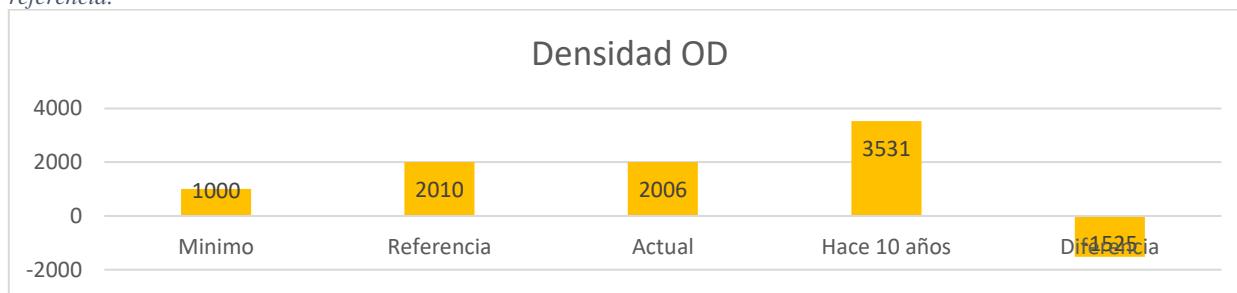
Tabla 12. Agudeza visual final con el uso de lentes de contacto, tanto para visión de lejos como de cerca, en el ojo derecho (OD) y el ojo izquierdo (OI). Datos obtenidos del centro visual Occhio, Morelia. Michoacán

Aguza visual final con lente de contacto		
	Lejos	Cerca
OD	20/30	20/40
OI	20/25	20/25

Densidad

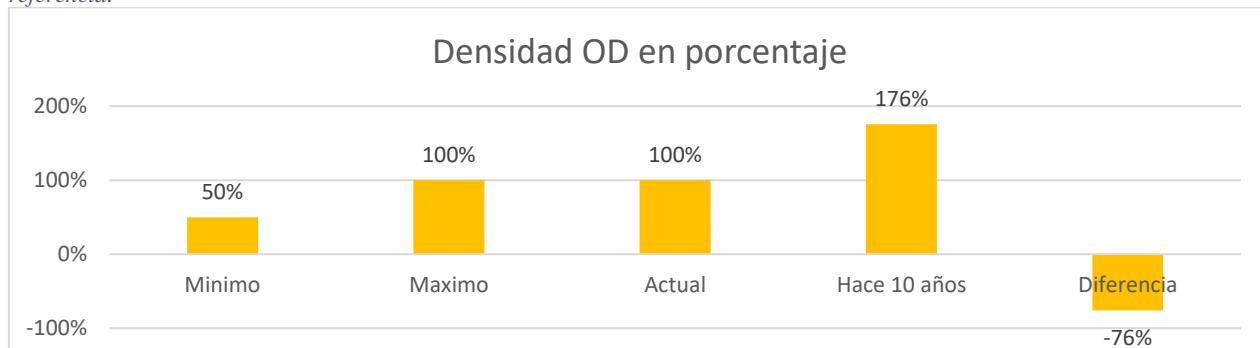
La gráfica número 1 muestra la evolución de la densidad celular endotelial del ojo derecho de un paciente a lo largo de un periodo de 10 años, comparando las mediciones obtenidas en diferentes momentos mediante microscopía espectral. El rango normal de densidad endotelial se encuentra en 1000-2010 células/mm². Hace 10 años, el paciente presentaba un valor de 3531 células/mm², mientras que en la medición actual el valor disminuyó a 2006 células/mm², evidenciando una pérdida de 1525 células/mm² en una década.

Grafica 1. Gráfica de barras muestra la densidad endotelial en cantidad del ojo derecho (OD) en distintos puntos de referencia.



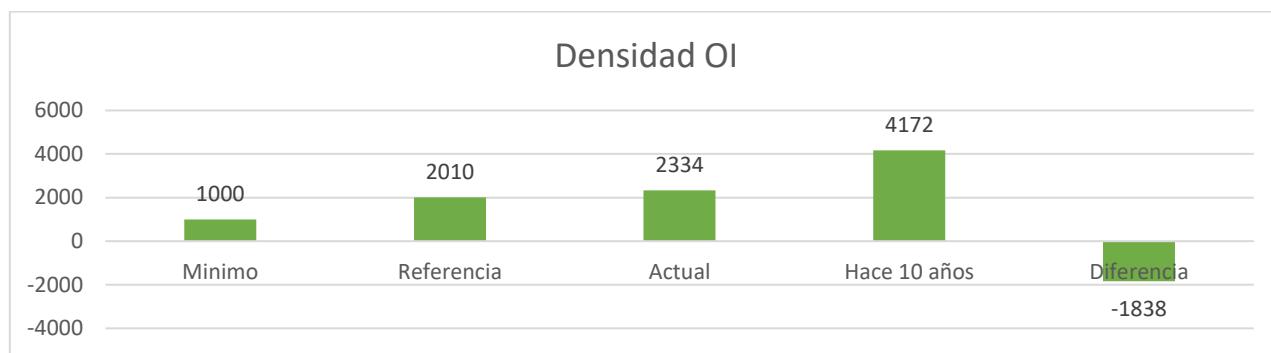
La gráfica número 2 muestra la evolución de la densidad celular endotelial del ojo derecho de un paciente en un periodo de 10 años, comparando las mediciones en porcentaje respecto al rango normal de densidad de 50%-100%. Hace 10 años, la densidad celular era del 176% sobre el valor de referencia, mientras que en la medición más reciente es del 100% y actualmente al 100%. La diferencia entre ambas mediciones es de -76%, lo que refleja una disminución en la cantidad de células endoteliales a lo largo de los años.

Grafica 2. Gráfica de barras muestra la densidad endotelial en porcentaje del ojo derecho (OD) en distintos puntos de referencia.



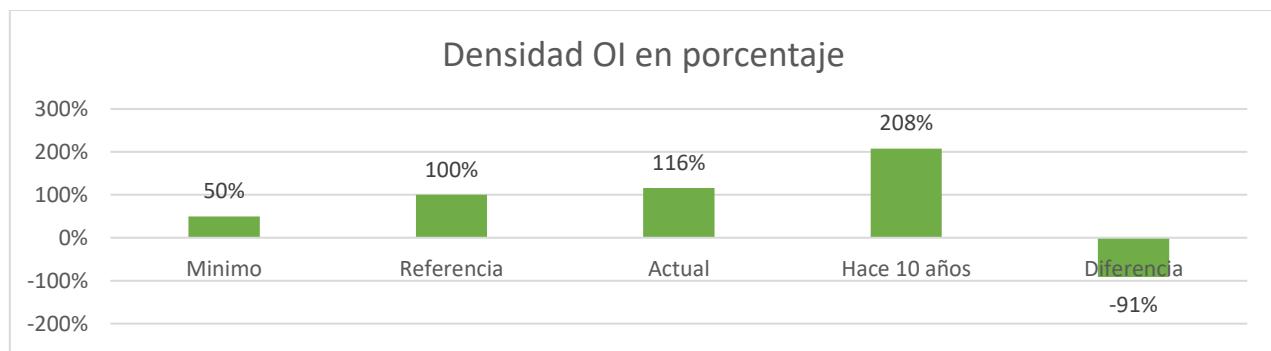
La gráfica número 3 muestra la comparación de la densidad endotelial del ojo izquierdo (OI) obtenida mediante la microscopia espectral, tomando como referencia el rango normal de 1000-2010 células/mm². Hace 10 años, la densidad celular del paciente fue de 4172 células/mm², valor considerablemente superior al rango de referencia, mientras que en la evaluación más reciente, se registró una densidad de 2334 células/mm². La diferencia entre ambas mediciones es de -1838 células/mm², lo que indica una disminución significativa en el recuento celular endotelial a lo largo del tiempo.

Grafica 3. Gráfica de barras muestra la densidad endotelial en cantidad del ojo izquierdo (OI) en distintos puntos de referencia.



Gráfica número 4 representa la densidad endotelial del ojo izquierdo (OI) expresada en porcentaje, tomando como referencia el rango normal el 100% correspondiente a una densidad de 50%-100%. Hace 10 años, el paciente presentaba un valor equivalente al 208% de la referencia, mientras que en la evaluación actual alcanzó el 116%, reflejando una disminución del 91% respecto a la medición anterior.

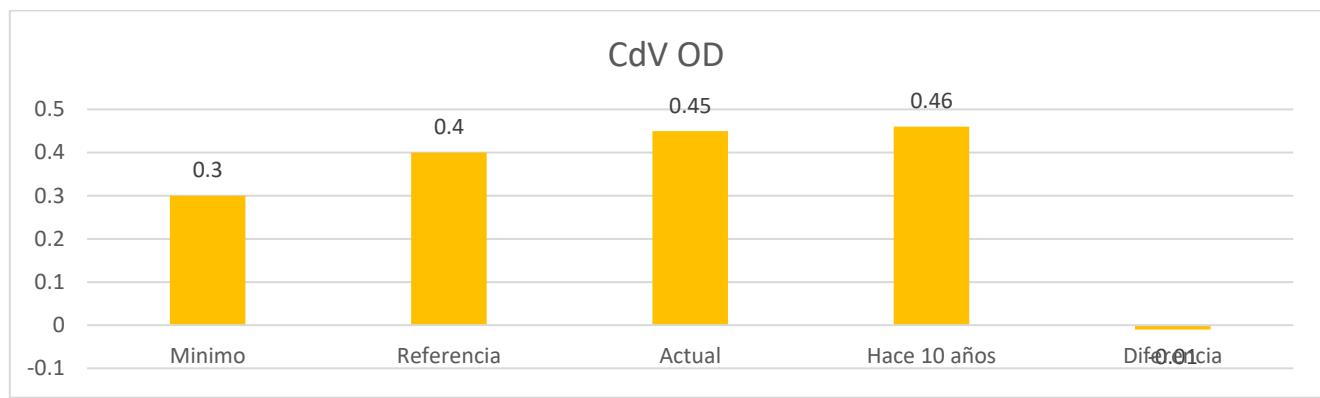
Grafica 4. Gráfica de barras muestra la densidad endotelial en porcentaje del ojo izquierdo (OI) en distintos puntos de referencia.



Coeficiente de variación

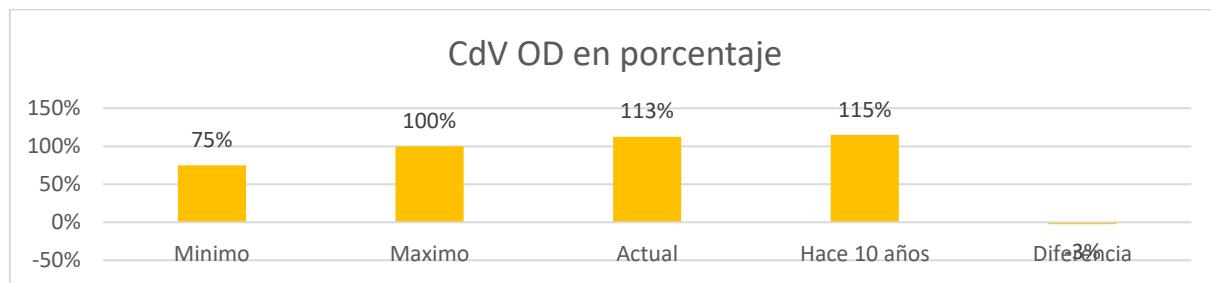
Gráfica número 5 muestra los valores del coeficiente de variación obtenidos mediante microscopia especular en el ojo derecho del paciente. El rango normal se sitúa entre 0.3-0.4, lo que refleja una distribución uniforme en el tamaño de las células endoteliales. Hace diez años, el paciente presentó un valor de 0.46, mientras que en la evaluación más reciente el coeficiente fue de 0.45, con una diferencia mínima de solo 0.01 entre ambas mediciones.

Grafica 5. Gráfica de barras muestra el coeficiente de variación en cantidad del ojo derecho (OD) en distintos puntos de referencia.



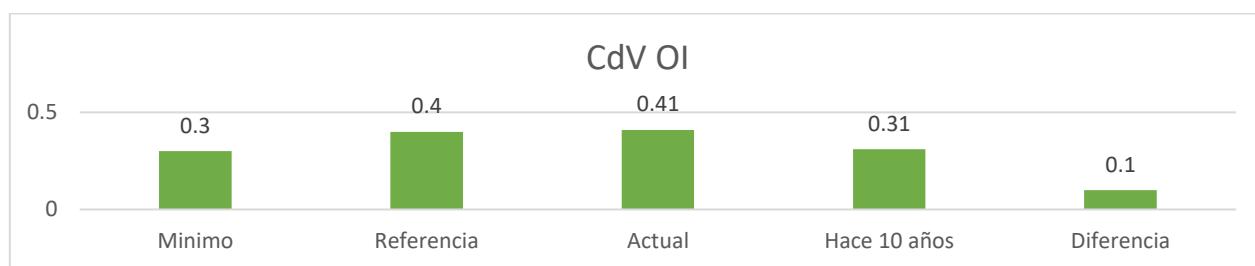
Gráfica número 6 muestra los valores del coeficiente de variación expresados en porcentaje, obtenidos mediante microscopia especular en el ojo derecho del paciente. El rango normal se encuentra entre 75%-100% donde hace diez años, el paciente presentó un valor de 115%, mientras que en la evaluación más reciente el valor fue de 113%, observándose una diferencia mínima del -3% entre ambas mediciones.

Grafica 6. Gráfica de barras muestra el coeficiente de variación en porcentaje del ojo derecho (OD) en distintos puntos de referencia.



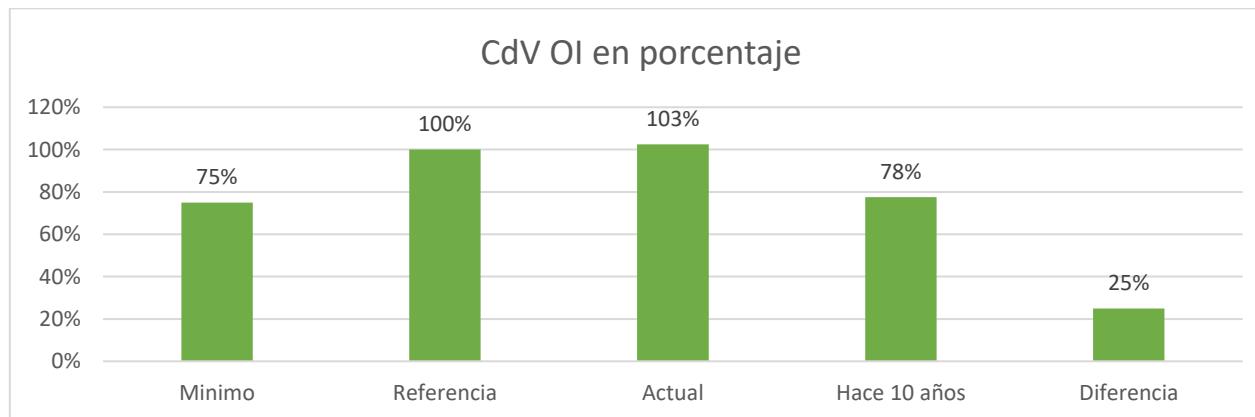
Gráfica número 7 muestra los valores del coeficiente de variación obtenidos en porcentaje mediante microscopia especular en el ojo izquierdo (OI) del paciente. El rango normal de referencia se encuentra entre 0.3-0.4. En el estudio realizado hace diez años, el paciente presentó un valor de 0.31, mientras que en la evaluación más reciente el coeficiente aumentó a 0.41, mostrando una diferencia de 0.1 entre ambas mediciones.

Grafica 7. Gráfica de barras muestra el coeficiente de variación en cantidad del ojo izquierdo (OI) en distintos puntos de referencia.



Gráfica número 7 muestra los valores del coeficiente de variación expresados en porcentaje obtenidos mediante microscopia especular en el ojo izquierdo (OI) del paciente. Tomando en referencia el rango normal de 75%-100%. Hace 10 años, el ojo izquierdo del paciente tenía un valor de 78%, dentro del rango normal, mientras que, en la revisión reciente, el valor aumentó a 103%, lo que representa un incremento del 25% en comparación con el valor anterior.

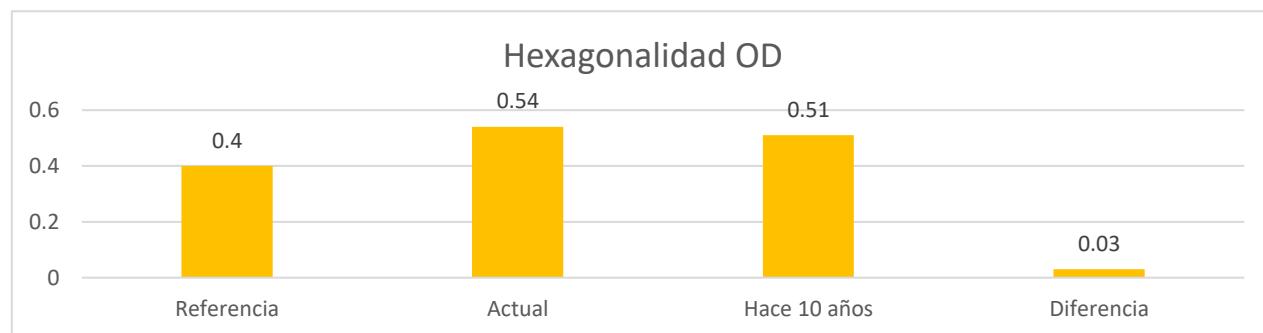
Grafica 8. Gráfica de barras muestra el coeficiente de variación en porcentaje del ojo izquierdo (OI) en distintos puntos de referencia.



Hexagonalidad

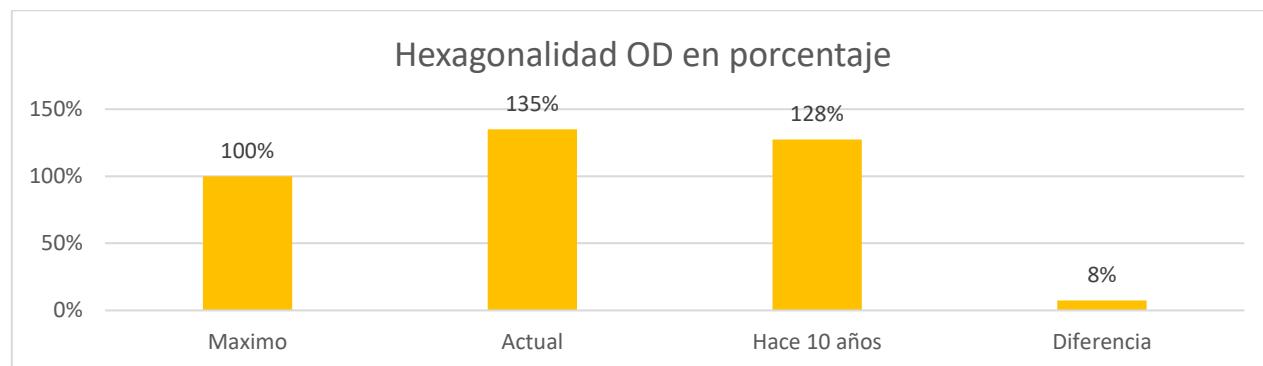
La gráfica número 9 presenta la evolución del índice de hexagonalidad del ojo derecho (OD) del paciente, obtenido mediante microscopia especular. El rango normal de hexagonalidad es superior a 0.4. Hace 10 años, el valor era de 0.51, y en la evaluación más reciente, el valor aumentó ligeramente a 0.54, mostrando una diferencia de 0.03 entre ambas mediciones.

Grafica 9. Gráfica de barras muestra la hexagonalidad en cantidad del ojo derecho (OD) en distintos puntos de referencia.



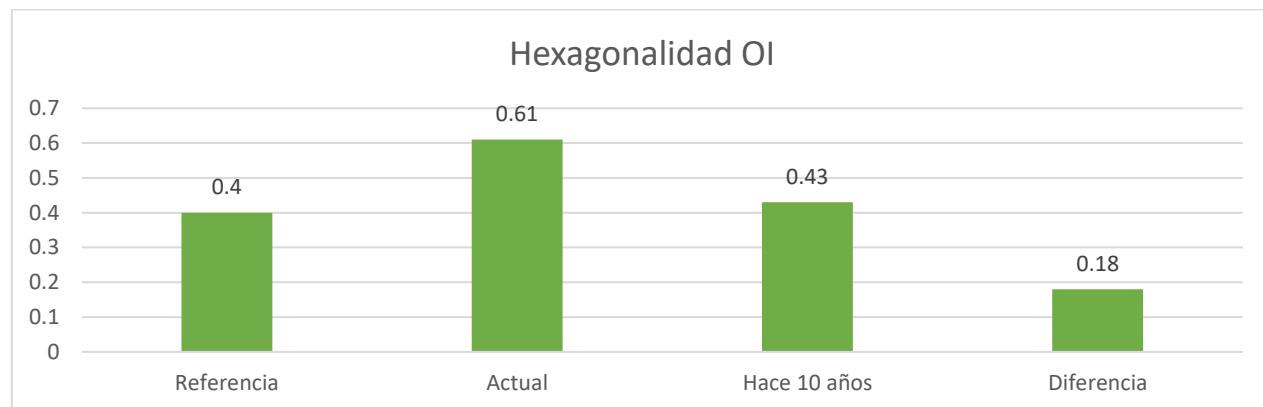
La gráfica número 10 presenta la evolución del índice de hexagonalidad en porcentaje del ojo derecho (OD) del paciente, obtenido mediante microscopia especular. El rango normal de hexagonalidad es superior a 100%. Hace 10 años, el valor era de 128%, y en la evaluación más reciente, el valor aumentó ligeramente a 135%, mostrando una diferencia de 8% entre ambas mediciones.

Grafica 10. Gráfica de barras muestra la hexagonalidad en porcentaje del ojo derecho (OD) en distintos puntos de referencia.



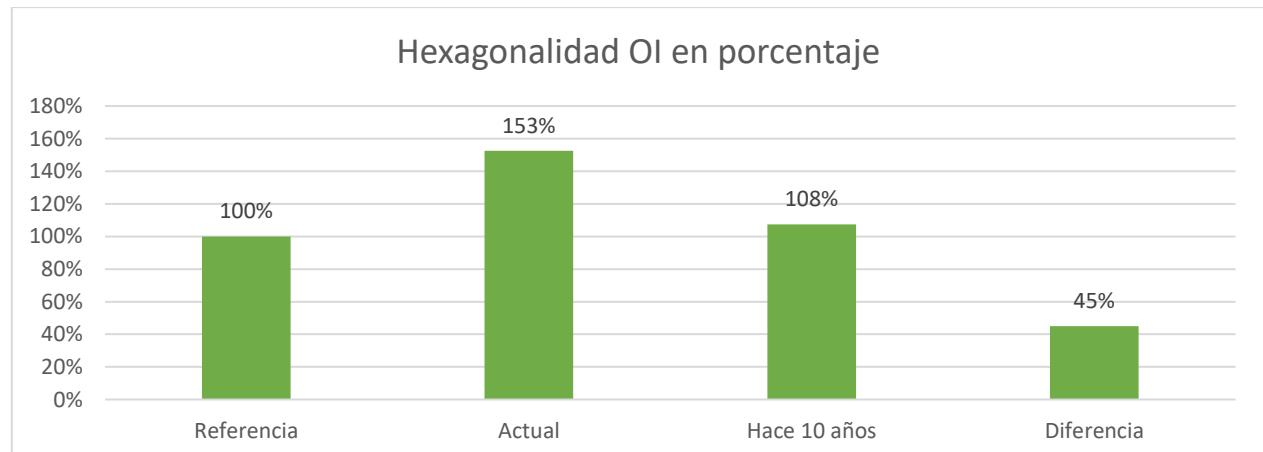
La gráfica número 11 presenta la evolución del índice de hexagonalidad del ojo izquierdo (OI) del paciente, obtenido mediante microscopia especular. El rango normal de hexagonalidad es superior a 0.4. Hace 10 años, el valor era de 0.43, y en la evaluación más reciente, el valor aumentó ligeramente a 0.61, mostrando una diferencia de 0.18 entre ambas mediciones.

Grafica 11. Gráfica de barras muestra la hexagonalidad en cantidad del ojo izquierdo (OI) en distintos puntos de referencia.



La gráfica número 12 presenta la evolución del índice de hexagonalidad en porcentaje del ojo izquierdo (OI) del paciente, obtenido mediante microscopia especular. El rango normal de hexagonalidad es superior a 100%. Hace 10 años, el valor era de 108%, y en la evaluación más reciente, el valor aumentó ligeramente a 153%, mostrando una diferencia de 45% entre ambas mediciones.

Grafica 12. Gráfica de barras muestra la hexagonalidad en porcentaje del ojo izquierdo (OI) en distintos puntos de referencia.



Conclusiones

El presente estudio aborda un tema de gran relevancia clínica y científica en el ámbito de la salud visual detallando la alteración de las células endoteliales derivada del uso prolongado de los lentes de contacto con bajo índice de permeabilidad al oxígeno (Dk) en un paciente con más de diez años de uso continuo sin supervisión de un profesional a través de un análisis comparativo longitudinal, sustentado en resultados de microscopías especulares obtenidos con una diferencia de una década en el cual se identificaron cambios morfológicos y cuantitativos en los parámetros celulares del endotelio corneal, con implicaciones directas en la funcionalidad visual y estabilidad de la superficie ocular.

Los hallazgos muestran una disminución marcada en la densidad celular endotelial. En el ojo derecho (OD), se evidenció una pérdida de 1525 cel/mm², pasando de 3531 cel/mm² a 2006 cel/mm², lo cual representa una disminución del 76%. En el ojo izquierdo (OI), la densidad descendió de 4172 cel/mm² a 2334 cel/mm², reflejando una pérdida de 1838 cel/mm², equivalente a un 91% de reducción. Estos valores caen por debajo del umbral clínicamente aceptable de 1000–2000 cel/mm², lo que sugiere una alteración significativa de la función de barrera endotelial y una amenaza potencial de descompensación corneal.

En relación con el coeficiente de variación (CV), parámetro que refleja el grado de polimegatismo o variabilidad en el tamaño celular, se observaron cambios diferenciales entre ambos ojos. En el OD, el CV pasó de 0.46 a 0.45, mostrando una disminución mínima de 3%, mientras que en el OI aumentó de 0.31 a 0.41, lo que representa un incremento considerable de 25%. Estos valores superan ampliamente el límite superior normal (<0.30) y, en el caso del ojo izquierdo, incluso se ubican por encima del rango considerado elevado (0.32–0.40), indicando un deterioro morfológico más pronunciado y signos claros de disfunción celular.

En cuanto a la hexagonalidad el cual es el indicador clave de la uniformidad estructural y eficiencia fisiológica del endotelio, se identificó un cambio positivo en ambos ojos. En el OD, el porcentaje pasó de 0.51 a 0.54, lo que supone un aumento de 8%; en el OI, de 0.43 a 0.61, reflejando un incremento notable de 45%. Si bien este incremento pudiera interpretarse como un intento compensatorio de reorganización celular, al analizarse en conjunto con la pérdida de densidad y el aumento del coeficiente de variación, se evidencia un desequilibrio multifactorial que compromete la estabilidad global del mosaico endotelial. La coexistencia de pérdida celular, incremento de polimegatismo y alteraciones en la morfología hexagonal sugiere un proceso de adaptación forzada, secundario a la hipoxia corneal crónica y al estrés mantenido por el uso prolongado de lentes de contacto escleral de bajo Dk. Aunque los cambios se aprecian de forma sutil, su interpretación se vuelve más complejas cuando se analizan en conjunto con la pérdida de densidad y el aumento del CV, lo que en su totalidad sugiere una alteración multifactorial del mosaico endotelial. La pérdida de células hexagonales, junto con la aparición de células poligonales irregulares, refleja una degeneración estructural y funcional progresiva del endotelio dando resultados que no solo confirman el impacto negativo del uso prolongado e inadecuado de lentes de contacto escleral, sino que también evidencian cómo la hipoxia corneal crónica, daño celular progresivo y la ausencia de seguimiento clínico oportuno pueden desencadenar un deterioro irreversible de la estructura celular. En este contexto, el desarrollo del síndrome de ojo seco aparece como una consecuencia secundaria pero igualmente significativa, comprometiendo aún más la estabilidad de la superficie ocular y exacerbando la sintomatología del paciente.

Desde una perspectiva clínica, estos hallazgos subrayan la necesidad de establecer protocolos estrictos de adaptación, control y seguimiento para usuarios de lentes de contacto. El estudio resalta la importancia de fomentar el uso de materiales con mayor Dk, recomendar periodos de uso responsables, y promover el empleo de lágrimas artificiales oculares como medida paliativa. De igual manera debemos destacar la importancia de realizar evaluaciones periódicas mediante microscopía

especular, lo cual nos permitiría detectar alteraciones tempranas y prevenir daños irreversibles.

En conclusión, la alteración estructural del endotelio corneal observada en este caso clínico representa un llamado urgente a la concienciación tanto de pacientes como de profesionales de la salud visual. El uso de lentes de contacto, aunque representa una herramienta óptica de gran valor, debe estar acompañado de un seguimiento clínico constante y educación adecuada para evitar consecuencias silenciosas pero devastadoras. La preservación de la salud ocular comienza con la prevención, y este estudio busca sentar las bases para una práctica optométrica más responsable, fundamentada en la evidencia y centrada en el bienestar del paciente.

Bibliografía

- Aristizábal Montes, Ó. G. (2017). *Estudio endotelial con microscopía especular*. En A. e. Refractiva.
- Aristizábal Montes, Ó. G. (2017). *Estudio endotelial con microscopía especular*. <https://secoir.org/wp-content/uploads/2022/09/2011-Cap-03-Estudio-endotelial-con-microscopia-especular.pdf>
- Boyd, K. (2024, 17 de septiembre). *Lentes de contacto: ¿Qué son los lentes de contacto?* American Academy of Ophthalmology. <https://www.aao.org/salud-ocular/antojos-lentes-de-contacto/lentes-de-contacto>
- Boyd, K. (2024, 17 de septiembre). *Lentes de contacto y película lagrimal*. American Academy of Ophthalmology.
- Carlos E. de la Torre-González, R. E.-C.-J. (2018, 5 de septiembre). *Aspectos anatómicos, clínicos y quirúrgicos de la córnea posterior*. Revista Mexicana de Oftalmología.
- Cesar Villa, J. S. (2020). *La córnea. Parte I: Estructura, función y anatomía microscópica*. Gaceta Óptica: Órgano Oficial del Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas de España.
- Clinise. (2020). *Test de Schirmer: ¿una prueba sencilla?* <https://www.clinise.com/novedades-ojo-seco/29-test-de-schirmer>
- Colina, J. A. Durán de la. (2020). *Complicaciones de las lentes de contacto*. Universidad del País Vasco: Instituto Clínico-Quirúrgico de Oftalmología.
- Fernández, J. M. (2021, enero-abril). [Artículo en SciELO]. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272008000100005
- Gálvez Tello, J. F., & L. R. (2019). *Ojo seco: Diagnóstico y tratamiento*. Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud.
- García, S. M. (2015). *Lentes de contacto: teoría y práctica*. Programa de Optometría. Bogotá.

- Guerrero Becerril, E. O., & Jesús, J. (2020). *Síndrome de ojo seco asociado a fármacos sistémicos*.
- Jurgens, I. (2023, 7 de agosto). *Microscopía espectral y recuento endotelial*. Institut Català de Retina. <https://icrcat.com/tratamientos-pruebas/microscopia-espectral-y-recuento-endotelial/>
- Landeo, L. L. (2022–2023). *Córnea y fisiología*. Studocu. <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-de-aquino-bolivia/oftalmologia/cornea/92793788>
- Leal, L. S. (2023). *Requerimientos de oxígeno en los lentes de contacto*. Colombia.
- Manual de Oftalmología. (2022). En D. T. Dr. Cristian Cumsille Ubago (Ed.), *Manual de oftalmología* (pp. 27–30). Chile. Scribd.
- MT, C. (2020). *Evaluación de los síntomas y signos de la superficie ocular durante el uso de lentes de contacto mensuales*. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/44435/TFG-G4692.pdf>
- Navarra, C. U. (2025). *Tiempo de ruptura lagrimal*. <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/tiempo-ruptura-lagrimal>
- Nelson, J. D., & J. P. (2019, 18 de octubre). *TFOS Dry Eye Workshop II*. https://www.tearfilm.org/ckfinder/userfiles/files/Stampa_A4
- Sedó, S. (2020). *La superficie ocular*. En J. T. S. Sedó. Hospital de Viladecans.
- Society, T. F. (2017). *Informe del Subcomité de Fisiopatología del II Taller sobre Ojo Seco (DEWS II)*. <https://www.tfosdewsreport.org>
- Surface, T. O. (2007). *Definición y clasificación de la enfermedad del ojo seco: Informe del taller internacional sobre ojo seco*. https://www.tearfilm.org/dewsreport_Spanish/pdfs/Definicion
- Torre, C. E. (2018, 15 de enero). *Aspectos anatómicos, clínicos y quirúrgicos de la córnea posterior*. Revista Mexicana de Oftalmología.

- Torre-González, C. E. (2018, 15 de enero). *Aspectos anatómicos, clínicos y quirúrgicos de la córnea posterior*. Revista Mexicana de Oftalmología, 227–232.
- Velázquez, F. (2019). *Prueba de Schirmer: medición de la producción de lágrimas*. Centro de Miopía. <https://fernandez-velazquez.com/ojo-seco/diagnóstico/prueba-de-schirmer/>
- Yerli Coca, C. P. (2023). *Disfunción de glándulas de Meibomio después del uso de lentes de contacto blandos*. Bogotá: Programa de Optometría.