



Universidad de Valladolid

**Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada
(IOBA)**

**Máster en enfermería oftalmológica (Universidad de
Valladolid)**

CURSO ACADÉMICO 2019-2020

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**ASOCIACIÓN ENTRE EL GLAUCOMA Y LA
APNEA DEL SUEÑO**

(Revisión bibliográfica)

Alumno: Adrián Tapia Hernández

Tutora: Inés Orcha Sanz

RESUMEN

Introducción: El término glaucoma hace referencia a un conjunto de trastornos del ojo que provocan daño al nervio óptico, el cual lleva la información del ojo hasta el cerebro. Habitualmente, el glaucoma presenta escasos o nulos síntomas iniciales. De no ser tratado o controlado, y provoca, en primera instancia, una pérdida de la visión periférica y finalmente puede conducir a ceguera. El síndrome de apnea obstructiva del sueño se caracteriza por la reducción del flujo de aire o la respiración interrumpida debido a las repetidas obstrucciones de la vía respiratoria superior durante el sueño.

Objetivos: Determinar una vinculación entre el glaucoma y las apneas del sueño obstructivas. Investigar sobre los factores más característicos que dan lugar a esta asociación.

Material y métodos: Revisión bibliográfica en las bases de datos PUBMED, Biblioteca COCHRANE plus y Scielo.

Resultados y discusión: Se encontraron estudios mostrando un vínculo entre el síndrome de apnea obstructivo del sueño (SAOS) y la progresión del glaucoma. Una serie de factores mecánicos y vasculares que ocurren durante los eventos respiratorios obstructivos son los responsables del daño al nivel del grosor de la capa de fibras nerviosas de la retina y de la capa de células ganglionares que repercuten en la consiguiente pérdida de visión característica de la enfermedad glaucomatosa. El uso del dispositivo de presión positiva continua en vías aéreas (CPAP) se muestra beneficioso debido a que reduce el número de eventos respiratorios aunque son necesarios más estudios para tener mayor certeza.

Conclusiones: La combinación de un aumento de la presión intraocular (factor mecánico) con una situación de hipoxia sufrida durante los eventos de apnea (factor vascular) observado en los pacientes con SAOS, es el principal causante de la progresión del glaucoma. Por lo que, existe un vínculo entre estas dos patologías. El uso de la CPAP como dispositivo de tratamiento contra el glaucoma en pacientes que sufren de SAOS es controvertido.

Palabras clave: glaucoma, SAOS, PIO, apnea del sueño

ABSTRACT:

Introduction: The concept glaucoma refers to a set of eye disorders that can cause damage to the optic nerve, which carries information from the eye to the brain. Glaucoma usually has no initial symptoms or limitations. If not treated or controlled, and provocative, in the first instance, a loss of peripheral vision and ultimately can lead to blindness. Obstructive sleep apnea syndrome is characterized by reduced air flow or interrupted breathing due to repeated obstructions of the upper airway during sleep.

Objectives: To determine a link between glaucoma and obstructive sleep apneas. Investigate the most characteristic factors that give rise to this association.

Material and methods: Bibliographic review in the PUBMED, COCHRANE plus and Scielo databases.

Results and discussion: Studies were found showing a link between obstructive sleep apnea syndrome (OSA) and glaucoma progression. A series of mechanical and vascular factors that occur during obstructive respiratory events are responsible for the damage at the level of the thickness of the retinal nerve fiber layer and the layer of ganglion cells that affect the consequent loss of vision characteristic of the glaucomatous disease. The use of the continuous positive airway pressure device (CPAP) is beneficial because it reduces the number of respiratory events, although more studies are necessary to be more certain. There are also studies that do not support a strong association between these two pathologies.

Conclusions: The combination of an increase in intraocular pressure (mechanical factor) with a situation of hypoxia suffered during apnea events (vascular factor) observed in patients with OSAS, is the main cause of the progression of glaucoma. Therefore, there is a link between these two pathologies. The use of CPAP as a glaucoma treatment device in patients suffering from OSAS is controversial.

Key Words: glaucoma, OSAS, IOP, sleep apnea

Indice:

1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. <i>El glaucoma</i>	
1.2. <i>La apnea del sueño</i>	
1.3. <i>Justificación</i>	
2. OBJETIVOS.....	13
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
3.1. <i>Bases de datos y fuentes documentales consultadas</i>	
3.2. <i>Palabras clave</i>	
3.3. <i>Criterios de inclusión y exclusión</i>	
3.4. <i>Estrategia de búsqueda bibliográfica</i>	
4. RESULTADOS.....	17
5. DISCUSIÓN.....	25
5.1. <i>Asociación SAOS y glaucoma.....</i>	<i>25</i>
5.2. <i>Uso de ventilación mecánica no invasiva como tratamiento beneficioso.....</i>	<i>26</i>
5.3. <i>Asociación SAOS-glaucoma débil.....</i>	<i>26</i>
6. CONCLUSIONES.....	28
7. BIBLIOGRAFÍA.....	29

GLOSARIO DE ABREVIATURAS	
Glaucoma primario de ángulo abierto	GPAA
Presión intraocular	PIO
Tomografía de coherencia óptica	OCT
Vía aérea superior	VAS
Síndrome de apnea obstructiva del sueño	SAOS
Síndrome de apnea-hipopnea del sueño	SAHS
Índice de apnea/hipopnea	IAH
Polisomnografía	PSG
Apnea obstructiva del sueño	AOS
Presión positiva continua en las vías respiratorias	CPAP
Capa de fibras nerviosas de la retina	CFNR
Capa de células ganglionares de la retina	CCG

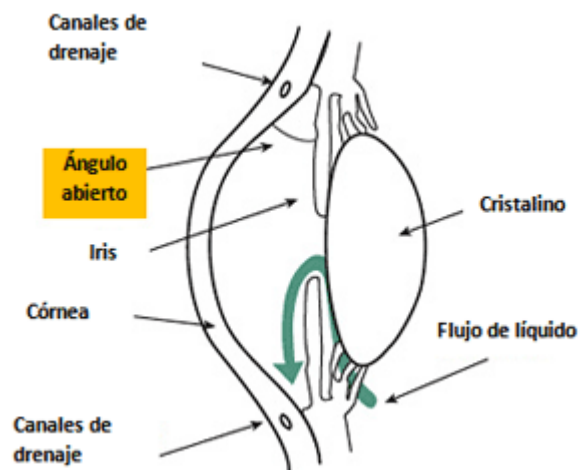
1. INTRODUCCIÓN

1.1. El Glaucoma

La enfermedad del glaucoma es considerada como una de las afecciones más frecuentes de ceguera, después de las cataratas, provocando un daño en la visión irreversible. En la actualidad, La Organización Mundial de la Salud previene que el glaucoma afectará a unas 80 millones de personas aproximadamente en todo el mundo e irá aumentando a lo largo de los años. ^(1,2)

Es una enfermedad compleja y heterogénea, caracterizada por una degeneración progresiva de las células ganglionares de la retina y sus axones en regiones específicas, cuyo resultado es un daño progresivo en el nervio óptico irreversible. Todo ello sin que el paciente apenas lo perciba, sobre todo en las primeras fases de la enfermedad. El glaucoma no se cura, pero se puede prevenir la ceguera si es diagnosticado y tratado de forma precoz ^(1,3).

Existen varios tipos de glaucoma, de origen y evolución diferentes aunque la forma más frecuente es el glaucoma crónico o primario de ángulo abierto (GPAA). Se han encontrado factores de riesgo relacionados que pueden desencadenarlo, como son los antecedentes familiares, edad avanzada, aumento de la presión intraocular (PIO), diabetes mellitus

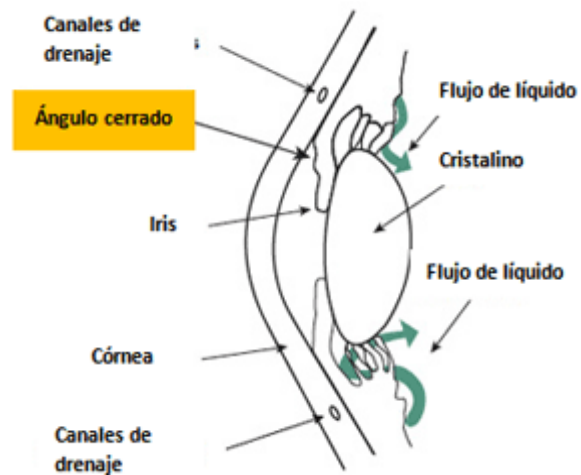


Glaucoma primario de ángulo abierto ¹

(DM) tipo 1 o 2, hipertensión arterial, ingesta de alcohol y tabaquismo, entre otros. El GPAA cursa con una disminución en el drenaje del humor acuoso (líquido transparente que baña las estructuras internas de la cámara anterior y posterior del ojo con el fin de nutrir y oxigenar la córnea y el cristalino) debido a alguna obstrucción en el canal de drenaje (canal de Schlemm). Esta disminución del drenaje del humor acuoso conlleva un aumento de la PIO, que va dañando

el nervio óptico, formado por fibras nerviosas que son las encargadas de transportar la información desde la retina, dónde se forma la imagen, hasta el cerebro, dónde se procesa. Esta pérdida de fibras nerviosas por el aumento de la PIO se traduce en una pérdida progresiva del campo de visión, afectándose primero la visión periférica y después la visión central. La enfermedad no suele dar síntomas hasta que la pérdida de visión es importante. El GPAA suele afectar habitualmente a ambos ojos y se desarrolla lentamente así que la pérdida de visión es gradual, no hay dolor ni ojo rojo ni cambios bruscos de visión. Se considera un valor de la PIO por encima de los límites de la normalidad por encima de 21 mmHg. ^(1,2,3)

Existen otros tipos de glaucomas menos frecuentes entre los que están el glaucoma agudo o de ángulo cerrado. Es una patología provocada por el bloqueo de los canales de drenaje, lo cual produce un repentino aumento de la presión intraocular provocando la aparición de dolor e hiperemia, a menudo existe visión borrosa y visión de halos. Presenta un ángulo cerrado y estrecho entre el iris y la córnea y una característica notoria es su rápido desarrollo. ^(1,3)



Glaucoma de ángulo cerrado ²

El glaucoma normotensivo, también llamado de tensión normal o glaucoma de baja tensión es un tipo de glaucoma que se produce cuando la PIO se encuentra dentro de los niveles considerados estadísticamente normales de forma permanente (por debajo de los 21 mmHg) y, aun así, las fibras del nervio óptico secundario aparecen dañadas y se produce pérdida del campo visual. En los casos de glaucoma normotensivo, los pacientes que lo sufren presentan un nervio óptico más sensible, que se deteriora ante la que se considera una tensión

ocular normal. Se trata de pacientes con alteraciones circulatorias, que dificultan la irrigación del nervio óptico, facilitando así su deterioro. ^(2,3)

Existen más tipos de glaucomas como el glaucoma pigmentario, el glaucoma pseudoexfoliativo o el glaucoma secundario asociado a otros problemas intraoculares tales como traumatismos, uso prolongado de corticoides, inflamaciones, hemorragias o tumores intraoculares, etc. ⁽⁴⁾

A partir del momento de la detección, se hace necesario el seguimiento de la presión ocular controlando la papila óptica, vigilando la tensión, realizando campimetrías frecuentes y aplicando técnicas como la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT) que nos aporta datos sobre el espesor de las fibras y la morfología de la papila. También a la hora de diagnosticar, es necesario tener en cuenta el espesor de la córnea que no es igual en todos los pacientes y que determinará las mediciones de presión ocular que se hagan, debido a que una córnea gruesa puede revelar una falsa presión alta y una córnea delgada puede revelar una falsa presión baja. ^(1,2)

Actualmente no se puede parar la enfermedad, pero si ralentizar la evolución. El objetivo del tratamiento es disminuir la presión ocular y prevenir el daño del nervio óptico y la pérdida visual. Existen distintas alternativas, como los colirios, el láser, o la cirugía, habitualmente se utilizan colirios, ya que en la actualidad existen fármacos eficaces. Cuando el glaucoma no evoluciona favorablemente tras un tratamiento con fármacos, existe el peligro de deterioro severo de la capacidad visual, es muy habitual que haya que recurrir a un segundo escalón, láser o cirugía. Existen distintos tipos de cirugía: ⁽¹⁻⁴⁾

- La trabeculectomía: consiste en realizar una perforación en la porción más externa del ojo o esclerótica, hasta llegar al espacio del interior del ojo o cámara anterior para abrir una vía de drenaje y reducir de este modo la presión ocular.
- La esclerectomía profunda no perforante: esta técnica de microcirugía permite reducir las cifras de presión intraocular reduciendo los riesgos de una trabeculectomía. La intervención consiste en crear una vía nueva para reducir la PIO, al igual que la trabeculectomía pero sin practicar una abertura del globo ocular

- Otra opción quirúrgica es: la implantación de distintos dispositivos de drenaje, desde los más sencillos a los sistemas valvulados.

Cuando se detecta una alteración en la campimetría ya se han perdido entre un 40 y 50 por ciento de las fibras nerviosas, por eso es importante la detección del problema antes de que se produzca este daño. Se calcula que más de un 50% de los pacientes que tienen glaucoma lo desconocen, solo con la toma sistemática de la tensión ocular a los pacientes mayores de 40 años o menores si tienen factores de riesgo o antecedentes familiares, es posible conseguir un diagnóstico precoz y un mejor control de la enfermedad.

1.2. La apnea del sueño

El término apnea del sueño define a los sujetos con pausas respiratorias durante el sueño y excesiva somnolencia durante el día. El término de hipopnea hace referencia a la reducción parcial de la señal respiratoria, la cual cursa con desaturación de oxígeno. ^(5,6)

Algunas definiciones más actualizadas y completas de los dos términos son por un lado la de Marco Venegas-Mariño y col. que definió la apnea obstructiva como el cese del flujo aéreo de la vía aérea superior (VAS) o la reducción superior al 70% de la amplitud de la misma, en presencia de esfuerzo inspiratorio y relacionado con un microdespertar (arousal) o una desaturación de cuatro puntos porcentuales de la saturación de oxígeno y de al menos 10 segundos de duración. También existe la apnea central en donde no se observa un esfuerzo respiratorio durante la apnea. Estos eventos respiratorios están considerados como Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño (SAOS). ^(7,8,9)

Por otro lado, tanto la Asociación Americana de Medicina del Sueño (AASM) como el Consenso Nacional sobre el Síndrome de Apnea-Hipopnea del sueño (SAHS), definen la hipopnea como una reducción claramente discernible de la respiración, que cursa con una disminución en la saturación de O₂ al menos un 3% y/o un despertar transitorio o microdespertar en el electroencefalograma (EEG). ⁽⁹⁾

Se comprobó que las repercusiones clínicas que tenían las apneas y las hipopneas sobre la salud eran similares, por lo que apareció el término de Síndrome de Apnea-Hipopnea del Sueño (SAHS). ⁽⁹⁾

El SAHS es un trastorno de primera magnitud para la salud pública y que sufren entre el 3 y el 7% de la población. ^(6,7)

Las personas que tienen esta patología sufren pausas en la respiración mientras duermen, éstas pueden ser superficiales o incompletas (hipopneas) cuando la VAS no se cierra completamente; o completas (apneas) cuando la VAS se colapsa en su totalidad. ⁽⁵⁻⁹⁾

Estas pausas ocurren en multitud de ocasiones durante la noche, por eso se acuñó el término de Índice de Apnea/Hipopnea (IAH), el cual establece la gravedad de los trastornos respiratorios durante el sueño dependiendo del número de pausas por hora de sueño. Un IAH entre 5 y 15 se considera leve; un IAH entre 15 y 30 es moderado; y un IAH >30 se considera severo ⁽⁹⁾, sin embargo, un IAH fuera de lo normal no establece por sí solo el diagnóstico de SAHS. ⁽⁶⁻⁸⁾

Se han realizado estudios demostrando el mayor riesgo de desarrollar diabetes, accidentes cerebrovasculares, hipertensión y aterosclerosis en pacientes con SAOS.

Las personas que sufren de este síndrome sobre todo acuden a consulta por excesiva somnolencia durante el día, pudiendo darse en situaciones pasivas o bien en situaciones activas como conduciendo por ejemplo. Suelen tender a ser personas obesas con antecedentes de problemas respiratorios y/o cardiovasculares. También refieren ronquidos intensos y numerosos despertares durante la noche. A la vez se suelen despertar por la mañana con sensación de falta de descanso. También hay pacientes que han tenido accidentes automovilísticos a causa de la somnolencia derivada del mal descanso nocturno. Para evaluar la somnolencia diurna se suele utilizar el test de Epworth que clasifica el nivel de somnolencia del paciente en la realización de actividades de la vida diaria. También se suele medir la circunferencia del cuello y la abdominal, así como el Índice de Masa Corporal (IMC). ^(6,7)

La polisomnografía convencional (PSG) es el método recomendado para realizar el diagnóstico de los pacientes con sospecha de SAHS. Consiste en el registro simultáneo de variables neurofisiológicas y cardio-respiratorias que nos permiten evaluar la cantidad y calidad del sueño, así como la identificación de los diferentes eventos respiratorios y su repercusión cardio-respiratoria y neurofisiológica. ⁽⁹⁾

1.3. Justificación:

Existen varios desórdenes oftalmológicos relacionados con el SAOS que incluyen el síndrome del párpado flácido, la neuropatía óptica isquémica anterior no arterítica, el edema de papila, el queratocono, la coriorretinopatía serosa central y el glaucoma. De entre ellos, el objeto de estudio es sobre el glaucoma. ⁽¹⁰⁾

El glaucoma engloba a un grupo de patologías que cursan con una neuropatía óptica debido a la muerte de células ganglionares, y que se asocia a pérdida visual. En esta enfermedad, el factor de riesgo más importante es la PIO que sin embargo no es constante, y varía a lo largo de las 24 horas del día como ocurre con otros parámetros fisiológicos, y su fluctuación es importante en el desarrollo y progresión del glaucoma. Los cambios circadianos en la PIO se podrían ver afectados por el cambio postural y por la posición predominante durante el sueño, la cual podría contribuir a la asimetría en el daño del nervio óptico que se produce en el glaucoma.⁽⁷⁾

Durante el sueño nocturno, se observan una serie de modificaciones estructurales que pueden llegar a alterar el descanso nocturno, una de entre ellas son las apneas del sueño.

El síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) es una enfermedad que provoca una alteración a nivel del sistema cardiovascular, y en la que se producen, hipoxemia, hipercapnia e incremento en la resistencia vascular que podría provocar una disminución de la perfusión sanguínea ocular y favorecer el desarrollo de un glaucoma. ⁽⁸⁾

El uso de máquinas de ventilación mecánica no invasiva (CPAP) durante el descanso nocturno puede ayudar a controlar la progresión del glaucoma disminuyendo su evolución. ⁽⁹⁾

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo principal

Determinar una vinculación entre el glaucoma y las apneas del sueño obstructivas.

2.2. Objetivos secundarios

Investigar sobre los factores más característicos que dan lugar a esta asociación.

Valorar el grado de eficacia del tratamiento con ventilación mecánica no invasiva en los pacientes que sufren de glaucoma y apneas del sueño.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo expuesto es una revisión bibliográfica basada en la evidencia científica existente actualmente sobre el tema referido.

3.1. Bases de datos y fuentes documentales consultadas

Para llevar a cabo esta revisión bibliográfica se utilizaron las siguientes bases de datos:

PUBMED, Biblioteca COCHRANE plus y Scielo.

3.2. Palabras clave

Para delimitar las palabras clave, se utilizó el tesauro de Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). En la base de datos PubMed se utilizó el tesauro desarrollado por la National Library of Medicine (NLM), llamado Medical Subject Headings (MeSH).

Los términos de búsqueda incluyeron las palabras clave detallados en la tabla, clasificadas según el idioma:

Inglés	Castellano
<i>Sleep apnea syndrome</i>	<i>Síndrome apnea del sueño</i>
<i>glaucoma</i>	<i>glaucoma</i>
<i>Sleep apnea</i>	<i>Apnea del sueño</i>
<i>cpap</i>	<i>cpap</i>
<i>Glaucoma primary open angle</i>	<i>Glaucoma primario de ángulo abierto</i>
<i>Retinal nerve fiber layer</i>	<i>Capas de fibras nerviosas de la retina</i>

3.3. Criterios de inclusión y exclusión

Para la búsqueda bibliográfica, se utilizaron los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos publicados en los últimos 10 años (2010 – 2020).
- Estar publicados en inglés y en castellano preferiblemente.
- Artículos que tengan acceso al texto completo.
- Artículos que fueran ensayos clínicos, revisiones o metaanálisis.

Los criterios de exclusión fueron:

- Artículos que hicieran referencia a otras enfermedades oftalmológicas que no fueran el glaucoma.
- Artículos en los que no se realizaba una toma de PIO nocturna ni una polisomnografía para evaluar los resultados.

3.4. Estrategia de búsqueda bibliográfica

La búsqueda se realizó durante los meses de diciembre a marzo del año 2020, en las bases de datos anteriormente mencionadas.

El operador booleano utilizado fue AND, para combinar los términos de búsqueda de manera que cada resultado se obtuviera todos los términos introducidos. Los booleanos OR y NOT no fueron utilizados en ninguna búsqueda.

A continuación, se detalla cómo se combinaron los descriptores y operadores booleanos en función de la base de datos, los límites utilizados, los resultados obtenidos y los artículos seleccionados.

3.4.1. Estrategia de búsqueda bibliográfica en PUBMED

En la primera búsqueda realizada, se procedió de la siguiente manera. Se buscó el término << sleep apnea síndrome>> con el operador booleano AND y el término <<glaucoma>> y se filtró que fuera un texto completo gratuito, que la publicación fuera de los últimos 10 años y que estuviera realizado con humanos. También se eligió que fuera un ensayo clínico, revisión o metaanálisis. Se obtuvieron 20 resultados, con la lectura del título y del resumen se eligieron 11 resultados y con la lectura del texto completo se seleccionaron 6 artículos.

Otra búsqueda fue poniendo el término <<CPAP>> AND <<glaucoma>>, se obtuvo un resultado que a posteriori de la lectura del artículo fue seleccionado para la revisión.

En la base de datos PUBMED se realizó otra búsqueda con los términos <<glaucoma primary open angle>> AND <<sleep apnea>>, se obtuvieron 2 resultados, después de leer el título y resumen se descartaron.

Otra búsqueda se realizó con los siguientes términos <<retinal nerve fiber layer>> AND <<sleep apnea>>, se obtuvieron 7 publicaciones, después de la lectura del título y resumen se descartaron todas.

3.4.2. Estrategia de búsqueda bibliográfica en Scielo

Se hizo la búsqueda de la siguiente manera, en el apartado campo se puso la palabra << glaucoma>> junto al operador booleano AND y se añadió otro campo con la palabra << sleep apnea>>. Salieron tres resultados de los que sólo uno de ellos fue utilizado en la revisión bibliográfica.

3.4.3. Estrategia de búsqueda bibliográfica en Biblioteca COCHRANE plus

La búsqueda se comenzó poniendo en el buscador el término << glaucoma>> con el operador booleano AND y el término <<sleep apnea>>, se filtró con estudios abarcados entre el año 2010 y el 2020 y salieron 15 resultados. Después de leer los resúmenes de cada uno se decidió no incluir ninguno en la revisión.

Otros 3 artículos utilizados en la revisión bibliográfica fueron escogidos de la bibliografía de otros artículos debido a que resultaban de gran interés para el estudio y elaboración del trabajo.

4. RESULTADOS

Después de la búsqueda y lectura detallada de los artículos, se agruparon en diferentes secciones según los resultados mostrados. Se ha realizado un resumen de cada artículo en la tabla siguiente.

Autores y año de publicación	Resumen de las conclusiones
Artículo 1: Yuhua shi y colaboradores, año 2014	Evaluar si existe una asociación significativa entre el SAOS y el glaucoma mediante la realización de un metaanálisis de estudios previos. Se sugirió que el SAOS se asocia con la prevalencia del glaucoma. Para aclarar si el SAOS es un factor de riesgo independiente para el glaucoma, son necesarios estudios de cohorte prospectivos diseñados para tener en cuenta los posibles factores de confusión.
Artículo 2: Leonid Skorin y col. Año 2016	La revisión de estudios previos mostró que el glaucoma es más frecuente en pacientes con apnea obstructiva del sueño (AOS), en particular en los casos graves. Los pacientes con glaucoma de tensión normal tienen una mayor prevalencia de AOS que la población general. La prevalencia de glaucoma en pacientes con AOS varía del 2% al 27% mientras que la presencia de glaucoma en la población general es de aproximadamente 2% al 3%.
Artículo 3: Mateo Santos y col. Año 2017	Una revisión de estudios postuló posiblemente que el SAOS contribuya a la patogénesis del glaucoma en mayor medida a través de efectos vasculares que a través de efectos mecánicos. La asociación entre SAOS y glaucoma permanece sujeto a posibles factores de confusión, como afecciones asociadas con un suministro de sangre deficiente a la cabeza del nervio óptico, incluyendo obesidad, hipertensión o diabetes.
Artículo 4: Seckin Ullusoy y col. Año 2015	Estudio transversal para descubrir los efectos del uso de la CPAP nocturna en pacientes con glaucoma. Se concluyó que la prevalencia del glaucoma en pacientes con SAOS es significativamente más alta que en la población normal, el uso de un dispositivo CPAP tiene efectos beneficiosos sobre el glaucoma.
Artículo 5: Clemencia de Vivero y col. Año 2016	Artículo de reflexión sobre las diferentes manifestaciones oftalmológicas que se relacionan con el SAOS incluyendo el glaucoma como una de ellas. Esta progresión de la patología glaucomatosa en pacientes con SAOS está sujeto a dos factores, los factores mecánicos y los factores vasculares.
Artículo 6: Maria Angélica Moussalli y col. Año 2014	Estudio en el que describieron un caso y se analizó de forma retrospectiva una serie de 41 pacientes con glaucoma y SAOS. La progresión del glaucoma en pacientes con apneas se asocia con varias hipótesis, desde lo desconocido o por una irrigación insuficiente del nervio óptico, daño de fibras nerviosas de la retina por la hipoxia y la fluctuación nocturna de la PIO.
Artículo 7: Ahmet Abdullayev y col.	Estudio prospectivo que incluyó a pacientes con SAOS para analizar la repercusión en la capa de fibras nerviosas de la retina y en la capa de células

Año 2018	ganglionares. Se encontró una disminución del grosor de estas capas, la evaluación periódica de estas capas de la retina puede tener un valor diagnóstico en la detección precoz del glaucoma en los casos de SAOS.
Artículo 8: Mehmet Ozgur Zengin y col. Año 2013	Estudio de investigación comparando el espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina entre pacientes con SAOS y grupo control. Se halló una disminución del grosor de la capa de la retina en los pacientes con SAOS con respecto a los del grupo control.
Artículo 9: Cheng-Lin Sun y col. Año 2016	Metaanálisis sobre los cambios a nivel del grosor de la capa de fibra de fibra nerviosa retiniana a través de una búsqueda de estudios de casos y controles. Se sugirió que el espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina en pacientes con SAOS es mucho más delgada que en la población sana, especialmente en el cuadrante superior e inferior de la retina.
Artículo 10: Yasuhiro Shinmei y col. Año 2016	Estudio de cohorte prospectivo realizado con la finalidad de evaluar los cambios de la PIO durante el sueño nocturno en pacientes con SAOS utilizando un sensor de lentes de contacto. Se observó que la apnea obstructiva da lugar a una disminución de la PIO inmediata en pacientes con SAOS. Otros factores como la hipoxia episódica en los eventos de apnea pueden estar más relacionados con la progresión del glaucoma.
Artículo 11: Swarup S. Swaminathan y col. Año 2018	Estudio retrospectivo transversal para examinar la correlación entre la gravedad del SAOS y la tasa de pérdida del campo visual. Este estudio no apoya un aumento sustancial entre el riesgo de progresión de la pérdida de capacidad visual y el SAOS. No se observó correlación entre la gravedad del SAOS y la tasa de pérdida del campo visual en los ojos glaucomatosos.

4.1. Artículos que muestran una asociación fuerte entre el SAOS y el glaucoma

Artículo 1: Los investigadores Yuhua Shi y colaboradores ⁽¹¹⁾ realizaron un metaanálisis de estudios previos haciendo una búsqueda exhaustiva utilizando las bases de datos PUBMED y EMBASE. En total, unos 16 estudios cumplieron con los criterios de inclusión marcados. Este metaanálisis de 6 casos y controles y 9 estudios transversales confirmó una asociación estadísticamente significativa entre el síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) y el glaucoma. Se identificaron 2 teorías, la teoría vascular y la teoría mecánica, pudiendo explicar la potencial asociación entre SAOS y el glaucoma.

Los postulados que sugiere la teoría vascular van encaminados a que un colapso de las vías respiratorias superiores durante el sueño en pacientes con SAOS conducirían a episodios repetidos o prolongados de hipoxia (estado de deficiencia de oxígeno en la sangre, células y tejidos del organismo, con compromiso de la función de los mismos). Este estado de hipoxia puede llegar a causar una reducción del suministro de oxígeno en el nervio óptico, y posteriormente conducir a una neuropatía óptica.

Por el contrario la teoría mecánica considera que el SAOS puede aumentar la PIO a través de modificaciones en la estructura del sueño y a través de un aumento en el tono simpático. Este aumento de la PIO dará lugar a un daño axonal en el nervio óptico y podría causar un glaucoma.

Artículo 2: Leonid Skorin y col. ⁽¹⁰⁾ hicieron una revisión clínica basada en la evidencia sobre las diferentes enfermedades oftalmológicas que pueden surgir en personas que sufren de apnea obstructiva del sueño. Muchos estudios encontraron una relación entre el glaucoma de ángulo abierto y el SAOS, aunque algunos de estos estudios no pudieron encontrar una relación estadísticamente significativa. Estos estudios mostraron que el glaucoma es más frecuente en pacientes con apnea obstructiva del sueño (AOS), en particular en los casos graves. Los pacientes con glaucoma de tensión normal tienen una mayor prevalencia de AOS que la población general. La prevalencia de glaucoma en pacientes con AOS varía del 2% al 27% mientras que la presencia de glaucoma en la población general es de aproximadamente 2% al 3%. Los pacientes con AOS, se descubrió que eran más susceptibles que la población general de tener muchos de los criterios diagnósticos del glaucoma, como un aumento de la PIO, disminución del grosor de la capa de fibras nerviosas de la retina, cambios del nervio óptico glaucomatoso e índices anormales del campo visual. En cambio, otros estudios demuestran que la AOS cursa con una disminución de la PIO durante la noche y el tratamiento con presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP) ha demostrado que aumenta la PIO durante la noche. Normalmente, la PIO es más alta durante el sueño con ondas lentas y más baja durante el sueño en fase REM.

Artículo 3: Los investigadores Santos y col. ⁽¹²⁾ realizaron una revisión de artículos en la que mostraron como algunos autores como Shinmei y col. usaron sensores inalámbricos de lentes de contacto que monitoreaban continuamente la PIO durante la noche en pacientes con SAOS. Sin embargo, sus hallazgos contradecían aparentemente la supuesta asociación entre el glaucoma y SAOS, debido a que mostraban una disminución estadísticamente significativa de la PIO durante las apneas y las hipopneas. Estos autores explicaron que la disminución de la PIO durante los eventos respiratorios estaba asociada probablemente a una presión intratorácica negativa creada por un intento de inspiración contra una vía aérea bloqueada. Por lo tanto, puede que el SAOS contribuya a la patogénesis del glaucoma en mayor medida a través de efectos vasculares que a través de efectos mecánicos.

Estos cambios vasculares modifican la cabeza del nervio óptico hacia una isquemia a través de episodios de hipoxia, cambios hemodinámicos en los vasos sanguíneos de la retina, estrés oxidativo, desregulación mitocondrial e inflamación. Este cuadro conduce a la disfunción de la fibra nerviosa y a una degeneración observada en el glaucoma. Los pacientes con AOS pueden tener las cabezas del nervio óptico más sensibles al daño mecánico, dada su pobre perfusión y la posibilidad de cambios isquémicos. Sin embargo, la asociación entre SAOS y glaucoma permanece sujeto a posibles factores de confusión, como afecciones asociadas con un suministro de sangre deficiente a la cabeza del nervio óptico, incluyendo obesidad, hipertensión o diabetes.

Artículo 4: El objetivo de este estudio transversal realizado por Ullusoy y col. ⁽¹³⁾ fue investigar la prevalencia del glaucoma en el SAOS y determinar la eficacia de los equipos utilizados en el tratamiento de esta enfermedad. En este estudio, 38 pacientes con SAOS utilizaron el dispositivo de presión positiva continua (CPAP) siendo el grupo 1, el grupo 2 lo conformaron 32 pacientes con SAOS que no usaron el dispositivo CPAP. El grupo 3 estuvo formado por 36 pacientes sin SAOS. Todos se sometieron a una polisomnografía y se les monitorizó la PIO. Los resultados obtenidos fueron que las relaciones de la PIO y la relación copa/disco ratio fue significativamente más alta en el grupo 2 que en el grupo 1.

En cuanto a la prevalencia del glaucoma fue del 5,2% en el grupo 1, de 12,5% en el grupo 2 y 0% en el grupo 3.

Artículo 5: Este artículo de reflexión publicado por De Vivero y col. ⁽⁷⁾ comenta las diferentes manifestaciones oftalmológicas relacionadas con el SAHS, tales como el síndrome de párpado flácido y cambios a nivel del nervio óptico asociados con glaucoma, así como neuropatía óptica isquémica anterior no arterítica y papiledema. En la población estudiada en Colombia, se encuentra una frecuencia de 2.7% de asociación entre el glaucoma de presión normal y el SAOS. El glaucoma presente es sobre todo el primario de ángulo abierto, que puede cursar con o sin aumento de la PIO. Existen dos teorías, la teoría mecánica y la teoría vascular.

La teoría mecánica hace referencia a que el glaucoma, por lo general, es una patología asintomática que se diagnostica realizando una tonometría ocular en la consulta de oftalmología y se observa un aumento de la PIO que excede los 21 mmHg. En otras ocasiones, las cifras de la PIO se mantienen normales, pero se evidencian unos cambios clínicos característicos del glaucoma como son un aumento del tamaño de la excavación del nervio óptico por encima del 50% del tamaño total del disco óptico, la visualización de la lámina cribosa, así como una alteración de la capa de fibras nerviosas de la retina entre otras.

Por otro lado, la teoría vascular sugiere unos mecanismos que explican una mayor prevalencia de glaucoma y SAOS. Estos mecanismos son una hipoperfusión de la cabeza del nervio óptico generada por un efecto hipóxico directo o bien por una alteración en la autorregulación de la vascularización de la papila óptica, ligada a cambios en la presión arterial y a los episodios de hipercapnia e hipoxemia durante las apneas, que favorecen la consiguiente muerte de las células ganglionares de la retina.

Artículo 6: En este estudio realizado por Moussalli y col. ⁽¹⁴⁾ quisieron describir la asociación del SAOS con el glaucoma y mostrar la relación entre el tratamiento del síndrome de apnea obstructiva con el glaucoma. Para ello, se analizó de forma retrospectiva una serie de 41 pacientes con glaucoma y SAOS. A los pacientes se les realizó una tonometría aplanática de Goldman, una retinografía

del disco óptico, gonioscopía, campimetría y OCT de disco óptico. También se realizó un control clínico vascular y una polisomnografía.

Como resultados, de entre los pacientes, un 39% desconocía que padecía glaucoma (eran pacientes derivados por apneas). Se halló que los pacientes presentaban glaucoma asociado con iris plateau (35%), glaucoma pseudoexfoliativo (23%), GPAA (20,5%), glaucoma de baja presión (12,8%) y glaucoma primario de ángulo cerrado (7,7%). En cuanto a los eventos respiratorios, el índice SAOS promedio fue de leve a moderado. La progresión del glaucoma en pacientes con apneas se asocia con varias hipótesis, desde lo desconocido o por una irrigación insuficiente del nervio óptico, daño de fibras nerviosas de la retina por la hipoxia y la fluctuación nocturna de la PIO.

4.2. Artículos que muestran una disminución en el grosor de las capas de fibras nerviosas de la retina y de la capa de células ganglionares en pacientes con SAOS.

Artículo 7: Este estudio prospectivo realizado por Abdullayev y col. ⁽¹⁵⁾ incluyó a 59 pacientes con diagnóstico de SAOS. El grupo control consistió en 19 individuos sanos que fueron totalmente evaluados para descartar signos y síntomas de SAOS. En cuanto a los pacientes con SAOS, se dividieron en 3 grupos basados en el índice de apneas-hipopneas durante el sueño (IAH). De estos pacientes con SAOS, 28 estaban bajo tratamiento con CPAP. Se realizó un examen oftalmológico completo a todos los participantes. Se midió la PIO utilizando tonometría de aplanamiento de Goldman. Las mediciones del grosor corneal central (CCT) se determinaron por ultrasonidos utilizando un dispositivo de paquimetría. Se realizó la prueba del campo visual estándar 24-2 y se examinó el fondo de ojo después de dilatar la pupila con tropicamida al 1%. Se utilizó la tomografía de coherencia óptica (OCT) para evaluar el disco óptico y la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR). El grosor de la capa de células ganglionares de la retina (CCG) se analizó utilizando el software de análisis de células ganglionares. En cuanto a los pacientes con SAOS, se les dividió en 3 grupos, SAOS leve 19 pacientes (IAH 5- 15). Con un SAOS moderado fueron 16 pacientes (IAH 16-30), y 24 pacientes tenían SAOS grave (IAH > 30).

Los resultados obtenidos fue el valor promedio de espesor de las células ganglionares de la retina entre los ojos derechos e izquierdos de los diferentes grupos. Se obtuvieron valores significativamente más bajos en los ojos izquierdos del grupo de SAOS leve en comparación con el grupo control. También, se observaron diferencias significativas en el grosor medio de CFNR, este grosor fue inferior entre los pacientes con SAOS leve, moderado y grave comparado con el grupo control. En cuanto al CCG, el grosor mínimo en los ojos izquierdos fue inferior en los 3 grupos SAOS con respecto al grupo control. Al comparar el grosor promedio de CCG entre los pacientes que usaban CPAP y los que no la usaban, se descubrió que el grosor promedio de las células ganglionares de la retina en los ojos derechos del grupo CPAP era significativamente más delgado que el del grupo control.

La evaluación periódica del grosor de la CFNR y del grosor de CCG puede tener un valor diagnóstico en la detección precoz del glaucoma en los casos de SAOS.

Artículo 8: Este estudio de investigación realizado por Zenguin y col. ⁽¹⁶⁾ quiso investigar los cambios de espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR) en pacientes con SAOS durante un año de seguimiento. Se descartaron los pacientes con glaucoma y sólo le eligieron los pacientes con SAOS después de haber sido sometidos a un examen oftalmológico con la finalidad de descartar pacientes que tuvieran enfermedades oftalmológicas. También se usó un grupo control para comparar los resultados. Este estudio mostró una reducción del espesor medio de la CFNR en los pacientes con SAOS con respecto a los del grupo control, especialmente en los pacientes con SAOS grave.

Artículo 9: En este metaanálisis realizado por Cheng Lin y col. ⁽¹⁷⁾ quisieron investigar los cambios a nivel del grosor de la capa de fibra de fibra nerviosa retiniana a través de una búsqueda de estudios de casos y controles. Como resultado principal se sugirió que el espesor de la CFNR en pacientes con SAOS es mucho más delgada que en la población sana, especialmente en el cuadrante superior e inferior de la retina.

4.3. Artículos que muestran un vínculo débil entre el SAOS y el glaucoma

Artículo 10: Este estudio de cohorte prospectivo fue realizado por Shinmei y col.⁽¹⁸⁾ con la finalidad de evaluar los cambios de la PIO durante el sueño nocturno en pacientes con SAOS utilizando un sensor de lentes de contacto. El estudio se realizó a 7 pacientes con SAOS que no tenían enfermedades oculares, excepto cataratas leves. Cada sujeto se sometió a un monitoreo continuo de la PIO utilizando un sensor de lentes de contacto en un ojo, además se les realizó una polisomnografía nocturna. Todos los inscritos tenían sobrepeso con un índice de masa corporal (IMC) superior a 25. Uno de los resultados obtenidos sostuvo que los valores medios de la PIO durante los eventos de apnea fueron inferiores a la PIO durante los eventos de no apnea en todos los sujetos.

Este estudio sugiere un vínculo débil entre el SAOS y el glaucoma en términos de como la PIO contribuye a la patogénesis del glaucoma como un factor de riesgo propuesto. Otros factores como la hipoxia episódica en los eventos de apnea pueden estar más relacionados con la progresión del glaucoma.

Artículo 11: En este estudio retrospectivo transversal realizado por Swarup⁽¹⁹⁾ se inscribieron 25 pacientes con SAOS y glaucoma de ángulo abierto. El propósito era evaluar la relación entre el SAOS y la progresión del glaucoma, así como el de examinar la correlación entre la gravedad del SAOS y la tasa de pérdida del campo visual. Se dividieron los pacientes con glaucoma, por un lado los pacientes que progresaban con el glaucoma y por otro lado los que no progresaban con la enfermedad, y se les realizó un estudio comparativo. Se descubrió que los pacientes de los dos grupos con glaucoma tenían características en la PSG similares; otro resultado fue que la gravedad del SAOS, determinado por el IAH, no se correlacionó con la tasa de pérdida del campo visual. Los resultados del estudio no respaldan una fuerte relación entre el SAOS y la progresión del glaucoma. Este estudio no apoya un aumento sustancial entre el riesgo de progresión de la pérdida de capacidad visual y el SAOS. No se observó correlación entre la gravedad del SAOS y la tasa de pérdida del campo visual en los ojos glaucomatosos.

5. DISCUSIÓN

5.1. Asociación SAOS y glaucoma

La mayoría de los artículos hallados realizando la búsqueda bibliográfica sugieren que existe una relación entre el síndrome de apnea obstructiva del sueño y el glaucoma.

La asociación puede darse debido a que en los pacientes con SAOS, durante el sueño nocturno realizan eventos respiratorios de tipo obstructivos que comprometen la PIO. Sobre todo, existe un aumento de la PIO en este tipo de pacientes durante el sueño, repercutiendo en la retina a nivel de la capa de fibras nerviosas de la retina y de la capa de células ganglionares, de manera que disminuye el grosor de ambas capas. Este fenómeno puede conducir a la progresión del glaucoma llegando a perder capacidad visual que suele ser irreversible e irrecuperable. ^(15, 16,17) En los tres estudios dónde investigaron la repercusión que tenía el SAOS en la CFNR y en la CCG se halló una disminución del grosor de ambas capas en los pacientes que sufrían de SAOS con respecto a los grupos control. Incluso, se observó que el tratamiento con CPAP nocturna también hacía disminuir el grosor de la CCG e influía en una progresión de la patología ocular. ⁽¹⁶⁾ También se descubrió, que los pacientes con un SAOS más severo tenían menor grosor de la CFNR que los pacientes con un SAOS más leve o sin patología respiratoria. ⁽¹⁷⁾ Además, se observó que el espesor de la CFNR en pacientes con SAOS es mucho más delgada que en la población sana, especialmente en el cuadrante superior e inferior de la retina.

Se han postulado dos teorías sobre la potencial asociación entre el SAOS y el glaucoma, la teoría vascular y la teoría mecánica. La teoría vascular sugiere que el colapso de las vías respiratorias superiores durante el sueño en pacientes con SAOS conduciría a episodios repetidos o prolongados de hipoxia, que pueden reducir el suministro de oxígeno en el nervio óptico, y posteriormente conducir al glaucoma. En cambio, la teoría mecánica considera que los pacientes con SAOS, durante la noche, al realizar los eventos respiratorios, experimentan un aumento de la PIO que suele ser asintomática y se diagnostica realizando una tonometría ocular.⁽⁷⁾ También puede ocurrir que las cifras de la PIO se

mantengan normales, pero se evidencien unos cambios clínicos característicos del glaucoma como son: aumento del tamaño de excavación del nervio óptico por encima del 50% del tamaño total del disco óptico, adelgazamiento sectorial o difuso del anillo neuroretiniano, visualización de la lámina cribosa, hemorragias en astilla, alteración de la capa de fibras nerviosas.

Hay postulados que sugieren una combinación de estas dos teorías como patogénesis del glaucoma en pacientes con SAOS. ^(10,11) El factor mecánico incluye un aumento de la PIO por la noche relacionado con colocarse en posición supina para dormir, o bien por un aumento de la presión venosa episcleral en pacientes obesos. En combinación con la situación de hipoxia sufrida en los periodos de apnea que defiende la teoría vascular, se puede llegar a insinuar que estos dos factores combinados pueden dar lugar a daños en el nervio óptico y a un posterior diagnóstico de glaucoma.

5.2. Uso de ventilación mecánica no invasiva como tratamiento beneficioso

Existe controversia en cuanto al beneficio curativo del uso de la CPAP como método eficaz para frenar la progresión del glaucoma en pacientes con SAOS ^(10,13). De los pocos estudios realizados incluyendo la CPAP como tratamiento, hay algunos que concluyen que es un dispositivo útil en el tratamiento de problemas visuales en pacientes con SAOS tales como el glaucoma, debido a que el uso de CPAP disminuye el nivel de la actividad simpática, reduce la presión arterial alta, el ritmo cardiaco y los niveles de noradrenalina en sangre. ⁽¹³⁾ En cambio, hay otros estudios que sugieren que el tratamiento con CPAP influye en un aumento de la PIO repercutiendo negativamente en la progresión del glaucoma. Se deberían de realizar más estudios, con un tamaño poblacional mayor y un mayor seguimiento para llegar a conclusiones más certeras. ⁽²⁾

5.3. Asociación SAOS - glaucoma débil

Se encontraron estudios que sugirieron un vínculo débil entre el SAOS y el glaucoma en términos de cómo el SAOS contribuye a la patogénesis del glaucoma como un factor de riesgo propuesto. ⁽⁶⁾ Se puede sugerir que las variaciones de la PIO en pacientes con SAOS se rigen, al menos en parte, por un ritmo circadiano, mientras que los eventos respiratorios de apnea e hipopnea ocurren más al azar y con más frecuencia, sin observar un aumento de la PIO durante estos eventos. Por lo que se sugirió lo siguiente, en el momento de la apnea obstructiva, los pacientes con SAOS permiten que sus vías respiratorias colapsen en la inspiración, produciendo una presión intratorácica negativa, lo que hace que disminuya la PIO.

Otro estudio no apoyó un aumento sustancial entre el riesgo de progresión de la pérdida de la capacidad visual y el SAOS. No se observó correlación entre la gravedad del SAOS y la tasa de pérdida del campo visual en los ojos con glaucoma ⁽⁷⁾.

Como limitaciones, hay que señalar que los estudios existentes hasta la actualidad son algo escasos y de un tamaño poblacional limitado. Por lo que no se puede llegar a unos resultados de gran peso que respalden una fuerte asociación entre estas dos enfermedades, sí que parece seguro que hay una cierta predisposición en pacientes con SAOS de poder desarrollar glaucoma, comparándolo con una población sin este síndrome. Pero faltaría por investigar más cómo afecta, de qué forma y cómo se podría frenar esta progresión.

6. CONCLUSIONES

- Existe un vínculo entre el SAOS y la progresión del glaucoma, debido a una serie de factores que ocurren durante el sueño nocturno de un paciente que sufre de SAOS, afectando así al nervio óptico y produciendo posiblemente una enfermedad glaucomatosa.
- La teoría vascular y la teoría mecánica son las más extendidas para explicar la patogénesis del glaucoma en pacientes con SAOS. Del mismo modo, hay estudios que han demostrado que no existe un aumento de la PIO durante los eventos de apnea, no correlacionando las dos enfermedades con tanta rotundidad.
- Los pacientes con SAOS suelen experimentar una pérdida del campo visual y una disminución tanto del grosor de la capa de células ganglionares de la retina como de la capa de fibras nerviosas de la retina que puede conllevar el desarrollo de un glaucoma.
- El uso de la CPAP como dispositivo de tratamiento contra el glaucoma en pacientes que sufren de SAOS es controvertido, es cierto que reduce el número de apneas produciendo un mayor descanso del paciente, con una mejor calidad de sueño, pero en cuanto a la repercusión en la PIO, hay estudios que demuestran un aumento de la PIO y otros que disminuyen la PIO frenando la progresión del glaucoma.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Peramo SM, Ornedo VN. Curso Académico: 2018-19. 2018;
2. Giménez Blasi N. Universidad de Murcia. All rights Reserv IJES [Internet]. 2018;281(4):1–30. Available from:
<http://nadir.uc3m.es/alejandro/phd/thesisFinal.pdf%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Universidad+de+murcia#0>
3. Gálvez-Rosas A, Serrano-Miranda AT, Ridaura-Valencia C, Mundo-Fernández EE, Barojas-Weber E. Asociación de los factores de riesgo con glaucoma primario de ángulo abierto en mayores de 40 años. Gac Med Mex. 2018;154(1):42–6.
4. Zimmermann-Paiz MA. Síndrome de apnea del sueño y afecciones oculares asociadas. Rev Mex Oftalmol. 2008;82(2):79–82.
5. Cuesta FJ. Nacional Sobre El Síndrome De Apneas-Hipopneas Del Sueño Grupo Español De Sueño (Ges). Group [Internet]. 2005; Available from:
http://www.sen.es/pdf/2005/consenso_sahs_completo.pdf
6. Epstein LJ, Kristo D, Strollo PJ, Friedman N, Malhotra A, Patil SP, et al. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults. J Clin Sleep Med. 2009;5(3):263–76.
7. De Vivero C, Urrea T, Hidalgo-Martinez P. Repercusiones oftalmológicas del síndrome de apnea-hipopnea obstructiva del sueño (SAHOS). Rev la Fac Med. 2017;65(1Sup):59–63.

8. Zimmermann-Paiz MA. Síndrome de apnea del sueño y afecciones oculares asociadas. *Rev Mex Oftalmol.* 2008;82(2):79–82.
9. Vila-Fernández JA. *La apnea obstructiva del sueño y la enfermería.* 2018.
10. Skorin L, Knutson R. Ophthalmic diseases in patients with obstructive sleep apnea. *J Am Osteopath Assoc.* 2016;116(8):522–9.
11. Shi Y, Liu P, Guan J, Lu Y, Su K. Association between glaucoma and obstructive sleep apnea syndrome: A meta-analysis and systematic review. *PLoS One.* 2015;10(2):1–14.
12. Santos M, Hofmann RJ. Ocular manifestations of obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med.* 2017;13(11):1345–8.
13. Ulusoy S, Erden M, Dinc ME, Yavuz N, Caglar E, Dalgic A, et al. Effects of use of a continuous positive airway pressure device on glaucoma. *Med Sci Monit.* 2015;21(November):3415–9.
14. Moussalli MA, Valiensi SM, Bekerman J, Cuello C. Influencia de la apnea obstructiva del sueño para el control del glaucoma y resultados de estudio retrospectivo. :85–91.
15. Abdullayev A, Tekeli O, Yanık Ö, Acıcan T, Gülbay B. Investigation of the presence of glaucoma in patients with obstructive sleep apnea syndrome using and not using continuous positive airway pressure treatment. *Turkish J Ophthalmol.* 2019;49(3):134–41.
16. Zengin MO, Tuncer I, Karahan E. Retinal nerve fiber layer thickness changes in obstructive sleep apnea syndrome: one year follow-up results. *Int J Ophthalmol.* 2014;7(4):704–8.

17. Zhao XJ, Yang CC, Zhang JC, Zheng H, Liu PP, Li Q. Obstructive sleep apnea and retinal nerve fiber layer thickness: A meta-analysis. *J Glaucoma*. 2016;25(4):e413–8.
18. Shinmei Y, Nitta T, Saito H, Ohguchi T, Kijima R, Chin S, et al. Continuous intraocular pressure monitoring during nocturnal sleep in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57(6):2824–30.
19. Daniel E Shumer, Natalie J Nokoff NPS. HHS Public Access. *Physiol Behav*. 2017;176(12):139–48.

Ilustraciones:

1. Glaucoma Research Foundation. Glaucoma.org. Disponible en : <https://www.glaucoma.org/es/tipos-de-glaucoma.php>
2. Glaucoma Research Foundation. Glaucoma.org. Disponible en : <https://www.glaucoma.org/es/tipos-de-glaucoma.php>