

Variaciones de la Presión Intraocular Asociadas a la Realización de Ejercicios Estáticos y Dinámicos: Una Revisión Bibliográfica

Jose Daniel Iglesias Bustos

Angie Liceth Delgado Tamayo

Melissa García Castro

Asesor Temático

Andrés Solórzano Bernal

Asesor Metodológico

Mario Andrés Espinosa Acosta

Fundación Universitaria Del Área Andina

Facultad De Ciencias De La Salud

Programa De Optometría

2020

Tabla de contenido

1. Introducción:	3
2. Generalidades	4
2.1 Humor Acuoso	4
2.1.1 Presión Intraocular	5
2.1.2 Vías de Drenaje del Humor Acuoso	5
2.2 Ejercicio Físico	6
2.2.1 Ejercicio Estáticos	6
2.2.3 Ejercicios Dinámicos	6
2.3 Cambios Cardiovasculares Durante la Realización de Ejercicio.....	7
3. Desarrollo	7
3.1 Relación Entre la Presión Intraocular y Ejercicio Físico	7
3.1.1 Presión Intraocular y Ejercicios Estáticos.....	8
3.1.1.1Ejercicios estáticos de baja, media y alta intensidad y su influencia sobre la Presión Intraocular	9
3.1.1.2 Ejercicios Estáticos de Tren Superior e Inferior y Presión Intraocular.	10
3.1.1.3 Yoga y Presión intraocular	10
3.1.2 Presión Intraocular y Ejercicios Dinámicos.	11
3.1.2.1 Ejercicios dinámicos de baja, media y alta intensidad y su influencia sobre la presión intraocular.	11
3.1.2.2 Variaciones de la Presión intraocular en Diferentes Condiciones Físicas...	12
Conclusiones.....	13
Bibliografía.....	14

1. Introducción:

La exigencia en la práctica de los deportes de alto rendimiento hace que se desarrolle en los individuos un alto nivel de competitividad; estos estándares de exigencia conllevan a una preparación que implica someterse a largas y extenuantes rutinas de ejercicios. Los efectos físicos y fisiológicos en las personas inmersas en la situación anteriormente descrita no siempre representan un beneficio para la salud. Diversos estudios realizados en regiones como Europa y Norteamérica evidencian alteraciones fluctuantes a nivel de la presión intraocular relacionadas con actividades deportivas que involucran ejercicios musculares estáticos y dinámicos, que afirman que la presión intraocular aumenta o disminuye a medida que se van desencadenando las diferentes fases de un ejercicio determinado; estos hallazgos representan un nuevo horizonte en el cuidado ocular primario de los deportistas, ya que de ser una constante, el factor de riesgo de aparición de glaucoma sería un nuevo reto para la salud pública, creando la necesidad de prevención para esta patología y otras enfermedades derivadas de la hipertensión ocular.

La realización de actividad física no es exclusiva de los deportistas de alto rendimiento, millones de personas incluyen dentro de sus rutinas diarias series de ejercicio, que dependiendo de su tipo e intensidad podría resultar poco beneficiosa a nivel ocular, sumándose a distintas condiciones que lo predisponen como factor de riesgo.

En consecuencia con el contexto mencionado anteriormente, se realizó una revisión sistemática de la literatura donde se tuvieron en cuenta conceptos clave como el ejercicio en sus diferentes manifestaciones y su influencia en la presión intraocular, se indagó en diferentes artículos de revisión y documentos de carácter científico, algunas de las bases de datos y motores de búsqueda utilizadas fueron, Scielo, Elsevier y diferentes artículos científicos, una vez obtenida la información se realizó un análisis correlacional y comparativo de los diferentes resultados, destacando de dicha forma los aspectos más relevantes.

Como criterios de inclusión se consideraron: a) investigaciones que reportan la PIO antes del ejercicio y post ejercicio; b) estudios realizados solo con humanos y c) con una fecha de publicación del año 2015 en adelante. En cuanto a criterios de exclusión se

encuentran los siguientes: a) artículos de carácter no científico dirigido a público no profesional y los que no cumplen con la fecha indicada de publicación.

Se logró establecer que existe una relación entre la realización de ejercicio físico de distintos tipos y la presión intraocular, donde se evidencian variaciones mayores de PIO durante la realización de ejercicios estáticos de tren superior, en los cuales existen una relación directamente proporcional entre la carga incremental de trabajo y el aumento de la PIO. A su vez se encuentran resultados opuestos durante la realización de ejercicios dinámicos, en los cuales se presenta una disminución de la PIO influenciada por factores como la intensidad y la frecuencia con la que el individuo realiza actividad física.

2. Generalidades

2.1 Humor Acuoso

El Humor Acuoso es un fluido que se encuentra en el globo ocular, proveniente de un filtrado del plasma, razón por la cual, carece de células, pigmentos y proteínas que están presentes en la sangre, lo que le da la capacidad de permitir el paso de luz. (Aleman, 2019). El papel fisiológico más importante del H.A radica en ser el principal proveedor de nutrientes para las estructuras que son adyacentes a él, especialmente a la córnea y al cristalino para sus procesos metabólicos. Otra de sus funciones, no menos importante es proporcionar una presión intraocular estable, dentro de rangos que no afecten o amenacen la estabilidad e integridad del ojo. Dicha estabilidad se logra gracias al equilibrio entre la producción del líquido, mencionada anteriormente, y su excreción, regulada por la malla trabecular y los vasos episclerales. (Aleman, 2019)

Es importante mencionar que la homeóstasis del globo ocular depende en gran medida de los niveles de humor acuoso (H.A) presentes en la cámara anterior y son muchos los procesos sistémicos que pueden influir sobre su producción o su excreción afectando así el equilibrio mencionado.

Para comprender este fenómeno se debe conocer la esencial fisiológica de este líquido. El humor acuoso es producido por los procesos ciliares, los cuales están formados por una red capilar, por estroma y epitelio que se divide a su vez en dos planos celulares el interno no pigmentado (continuación del EPR) y el externo que está

cubierto por membrana basal, ambos se unen a través de desmosomas permeables. (American Academy of Ophthalmology, 2017)

La tasa promedio de producción varía entre 2 y 3 microlitros por minuto, proporcionada aproximadamente por 80 procesos ciliares fenestrados unidos entre sí formando una barrera denominada “hemato-acuosa” y por capilares derivados del círculo arterial mayor del iris. En la parte posterior se encuentra un complejo celular no pigmentado que contiene múltiples mitocondrias y del cual se cree que es el verdadero lugar donde se produce el H.A. (American academy of ophthalmology, 2016)

Finalmente, una vez producido el humor acuoso, este logra entrar a la cámara posterior, utilizando mecanismos fisiológicos de secreción activa; se cree que esta es independiente de la presión arterial, pero si se considera la vía de ultrafiltración, esta depende de un gradiente de presión entre la capilar y la ocular, favoreciendo así el flujo de líquido.

2.1.1 Presión Intraocular

Es determinada por el balance generado entre la producción y eliminación del humor acuoso, este equilibrio genera una tensión en la cámara anterior. Su importancia radica en su papel frente al mantenimiento metabólico y homeostasis de las estructuras adyacentes; dicha presión es variable y es influenciada por varios aspectos fisiológicos, los valores considerados normales se ubican entre los 14 mm/Hg y 21 mm/Hg, sin embargo, difieren dependiendo de la raza y poblaciones específicas. (Pérez, 2015)

Por otra parte, está demostrado que aumentos abruptos en la PIO durante intervalos de tiempo prolongados, o valores ligeramente aumentados durante lapsos de tiempos aún más largos, facilitan la aparición de alteraciones a nivel ocular, siendo el glaucoma la más conocida e importante ya que se ubica como una de las causas de ceguera irreversible más comunes a nivel mundial. (Cuiña, 2015)

2.1.2 Vías de Drenaje del Humor Acuoso

El ritmo de eliminación lento con respecto al ritmo de producción es un principio básico para el mantenimiento de la PIO; este drenaje se da por dos vías, una convencional por la cual se drena entre un 80 y 90% a través del canal de Schlemm,

desde ahí, el HA entra en los canales colectores y es drenado hacia las venas intraesclerales y episclerales. La segunda ruta de evacuación es la uveoescleral, que facilita entre el 10 y 20% de la salida del HA; esta se da por la penetración del HA en el cuerpo ciliar desde ángulo iridocorneal, permitiendo que el líquido fluya libremente entre los haces musculares, entrando en el espacio supra coroideo y supraciliar hasta alcanzar la esclera. (Cuiña, 2015)

2.2 Ejercicio Físico

El ejercicio físico consiste en un conjunto de actividades físicas, planificadas, constantes y repetitivas que se realizan con un objetivo o meta, que en su mayoría se relaciona con el mantenimiento de una condición física óptima. Dentro del ejercicio físico se engloban muchos subtipos que a grandes rasgos pueden ser clasificados en ejercicios estáticos y dinámicos. (OMS, 2020)

2.2.1 Ejercicio Estáticos

Se denomina estático al ejercicio que se realiza con baja repetición de movimientos de forma activa o pasiva contra una elevada resistencia, caracterizándose principalmente por el desarrollo de tensión con escaso acortamiento muscular. Esta actividad produce un aumento de la tensión, que va acompañada con restricción del flujo sanguíneo al músculo involucrado permitiendo mantener la resistencia durante un periodo de tiempo específico. Los programas de entrenamiento en los que predominan los ejercicios de tipo estático están destinados a desarrollar la fuerza muscular, un ejemplo claro es el levantamiento de pesas. (Aleman, 2019)

2.2.3 Ejercicios Dinámicos

El ejercicio dinámico se realiza basado en una alta repetición de movimientos contra una baja resistencia, proporcionando una tensión muscular estable o con pequeñas variaciones durante un tiempo prolongado y modificando la presión arterial que se ve influenciada por la potencia de trabajo, el grado de entrenamiento y las características individuales; además promueve el fortalecimiento de la condición física y la capacidad de continuar con una actividad durante un determinado tiempo, generando posteriormente un aumento de la capacidad aeróbica. (Hall, 2019)

2.3 Cambios Cardiovasculares Durante la Realización de Ejercicio

El paso de un estado de reposo a la realización de ejercicios físico de cualquier tipo tiene implicaciones importantes a nivel corporal. El aumento de la demanda metabólica hace que sean necesarios ajustes en la función respiratoria y cardiovascular.

Al comienzo de un ejercicio, se producen cambios en el sistema nervioso central esto conlleva a un aumento de la frecuencia cardíaca y la contracción del músculo cardíaco, lo que conduce al aumento del gasto cardíaco, además, la bomba muscular durante el ejercicio aeróbico y un aumento en el tono vasoconstrictor en tejido no activado resulta en un mayor retorno venoso. Dicho aumento en la precarga en el corazón reduce la post-carga en el corazón y aumenta la contractibilidad del ventrículo izquierdo, todo esto contribuye al aumento del volumen sistólico y por consiguiente al aumento del gasto cardíaco. (Sheehan, McConnell, & Andreacci, 2018)

3. Desarrollo

3.1 Relación Entre la Presión Intraocular y Ejercicio Físico

El ejercicio físico se caracteriza por generar distintos cambios a nivel corporal, durante la realización de este, se genera una mayor exigencia tanto del sistema cardiovascular como respiratorio a grandes rasgos. Por otro lado, es relevante mencionar que también se dan cambios mucho más específicos que en su mayoría pasan desapercibidos, entre los cuales se ubica el aumento o disminución de la presión intraocular.

En primer lugar, es necesario resaltar que alrededor del 75% del humor acuoso secretado fluye a través de la vía trabecular convencional y el canal de Schlemm, encontrando mayor resistencia en la región yuxtacanicular y pared interna del canal de Schlemm. Aunque aún no se ha esclarecido en su totalidad el mecanismo que relaciona ambos factores, algunos autores sentaron precedentes que podrían ayudar a determinar dicha relación; Yang y col. encontraron que, después de la perfusión con un inhibidor de rhoquinasa que provoca una expansión del canal trabecular, se produjo un aumento significativo en el flujo de salida del humor acuoso, con lo que se determinó que el estado de la malla trabecular y canal de Schlemm juegan un papel fundamental en la

PIO. En estudios con objetivos similares, Alvarado y otros, concluyeron que el isoproterenol y la adrenalina mejoraban el flujo de salida del humor acuoso relacionándose con una respuesta generada por receptores β - Adrenérgicos lo cuales aumentaban la flexibilidad de las células y el espacio intercelular facilitando su paso por el canal trabecular y de Schlemm; lo anterior, permitió establecer con mayor fuerza la relación entre el sistema nervioso simpático y la red trabecular. (Yan, y otros, 2016)

A raíz de lo anterior, diversos autores han dirigido sus estudios hacia el análisis de la relación de la PIO y el ejercicio físico, atribuyéndola a diversos factores como la producción de sudor y la pérdida de agua, los cuales generan un aumento de la presión coloidal del plasma conduciendo a la disminución en la producción del humor acuoso. También lo relacionan con la disminución del suministro de sangre, ya que, en momentos de actividad física, ésta se concentra en las extremidades.

Adicionalmente, se destaca el sistema nervioso simpático como uno de los implicados en el proceso ya que es el encargado de la vasoconstricción coroidea, fenómeno que disminuye el flujo coroideo y por tanto, el flujo de humor acuoso. Finalmente, se describen procesos un poco más complejos como el aumento de catecolaminas durante el ejercicio que facilitan la salida del humor acuoso, resaltando que esto se daría de forma dependiente de los receptores β -Adrenérgicos. (Yan, y otros, 2016)

El conocimiento de estas variables y sus relaciones se constituyen como un elemento importante para esclarecer el panorama con respecto a las variaciones de la presión intraocular encontradas en diversos estudios, teniendo en cuenta factores como la intensidad, tipo de ejercicio, población estudiada entre otros.

3.1.1 Presión Intraocular y Ejercicios Estáticos

Los ejercicios estáticos y su impacto sobre la presión intraocular son poco estudiados, sin embargo, se ha determinado que para lograr establecer la relación entre estos dos conceptos, se debe realizar una estimación de los valores obtenidos durante la ejecución de dichos ejercicios, la cual podría ser mucho más objetiva que la tomada durante la realización de ejercicios dinámicos, ya que, mientras que durante el movimiento del ejercicio dinámico se obliga a tomar la PIO posterior a él, en el ejercicio estático, cuya

característica es la movilidad limitada, se facilita la toma de la PIO durante la realización del ejercicio, acercándose de manera objetiva a valores reales.

3.1.1.1 Ejercicios estáticos de baja, media y alta intensidad y su influencia sobre la Presión Intraocular

Muchas de las variaciones encontradas con respecto a la presión intraocular en dichos ejercicios se manifiestan según el nivel de intensidad con el que se realiza generando variaciones más significativas directamente proporcional al nivel de esfuerzo que se alcanza.

Frente a esta afirmación se han realizado varios estudios que la sustentan; uno de ellos se hizo en una población masculina de 40 sujetos pertenecientes al personal militar de España, en el cual, se realizó una prueba de carga incremental en ejercicios de press de banca y sentadilla con salto, mostrando diferencias significativas de la presión intraocular con respecto a la intensidad del ejercicio. Cuando se realizó la sentadilla con salto al 50% de una repetición máxima (1RM) los valores de PIO fueron estables, sin embargo, cuando se aumentó al 60% se dio un incremento de 0.71 mmHg. En el ejercicio de press de banca sucedió algo similar con valores mucho más elevados tanto en intensidad media como moderada, al realizarse el ejercicio al 50% 1RM incremento la PIO en 2.41 mmHg, al 60% 1RM se dio un aumento de 3.77mmHg y finalmente al realizarse al 100% de 1RM se obtuvieron aumentos hasta de 5,41 mmHg. Basados en esto se puede afirmar que existe una relación directamente proporcional entre la intensidad de realización del ejercicio estático y la PIO, destacando los ejercicios de tren superior como uno de los más propensos a generar cambios en esta. (Vera, Jiménez, Redondo, Cárdenas, & Ramos, 2017)

Otro estudio realizado en jóvenes activos físicamente, tomó la PIO durante la realización de ejercicios isométricos como squat o sentadilla y high pull evidenciando resultados similares al mencionado anteriormente al relacionar la magnitud de la carga del ejercicio con el aumento progresivo de la PIO; sin embargo, se vuelven a obtener valores basales muy parecidos a los valores iniciales 4 segundos después del cese del ejercicio, lo que se puede considerar como un tiempo de recuperación bastante rápido. (Duran, 2018)

Si se analiza lo expuesto anteriormente, los efectos de los ejercicios isométricos sobre la presión intraocular podrían considerarse un factor de riesgo en personas con diagnóstico previo de glaucoma o con tendencia a desarrollarlo (sospecha de glaucoma) si la práctica de estos se da de manera frecuente, por lo tanto, la realización de dichos ejercicios en esta población no es recomendable.

3.1.1.2 Ejercicios Estáticos de Tren Superior e Inferior y Presión Intraocular.

Es importante determinar no solo la intensidad del ejercicio sino también el grupo muscular que genera mayores variaciones de la PIO, a grandes rasgos se pueden clasificar en ejercicios de tren superior y ejercicios de tren inferior.

Rufer y otros realizaron un estudio en personas activas físicamente donde se compararon los resultados durante la realización de ejercicios contra resistencia de tren inferior y tren superior. En el primer ejercicio realizado, denominado “leg curl” para tren inferior, los participantes hicieron 1 serie por 20 repeticiones al 65% 1RM donde se encontraron aumentos del 0,2 mmHg en la presión intraocular, lo cual no fue significativo estadísticamente, no obstante, en el ejercicio para tren superior, conocido como “butterfly” donde realizaron 1 serie por 20 repeticiones al 65% de 1RM se evidenció un incremento de 0.8mmHg lo cual si es estadísticamente significativo. (Ramírez, 2019)

En este orden de ideas, y basados en los estudios anteriormente descritos, se podría afirmar que existe una tendencia mayor en el aumento de la PIO durante la realización de ejercicios contra resistencia de tren superior, lo que podría considerarse una pieza fundamental en el manejo de pacientes con glaucoma que realizan actividad física con frecuencia.

3.1.1.3 Yoga y Presión intraocular

El yoga es una práctica proveniente de la india donde se implementan factores como la respiración y la mente con un sentido espiritual, sin embargo, la realización de distintas posturas podría ser considerada dentro del grupo de los ejercicios isométricos.

Un estudio reciente, analizó un total de 20 sujetos, 10 con diagnóstico de glaucoma primario de ángulo abierto y 10 sanos; los cuales, al realizar posturas de yoga

conocidas como Adho Mukha Svanasana; Uttanasana, Halasana y Viparita Karani, durante dos minutos, mostraron incrementos significativos en todas las posturas, sin embargo, la que presentó un aumento mayor fue Adho Mukha Svanasana, arrojando valores de $17\pm 3,2$ mmHg a $28\pm 3,8$ mmHg en pacientes con glaucoma y de $17\pm 2,8$ mmHg a $29\pm 3,9$ mmHg en individuos normales. (Jasien, C, Moraes, & Ritch, 2015)

Otro estudio, pero enfocado a la aplicación de una sesión de yoga ocular, arrojó resultados positivos sobre los practicantes; esta fue realizada por un instructor experimentado que implementó varios movimientos oculares horizontales y verticales, estimulando músculos bulbo motores. Como resultado de esta práctica, se obtuvieron resultados de 14,50 mmHg en promedio de presión intraocular en la segunda sesión, lo que denota una reducción significativa teniendo en cuenta que la PIO después de la primera sesión fue de 16,25mmHg. (Dimitrova & Treceva, 2015)

Vale la pena aclarar que, aunque se obtuvieron resultados alentadores en un estudio, no se puede afirmar que la disminución de la PIO esté relacionada con la realización de los ejercicios de yoga ocular, lo que denota la importancia de la profundización en el campo y de la realización de estudios más detallados que generen una relación consistente y permitan establecer conceptos más sólidos y definitivos.

3.1.2 Presión Intraocular y Ejercicios Dinámicos.

La relación de la PIO con respecto a los diferentes ejercicios dinámicos ha sido objeto de muchos estudios, llegando a destacar muchos de ellos un efecto positivo sobre la PIO generando disminuciones notables que se mantienen si el ejercicio es practicado de manera regular.

3.1.2.1 Ejercicios dinámicos de baja, media y alta intensidad y su influencia sobre la presión intraocular.

Dentro de los ejercicios dinámicos se engloban muchos tipos y disciplinas, dentro de las cuales la caminata o el trote son de los más comunes. Frente a este planteamiento, se han realizado varios artículos, los más relevantes fueron recopilados en un estudio de revisión publicado en el 2018 con el nombre de *“Physical exercise and glaucoma: a review on the roles of physical exercise on intraocular pressure control, ocular blood flow regulation, neuroprotection and glaucoma-related mental health”* en el cual afirman que una actividad

simple como una caminata de alrededor de 1 kilómetro puede generar reducciones de la PIO de hasta 1,4 mmHg, manteniéndose en ese valor por alrededor de 20 minutos. Por otro lado, muestran una reducción de la PIO en 3,82 mmHg después de la realización de 15 minutos de trote a una velocidad promedio entre 6,5 y 8 km/h, con reducciones de hasta 5,6 mmHg después de 1 minuto a una intensidad del 85% de la frecuencia cardiaca. Por otra parte, actividades físicas como el ciclismo han demostrado que, tras la realización de 10 minutos de este deporte, a un ritmo bajo, puede generar disminuciones entre 1,71 mmHg y 2,7 mmHg si este es realizado a un ritmo moderado; sin embargo, dichas reducciones tienen una duración de entre 10 y 20 minutos posterior a la finalización del ejercicio. (Zhu, y otros, 2018)

La relación del ejercicio dinámico en diferentes periodos de duración e intensidad y su relación con la PIO ha sido estudiada por diversos autores desde los 90'S, algunos de estos realizaron estudios comparativos en diferentes intensidades, variando desde la caminata, el trote y la velocidad máxima, y en ellos, los efectos de disminución en la PIO fueron inversamente proporcionales al nivel de intensidad del ejercicio, mostrando una reducción de 2,43 mmHg, 3,85mmHg y 4,0 mmHg respectivamente. Por otra parte, Conte y otros, sustentan dicha teoría al realizar un estudio comparativo entre intervalos de alta intensidad y el ejercicio moderado continuo, encontrando disminuciones significativas en los intervalos de alta intensidad. (Zhu, y otros, 2018)

Aunque los efectos de la disminución de la PIO suelen desaparecer a corto plazo, la realización de ejercicios dinámicos con frecuencia podría generar cambios positivos en la PIO basal, generando disminuciones significativas que podrían ser consideradas beneficiosas en pacientes que vienen siendo tratados por glaucoma.

3.1.2.2 Variaciones de la Presión intraocular en Diferentes Condiciones Físicas

Algunos estudios confirman que la tasa de disminución de la PIO se ve influenciada por la condición física de los participantes, en este orden de ideas, las personas más activas físicamente como deportistas de alto rendimiento o personas que entrenan a niveles altos o moderados obtienen disminuciones de la PIO mucho menores que las personas que realizan actividad física de manera esporádica o que en efecto no la realizan. (Ramírez, 2019)

Aunque los estudios muestran relaciones directas de factores como la intensidad, la condición física y el tipo de ejercicio, se considera necesario la implementación de más estudios que ayuden a esclarecer dicha relación.

Conclusiones

A través de la revisión bibliográfica se logra concluir que la realización de ejercicios dinámicos tiene una relación inversamente proporcional con respecto a la PIO, relacionándose a su vez con diversos factores como, el tipo de ejercicio, la intensidad y la regularidad con la que el individuo realiza actividad física, encontrándose así disminuciones mucho más significativas en personas sedentarias.

En cuanto a la práctica de ejercicios estáticos se destaca la relación directamente proporcional que se evidencia entre la realización de dichos ejercicios y la PIO, destacando los ejercicios de tren superior como uno de los más propensos a producir aumentos de la presión intraocular, ligándose a su vez al tipo e intensidad de ejercicio que se realiza.

La información obtenida brinda datos y evidencia científica, lo que da paso a construir recomendaciones específicas para beneficiar a la población en general y especialmente a personas en riesgo, ya que se demostraron los cambios que pueden desencadenarse en los valores de presión intraocular de la población, logrando así que se abra aún más la brecha en la realización de posibles estudios con poblaciones de diferentes condiciones.

Bibliografía

- Aleman, C. (2019). *Revisión bibliográfica: Efectos del ejercicio en la presión intraocular*. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-097X2019000200001&lang=es
- American academy of ophthalmology. (2016). *Glaucoma*. EBO.
- American Academy of Ophthalmology. (2017). *Fundamentals and Principles of Ophthalmology* (Vol. 2). San Francisco: European Board. Recuperado el 12 de Febrero de 2018
- Cuiña, S. R. (2015). *Universidad complutense de Madrid*. Obtenido de Análisis de las vías de drenaje de la macrotrabeculectomía mediante biomicroscopía ultrasónica: <https://eprints.ucm.es/41456/1/T38462.pdf>
- Dimitrova, G., & Trencева, A. (11 de Septiembre de 2015). El efecto a Corto Plazo del Ejercicio Ocular de Yoga Sobre la Presión Intraocular. *Acta Ophthalmologica*, 95(1). doi:<https://doi.org/10.1111/aos.12850>
- Duran, B. A. (2018). *Efecto Agudo del Ejercicio Isométrico Sobre la Presión Intraocular Durante el Esfuerzo y la Recuperación: La Influencia de la Carga y el Tipo de Ejercicio*. Trabajo fin de Máster, Universidad de Granada, Master en Optometría Clínica y Óptica Avanzada, Granada. Recuperado el 09 de 11 de 2020, de file:///C:/Users/Jose%20Daniel/Downloads/TFM2018JUL_GarciaDuran_Beatriz.pdf
- Hall, S. (2019). The Biomechanics of Human Skeletal Articulations. En S. Hall, *Basic Biomechanics* (Octava ed.). New York: McGraw-Hill. Recuperado el 21 de Marzo de 2019, de <https://accessphysiotherapy-mhmedical-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/content.aspx?bookid=2433§ionid=191509739#1154157451>
- Jasien, J. V., C, J. B., Moraes, G. d., & Ritch, R. (23 de Diciembre de 2015). Aumento de la presión Intraocular en Sujetos Con y Sin Glaucoma Durante Cuatro Posiciones Comunes de Yoga. *PLOS ONE*, 10(12). doi:10.1371/journal.pone.0144505
- OMS. (2020). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud*. Obtenido de Actividad Física: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>
- Pérez, S. M. (29 de junio de 2015). Medida de la Presión Intraocular y Corrección de los Valores Obtenidos en Función del Espesor y Otras Propiedades Biomecánicas de la Córnea. Cataluña. Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/89463/sandra.morales%20-%20TFG%20\(Sandra%20Morales%20P%3%A9rez\).pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/89463/sandra.morales%20-%20TFG%20(Sandra%20Morales%20P%3%A9rez).pdf)
- Ramírez, C. A. (Jul/Dec de 2019). Revisión Bibliografica: Efectos del Ejercicio en la Presión Intraocular. *MH Salud*, 16(2). doi:<http://dx.doi.org/10.15359/mhs.16-2.1>
- Sheehan, T. P., McConnell, T. R., & Andreacci, J. L. (2018). Impacto del Ejercicio de Fuerza en la Dinámica Cardiovascular. *Journal PubliCE*, 21(1), 122-132. Obtenido de <https://g-se.com/impacto-del-ejercicio-de-fuerza-en-la-dinamica-cardiovascular-2410-sa-x5b1ac2282733a>

- Vera, J., Jiménez, R., Redondo, B., Cárdenas, D., & Ramos, A. G. (09 de Oct de 2017). Fitness Level Modulates Intraocular Pressure Responses to Strength Exercises. *Current Eye Research*, 43(6). doi:<https://doi.org/10.1080/02713683.2018.1431289>
- Yan, X., Li, M., Yinwe, S. d., Guo, J., Zhao, Y., Chen, W., & Zhang, H. (2016). Influencia del Ejercicio Sobre la Presión Intraocular, el Canal de Schelmm y la Red Trabecular. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 57(11). doi:
<https://doi.org/10.1167/iovs.16-19475>
- Zhu, M. M., Lai, J. S., Choy, B. N., Shum, J. W., Lo, A. C., Ng, A. L., . . . So, K. F. (16 de Enero de 2018). Ejercicio Físico y Glaucoma: Una Revisión Sobre las Funciones del Ejercicio Físico en el Control de la Presión intraocular, la Regulación del Flujo Sanguíneo Ocular, la neuroprotección y la Salud Mental Relacionada con el Glaucoma. *Acta Ophthalmologica*, 96(6). doi:<https://doi.org/10.1111/aos.13661>