

**VARIACIÓN DE LA PRESIÓN INTRAOCULAR TOMADA ANTES Y  
DESPUÉS DE LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA DEPORTIVA EN  
INTEGRANTES DE LAS SELECCIONES DEPORTIVAS DE LA  
UNIVERSIDAD EL BOSQUE**

**LUISA FERNANDA CASTRILLÓN BAQUERO  
SARA NICOLE FONSECA MORA  
DIANA CAROLINA SIERRA DELGADO**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE  
FACULTAD DE MEDICINA  
PROGRAMA DE OPTOMETRÍA  
BOGOTÁ D.C  
2023**

**VARIACIÓN DE LA PRESIÓN INTRAOCULAR TOMADA ANTES Y  
DESPUÉS DE LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA DEPORTIVA EN  
INTEGRANTES DE LAS SELECCIONES DEPORTIVAS DE LA  
UNIVERSIDAD EL BOSQUE**

**LUISA FERNANDA CASTRILLÓN BAQUERO**

**SARA NICOLE FONSECA MORA**

**DIANA CAROLINA SIERRA DELGADO**

**Trabajo de grado para optar al título de Optómetra**

**DIRECTOR DISCIPLINAR**

**DR. MARCELO CARRIZOSA MURCIA**

**Optómetra, Especialista en Diagnóstico diferencial en cuidado primario  
ocular, Magíster en Ciencias de la visión**

**DIRECTOR METODOLÓGICO**

**DRA. DIANA GEORGINA GARCIA LOZADA**

**Optómetra, Especialista en Epidemiología UR, Magíster en  
Epidemiología Clínica UNAL**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**PROGRAMA DE OPTOMETRÍA**

**BOGOTÁ D.C**

**2023**

## **NOTA DE SALVEDAD DE RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL**

“La Universidad El Bosque no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
	1.1 <i>Pregunta general de la investigación</i>	12
	1.2 <i>Preguntas específicas de la investigación</i>	12
2.	OBJETIVOS	13
	2.1 <i>Objetivo general</i>	13
	2.2 <i>Objetivos específicos</i>	13
3.	JUSTIFICACIÓN	14
4.	MARCO TEÓRICO	15
	4.1 <i>Fisiopatología del glaucoma</i>	15
	4.1.1 <i>Presión Intraocular (PIO)</i>	15
	4.2 <i>Tonometría</i>	16
	4.2.1 <i>Tonometría I-care IC100</i>	16
	4.2.3 <i>Confiabilidad y precisión de la tonometría I-care IC100</i>	16
	4.3 <i>Efectos del ejercicio en la toma de la presión intraocular</i>	17
	4.4 <i>Actividad física de alto rendimiento</i>	17
	4.4.1 <i>Fútbol</i>	17
	4.4.2 <i>Voleibol</i>	18
	4.4.3 <i>Rugby</i>	18
	4.4.4 <i>Baloncesto</i>	18
	4.5 <i>Estado del arte</i>	18
5.	METODOLOGÍA	22
	5.1 <i>Tipo de estudio</i>	22
	5.2 <i>Población</i>	22
	5.3 <i>Muestra</i>	22
	5.3.1 <i>Muestreo</i>	22
	5.3.2 <i>Tamaño de la muestra</i>	22
	5.4 <i>Criterios de selección</i>	22
	5.4.1 <i>Inclusión</i>	22
	5.4.2 <i>Exclusión</i>	22
	5.5 <i>Variables</i>	22
	5.6 <i>Procedimiento para la recolección de datos</i>	23
	5.6.1 <i>Estandarización de procedimiento para medir la presión intraocular con el tonómetro I-care IC 100</i>	24
	5.7 <i>Control de sesgos</i>	25
	5.8 <i>Análisis de la información</i>	25
	5.9 <i>Aspectos éticos</i>	25
6.	RESULTADOS	27

7.	DISCUSIÓN	32
8.	CONCLUSIONES	34
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencias absolutas y relativas según las edades de los deportistas.	27
Tabla 2. Valores promedio de la PIO según el sexo de los deportistas.	29
Tabla 3. Distribución de los valores de PIO antes de la actividad física, según el deporte practicado.	29
Tabla 4. Distribución de los valores de PIO después de actividad física, según el deporte practicado.	30
Tabla 5. Cambios en los valores de la presión intraocular según el sexo de los deportistas.	30

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución por sexo, según el deporte practicado por los estudiantes.	27
Figura 2. Distribución de los datos de la PIO antes y después de la actividad física.	28
Figura 3. Cambios en los valores de la presión intraocular según el sexo y deporte de los participantes.	31

## RESUMEN

**Introducción:** En los últimos años se ha venido estudiando los posibles cambios en relación con la presión intraocular y el ejercicio aeróbico, donde los cambios no han sido mayormente significativos. Este trabajo se realizó con el fin de determinar los posibles cambios de la presión ocular durante la actividad física analizando las variables de deporte, sexo y edad, como análisis de estudio para conocer la diferencia que hay en el resultado de la tonometría ICare en los integrantes de las selecciones deportivas de la Universidad El Bosque antes y después de realizar actividad física.

**Metodología:** Para demostrar dichos cambios se realizó un estudio de enfoque cuantitativo, observacional, de tipo analítico, donde se recogieron datos de cuatro equipos deportivos, a los cuales se tomó la presión intraocular antes y después de la actividad física.

**Resultados:** Se demostró que el valor promedio de la PIO de los deportistas antes de su práctica fue de  $15,3 \pm 1,8$  mmHg y después de la práctica fue  $15,1 \pm 1,6$  mmHg mostrando así que no hay una diferencia significativa en los resultados de la toma de la PIO antes y después de la actividad física.

**Conclusiones:** Los valores de disminución de la PIO, son considerados variaciones usuales, se recomienda para próximos estudios tener en cuenta factores como el consumo de agua o de cualquier otra sustancia, ritmo cardiaco, presión venosa basal, fluctuaciones regulares de la pio, duración del ejercicio y el espesor corneal.

**Palabras clave:** Presión intraocular, ejercicio físico, tonometría ocular, glaucoma.



## ABSTRACT

**Introduction:** In recent years, possible changes in relation to intraocular pressure and aerobic exercise have been studied, where the changes have not been highly significant. This work was carried out in order to determine the possible changes in ocular pressure during physical activity, analyzing the variables of sport, sex and age, as a study analysis to know the difference in the result of the iCare tonometry in the members of the sports teams of the Universidad El Bosque before and after performing physical activity.

**Methodology:** To demonstrate these changes, a study with a quantitative, observational, analytical approach was carried out, where data was collected from four sports teams, whose intraocular pressure was taken before and after physical activity.

**Results:** Show that the average IOP value of the athletes before practice was  $15.3 \pm 1.8$  mmHg and after practice it was  $15.1 \pm 1.6$  mmHg, thus showing that there is no difference significant in the results of taking IOP before and after physical activity.

**Conclusions:** The IOP decrease values are considered usual variations, it is recommended for future studies to take into account factors such as consumption of water or any other substance, heart rate, basal venous pressure, regular fluctuations in IOP, duration of the exercise and corneal thickness.

**Keywords:** Intraocular pressure, physical exercise, ocular tonometry, glaucoma.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día millones de personas se preocupan más por su bienestar y están optando por tener una vida un más saludable y activa, incluyendo en sus rutinas diferentes tipos de actividad física.

Por otro lado, también existen millones de personas que dan por sentado que las únicas afecciones a nivel ocular son las que se corrigen con gafas como la miopía y el astigmatismo, pero hay muchas otras que se pueden tratar e inclusive prevenir con su detección temprana, como es el caso del glaucoma, en donde el principal factor de riesgo es la presión intraocular alta.

Según datos del Informe mundial sobre la visión de la Organización Mundial de la Salud un total de 7,7 millones de personas están afectados debido al glaucoma, un ladrón silencioso de la visión (1) y el principal factor de riesgo para el glaucoma es la presión intraocular alta.

Se ha descrito que el glaucoma es una de las enfermedades oculares que no presenta síntomas, o bien los que manifiesta son muy generales e inespecíficos, de manera que pasan inadvertidos, lo que impide que se reconozca la causa real. Una muestra de ello es que, en Colombia, más de dos millones de personas tienen la enfermedad, pero solo la mitad saben que la padecen. Una causa puede ser que en la mayoría de los casos el glaucoma no presenta síntomas de advertencia y por esto las personas no notan ningún cambio significativo solo hasta que ya está muy avanzado. Por esta razón es importante mantener un control anual en los exámenes de la visión para su adecuada prevención, detección y atención, más aún cuando ya es un factor de tipo hereditario.

En los últimos años se ha venido estudiando la conexión entre la presión intraocular (PIO) y la actividad física para analizar si hay un efecto positivo o negativo en la PIO, donde en su mayoría se muestra un cambio positivo frente al ejercicio aeróbico, sin embargo, en este trabajo queremos mostrar cómo la actividad física, pudo o no alterar la PIO de manera significativa, teniendo en cuenta factores no estudiados en trabajos anteriores ya realizados, mostrando otra perspectiva de este tema dejando otros factores se podrían añadir a futuros estudios.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los aspectos negativos para la salud visual es la presión intraocular alta. Ésta, también llamada PIO, es considerada un factor principal para el desarrollo del glaucoma. Según el reporte de la OMS en 2020, entre las principales causas de discapacidad visual a nivel mundial se encuentra el glaucoma, una afección ocular que puede causar deficiencia visual e incluso ceguera irreversible. Y, aunque las causas varían considerablemente, como puede ser por el envejecimiento, el acceso ineficiente a la atención ocular, estilos de vida, entre otros, resaltan que al menos 6,9 millones de los casos pudieron haberse evitado o aún no se han tratado (1).

Se estima que el número de personas afectadas por el glaucoma mundialmente se acerca a los 76 millones, de los cuales 10 millones se encuentran en América latina y el Caribe (2). En Colombia según un estudio del 2020, el glaucoma hace parte de las causas más comunes de discapacidad visual moderada o severa con un 2,82% y 4,8% de prevalencia respectivamente (3). En el 2005 la prevalencia general del glaucoma en el país fue del 1,1% siendo más común en mujeres (4), para el 2007 la prevalencia en pacientes mayores de 40 años que pueden tener PIO mayor a 21 mm Hg es del 4 a 10% con una tasa de progresión a GPAA de 1% al año (5), para el 2009 una prevalencia del 0.08% y para el 2016 de 0,14% (2).

Por consiguiente, unos de los principales retos que hay en el glaucoma son su detección temprana, ya que al menos la mitad de los portadores desconocen que padecen la enfermedad (6) y, la eficiencia de los tratamientos que se manejan cuando esta enfermedad ya ha sido diagnosticada, como lo sería la inclusión de la actividad física para la disminución de la presión intraocular.

La relación que hay entre la presión intraocular y los diferentes tipos de actividad física (ejercicios aeróbicos, el entrenamiento deportivo, ejercicios contra resistencia, entre otros) se ha estudiado con más frecuencia en los últimos años. Una revisión bibliográfica concluyó que el realizar ejercicio físico da como resultado una reducción transitoria de la PIO (7) y, algunos artículos sugieren que la práctica de actividad física aeróbica moderada puede resultar beneficiosa para pacientes con glaucoma (8).

Existen diversos estudios que relacionan la actividad física y la PIO, sin embargo, varios no son concluyentes, siguen generando discusión y lo más significativo es que en general sugieren seguir con las investigaciones. Esto se puede evidenciar en varios artículos que exponen que, en los ejercicios contra resistencia en relación a la intensidad la PIO se afecta de forma directa, es decir que a mayor intensidad del ejercicio mayor será el incremento de la PIO, por lo que es sustancial tener este aspecto en cuenta porque podría ser un factor de riesgo especialmente para las personas con glaucoma. Mientras que otros mencionan que con actividades moderadas se dan mayores reducciones y, otros que recomiendan intensidades más altas (7).

El ejercicio aeróbico, en contraste, pareciera tener un efecto positivo sobre la PIO pues la disminuye. Este resultado se presenta en personas sedentarias y con glaucoma; para las personas físicamente activas o atletas, lograr reducir la presión intraocular requiere realizar ejercicio a intensidades más altas (9). Por otro lado, respecto a la duración del ejercicio, se sugiere que con tan solo 5 minutos se produce disminución sobre la PIO y, al finalizar la actividad física, el efecto es agudo puesto que se mantiene por un corto tiempo, además, los ejercicios que involucran el tren superior aumentan más la PIO que los de tren inferior (7).

Sí bien, se encuentran diferencias en los resultados debido a variables como el tipo de ejercicio, la intensidad, la duración, la edad y otras como; de sí se trata de sujetos sedentarios o atletas; la deshidratación resultante del ejercicio; incluso otros autores no encontraron cambios en la PIO bajo el efecto del ejercicio físico pero sí con la reposición de agua; el flujo sanguíneo ocular puesto que el ejercicio logra modificar la perfusión ocular (PPO) aumentando el flujo sanguíneo en la retina y a su vez aumentando en la coroides (7); entre otros como que en la práctica deportiva se ejecute la apnea voluntaria, el tipo de práctica deportiva, etc.

Lo anterior demuestra la necesidad de más exploraciones en esta área, estudios que involucren más variables (como sexo y edad). En consecuencia, en este trabajo se propone cuantificar el cambio que se genera durante algunas prácticas deportivas sobre la presión ocular, y así, contribuir a la información ya existente y, de manera racional, analizar sí los cambios podrían tener un impacto positivo sobre el control de la hipertensión ocular y/o inclusive considerarlo desde una concepción preventiva del glaucoma.

#### 1.1 Pregunta general de la investigación

¿Qué diferencia hay en el resultado de la tonometría iCare en los integrantes de las selecciones deportivas de la Universidad El Bosque antes y después de realizar actividad física deportiva?

#### 1.2 Preguntas específicas de la investigación

¿Cuál es el promedio de la presión intraocular antes y después de la actividad física según el sexo?

¿Cuál es el promedio de la presión intraocular antes y después de la actividad física según el deporte practicado?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Analizar los resultados de la tonometría iCare en los integrantes de las selecciones deportivas de la Universidad El Bosque tomada antes y después de la práctica deportiva.

### **2.2 Objetivos específicos**

Establecer el promedio de la presión intraocular antes y después de la actividad física, según el deporte practicado.

Determinar la diferencia de la presión intraocular antes y después de la realización de la actividad deportiva, según el sexo de los participantes.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La presión intraocular elevada representa un factor de riesgo que es modificable y que se puede y debe controlar para prevenir el desarrollo o progreso del glaucoma. Por otro lado, la actividad física, el ejercicio, la salud visual y ocular, juegan un papel definitivo en la calidad de vida de las personas por esto es necesario seguir abordando de manera investigativa y científica los efectos del ejercicio sobre la PIO.

Las intervenciones preventivas en el campo de la atención ocular se podrían categorizar entre, las encaminadas a prevenir la incidencia de la afección, abordando las causas y componentes de riesgo y, las ejecutadas para prevenir afecciones oculares derivadas de otras enfermedades (3). En esta investigación se busca identificar los cambios en la PIO que pueden presentarse en los deportistas después de la actividad física y así, ir aportando a la caracterización de los factores como la intensidad y tipo de actividad deportiva que modifican la PIO.

Ya que se tiene una aproximación de la prevalencia de esta patología y su contribución a la suma de personas con discapacidad visual en Colombia, y en general de la población mundial, es evidente la importancia de su abordaje. Este trabajo puede contribuir, interesar y valer como datos de comparación, para aquellos profesionales especialistas de la salud visual que están estudiando más a fondo y diseñando métodos de prevención y tratamiento para la hipertensión ocular y el glaucoma. Finalmente, aunque hay numerosas publicaciones científicas sobre los efectos del ejercicio sobre la fisiología de la presión intraocular, no es un estudio sino varios, los que aluden a la necesidad de más investigaciones, para medir los cambios de la presión ocular en diferentes poblaciones, analizando aún más variables, caracterizando mejor los tipos de actividad física, involucrando a personas con glaucoma, etc. Este trabajo brinda evidencia científica que puede llegar a utilizarse para ir cimentando recomendaciones y protocolos con datos específicos para el beneficio de la población en general y especialmente de las personas con hipertensión ocular o con riesgo de desarrollar glaucoma.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Fisiopatología del glaucoma

El glaucoma es una neuropatía óptica progresiva caracterizada por cambios morfológicos específicos (excavación del disco óptico) resultando en pérdida de las células ganglionares retinales y sus axones. Las células ganglionares retinales mueren por apoptosis (10)

La etiología del glaucoma es difícil de esclarecer, por lo que se piensa que se trata de una neuropatía óptica en la que el nervio óptico se encuentra sumamente sensible a los efectos deletéreos mecánicos de la presión intraocular, sin embargo, también hay daño estructural de la malla trabecular y del trabéculo yuxtacanalicular, y posiblemente un factor isquémico del nervio óptico. Los procesos ciliares producen el humor acuoso, que pasa desde la cámara posterior a través de la pupila hacia la cámara anterior y sale a través de la malla trabecular, entra al canal de Schlemm y sale del ojo a través del sistema venoso por el plexo de canales colectores. El coeficiente de salida normal es de  $0,28 \pm 0,5$  ml/min y se encuentra disminuida con la edad y en el glaucoma (10).

El trabéculo yuxtacanalicular funciona como principal resistencia al flujo del humor acuoso, y es el que principalmente dará como fruto final la presión intraocular. Se cree que una de las causas del glaucoma primario de ángulo abierto es una incapacidad del trabéculo yuxtacanalicular para permitir el paso de sustancias desde la cámara anterior hacia el canal de Schlemm. Algunos efectos trabeculares del envejecimiento como la pérdida de las células trabeculares, la compactación de las lamelas trabeculares uveales y corneoesclerales con engrosamiento de las membranas basales y engrosamiento de las placas de material de desecho, cierre de los espacios trabeculares, así como cambios de la matriz extracelular, pueden también ser los causantes de la falla fisiológica de este aparato de filtración en el glaucoma (10).

En la edición número 329 del 09 de marzo de 2022 del INCI (Instituto Nacional para Ciegos), se dio a conocer que, en Colombia, más de 2.300.000 personas sufren de glaucoma, sin embargo, el 50% de ellos no están enterados. En Colombia, la primera enfermedad que causa ceguera irreversible es el glaucoma, llamado "ladrón silencioso de la visión", de acuerdo con los resultados del censo del año 2019, publicados por el DANE 3 de cada 100 colombianos pueden desarrollar Glaucoma, significa que de 100 colombianos con dicha discapacidad el 43.5% presenta limitación visual permanente.

#### 4.1.1 Presión Intraocular (PIO)

La presión ocular se mide en milímetros de mercurio (mm Hg). Esta varía entre 10 y 20 mm Hg, y la presión ocular que supere los 20 - 22 mm Hg se considera elevada y la que esté por debajo de los 10 mm hg se considera baja, lo cual también puede generar daños en la visión (11).

## 4.2. Tonometría

La tonometría es la medida de la presión intraocular. Existen varios métodos para obtener la presión intraocular, como la tonometría de aplanación de Goldman, la tonometría Tono-Pen, la neumotonometría y la tensión táctil. La medición de la presión intraocular juega un papel importante en la detección y manejo de condiciones glaucomatosas. Es importante que el examinador conozca los diversos métodos y sus deficiencias para obtener la medición más precisa. Al obtener la presión intraocular más precisa mediante tonometría, se puede mejorar el diagnóstico y el tratamiento del glaucoma (12).

### 4.2.1 Tonometría I-care IC100

El principio de funcionamiento de esta tonometría se basa en la emisión de un vástago de metal o sonda metálica microscópica con una punta redondeada y plástica que dirigida contra la córnea a gran velocidad impacta contra ella. La velocidad de frenado de la punta se mide y se utiliza para determinar la PIO. La sonda rebota contra la córnea y contra el dispositivo y crea una corriente de inducción que calcula la PIO. En base a la deceleración de la parte de la sonda que se mueve en la córnea se calcula la PIO (13).

La tonometría de rebote se desarrolló inicialmente con el objetivo de medir la PIO de forma no invasiva en modelos experimentales de glaucoma, siendo los resultados iniciales alentadores respecto a facilidad de uso, precisión y reproducibilidad. Todo ello ha conducido al diseño de un tonómetro manual basado en el principio de rebote para uso en humanos: iCare. El tonómetro de rebote (TRB) consta de una estructura con dos muelles coaxiales que impulsan una sonda magnetizada hacia la córnea y detectan la desaceleración de la sonda producida por el contacto con el ojo. Esta velocidad de deceleración se relaciona con la PIO. La sonda empleada es desechable. Una cubierta de plástico en la punta reduce el riesgo de lesionar la córnea (14).

### 4.2.2 Historia

Es un instrumento que emplea el principio de rebote descrito por Dekking y Coster en 1967. Una sonda pequeña es accionada contra la córnea, impacta con ella y rebota del ojo. Un solenoide dentro del cual la sonda se mueve detecta el movimiento cuando la sonda choca con el ojo y rebota. El imán en movimiento en la sonda induce voltaje en el solenoide y los parámetros de movimiento del objeto son monitoreados. La sonda consta de un magnetizado eje de alambre acerado cubierto de una tapa plástica redonda al final. Esta tapa redonda minimiza el riesgo de lesión corneal de impacto de la sonda y es desechable para eliminar el riesgo de contaminación microbiológica (13).

### 4.2.3 Confiabilidad y precisión de la tonometría I-care IC100

En una publicación clínica, que consta de tres estudios prospectivos, cada uno de los cuales prueba la reproducibilidad de las mediciones de PIO con el tonómetro de rebote I-care IC100, confiable, intraoperador, interoperador e inter-dispositivo. En los tres parámetros, el iCare demostró una buena



reproducibilidad y una variabilidad test-retest significativamente menor que los tonómetros Goldmann equivalentes (13).

#### 4.3 Efectos del ejercicio en la toma de la presión intraocular

Las personas con condición visual normal y con glaucoma pueden realizar ejercicio aeróbico y logran un efecto positivo en su salud visual. Al finalizar la actividad física, el efecto agudo del ejercicio aeróbico realizado se mantiene por un corto tiempo sobre la PIO. Algunas de las razones por las que el ejercicio aeróbico agudo podría ayudar a disminuir la PIO son: al realizar ejercicio se produce sudor, con esta pérdida de agua, aumenta la presión osmótica del plasma y esto podría disminuir la producción de humor acuoso (15).

Otro aspecto que podría suceder es que el ejercicio facilite el drenaje del humor acuoso. De igual manera, el ejercicio hace que la sangre se concentre en los músculos activos, por lo que reduce el flujo sanguíneo ocular y disminuye la producción de humor acuoso. Por otro lado, el sistema nervioso simpático causa vasoconstricción coroidea, por lo que se reduce el flujo de sangre y disminuye la PIO. También, al darse un incremento de catecolaminas, se disminuye la formación de humor acuoso. Además, podría deberse a la activación de la AMPc la cual hace que la PIO disminuye por la baja producción del humor acuoso (7).

La intensidad del ejercicio tiene un papel fundamental relacionado con lograr reducciones significativas en la presión intraocular, de este modo, a mayor intensidad del ejercicio se logra un mayor cambio en la PIO (7).

Se ha encontrado que en personas con glaucoma y/o sedentarias, los valores de la PIO después de realizar ejercicio aeróbico agudo tiene efectos positivos, es decir que disminuye la PIO, sin embargo, en personas atléticas o físicamente más activas es necesario incrementar el esfuerzo en la actividad física. Además, tenemos que en los ejercicios contra resistencia se presentan resultados distintos; al realizar ejercicios con la parte superior del cuerpo se aumenta más la PIO, que los ejercicios realizados con la parte inferior y; los ejercicios de contrarresistencia de alta intensidad aumentan la PIO. Otro dato interesante, es que, cuanto mayor edad, la PIO disminuye de forma más pronunciada. Read y Collins (2011) concluyeron que el ejercicio aeróbico tiene un impacto positivo en los parámetros de la PIO, en poblaciones con diferentes niveles de actividad física, condición visual y condición física (7).

#### 4.4 Actividad física de alto rendimiento

##### 4.4.1 Fútbol

Es un deporte que se juega entre dos equipos durante 90 minutos usando las partes del cuerpo exceptuando manos y brazos. Este juego demanda altas intensidades, con el fin de ejecutar un rendimiento dinámico y rápido. Los requerimientos en este deporte conllevan a que los esfuerzos

de alta intensidad se entremezclan con periodos de carga de baja intensidad. Es uno de los deportes más populares del mundo como se demuestra por su incremento constante de practicantes y espectadores. En 1984 presentaba más de 60 millones de jugadores federados y 150 países asociados a la Internacional Federation of Football Associations, FIFA. En 2010, presenta a 208 asociaciones y 250 millones de jugadores federados, de los cuales 40 millones eran mujeres (16).

#### 4.4.2 Voleibol

Este deporte se juega entre dos equipos donde se golpea el balón con las manos y/o brazos por encima de una red, este juego puede tomar entre 1 y 2 horas, con una modalidad de entrenamiento de muy alta intensidad y corta duración. Según la Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte de Bogotá, existen 12 clubes de voleibol en Colombia actualmente (17).

#### 4.4.3 Rugby

El rugby, uno de los deportes más jugados en el mundo, se caracteriza por tener una alta incidencia de lesiones. En este deporte la preparación física debe estar basada en un nivel elevado de resistencia general y un nivel elevado de la velocidad, flexibilidad y la fuerza. El rugby, se caracteriza por tener una alta incidencia de lesiones. La gran popularidad de éste también se ha reflejado en numerosas publicaciones médicas, la mayoría de las cuales están enfocadas en lesiones deportivas. Sin embargo, hace falta una mirada analítica al recorrido histórico de este deporte para reconocer que el rugby ha sufrido muchas transformaciones, que en gran parte estaban dirigidas a la disminución de lesiones (18).

#### 4.4.4 Baloncesto

El perfil deportivo en el baloncesto es el de un juego motor agonístico dotado de una gran estructuración temporal, apoyada en los medios tecnológicos actuales, y una distribución racional de los esfuerzos, cuya dosificación surge de la misma dinámica del juego, resultando para el practicante y el espectador una actividad intensa y vistosa. La práctica del baloncesto requiere un gran nivel técnico, el cual debe ser ejecutado a máxima velocidad y dirigido a su vez, por una inteligente capacidad de decisión, al servicio de un planteamiento estratégico colectivo, sumamente complejo, lo que obliga a sus participantes a tener una gran concentración mental en las tareas colectivas de cooperación oposición (19).

### 4.5 Estado del arte

<b>Autor/Año</b>	<b>Título</b>	<b>País</b>	<b>Resultados</b>
Conte (2014)	A comparison of the intraocular pressure response between two different intensities and	Brazil	En todas las sesiones de entrenamiento de resistencia se observó una reducción de la PIO (3 mmHg) después de la primera medida de ejercicio (Ejercicio1).

volumes of resistance training (20).

El mismo resultado se obtuvo en la segunda medida (Ejercicio2), excepto en el ojo izquierdo (OI) en la sesión de hipertrofia muscular. En este último, la PIO aumentó significativamente (+2 mmHg) después del Ejercicio 3 y se mantuvo alta durante los ejercicios de resistencia 1 y 2. En la condición de control, la PIO no cambió significativamente.

Escobar (2018)	Evaluación de los cambios de valores de presión intraocular posterior a la realización del ejercicio anaeróbico en la carrera de 100 metros planos, aplicado a los alumnos Grumetes Infantes de Marina y Grumetes Navales de la Academia Politécnica Naval de la Armada de Chile (21).	Chile	La PIO tuvo pequeñas diferencias que no ocasionaron cambios estadísticamente significativos, los resultados obtenidos en el grupo de Grumetes Navales, quienes tienen una práctica deportiva regular, el valor de la PIO inmediatamente después del ejercicio disminuye 0.1 mmHg respecto al valor basal, pero esta variación no es relevante ya que regresa a su valor en estado de reposo una vez que han transcurrido 10 minutos.
Vaghef (2021)	Intraocular pressure fluctuation during resistance exercise (22).	Nueva Zelanda	Este estudio demuestra que el levantamiento de pesas de alta intensidad (prensa de piernas) produce cambios drásticos y transitorios en la PIO. Con el cese del esfuerzo, la PIO y la presión arterial sistémica vuelven rápidamente a los valores previos al esfuerzo. La PIO media de los participantes fue de 13,9 mm Hg. Se evidencia que la prensa de piernas da como resultado un aumento promedio de 26,5 mm Hg para alcanzar una PIO de 40,7 mm Hg, que se normaliza a los

pocos segundos de la liberación del peso.

---

<u>Dane (2009)</u>	Efectos a largo plazo del ejercicio leve sobre la presión intraocular en atletas y sujetos sedentarios (23).	Revista Internacional de Neurociencia	En sujetos sedentarios, la PIO del ojo derecho disminuyó estadísticamente de manera significativa inmediatamente ( $p < 0,01$ ), 30 min ( $p < 0,01$ ) y 2 h ( $p < 0,01$ ) después del ejercicio en comparación con los niveles basales. La PIO del ojo izquierdo disminuyó de manera estadísticamente significativa inmediatamente después del ejercicio ( $p < 0,01$ ). Se encontraron diferencias no significativas entre los valores de PIO en reposo y 30 min después del ejercicio y entre en reposo y 2 h después del ejercicio. El ejercicio submáximo agudo disminuyó la PIO de los ojos derecho e izquierdo al menos durante un período de 2 h. La reducción de la PIO después del ejercicio fue diferente entre los ojos derecho e izquierdo en sujetos sedentarios. Estos resultados sugieren que el ejercicio se puede utilizar en el tratamiento de la hipertensión ocular.
<u>Ozmerdivenli (2006)</u>	Comparación de los efectos del ejercicio agudo y regular sobre la presión intraocular en atletas y sedentarios turcos (24).	Revista Internacional de Neurociencia	En este estudio, mientras que la presión intraocular promedio fue de $14,72 \pm 1,97$ en los atletas que llevaban una vida sedentaria, se encontró que era de $15,20 \pm 2,48$ con la caída menos evidente en condiciones anaeróbicas que en condiciones aeróbicas. Por lo tanto, se puede decir que, en aquellos con una mayor presión intraocular, el ejercicio aeróbico regular y moderadamente intenso en lugar de un

---

ejercicio intenso de corta duración podría ser más útil.

---

Vieira (2003)	Los efectos agudos del ejercicio de resistencia sobre la presión intraocular (25).	Brasil	Después de una sesión de levantamiento de peso en la posición supina con un 85% de carga superior para 8 repeticiones, hay una disminución pequeña, pero significativa de PIO (1.61 mmHg) se obtuvo después de exponer a 25 individuos (49 ojos) a un esfuerzo físico específico.
---------------	--	--------	---

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Tipo de estudio

Se realizó un estudio de enfoque cuantitativo, observacional, de tipo analítico.

### 5.2 Población

Integrantes de las selecciones deportivas de la Universidad El Bosque (Voleibol, rugby, baloncesto, fútbol). Según datos de Bienestar Universitario, en 2022 había 200 estudiantes integrando los grupos deportivos mencionados anteriormente.

### 5.3 Muestra

#### 5.3.1 Muestreo

No probabilístico, por conveniencia.

#### 5.3.2 Tamaño de la muestra

101 estudiantes integrantes de las selecciones deportivas de la Universidad del bosque; 34 integrantes de fútbol, 22 de voleibol, 16 de rugby y 29 de baloncesto.

### 5.4 Criterios de selección

#### 5.4.1 Inclusión

Integrantes de las selecciones deportivas de voleibol, rugby, fútbol y baloncesto.

#### 5.4.2 Exclusión

Ninguno.

### 5.5 Variables

Tabla 1. Operacionalización de variables.

<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Codificación</b>
<b>Edad</b>	Tiempo que ha vivido una persona o animales o vegetales (25).	Número de años cumplidos desde el nacimiento biológico (25).	Cuantitativa, de razón	Años cumplidos

<b>Sexo</b>	Condición orgánica, Biológico. masculina o femenina, de las personas, animales o plantas (26).	Cualitativa nominal dicotómica	M / F
<b>Deportes</b>	Actividad física, Situación motriz de ejercida como juego o competencia cuya carácter lúdico, práctica supone reglamentada e entrenamiento y institucionalizada. sujeción a normas (27).	Cualitativa nominal politómica	Fútbol Rugby Voleibol Basquetbol
<b>PIO antes de realizar deporte</b>	La presión intraocular Tomada en el ojo derecho con razón del líquido que se tonómetro iCare, encuentra dentro del antes de realizar la ojo (11). actividad.	Cuantitativa, de mmHg con razón	
<b>PIO después de realizar deporte</b>	La presión intraocular Tomada en el ojo derecho con razón del líquido que se tonómetro iCare, encuentra dentro del después de realizar la ojo (11). actividad.	Cuantitativa, de mmHg con razón	

## 5.6 Procedimiento para la recolección de datos

La lista de los integrantes fue provista por los entrenadores de cada disciplina. Las investigadoras convocaron a los entrenadores de cada selección con el fin de que divulgaran la información a sus estudiantes. Finalmente participaron los integrantes de las selecciones deportivas de la Universidad El Bosque de voleibol, rugby, baloncesto, fútbol, de manera voluntaria.

A cada participante se le tomó la PIO con el tonómetro I-care IC100 en dos momentos. La primera se hizo cuando el sujeto se encontraba en estado de reposo antes de iniciar la práctica deportiva y la segunda toma se realizó aproximadamente entre 10 minutos después de finalizada la actividad física. Todos los entrenamientos tuvieron una duración aproximada de 2 horas.

El procedimiento de la toma de la PIO fue realizado por dos de las investigadoras (DS y SF), en las instalaciones del laboratorio de optometría de la Universidad El Bosque.

### 5.6.1 Estandarización de procedimiento para medir la presión intraocular con el tonómetro I-care IC 100

Se realizó la capacitación para estandarizar el procedimiento para la medición de la PIO con el tonómetro I-care IC100, por parte del director disciplinar del trabajo, durante 3 sesiones, con una duración de una hora cada una y, se determinaron los siguientes pasos para la toma de medidas:

Paso 1. Se programa el iCare IC100 en modo serie, de esta manera el tonómetro hará 6 tomas para sacar un promedio de la medición.

Paso 2. Se inserta la sonda que se utilizará con el estudiante. Para esto se retira la cubierta de la base para sonda y se abre el tubo de la sonda retirando el tapón y se inserta la sonda en la base para sonda. Después de cargar la sonda, el tonómetro está listo para realizar mediciones cuando aparezca el símbolo de reproducción en la pantalla.

Paso 3. Se indica al estudiante que se ubique en la silla sentado, derecho y con la mirada hacia el frente.

Paso 4. Se le explica al estudiante que se le tomará la presión ocular con el tonómetro iCare IC100 de un solo ojo (el derecho) y que para eso debe mirar al frente un punto en concreto, mantener la respiración normal y constante en todo momento, sin aguantar la respiración.

Paso 5. Se le indica al estudiante que se va a proceder a hacer la toma, y en ese momento se le acerca el tonómetro al ojo derecho del paciente apoyando la frentonera de éste sobre el estudiante y, apuntando en perpendicular hacia el centro de su córnea, de modo tal que, el dispositivo esté en posición horizontal y la distancia entre la punta de la sonda y la córnea del estudiante es de 4 a 8 mm.

Paso 6. La investigadora que hace la toma mantiene pulsado el botón de medición para obtener la secuencia de 6 datos, en donde los segmentos azules del iCare se iluminan al hacer cada medición. La otra investigadora anotó en ese momento la hora de la toma.

Paso 7. La investigadora está atenta al sonido que emite el iCare (pitido largo), el cual representa la finalización de esa toma, así, la investigadora prosigue a retirar el iCare IC100 de la frente del estudiante.

Paso 8. Las investigadoras visualizan el resultado arrojado por el tonómetro, el cual es un promedio de las 6 medidas obtenidas, y verifican que los segmentos que acompañan el valor obtenido esten todos de color verde para valer esa medición como correcta y válida. Sí los segmentos aparecían de color amarillo, se repetía la toma, ya que significaba cierta variación en las 6 medidas y, sí la variación era muy grande se visualizaba el mensaje *Repeat* y se volvía a tomar.

Paso 9. Las investigadoras anotan la medición a la base de datos.

Paso 10. Se le indica al estudiante que puede retirarse para ir a su entrenamiento deportivo.



Paso 11. Tras la realización de la medición completa, se inicia una nueva serie de mediciones presionando el botón de medición. A continuación, el tonómetro reactiva la sonda y así está listo para la siguiente serie de mediciones con el símbolo de reproducción en la pantalla.

Paso 12. Se repitió el procedimiento con el siguiente estudiante, hasta que se completaron las mediciones de todos los sujetos antes de la realización de actividad física.

Paso 13. Al finalizar, se colocó la cubierta de la base de la sonda para cubrirla y se pulsó el botón de selección hasta que la pantalla del tonómetro mostrará el símbolo de finalización.

Paso 14. Pasadas 2 horas, se comenzó a llamar por orden de las tomas a los estudiantes para realizar las mediciones de la presión después de realizar la actividad física, repitiendo los pasos mencionados anteriormente y tomando la nueva hora de la medición.

### 5.7 Control de sesgos

El sesgo de medición se controló mediante la capacitación que realizaron las investigadoras para estandarizar el procedimiento a realizar y una prueba piloto.

La prueba piloto fue una prueba de viabilidad, conducida para probar si es realizable o posible el estudio principal. Fueron elegidos 10 estudiantes de La Universidad El Bosque, de la carrera de optometría, de segundo semestre con el permiso del docente a cargo, los cuales decidieron participar de manera voluntaria.

Paso 1. Dos de las estudiantes a cargo del estudio y de la prueba piloto (LC y DS), reunieron a los estudiantes antes de iniciar la prueba, para explicarles cómo iba a ser el procedimiento y el paso a paso de la prueba piloto.

Paso 2. Se realizó la toma de la PIO con el tonómetro I-Care IC100 según los pasos de estandarización del procedimiento, con cada estudiante en el laboratorio de optometría, entre las 9:10 am y las 9:20 am.

Paso 3: Se les pidió a los estudiantes que jugaran voleibol como actividad deportiva durante una hora.

Paso 4. Finalizada la actividad deportiva, los estudiantes se dirigieron al laboratorio donde se realizó nuevamente a toma de la PIO con el tonómetro I-Care IC100 según los pasos de estandarización del procedimiento con cada estudiante entre las 10:25 am y las 10:50 am.

Paso 5. Se registraron los resultados en una base de datos manual realizada y aprobada por el docente director de trabajo, donde inicialmente no se apreciaron cambios significativos.

Esta prueba piloto fue conducida para probar aspectos metodológicos, viabilidad del estudio, complejidad de la prueba, proceso para la toma de las mediciones, tiempo necesario para el estudio, disponibilidad de recursos, gestión de recolección de datos, infraestructura y espacio donde se iba a realizar el estudio y seguridad de los participantes.

### 5.8 Análisis de la información

Se presentó un resumen de los datos realizando un análisis descriptivo univariado con medidas de tendencia central y dispersión, seguidamente se relacionaron los resultados mediante un análisis descriptivo bivariado para correlacionar las variables cuantitativas.

Teniendo en cuenta que los datos de la presión intraocular de ambos ojos pueden tener alta correlación, se decide incluir en el estudio solamente los del ojo derecho.

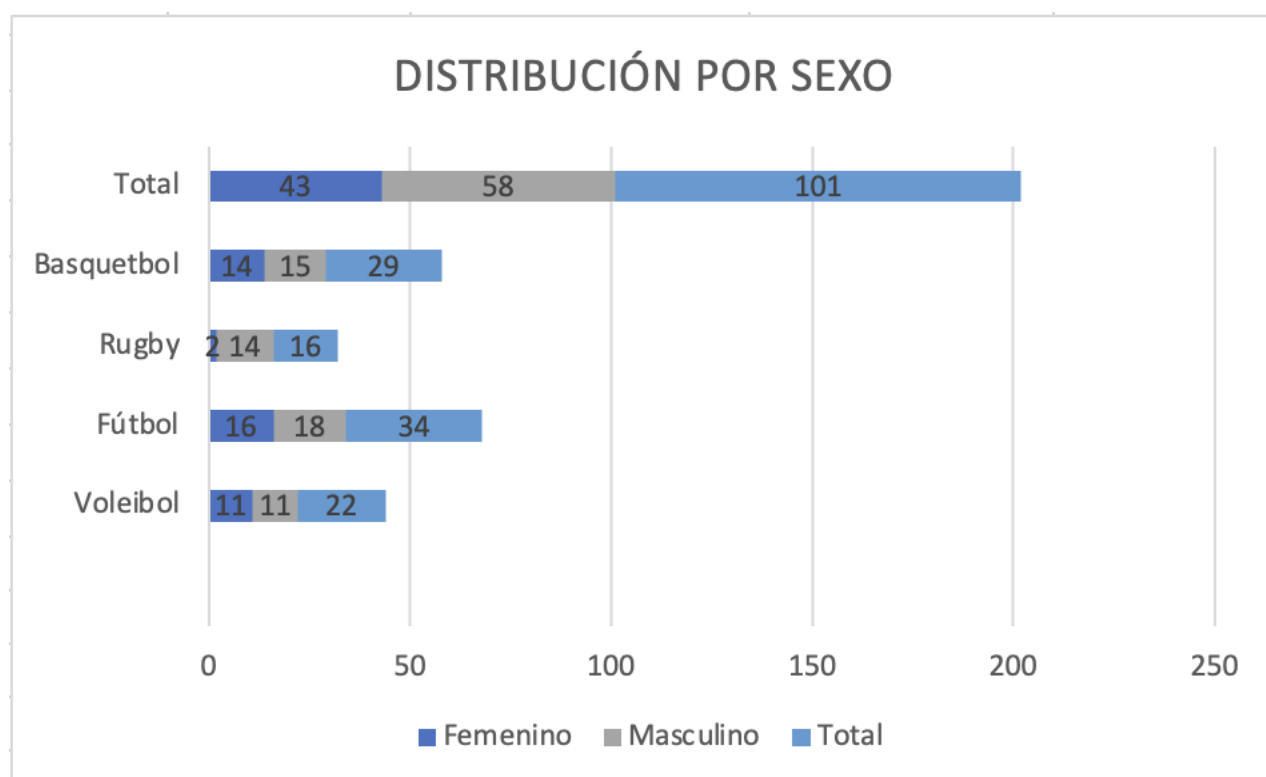
### 5.9 Aspectos éticos

Durante el desarrollo de la investigación se tuvieron en cuenta los principios éticos básicos enunciados en el Reporte Belmont y prevaleció la protección de los derechos, el respeto de la dignidad y el bienestar de los sujetos que participaron. Para ello se requirió de la firma del consentimiento informado que fue firmado por cada sujeto. La participación se hizo de manera voluntaria y en todo momento se protegió la privacidad del individuo.

Según el artículo 11 de la Resolución 8430 de 1993 este estudio se identificó como una investigación con riesgo mínimo porque la tonometría con el I-care IC100 es un procedimiento común para el diagnóstico de la presión intraocular y se utilizó la técnica recomendada por el fabricante del equipo.

## 6. RESULTADOS

Fueron incluidos en la muestra 101 deportistas, de los cuales 58 (57,4%) eran de sexo masculino. Los deportes practicados por los estudiantes se muestran en la figura 1, en donde se evidencia que el deporte más practicado por hombres y mujeres fue el fútbol. Y en la tabla 3 las edades de los deportistas en donde se muestra que el 49% tenían entre 21 y 22 años.



*Figura 1. Distribución por sexo, según el deporte practicado por los estudiantes.*

En la tabla 1, se puede evidenciar la edad promedio de los participantes fue de  $21,4 \pm 1,5$  años, con una edad mínima de 18 y máxima de 29 años. se muestra que el 49% de los deportistas tenían entre 21 y 22 años.

Tabla 1. Frecuencias absolutas y relativas según las edades de los deportistas.

Edades	n	%
18	1	1%
19	9	9%
20	19	19%
21	21	21%
22	28	28%
23	18	18%
24	3	3%
29	2	2%
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>	<b>100%</b>

El valor promedio de la PIO de los deportistas antes de su práctica fue de  $15,3 \pm 1,8$  mmHg y después de la práctica fue  $15,1 \pm 1,6$  mmHg. En la figura 2 se observan dos datos atípicos en los valores de la PIO antes de la actividad y un dato atípico en los valores tomados después.

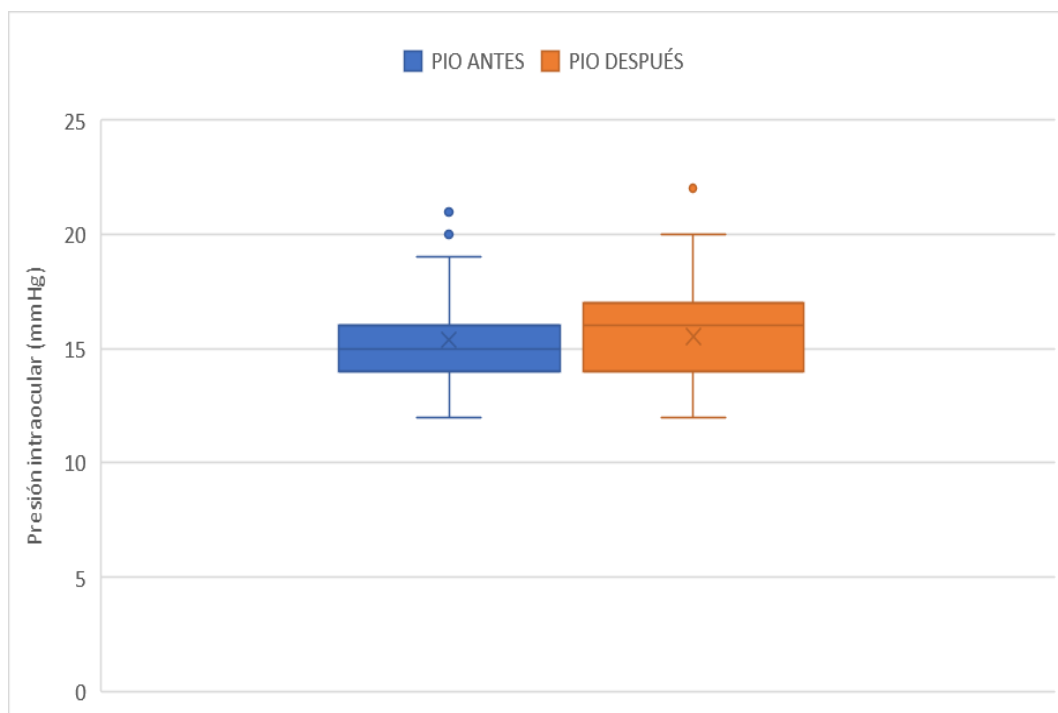


Figura 2. Distribución de los datos de la PIO antes y después de la actividad física.

Se comprobó la distribución normal de los datos de la presión intraocular antes del ejercicio (Shapiro Wilk  $p=0,16350$ ) y después del ejercicio (Shapiro Wilk  $p=0,65815$ ). Posteriormente se comparó la diferencia entre las medidas de antes y después con la prueba t para datos pareados o relacionados, la cual indicó que no hay evidencia para afirmar que exista diferencia estadísticamente significativa entre los valores de la presión intraocular antes y después de realizar el entrenamiento deportivo ( $p=0.8352$ ).

Los valores de la PIO de todos los participantes según el sexo se muestran en la tabla 2: Allí se observó poca variabilidad al comparar las mediciones antes y después de la práctica deportiva.

Tabla 2. Valores promedio de la PIO según el sexo de los deportistas.

	EQUIPOS		
	n	PIO ANTES	PIO DESPUÉS
<b>Mujeres</b>	43	15,3	15,1
<b>Hombres</b>	58	14,9	14,9

Los valores de la PIO en los deportistas antes de realizar la actividad física se muestran en la tabla 3, con la desviación estándar, la PIO mínima y máxima por deporte y la mediana de la PIO de cada uno de estos.

Tabla 3. Distribución de los valores de PIO antes de la actividad física, según el deporte practicado.

DEPORTE	PIO ANTES				
	MEDIA	DE	MIN	MAX	MEDIANA
<b>Voleibol</b>	15,1	1,6	12,0	19,0	15,5
<b>Futbol</b>	15,1	2,0	12,0	19,0	15,0
<b>Rugby</b>	15,6	1,7	13,0	18,0	16,0
<b>Basquetbol</b>	14,7	1,6	12,0	17,0	15,0

En la tabla 4, se puede evidenciar los valores de la PIO en los deportistas antes de realizar la actividad física, su desviación estándar, la PIO mínima y máxima por deporte y la mediana de la PIO de cada uno de estos.

Tabla 4. Distribución de los valores de PIO después de actividad física, según el deporte practicado.

DEPORTE	PIO DESPUÉS				
	MEDIA	DE	MIN	MAX	MEDIANA
Voleibol	15,2	1,5	13,0	18,0	15,0
Futbol	15,1	1,8	12,0	19,0	15,0
Rugby	15,7	1,3	13,0	18,0	16,0
Basquetbol	14,4	1,5	12,0	17,0	15,0

La tabla 5 muestra el porcentaje de deportistas a los cuales les aumentó la PIO fue de 39,6% (n=40), a los que no les cambió fue 19,8% (n =20) y a los que la PIO les disminuyó fue de 40,6% (n=41). La disminución de la PIO fue en promedio de  $1,8 \pm 0,7$  mmHg. En los deportistas de género femenino se evidencia que en el 17,8% (n=18) les aumentó la PIO. Al 8,9% (n=9) no les cambió y al 15,8% (n=16) les disminuyó la PIO. En los deportistas de género masculino el 21,8% (n=22) les aumentó la PIO. Al 10,9% (n=11) no les cambió y al 28,8% (n=25) les disminuyó la PIO.

Tabla 5. Cambios en los valores de la presión intraocular según el sexo de los deportistas.

	CAMBIO EN PIO					
	n	%	Femenino	%	Masculino	%
<b>Aumento</b>	40	39,6%	18	17,8%	22	21,8%
<b>No cambio</b>	20	19,8%	9	8,9%	11	10,9%
<b>Disminuyo</b>	41	40,6%	16	15,8%	25	24,8%
<b>Total</b>	101	100,0%	43	42,6%	58	57,4%

En la figura 3, se presenta un comparativo a nivel general, donde se determina a cuantos participantes masculinos o femeninos según el deporte practicado les aumentó, no cambio o disminuyo la presión intraocular.

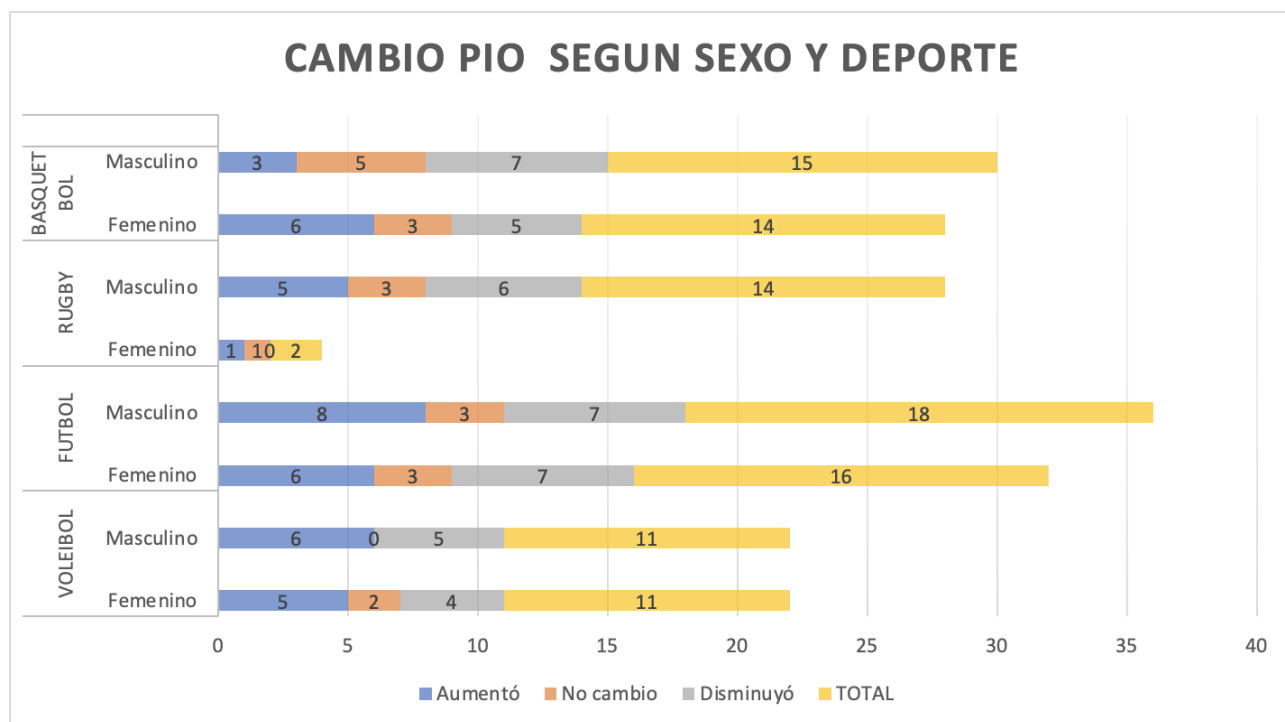


Figura 3. Cambios en los valores de la presión intraocular según el sexo y deporte de los participantes.

## 7. DISCUSIÓN

Los deportes que se incluyeron en esta investigación fueron escogidos porque al ser ejercicios aeróbicos y dinámicos sugieren que a la hora de su práctica generan hipotensión ocular (28). Sin embargo, en este estudio solo casi la mitad de los sujetos (40,6%) presentaron tal disminución. Al analizar el resultado, en el que la reducción de la PIO de dichos sujetos es mínima (1,8mmHg) se incluye la posibilidad, en primer lugar, de que el estado físico de los participantes repercute directamente en el comportamiento de esta, pues la diferencia en la disminución de la PIO en las personas sedentarias es mayor respecto a las personas físicamente más activas o atletas, pese a, en ambos casos se disminuye (9,23,29). Esto sustentaría el por qué no se consiguió una diferencia mayor entre los datos iniciales y finales.

En segundo lugar, la disminución obtenida concuerda con los valores de fluctuación promedio de la PIO, es decir, la curva de tensión diaria, la cual muestra que los picos más bajos de presión ocular son diurnos y, que en individuos sanos, ésta puede variar alrededor de 2 a 4 mmHg en un periodo de 24 horas (30). Por consiguiente, en este caso no se da exclusividad a la práctica deportiva como el elemento causante de la hipotensión. Y, es pertinente considerar que una disminución como la alcanzada, puede tener otras causas que son fisiológicas y normales como la presión neurogénica del tono de los músculos extraoculares, la misma dinámica del humor acuoso, el sistema venoso orbitario (31) entre otros.

La otra mitad de la muestra (39.6%), generó un aumento en la presión ocular de un rango no mayor a 2mmHg, lo que sugiere que, al igual que para las personas a quienes les disminuyó la PIO, la práctica deportiva para unos fue más intensa o tienen peor estado físico. Lo controversial es que en ningún caso se realizaron actividades que requieren máximo esfuerzo, ejercicio de contra-resistencia o ejecuciones frecuentes de maniobras como valsaba. Sin embargo, sí pudo influir la zona de trabajo corporal (tren inferior – tren superior) o haber permanecido en posiciones como decúbito supino y prono durante la realización de la actividad, por lo que se estaría hablando de una relación directa con el incremento de la PIO, es decir, a mayor intensidad, mayor es el aumento de la tensión (7).

En contraste, la interpretación clínica del 19,8% de personas en las que no se evidenció algún cambio no es clara, puesto que se ha demostrado que al realizar alguna actividad física, el ángulo de la cámara anterior disminuye (32) lo que dificultará el drenaje del humor acuoso y por consiguiente, aumentaría en ese momento del ejercicio la presión de los ojos.

Como limitaciones del estudio se hace hincapié en las variables que no fueron controladas, como el consumo de agua antes y durante la prueba, puesto que se pudo estar provocando un sobreesfuerzo trabecular y eventualmente los resultados pueden ser falsos positivos y/o falsos negativos (33), además de cualquier otra sustancia que pudo haber sido ingerida antes y durante la



práctica deportiva y de la cual no se tuvo control absoluto. Y, respecto a las variables confusoras tales como el ritmo cardíaco y la presión venosa basal de los individuos, las fluctuaciones regulares de la PIO de los mismos, la duración del ejercicio, el espesor corneal, entre otros, son aspectos que van englobando características que componen el desenlace del comportamiento de la presión.

Todo método que permita un mejor conocimiento del comportamiento de la PIO será una herramienta clínica fundamental para el diagnóstico precoz, prevención, tratamiento y seguimiento de los pacientes. Sin embargo, como este estudio se llevó a cabo en una población joven sana, la validez externa de estos resultados en participantes con glaucoma requiere más investigación.

Teniendo en cuenta la importancia que tiene este estudio, no sólo para la profesión de optometría, sino para el público interesado y en función de los resultados obtenidos, se recomienda para futuras investigaciones, tener en cuenta otras variables como: el uso de otro instrumento para la toma de la PIO, el tiempo de entrenamiento, el horario de la realización de las actividades físicas, cantidad de agua consumida durante el entrenamiento, clasificación de deportes según fuerza e intensidad y tener en cuenta otros factores que hacen que las características de la muestra sean muy variables, por ejemplo aspectos descriptivos como antecedentes familiares de glaucoma, tratamiento farmacológicos, entre otros.

## 8. CONCLUSIONES

1. El promedio de la presión intraocular antes y después de la actividad física, según el deporte practicado fue: antes de su práctica fue de  $15,3 \pm 1,8$  mmHg y después de la práctica fue  $15,1 \pm 1,6$  mmHg, sin mostrar un cambio estadísticamente significativo.
2. La diferencia de PIO y después de la realización de la actividad deportiva, según el sexo de los participantes fue: en el género femenino al 7,8% (n=18) les aumentó la PIO, al 8,9% (n=9) no les cambió y al 15,8% (n=16) les disminuyó la PIO; en el género masculino al 21,8% (n=22) les aumentó la PIO, al 10,9% (n=11) no les cambió y al 28,8% (n=25) les disminuyó la PIO, sin mostrar un cambio estadísticamente significativo.
3. Clínicamente, los valores de disminución de la presión ocular de los individuos en este estudio, son considerados variaciones habituales, en este sentido, la reducción de la presión es una suma entre las fluctuaciones fisiológicas normales de la PIO y la realización de actividad física aeróbica.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health O. Informe mundial sobre la visión [Internet]. Vol. 214, World Report on Vision. Ginebra; 2020. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331423/9789240000346-spa.pdf>
2. Tham Y-C, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng C-Y. Global Prevalence of Glaucoma and Projections of Glaucoma Burden through 2040 A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am Acad Ophthalmology* [Internet]. 2014 [cited 2022 Mar 12];121(11):2081–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.05.013>
3. Dabian DA, Peña Moyano FY. Prevalencia y causas de ceguera y discapacidad visual en Colombia. *Cienc y Tecnol para la Salud Vis y Ocul* [Internet]. 2020 Mar 4 [cited 2022 Sep 12];18(2):21–30. Available from: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol18/iss2/3/>
4. Rojas CL, Rey SB, Dávila Ramírez F, Responsable A. Prevalencia del Glaucoma y su Contribución a la Discapacidad Visual en Colombia Glaucoma Prevalence and its Contribution to Visual Impairment in Colombia 1. *Rev Soc Colomb Oftalmol* [Internet]. 2015 [cited 2022 Sep 12];48(2):175–81. Available from: <http://fi-admin.bvsalud.org/document/view/ppd29>
5. Rueda JC, Lesmes DP, Parra JC, Urrea R, Rodríguez LA, Wong CA, et al. Valores de paquimetría en personas sanas y con glaucoma en una población colombiana. *MedUNAB* [Internet]. 2007;10(2):82–5. Available from: [https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/10341/2015\\_Articulo\\_Juan\\_Carlos\\_Rueda.pdf?sequence=1#:~:text=La mediana de la PIO,registró la mediana más alta.](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/10341/2015_Articulo_Juan_Carlos_Rueda.pdf?sequence=1#:~:text=La mediana de la PIO,registró la mediana más alta.)
6. Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, Hyman L, Bengtsson B, Hussein M. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: Results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol* [Internet]. 2002 Oct 1 [cited 2023 Sep 12];120(10):1268–79. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jamaophthalmology/fullarticle/272258>
7. Ramírez CA. Revisión bibliográfica: Efectos del ejercicio en la presión intraocular. *MHSalud Rev en Ciencias del Mov Hum y Salud* [Internet]. 2019 Jun 19 [cited 2023 Sep 12];16(2):1–13. Available from: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/mhsalud/article/view/12061/16895>
8. Price EL, Gray LS, Humphries L, Zweig C, Button NF. Effect of exercise on intraocular pressure and pulsatile ocular blood flow in a young normal population. *Optom Vis Sci* [Internet]. 2003 Jun 1 [cited 2022 Sep 12];80(6):460–6. Available from: <https://europepmc.org/article/med/12808407>
9. Ozmerdivenli R, Simsek E, Bulut S, Karacabey K, Saygin O. Comparison of the effects of acute and regular exercise on intraocular pressure in Turkish athlete and sedentarians. *Int J Neurosci* [Internet]. 2006;116(3):351–60. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207450500442288>
10. Labrada Rodríguez YH. Algunas consideraciones sobre la fisiopatología del glaucoma. *Rev*

- Cuba Oftalmol [Internet]. 2007 [cited 2023 Sep 18];20(2):2–7. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762007000200018&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762007000200018&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
11. Roddy G, Curnier D, Ellemborg D. Reductions in intraocular pressure after acute aerobic exercise: A meta-analysis. Clin J Sport Med [Internet]. 2014;24(5):364–72. Available from: [https://journals.lww.com/cjsportsmed/fulltext/2014/09000/reductions\\_in\\_intraocular\\_pressure\\_after\\_acute.2.aspx](https://journals.lww.com/cjsportsmed/fulltext/2014/09000/reductions_in_intraocular_pressure_after_acute.2.aspx)
  12. Vázquez Hernández L. Protocolo Para La Toma De La Tonómetro Perkins [Internet]. Valladolid; 2012. (TFM-H 4.pdf). Report No.: uto Universitario de Oftalmobiología Aplicada (IOBA). Available from: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/1530>
  13. Castells Ferras R, Medina Pérez M. Tonometría: técnicas novedosas y consideraciones actuales. Rev Cuba Tecnol la Salud [Internet]. 2014 [cited 2023 Sep 18];5(1). Available from: <https://revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/99>
  14. López-Caballero C, Contreras I, Muñoz-Negrete FJ, Rebolledo G, Cabrejas L, Marcelo P. Rebound tonometry in a clinical setting. Comparison with applanation tonometry. Arch Soc Esp Oftalmol [Internet]. 2007 [cited 2023 Sep 18];82(5):273–8. Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-66912007000500005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912007000500005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  15. Yan X, Li M, Song Y, Guo J, Zhao Y, Chen W, et al. Influence of exercise on intraocular pressure, schlemm's canal, and the trabecular meshwork. Invest Ophthalmol Vis Sci [Internet]. 2016;57(11):4733–9. Available from: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2552280>
  16. Llana Belloch S, Pérez Soriano P, Lledó Figueres E. La epidemiología en el fútbol: Una revisión sistemática. Rev Int Med y Ciencias la Act Fis y del Deport [Internet]. 2010;10(37):22–40. Available from: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista37/artfutbol130.htm>
  17. Medina Pagola JE, Pinheiro MS, Despachelles CA. Evaluación del rendimiento de los voleibolistas mediante minería de datos. Red Rev Científicas América Lat el Caribe, España y Port [Internet]. 2005 [cited 2023 Sep 12];26(2):47–52. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433559001>
  18. Suárez-Moreno LJ. Demandas de carrera e intensidad de la actividad durante la acción de juego en rugby. Rev Digit Educ Física [Internet]. 2011;11:29–37. Available from: <file:///C:/Users/snfon/Downloads/Dialnet-DemandasDeCarreraEIntensidadDeLaActividadDuranteLa-3711006.pdf>
  19. Olivera Beltran J, Ticó Camí J. Análisis funcional del baloncesto como deporte de equipo. Rev Catalanes amb Accés Obert [Internet]. 1992;1(27):34–46. Available from: <https://raco.cat/index.php/ApuntsEFD/article/view/380566>

20. Conte M, Scarpi MJ. A comparison of the intraocular pressure response between two different intensities and volumes of resistance training. *Rev Bras Oftalmol* [Internet]. 2014;73(1):23–7. Available from: <https://www.scielo.br/j/rbof/a/rpHVTdSyLFqtSY6vcb8Lcsz/?format=pdf&lang=en>
21. Escobar pereira MF, Saldivar Valencia MN, Fuentes León NS, Díaz Sagardia AA. Evaluación de los cambios de valores de presión intraocular posterior a la realización del ejercicio anaeróbico en la carrera de 100 metros planos, aplicado a los alumnos Grumetes Infantes de Marina y Grumetes Navales de la Academia Politécnica Naval de I [Internet]. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso; 2018. Available from: <http://opac.pucv.cl/cgi-bin/wxis.exe/iah/scripts/?IsisScript=iah.xis&base=BDPUCV&lang=es&nextAction=lnk&exprSearch=SALDIVAR VALENCIA, MARITA NOELIA&indexSearch=AP>
22. Vaghefi E, Shon C, Reading S, Sutherland T, Borges V, Phillips G, et al. Intraocular pressure fluctuation during resistance exercise. *BMJ Open Ophthalmol* [Internet]. 2021;6(1):1–8. Available from: <https://bmjophth.bmj.com/content/6/1/e000723>
23. Dane Ş, Koçer I, Demirel H, Üçok K, Tan Ü. Long-term effects of mild exercise on intraocular pressure in athletes and sedentary subjects. *Int J Neurosci* [Internet]. 2006;116(10):1207–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16923688/>
24. Vieira GM, Penna EP, Marques MB, Bezerra RF. The acute effects of resistance exercise on intraocular pressure. *Arq Bras Oftalmol*. 2003;66(4):431–5.
25. Rodríguez Ávila N. Envejecimiento: Edad, Salud y Sociedad. *Horiz Sanit* [Internet]. 2018;17(2):87–8. Available from: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-74592018000200087](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74592018000200087)
26. Guerra López R. Persona, sexo y género. Los significados de la categoría «género» y el sistema «sexo/género» según Karol Wojtyła. *Open Insight* [Internet]. 2016;7(12):143. Available from: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfoi/v7n12/2395-8936-rfoi-7-12-00139.pdf>
27. Olmedilla Zafra A. Fundamentos de psicología del deporte y del ejercicio físico. *Cult Cienc y Deport* [Internet]. 2010;5(15):207–8. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/1630/163018699008.pdf>
28. Sillero Quintana M. Efectos del ejercicio en la fisiología ocular. *Rev Catalanes amb Accés Obert* [Internet]. 2007;2007(88):36–43. Available from: <https://raco.cat/index.php/ApuntsEFD/article/view/300540>
29. Harris A, Malinovsky V, Martin B. Correlates of acute exercise-induced ocular hypotension. *Investig Ophthalmol Vis Sci* [Internet]. 1994;35(11):3852–7. Available from: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2179412>
30. Turati Acosta M, Gil Carrasco F, Jiménez Román J, Isida Llerandi CG. Estudio comparativo de la determinación de la fluctuación de la presión intraocular, entre curva tensional horaria, prueba

de sobrecarga hídrica y el método de estimación de la presión intraocular (Borrone), en pacientes con glaucoma primario de ángulo ab. *Rev Mex Oftalmol* [Internet]. 2015;89(2):95–100. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-mexicana-oftalmologia-321-pdf-S0187451915000025>

31. Martín Y, Piloto I, Álvarez G, Fumero F, Rodríguez D, Sánchez L. Fisiología trabecular y glaucoma de ángulo abierto/Trabecular physiology and open angle glaucoma. *Rev Cuba Oftalmol* [Internet]. 2012;25(s1):458–66. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v25s3/oft12312.pdf>
32. Haargaard B, Jensen PK, Kessing S V., Nissen OI. Exercise and iris concavity in healthy eyes. *Acta Ophthalmol Scand* [Internet]. 2001;79(3):277–82. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1034/j.1600-0420.2001.790313.x>
33. Borrone R. Nueva estrategia para la curva diaria de presión ocular : Estimación de la presión de las 6 a . m. *Arch Oftalmol B Aires* [Internet]. 2001;77(1425):80–94. Available from: <https://www.oftalmologos.org.ar/catalogo/files/original/69acef98cb5e2d822f7bd74c1a58a542.pdf>