

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN INTRAOCULAR DURANTE EL EJERCICIO FÍSICO ISOMÉTRICO Y DINÁMICO

Máster en optometría clínica y óptica avanzada. Universidad de Granada

Autor: **Esteban Mesa Olea. DOO.GOO**

Fecha: **29 de enero de 2020**

INTRODUCCIÓN

La práctica mantenida en el tiempo de la realización de ejercicio tiene un efecto positivo en la persona en la que lo realiza en el sistema vascular disminuyendo considerablemente el riesgo de sufrir un ataque cerebrovascular. Reduce la probabilidad de padecer cáncer a lo largo de la vida ⁽¹⁾ puesto que regula los niveles hormonales. En las diferentes etapas de la vida el impacto en el sistema óseo es positivo puesto que en la infancia aumenta la densidad ósea, en la madurez fortalece los huesos y en la vejez retrasa la aparición de la osteoporosis. Hay un beneficio en la calidad del sueño al regular los ciclos circadianos del descanso.

En algunos deportes hay que realizar un esfuerzo físico y mental por lo que es de esperar que ambas cualidades se vean fortalecidas ⁽²⁾.

El entrenamiento tiene un efecto continuado en la percepción periférica ⁽³⁾. La actividad física modifica el sistema nervioso central el cual inerva al músculo ciliar ⁽⁴⁾ y un estudio ⁽⁵⁾ relaciona la realización del ejercicio aeróbico de alta intensidad con una modificación en la longitud axial de la cámara anterior medidas por tomografía de coherencia óptica.

El cambio en la presión intraocular por la práctica de ejercicio anaeróbico como levantamiento de peso podría estar relacionado ⁽⁶⁾ con la disminución de la relación acomodación-convergencia acomodativa (relación AC/A) reduciendo la salida del humor acuoso.

El ejercicio físico produce cambios en la presión intraocular (⁷) consiguiendo una PIO basal más baja ya que puede afectar a la fisiopatología del glaucoma. El ejercicio isométrico como la sentadilla en barra guiada produce una disminución aguda de la PIO ligada con una bajada del dióxido de carbono presente en el torrente sanguíneo.

El ejercicio dinámico entendido como aquel que se realiza con muchas repeticiones de movimientos a una baja resistencia, como pedalear en cicloergómetro, conlleva una bajada más profunda de la PIO pero de menos duración.

El ejercicio físico realiza una adaptación en la homeostasis mejorando el estado funcional del organismo que se asocia con una PIO basal más baja, pero con una respuesta aguda disminuida.

Los deportistas muestran una mejor función fisiológica ocular debido a la práctica continuada en el tiempo (⁸) por lo tanto el deporte se considera esencial para prevenir enfermedades oculares comunes como el glaucoma (⁹).

En este estudio evaluamos el nivel de impacto en la presión intraocular durante la realización de dos tipos de ejercicio bajo dos variables: ciclismo en cicloergómetro y sentadilla en barra guiada, tanto en ejercicio aeróbico (baja intensidad con consumo de oxígeno) como anaeróbico (intensidad alta con formación de ácido láctico).

El estudio ha tenido en cuenta las variables de volumen (la carga del peso en la barra en la sentadilla guiada y la resistencia del cicloergómetro), frecuencia (los participantes acudieron al estudio en dos días separando los tipos de ejercicio para cada día), densidad (10 repeticiones en la sentadilla guiada y 3 repeticiones en el cicloergómetro) e intensidad (sentadilla a peso máximo en barra guiada y sprint de 20 segundos a máxima potencia en el cicloergómetro).

El objetivo de este estudio es evaluar la variabilidad de la presión intraocular durante la práctica de ejercicio físico isométrico y dinámico.

La medida de la PIO durante el ejercicio de sentadilla isométrica guiada en barra y el pedaleo en cicloergómetro permite evaluar la variabilidad de la PIO durante el esfuerzo físico. Se observa que mayores cargas inducirán un mayor aumento de la PIO.

MÉTODO

Participantes

El estudio se ha llevado a cabo según la declaración de Helsinki sobre la investigación biomédica en personas (¹⁰). Los participantes en el estudio han sido 4 adultos jóvenes (3 mujeres y 1 hombre) con una media de edad de 29,25 años en el ejercicio de sentadilla en barra guiada y sentadilla libre, y 6 adultos jóvenes (5 mujeres y 1 hombre) con una media de edad de 33,3 años. La condición física de los participantes es la mitad baja y la otra mitad en forma.

Procedimiento de evaluación

El ejercicio de sentadilla se ha realizado en la modalidad de barra guiada en la que existen dos puntos de contacto: el suelo y la barra; y en la variante de barra libre donde el sujeto mantiene la barra en los dorsales. El ejercicio de cicloergómetro se ha realizado sosteniendo la parte superior del tronco y pedaleando bajo control. Está conectado a un ordenador donde se monitorizan la cadencia del pedaleo y la carga de trabajo empleada donde se obtiene la potencia empleada en newton por kg.

La primera prueba es la sentadilla libre sin carga y se ha tomado la PIO en reposo (la PIO basal) y tras la realización de 10 sentadillas. (11 mediciones de la PIO en total).

Una segunda prueba se ha tomado la PIO en reposo (la PIO basal) y tras 10 repeticiones con la carga máxima (fuerza máxima del tren inferior) (11 mediciones de la PIO en total).

La tercera prueba es realizar el ejercicio isométrico sin carga, la sentadilla libre, tomando la PIO basal y tras 15", 30" y 45" del mantenimiento de la posición más baja.

La cuarta prueba se ha realizado en el ejercicio de sentadilla en barra guiada manteniendo el peso de la carga máxima (la PIO basal) y a los 15", 30" y 45" de la prueba en la posición más baja de la sentadilla (4 mediciones de la PIO en total)

La quinta prueba arroja las medidas de la PIO en la prueba del cicloergómetro y se han realizado previamente realizando un calentamiento de 3 minutos entre 60 y 80 pedaladas por minuto, considerándose esta la basal y a continuación se vuelve a medir tras un sprint de 15". Seguidamente se ha descansado 3 minutos y se toma la PIO en reposo; y después de un sprint de 15" a intensidad máxima variando la carga en función de su capacidad de carga máxima (baja, moderada y alta).

Una sexta prueba también se ha realizado la medida de la PIO en dos sujetos en cicloergómetro en ejercicio aeróbico en condiciones respiratorias normales y con máscara de entrenamiento de hipoxia para evaluar la influencia de la hipoxia durante el ejercicio en la PIO. La máscara de hipoxia en teoría simula unas condiciones de altitud de entre 2.000 y 4.500 metros sobre el nivel del mar donde simula la reducción de la disponibilidad de oxígeno que hay en esa situación.

La medida de la PIO se ha realizado con tonómetro de rebote con dos modelos distintos, el tonómetro ICARE TA01i ⁽¹¹⁾ con un rango de medición entre 7 y 50 mm/hg y una exactitud de medición de ± 1 mm/hg; y el modelo ICARE PRO ⁽¹²⁾ que facilita la medida en un rango entre 5 y 50 mm/hg y una exactitud de medición de $\pm 0,1$ mm/hg.

RESULTADOS

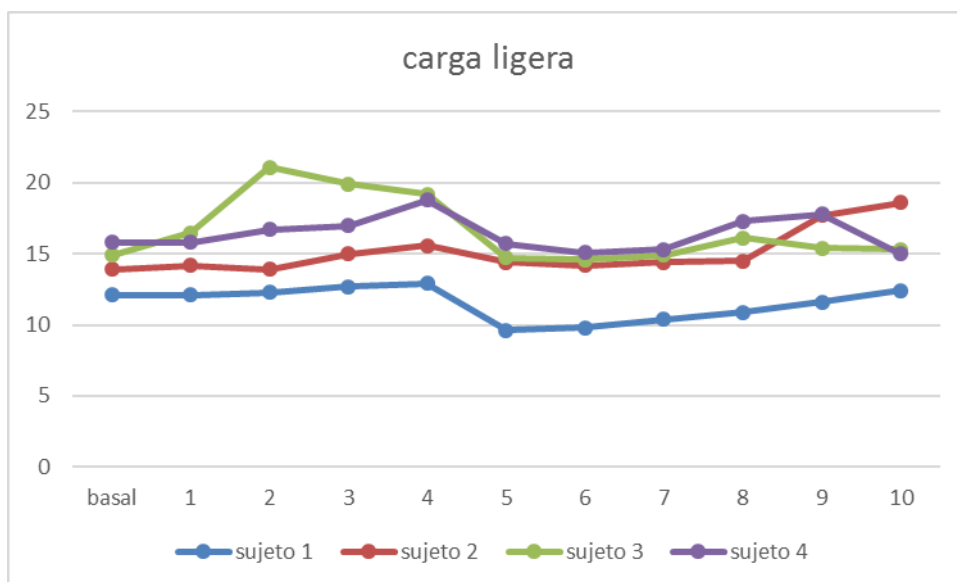


Figura 1: Gráfica de la PIO en ejercicio isométrico de sentadilla en barra guiada con carga ligera

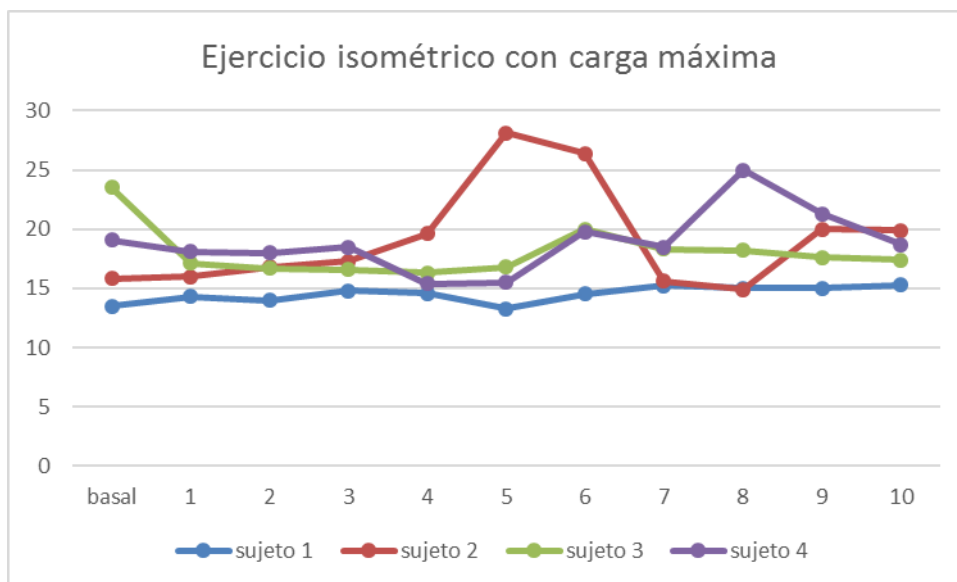


Figura 2: Gráfica de la PIO en ejercicio isométrico de sentadilla en barra guiada con carga máxima

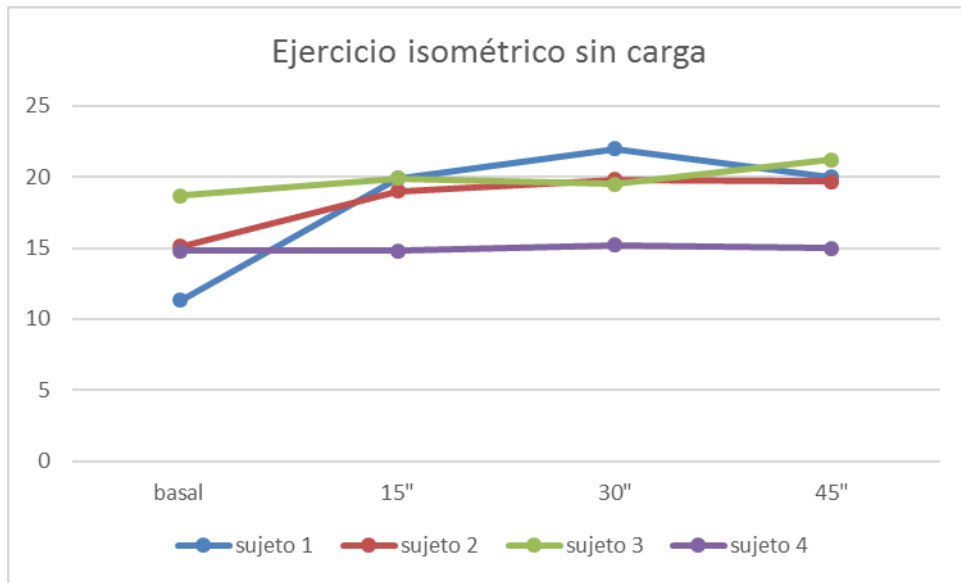


Figura 3: Gráfica de la PIO en ejercicio isométrico de sentadilla libre sin carga

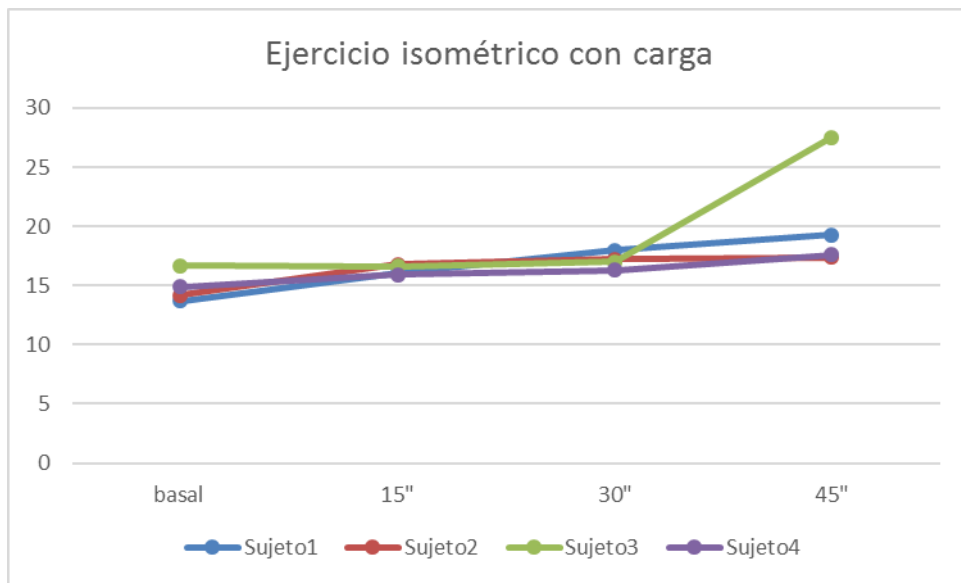


Figura 4: Gráfica de la PIO en ejercicio isométrico de sentadilla en barra guiada con carga máxima mantenida

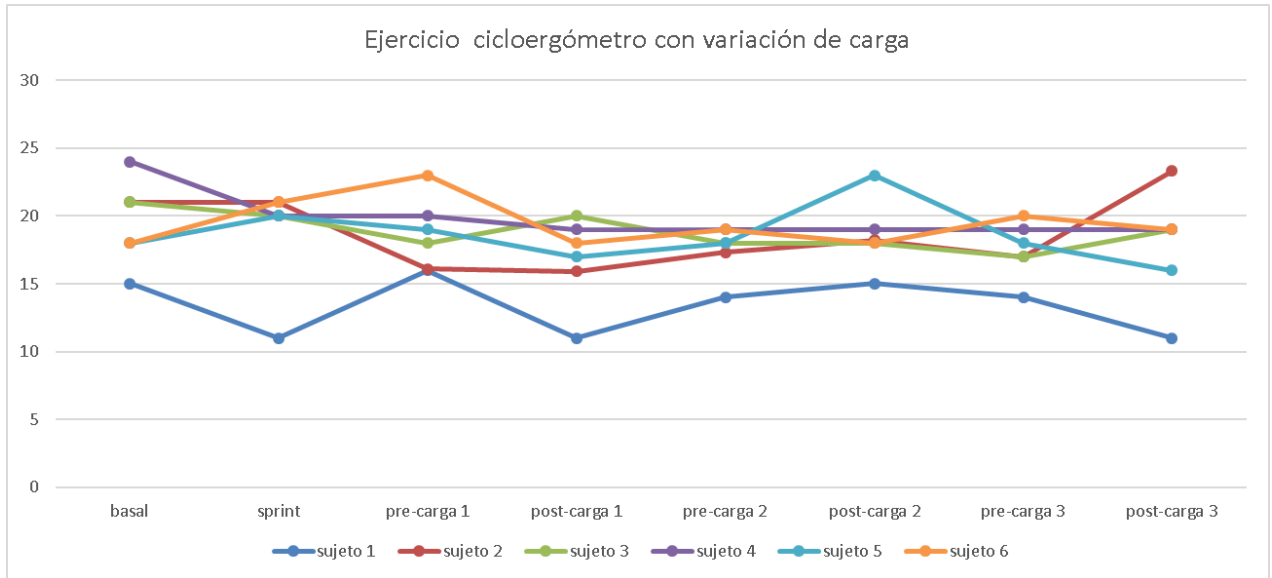


Figura 5: Gráfica de la PIO en ejercicio dinámico con variación de la carga

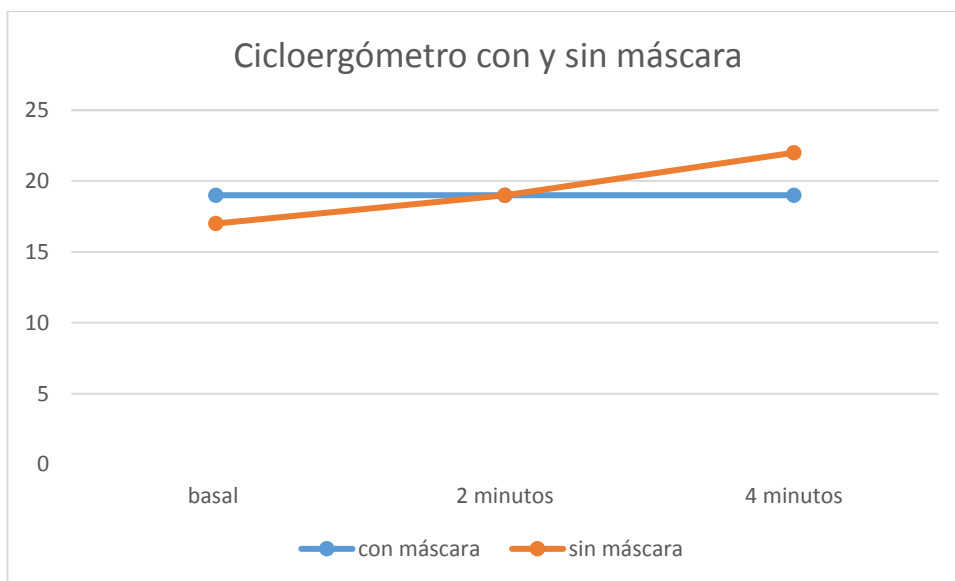


Figura 6: Gráfica de la PIO en ejercicio dinámico con máscara y sin máscara de hipoxia

DISCUSIÓN

Se ha observado un aumento progresivo de la PIO en el ejercicio de la sentadilla en barra guiada tanto en la primera prueba realizada con carga ligera en 10 repeticiones como en la segunda prueba realizada con la carga máxima mantenida en 10 repeticiones. Se aprecia una estabilización de la progresión a mitad de la prueba pudiendo ser indicativa de la adaptación al ejercicio.

El ejercicio de sentadilla en barra guiada con carga máxima es el que ha arrojado valores más altos de PIO (figura 2).

En los ejercicios isométricos de sentadilla en posición mantenida, tanto sin carga como con carga máxima, se han obtenido valores similares en los sujetos a lo largo de la realización de la prueba.

En el último estudio de la PIO en el ejercicio aeróbico de baja intensidad en cicloergómetro en condiciones respiratorias normales y con máscara de hipoxia se observa que el sujeto sometido a hipoxia mantiene constante la PIO y el sujeto con respiración normal aumenta la PIO. Esto parece estar relacionado más con la musculatura respiratoria que con la variación de la PIO (¹³).

Como la muestra de sujetos varones es notoriamente menor que la muestra de sujetos hembras no podemos determinar si hay influencia del sexo del participante en la prueba.

Se ha observado que el sujeto varón practicante habitual de ciclismo tiene un aumento menor de la PIO en el ejercicio del cicloergómetro por lo que el nivel de condición física del participante regula el cambio inducido en la PIO.

Tenemos varias limitaciones técnicas en este estudio: la primera viene del error propio del instrumental utilizado. La calibración del instrumental sería clave en el comienzo de la prueba así como la destreza del personal que lo utiliza para minimizar al máximo el error.

Habría que buscar otras vías de monitorización más exactas como la medida in vivo de la PIO, y alternativas como la medida de la PIO por tonometría no contacto de aire, tonometría través del párpado y tonometría de contacto de aplanación de Goldmann, donde un estudio (14) afirma que los valores esperados pueden ser sensiblemente menores.

Una investigación futura debería ir dirigida hacia esas vías de monitorización más rápidas y con alta repetitividad de la prueba. Sería interesante realizar estas pruebas en determinadas especialidades deportistas, tanto en deportistas amateurs como profesionales, para seguir avanzado en la investigación del efecto de la actividad física en la regulación de la PIO.

CONCLUSIÓN

No hubo diferencias significativas en la PIO basal de los participantes en los 4 ejercicios realizados.

El ejercicio anaeróbico produce un aumento de la presión intraocular de manera espontánea pero que se estabiliza a lo largo de la actividad física. La subida de la PIO es proporcional a la carga con la que se realiza el ejercicio isométrico y con la intensidad del ejercicio dinámico.

Se ha demostrado mayor cambio en la PIO en el ejercicio de sentadilla en barra guiada cuando se utiliza la carga máxima.

La hipoxia durante la realización de ejercicio dinámico aeróbico no modifica la PIO, si bien la muestra de sujetos estudiada es muy pequeña.

REFERENCIAS

- (1) Morales JS, Valenzuela PL, Herrera-Olivares AM, Baño-Rodrigo A, Castillo-García A, Rincón-Castanedo C, Martín-Ruiz A, San-Juan AF, Fiuza-Luces C, Lucia A. Exercise Interventions and Cardiovascular Health in Childhood Cancer: a Meta-Analysis. *Int J Sports Med.* 2020 Jan 14.
- (2) McMorris, T., Hale, B. J., Corbett, J., Robertson, K., & Hodgson, C. I. (2015). Does acute exercise affect the performance of whole-body, psychomotor skills in an inverted-U fashion? A meta-analytic investigation. *Physiology & behavior*, 141, 180-189.
- (3) Schumacher N, Schmidt M, Reer R, Braumann KM. Peripheral Vision Tests in Sports: Training Effects and Reliability of Peripheral Perception Test. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Dec 9;16 (24)
- (4) Vera J, Luque-Casado A, Redondo B, Cárdenas D, Jiménez R, García-Ramos A. Ocular Accommodative Response is Modulated as a Function of Physical Exercise Intensity. *Curr Eye Res.* 2019 Apr;44(4):442-450
- (5) Li, M., Song, Y., Zhao, Y., Yan, X., & Zhang, H. (2018). Influence of exercise on the structure of the anterior chamber of the eye. *Acta ophthalmologica*, 96(2), e247-e253.
- (6) Vera, J., Redondo, B., Molina, R., Garcia-Ramos, A., & Jiménez, R. (2019). Influence of holding weights of different magnitudes on intraocular pressure and anterior eye biometrics. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 257(10), 2233-2238.
- (7) Risner D, Ehrlich R, Kheradiya NS, Siesky B, McCranor L, Harris A. Effects of exercise on intraocular pressure and ocular blood flow: a review. *J Glaucoma.* 2009 Aug;18(6):429-36
- (8) Wylęgała A. The Effects of Physical Exercises on Ocular Physiology: A Review. *J Glaucoma.* 2016 Oct; 25(10):e843-e849
- (9) Porcari, J. P., Probst, L., Forrester, K., Doberstein, S., Foster, C., Cress, M. L., &

Schmidt, K. (2016). Effect of wearing the elevation training mask on aerobic capacity, lung function, and hematological variables. *Journal of sports science & medicine*,15(2), 379.

(10) <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

(11)http://www.icaretonometer.com/wpcontent/uploads/2012/12/Icare_TA01i_Product_sheet_letter_ES_lowres.pdf

(12)https://www.icaretonometer.com/wpcontent/uploads/2012/12/Icare_PRO_Brochure_TA03_024_1.1_lo-res.pdf

(13) Granados J, Gillum TL, Castillo W, Christmas KM, Kuennen MR. "Functional" Respiratory Muscle Training During Endurance Exercise Causes Modest Hypoxemia but Overall is Well Tolerated. *J Strength Cond Res.* 2016 Mar;30(3):755-62

(14) Demirci G, Erdur SK, Tanriverdi C, Gulkilik G, Ozsutcu M. Comparison of rebound tonometry and non-contact airpuff tonometry to Goldmann applanation tonometry. *Ther Adv Ophthalmol.* 2019 Mar 14;11:2515841419835731.