



UNIVERSIDAD
Finis Terrae

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO CON VÁLVULA DE CARGA
UMBRAL EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN BASE AL TIEMPO
EN NADADORES COMPETIDORES.

Por

MARIANA GUZMÁN SÁNCHEZ

CATALINA EUGENIA MORRIS NOVOA

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis
Terrae para optar al grado académico de Licenciado en Kinesiología

Profesor Guía: Klga Sandra Bittner S.

Santiago de Chile

2019



Aprobación Revisor de Tesis

Yo, Sandra Bittner Selgado, en mi calidad de profesor guía de tesis, apruebo la entrega del trabajo titulado:

Efectos del entrenamiento con válvula de cierre umbrales en el rendimiento deportivo en base al tiempo en deportistas competidores.

De los autores: Mariana Guzmán Sánchez
Catalina Poreis Novoa

Revisada y autorizada por:

Revisor nº 1: Daniela Valladares Solé

Revisor nº 2: Luis Peña Ailillo Estrada

Mediante firma de la presente carta, declaramos:

- Haber leído la tesis en su totalidad.
- Que las observaciones y sugerencias realizadas al trabajo han sido incorporadas al escrito.
- Que el trabajo cumple con las exigencias establecidas en la Normativa de tesis y su calidad es adecuada para ser entregada como versión final.

Firma Profesor Revisor nº 1

Firma Profesor Revisor nº 2

Firma Profesor Guía

Santiago, 29 de Enero de 2020

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres y a mi Tía Vero por darme apoyo durante todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida especialmente en este proceso universitario, a mis hermanos por soportarme en mis peores momentos y disfrutar conmigo los mejores, a mis amigos de vida y de universidad, sin ellos este camino hubiese sido muy difícil, a mi pololo, quien nos ayudó mucho a realizar esta investigación, ha sido un gran apoyo y un ejemplar amigo, gracias por tu paciencia y amor entregado. Último, pero no menos importante, a mi profesora de tesis Sandra Bittner por su compromiso con este estudio y por ayudarnos ante toda adversidad.

Catalina Morris Novoa

En primer lugar, quisiera agradecer a mis papás por darme todo el apoyo en este proceso y la oportunidad de poder estudiar, de igual forma a mis hermanos por su preocupación, apoyo y ánimo durante toda la universidad. También a mis amigos y mi pololo, los cuales me estuvieron apoyando constantemente en todo este proceso, motivándome a seguir adelante y haciendo de mi vida universitaria una experiencia muy linda, con momentos únicos y mucho amor. Agradecer también a mi compañera de tesis por ser un pilar fundamental en todo este proceso y por ser una gran amiga que me llevo de la universidad. Por último, agradecer a nuestra profesora guía Sandra Bittner por todo su tiempo, dedicación y ayuda que nos brindó en cada momento, sin duda fue un pilar fundamental para lograr todo esto, aprendimos mucho con ella a lo largo de esta etapa y siempre sacó lo mejor de nosotras, es una gran profesora que nos deja la universidad.

Mariana Guzmán Sánchez

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	3
2.1	Natación	3
2.2	Natación y aparato respiratorio	5
2.3	Fuerza musculatura respiratoria	9
2.4	Natación y VO2 max	11
2.5	Pregunta de investigación	13
2.6	Hipótesis	13
2.7	Objetivos	14
3.	MATERIALES Y MÉTODO	16
3.1	Diseño de la investigación:	16
3.2	Población blanca:	16
3.3	Muestra:	16
3.4	Tipo de muestreo:	16
3.5	Criterios de inclusión:	17
3.6	Criterios de exclusión:	17

3.7	Descripción de metodología	18
3.7.1	Evaluaciones	18
3.7.2	Entrenamiento	19
3.7.3	Instrumentos	21
3.8	Variables	22
3.9	Resguardos éticos	24
3.10	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	25
4.	RESULTADOS	26
4.1	Caracterización de la muestra	26
4.2	Comparación del rendimiento deportivo	27
5.	DISCUSIÓN	30
6.	CONCLUSIONES	35
7.	BIBLIOGRAFÍA	36
8.	ANEXOS	41
8.1	Anexo I: Instrumentos de medición o de recolección de datos	41
8.2	Anexo II: Protocolo y realización entrenamiento	43
8.3	Anexo III: Carta de Información al participante y Consentimiento Informado	45
8.4	Anexo IV: Carta GANTT	51
8.5	Anexo V. Tabla de ecuaciones Black/Hyatt.	53
8.6	Anexo VI. Tablas Test de Cooper.	53

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los efectos del entrenamiento con válvula de carga umbral de 8 semanas de duración, en el rendimiento deportivo en base al tiempo en nadadores competidores.

Metodología: Este estudio cuantitativo, prospectivo, longitudinal, cuasiexperimental, con grupo estudio y control, se realizó sobre 20 nadadores del equipo Smart Swim Team, de $26 \pm 2,8$ años. La intervención consistió en el entrenamiento no supervisado mediante la utilización de una válvula de carga umbral regulable de 8 semanas, con incremento de dificultad cada dos semanas en base a la cantidad de series. Se midió la Presión Inspiratoria Máxima (PIM), Presión Espiratoria Máxima (PEM), consumo de oxígeno (VO₂) y el rendimiento deportivo, el cual será cuantificado mediante cronometraje de tiempos en pruebas de 200 y 800 metros crol.

Resultados: En cuanto al VO₂ en el grupo de intervención hubo un % de cambio de 6,9%, observando una diferencia significativa en este grupo ($p=0,03$). En cuanto al rendimiento deportivo en los 200 mts crol, hubo un cambio de 8,2% en el grupo de control con un $p=0,0073$. **Conclusión:** No hubo cambios favorables en el rendimiento deportivo, sin embargo, no se pueden pasar por alto los cambios significativos evidenciados en el grupo de intervención.

Palabras clave: Natación, consumo de oxígeno, válvula Threshold IMT®, rehabilitación respiratoria, entrenamiento de la musculatura respiratoria.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effects of an eight-weeks threshold load valve training on sports performance in competing swimmers.

Methodology: The study was carried out on female and male subjects, $26 \pm 2,8$ years old, who were swimmers of the Smart Swim Team. The intervention consisted on a unsupervised training through the use of an adjustable threshold load valve (Threshold® IMT), for eight weeks, increasing its difficulty every two weeks based on the amount of series, with the purpose of acting on the strength of the respiratory muscles, which will be quantified through the Maximum Inspiratory Pressure (PIM), Maximum Expiratory Pressure (PEM), oxygen consumption (VO₂) and see its impact on sports performance which will be quantified by timing in tests of 200 and 800 meters crol.

Results: Regarding VO₂ in the intervention group, there was a 6% change, observing a significant difference in this group ($p = 0.03$). As for the sports performance in the 200 mts freestyle, there was a change of 8.2% in the control group with a $p = 0.0073$. **Conclusion:** There were no favorable changes in sports performance, however, the affected changes in the intervention group cannot be ignored.

Keywords: Swimming, oxygen consumption, Threshold IMT® valve, respiratory rehabilitation, respiratory musculature training.

GLOSARIO

Capacidad Inspiratoria Máxima: volumen de aire que hay en el aparato respiratorio, después de una inhalación máxima voluntaria.

Capacidad pulmonar: se refiere a los distintos volúmenes de aire característicos en la respiración humana.

Ciclo Respiratorio: proceso respiratorio pulmonar que se desarrolla de manera secuencial y cíclica, mediante la inspiración y espiración.

Consumo de oxígeno (VO_2): es la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir en un tiempo determinado, es la sangre que nuestro organismo puede transportar y metabolizar.

Disnea: se define como la sensación subjetiva de la falta de aire.

Fatiga Muscular: pérdida total o parcial de la capacidad del músculo para producir fuerza.

Fisioterapia Respiratoria: se dedica a la prevención, tratamiento y estabilización de las disfunciones o alteraciones respiratorias, cuyo objetivo general es mejorar la ventilación regional pulmonar, el intercambio de gases y la función de los músculos respiratorios.

Función Pulmonar: es el grado de funcionamiento de los pulmones de una persona.

Hipertrofia: crecimiento excesivo y anormal de un órgano o de una parte de él debido a un aumento del tamaño de sus células.

Manómetro aneroide: es un instrumento de medición que permite evaluar presión inspiratoria máxima (PIM), presión espiratoria máxima (PEM).

Metabolismo Aeróbico: proceso químico en que el oxígeno se usa para producir energía a partir de los carbohidratos (azúcares).

Presión Espiratoria Máxima (PEM): Presión generada al intentar espirar lo más fuerte posible.

Presión Inspiratoria Máxima (PIM): es la máxima presión generada por los músculos inspiratorios al realizar una inspiración forzada.

Rehabilitación Pulmonar: es un programa para personas con enfermedades pulmonares crónicas.

Resistencia Hidráulica: la resistencia al movimiento de un cuerpo en un líquido debido a las fuerzas de fricción que se generan entre el cuerpo y el líquido.

Test de Cooper: consiste en correr la mayor distancia posible en 12 minutos sin detenerse.

Válvula de carga umbral: dispositivo de rehabilitación respiratoria que incorpora una válvula unidireccional, la cual permite ajustar una presión conocida y estable para el entrenamiento de los músculos respiratorios.

Válvula NIF-Tee®: Esta válvula es un aparato en forma de T bidireccional que permite realizar mediciones de presión en la vía aérea, la cual va conectada a un manómetro aneroide.

Volumen Residual: cantidad de aire que queda en los pulmones de una persona después de exhalar completamente

1. INTRODUCCIÓN

La natación implica esfuerzos de respiración extenuantes, por lo que se ha demostrado que los nadadores presentan capacidades pulmonares superiores. La coordinación entre la variación de los volúmenes toracoabdominales y el movimiento de las costillas pueden verse alterados, lo que podría explicar los cambios del sistema respiratorio observados en los nadadores, ya que el patrón de movimiento de la caja torácica está estrictamente vinculado a la expansión y ventilación de los pulmones (Sarro K, 2008).

Los nadadores competitivos se someten a un entrenamiento de alto volumen y alta intensidad mientras mantienen tasas elevadas de ventilación en ambientes de piscinas cloradas. El entrenamiento de varias horas por semana en estas condiciones se ha asociado con una mayor exposición a los productos derivados del cloro y cambios desfavorables para la salud pulmonar en comparación con la natación recreativa. La alta ventilación sostenida en la natación puede afectar negativamente al epitelio de las vías respiratorias al promover la deshidratación del moco en la pared epitelial de los pulmones (Davies R, 2018).

La fuerza muscular espiratoria es importante para respirar contra la resistencia al agua, por lo que un aspecto importante que afecta la mecánica respiratoria de los nadadores es el traje de baño de carrera. Este tipo de traje de baño debe rodear el cuerpo de un nadador todo lo posible, causando una considerable compresión muscular. Esta característica aumenta aún más el trabajo que deben realizar los músculos inspiratorios, ya que no solo deben superar la resistencia hidrostática, sino también la resistencia del traje de baño (Vasickova J, 2017). Otro factor que influye es la posición horizontal del nadador

donde es menos capaz de generar las fuerzas necesarias para incrementar la frecuencia respiratoria, y la tensión que se ejerce sobre los músculos respiratorios provocando que los nadadores se fatiguen más rápido (Masson M, 2013).

Este estudio tiene como principal objetivo medir en base al tiempo los cambios en el rendimiento deportivo de nadadores competitivos, el cual se verá influenciado por cambios en el consumo máximo de oxígeno y en la fuerza de la musculatura respiratoria. De esta forma, esta investigación brinda una ayuda a kinesiólogos que estén dedicados al área del deporte y a nadadores competitivos, permitiendo establecer un programa de entrenamiento específico respiratorio, generando un punto de vista en la implementación de un entrenamiento basado en el fortalecimiento respiratorio para lograr mejorar el rendimiento físico de los deportistas a través de la velocidad y así lograr disminuir la fatiga muscular. Se considera que la aplicación de esta herramienta de entrenamiento es de factible realización ya que estudios similares al presente, han podido demostrar efectos beneficiosos (Masson M, 2013; González J, 2012).

Este estudio pretende brindar a kinesiólogos y entrenadores un protocolo de entrenamiento muscular respiratorio para el desarrollo específico de la fuerza en deportistas de alto rendimiento. Así mismo esta investigación es dirigida para los deportistas de alto rendimiento que deseen obtener mejores resultados en la práctica del deporte, sin inversiones costosas en aparatos tecnológicos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Natación

La natación se hace para practica con objetivos de recreación, deporte, ejercicio o supervivencia, y se define como el movimiento y el desplazamiento a través del agua mediante el uso de las extremidades corporales en el que intervienen simultáneamente, tanto el tren superior como el inferior, por lo general sin utilizar ningún instrumento o apoyo para avanzar (Vasickova J, 2017).

Debido a la gran variedad de estilos y distancias, la natación es un deporte que ocupa un importante lugar en competencias mundiales por el alto número de eventos. Esta situación hace que los nadadores tengan un enfoque de entrenamiento y se especialicen en pruebas y estilos particulares, lo que tendrá un impacto en su rendimiento (Stanula A, 2012). En su práctica, se consideran cuatro estilos o técnicas de nado: (1) el crol, que se define como el desplazamiento humano en el agua caracterizado por una posición ventral del cuerpo y movimiento alternativo y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, siendo el movimiento de las primeras una circunducción completa y el de las segundas un batido, con una rotación de la cabeza, coordinada con los miembros superiores para realizar la inspiración; (2) la espalda, que se define como el desplazamiento caracterizado por una posición dorsal del cuerpo y movimiento alternado y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, siendo el movimiento de las primeras una circunducción completa y el de las segundas un batido; existiendo un giro en el eje longitudinal durante el nado; (3) la braza es el estilo más antiguo de los cuatro y se define como el desplazamiento caracterizado por una posición ventral del cuerpo y movimiento simultáneo,

simétrico y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, describiendo el movimiento de las primeras una trayectoria circular y el de las segundas una patada, con un movimiento de ascenso y descenso de hombros y caderas que, coordinado con los miembros superiores permite realizar la inspiración; y por último (4) el estilo mariposa que es el desplazamiento caracterizado por una posición ventral del cuerpo y movimiento simultáneo y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, siendo el movimiento de las primeras una circunducción completa y el de las segundas un batido, con una ondulación de todo el cuerpo que, coordinada con los miembros superiores permite realizar la inspiración (Saavedra J, 2003). Cada uno de los cuatro estilos requiere de un trabajo muscular distinto. Durante el periodo de aprendizaje todos los nadadores practican los cuatro estilos, pero las características físicas o las cualidades personales hacen que terminen especializándose en uno o dos estilos, siendo pocos los nadadores que destacan en todas las disciplinas. Por todas sus complejidades y variedades, la natación es una disciplina específica que ha evolucionado rápidamente, donde los entrenadores mejoran continuamente los métodos de entrenamiento y amplían la gama de recursos para mejorar el rendimiento deportivo de sus cargas (Vasickova J, 2017).

El rendimiento de un nadador en competición se determina en función del tiempo total transcurrido desde la señal de salida hasta finalizar la distancia de la prueba (De La Fuente B, 2016). La preparación para llegar a las competencias, generalmente implica variar la carga de entrenamiento en varios y distintos momentos durante la temporada preparatoria para tener el peak del nadador en el momento deseado. Esta carga de entrenamiento generalmente se describe como una combinación de volumen de nado, intensidad de esfuerzo, frecuencia de entrenamiento y entrenamiento en tierra firme. En natación, los datos científicos indican que, en nadadores altamente entrenados, la intensidad del entrenamiento se convierte en el parámetro clave para optimizar el rendimiento en lugar del volumen de entrenamiento. Sin embargo, la respuesta individual al entrenamiento depende, en gran medida, del nivel de condición física y práctica de los individuos (Chatard J, 1999).

La natación competitiva es única con respecto a otros deportes en varios aspectos: los nadadores están en una posición prono durante el desempeño y el entrenamiento, ambos brazos y piernas se usan activamente para propulsión, la inmersión en agua provoca una presión hidrostática en el cuerpo y controla el tiempo respiratorio, aparte del inicio y los giros, las fuerzas del atleta se aplican en todo momento contra un elemento fluctuante y el equipo tiene una influencia mínima en el rendimiento, dejando de lado las restricciones del traje de baño. Sin embargo, el rendimiento competitivo de la natación está determinado por factores fisiológicos, psicológicos y anatómicos (Aspenes S, 2012).

La biomecánica de la natación se rige por los principios de la hidrodinámica, definida como la ciencia del movimiento de los cuerpos dentro de un medio fluido. El arrastre de forma se refiere a la resistencia al agua que depende de la posición del cuerpo. El nadador puede reducir el arrastre de forma y aumentar la velocidad de natación al lograr una posición más horizontal del cuerpo. El nadador en movimiento crea la resistencia al oleaje en la superficie del agua en forma de turbulencia. El arrastre de olas se amplifica en piscinas poco profundas con paredes cercanas y se minimiza al realizar competiciones en piscinas que son profundas, tienen paredes distantes y utilizan líneas de carriles múltiples para absorber las turbulencias. El arrastre por fricción proviene del contacto entre la piel y el cabello del nadador con agua (Nichols A, 2015).

2.2 Natación y aparato respiratorio

La respiración está mediada por la acción concertada de los músculos de "bombeo" de la pared torácica (es decir, el tórax y el abdomen) que cambian la

presión intratorácica. Los músculos de la bomba actúan para cambiar la presión transtorácica, alterando así el volumen pulmonar, haciendo que el aire fluya dentro o fuera de los pulmones. Los músculos de la bomba son esenciales para la respiración y son determinantes importantes de la mecánica respiratoria, ya que estos músculos constantemente activos con esfuerzos inspiratorios o espiratorios se clasifican como músculos respiratorios "primarios". Durante la inspiración, mientras los músculos de la caja torácica se contraen, los músculos abdominales se relajan gradualmente y viceversa durante la espiración. Este mecanismo tiene varios efectos: evita la distorsión de la caja torácica, el diafragma está descargado y puede actuar como generador de flujo, y el volumen del abdomen disminuye por debajo de los niveles de reposo (Aliverti A, 2016).

Los músculos reclutados solo ocasionalmente con mayores esfuerzos inspiratorios o espiratorios se denominan músculos respiratorios accesorios. Los músculos primarios de la bomba inspiratoria incluyen el diafragma y los músculos intercostales paraesternales que actúan para expandir la pared torácica. Los músculos como el esternocleidomastoideo y escalenos también actúan en la pared torácica de forma accesorio, ya que, se reclutan solo con un mayor esfuerzo inspiratorio. De hecho, la activación de estos músculos inspiratorios accesorios es un signo clínico importante de carga inspiratoria. El diafragma, que tiene un importante papel en la respiración, está compuesto por tres tipos de fibras musculares y unidades motoras correspondientes que varían en sus propiedades fisiológicas e histoquímicas: 1) contracción lenta unidades oxidativas, que producen el más bajo nivel de fuerza cuando se activa, se reclutan primero en esfuerzos motores y son resistentes a la fatiga si se estimulan repetidamente; 2) glucolítico oxidativo de contracción rápida, son unidades que producen mayores niveles de fuerza, tienen umbrales de reclutamiento más altos, son relativamente resistentes a la fatiga y 3) glucolíticos de contracción rápida, son unidades que producen el mayor nivel de fuerza (Belman M, 1982).

En los humanos, la espiración es típicamente pasiva y no requiere actividad muscular, sino que es impulsada por el retroceso elástico del pulmón y

la pared torácica. Durante la espiración forzada, los músculos abdominales se activan para aumentar la presión intraabdominal. En consecuencia, los músculos abdominales se clasifican como músculos respiratorios accesorios, y su reclutamiento también se utiliza en el entorno clínico como un indicador de carga respiratoria (Sieck G, 2011).

Los músculos respiratorios son aquellos músculos esqueléticos que impulsan la expansión o contracción de la pared torácica durante la respiración. Debido a que la mecánica de un músculo esquelético está esencialmente determinada por la anatomía del músculo y por las estructuras que desplaza cuando se contrae, es de suma importancia conocer la estructura mecánica de la pared torácica, la mecánica de cada grupo muscular individualmente y su trabajo en conjunto (De Troyer A, 2011). Con la edad, las costillas torácicas se endurecen y el movimiento de respiración requiere una mayor fuerza. Aunque la disminución de la fuerza muscular respiratoria con la edad es moderada, la debilidad de los músculos respiratorios limita la expansión de la pared torácica, lo que lleva a una mayor disminución del volumen pulmonar de lo previsto. Además, la cifosis torácica relacionada con la edad puede contribuir a reducir la movilidad de la pared torácica y el volumen pulmonar. Algunos estudios han demostrado una relación entre la pared torácica y la movilidad abdominal con la CVF y la fuerza muscular respiratoria en adultos jóvenes sanos (Kaneko H, 2017).

Entre las distintas adaptaciones a las que se ven sometidos los deportistas, una importante es la producida en el sistema ventilatorio, pues diversos estudios han coincidido en que éste puede afectar el desempeño del ejercicio en seres humanos sanos altamente entrenados (Torres C, 2017; Masson M, 2013). El tamaño y la función pulmonar de los nadadores competitivos se caracterizan por mayores capacidades pulmonares, flujos espiratorios y capacidades de difusión en comparación con controles sanos y valores pronosticados. Sin embargo, se ha debatido ampliamente si este perfil pulmonar mejorado es una adaptación al entrenamiento de natación, al resultado de la

autoselección en natación basada en una genética favorable, o ambas (Bovard J, 2018).

Por otra parte, las variables de función ventilatoria se modifican con el entrenamiento, durante el ejercicio intenso, las demandas sobre el correcto funcionamiento del sistema respiratorio aumentan notablemente (Lavín K, 2015). Este comportamiento ha sido asociado a la hipertrofia de la musculatura ventilatoria producto de la adaptación a las exigencias propias de este deporte, mantener un ciclo inspiratorio reducido entre brazadas, expulsión del volumen espiratorio contra la resistencia del medio y expansión del tórax contra la presión del agua (Torres C, 2017).

Este deporte es uno de los deportes de mayor sollicitación de la musculatura respiratoria, debido a la postura horizontal y al tiempo respiratorio impuesto por la técnica de nado. Un estudio determinó que la situación se agrava por el hecho de que cuando el cuerpo está en posición horizontal en el agua, los músculos respiratorios disminuyen en un 16% su capacidad de generar fuerza, en relación a cuando el cuerpo está en posición vertical. Esto significa que, en posición horizontal, el nadador es menos capaz de generar las fuerzas necesarias para incrementar la frecuencia respiratoria, y la tensión que se ejerce sobre los músculos respiratorios provoca que los nadadores acusen fatiga de estos músculos cuando realizan entrenamientos de alta intensidad o durante la competencia, debido a que se generarán elevadas demandas de oxígeno (Masson M, 2013). La fatiga muscular respiratoria consiste en la disminución reversible de la fuerza que el músculo puede desarrollar durante la contracción sostenida o repetida, pudiendo llegar a no poder mantener el nivel de ventilación suficiente, de acuerdo a las necesidades requeridas. La fatiga muscular respiratoria puede aparecer por falta de la contractilidad de los músculos o porque la carga sea tan elevada que supere la eficiencia de los mismos (González J, 2012). Los músculos respiratorios, incluido el diafragma del nadador, deben desarrollar una presión más alta, como resultado de la inmersión en agua durante el ciclo respiratorio (Palomino M, 2015). A pesar de la capacidad aeróbica

sustancial del diafragma, este músculo mostrará fatiga significativa durante el ejercicio sostenido hasta el agotamiento a intensidades superiores al 80% de VO_2 máx (Dempsey J, 2006). Por ejemplo, una carrera de 100 metros en natación produce conversión significativa de ATP, un incremento de ácido láctico en la sangre y un aumento de los aminoácidos gamma en el cerebro. Estos factores son responsables de la fatiga en menos de un minuto (Ramírez J, 2012).

En un estudio por Masson (2013), se observó que los nadadores que entrenan a un alto rendimiento en la Selección de Pichincha evidenciaron fatiga los primeros meses de adaptación, lo que significa un problema para la práctica del deporte, ya que el ausentismo por fatiga al entrenamiento repercute durante la competencia y en sus resultados. Por otro lado, demostró que los sujetos que siguieron un protocolo de entrenamiento respiratorio, mejoraron su fuerza muscular respiratoria y su tiempo de nado, en comparación con los valores iniciales. Los participantes fueron asignados al azar a un protocolo similar que requiere altas velocidades de flujo con resistencia de las vías respiratorias, mejorando un 26% de su resistencia respiratoria y los tiempos de natación bajo el agua en un 38%.

2.3 Fuerza musculatura respiratoria

El entrenamiento físico general no aumenta la fuerza ni la resistencia de los músculos respiratorios. Inclusive, los atletas de élite muestran una fuerza muscular inspiratoria y espiratoria similar a la de individuos sanos sedentarios. Esta evidencia es la piedra angular que justifica el interés por aplicar estrategias de intervención específica sobre el diafragma, los músculos accesorios de la respiración y los músculos espiratorios (Orozco-Levi, 2010).

La medición de la función muscular respiratoria es importante en el diagnóstico de la enfermedad muscular respiratoria y la insuficiencia respiratoria.

También es una herramienta importante para evaluar el impacto de enfermedades crónicas o para evaluar la función muscular respiratoria después del tratamiento (Hulzebos E, 2018). La fuerza muscular respiratoria puede evaluarse mediante mediciones de la presión inspiratoria máxima (PIM), que refleja la fuerza muscular del conjunto de músculos inspiratorios, y la presión espiratoria máxima (PEM), que refleja la fuerza del conjunto de la musculatura espiratoria (Rodríguez I, 2014), siendo un método no invasivo comúnmente utilizado en niños y adolescentes con trastornos neuromusculares y fibrosis quística (Hulzebos E, 2018).

Actualmente, la literatura ofrece una amplia gama de estudios que proponen valores y ecuaciones de referencia en diferentes países y poblaciones. La mayoría de los estudios brasileños sobre el tema, por ejemplo, se realizaron con muestras de la región de São Paulo, algunos incluso sin incluir todas las recomendaciones metodológicas sugeridas por la American Thoracic Society / European Respiratory Society (ATS / ERS). Pessoa et al, sugieren que los estudios futuros deberían investigar una gran cantidad de factores heterogéneos, como el origen étnico, el historial de tabaquismo, la actividad física y los parámetros de estatura corporal [es decir, índice de masa corporal (IMC), altura y peso] (Sánchez F, 2018).

Como método de evaluación de la musculatura respiratoria no invasivo y fácil de aplicar, se destaca lo realizado a través de la presión inspiratoria máxima (PIM) y la presión espiratoria máxima (PEM) (Alves LA, 2006). El entrenamiento de la musculatura respiratoria, es un componente imprescindible en los programas de rehabilitación pulmonar con patologías respiratorias, el cual permite una mejor función pulmonar en las personas (Bravo T, 2005). En un estudio realizado por Pinheiro De C. (2011), se propone realizar un entrenamiento con válvula de carga umbral, en pacientes con EPOC, con sesiones diarias de 15 – 30 minutos, con una frecuencia de dos veces al día durante 3 -5 días a la semana, con presiones programadas que deberían variar entre el 30 – 70% de la PIM previamente medida. El dispositivo de carga de presión inspiratoria IMT o

válvula de carga umbral, es uno de los dispositivos disponibles comercialmente para el entrenamiento muscular inspiratorio, y también se usa para evaluar la resistencia muscular respiratoria, es una pequeña válvula portátil que se puede usar fácilmente en casa y es muy accesible para pacientes y para centros de salud. La carga permitida por el dispositivo no se puede configurar a más de 41 cmH₂O, por lo que es difícil de entrenar músculos inspiratorios de atletas y evaluar la resistencia de sus músculos respiratorios (Fregonezi G, 2009).

En Chile, se ha demostrado que en pacientes con EPOC el entrenamiento de la musculatura respiratoria, realizado de manera domiciliaria con una válvula de carga umbral aumenta la fuerza muscular inspiratoria, disminuye la disnea, mejora el patrón ventilatorio y aumenta la capacidad al ejercicio, además de señalar que las ventajas de los dispositivos de carga umbral son de aprendizaje simple de la técnica y que las presiones de trabajo se logran de manera independiente del flujo inspiratorio (Pinheiro De C, 2011).

2.4 Natación y VO₂ max

En la década de 1920 surgió un período sostenido de investigación en fisiología del ejercicio humano, y desde entonces, uno de los temas principales ha sido la energía de la locomoción humana, su contribución al rendimiento deportivo y la evaluación de la absorción de oxígeno (VO₂) para comprender mejor la bioenergética humana, siendo estos uno de los puntos claves de la investigación (Sousa A, 2014).

Por otra parte, la natación es un deporte que necesita la capacidad de realizar ejercicios de mediana y larga duración, la cual depende principalmente del metabolismo aeróbico. De este modo, uno de los índices más utilizados para evaluar esta condición es el consumo máximo de oxígeno (VO₂max) (Colantonio E, 2003). Una de las formas que se utiliza para medir los efectos cardiovasculares agudos del ejercicio es la prueba de consumo máximo de oxígeno o la prueba de máxima capacidad aeróbica. Esta prueba mide la capacidad máxima del consumo

de oxígeno que obtienen las células activas durante el ejercicio, es decir, la cantidad máxima de oxígeno que puede ser extraído de la sangre y utilizado efectivamente por las células activas (Wilmore J, 2008). El VO_2max se define como la cantidad máxima de O_2 que el sistema pulmonar, cardiovascular y muscular (Teixeira I, 2014) es capaz de captar, transportar y consumir por unidad de tiempo, es el volumen máximo de oxígeno consumido por el cuerpo durante un minuto en el ejercicio. El VO_2 en los tejidos depende del oxígeno (O_2) que es incorporado y transportado en sangre gracias al aporte ventilatorio y a la capacidad cardiovascular. La función del aparato respiratorio es suministrar O_2 a los tejidos y eliminar dióxido de carbono (CO_2). Ello depende de la ventilación pulmonar, o sea, el flujo de aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares, de la difusión de los gases entre los alvéolos y la sangre, y de su transporte a las células y desde ellas (Bazán N, 2014).

Dado que el consumo de oxígeno se relaciona linealmente con el gasto de energía, cuando se mide el consumo de oxígeno, se está midiendo la capacidad máxima de un individuo de trabajar aeróbicamente en forma indirecta (Fernández J, 2018).

La determinación del consumo de oxígeno es una forma de calorimetría indirecta que permite conocer la energía producida por los diversos procesos metabólicos. En concreto, el consumo de oxígeno de rutina representa una estimación de los requerimientos de energía necesarios para mantener el metabolismo basal más la actividad espontánea, siendo el mejor indicador fisiológico de la capacidad aeróbica y del estado cardiovascular (Ramírez J, 2012). No obstante, el consumo de oxígeno puede ser altamente variable en función de diversos factores, como el peso y la temperatura (Cerezo J, 2004).

En la década de los '70 se dio a conocer el test de Cooper o prueba de carrera de 12 minutos, de gran aplicabilidad en la evaluación de la condición física en deportistas (Gutiérrez M, 2008). Fue creada por el Dr. Kenneth Cooper para determinar el VO_2 máx en atletas varones, pero en 1977 fue adaptada por Gerchell para su aplicación en mujeres (Martínez L, 2004). Las pruebas de campo

indirectas no requieren equipos o condiciones especiales, son muy simples de realizar y es posible hacer la prueba en un mayor número de sujetos a la vez. Aunque las pruebas indirectas no son tan precisas como medidas directas, pero aún así se consideran predictores aceptables de VO_2 máx. El Dr. Cooper descubrió que existe una correlación muy alta entre la distancia que alguien puede correr (o caminar) en 12 minutos y su valor máximo de VO_2 , que mide la eficiencia con la que alguien puede usar oxígeno mientras hace ejercicio, esta simple prueba también permite comparar la resistencia cardiovascular con otros de su edad y sexo (Das B, 2013). Entre las diferentes pruebas de campo indirectas para la predicción de VO_2 máx, la prueba de ejecución de 12 minutos de Cooper es popular y requiere solo una cinta métrica para determinar la distancia recorrida en 12 minutos y contar el total de vueltas (Bandyopadhyay A, 2015), luego la distancia recorrida es llevada a una fórmula (distancia recorrida en metros – 504,1/44,9) calculando el VO_2 máx de una forma indirecta (Pinho R, 2015), también es una prueba que depende de la capacidad anaeróbica, la motivación y la capacidad de correr a una velocidad de ritmo uniforme durante todo el test (Léger L, 1982).

2.5 Pregunta de investigación

¿Los nadadores sometidos a un protocolo de entrenamiento de musculatura respiratoria mediante válvula Threshold® IMT presentan mejoras en su rendimiento deportivo en base al tiempo comparado con el grupo de control?

2.6 Hipótesis

- 1) Hipótesis de investigación:** Los nadadores sometidos a un protocolo de entrenamiento con válvula Threshold® IMT presentan mejoras en el

rendimiento deportivo en base al tiempo comparados con el grupo de control.

- 2) Hipótesis nula:** Los nadadores sometidos a un protocolo de entrenamiento con válvula Threshold® IMT no presentan mejoras en el rendimiento deportivo en base al tiempo comparados con el grupo de control.

2.7 Objetivos

Objetivo general:

Evaluar el impacto de un entrenamiento de 8 semanas con válvula Threshold® IMT sobre la fuerza de la musculatura respiratoria y consumo de oxígeno, y su efecto en rendimiento deportivo en base al tiempo en pruebas de 200 y 800 metros crol en nadadores competitivos a nivel nacional e internacional.

Objetivos específicos:

- 1) Cuantificar parámetros del consumo de oxígeno (VO_2) antes y después del entrenamiento en ambos grupos mediante el Test de Cooper.
- 2) Cuantificar rendimiento deportivo antes y después del entrenamiento en ambos grupos, mediante cronometraje de pruebas 200 y 800 mts crol.
- 3) Comparar variables medidas entre ambos grupos.

3. MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Diseño de la investigación:

El estudio es de enfoque cuantitativo, con un alcance cuasiexperimental, con una finalidad analítica, con una secuencia temporal longitudinal y una cronología prospectiva.

3.2 Población blanca:

Nadadores competitivos a nivel nacional e internacional que residan en Santiago de Chile, y que formen parte del equipo de natación master “Smart Swim Team”.

3.3 Muestra:

El club Smart Swim Team está compuesto por 38 nadadores. Basándose en un estudio que muestra los beneficios del entrenamiento de musculatura respiratoria de los 38 miembros del club se eligieron 20 para que participen del estudio (Reyes A, 2017; Pla R, 2018).

3.4 Tipo de muestreo:

El tipo de muestreo fue mediante un método no probabilístico por conveniencia, de acuerdo con los criterios de inclusión requeridos, los cuales se asignaron a un grupo de intervención y un grupo control. Ambos grupos se conformaron con un rango etario similar en cada grupo y con la misma cantidad de mujeres y de hombres, siendo ambos grupos lo más homogéneos posibles. Dentro del grupo de intervención se reclutaron 5 participantes que realicen su entrenamiento en el Estadio Nacional y los otros 5 restantes en el recinto deportivo de la Universidad de Chile.

3.5 Criterios de inclusión:

- Nadadores del club Smart Swim Team.
- Edad entre 20 y 40 años.
- Que tengan una frecuencia de entrenamiento mínimo de 3 veces a la semana.

3.6 Criterios de exclusión:

- Fumadores.
- Con patología respiratoria diagnosticada.
- Que no asistan a las sesiones de medición previa y posterior, a las 8 semanas de duración de la intervención.
- Nadadores que tengan una lesión o enfermedad que requiera tratamiento médico.
- Que realicen otro tipo de deporte hace más de 6 meses.

3.7 Descripción de metodología

Una vez realizado el reclutamiento de los nadadores se les explicó en qué consiste la investigación y se les hizo entrega del consentimiento informado para que lo lean (ANEXO III), y si están de acuerdo procedan a firmar. Luego se procedió a realizar una entrevista con el fin de obtener los datos requeridos en la ficha de recolección de datos (ANEXO I),

3.7.1 Evaluaciones

Se realizaron mediciones de PIM y PEM, Rendimiento deportivo y Consumo de O₂ al inicio de la intervención y 8 semanas después, tanto en el grupo de control como en el de intervención.

La medición de PIM y PEM se llevó a cabo con un manómetro aneroide calibrado en centímetros de H₂O (ERS and ATS, 2002) conectado a una válvula NIF-Tee®, que es una válvula bidireccional que, dependiendo de la presión que quiera ser medida, es el lugar de la válvula que se debe restringir la fuga, además de proporcionar el uso de un clip nasal. Los esfuerzos inspiratorios y espiratorios se realizarán durante al menos un segundo, cada paciente ejecutó al menos tres inspiraciones y espiraciones aceptables, y los valores más altos fueron utilizados en el análisis estadístico (Barbalho M, 2011). La interpretación de los resultados debe ser cuidadosa y siempre debe realizarse tomando en cuenta la historia clínica y las condiciones fisiológicas que pueden ser determinantes en el momento de realizar el examen. (Mora U, 2014)

Una propuesta de interpretación de los valores obtenidos es utilizar las ecuaciones propuesta por Black y Hyatt (ANEXO V), que muestran valores referenciales de PIM y PEM, según género. Con esta ecuación se puede tener un punto de comparación sobre los datos obtenidos.

Para las mediciones de rendimiento deportivo se utilizó un cronómetro digital para medir con mayor precisión las pruebas de 200 y 800 mts crol y así cuantificar el rendimiento deportivo antes y después del entrenamiento en ambos grupos.

Para la medición del consumo de oxígeno se aplicó el Test de Cooper a los mismos nadadores participantes de la investigación, se extrapola el consumo máximo de oxígeno con la fórmula (distancia recorrida en metros – 504,1/44,9) (Pinho R, 2015) (Bezerra E, 2013) (Martínez L, 2004). Una vez obtenidos estos datos de manera complementaria se utilizarán las tablas del Test de Cooper (anexo VI) para interpretar cada resultado en “muy malo” o “muy bueno” según el sexo de cada participante.

3.7.2 Entrenamiento

Esta intervención consistió en un entrenamiento no supervisado con una válvula de carga umbral que es regulable (Threshold® IMT). Este instrumento, a diferencia del utilizado para las mediciones, es una válvula inspiratoria o espiratoria (dependiendo la musculatura que queramos trabajar) unidireccional, independiente del flujo para así garantizar una resistencia constante con parámetros de presión específicos ajustables en cmH₂O, los cuales son establecidos por el profesional a cargo, pero la evidencia demuestra que utilizar un 30% de los valores obtenidos en las mediciones (PIM), es efectivo para comenzar un entrenamiento.

El protocolo de entrenamiento muscular inspiratorio realizado con válvula Threshold® IMT consistió en una progresión cada dos semanas en base a las series. Se comenzó las primeras 2 semanas de entrenamiento con 2 sesiones diarias de treinta respiraciones desde el volumen residual hasta la capacidad inspiratoria máxima, manteniendo el aire por 5 segundos y luego exhalando (Espinoza-Salinas A, 2019), dosificada en 2 series, con una pausa de dos minutos entre cada serie. Las siguientes 2 semanas se aumentó a 3 series, manteniendo la frecuencia, repeticiones y descanso. Las siguientes 2 semanas se aumentó a 4 series, manteniendo la frecuencia, repeticiones, y descanso, y las últimas dos semanas se aumentó a 5 series manteniendo las variables anteriores.

Debido a que nuestra muestra son deportistas competidores, se modificó lo planteado por la evidencia sobre los valores de resistencia aplicada en la válvula de carga umbral (Reyes A, 2017), ya que, sus valores de pimometría superaron los valores referenciales según género y edad (Black L, 1969), por lo que se utilizó durante las 8 semanas la máxima resistencia de la válvula (41 cm H₂O).

En un inicio, el paciente inhala mediante la válvula cargada con un resorte, a su máximo valor, y esto genera una resistencia que ejercita los músculos respiratorios mediante el acondicionamiento, además de permitir abrir las vías aéreas para así aumentar y mejorar el llenado de aire pulmonar (LA. A, 2006).

Se realizó un seguimiento telefónico diario, ya sea por llamado o vía Whatsapp, para motivar al paciente y verificar que estuviera realizando el entrenamiento de manera correcta desde su hogar, y una vez cada dos semanas, al momento de progresar en cuanto a las series del entrenamiento, se le pidió al deportista que muestre cómo ha estado realizando sus ejercicios, para poder entregar una retroalimentación, en conjunto a la verificación de la carga correcta en la válvula.

3.7.3 Instrumentos

Válvula NIF-Tee ® con manómetro aneroide: La válvula es un aparato en forma de T bidireccional que permite realizar mediciones de presión en la vía aérea, la cual va conectada a un manómetro aneroide que es un instrumento de medición permitiendo evaluar presión inspiratoria máxima (PIM), presión espiratoria máxima (PEM).

Válvula de carga umbral: Se utilizará una Válvula Threshold® IMT, dispositivo de rehabilitación respiratoria que incorpora una válvula unidireccional, la cual permite ajustar una presión conocida y estable para el entrenamiento de los músculos respiratorios.

Cronómetro Digital: Es un reloj cuya unidad de tiempo es el segundo (milésimas o centésimas) que se utiliza para medir con mayor precisión un intervalo de tiempo entre diferentes pruebas de natación, para cuantificar el rendimiento deportivo antes y después del entrenamiento en ambos grupos.

Test de Cooper: Tiene como principal objetivo medir la resistencia aeróbica del sujeto, consiste en correr la mayor distancia posible durante 12 minutos sin parar. Es una prueba exigente que mide la capacidad cardiorrespiratoria de una persona y nos permite determinar el VO_2 máx de una forma indirecta, mediante la fórmula: distancia recorrida en metros – 504,1/44,9 (Pinho R, 2015) (Bezerra E, 2013) (Martínez L, 2004).

3.8 Variables

Nombre y tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Consumo de O ₂ (VO ₂) (Dependiente)	Cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir en un tiempo determinado	Se cuantificó de manera indirecta, mediante la utilización de una fórmula del Test de Cooper.	Mililitros de oxígeno por kilogramo corporal y minuto (ml/kg/min)	Cuantitativa continua
Rendimiento deportivo (Dependiente)	El rendimiento de un nadador se determina en función del tiempo total transcurrido desde la señal de salida hasta finalizar la distancia de la prueba (De la Fuente B, 2016).	Se cuantificó mediante el cronometraje en las pruebas de 200 y 800 mts crol.	Segundos	Cuantitativa Continua

Entrenamiento con Válvula Threshold® IMT (independiente, moderadora).	Proceso diseñado para mejorar la fuerza de musculatura respiratoria.	Entrenamiento no supervisado de 8 semanas con 2 series de 30 repeticiones con dos minutos de descanso entre cada serie, 2 veces al día, y cada 2 semanas se fue agregando 1 serie.	Si/No recibe entrenamiento	Cualitativa dicotómica
---	--	--	----------------------------	------------------------

Variables desconcertantes

- Tipo de traje de baño, en el caso de las mujeres consiste en una pieza que va desde las ingles hasta el pecho rodeando todo el cuerpo, lo que genera una compresión de la musculatura aumentando el trabajo inspiratorio.
- Entrenamiento previo y durante el estudio de cada nadador profesional.

3.9 Resguardos éticos

Esta investigación fue autorizada por el Comité Ético-Científico de la Universidad Finis Terrae, según consta en la resolución N°10 del 2 de octubre del 2019.

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El programa utilizado para los análisis fue el GraphPad Prism versión 8.0. Debido a que nuestro estudio se basó en una muestra pequeña, los datos obtenidos fueron sometidos a una prueba de distribución mediante el Test de Shapiro Wilk. Para analizar la comparación de forma previa y posterior a la intervención y entre los grupos de estudio se realizó un análisis de varianza de dos vías (ANOVA de dos vías) para comparar entre dos factores en tiempo y grupos, en el pre y post intervención, posteriormente, se realizó Pos Hoc test (Test de Fisher) para identificar la significancia en los factores de tiempo y grupos.

4. RESULTADOS

4.1 Caracterización de la muestra

Los grupos estadísticamente no presentan diferencias por lo tanto son comparables.

Tabla 1. Características individuales de los participantes

	Intervención	Control	P value
	(n = 10)	(n = 10)	
Edad (años)	25,9 ± 3,2	25,3 ± 2,5	0,65
Peso (kg)	70,3 ± 7,8	78,7 ± 16,1	0,15
Talla (cm)	171,1 ± 8,4	174,4 ± 11,8	0,48
Experiencia (años)	8,7 ± 5,4	10,0 ± 6,6	0,63

4.2 Comparación del rendimiento deportivo

Consumo de oxígeno

Con respecto a la capacidad aeróbica evaluada mediante el consumo de oxígeno podemos observar que el grupo intervención mejoró tras el periodo de intervención con valores PRE de $34,38 \pm 8,25$ y POST de $36,76 \pm 8,25$ ml/kg/min ($p=0,03$) en comparación al grupo control, que no obtuvo cambios significativos con valores PRE de $31,86 \pm 4,75$ y POST $33,09 \pm 4,16$ ml/kg/min ($p=0,25$). No se encontraron diferencia entre los grupos en el tiempo PRE ($p=0,41$) y POST

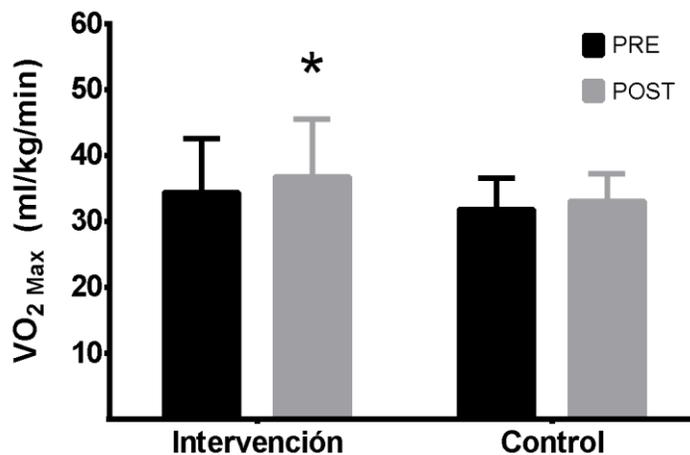


Figura 1. Comparación de capacidad aeróbica mediante VO₂MAX relativo. Grupo intervención % de cambio: 6,9%. Grupo control % de cambio 3,9%. *Diferencia significativa entre el mismo grupo de estudio en el tiempo.

Con respecto a la evaluación de rendimiento mediante la prueba de 800 m., podemos observar que el grupo Intervención no obtuvo cambios significativos tras la intervención, con valores PRE $12,18 \pm 0,78$ y POST $12,57 \pm$

1,06 minutos ($p=0,10$). Similar condición que en el grupo control que obtuvo valor PRE $12,73 \pm 1,22$ y POST $12,79 \pm 1,13$ minutos ($p=0,65$). No se observaron diferencias entre los grupos en el tiempo PRE ($p=0,35$) y POST ($p=0,57$), como se grafica en la Figura 2.

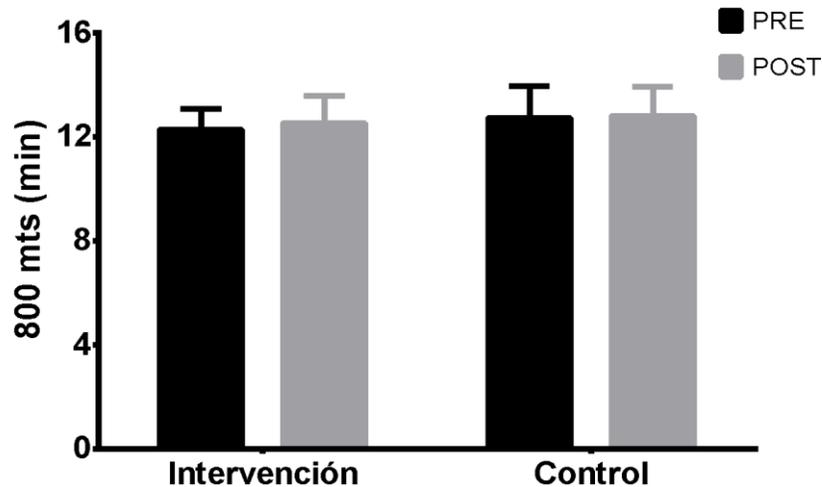


Figura 2. Comparación de tiempo obtenido en prueba contrarreloj de 800 m. Grupo intervención % de cambio 3,2%. Grupo control % de cambio 0,5%.

Con respecto a la evaluación de rendimiento mediante la prueba de 200 m., podemos observar que el grupo Intervención no obtuvo cambios significativos tras la intervención, con valores PRE $2,73 \pm 0,24$ y POST $2,75 \pm 0,22$ minutos ($p=0,73$). A diferencia del grupo control, el cual sí presentó cambios significativos, pero con un aumento del tiempo, con valores PRE $2,80 \pm 0,25$ y POST $3,03 \pm 0,38$ minutos ($p=0,0073$). Sí se observaron diferencias entre los grupos en el tiempo PRE ($p=0,53$) y POST ($p=0,03$), como se observa en la Figura 3

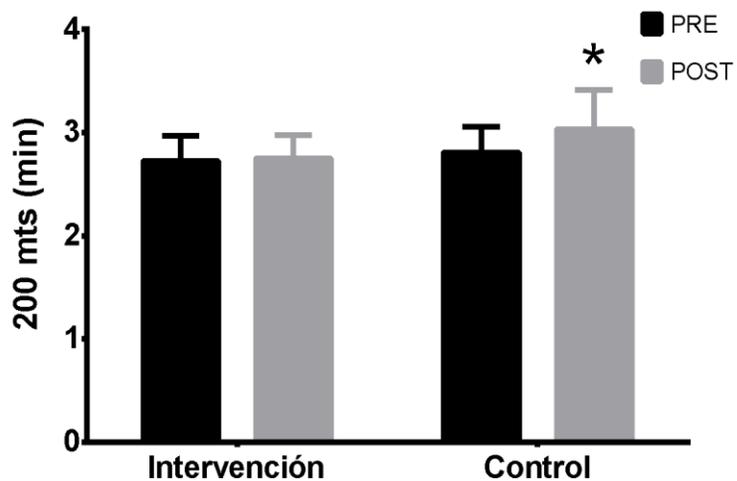


Figura 3. Comparación de tiempo obtenido en prueba contrarreloj de 200 m. Grupo intervención % de cambio 0,7%. Grupo control % de cambio 8,2%. *Diferencia significativa entre el mismo grupo de estudio en el tiempo

5. DISCUSIÓN

El rendimiento deportivo es uno de los principales objetivos de los deportistas profesionales, y para lo cual, cada día se están implementando e investigando nuevos métodos que permitan mejorar las marcas. En ese contexto, el presente estudio tuvo como objetivo investigar los efectos del entrenamiento con válvula de carga umbral en el rendimiento deportivo. Para esto, se estudió el tiempo cronometrado obtenido en pruebas de 200 y 800 metros sumado a un test de Cooper para obtener de manera indirecta el consumo de oxígeno al inicio del entrenamiento y posterior a la intervención, en competidores de natación pertenecientes al club Smart Swim Team. La población escogida se basa en deportistas sanos, hombres y mujeres, dentro de un rango etario entre 20 y 40 años con una frecuencia de entrenamiento mínima de tres veces a la semana.

Los resultados obtenidos de esta investigación mostraron diferencias significativas favorables en el consumo de oxígeno del grupo intervención posterior al uso de la válvula de carga umbral. En el nado de 200 metros también se observó una diferencia significativa, pero de manera desfavorable, mostrando un aumento del tiempo cronometrado. En cuanto a la prueba de 800 metros, en ambos grupos no se observaron cambios significativos en el tiempo, ni se encontraron diferencias significativas entre los grupos. Es importante destacar que en el transcurso de esta investigación no hubo abandono de ninguno de los participantes, finalizando con el mismo número de nadadores con los que se inició.

Según el estudio de Masson (2013), se demuestra que los sujetos que siguieron un protocolo de entrenamiento respiratorio, mejoraron su fuerza muscular respiratoria y su tiempo de nado en la prueba de 200 metros en

comparación con los valores iniciales. Los hallazgos de este estudio no podrían ser comparables con el resultado de la presente investigación, debido a que en Masson (2013), los participantes del estudio entrenan en la piscina 4 horas mínimo diariamente, son participantes más jóvenes con edades entre los 14 y 20 años y tuvieron una asistencia al entrenamiento mínimo del 80%, y en el caso de este estudio el entrenamiento en la piscina tiene una duración de 2 horas, las edades de los participantes es entre 20 y 40 años y por factores externos a los mismos deportistas, estos no pudieron cumplir con la exigencia de asistencia que se esperaba.

En otro artículo publicado por Vasickova (2017), se propone realizar un protocolo de entrenamiento muscular respiratorio con una válvula IMT durante un periodo de un mes en 28 nadadores. Los resultados de aquel estudio fueron favorables ya que se observó un aumento en la fuerza de la musculatura respiratoria y un efecto positivo en el rendimiento del nado. Se puede comparar la publicación de Vasickova (2017) con la presente investigación, ya que en ambos se utiliza una válvula IMT para realizar el entrenamiento de la musculatura respiratoria. Si bien en este último no se pudo cuantificar cambios en la fuerza de la musculatura respiratoria, sí se pudo observar cambios en la variable del consumo de oxígeno que, de manera independiente, influye en la capacidad aeróbica y por ende en cómo se comportan los músculos respiratorios.

Otro estudio publicado por Pla R (2018), realizó un entrenamiento con válvula de carga umbral durante un tiempo de 6 semanas en 22 nadadores, se realizó una prueba de natación máxima de 100 metros para determinar el rendimiento deportivo de cada participante antes y después del periodo de entrenamiento, obteniendo como resultado desfavorable por el aumento del tiempo en esta prueba. Comparando este resultado con esta investigación, en ambos no hubo cambios significativos posterior a la intervención lo que podría deberse a que ambas pruebas son de corta duración y utilizan principalmente la capacidad anaeróbica.

Dentro de las limitaciones que se presentaron en el desarrollo de este estudio se consideran, en primer lugar, la utilización de un instrumento de entrenamiento de musculatura respiratoria que es recomendado para pacientes con enfermedades respiratorias, el cual no fue el adecuado ya que la muestra de este estudio se componía de deportistas sanos. Por motivo de lo anterior, hubiese sido adecuado utilizar instrumentos apropiados para deportistas como Spirotiger o PowerBreathe. Sin embargo, por motivos de alto costo de estos instrumentos y con el fin de experimentar una forma económica y sencilla de implementar un entrenamiento de la musculatura respiratoria en deportistas, se decidió utilizar instrumentos más accesibles como la válvula Threshold. De acuerdo con esto, esta herramienta es inapropiada ya que su resistencia o carga para un deportista es baja. De este modo, se decidió utilizar cambios progresivos en las series de entrenamiento aumentando la dificultad para así alcanzar los requerimientos de esfuerzo de los deportistas.

En segundo lugar, el instrumento ideal para la medición precisa de PIM y PEM es el manómetro digital, por su precisión y capacidad de medir rangos superiores de presión. Sin embargo, el costo del equipamiento impidió utilizar dicha herramienta en este estudio. Esto implicó que, al utilizar un manómetro aneroide, la muestra de este estudio alcanzó fácilmente los valores máximos que puede medir el instrumento.

En tercer lugar, debido a la contingencia a nivel país en las últimas semanas de la investigación, se presentaron alteraciones en la rutina de entrenamiento deportivo de los participantes de este estudio, al verse cerrados los centros donde realizan estas actividades. Esto implicó una interrupción de 3 semanas de su entrenamiento de rutina, aunque el entrenamiento de musculatura respiratoria se mantuvo. La situación fue igual tanto para el grupo control como para el de estudio.

El efecto de mejorar el rendimiento deportivo podría también haber sido influenciado por el período dentro de la planificación del entrenamiento en agua, la duración o la intensidad de éste. Cabe destacar que el régimen de

entrenamiento era para todos los nadadores el mismo. Otros factores influyentes en los resultados pueden ser el hecho de que el seguimiento a los participantes durante la intervención, fue de manera telefónica y no presencial del terapeuta como hubiese sido lo más apropiado para controlar de manera directa la ejecución del entrenamiento, tanto en series como en técnica.

En cuanto a la forma de medir el consumo de oxígeno, la utilizada en el presente estudio no fue la precisa para un grupo de deportistas de nivel competitivo. En una muestra como esta, se debe medir el consumo máximo de oxígeno de forma directa, objetiva y verás con una espirometría durante una prueba de esfuerzo, pero velando por la comodidad para los participantes de este estudio se decidió estimar el consumo de oxígeno de una forma indirecta que se caracteriza por ser una alternativa de fácil acceso, aplicación, bajo costo, menores requerimientos procedimentales y disponibilidad de tiempo para su realización, específicamente el test de Cooper fue la elección debido a sus baja exigencia y sencilla ejecución.

A pesar de lo anteriormente descrito, se encontraron diferencias significativas en el consumo de oxígeno en los deportistas que se sometieron al entrenamiento. Estos resultados pueden ayudar a los entrenadores y a los competidores a comprender mejor cómo los distintos componentes de carga de entrenamiento interactúan para mejorar el rendimiento, considerando que el entrenamiento con válvula de carga umbral o cualquier entrenamiento en el que se priorice trabajar con series progresivas ha de concluir, principalmente, a una mejora en el rendimiento aeróbico.

Como futuras proyecciones para esta investigación, es recomendable tener en cuenta el uso del instrumento PowerBreathe, el cual está destinado al entrenamiento de la musculatura inspiratoria en deportistas, de esta manera la carga que se le brindaría al entrenamiento de cada nadador sería mucho más alta, además el uso de un manómetro digital sería de gran utilidad para este estudio, debido a que otorga mediciones no invasivas de la musculatura

respiratoria, permitiendo entregar valores mucho más específicos y detallados de los valores máximos de PIM y PEM que podría llegar a obtener cada nadador.

6. CONCLUSIONES

Según el análisis de los resultados, se rechaza la hipótesis del investigador (H1), ya que, no hubo cambios favorables en el rendimiento deportivo en cuanto a las pruebas de 200 y 800 metros posterior a el entrenamiento con válvula de carga umbral. Sin embargo, no podemos pasar por alto los cambios significativos que se evidenciaron en el grupo de intervención en cuanto al consumo de oxígeno posterior al entrenamiento, lo que expone que se debe estudiar de manera más individualizada el comportamiento de esta variable en relación al entrenamiento de la musculatura respiratoria con instrumentos accesibles y de sencillo uso para los deportistas de nivel competitivo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aliverti A. (2016). Physiology masterclass: The respiratory muscles during exercise. *Breathe*; 12: 165-168.
- Alves, LA & Brunetto, AF. (2006). Adaptação do Threshold® IMT para teste de resistência dos músculos inspiratórios. *Revista Brasileira De Fisioterapia*, 10(1), 105-112.
- Aspenes, S. T., & Karlsen, T. (2012). Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Medicine*, 42(6), 527-543.
- Bandyopadhyay, A. (2015). Validity of Cooper's 12-minute run test for estimation of maximum oxygen uptake in male university students. *Biology of sport*, 32(1), 59.
- Barbalho-Moulim, M. C., Miguel, G. P. S., Forti, E. M. P., Campos, F. D. A., & Costa, D. (2011). Effects of preoperative inspiratory muscle training in obese women undergoing open bariatric surgery: respiratory muscle strength, lung volumes, and diaphragmatic excursion. *Clinics*, 66(10), 1721-1727.
- Bazan, N. (2014). Consumo de oxígeno, definición y características. *ISDe Sports Magazine*, 6(20).
- Belman, M.J., & Sieck, GBezerra, E. L., Neto, E. O. C., Galatti, L. R., Rodrigues, A. L., & Lopes, C. R. (2013). Catálogo de testes para jovens jogadores de futebol: análise da avaliação subjetiva e perspectivas para o acompanhamento em longo prazo. *RBFF-Revista Brasileira De Futsal e Futebol*, 5(16), 111-121.
- Black, L. F., & Hyatt, R. E. (1969). Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *American review of respiratory disease*, 99(5), 696-702.
- Bovard, J. M., Welch, J. F., Houghton, K. M., McKenzie, D. C., Potts, J. E., & Sheel, A. W. (2018). Does competitive swimming affect lung growth?. *Physiological reports*, 6(15), e13816.
- Bravo Acosta, T., Alonso Díaz, P. L., del Valle Alonso, O., Jané Lara, A., López Bueno, Y., & Hernández Tápanes, S. (2005). Entrenamiento de los músculos respiratorios. *Revista Cubana De Medicina Militar*, 34(1), 0-0.

- Cerezo, J., & García, G. B. (2004). Influencia del peso y la temperatura sobre el consumo de oxígeno de rutina del denton común (*Dentexdentex* Linnaeus 1758). *Aquatic*, 2(21), 16-23.
- Chatard, J. C., & Mujika, I. (1999). Training load and performance in swimming. *Biomechanics and medicine in swimming VIII*, 429-434.
- Colantonio, E., Barros, R. V., & Kiss, M. A. P. D. M. (2003). Oxygen uptake during Wingate tests for arms and legs in swimmers and water polo players. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 9(3), 141-144.
- Das, B. (2013). Estimation of maximum oxygen uptake by evaluating cooper 12-min run test in female students of West Bengal, India. *Journal Of Human Sport And Exercise*, 8(4), 1008-1014.
- Davies, R. D., Parent, E. C., Steinback, C. D., & Kennedy, M. D. (2018). The effect of different training loads on the Lung Health of Competitive Youth Swimmers. *International Journal Of Exercise Science*, 11(6), 999.
- De la Fuente Caynzos, B., & Cienfuegos, J. A. (2016). Control del entrenamiento técnico de nadadores del equipo nacional. In *Swimming Science II* (pp. 94-102). Granada, España: Editorial Universidad de Granada.
- Dempsey, J.A., Romer, L., Rodman, J., Miller, J., & Smith, C. (2006). Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. *Respiratory physiology & neurobiology*, 151(2-3), 242-250.
- De Troyer, A., & Boriek, A. M. (2011). Mechanics of the respiratory muscles. *Comprehensive Physiology*, 1(3), 1273-1300.
- Espinoza-Salinas, A., Arenas-Sánchez, G., Fernández-García, R., Ravanales-Astudillo, O., González-Jurado, J., & Zafra-Santos, E. (2019). Efecto del entrenamiento de la musculatura inspiratoria con válvula umbral sobre la capacidad funcional en mujeres físicamente activas mayores de 60 años. *Universidad y Salud*, 21(2), 119-126.
- European, R. S., & American Thoracic Society. (2002). ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *American Journal Of Respiratory And Critical Care Medicine*, 166(4), 518.
- Fernández-Rodríguez, J. A., Ramos, H. S., Santamaría, O. M., & Ramos-Bermúdez, S. (2018). Relación entre consumo de oxígeno, porcentaje de grasa e índice de masa corporal en universitarios. *Hacia la Promoción de la Salud*, 23(2), 79-89.
- Fregonezi, G., Azevedo, I., Araujo, T., Dias, F., & Resqueti, V. (2009). Adaptation of the Threshold IMT® with double spring load allows higher inspiratory

pressure for muscle training. *Clinical physiology and functional imaging*, 29(6), 462-464.

González, J. L., Pardal, C. V., Santos, J. F., Muñoz, A. A., Sepúlveda, J. C., & de los Monteros, R. G. E. (2012). Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento. Revisión bibliográfica. *Revista Andaluza De Medicina Del Deporte*, 5(4), 163-170.

Gutiérrez, M., Beroíza, T., Cartagena, C., Caviedes, I., Céspedes, J., Gutiérrez, M., Schonfeldt, P. (2008). Prueba de caminata de seis minutos. *Revista Chilena De Enfermedades Respiratorias*, 25(1), 15-24.

Hulzebos, E., Takken, T., Reijneveld, E. A., Mulder, M. M., & Bongers, B. C. (2018). Reference values for respiratory muscle strength in children and adolescents. *Respiration*, 95(4), 235-243.

Kaneko, H., & Suzuki, A. (2017). Effect of chest and abdominal wall mobility and respiratory muscle strength on forced vital capacity in older adults. *Respiratory physiology & neurobiology*, 246, 47-52.

Léger, L., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict. *European Journal Of Applied Physiology*, 49, 1-12.

Lavin, K. M., Guenette, J. A., Smoliga, J. M., & Zavorsky, G. S. (2015). Controlled-frequency breath swimming improves swimming performance and running economy. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 25(1), 16-24.

Martínez López, E. J. (2004). Aplicación de la prueba Cooper, course Navette y test de Ruffier: resultados y análisis estadístico en educación secundaria. *Revista Internacional De Medicina y Ciencias De La Actividad Física y El Deporte*, 4(15), 163-182.

Masson Palacios, M. I. (2013). Evaluación del fortalecimiento diafragmático con ejercicios respiratorios en nadadores de la selección de Pichincha de abril a junio del 2013 (Bachelor's thesis), Pontificia Universidad Católica, Quito, Ecuador.

Mora-Romero, U. D. J., Gochicoa-Rangel, L., Guerrero-Zúñiga, S., Cid-Juárez, S., Silva-Cerón, M., Salas-Escamilla, I., & Torre-Bouscoulet, L. (2014). Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento. *Neumología y cirugía de tórax*, 73(4), 247-253.

Nichols, A. W. (2015). Medical care of the aquatics athlete. *Current sports medicine reports*, 14(5), 389-396.

- Orozco-Levi, M., Navarro, E. M., & Ramírez-Sarmiento, A. L. (2010). Entrenamiento de los músculos respiratorios: ¿sí o no?. *Rehabilitación*, 44(2), 167-176.
- Palomino-Martín, A., González-Martel, V., Quiroga-Escudero, M. E., & Ortega-Santana, F. (2015). Efectos del entrenamiento de natación sobre la asimetría corporal en adolescentes. *International Journal Of Morphology*, 33(2), 507-513.
- Pinheiro, G & Saldías, F. (2011). Entrenamiento muscular inspiratorio en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Revista Chilena De Enfermedades Respiratorias*, 27(2), 116-123.
- Pinho, R. W., Braz, T. V., de Assis Cruz, W., dos Santos, A. B., Ribeiro, C., Germano, M. D., & Lopes, C. R. (2015). Efeito da magnitude de carga interna de treinamento sobre o VO₂MÁX de mulheres adultas. *Revista Brasileira De Ciência e Movimento*, 24(1), 43-51.
- Pla, R., Le Meur, Y., Aubry, A., Toussaint, J. F., & Hellard, P. (2018). Effects of a 6-Week Period of Polarized or Threshold Training on Performance and Fatigue in Elite Swimmers. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, 14(2), 183-189.
- Ramírez Lechuga, J., Muros Molina, J. J., Morente Sánchez, J., Sánchez Muñoz, C., Femia Marzo, P., & Zabala Díaz, M. (2012). Efecto de un programa de entrenamiento aeróbico de 8 semanas durante las clases de educación física en adolescentes. *Nutrición hospitalaria*, 27(3), 747-754.
- Reyes Morocho, A. V. (2017). Aplicación de un protocolo de fortalecimiento de músculos respiratorios con válvula Threshold® vs ejercicios diafragmáticos (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2017).
- Rodriguez, I., Alarcon, M., Gutierrez, C., Hermosilla, P., Contreras, T., & Báez, C. (2014). Efecto del entrenamiento de músculos abdominales sobre la función respiratoria en adolescentes sanos: Estudio piloto. *Revista Chilena De Enfermedades Respiratorias*, 30(4), 203-211.
- Romer, L. M., McConnell, A. K., & Jones, D. A. (2002). Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *Journal Of Sports Sciences*, 20(7), 547-590.
- Sanchez, F., Araújo, C., De Souza, M., Demósthene, J., Brosina, E., & Lins, R. (2018). Predictive equations for respiratory muscle strength by anthropometric variables. *The Clinical Respiratory Journal*, 12(7), 2292-2299.

- Sarro, K. J., Silvatti, A. P., & Barros, R. M. (2008). Coordination between ribs motion and thoracoabdominal volumes in swimmers during respiratory maneuvers. *Journal Of Sports Science & Medicine*, 7(2), 195 - 200.
- Saavedra, J. M., Escalante, Y., & Rodríguez, F. A. (2003). La evolución de la natación. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 7, 66.
- Sieck, G. C., Ferreira, L. F., Reid, M. B., & Mantilla, C. B. (2011). Mechanical properties of respiratory muscles. *Comprehensive Physiology*, 3(4), 1533-1567.
- Sousa, A., Figueiredo, P., Pendergast, D., Kjendlie, P. L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2014). Critical evaluation of oxygen-uptake assessment in swimming. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, 9(2), 190-202.
- Stanula, A., Maszczyk, A. Rocznik, R., Pietraszewski, P., Ostrowski, A., Zajac, A., & Strzala, M. (2012). The development and prediction of athletic performance in freestyle swimming. *Journal Of Human Kinetics*, 32, 97-107.
- Teixeira, I. P., Smirmaul, B. P., & Bertucci, D. R. (2014). ¿El VO2max que Medimos es Realmente Máximo?. *PubliCE Standard*.
- Torres Santibáñez, C., Parada Alarcón, R., Medina González, P., Escobar Cabello, M., Escobar Inostroza, J., & Muñoz Cofré, R. (2017). Morfometría torácica de nadadores y su relación con la función pulmonar. *International Journal Of Morphology*, 35(3), 845-851.
- Vašíčková, J., Neumannová, K., & Svozil, Z. (2017). The effect of respiratory muscle training on fin-swimmers' performance. *Journal Of Sports Science & Medicine*, 16(4), 521-526.

8. ANEXOS

8.1 Anexo I: Instrumentos de medición o de recolección de datos

Hoja de registro de datos:

- Información General

Nombre paciente	
Fecha nacimiento	
Edad	
Rut	
Sexo	
Peso	
Talla	
Fármacos	
Antecedentes Mórbitos	
Actividad física complementaria	
Hace cuanto años hace natación	
Consentimiento informado	

Criterios inclusión	de	
------------------------	----	--

- Mediciones

Fechas/ Parámetros	PIM	PEM	VO2	200 crol	800 crol
Inicial					
Post semanas 8					

8.2 Anexo II: Protocolo y realización entrenamiento

Protocolo de entrenamiento muscular inspiratorio con válvula Threshold® IMT

1. Dos sesiones diarias 30 respiraciones desde volumen residual hasta inspiración máxima, mantener por 5 segundos y luego exhalar.
2. Dos series, con pausa de dos minutos entre cada serie.
3. Cada 2 semanas se agregará una serie al entrenamiento.

Instrucciones de uso

1. Posición sedente con pies apoyados en suelo y espalda en respaldo.
2. Gire el botón de control para alinear el borde rojo del indicador de presión indicada por las tesistas.
3. Acople firmemente la boquilla.
4. Póngase la pinza en la nariz y respire por la boca.
5. Cierre completamente los labios alrededor de la boquilla y aspire profundamente.
6. Cuando el aire circula por el dispositivo, la válvula está abierta.
7. Continúe aspirando y espirando sin retirar el dispositivo de la boca.
8. Inicialmente, limite su entrenamiento al protocolo entregado por las tesistas.
9. Intente realizar siempre el entrenamiento a la misma hora, durante los siete días de la semana.

IMPORTANTE:

El entrenamiento debe ser sistemático y continuado. Anote las lecturas en la agenda de seguimiento del entrenamiento.

VARIABLE/SEMANAS	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
Frecuencia	2 diario	2 diario	2diario	2diario	2diario	2diario	2diario	2diario
Series	2	2	3	3	4	4	5	5
Repeticiones	30	30	30	30	30	30	30	30
Descanso	2 min.	2 min.	2min.	2 min.				

8.3 Anexo III: Carta de Información al participante y Consentimiento Informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del estudio: Efectos de entrenamiento con válvula de carga umbral en rendimiento deportivo de nadadores profesionales master

Centro Colaborador: Club de natación master Smart Swim Team

Investigador responsable: Klga Sandra Bittner.

Unidad Académica: Escuela de Kinesiología, Universidad Finis Terrae.

1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar de esta investigación y autorizar el uso de información personal con fines investigativos. Lea cuidadosamente este documento, puede hacer todas las preguntas que necesite a los investigadores y tomarse el tiempo necesario para decidir.

El objetivo de este estudio es determinar si un entrenamiento con válvula de carga umbral puede lograr algún efecto en el rendimiento deportivo de un nadador de nivel competitivo

Hemos decidido invitarlo a usted a participar de nuestro estudio, ya que sus condiciones son las óptimas para poder someterse a esta intervención, debido a que usted cumple con las características requeridas dentro de los criterios de inclusión, los cuales son:

- Nadadores del club Smart Swim Team.
- Edad entre 20 y 40 años.
- Que tengan una frecuencia de entrenamiento mínimo de 3 veces a la semana.

2. PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA

En cuanto a la metodología a realizarse en nuestra investigación, comenzará con la recopilación de los participantes del estudio para así, de manera aleatoria, definir a qué personas se les realizará un entrenamiento y qué personas formarán parte del grupo de control el cual solo se le realizarán las mediciones iniciales y finales, pero continuarán con su entrenamiento de natación mensual regularmente.

Si usted accede a participar de este estudio, se le citará un día a la piscina del centro acuático del estadio nacional donde se realizarán mediciones de parámetros de fuerza muscular respiratoria como presión inspiratoria máxima (PIM), presión espiratoria máxima (PEM) mediante pimometría, VO₂max mediante Test de Cooper y tiempo cronometrado en pruebas de 200 y 800 mts crol. Además, en caso de formar parte del grupo de intervención, se hará entrega de un instrumento que deberá utilizar para el entrenamiento; una válvula de carga umbral Threshold® IMT de uso personal.

Se le explicará de manera detallada el entrenamiento que deberá seguir durante 8 semanas, entrenamiento que consistirá en dos sesiones diarias de treinta respiraciones, dosificada en dos series, con una pausa de dos minutos entre cada serie, y que cada dos semanas se irá agregando una serie al entrenamiento.

3. BENEFICIOS

Usted puede verse beneficiado mediante el entrenamiento de la musculatura respiratoria con válvula de carga umbral en el aumento de la fuerza muscular respiratoria, aumento de la capacidad y tolerancia al ejercicio.

4. RIESGOS

Por otra parte, cabe mencionar que el entrenamiento con válvula de carga umbral no presenta riesgos en la salud del participante.

5. VOLUNTARIEDAD

Su participación en este estudio es completamente voluntaria, usted tiene todo el derecho de no aceptar ser parte de este, o retirar su consentimiento y, por ende, su participación de esta investigación cuando usted estime conveniente.

6. CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

Será preservada la confidencialidad de su identidad, y se usarán los datos obtenidos con propósitos universitarios, codificando la información y manteniéndola en archivos seguros. Solo los investigadores de este proyecto tendrán acceso a esta información. En ningún caso se identificarán personas individuales.

7. COSTOS

No hay costos para el nadador participante del estudio.

8. PREGUNTAS

Cualquier consulta que tenga con respecto a esta investigación, siéntase libre de contactar a alguno de los investigadores responsables del estudio: Srta. Catalina Morris Novoa (+56971407880/ cmorrisn@uft.edu), Srta. Mariana Guzmán Sánchez (mguzmans@uft.edu), o a Klga. Sandra Bittner (sbittner@uft.cl)

9. DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

Se me ha explicado el propósito de esta investigación, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten y que me puedo retirar de ella en el momento que lo desee.

- He leído y discutido la descripción de la investigación con el investigador. He tenido la oportunidad de hacer preguntas acerca del propósito y procedimientos en relación con el estudio.
- Mi participación en esta investigación es voluntaria, sin ser forzado/forzada a hacerlo.
- Se me ha informado que tengo el derecho a reevaluar mi participación en esta investigación según mi parecer y en cualquier momento que lo desee, es decir, puedo negarme a participar o renunciar a participar en cualquier momento sin perjuicio para mi futuro estatus como miembro del club Smart Swim Team.
- El investigador puede eliminarme de la investigación bajo su discreción profesional.
- Cualquier información derivada del proyecto de investigación que me identifique personalmente no será voluntariamente publicada o revelada sin mi consentimiento particular.
- Se me comunicará de toda nueva información relacionada con el estudio que surja durante la investigación y que pueda tener importancia directa para mí.
- Yo autorizo al investigador responsable y sus colaboradores el uso de material humano de mi propiedad si el estudio lo amerita.
- Recibo una copia del presente consentimiento informado.
- Mi firma significa que estoy de acuerdo con participar en este estudio.

10.FIRMAS

Participante: nombre, firma y fecha

Nombre: _____

Rut: _____

Fecha: _____

Firma: _____

Investigador: nombre, firma y fecha

Nombre: _____

Rut: _____

Fecha: _____

Firma: _____

Director de la Institución o su delegado: nombre, firma y fecha

Nombre: _____

Rut: _____

Fecha: _____

Firma: _____

8.4 Anexo IV: Carta GANTT

ACTIVIDAD MES	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Revisión de literatura														
Seleccionar variables y evaluaciones														
Realizar metodología														
Comprar materiales														
Captar sujetos														
Recolección de datos														
Selección final sujetos														
Distribución sujetos en grupos aleatorios														
Medición de parámetros iniciales														
Aplicación de intervención														
Medición de parámetros post intervención														
Análisis de datos														

8.5 Anexo V. Tabla de ecuaciones Black/Hyatt.

	Mujer	Hombre
PIM, cmH ₂ O	104-(0.51 x edad)	143-(0.55 x edad)
PEM, cmH ₂ O	170-(0.53 x edad)	268-(1.03 x edad)

Tabla 2.3. Ecuaciones de referencia de Black/Hyatt

Fuente: Black y Hyatt

8.6 Anexo VI. Tablas Test de Cooper.

Tabla del Test de Cooper para hombres

Edad	Menos de 30 años	De 30 a 39 años	De 40 a 49 años	50 años o más
Muy Mala	Menos de 1600 metros	Menos de 1500 metros	Menos de 1400 metros	Menos de 1300 metros
Mala	De 1600 a 2199 metros	De 1500 a 1899 metros	De 1400 a 1699 metros	De 1300 a 1599 metros
Regular	De 2200 a 2399 metros	De 1900 a 2299 metros	De 1700 a 2099 metros	De 1600 a 1999 metros
Buena	De 2400 a 2800 metros	De 2300 a 2700 metros	De 2100 a 2500 metros	De 2000 a 2400 metros
Muy buena	Más de 2800 metros	Más de 2700 metros	Más de 2500 metros	Más de 2400 metros

Si se diese el caso de ser capaz de completar 3 km (concretamente más de 2,8 kilómetros) en los 12 minutos que nos da el test, la calificación sería de "excelente".

Tabla del Test de Cooper para mujeres

Edad	Menos de 30 años	De 30 a 39 años	De 40 a 49 años	50 años o más
Muy Mala	Menos de 1500 metros	Menos de 1400 metros	Menos de 1200 metros	Menos de 1100 metros
Mala	De 1500 a 1799 metros	De 1400 a 1699 metros	De 1200 a 1499 metros	De 1100 a 1399 metros
Regular	De 1800 a 2199 metros	De 1700 a 1999 metros	De 1500 a 1899 metros	De 1400 a 1699 metros
Buena	De 2200 a 2700 metros	De 2000 a 2500 metros	De 1900 a 2300 metros	De 1700 a 2200 metros
Muy buena	Más de 2700 metros	Más de 2500 metros	Más de 2300 metros	Más de 2200 metros