

# EFFECTS OF 20 WEEKS OF UTILIZATION OF TRAINING MASKS IN ALTITUDE DURING A FUNCTIONAL TRAINING PROGRAM

ANDRÉS PARODI

Instituto Superior de Educación Física, UDELAR  
Contacto: andresparodi2005@yahoo.com  
ORCID: 0000-0003-3498-352X

ÁLVARO CAPPuccio

Instituto Superior de Educación Física, UDELAR.  
Contacto: profepinocho@hotmail.com  
ORCID: 0000-0002-0070-3510

CARLOS MAGALLANES

Instituto Superior de Educación Física, UDELAR  
Contacto: camagallanes@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-9506-6947

Recibido: 08/01/2020

Aprobado: 19/11/2020

DOI: 10.28997/ruefd.v0i13.4

## Resumen

Las *Elevation Training Mask 2.0* (ETM®) fueron diseñadas para emular el entrenamiento en altura. Se investigó el efecto de su empleo sobre composición corporal,  $VO_2$  máx y potencia de salto. Veintidós adultos saludables fueron separados en grupo experimental (EXP; n=10) y control (CON; n=12). Todos completaron 20 semanas de un programa de *fitness*. Sólo EXP usó ETM®. Se evaluó antropometría, test de Course Navette y *Squat Jump*. No se encontraron diferencias en composición corporal ni potencia de salto. Únicamente en EXP el incremento en  $VO_2$  máx fue significativo. El entrenamiento con ETM® parece fomentar el aumento del  $VO_2$  máx, sin ventajas para mejorar potencia de salto ni composición corporal.

**Palabras clave:** Máscaras de entrenamiento en altura. Hipoxia. Composición Corporal. Consumo Máximo de Oxígeno. Potencia de salto.

## EFFECTS OF 20 WEEKS OF A FITNESS-ORIENTED TRAINING PROGRAM WITH HYPOXIA MASK

### Abstract

The *Elevation Training Mask 2.0* (ETM®) was designed to emulate altitude training. The effect of ETM® use on body composition,  $VO_2$ max and jump power was investigated. Twenty-two healthy adults were separated into an experimental (EXP; n = 10) and a control group (CON; n = 12). All completed 20 weeks of a fitness-oriented program. Only EXP used ETM®. All subjects were evaluated on body composition, Course Navette test and Squat Jump test. No differences were found between both groups in body composition or jump power. There was an increase in  $VO_2$ max of EXP. Training with ETM® seems to stimulate the increase in  $VO_2$ max, with no advantage in improving jump power or body composition.



**Key words:** Elevation Training Mask. Hypoxia. Body Composition. Maximum Oxygen Consumption. Jump Power.

## INTRODUCCIÓN

Diferentes protocolos de entrenamiento en altitud han sido utilizados con la expectativa de mejorar el rendimiento no solo en altura sino también a nivel del mar (Dick, 1992), aunque la eficacia de estos protocolos permanece controversial. Actualmente, el entrenamiento en altura “real” para sujetos que residen a nivel del mar, o la utilización de dispositivos tecnológicamente complejos para simular las condiciones imperantes en dicha altura implican un costo excesivamente elevado para la mayoría de los deportistas.

Considerando su practicidad y relativo bajo costo, las Máscaras de Entrenamiento en Altura (*Elevation Training Mask*, ETM®) podrían constituir, de cumplirse lo afirmado por sus fabricantes, una alternativa válida para conseguir los beneficios del entrenamiento en condiciones de hipoxia, tanto para deportistas como para sujetos que entrenan con objetivo de salud y *fitness*. Este dispositivo, fabricado de neopreno y silicona, cubre completamente la boca y nariz del sujeto, restringiendo la entrada y la salida de aire, simulando condiciones de altura que van desde 3000 pies (914m) hasta 18000 pies (5486m) sobre el nivel del mar, con incrementos graduales de 3000 pies.

No existe consenso sobre los eventuales beneficios que el uso de estas máscaras pudiera otorgar ya sea para la salud o el rendimiento (Romero-Arenas, López-Pérez, Colomer-Poveda, & Márquez, 2019; Warren, Spaniol, & Bonnette, 2017). Además de la discrepancia de los hallazgos, gran parte de los trabajos publicados refieren a las respuestas fisiológicas agudas provocadas por el uso de estos dispositivos (Andre et al., 2018; Barbieri, 2017; Granados, Gillum, Castillo, Christmas, & Kuennen, 2016; Granados, Jansen,

Harton, Gillum, & Kuennen, 2014; Hess, 2017; Jagim, Camic, Jones, & Oliver, 2017; Jung, Lee, John, & Lee, 2019; Maspero & Smith, 2016; Motoyama, Joel, Pereira, Esteves, & Azevedo, 2016; Öncen & Pinar, 2018; Ott, Joyce, & Hillman, 2019; Romero-Arenas et al., 2019; Teodoro, 2017; Teodoro et al., 2019), y los estudios que han investigado las adaptaciones luego de un período de entrenamiento se han limitado a intervenciones de seis semanas (Bellovary et al., 2019; Biggs, England, & Turcotte, 2017; Hultquist et al., 2018; Maher & Figueroa, 2016; Porcari et al., 2016; Probst, 2015; Segizbaeva & Aleksandrova, 2018b; Sellers, Monaghan, Schnaiter, Jacobson, & Pope, 2016), siete semanas (Warren et al., 2017), ocho semanas (Abdelkader, 2018), diez semanas (Sagaste, 2018) o 12 semanas (Segizbaeva & Aleksandrova, 2018a), pero ninguno ha alcanzado las 20 semanas como en el presente estudio. Por último, no hemos encontrado ningún trabajo que refiera el empleo de ETM® en sujetos que asisten a clases de Entrenamiento Funcional.

En función de las discrepancias y limitaciones que existen actualmente en la literatura en relación a esta temática, el propósito del presente estudio fue determinar el efecto de 20 semanas de uso de ETM® sobre la composición corporal, potencia de miembros inferiores y resistencia cardiorrespiratoria en adultos no deportistas que asisten a un programa de Entrenamiento Funcional orientado al *fitness*. Como objetivo secundario nos propusimos evaluar la viabilidad práctica del empleo de ETM® en dicha población y durante el período, considerablemente largo, de esta intervención.



## MATERIAL Y MÉTODOS

### Sujetos

Los participantes fueron adultos saludables que asisten a clases de Entrenamiento Funcional en un club polideportivo de la ciudad de Montevideo. Los mismos fueron informados oralmente de las características y objetivos de esta investigación, y aquellos que aceptaron formar parte de la misma y cumplían los criterios de inclusión fueron seleccionados.

Criterios de inclusión: i) ser mayor de 18 años; ii) haber asistido en forma regular a clases de entrenamiento funcional al menos desde 4 semanas antes del comienzo de la intervención; iii) no tener patología, presunta o diagnosticada, que pueda ser negativamente afectada por el entrenamiento en hipoxia, o que pueda incidir sobre el rendimiento físico; iv) no tomar, durante el tiempo que dure la intervención, ningún tipo de fármaco que pueda incidir sobre el rendimiento físico; v) no haber utilizado ETM® al menos por un año antes de la intervención; vi) haber asistido y completado como mínimo 75% de las sesiones de entrenamiento durante la intervención.

De los sujetos seleccionados, 13 decidieron voluntariamente ser parte del grupo experimental; el resto formó parte del grupo control. En el primer grupo, luego de tres sesiones, una mujer refirió no soportar el discomfort generado por el empleo de ETM® y fue incorporada dentro del grupo control. Otros dos sujetos dejaron de asistir debido a dificultades de horarios, y no fueron considerados dentro de este trabajo.

El grupo experimental estuvo compuesto por 10 sujetos (6 hombres, 4 mujeres), con edad promedio de  $33,9 \pm 12,9$  años e IMC promedio de  $24,9 \pm 3,1$  kg/m<sup>2</sup> al comienzo del programa. Ninguno de los participantes de este grupo tenía experiencia previa con el uso de ETM®.

El grupo control estuvo compuesto por 12 sujetos (4 hombres, 8 mujeres) con edad promedio de  $33,8 \pm 9,9$  años e IMC promedio de  $24,0 \pm 3,5$  kg/m<sup>2</sup> al comienzo del programa.

Todos los participantes completaron el *screening* preparticipativo PAR-Q & you (Rev. 2002), según recomendación del ACSM (2012), el cual fue negativo en todos los casos. El mismo se eligió por ser uno de los más utilizados a nivel mundial, siendo seguro, sensible y efectivo para detectar posibles contraindicaciones a la práctica de ejercicio físico (Goodman, Thomas, & Burr, 2011; Moreno-Collazos, Segura-Orti, & Cruz-Bermúdez, 2017; Nieman, 2007; Warburton, Jamnik, Bredin, & Gledhill, 2011). Ningún sujeto era fumador, o había abandonado el hábito tabáquico al menos un mes antes del comienzo de la intervención.

La investigación se llevó a cabo respetando los principios éticos establecidos en la declaración de Helsinki (Rev. 2008) (Mazzanti, 2011). Adicionalmente, se requirió que los sujetos leyeran y firmaran un consentimiento informado.

### Instrumentos de Medición y Técnicas

Para la determinación de la masa muscular y adiposa se utilizó el método antropométrico de Kerr y Ross (1988) considerando que, a diferencia de otros, se validó con análisis de cadáveres lo cual le otorga una validez superior (Cappa, 2012). De los 5 compartimentos en los que se fracciona la masa corporal en este método, sólo fueron considerados el % de masa adiposa y el % de masa muscular, por ser los que sufren mayores modificaciones consecuentes al entrenamiento físico.

Para la medición de pliegues cutáneos y perímetros se utilizó plicómetro Harpenden y cinta antropométrica Lufkin Executive Thinline W606PM, respectivamente. La masa corporal se determinó mediante balanza digital (GA.MA. Profesional) y la altura mediante estadiómetro SECA



213. En todos los casos se siguió la metodología establecida por ISAK (2016). Todas las medidas fueron tomadas por el mismo antropometrista, certificado por ISAK nivel III.

Para la determinación de la potencia de miembros inferiores se utilizó el test de *Squat Jump* según protocolo descrito por Carmelo Bosco (2000). La altura del salto se midió mediante una alfombra de contacto *Axon Jump 2.01* modelo S y el software correspondiente al producto. Se determinó la potencia máxima de salto utilizando la fórmula descrita por Harman, Rosenstein, Frikman, Rosenstein y Kraemer (1991): "Potencia máxima =  $61,9 \times \text{altura de salto (cm)} + 36,0 \times \text{masa corporal (kg)} + 1,822$ ".

El  $\text{VO}_2\text{máx}$  se estimó de manera indirecta a través del test de Course Navette. Se utilizó un test de campo predictivo debido a su fácil aplicación, bajo costo y posibilidad de testear varios sujetos al mismo tiempo. De los test revisados en la literatura científica, se eligió éste por ser uno de los más utilizados a nivel mundial para estimar el  $\text{VO}_2\text{máx}$ , con una alta correlación con los valores medidos en tapiz rodante y en cicloergómetro (García & Sechi, 2014; Jódar Montoro, 2003; Léger & Gadoury, 1989; Léger, Mercier, Gadoury, & Lambert, 1988). La fórmula utilizada para estimar el  $\text{VO}_2\text{máx}$  fue la sugerida y validada por Léger y Gadoury para hombres y mujeres mayores de 19 años:  $\text{VO}_2\text{máx (ml/kg.min)} = 6 \times \text{Velocidad (del último estadio completo)} - 27,4$ " (García & Sechi, 2014; Léger et al., 1988).

### Procedimientos

#### *a) Registro de las variables a estudiar*

La semana previa al comienzo de la intervención, se realizó a todos los participantes las siguientes evaluaciones: i) Antropometría; ii) Test de Course Navette; iii) Test de *Squat Jump*. Para este último test, los sujetos efectuaron tres intentos con un mínimo de dos minutos de pausa entre los mismos y se registró el valor del salto mayor.

Estas mismas evaluaciones se repitieron la semana posterior a la finalización de la intervención.

#### *b) Características de las sesiones de entrenamiento*

Las sesiones de entrenamiento tuvieron una frecuencia de tres veces a la semana (lunes, miércoles y viernes) con una duración de una hora, en gimnasio cerrado. La estructura básica de cada sesión fue la siguiente:

- i) Acondicionamiento físico inicial, consistente en movilidad articular, ejercicio aeróbico de baja intensidad y estiramientos dinámicos y estáticos breves. Duración aproximada: 10 minutos.
- ii) Ejercicio intermitente neuromuscular, realizado en circuito, incluyendo ejercicios de empuje, tracción y rotación, saltos, ejercicios de fortalecimiento de CORE (muskulatura estabilizadora lumbopélvica) y ejercicios de estabilidad de tren superior y de tren inferior. Duración aproximada: 20 minutos.
- iii) Bloques de ejercicio intermitente metabólico. Duración aproximada: 20 minutos.
- iv) Vuelta a la calma, consistente en elongación de los grupos musculares principalmente solicitados.

#### *c) Intervención experimental*

Los sujetos del grupo experimental utilizaron ETM® durante ciertas partes de la sesión y a alturas simuladas preestablecidas, según se explica más adelante. El grupo control realizó el mismo entrenamiento, pero sin utilizar ETM®. Se les solicitó a los participantes que mantuvieran su alimentación y actividad física diaria habitual durante el tiempo que duró la intervención.

Ninguno de los sujetos tenía experiencia previa en el uso de estas máscaras, y su implementación se realizó en forma progresiva, utilizándola en los períodos que detallamos:



- i) Semana 1: Acondicionamiento inicial, altura simulada 3000 pies.
- ii) Semanas 2: Acondicionamiento inicial y 1er vuelta al circuito, altura simulada 3000 pies.
- iii) Semanas 3 - 5: 3 vueltas al circuito, altura simulada 3000 pies.
- iv) Semanas 6 - 8: bloque de Ejercicio Metabólico Intermitente, altura simulada 3000 pies.
- v) Semanas 9 y 10: bloque de Ejercicio Metabólico Intermitente, altura simulada 6000 pies.
- vi) Semanas 11: tres vueltas al circuito, altura simulada 6000 pies.
- vii) Semanas 12-14: bloque de Ejercicio Metabólico Intermitente, altura simulada 9000 pies.
- viii) Semanas 12-14: bloque de Ejercicio Metabólico Intermitente, altura simulada 9000 pies.
- ix) Semanas 15-20: bloque de Ejercicio Metabólico Intermitente, altura simulada 12000 pies.

#### d) Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo básico de los datos obtenidos, expresados como media  $\pm$  desviación estándar.

Luego de aplicar la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar distribución normal, los datos de las evaluaciones previas a la intervención experimental fueron, para cada grupo, sometidos a prueba *t de Student* para datos independientes, con la finalidad de corroborar que ambos grupos tuvieran características similares al comienzo del estudio experimental.

Los datos de las evaluaciones previas y posteriores a la intervención fueron, para cada grupo y luego de verificar normalidad a través de la prueba de Shapiro-Wilk, sometidos a prueba *t de Student* para datos pareados, con el fin de esta-

blecer la existencia o no de diferencias significativas a consecuencia del período de entrenamiento.

Finalmente y previa comprobación de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk, los datos de las evaluaciones posteriores de cada grupo fueron comparados entre sí mediante prueba *t de Student* para datos independientes, con el fin de establecer la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete informático IBM SPSS versión 25 en el entorno de Windows. En todos los casos, se estableció un nivel de significación  $\alpha = 0.05$ .

#### RESULTADOS

En el grupo experimental, todos los participantes realizaron las evaluaciones pre y post intervención establecidas, con excepción de un sujeto del sexo femenino quien no realizó el test de Course-Navette.

En el grupo control, con la excepción de un sujeto del sexo femenino, todos los participantes realizaron el test de Course-Navette. Las evaluaciones antropométricas y el test de salto pudieron realizarse a 8 de los 12 participantes.

Con excepción de la mujer que por no soportar el discomfort de la máscara luego de las primeras sesión estuvo que ser transferida al grupo control, el resto de los participantes se adaptó al uso de ETM® y las empleó durante todo el tiempo que duró la intervención. Si bien otras dos mujeres refirieron durante las primeras sesiones leve cefalea derivada del empleo de ETM®, dicho síntoma remitió completamente luego de la tercera o cuarta sesión. El resto de los sujetos del grupo experimental no refirió ningún otro síntoma de relevancia derivado del empleo de ETM®.



Características antropométricas, potencia de salto y  $VO_2$ máx previo a la intervención experimental

Para un nivel de significación  $\alpha = 0,05$  no se verificaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en lo que respecta a edad ( $p = 0,99$ ), masa corporal ( $p = 0,11$ ), IMC ( $p = 0,59$ ), porcentaje de masa muscular ( $p = 0,07$ ) y porcentaje de masa adiposa ( $p = 0,13$ ) (Tabla 1).

**Tabla 1. Características antropométricas de los participantes del grupo experimental y control previo a la intervención**

	EXPERIMENTAL (n = 10; 6 $\sigma$ , 4 $\varphi$ )	CONTROL (n = 8; 1 $\sigma$ , 7 $\varphi$ )	
VARIABLE	MEDIA $\pm$ DE	MEDIA $\pm$ DE	<i>p</i>
Edad (años)	33,9 $\pm$ 12,9	34,9 $\pm$ 11,6	<b>0,99</b>
Talla (cm)	171,5 $\pm$ 7,4	162,6 $\pm$ 8,6	<b>0,03</b>
Masa (kg)	73,2 $\pm$ 9,7	64,1 $\pm$ 13,6	<b>0,11</b>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,9 $\pm$ 3,1	24,0 $\pm$ 3,5	<b>0,59</b>
Masa Muscular (%)	47,2 $\pm$ 4,7	43,2 $\pm$ 3,6	<b>0,07</b>
Masa Adiposa (%)	25,4 $\pm$ 5,5	29,2	<b>0,13</b>

DE = Desvío Estándar; IMC = Índice de Masa Corporal.  
Fuente: Elaboración propia (2020)

El test *Squat Jump* de los participantes del grupo experimental y control mostró una diferencia estadísticamente significativa en la altura de salto ( $p = 0,004$ ) y en la potencia máxima alcanzada ( $p = 0,004$ ) en favor del grupo experimental. La diferencia entre grupos en la altura máxima fue de 7,2cm promedio, mientras que la diferencia en la potencia máxima estimada fue de 771 W promedio (Tabla 2).

**Tabla 2. Altura y Potencia máxima de salto previo a la intervención**

	EXPERIMENTAL (n = 10; 6 $\sigma$ , 4 $\varphi$ )	CONTROL (n = 8; 1 $\sigma$ , 7 $\varphi$ )	
VARIABLE	MEDIA $\pm$ DE	MEDIA	<i>p</i>
Edad (años)	33,9 $\pm$ 12,9	34,9 $\pm$ 11,6	<b>0,87</b>
Masa (kg)	73,2 $\pm$ 9,7	64,1 $\pm$ 13,6	<b>0,11</b>
Altura de salto (cm)	25,6 $\pm$ 4,7	18,4 $\pm$ 4,4	<b>0,00</b>
Potencia (watts)	4221 $\pm$ 457	3450 $\pm$ 524	<b>0,00</b>

La altura fue medida a partir del test de *Squat Jump*, tomando como dato en mejor de tres intentos. La Potencia máxima fue estimada a partir de la ecuación de Harman (1991). DE = Desvío Estándar. Fuente: Elaboración propia (2020)

Previo a la intervención experimental, el  $VO_2$ máx estimado de los participantes del grupo

experimental y control mostró una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,04$ ) a favor del primer grupo que, en promedio, fue 5,9 ml/kg.min superior al segundo (tabla 3).

**Tabla 3.  $VO_2$ máx previo a la intervención, estimado a partir del test de Course-Navette**

	EXPERIMENTAL (n = 9; 6 $\sigma$ , 3 $\varphi$ )	CONTROL (n = 11; 4 $\sigma$ , 7 $\varphi$ )	
VARIABLE	MEDIA $\pm$ DE	MEDIA $\pm$ DE	<i>p</i>
Edad (años)	35,7 $\pm$ 12,4	35,2 $\pm$ 9,2	<b>0,92</b>
Velocidad (km/h)	11,2 $\pm$ 0,9	10,2 $\pm$ 1,0	<b>0,04</b>
$VO_2$ máx (ml/kg.min)	39,9 $\pm$ 5,6	34,0 $\pm$ 6,2	<b>0,04</b>

Se utilizó la fórmula:  $VO_2$ máx = 5,857 x Velocidad - 19,458, siendo Velocidad = velocidad de carrera correspondiente al último estadio completado en el test de Course-Navette. DE = Desvío Estándar. Fuente: Elaboración propia (2020)

Diferencias en las características antropométricas, potencia de salto y  $VO_2$ máx luego de la intervención experimental

Las diferencias en las características antropométrica antes vs. después de la intervención se presentan en la Tabla 4. Los datos correspondientes al % de masa muscular y al % de masa adiposa se muestran además en la Figura 1.

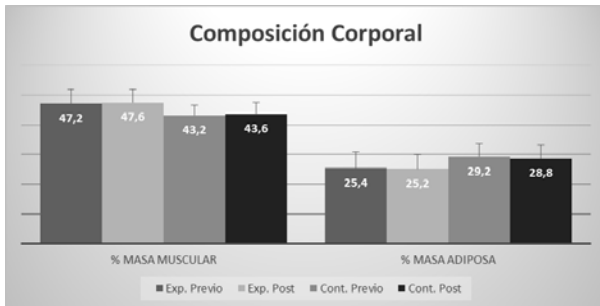
**Tabla 4. Diferencias en la Composición Corporal previo y posterior a la intervención**

	EXPERIMENTAL		CONTROL		<i>p</i>	PRE		POST		<i>p</i>
	(n = 10; 6 $\sigma$ , 4 $\varphi$ )	(n = 10; 6 $\sigma$ , 4 $\varphi$ )	(n = 8; 1 $\sigma$ , 7 $\varphi$ )	(n = 8; 1 $\sigma$ , 7 $\varphi$ )		(n = 8; 1 $\sigma$ , 7 $\varphi$ )	(n = 8; 1 $\sigma$ , 7 $\varphi$ )			
VARIABLE	MEDIA $\pm$ DE	MEDIA $\pm$ DE	MEDIA $\pm$ DE	MEDIA $\pm$ DE		MEDIA $\pm$ DE	MEDIA $\pm$ DE	MEDIA $\pm$ DE	MEDIA $\pm$ DE	
Edad (años)	33,9 $\pm$ 12,9	34,3 $\pm$ 12,9	34,9 $\pm$ 11,6	35,0 $\pm$ 11,9		34,9 $\pm$ 11,6	35,0 $\pm$ 11,9	34,9 $\pm$ 11,6	35,0 $\pm$ 11,9	
Masa (kg)	73,2 $\pm$ 9,7	72,2 $\pm$ 10,1	64,1 $\pm$ 13,6	64,5 $\pm$ 13,3	<b>0,10</b>	64,1 $\pm$ 13,6	64,5 $\pm$ 13,3	64,1 $\pm$ 13,6	64,5 $\pm$ 13,3	<b>0,98</b>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,9 $\pm$ 3,1	24,6 $\pm$ 3,0	24,0 $\pm$ 3,5	24,2 $\pm$ 3,5	<b>0,09</b>	24,0 $\pm$ 3,5	24,2 $\pm$ 3,5	24,0 $\pm$ 3,5	24,2 $\pm$ 3,5	<b>0,34</b>
M. Muscular (%)	47,2 $\pm$ 4,7	47,6 $\pm$ 4,3	43,2 $\pm$ 3,6	43,6 $\pm$ 4,0	<b>0,32</b>	43,2 $\pm$ 3,6	43,6 $\pm$ 4,0	43,2 $\pm$ 3,6	43,6 $\pm$ 4,0	<b>0,97</b>
M. Adiposa (%)	25,4 $\pm$ 5,5	25,2 $\pm$ 4,8	29,2 $\pm$ 4,4	28,8 $\pm$ 4,4	<b>0,77</b>	29,2 $\pm$ 4,4	28,8 $\pm$ 4,4	29,2 $\pm$ 4,4	28,8 $\pm$ 4,4	<b>0,95</b>

DE = Desvío Estándar. Fuente: Elaboración propia (2020)



Figura 1 - % de Masa Muscular y % de Masa Adiposa de los participantes del grupo EXPERIMENTAL y CONTROL previo y posterior a la intervención experimental



\* indica diferencia estadísticamente significativa para los valores pre y post del mismo grupo. Exp. Previo: grupo EXPERIMENTAL previo a la intervención. Exp. Post: grupo EXPERIMENTAL posterior a la intervención. Cont. Previo: grupo CONTROL previo a la intervención. Cont. Post: grupo CONTROL posterior a la intervención. Fuente: Elaboración propia (2020)

A partir de estos datos se observa que el grupo experimental tuvo una disminución promedio en la masa de 1,0 kg, que está asociado a un descenso en el IMC de 0,3 kg/m<sup>2</sup>. A su vez se observa un ligero aumento de la masa muscular de 0,4% y un ligero descenso de la masa adiposa de 0,2%. No obstante, para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  ninguna de estas diferencias resulta significativa.

En cuanto al grupo control, se observa un incremento en la masa corporal promedio de 400 g, lo cual determinó un aumento del IMC de 0,2 kg/m<sup>2</sup>. También se observa un incremento de la masa muscular de 0,4% y un descenso de la masa adiposa de 0,4%. Para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , ninguna de estas diferencias resulta significativa.

Comparando entre ambos grupos las variables asociadas a la composición corporal, para una significancia  $\alpha = 0,05$  no se observan diferencias estadísticamente significativas en la masa corporal ( $p = 0,18$ ), IMC ( $p = 0,81$ ), % de masa muscular ( $p = 0,06$ ) ni % de masa adiposa ( $p = 0,12$ ). Vale señalar que estos resultados son similares a los encontrados previo a la intervención experimental.

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos en la altura máxima y potencia de salto antes y después de la intervención para ambos grupos. Los datos correspondientes a la potencia máxima de salto se muestran en la Figura 2.

Tabla 5. Diferencias en la altura máxima y potencia de salto previo y posterior a la intervención

VARIABLE	EXPERIMENTAL		P	CONTROL		P
	PREVIO (n = 10; 6σ, 49)	POSTERIOR (n = 10; 6σ, 49)		PREVIO (n = 8; 1σ, 79)	POSTERIOR (n = 8; 1σ, 79)	
Edad (años)	33,9 ± 12,9	34,3 ± 12,9		34,9 ± 11,6	35,0 ± 11,9	
Masa (kg)	73,2 ± 9,7	72,2 ± 10,1	0,10	64,1 ± 13,6	64,5 ± 13,3	0,98
Altura de salto (cm)	25,6 ± 4,7	26,6 ± 4,8	0,12	18,4 ± 4,4	19,0 ± 4,0	0,88
Potencia (watts)	4221 ± 457	4247 ± 482	0,41	3450 ± 524	3497 ± 525	0,94

La altura de salto se obtuvo con el test de Squat Jump, tomando como dato el mejor de tres intentos. La potencia máxima fue estimada a partir de la fórmula de Harman (1991). DE = Desvío Estándar. Fuente: Elaboración propia (2020)

Figura 2 - Potencia máxima de salto alcanzada por los participantes del grupo EXPERIMENTAL y CONTROL previo y posterior a la intervención experimental.



\* indica diferencia estadísticamente significativa para los valores pre y post del mismo grupo. Fuente: Elaboración propia (2020)

Luego de la intervención, en ambos grupos hubo una ligera mejora en la altura máxima y potencia máxima alcanzadas en el Squat Jump. En el grupo experimental la mejora fue de 1,0 cm (3,9%) en la altura de salto y de 26 W (0,6%) en la potencia máxima. En el grupo control la mejora fue de 0,6 cm (3,3%) y de 47 W (1,4%) para la altura de salto y la potencia máxima, respectivamente. Vale destacar que el mayor incremento de la potencia máxima del grupo control respecto al grupo experimental se debió a la modificación del peso corporal que manifestaron ambos gru-



pos durante el tiempo de la intervención: mientras el grupo control incrementó su peso 0,4 kg, el grupo experimental lo disminuyó 1,0 kg.

Para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , en ninguno de los grupos se verificaron diferencias estadísticamente significativas ni en la altura máxima de salto ni en la máxima potencia antes vs. después de la intervención. Comparando ambos grupos entre sí, los valores posteriores a la intervención muestran una diferencia estadísticamente significativa en lo que respecta a la altura máxima ( $p = 0,002$ ) y potencia máxima de salto ( $p = 0,01$ ) a favor del grupo experimental. Estos resultados son similares a los obtenidos previo a la intervención experimental.

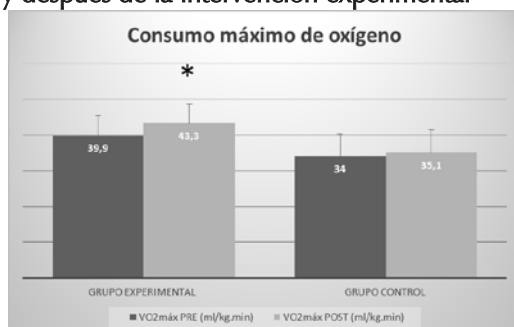
En la Tabla 6 se muestran las diferencias en el  $VO_2$ máx estimado a partir del test de Course-Navette para el grupo experimental y control. En la Figura 3 se representan los resultados correspondientes al  $VO_2$ máx para ambos grupos antes vs. después de la intervención.

**Tabla 6. Diferencias en velocidad en el test de Course-Navette y en el  $VO_2$ máx estimado previo y posterior a la intervención**

VARIABLE	EXPERIMENTAL		p	CONTROL		P
	PREVIO (n = 9; 6 $\sigma$ , 39)	POSTERIOR (n = 9; 6 $\sigma$ , 39)		PREVIO (n = 11; 4 $\sigma$ , 79)	POSTERIOR (n = 11; 4 $\sigma$ , 79)	
Edad (años)	35,7 $\pm$ 12,4	36,0 $\pm$ 12,4		35,2 $\pm$ 9,2	35,4 $\pm$ 9,3	
Velocidad (km/h)	11,2 $\pm$ 0,9	11,8 $\pm$ 0,9	0,00	10,2 $\pm$ 1,0	10,4 $\pm$ 1,1	0,90
$VO_2$ máx (ml/kg.min)	39,9 $\pm$ 5,6	43,3 $\pm$ 5,4	0,00	34,0 $\pm$ 6,2	35,1 $\pm$ 6,4	0,84

DE = Desvío Estándar. Fuente: Elaboración propia (2020)

**Figura 3- Consumo máximo de oxígeno de los participantes del grupo EXPERIMENTAL y CONTROL antes y después de la intervención experimental**



\* significa diferencia estadísticamente significativa para el mismo grupo antes y después de la intervención. Fuente: Elaboración propia (2020)

En ambos grupos se observa un aumento del  $VO_2$ máx estimado. Para el grupo experimental, este aumento fue de 3,4 ml/kg.min (de 39,9 a 43,3ml/kg.min), correspondiente al 8,5%. Para el grupo control, el aumento fue de 1,1 ml/kg.min (de 34,0 a 35,1ml/kg.min), correspondiente al 3,2%. Para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , únicamente para el grupo experimental el aumento resultó estadísticamente significativo ( $p < 0,001$ ).

Comparando los valores de  $VO_2$ máx post-intervención entre ambos grupos, se verifica una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,01$ ) a favor del grupo experimental. Este hecho no sorprende, considerando que ya existía esta diferencia previo a la intervención, y que el grupo experimental manifestó una mejora superior de esta variable luego de la misma.

## DISCUSIÓN

En el presente proyecto se investigó el efecto del uso de ETM® sobre la composición corporal, aptitud aeróbica y potencia de salto en sujetos que asistieron 20 semanas a un programa de entrenamiento funcional. Creemos que hasta la fecha es el estudio con empleo de estas máscaras que ha tenido una intervención experimental de mayor duración.

### Análisis y discusión de los resultados pre-intervención

Como fuera mencionado en la metodología, la elección de la muestra y su división en grupos se realizó de forma no aleatoria. Consideramos que la asignación aleatoria de sujetos al grupo experimental hubiera influido negativamente en la adherencia al programa y provocado una disminución sensible del  $n$ .

Como consecuencia de esta distribución no aleatoria se verificó una representación desigual de ambos sexos en cada uno de los grupos: en el grupo experimental el 60% fueron hombres y el 40% mujeres; en el grupo control únicamente el





14% fueron hombres y el 76% mujeres. Entendemos que esto significa una limitación adicional de nuestro estudio.

A pesar que la muestra no fue aleatorizada, los grupos mostraron ser similares en edad y composición corporal.

En cuanto a la altura y potencia de salto, el grupo experimental manifestó un rendimiento superior al del grupo control (altura de salto: 25,6cm y 18,4cm para el grupo experimental y control respectivamente,  $p= 0,004$ ; potencia máxima: 4221W y 3450W para el grupo experimental y control respectivamente,  $p= 0,004$ ). Esto puede haberse debido, al menos en parte, a la mayor representación de sujetos del sexo masculino en el grupo experimental. Las diferentes configuraciones de la arquitectura muscular que suelen manifestar hombres y mujeres, provocan que la capacidad de salto de los hombres sea en promedio superior a la de las mujeres (Lara Sanchez, 2008).

En el caso de los valores de  $VO_2$ máx estimados a partir del test de Course-Navette antes de la intervención, encontramos nuevamente una diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo experimental (39,9ml/kg.min grupo experimental, 34,0 ml/kg.min grupo control,  $p= 0,04$ ). Diversos estudios previos muestran que, en promedio y considerando un nivel de entrenamiento similar, los hombres poseen un  $VO_2$ máx absoluto y relativo mayor que las mujeres. Por ejemplo, Kenney, Wilmore y Costill (2018) reportan valores promedio de  $VO_2$ máx relativo entre 38 y 42 ml/kg.min, para mujeres jóvenes universitarias activas, mientras que varones de la misma edad y nivel de condición física presentan valores promedios de 44 a 50 ml/kg.min. Cabría preguntarse si el poseer una mejor condición física pudiera haber influido para que los sujetos se hubieran ofrecido como voluntarios para integrar el grupo experimental.

### Análisis y discusión de los resultados post-intervención

Con respecto a la composición corporal, luego de la intervención se verificó en ambos grupos un incremento en la masa muscular y un descenso de la masa adiposa, aunque dichos cambios fueron pequeños y no significativos. Entendemos que esto pudo ser debido, al menos en parte, a que todos los sujetos participantes del estudio, antes del comienzo de la intervención, habían asistido en forma regular a clases de Entrenamiento Funcional (con cargas y metodología similar a la utilizada en el programa) durante al menos 4 semanas y en su mayoría durante 12 semanas o más. Considerando además, que los sujetos no realizaron cambios en su actividad física habitual fuera del programa ni modificaciones en sus dietas, las eventuales adaptaciones en la composición corporal podrían haber alcanzado una fase de meseta.

No encontramos en la literatura científica antecedentes de trabajos que hayan analizado las adaptaciones generadas por el uso de ETM® sobre la composición corporal en forma similar a la llevada adelante en este trabajo. No obstante, si estos dispositivos generan un ambiente hipóxico (como afirman sus fabricantes), y considerando que el entrenamiento con sobrecarga en circuito representó una parte sustancial de todas las sesiones durante el período de intervención, hubiera sido esperable encontrar una ventaja, a favor del grupo experimental, en los niveles de hipertrofia muscular, en concordancia con lo encontrado por autores que estudiaron el efecto del entrenamiento de fuerza en condiciones de hipoxia (Feriche, García-Ramos, Morales-Artacho, & Padial, 2017; Manimmanakorn, Hamlin, Ross, Taylor, & Manimmanakorn, 2013; Nishimura et al., 2010; Scott, Slattery, & Dascombe, 2015; Scott, Slattery, Sculley, Hodson, & Dascombe, 2015).

Con respecto a la potencia de salto, si bien se verificaron pequeños incrementos tanto para



el grupo experimental como para el grupo control, los mismos no fueron significativos (para el grupo experimental: 4221W vs. 4247W pre y post intervención respectivamente,  $p= 0,41$ ; para el grupo control: 3450W vs. 3497W pre y post intervención respectivamente,  $p= 0,94$ ). Por consiguiente, no podemos concluir que el empleo de este dispositivo en las condiciones propias de este proyecto represente una ventaja adicional para el desarrollo de la potencia de miembros inferiores.

No obstante, y siguiendo lo planteado por Maher y Figueroa (2016), cabe preguntarse si el reclutamiento de una muestra mayor de individuos, el ajuste de la ETM® para simular alturas mayores, o un mayor tiempo de exposición a la misma podría eventualmente derivar en diferencias significativas. Estos autores también se plantean al respecto la posibilidad de intervenciones de mayor duración; sin embargo, entendemos que esta no es una limitante de nuestro proyecto, ya que incluyó una intervención más prolongada que todos los proyectos similares revisados en la literatura publicada. Además, el empleo de ETM® durante más tiempo durante cada sesión podría representar una reducción de la tolerancia al ejercicio sostenido, lo que implicaría un efecto deletéreo sobre la calidad del entrenamiento y un impacto negativo sobre el rendimiento en esfuerzos de resistencia, por lo cual, concordamos con la sugerencia de Granados et al. (2016) de utilizar las ETM® “a tiempo parcial” (*part-time*).

En lo que respecta al  $VO_2$ máx estimado, si bien ambos grupos mostraron mejoras, únicamente para el grupo experimental la misma fue significativa (grupo experimental: 39,9ml/kg.min vs. 43,3ml/kg.min, pre y post intervención respectivamente,  $p<0,001$ ; grupo control: 34,0ml/kg.min vs. 35,1ml/kg.min pre y post intervención respectivamente,  $p= 0,84$ ). Estos hallazgos nos llevan a concluir que el uso de ETM®, en las condiciones del presente proyecto, deriva en una mejora de la capacidad cardiorrespiratoria.

Esto es un hallazgo novedoso si lo comparamos con lo encontrado por otros autores. Maher y Figueroa (2016), Sellers et al. (2016) y Warren et al. (2017) no encontraron diferencias significativas en la magnitud de mejora del  $VO_2$ máx entre los sujetos que usaron la máscara y los que no. Porcari et al. (2016) tampoco encontraron diferencias en el  $VO_2$ máx, a pesar de haber encontrado diferencias derivadas de su uso en otras variables asociadas a la capacidad aeróbica.

El hecho de haber encontrado un aumento en el  $VO_2$ máx a diferencia de los hallazgos reportados en otros estudios, podría haberse debido, al menos en parte, a la mayor duración de la intervención experimental. La diferencia entre los sujetos que participaron en los estudios también podría haber influido en esta discrepancia de resultados; no obstante, tanto en nuestro trabajo como en los otros citados, los sujetos eran moderadamente entrenados, y en ninguno de los casos atletas profesionales o de elite.

Dado que en nuestro estudio el  $VO_2$ máx no fue medido sino estimado a partir del resultado en la prueba de Course-Navette, cabe la posibilidad de que el aumento de la distancia recorrida en el test (variable utilizada para estimar el  $VO_2$ máx) pueda no haber sido debida al aumento del  $VO_2$ máx sino a otros factores implicados en el rendimiento en dicho test que hubieran mejorado como consecuencia del entrenamiento con ETM®; como por ejemplo, una mayor tolerancia a la disnea, a la acidez muscular, o a la sensación subjetiva de fatiga.

Por último, en cuanto a la viabilidad práctica del empleo de ETM®, las mismas fueron bien toleradas. Sustentamos esta afirmación en el hecho de que, de los 13 sujetos que voluntariamente comenzaron a usar ETM®, y a pesar de la importante duración de la intervención, sólo uno de ellos solicitó dejar de utilizarla debido al discomfort generado. Señalamos que los otros dos sujetos del grupo experimental que abandonaron el



programa lo hicieron por motivos completamente ajenos al empleo de ETM®. Los únicos efectos indeseables asociados a su uso, reportados por una minoría de participantes, fueron leves cefaleas que remitieron completamente luego de las primeras sesiones.

Este hallazgo se contrapone a lo encontrado por otros autores, quienes reportaron efectos secundarios de mayor importancia asociados al empleo de estas máscaras (Jung et al., 2019). Más aún, varios participantes de nuestro estudio refirieron que el empleo de ETM® les representaba un desafío y motivación “extra”, lo que implica un aliciente para la adherencia al programa. Nuestros resultados a este respecto se asemejan a los encontrados por Granados et al. (2016), quienes señalan que el empleo de ETM® ajustadas a 9000 y 12000 pies puede ser bien tolerado por sujetos activos no deportistas durante la realización de un esfuerzo aeróbico, aunque también reportan un modesto incremento en la sensación subjetiva de esfuerzo y en el nivel de ansiedad de dichos sujetos en comparación con el grupo control.

Pensamos que las herramientas y estrategias que pueda utilizar el profesional de la Educación Física para favorecer la motivación extrínseca e intrínseca de sus alumnos, tienen un gran valor, dada la delgada línea que separa la adherencia al entrenamiento con el abandono del mismo, particularmente en poblaciones que realizan ejercicio físico con objetivo de *fitness* (Larson, McFadden, McHugh, Berry, & Rodgers, 2018).

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio sugieren que el empleo de ETM® a largo plazo, con protocolos que incluyan aumentos sucesivos en la altura simulada hasta alcanzar al menos 12000 pies, constituye una manera eficaz para incrementar la capacidad cardiorrespiratoria (valorada a través de la estimación del  $VO_2$ máx) en sujetos adultos que asisten a sesiones de entrenamiento con objetivo de *fitness*. También es posible afirmar que el empleo de dichas máscaras en las mencionadas condiciones no genera una mejora en la potencia máxima de salto ni en la composición corporal.

A modo de cierre, sugerimos como futuros estudios en esta línea de investigación la realización de trabajos similares al presente con sujetos de otras franjas etarias (niños, adolescentes, adultos mayores), o como coadyuvante en el tratamiento de determinadas patologías. Verificar el efecto de estos dispositivos utilizando alturas simuladas mayores (15000 a 18000 pies), con sesiones semanales más frecuentes, o con mayor tiempo de exposición, también podría representar un enfoque de investigación novedoso. Asimismo, consideramos relevante evaluar el efecto del uso de las ETM® sobre la potencia y capacidad anaeróbica. Finalmente, para conseguir identificar los mecanismos biológicos que subyacen a los hallazgos del presente trabajo, sería deseable poder incorporar análisis de gases respiratorios y parámetros bioquímicos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelkader, M. A. (2018). Effects of High intensity Interval Training Using the Elevation Training Mask on the Aerobic Capacity and Heart Rate Variability for Trained Athletes. *International Journal of Sports Science and Arts*, (November 2017).
- Andre, T. L., Gann, J. J., Hwang, P., Ziperman, E., Magnussen, M., & Willoughby, D. (2018). Restrictive Breathing Mask Reduces Repetition to Failure During a Session of Lower Body Resistance Exercise. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2103–2108.
- Barbieri, J. (2017). *Efeito do uso da máscara de restrição ao fluxo de ar (MRFar) sobre as respostas gasométricas, ventilatórias e eletromiográficas em exercício aeróbio contínuo e intervalado*. Universidade Estadual de Campinas. Retrieved from <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/332538>
- Bellovary, B., King, K., Nunez, T., McCormick, J., Wells, A., Bourbeau, K., ... Mermier, C. (2019). Effects of high-intensity interval training while using a breathing-restrictive mask compared to intermittent hypobaric hypoxia. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(4). doi: 10.14198/jhse.2019.144.11
- Biggs, N. C., England, B. S., & Turcotte, N. J. (2017). Effects of Simulated Altitude on Maximal Oxygen Uptake and Inspiratory Fitness. *International Journal of Exercise Science*, 10(1), 128–136.
- Cappa, D. (2012). *Ejercicio, Antropometría y Estética*. PubliCE. Retrieved from <https://gse.com/ejercicio-antropometria-y-estetica-753-sa-S57cfb2717fcd5>
- Dick, F. W. (1992). Training at altitude in practice. *International Journal of Sports Medicine*, 13 Suppl 1, S203-6. doi: 10.1055/s-2007-1024640
- Ferliche, B., García-Ramos, A., Morales-Artacho, A. J., & Padial, P. (2017). Resistance Training Using Different Hypoxic Training Strategies: a Basis for Hypertrophy and Muscle Power Development. *Sports Medicine - Open*, 3(1), 12. doi: 10.1186/s40798-017-0078-z
- García, G. C., & Sechi, J. D. (2014). Test course Navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts Medicina de l'Esport*. doi: 10.1016/j.apunts.2014.06.001
- Goodman, J. M., Thomas, S. G., & Burr, J. (2011). Evidence-based risk assessment and recommendations for exercise testing and physical activity clearance in apparently healthy individuals. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 36(S1), S14–S32. doi: 10.1139/h11-048
- Granados, J., Gillum, T. L., Castillo, W., Christmas, K. M., & Kuennen, M. R. (2016). "Functional" Respiratory Muscle Training During Endurance Exercise Causes Modest Hypoxemia but Overall is Well Tolerated. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(3), 755–762.
- Granados, J., Jansen, L., Harton, H., Gillum, T., & Kuennen, M. (2014). Elevation Training Mask "Induces Hypoxemia But Utilizes A Novel Feedback Signaling Mechanism. *International Journal of Exercise Science*, 2(6). Retrieved from <https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol2/iss6/26>
- Harman, E., Rosenstein, M., Frikman, P., Rosenstein, R., & Kraemer, W. (1991). Estimation of Human Power Output from Vertical Jump. *Journal of Applied Sport Science Research*, 5(3), 116–120.
- Hess, H. W. (2017). *Accute effects of the training mask on short-term recovery during rowing intervals*. Boise State University.
- Hultquist, E., Haley, Y., Moore, B., Blaser, E., Tirso, C., Mandy, D., & Woolstemhulme, J. (2018). A Novel Application of Altitude Training Masks and High-Intensity Interval Training to Improve Exercise Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50. doi: 10.1249/01.mss.0000538790.25658.e2
- ISAK. (2016). *Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica*. Potchefstroom: Librería Nacional de Australia.



- Jagim, A., Camic, C. L., Jones, M. T., & Oliver, J. M. (2017). The Acute Effects of the Elevation Training Mask on Strength Performance in Recreational Weightlifters, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2) 482-489 doi: 10.1519/JSC.0000000000002308
- Jódar Montoro, R. (2003). Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de Course Navette para determinar de manera indirecta el VO<sub>2</sub>max. *Revista Internacional de Medicina y Ciencia de La Actividad Física y el Deporte*, 3(11), 173–181.
- Jung, H., Lee, N., John, S., & Lee, S. (2019). The elevation training mask induces modest hypoxaemia but does not affect heart rate variability during cycling in healthy adults. *Biology of Sport*, 36(2), 105–112. doi: 10.5114/biol sport.2019.79976
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2018). *Physiology of Sports and Exercise* (6th ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Kerr, D. A. (1988). *An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses, in male and female age 6 to 77 years*. Simon Fraser University. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/6ba5/f6419a4ff4514e9f5f8aa404829cda40df7.pdf>
- Lara Sanchez, A. J. (2008). *Biomecánica de la arquitectura muscular y potencia mecánica de salto en jóvenes*. Sevilla: Wanceulen.
- Larson, H. K., McFadden, K., McHugh, T. L. F., Berry, T. R., & Rodgers, W. M. (2018). When you don't get what you want—and it's really hard: Exploring motivational contributions to exercise dropout. *Psychology of Sport and Exercise*, 37, 59–66. doi: 10.1016/j.psychsport.2018.04.006
- Léger, L., & Gadoury, C. (1989). Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict VO<sub>2</sub>max in adults. *Canadian Journal of Sport Science*, 14(1), 21–26.
- Léger, LA, Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6, 93–101.
- Maher, M. T., & Figueroa, M. (2016). The Effects of Simulated Altitude Training on Aerobic Capacity and Function. *International Journal of Applied Science and Technology*, 6(2), 11–16.
- Manimmanakorn, A., Hamlin, M. J., Ross, J. J., Taylor, R., & Manimmanakorn, N. (2013). Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(4), 337–342. doi: 10.1016/j.jsams.2012.08.009
- Maspero, M. V., & Smith, J. D. (2016). Effect of an Acute Bout of Exercise using an Altitude Training Mask Simulating 12,000 ft on Physiological and Perceptual Variables. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*, 2(8). Retrieved from <https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol2/iss8/90>
- Mazzanti, M. de los Á. (2011). Declaración de Helsinki, principios y valores bioéticos en juego en la investigación médica con seres humanos. *Revista Colombiana de Bioética*, 6(1), 125–144. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=189219032009%0D>
- Moreno-Collazos, J. E., Segura-Orti, E., & Cruz-Bermúdez, F. (2017). Cuestionario PAR-Q y antecedentes cardiovasculares frente a la práctica de la actividad física en adultos mayores en diálisis. *Revista de Nefrología, Diálisis y Transplante*, 37(3), 157–162.
- Motoyama, Y., Joel, G., Pereira, P., Esteves, G., & Azevedo, P. (2016). Airflow-Restricting Mask Reduces Acute Performance in Resistance Exercise. *Sports*, 4(4), 46. doi: 10.3390/sports4040046
- Nieman, D. (2007). *Exercise Testing and Prescription: a Health-Related Approach*. (6th ed.). Nueva York -: M. Hill.).



- Nishimura, A., Sugita, M., Kato, K., Fukuda, A., Sudo, A., & Uchida, A. (2010). Hypoxia increases muscle hypertrophy induced by resistance training. *Int J Sports Physiol Perform*, 5(4), 497–508. doi: 10.1123/ijsp.5.4.497
- Öncen, C., & Pinar, S. (2018). Effects of training mask on heart rate and anxiety during the graded exercise test and recovery. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 4(2). Retrieved from <https://oapub.org/edu/index.php/ejep/article/view/1418>
- Ott, T., Joyce, M., & Hillman, A. (2019). Effects of Acute High-Intensity Exercise with the Elevation Training Mask or Hypoxicator on Pulmonary Function, Metabolism, and Hormones. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 1–6. doi: 10.1519/JSC.0000000000003175
- 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 haematological variables. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15(2), 379–386. doi: 10.1519/JSC.0000000000001184
- Probst, L. (2015). *Effects of the Elevation Training Mask on maximal aerobic capacity and performance variables*. University of Wisconsin-La Crosse. Retrieved from [https://minds.wisconsin.edu/bitstream/handle/1793/73388/Probst\\_Lauren\\_Thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://minds.wisconsin.edu/bitstream/handle/1793/73388/Probst_Lauren_Thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Romero-Arenas, S., López-Pérez, E., Colomer-Poveda, D., & Márquez, G. (2019). Oxygenation Responses While Wearing the Elevation Training Mask During an Incremental Cycling Test. *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi: 10.1519/JSC.0000000000003038
- Sagaste, J. (2018). *Influencia de la utilización de una máscara de simulación de altitud en combinación con el entrenamiento específico de fútbol en el rendimiento aeróbico en jóvenes futbolistas (17 y 18 años)*. Universidad de León. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10612/8074>
- Scott, B. R., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2015). Intermittent hypoxic resistance training: Is metabolic stress the key moderator? *Medical Hypotheses*, 84(2), 145–149. doi: 10.1016/j.mehy.2014.12.001
- Scott, B., Slattery, K., Sculley, D., Hodson, J., & Dascombe, B. (2015). Physical performance during high-intensity resistance exercise in normoxic and hypoxic. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(3), 807–815.
- Segizbaeva, M., & Aleksandrova, N. (2018a). Effect of the Elevation Training Mask on the Functional Outcomes of the Respiratory Muscles. *Human Physiology*, 44(6), 59–66. doi: 10.1134/S0362119718060117
- Segizbaeva, M., & Aleksandrova, N. (2018b). Effect of wearing the Elevation Training Mask 2.0 on pulmonary and respiratory muscles function. *European Respiratory Journal*, 52. doi: 10.1183/13993003.congress-2018.PA3402
- Sellers, J. H., Monaghan, T. P., Schnaiter, J. A., Jacobson, B. H., & Pope, Z. K. (2016). Efficacy of a Ventilatory Training Mask to Improve Anaerobic and Aerobic Capacity in Reserve Officers' Training Corps Cadets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(4), 1155–1160. doi: 10.1519/JSC.0000000000001184
- Teodoro, C. (2017). *Efeito agudo do uso da máscara de restrição de fluxo de ar durante a realização de exercício resistido*. Retrieved from <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/332225>
- Teodoro, C., Gáspari, A., Berton, R., Barbieri, J., Silva, M., Castaño, L., ... Moraes, A. (2019). Familiarization with Airflow-Restriction Mask during resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1, 4–7. doi: 10.1519/jsc.0000000000002828
- Warburton, D., Jamnik, V., Bredin, S., & Gledhill, N. (2011). International launch of



the PAR-Q+ AND ePARmed-X+. The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+) and Electronic Physical Activity Readiness Medical Examination (ePARmed-X+). *Health and Fitness Journal of Canada*, 4(2), 1–17.

Warren, B. G., Spaniol, F. J., & Bonnette, R. A. (2017). The Effects of an Elevation Training Mask on VO<sub>2</sub>max of Male Reserve Officers Training Corps Cadets. *International Journal of Exercise Science*, 10(1), 37–43. Retrieved from <http://digitalcommons.wku.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1833&context=ijes>