	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 1 de 9

FECHA	martes, 6 de junio de 2017
--------------	----------------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

SEDE/SECCIONAL/EXTENSIÓN	Sede Fusagasugá
---------------------------------	-----------------

DOCUMENTO	Trabajo De Grado
------------------	------------------


FACULTAD	Ciencias Del Deporte Y La Educación Física
-----------------	--

NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
---	----------

PROGRAMA ACADÉMICO	Licenciatura en Educación Básica Con Énfasis en Educación Física
---------------------------	--

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	NO. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Mosquera cuervo	Nilson Gustavo	1.018.427.078
Niño Méndez	Oscar Adolfo	79.772.135

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 2 de 9

Director(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Niño Méndez	Oscar Adolfo


TÍTULO DEL DOCUMENTO
EFFECTOS DE UN PLAN DE ENTRENAMIENTO CON MÁSCARAS DE SIMULACIÓN DE ALTITUD SOBRE LA HEMOGLOBINA Y EL HEMATOCRITO

SUBTITULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
LICENCIADO EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN EDUCACION FISICA RECREACION Y DEPORTES

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS (Opcional)
06/06/2017	17

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLES: (Usar como mínimo 6 descriptores)	
ESPAÑOL	INGLES
1. HIPOXIA	HYPOXIA.
2. HEMOGLOBINA	HEMOGLOBIN
3. HEMATOCRITO	HEMATOCRIT
4. ENTRENAMIENTO SUBMÁXIMO	TRAINING SUBMAXIMUM
5. SATURACIÓN DE OXÍGENO	OXYGEN SATURATION.

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 3 de 9


RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLES: (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres):

Resumen


El propósito de este trabajo fue determinar los beneficios y repercusiones sobre la hemoglobina y el hematocrito al ejecutar un plan de entrenamiento aeróbico submáximo de 6 semanas, 3 veces por semana, con ayuda de máscaras de simulación de altitud. Este estudio conto con 30 estudiantes hombres sanos y físicamente activos ($18,9 \pm 1,3$ años), sin patologías que les impidiera realizar las pruebas físicas. Los estudiantes se dividieron en 3 grupos; control, (máscaras y sin máscaras) quienes cumplieron el mismo protocolo de entrenamiento en bicicleta estática, durante este proceso se controlo la frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y frecuencia respiratoria cada 5 minutos para regular y controlar el entrenamiento. Se realizaron pruebas de laboratorio para determinar la hemoglobina y hematocrito al inicio y al final del plan de entrenamiento en los tres grupos, y así evaluar los posibles cambios. Se hallaron diferencias significativas en el grupo que entreno con máscaras en el hematocrito ($p=0,017$) y en la hemoglobina ($p=0,020$) aumentando un 5% en ambos casos. La saturación de oxígeno en ejercicio evidencio una diferencia significativa ($p=0,049$) del 4,8% entre los grupos con y sin máscaras. Este estudio sugiere que un entrenamiento con máscaras de simulación de altitud y de carácter aeróbico submáximo organizado, planificado, controlado y evaluado de 6 semanas, podría producir resultados favorables en el aumento de la hemoglobina y el hematocrito, lo que podría ser de gran importancia para lograr una aclimatación a estancias en altura sin necesidad de un mayor desplazamiento.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the effects, benefits and repercussions about the hemoglobin and the hematocrit on a submaximal aerobic training plan of 6 weeks, 3 times per week, with the help of an altitude simulation mask. This research had the help of 30 healthy

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 4 de 9

and active male students (18.9 ± 1.3 years), without pathologies that can affect their performance at the time of the test. The students were divided into 3 groups control, (mask and without masks) and all they finish the same training protocol on a static bicycle, during this process we control the heart rate, oxygen intake and respiratory frequency every 5 minutes in order to monitor and check the training process. We made several laboratory tests to identify the hemoglobin and Hematocrit at the beginning and end of this training plan in the three groups to check the results of the pre-post. We find several differences in the group that train with the altitude simulation mask on the Hematocrit ($p=0.017$) and the hemoglobin ($p=0.020$) increasing at a 5% in both cases. The oxygen saturation on this research show a big difference ($p=0.049$), of 4.8% between the group that train with and without masks. This research suggests that a controlled and planned training with an altitude simulation mask during 6 weeks, could possibly increase the hemoglobin and hematocrit, great importance to achieve acclimatization to long stays in height without need of a big displacements.

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 5 de 9

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN


Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un alianza, son:
 Marque con una "x":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la Biblioteca.	X	
2. La consulta física o electrónica según corresponda.	X	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
6. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s)

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 6 de 9

y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.


NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI** **NO** .

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 7 de 9

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.


d) El(Los) Autor(es), garantizo (amos) que el documento en cuestión, es producto de mi (nuestra) plena autoría, de mi (nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional, cuyo texto completo se puede consultar en biblioteca.unicundi.edu.co

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 8 de 9

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons : Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.




Nota:

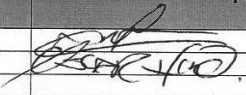
Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Titulo Trabajo de Grado o Documento.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. EFECTOS DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CON MASCARAS DE SIMULACIÓN DE ALTITUD SOBRE LA HEMOGLOBINA Y EL HEMATOCRITO.	texto
2.	
3.	
4.	

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 9 de 9

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA
Nilson Gustavo Mosquera Cuervo	
Oscar Adolfo Niño Méndez	

EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CON MASCARAS DE SIMULACIÓN DE ALTITUD SOBRE LA HEMOGLOBINA Y EL HEMATOCRITO.

Nilson Gustavo Mosquera Cuervo^{1,2}, Miller Andrés Hidalgo Quirama^{1,2},
Lic. Esp. Gloria Esperanza Velazco Ariza^{2,3}, Dr. Oscar Adolfo Niño Méndez^{2,4}.

Resumen

El propósito de este trabajo fue determinar los beneficios y repercusiones sobre la hemoglobina y el hematocrito al ejecutar un plan de entrenamiento aeróbico submáximo de 6 semanas, 3 veces por semana, con ayuda de máscaras de simulación de altitud. Este estudio conto con 30 estudiantes hombres sanos y físicamente activos ($18,9 \pm 1,3$ años), sin patologías que les impidiera realizar las pruebas físicas. Los estudiantes se dividieron en 3 grupos; control, (máscaras y sin máscaras) quienes cumplieron el mismo protocolo de entrenamiento en bicicleta estática, durante este proceso se controló la frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y frecuencia respiratoria cada 5 minutos para regular y controlar el entrenamiento. Se realizaron pruebas de laboratorio para determinar la hemoglobina y hematocrito al inicio y al final del plan de entrenamiento en los tres grupos, y así evaluar los posibles cambios. Se hallaron diferencias significativas en el grupo que entreno con máscaras en el hematocrito ($p=0,017$) y en la hemoglobina ($p=0,020$) aumentando un 5% en ambos casos. La saturación de oxígeno en ejercicio evidencio una diferencia significativa ($p=0,049$) del 4,8% entre los grupos con y sin máscaras. Este estudio sugiere que un entrenamiento con máscaras de simulación de altitud y de carácter aeróbico submáximo organizado, planificado, controlado y evaluado de 6 semanas, podría producir resultados favorables en el aumento de la hemoglobina y el hematocrito, lo que podría ser

¹ Estudiante de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física Recreación y Deportes.

² Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia, Grupo de investigación "CAFED", Proyecto de investigación: EFECTOS DE UN PLAN DE ENTRENAMIENTO REALIZADO EN MEDIA Y MODERADA ALTITUD, entrenamiento de ejercicio aeróbico submáximo con máscaras de simulación de altitud.

³ Licenciada, Especialista, Profesora Licenciatura Educación Básica con Énfasis en Educación Física Recreación y Deportes.

⁴ Doctor por la Universidad de Barcelona, Programa de Fisiología, Profesor Licenciatura Educación Básica con Énfasis en Educación Física Recreación y Deportes, Líder del grupo investigación "CAFED".

de gran importancia para lograr una aclimatación a estancias en altura sin necesidad de un mayor desplazamiento.

Palabras claves: Hipoxia, Hemoglobina, Hematocrito, Entrenamiento submáximo, Saturación de oxígeno.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the effects, benefits and repercussions about the hemoglobin and the hematocrit on a submaximal aerobic training plan of 6 weeks, 3 times per week, with the help of an altitude simulation mask. This research had the help of 30 healthy and active male students (18.9 ± 1.3 years), without pathologies that can affect their performance at the time of the test. The students were divided into 3 groups control, (mask and without masks) and all they finish the same training protocol on a static bicycle, during this process we control the heart rate, oxygen intake and respiratory frequency every 5 minutes in order to monitor and check the training process. We made several laboratory tests to identify the hemoglobin and Hematocrit at the beginning and end of this training plan in the three groups to check the results of the pre-post. We find several differences in the group that train with the altitude simulation mask on the Hematocrit ($p=0.017$) and the hemoglobin ($p=0.020$) increasing at a 5% in both cases. The oxygen saturation on this research show a big difference ($p=0.049$), of 4.8% between the group that train with and without masks. This research suggests that a controlled and planned training with an altitude simulation mask during 6 weeks, could possibly increase the hemoglobin and hematocrit, great importance to achieve acclimatization to long stays in height without need of a big displacements.

Keywords: Hypoxia, Hemoglobin, Hematocrit, Training Submaximum, Oxygen Saturation.

Introducción

La realización de mediciones periódicas del hematocrito (hcto) y de la hemoglobina (hb), forma parte del seguimiento y control biomédico de los deportistas, su relación con el transporte de oxígeno y con el rendimiento en los deportes de resistencia aeróbica, forman parte junto con otras mediciones para evaluar la salud y el desempeño físico de los deportistas que entrenan en forma regular. Diferentes estudios han demostrado que el entrenamiento de la resistencia aeróbica produce adaptaciones a nivel sanguíneo, caracterizadas por un incremento en el volumen de la sangre, explicado por una expansión del volumen plasmático y un aumento en los glóbulos rojos como los muestran (Montero, Peinado, Ortega, & Gross, 2006), (American College of Sports Medicine., 2000), (Shephard, 2007) y (Antonio & Calbet, 2007) entre otros.

El entrenar en condiciones de hipoxia, permite una aclimatación del organismo a través del entrenamiento o, de estancias cortas sin realizar ejercicio, la hipoxia es el principal factor responsable de la mayoría de los efectos nocivos de la altura sobre la salud, no debemos dejar de lado, otros factores como el frío, la deshidratación, la irradiación solar y las radiaciones, porque también son responsables del deterioro de la salud del ser humano en altura (Antonio & Calbet, 2007).

Como lo plantea Victoria Soto, las personas al exponerse a ambientes hipóxicos, el sistema hematológico no alcanza a compensar la oxigenación en los tejidos durante el ejercicio, por otro lado, luego de estar un largo tiempo en altitud, los glóbulos rojos y la hemoglobina empiezan a aumentar su número, mejorando el transporte de oxígeno hacia los tejidos (Soto, 2006).

Con frecuencia la presión atmosférica desciende en la medida que va aumentando la altura, además, tenemos que tener en cuenta dos factores más; primero, la temperatura, ya que va a descender a medida que desciende la presión. El segundo factor es la latitud, ya que cuanto más nos alejemos de la línea del Ecuador, la presión va a ser menor, es decir, a mayor latitud vamos a tener menor presión barométrica (Mora, 2011).

En la actualidad, la información sobre la utilización de las máscaras de simulación de altitud y sus diferentes efectos en el organismo es bastante limitada, por consiguiente, nos planteamos el siguiente propósito: determinar los posibles beneficios y repercusiones sobre la hemoglobina y el hematocrito, al ejecutar un plan de entrenamiento aeróbico submáximo con las TRAINING MASK (mascara de simulación de altitud).

Metodología

Esta investigación es abordada desde el enfoque empírico analítico, desarrollada en el marco de un estudio clínico aleatorio controlado, el cual permite la comparación de un grupo de trabajo y la de un grupo control. De esta manera, se pudo desarrollar un protocolo para definir mecanismos de control, que son pensados antes y durante el plan de entrenamiento y así valorar detalladamente las variables que se presentaron en esta investigación.

La muestra de este proyecto estuvo compuesta por 30 estudiantes, hombres sanos y físicamente activos, cuyas edades se encontraban entre los $(18,9 \pm 1,3)$ años (tabla 1), sin ninguna patología que les impidiera realizar las pruebas físicas ni el ejercicio físico. Los estudiantes se encontraban cursando primer semestre de educación física en la Universidad de Cundinamarca.

Tabla 1. Parámetros Básicos de los Diferentes Grupos.

	Edad		Estatura		Peso		IMC	
	(Años)		(Metros)		(Kg)		(Kg/m ²)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
GEMAS	18,2	± 0,4	1,69	± 0,06	64,5	± 8,5	22,5	± 2,4
GESINMAS	19,6	± 1,5	1,66	± 0,05	61,5	± 5,9	22,2	± 1,7
GCONTROL	20,4	± 1,6	1,72	± 0,04	64,3	± 9,6	21,7	± 3,3

DE: desviación estándar. M: metros. Kg: kilogramos. Kg/m²: kilogramos sobre metros al cuadrado. GEMAS: Grupo entrenamiento con máscaras. GESINMAS: Grupo entrenamiento sin mascarar. GCONTROL: Grupo control. Al realizar un análisis estadístico en los parámetros básicos no se encontró ninguna diferencia significativa en los valores previos al entrenamiento.

Los sujetos se encontraban radicados en el municipio de Fusagasugá a 1726 msnm (metros sobre el nivel del mar), lo que corresponde a baja altitud (Bärtsch & Saltin, 2008). Al grupo se le realizó una aleatorización para formar tres subgrupos que se organizaran de la siguiente manera: un grupo control (GCONTROL) el cual no se le aplicó ningún tipo de entrenamiento pero sí las pruebas base (pre-test, post-test) además de las clases prácticas en su carrera, un grupo que entrenaba con máscaras de simulación de altitud (GEMAS), y un grupo de entrenamiento sin máscaras (GSINMAS), los dos grupos de entrenamiento realizaron el mismo plan aeróbico submáximo en bicicleta estática al 80% de su frecuencia cardíaca máxima, determinada anteriormente en la prueba de esfuerzo.

Pruebas de laboratorio, pre y post entrenamiento

Se realizaron pruebas pre y post entrenamiento, pruebas de laboratorio y sanguíneas, en las pruebas de laboratorio se determinó el cuadro hemático, donde se utilizó la hemoglobina y hematocrito, para la realización de las pruebas de laboratorio, se citó a los sujetos el mismo día, en condición de ayunas para tomar la prueba de sangre, se realizó el mismo procedimiento al culminar el plan de entrenamiento.

Se realizó una prueba de esfuerzo máximo con análisis de parámetros ventilatorios, monitorización por minuto de la frecuencia cardíaca, tensión arterial, escala de la percepción del esfuerzo (Borg)⁵. Esta prueba se realizó en cicloergómetro, donde se inició en 20 vatios y se aumentó la carga progresivamente de 20 vatios por minuto, hasta que el sujeto llegara a su máxima capacidad de trabajo, o hasta cuando se determinara la meseta del consumo máximo de oxígeno.

Protocolo de entrenamiento

El protocolo de entrenamiento tuvo una duración de 45 minutos por sesión en las horas de la mañana, 3 días a la semana durante 6 semanas, antes de realizar el entrenamiento se controlaba y tomaba apuntes de los siguientes datos: frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno en reposo, durante el entrenamiento se controló la frecuencia cardíaca y escala de

⁵ Esta escala fue propuesta por el sueco Gunnar Borg permitiendo controlar el cansancio en cualquier actividad que realice, y por lo tanto saber exactamente qué efectos tendrá el ejercicio según la intensidad que trabaje (Moya, 2004).

Borg cada 5 minutos y cada 10 minutos se tomaba saturación de oxígeno y la frecuencia respiratoria por minuto. Se controló los datos por sujeto diciéndoles si tenían que aumentar o disminuir la intensidad de la bicicleta para mantener el ejercicio aeróbico submáximo durante los 45 minutos (80% de su frecuencia cardiaca máxima y/o valor 15 en la escala de Borg), al culminar el entrenamiento los sujetos seguían pedaleando 5 minutos a una intensidad baja (valor 10 en la escala de Borg) para realizar un trabajo de recuperación, los estudiantes de igual modo continuaron con sus actividades físicas en las asignaturas prácticas propias de su carrera. Al finalizar el protocolo de entrenamiento de seis semanas, no todos realizaron las pruebas sanguíneas, la presente investigación se logró culminar con 27 sujetos, correspondiente al 90% de la muestra inicial.

Las TRAINING MASK (mascara de simulación de altitud) son máscaras con una cámara hermética que cubre nariz y boca que posee 3 ranuras con distintas válvulas de flujo que se puede ajustar el aumento o la disminución de la cantidad de aire que ingresa a la cámara, según el manual, este sistema puede ir entre los 914 y los 5,486 metros sobre el nivel del mar, este mecanismo le permite al sujeto presentar un estado de hipoxia en ejercicio según patente y manual (Welnitz & St, 1998).

Durante el transcurso del plan de entrenamiento, se realizó un ajuste a las válvulas de la máscara, de esta forma, se podría decir que semana a semana, se aumentaba la intensidad de trabajo con las máscaras de simulación de altitud (TRAININK MASK). El protocolo de entrenamiento se realizó a una altura real de 1,740 msnm. En las semanas 1 y 2, en el plan de entrenamiento las máscaras presentaba una altitud según el manual de 3,657 msnm, en la semana 3 y 4 se ajusto la altura de la máscara a 4,572 msnm, posteriormente, las últimas dos semanas se aumentó la altura que suponía la utilización de las máscaras de simulación de altitud según el manual, hasta un tope máximo de 5,486 msnm (tabla 2).

Tabla 2: Altura de Entrenamiento por Semana (teórica)

Semanas	Altura de estancia (msnm)	Altitud mascara (msnm)	Altitud teórica entrenamiento total (msnm)
Semana 1 y 2	1,740	3,657	5,397
Semana 3 y 4	1,740	4,572	6,312
Semana 5 y 6	1,740	5,486	7,486

Plan de entrenamiento y ajuste de la altura de la máscara (**TRAINING MASK**) según el manual. Msnm: metros sobre el nivel del mar

Las fases que se ejecutaron para la realización de este trabajo son:

Fase 1: En primera instancia se indago sobre los estudios actualmente realizados acerca del entrenamiento aeróbico con la utilización de las máscaras de simulación de altitud Training Mask y así identificar tras varias consultas la escasa publicación de artículos con respecto al tema a tratar.

Fase 2: Se toma la iniciativa de realizar el proyecto de valides de máscaras de simulación de altitud con docentes y estudiantes de la universidad de Cundinamarca. A medida que se fue planteando el proyecto, se llegan a unos acuerdos protocolarios los cuales influyen directamente en la ejecución de la presente investigación:

- Obtención de la muestra
- Documentos de validación de la información
- Documentos recolección de datos
- Pruebas de laboratorio
 - Hemoglobina y hematocrito
- Pre test: Prueba de esfuerzo
- Protocolo de entrenamiento y recolección de datos durante la ejecución
- Post test: Prueba de esfuerzo

Fase 3: Al finalizar el protocolo de entrenamiento se realiza un análisis de los datos obtenidos durante el proceso de entrenamiento, pre test y pos test, por último, se determinaron las conclusiones y alcances de la investigación.

Recolección de datos:

A los sujetos se les explico y firmaron un consentimiento informado, un PAR-Q (cuestionario de aptitud para la actividad física), se formalizó una hoja de recolección de datos en la cual se registran los valores proporcionados en la prueba de esfuerzo máximo de ergoespirometría y se estipulo un formato para la consigna de datos durante el entrenamiento y así mantener un control y la debida monitorización del entrenamiento.

Equipos para pruebas de laboratorio y entrenamiento

Se utiliza un Cicloergómetro Monark 839e Suizo, el cual funciona con un software Monark, se contó con un equipo de espirómetros Córtes Metamax 3B-R Alemán, que utiliza un software Metasolf Studic, un equipo de calibración para el espirómetro Córtes Calibration Syringe el cual cuenta con una pipeta de aire conocido 15 % oxígeno y 5% dióxido de carbono y una jeringa de 3000 ml, Pulsioxímetro (SpO₂) Nonin Estadounidense, barómetro GPB 3300 Alemán, reloj y banda polar H3, bicicleta estática Grand estadounidense y máscaras (TRAINING MASK).

Análisis Estadístico

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para establecer la distribución normal de los diferentes datos a analizar. Para la evaluación de las diferencias entre grupos (GEMAS, GSINMAS y GCONTROL) en el pre-entrenamiento y post-entrenamiento, se utilizó el proceso estadístico de análisis de varianza para medidas repetidas (ANOVA), con la prueba post-hoc de Bonferroni, asumiendo una distribución normal. Además, al comparar la saturación de oxígeno en ejercicio entre los grupos (GEMAS y GSINMAS) se utilizó una T de Student para muestras independientes. El nivel de significación se estableció en $p < 0,05$ para todos los análisis. Los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico de SPSS v.15 (SPSS Inc. Chicago, EE.UU).

Resultados

Al comienzo del estudio, no se evidencio diferencias significativas entre los diferentes grupos (GEMAS, GSINMAS y GCONTROL) en las diferentes variables a analizar.

Tabla 2. Diferencias Significativas Entre los Diferentes Grupos.

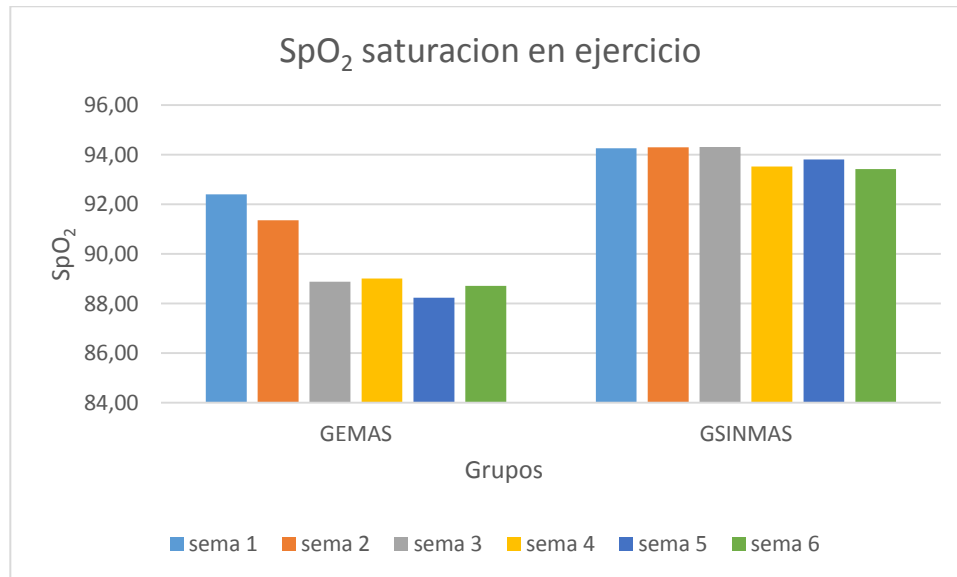
		Pre-Entrenamiento		Post-Entrenamiento		
		Media	DE	Media	DE	
SpO ₂ en Reposo	GEMAS	95,8	± 1,9	96,1	± 1,1	
	GESINMAS	96,8	± 0,9	95	± 1,5	
	GCONTROL	96,2	± 1,1	96,2	± 1,1	
Hematocrito HCT (% total del vol. de la sangre)	GEMAS	45,7	± 1,6	47,2	± 1,4	*
	GESINMAS	46	± 1,8	46,6	± 1,6	
	GCONTROL	47	± 1	46,9	± 1	
Hemoglobina HB (g/dL)	GEMAS	15,5	± 0,6	16,1	± 0,6	*
	GESINMAS	15,8	± 0,9	16,1	± 0,7	
	GCONTROL	16,3	± 0,6	16,2	± 0,5	
SpO ₂ Ejercicio	GEMAS	--	± --	89,7	± 2,1	°
	GESINMAS	--	± --	93,9	± 0,4	
	GCONTROL	--	± --	--	± --	

DE: desviación estándar. *: Diferencias significativas ($p < 0,05$) entre pre-entrenamiento y post-entrenamiento entré todos los grupos. °: Diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los grupos que entrenaron con máscara y sin máscara. Los valores están representados en media ± desviación estándar.

Saturación de oxígeno en ejercicio (SpO_2)

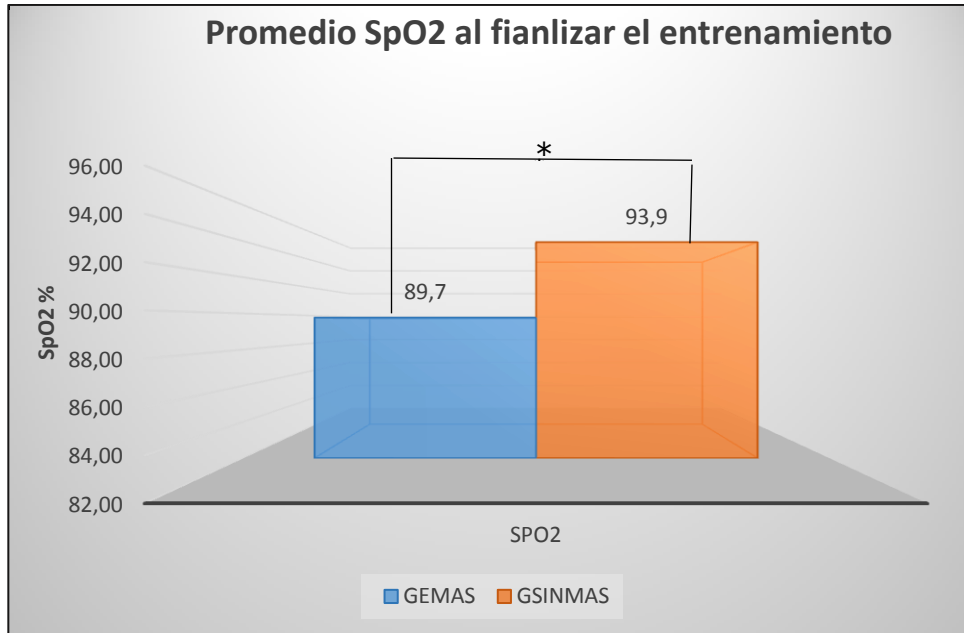
SpO_2 en ejercicio durante el entrenamiento entre los grupos GEMAS y GSINMAS mostro una diferencia significativa ($p=0,01$), ya que al comparar los dos grupos se encontró una diferencia del 5% de la SpO_2 en ejercicio entre los grupos. SpO_2 en ejercicio (Gráfico 1), promedio total de saturación al finalizar el plan de entrenamiento entre los grupos (Gráfico 2).

Gráficos 1. Saturación en ejercicio.



En el gráfico podemos denotar los grupos que entrenan con máscara y sin máscara, el porcentaje de la saturación durante las 6 semanas de entrenamiento y se evidencia como disminuye la saturación al realizar una actividad física submaximal entre personas utilizando la TRAINING MASK y personas que realizan la misma actividad sin estos artefactos.

Gráficos 2. Promedio de saturación al finalizar el entrenamiento.



*: Diferencia significativa ($p=0,01$). Al culminar el plan de entrenamiento aeróbico submaximal entre los grupos con máscara y sin máscara se observa como el grupo GEMAS finaliza con una saturación más baja debido al mayor esfuerzo que realizaron al utilizar las máscaras TRAININ MASK.

Promedio de saturación de oxígeno en ejercicio por semanas entre grupos:

Se evidencio una disminución en la SpO₂ en los sujetos entrenando con máscara. Se debe tener en cuenta el porcentaje de saturación de oxígeno entre los grupos que entrenaron durante los entrenamientos (Tabla 3).

Tabla 3: SpO₂ Promedio Semana en Ejercicio por Grupos

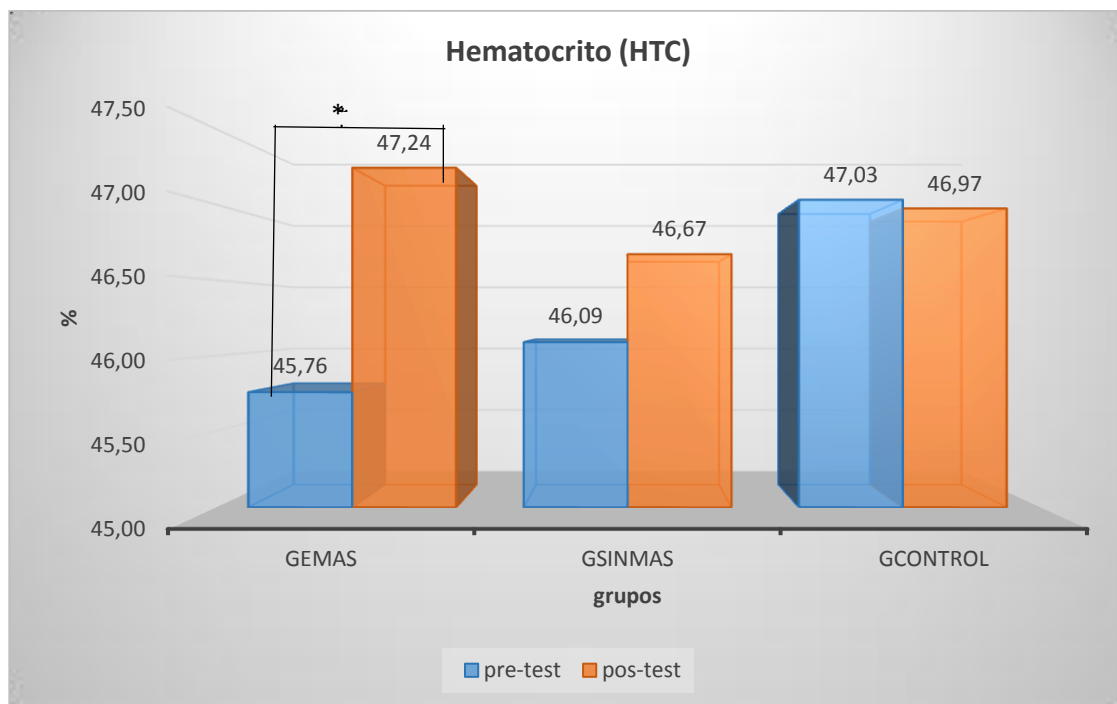
Semanas	SpO ₂ promedio G. Máscara	SpO ₂ promedio G. sin Máscara
Semana 1	92,41	94,25
Semana 2	91,36	94,29
Semana 3	88,89	94,32
Semana 4	89,01	93,52
Semana 5	88,23	93,81
Semana 6	88,71	93,43

Promedio de la saturación de oxígeno semanal en ejercicio entre los grupos que entrenan con máscara y sin máscara a una intensidad del 80%.

Hematocrito (HCT)

El HCT después de culminar el plan de entrenamiento, se puede evidenciar una diferencia significativa ($p=0,017$) en el grupo GEMAS, con un aumento de 5%. En los grupos GSIMAS Y GCONTROL no se evidencio ninguna diferencia significativa (Gráfico 3).

Gráficos 3. Resultados hematocrito.

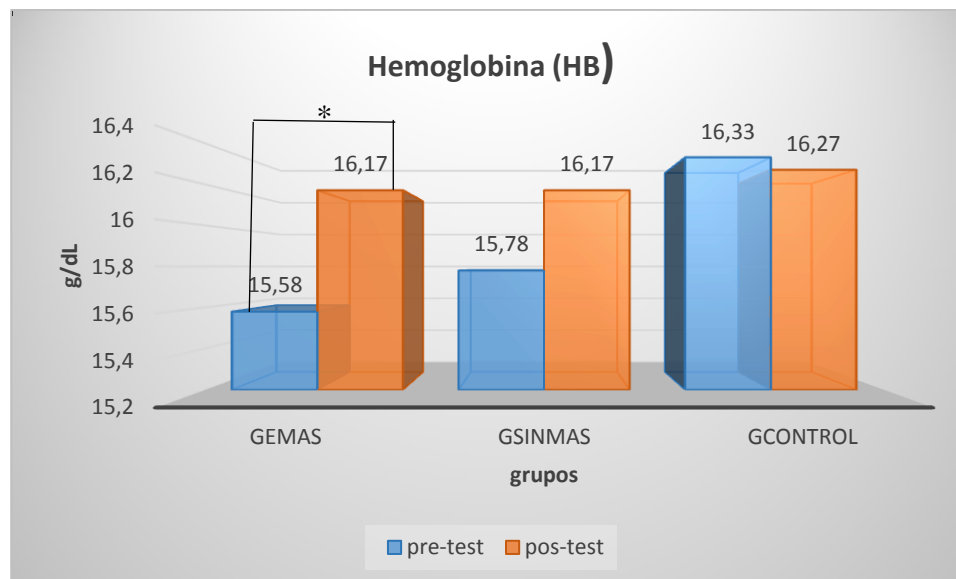


*: Diferencia significativa ($p=0,017$). En esta grafica se puede evidenciar como el hematocrito aumenta parcialmente entre los grupos que entrenaron con máscara, sin máscara y control.

Hemoglobina (HB)

La HB al finalizar el plan de entrenamiento de 3 veces por semana durante y 6 semanas de ejercicio aeróbico submáximo, mostró que en el grupo GEMAS existe una diferencia significativa ($p=0,020$), se encontró un aumento de la HB en un 5%. En los grupos GSINMAS y GCONTROL no muestra ninguna diferencia significativa en relación a las mismas pruebas de pre y pos test (Gráfico 4).

Gráficos 4. Resultados hemoglobina.



*: Diferencia significativa ($p=0,017$). Variaciones entre la hemoglobina del pre y el pos test entre los tres grupos y se observa que en el grupo que entreno con máscaras, existe un incremento del 5%, en el grupo entreno sin máscaras tuvo tendencia a aumentar un 2,1% en el hematocrito, en cambio en el control disminuyo un 1,1% al finalizar el plan de entrenamiento.

Discusión

Los principales hallazgos de la presente investigación son los efectos positivos encontrados en la hemoglobina y el hematocrito después de culminar un entrenamiento aeróbico submáximo con máscaras de simulación de altitud, de tres veces por semana y durante seis semanas, además, se pudo evidenciar la tendencia a disminuir la saturación de oxígeno durante ejercicio en el grupo que realizó el entrenamiento con máscara.

Existen pocos estudios con los cuales se puedan contrastar nuestros resultados, en la actualidad, las investigaciones con máscaras de simulación de altitud son escasas. Por otro lado, Rodríguez y col, han reportado aumentos significativos en la hemoglobina y hematocrito a través de un trabajo en cámara hipobárica, dichos resultados se lograron después de una exposición de 90 minutos por sesión 3 veces a la semana durante 3 semanas (Rodríguez et al., 2000), nuestra investigación se realizó durante el doble de tiempo y además con un entrenamiento de ejercicio aeróbico submáximo, es de resaltar que en este caso, nuestra investigación así como la mencionada anteriormente se realizó con sujetos

hombres sanos y físicamente activos, además, nuestra investigación se incluyó un grupo control el cual no realizaba ningún ejercicio de entrenamiento, en nuestro caso, la investigación estuvo compuesta por tres grupos los cuales estaban conformados por 10 sujetos cada uno, en donde se evidencio diferencias significativas solo en el grupo que entreno con máscara, la investigación realizada por Rodríguez y col se realizó a una altitud simulada cámara hipobarica de 5500 msnm, a diferencia de nuestra investigación, los sujetos que entrenaron con y sin mascara vivían y entrenaban a 1740 msnm pero en una altitud real.

Los beneficios del entrenamiento físico han sido reportados en diversas investigaciones (Gremeaux et al., 2012), (Soto, 2006), (Barroso, 1948) entre otros, también se ha evidenciado al mejorar y mantener la salud (Blair et al., 1995). Así mismo, se hace referencia a los resultados favorable en diferentes poblaciones estudiadas (Phelps & Reno, 1987), estos beneficios no solo se reportan en personas adultas y con alguna dolencia física, también se reportan en jóvenes sanos (Carnethon, Gidding, Nehgme, Sidney, & Jacobs, 2014), como ejemplo cercano, esta nuestra investigación, en donde además de ser sanos y físicamente activos, realizaban entrenamiento en clases, ya que eran estudiantes de educación física.

Confrontando la investigación de Porcari, nos plantea un entrenamiento de 6 semanas a una alta intensidad por intervalos, con la utilización de las máscara de simulación de altitud, la cual no encontraron una mejora en el sistema hematológico en los sujetos entrenados (Porcari et al., 2016), al comparar esta investigación que presenta unas características similares al nuestro, en donde se realizó un plan de entrenamiento de 6 semanas, se dividieron el grupo al azar en control (entrenamiento pero sin mascarar) y ejecución (entrenamiento con máscaras de simulación de altitud) el cual lo hicieron a una alta intensidad y por intervalos de tiempo, en relación a nuestro trabajo realizado a submáxima intensidad y aeróbico, podemos evidenciar que se presenta una mejora significativa en la hemoglobina y hematocrito al culminar el plan de entrenamiento.

Después de culminar el entrenamiento de las seis semanas en donde se completó casi 18 sesiones de entrenamiento, los sujetos hicieron referencia a mejoras en la capacidad para mantener un ejercicio prolongado. Nosotros hicimos un control del entrenamiento a través de la frecuencia cardiaca, la percepción subjetiva del esfuerzo y la saturación de oxígeno y, es de resaltar, que al realizar un análisis estadístico de la saturación de oxígeno en ejercicio, se pudo evidenciar una diferencia significativa al comparar los sujetos que entrenaban con y sin máscara, es bien sabido que la saturación disminuye en ejercicio (Katch, McArdle, & Katch, 2015) pero nosotros comprobamos que disminuye más al entrenar con las máscaras de simulación de altitud, lo que parece ser un estímulo suficiente para aumentar la hemoglobina y hematocrito después de culminar el entrenamiento de 6 semanas.

Conclusiones

En conclusión, el estudio actual sugiere que un entrenamiento sistemático, organizado, planificado, controlado y evaluado de 6 semanas de entrenamiento de 45 minutos por sesión, 3 días por semana utilizando la máscara de simulación de altitud, se podrían producir resultados favorables en el aumento de la hemoglobina y hematocrito, lo que podría ser de gran importancia para lograr una aclimatación a estancias en altitud, las máscaras de simulación pueden llegar a ayudar en su rendimiento aeróbico gracias a que al utilizar este artefacto la saturación de oxígeno en ejercicio disminuye, lo que podría permitir estimular la hormona eritropoyetina para la producción de hemoglobina, sin embargo el estudio demostró que las máscaras no pueden llegar a demostrar una altitud real, ya que la saturación de oxígeno disminuye al estar el sujeto expuesto a condición de hipoxia por lo cual el porcentaje que simula la máscara no según la altitud no es el mismo que se genera en altura real (Botella de Maglia & Compte Torrero, 2005), se puede notar que el funcionamiento de la mascar solo se da durante la ejecución de una actividad física aeróbica submáxima al incrementar la frecuencia cardiaca al 80% de su capacidad máxima, se logra conseguir una disminución de la saturación de oxígeno en ejercicio, pero si el sujeto se encuentra en reposo, la saturación de oxígeno se mantiene a los mismos niveles que sin máscara.

Referencias

1. American College of Sports Medicine. (2000). *Manual de consulta para el control y la prescripción de ejercicio*. Paidotribo. Retrieved from
2. Antonio, J., & Calbet, L. (2007). 6ª Conferencia : “ Efectos del entrenamiento en altitud .” In *IX JORNADAS SOBRE MEDICINA Y DEPORTE DE ALTO NIVEL* (p. 15). madrid España: Comité Olímpico Español. Retrieved from Barroso, P. (1948). Entrenamiento en altitud, (1945), 1–13.
3. Bärtsch, P., & Saltin, B. (2008). General introduction to altitude adaptation and mountain sickness. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *18 Suppl 1*, 1–10. doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00827.x
4. Blair, S. N., Kohl III, H. W., Barlow, C. E., Paffenbarger Jr., R. S., Gibbons, L. W., & Macera, C. A. (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*, *273*(0098–7484 SB–A SB–M SB–X), 1093–1098.
5. Botella de Maglia, J., & Compte Torrero, L. (2005). Saturación arterial de oxígeno a gran altitud. Estudio en montañeros no aclimatados y en habitantes de alta montaña. *Medicina Clínica*, *124*(5), 172–176. doi.org/10.1157/13071480
6. Carnethon, M. R., Gidding, S. S., Nehgme, R., Sidney, S., & Jacobs, D. R. (2014). Cardiorespiratory Fitness in Young Adulthood, *290*, 3092–3100.
7. Gremeaux, V., Gayda, M., Lepers, R., Sosner, P., Juneau, M., & Nigam, A. (2012, December). Exercise and longevity. *Maturitas*. Elsevier Ireland Ltd. doi.org/10.1016/j.maturitas.2012.09.012
8. Katch, V. L., McArdle, W. D. 1939-, & Katch, F. I. (2015). *Fisiología del ejercicio : fundamentos* (Tercera Ed). Madrid: Editorial Panamericana.
9. Montero, F. J., Peinado, P. J., Ortega, A., & Gross, M. (2006). Control biológico del entrenamiento de resistencia. *Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, *II*, 65–87. Retrieved from file:

10. Mora, R. (2011). Efectos de la hipoxia sobre la actividad física y el rendimiento deportivo. *Efdeportes*, 16(161), 1.
11. Moya, J. M. (2004). La percepción subjetiva del esfuerzo como parte de la evaluación de la intensidad del entrenamiento. *EFdeportes*, 73.
12. Phelps, J. R., & Reno, N. (1987). Physical Activity and Health Maintenance- Exactly What Is Known? *WEST OF MEDICINE*, 146, 200–206.
13. Porcari, J. P., Probst, L., Forrester, K., Doberstein, S., Foster, C., Cress, M. L., & Schmidt, K. (2016). Effect of wearing the elevation training mask on aerobic capacity, lung function, and hematological variables. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15(2), 379–386.
14. Rodriguez, F. A., Ventura, J. L., Casas, M., Casas, H., Pages, T., Rama, R., ... Viscor, G. (2000). Erythropoietin acute reaction and haematological adaptations to short, intermittent hypobaric hypoxia. *Eur J Appl Physiol*, 82(3), 170–177. doi.org/10.1007/s004210050669
15. Shephard, R. J. (2007). *LA RESISTENCIA EN EL DEPORTE*. Paidotribo. Soto, V. (2006). *Entrenamiento en Altura*.
16. Welnetz, R. J. (1998). Elevate Your Training to New Heights. Retrieved from <http://www.trainingmask.com/content/manual.pdf>
17. Welnetz, R. J., & St, B. (1998). United States Patent [19]