

Efecto de la aplicación de oxígeno a dos concentraciones en ciclistas élite sobre las variables fisiológicas y bioquímicas de la recuperación para la optimización del entrenamiento

Effect of the application of oxygen at two concentrations in elite cyclists on the physiological and biochemical variables of recovery for optimization of training

Jorge NG¹  Raúl Montenegro² 

¹ Policlínica de la Caja de Seguro Social, Dr. Laurencio Jaén Ocaña | ²Universidad Especializada de Las Américas (UDELAS)
Ciudad de Panamá. República de Panamá. Correo: jorgekng.13@gmail.com | raul.montenegro@udelas.ac.pa

DOI: <https://doi.org/10.57819/4VJ3-4Y36>



Fecha de Recepción: 17-05-2022. **Fecha de Aceptación:** 13-07-2020. **Fecha de publicación:** 01-01-2023.

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo: Demostrar que la administración de oxígeno vía mascarilla a concentraciones de 8L y 12L favorece la recuperación del ciclista elite de Panamá durante su entrenamiento con la finalidad de mejorar su rendimiento en competencias internacionales. Es un diseño de investigación cuasi experimental, prospectivo, de corte transversal, pretest – posttest, siendo el mismo grupo tanto control como sujeto de prueba, conformados por atletas de alto rendimiento, a los cuales se le aplicará como estímulo O₂ de 8 Lts y 12 Lts se hará una medición pre-prueba, y post-prueba para evaluar la recuperación dichos atletas durante su entrenamiento. Al verificar los resultados se demostró que al utilizar niveles de oxígeno de 8Lts y 12 Lts estas mejoraron el rendimiento del ciclista, favoreciendo su recuperación, encontrándose datos significativos en los componentes de Frecuencia respiratoria en el cual al utilizar concentraciones de 8L de oxígeno ($r: 0.733$, $p:0.039$), esta aumenta la frecuencia respiratoria del ciclista, aumentando su rendimiento físico, también se muestra una correlación positiva alta con significancia entre la glucosa sin concentración de oxígeno y la glucosa con concentración de oxígeno ($r: 0.757$, $p:0.030$).

Palabras clave: administración de oxígeno, entrenamiento, deportistas elite, oxígeno suplementario.

Abstract

The present research aimed to: Demonstrate that the administration of oxygen via a mask at concentrations of 8L and 12L favors the recovery of the elite cyclist from Panama during their training in order to improve their performance in international competitions. It is a quasi-experimental, prospective, cross-sectional, pre-test-post-test research design, with the same group being both control and test subject, made up of high-performance athletes, to which an O₂ stimulus of 8 and 12 liters will be applied. Lts will do a pre-test, and post-test measurement to evaluate the recovery of these athletes during their training. When verifying the results, it was shown that when using oxygen levels of 8Lts and 12Lts, these improved the cyclist's performance, favoring their recovery, finding significant data in the components of respiratory frequency in which when using concentrations of 8L of oxygen ($r: 0.733$, $p: 0.039$), this increases the respiratory rate of the cyclist, increasing their physical performance, a high positive correlation with significance is also shown between glucose without oxygen concentration and glucose with oxygen concentration ($r: 0.757$, $p: 0.030$).

Keywords: oxygen administration, training, elite athletes, supplemental oxygen.

Introducción

El agotamiento o la fatiga durante el entrenamiento o en la competencia se considera que es la incapacidad del atleta para lograr mantener la potencia máxima durante un periodo de tiempo prolongado y esta se debe a diferentes factores tanto psicológico, neurológico como hormonales (Fernández-García, 2015).

Todas las actividades deportivas en especial la de tipo profesional requieren de la liberación de energía de forma moderada pero que sea sostenida. Es la degradación aeróbica de carbohidratos, grasas y proteínas la que genera esta energía para fosforilar el ADP y formar ATP (Víctor, 2019).

Por lo que debe existir un equilibrio constante entre la fosforilación oxidativa y las necesidades energéticas de esta actividad física. En el momento en que se produzca un desequilibrio energético anaeróbico-aeróbico empieza a acumularse lactato aumentando la acidez de los tejidos dando como resultado inmediato la fatiga. Traduciéndose esto en el campo deportivo como una incorrecta planificación de las situaciones de fatiga, que lleva a errores y a grandes disminuciones en el rendimiento (Fernández-García, 2015).

Debido a esto la capacidad que tiene un atleta para mantener un nivel elevado de intensidad de ejercicio sin llegar a una fatiga excesiva depende de dos factores: la capacidad de transporte de oxígeno a los músculos en actividad y la capacidad que tengan las células de todos la musculatura que se encuentre activa de generar ATP de manera aeróbica (Ávila, 2012).

Saber cómo funcionan los sistemas circulatorio, respiratorio, endocrino y muscular durante la actividad física nos ayuda a comprender la capacidad física y rendimiento de cada atleta. Entender las necesidades energéticas y determinar los ajustes fisiológicos necesarios para cubrir dichas necesidades ayuda a crear un programa de actividad física más eficaz y eficiente para el atleta. El permitirnos evaluar de una manera correcta la situación fisiológica y la condición física antes y durante la planificación del entrenamiento permite cumplir con dicho objetivo (Ávila, 2012).

Por otra parte se ha definido el término "ergogénico" como cualquier medio para aumentar la utilización de energía, incluyendo la producción de energía, su control y su rendimiento (Federación Española de Medicina del Deporte (SEMED / FEMEDE), 2016);

Por lo tanto, para atletas de alto rendimiento el apoyo o ayuda ergogénica resulta esencial. Definiéndose la misma como: la implementación de cualquier técnica ya sea psicológica, uso de dispositivo mecánico, método nutricional o farmacológico que ayude a aumentar la capacidad

de rendimiento e incrementa la adaptación al ejercicio físico (Leuthltz,2001). También se incluye todas las técnicas que ayuden a mejorar los procesos durante o después del ejercicio (Kreider,2004.).

Estos apoyos ergogénica ayudan a que el atleta tolere en mayor grado las exigencias de entrenamientos de alta intensidad favoreciendo a una rápida recuperación y favoreciendo el bienestar del atleta durante el entrenamiento y competencia.

Entre las sustancias ergogénicas utilizadas para mejorar la recuperación y rendimiento del atleta está el empleo de oxígeno suplementario, el cuál es el elemento indispensable para el óptimo funcionamiento de los sistemas fisiológicos de producción de energía en el cuerpo. (Federación Española de Medicina del Deporte (SEMED / FEMEDE), 2016).

Por lo que surge la siguiente interrogante: la administración de oxígeno inhalado durante el entrenamiento del atleta favorece las variables fisiológicas y bioquímicas de recuperación mejorando el rendimiento del ciclista y que porcentaje de oxígeno ya sea al 75% o 95% sería el ideal para la activación y funcionamiento de los sistemas energético; con el fin de prolongar la aparición de la fatiga y acortar el periodo de recuperación aumentando así el rendimiento del deportista en competencias tanto locales como internacionales permitiéndole obtener mejores resultados.

El oxígeno (O₂) constituye el 20.8% del aire que es respirado a nivel del mar el resto está constituido por nitrógeno 78% y otros gases 1%. (Carlomagno, 2016). La entrada de oxígeno al organismo es producto de la diferencia de presiones (la presión de oxígeno atmosférica y la que se encuentra a nivel de las vías aéreas), lo que permite que se lleve a cabo el intercambio gaseoso a través de la membrana alveolo capilar. A nivel del mar este gradiente de presión es de 5 a 10 mmHg (Alvarado & Secci, 2018).

El oxígeno en el organismo es transportado a través de dos formas una disuelto en la parte líquida de la sangre lo que se conoce como dilución y en combinación de manera lábil con la hemoglobina de los glóbulos rojo y es entregada a los tejidos (Dunn et al., 2016).Mientras que en un proceso inverso glóbulos rojos toman el dióxido de carbono (CO₂) de los tejidos para ser transportado a los pulmones y ser espirados (Mairbäurt,2013).

El ciclista elite en Panamá realiza múltiples competencias locales e internacionales con entrenamientos extenuantes diarios y con poca recuperación de sus sistemas energéticos lo que conduce a la fatiga en poco tiempo impidiendo lograr un 100% de su rendimiento físico y a estar más propenso a lesiones. Ya que actualmente no se conoce en Panamá algún estudio que nos indique cual es el porcentaje de oxígeno ideal para suministrar al atleta con el fin de lograr una rápida recuperación y por ende un mejor rendimiento físico lo que proporcionaría mejores resultados competitivos internacionales para el país.

Esta investigación sería la punta de lanza para poder incorporar una base científica a la planificación de entrenamiento de atletas elite de Panamá y mejorar su rendimiento a nivel local e internacional. Por lo tanto, al realizar este estudio se desea saber si: ¿La implantación de oxígeno suplementario en deportistas de alto rendimiento en este caso ciclistas mejora rendimiento de estos?

Marco Metodológico

El objetivo de la investigación es Validar un programa de entrenamiento para ciclista de elite fundamentado en la administración de dos diferentes concentraciones de oxígeno para mejorar el rendimiento.

Es un diseño de investigación cuasi experimental, prospectivo, de corte transversal, pretest – postest, siendo el mismo grupo tanto control como sujeto de prueba, conformados por atletas de alto rendimiento, a los cuales se le aplicará como estímulo O₂ de 8 Lts y 12 Lts se hará una medición pre-prueba, y post-prueba para evaluar la recuperación dichos atletas durante su entrenamiento.

Este estudio de tipo cuantitativo correlacional donde se realiza una medición numérica de diferentes variables como la frecuencia cardiaca, respiratoria, presión arterial, consumo máximo de oxígeno y niveles de lactato en sangre comparado con la recuperación de oxígeno y es explicativo porque da respuestas con respecto a cómo el consumo de oxígeno mejora el rendimiento de los atletas.

Población está conformado por ciclistas de Alto rendimiento en la Ciudad de Panamá. Los sujetos son 8 ciclistas elite, los cuales se sometieron a un entrenamiento de alto rendimiento. El tipo de muestra estadística es no probabilística por conveniencia, se eligieron los atletas de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión de un equipo de atletas elite de la localidad.

Variable Independiente: Programa de entrenamiento para ciclistas de alto rendimiento fundamentado en la administración de dos diferentes concentraciones oxígeno.

- **Definición conceptual:** Es un entrenamiento de 3 veces por semana, durante 3 semanas. Consiste en la administración de oxígeno en concentración más elevadas para prevenir o tratar la deficiencia de oxígeno en sangre, células y tejidos del organismo. en las cual los atletas son evaluados en un laboratorio de fisiología a una temperatura promedio de 25°C.
- **Definición operacional:** el programa va a ser evaluado a través del rendimiento físico del ciclista, descrito por los siguientes criterios: Frecuencia cardiaca, Frecuencia cardiaca máxima, Presión arterial, Frecuencia respiratoria, Consumo Máximo de O₂, Glicemia, Saturación máxima de oxígeno, Lactato.

Variable dependiente: Rendimiento físico

- **Definición conceptual:** Es la capacidad de producción de energía por parte de los músculos involucrados en la actividad física, y está determinada en un gran porcentaje por el factor genético.

- **Definición operacional:** se medirá a través de los siguientes criterios:

- **Frecuencia cardiaca:** La frecuencia cardiaca: es el número de veces que se contrae el corazón durante un minuto (latidos por minuto). Dada la importancia de este proceso, es normal que el corazón necesite en cada latido un alto consumo de energía. Por regla general, la misma oscila entre 50 y 100 latidos por minuto; La medición de los latidos del corazón por minuto es uno de los más importantes medidos de esfuerzo. (Barbero, J.C. y cols., 2004). Se mide a través del registro del número de latidos cardiacos captados a través de un estetoscopio en un minuto como unidad de tiempo.

Rango:

Abajo de 40 latidos por minuto

60 a 140 latidos por minuto

Arriba de 150 latidos por minuto

- **Frecuencia cardiaca máxima:** La frecuencia máxima es la mayor cantidad de latidos que puede alcanzar el corazón ante un ejercicio físico de alta intensidad y es dependiente de la edad. Dado que su medición es relativamente simple, se ha utilizado en gran variedad de pruebas de campo y protocolos de esfuerzo para estimar y monitorizar la intensidad del ejercicio (Barbero, y cols., 2004). Numerosos autores indican que un aumento en la intensidad del ejercicio se refleja en un incremento proporcional de la frecuencia cardiaca. Se mide a través del Cálculo aritmético establecido por la siguiente fórmula: Frecuencia cardiaca máxima = $220 \text{ latido por minuto} - \text{edad}$.

- **Presión arterial:** La presión arterial es la forma en que se mide la presión o fuerza que ejerce la sangre dentro de tus vasos sanguíneos (arterias) con cada latido del corazón. Se mide a través de la implementación de un esfigmomanómetro, que mediante la auscultación a nivel de una arteria se estableció como la aparición de un primer ruido la presión sistólica y desaparición de ruidos presión diastólica respectivamente. La presión arterial normal o esperada ronda entre 110/70 a 120/80 mmHg.

➤ **Frecuencia respiratoria:** Cantidad de respiraciones que una persona realiza durante un minuto. Usualmente se mide en estado de reposo y sentada. La realización de ejercicio produce modificaciones en la dinámica respiratoria que se traducen en polipnea e hiperpnea (aumento en la frecuencia y amplitud respiratorias, respectivamente); con ello se pretenden satisfacer las grandes necesidades de oxígeno existentes durante la actividad física. Número de respiraciones que realiza el atleta, con el fin de satisfacer las necesidades de oxígeno que requieren las circunstancias. La valoración exacta de la respiración depende de la identificación de los movimientos torácicos y abdominales normales. La respiración normal es activa y pasiva. Las categorías aceptables o normales para el programa son de 15 a 20 respiraciones/minuto.

➤ **Consumo Máximo de O₂ (VO₂max.)** Conocido como VO₂ máx. es el máximo transporte de oxígeno que nuestro organismo puede transportar en un minuto. Es la manera más eficaz de medir la capacidad aeróbica de un individuo, Cuanto mayor sea el VO₂ máx., mayor será capacidad cardiovascular de esta. Se mide en ml/kg/min, pero si lo multiplicamos por nuestro peso corporal, el resultado se expresará en litros. Las categorías utilizadas para el entrenamiento son:

Bajo < 37

Pobre 37-41

Promedio 42-44

Bueno 45-48

Alto > 48

➤ **Glicemia:** La glucosa es la principal fuente de energía del organismo y algunos órganos metabolizan preferentemente este sustrato para la obtención de ATP. He ahí la importancia de mantener el nivel de glucosa constante en la sangre. Durante el ejercicio físico, el músculo necesita mayor cantidad de glucosa. Este mayor gasto metabólico echa a andar mecanismos conducentes a aumentar los suministros energéticos a los músculos mediante acciones cardiovasculares y hormonales (Kjaer, 1996). El valor obtenido a través de la implementación de un glucómetro al colocar una gota de sangre en la ranura correspondiente, que permite detectar el valor de la glicemia en miligramos/decilitros. El parámetro adecuado para el programa es: Bajo < 60 mg/dl, Normal 60-100 mg/dl, Alto > 100mg/dl.

➤ **Lactato:** El ácido láctico o lactato es un producto del metabolismo muscular durante el trabajo físico, específicamente en el sarcoplasma de la fibra muscular y su origen está estrechamente relacionado con la degradación de la glucosa a través de la glucólisis. Los factores que determinan la producción al ácido láctico son de las aristas más polémicas en el tema pues se sitúan como causas responsables de su producción:

Hipoxia que se produce en el músculo durante el esfuerzo físico; Incremento del reclutamiento de las fibras FT; aumento de la secreción de catecolamina. Producto del metabolismo muscular, medido de una gota de sangra a través de la utilización de tiras de lactato. Los parámetros utilizados en el programa de entrenamiento son:

Bajo < 5 mg/dl

Normal 5-20 mg/dl

Alto > 20 mg/dl

➤ **Saturación de Oxígeno (SaO₂):** Es una medida de cuanta cantidad de O₂ que es transportado por la hemoglobina, con respecto al máximo O₂ que puede ser transportado. Los parámetros estándares van alrededor de 96% a 99%. A 100% se considera hiperoxia y por debajo de 90% hipoxia. Valor obtenido de la implementación de un dispositivo llamado oxímetro. Esta oximetría es definida como la determinación del porcentaje de saturación de oxígeno en sangre con ayuda de métodos fotoeléctrico. La pulsioximetría se utiliza durante la monitorización de pacientes con diferentes patologías y en medicina deportiva. Además, para la aplicación de la oximetría de pulso al ejercicio físico, nos va a interesar la oximetría de pulso subcutánea. Altas concentraciones de SaO₂ mejoran el suministro de O₂ a los tejidos estos procesos optimizan la actividad muscular y mejoran el desempeño de los atletas y su Resistencia al entrenamiento. Los músculos necesitan O₂ para convertir glucosa a ATP y disminuir la producción de ácido láctico(Proceso anaeróbico) (Gaudard 2003). La SaO₂ modula el nivel de fatiga de la musculatura esquelética periférica. La disminución de SaO₂ promueve la fatiga muscular e hiperventilación. Respirar 100% O₂ disminuye el grado de fatiga muscular (Gledhill 1999). Los parámetros utilizados para el programa de entrenamiento son:

Normal 95% a 100%

Hipoxia < 95%

Etapas 1: La elaboración de este estudio científico fundamentada en la revisión bibliográfica de ergogénicos en el deporte, por lo que desarrollamos la idea de aplicar oxígeno en dos concentraciones de 75% y 95% durante el entrenamiento de ciclistas elite. El propósito es evaluar el rendimiento de los ciclistas al recibir oxígeno en estas dos concentraciones y poder así determinar que concentración favorece las variables fisiológicas y bioquímicas de recuperación. Antes de iniciar el protocolo se obtuvo una certificación de buenas prácticas clínicas. Se elaboró un consentimiento informado, que cada atleta firmo de forma voluntaria.

Etapa 2: Se seleccionaron instrumentos previamente validados, por lo que contaban con la confiabilidad en la medición de frecuencia cardiaca, frecuencia cardiaca máxima, frecuencia respiratoria, presión arterial, glicemia, lactato, y saturación de oxígeno. Se seleccionaron 8 ciclistas elite de 20 a 30 años de edad, con una estatura de 1.68m a 1.80m, y con un peso de 135 a 155 libras. Los sujetos deben cursar una fase de entrenamiento activo.

Etapa 3: Se midieron las variables fisiológicas y bioquímicas de cada ciclista para crear una línea base con la cual comparar más tarde estas variables durante la actividad física y las intervenciones en las cuales se les aplicara oxígeno a concentraciones de 75% y 95%.

Etapa 4: El estudio se desarrollará durante un periodo de 3 semanas, las pruebas se realizarán en un laboratorio de fisiología 3 veces por semana, a una temperatura promedio de 25°C.

Preparación para la prueba

Antes de la prueba, es de vital importancia cotejar la calibración del cicloergómetro. De ser necesario, éste debe ser calibrado.

- Se explica al sujeto, en términos generales, el concepto de la prueba.
- Se lee la hoja de consentimiento al sujeto, para su firma.
- Se prepara la hoja para la colección de los datos.
- Registro la masa corporal (peso), talla (estatura) y la edad del sujeto.
- Se permita que el sujeto repose durante 3 minutos, luego mida y registre la presión arterial y frecuencia cardiaca en reposo.
- Decida si el sujeto está listo para llevar a cabo la prueba.

Los 7 sujetos realizan una actividad física intensa en un cicloergómetro, los primeros 3 minutos serán de calentamiento a un pedaleo de 30 Watts/min, seguido se incrementarán 30 Watts cada 4 minutos. A los sujetos se les aplicó O₂ al 75 % vía nasal a los 12 minutos de iniciada la prueba. Se tomaran muestras iniciales de glicemia y lactato y se medirá VO₂max, F/R, P/A, F/C, SaO₂ y estos valores se medirán al principio y al final de la prueba.

La prueba finaliza cuando el atleta alcanza su frecuencia cardiaca máxima o su ritmo de pedaleo es menor de 60 rpm. Luego de un periodo de reposo de 1 hora a los mismos 8 sujetos se le aplicara la misma prueba, pero en esta ocasión aplicaremos oxígeno al 95%.

Etapas 5: Análisis de resultados. Se utilizará el programa computarizado STATS y SPSS para Windows versión 18.0 para analizar los datos que darán respuesta a las hipótesis, objetivos y pregunta de investigación del estudio científico.

Se aplicará la prueba de hipótesis, comparando las medias obtenidas en el rendimiento físico después del entrenamiento con la concentración de oxígeno al 95% en comparación con la concentración al 75%.

Análisis de Resultados

Validar un programa de entrenamiento para ciclista de elite fundamentado en la administración de dos diferentes concentraciones de oxígeno para mejorar el rendimiento, se realizó lo siguiente:

Programa de entrenamiento para ciclista de elite fundamentado en la administración de dos diferentes concentraciones de oxígeno para mejorar el rendimiento. El programa aplicado aporta un complemento fisiológico al entrenamiento de los ciclistas y atletas en Panamá lo cual ayudaría a mejorar el rendimiento durante las sesiones de entrenamientos logrando retardar la fatiga del ciclista durante la sesión de entrenamiento y de esta manera se logrará prolongar cada vez más el tiempo de entrenamiento lo que conlleva a poder realizar sesiones de entrenamientos más prolongadas logrando una mejor técnica de entrenamiento y a su vez incrementar el tiempo de las sesiones de entrenamiento pudiendo abarcar más tiempo en cada sesión para poder mejorar las técnicas de la disciplina y también mejorar la capacidad aeróbica de los atletas logrando con esto obtener mejores resultados en las competencias internacionales y así lograr dejar nuestro país en un nivel deportivo cada vez más alto. Hasta este momento no se ha aplicado este tipo de intervención en los ciclistas ni atletas en Panamá.

A su vez este programa ayudó a conocer en qué concentración de oxígeno si a 8L o a 12L el atleta responde de forma óptima para retardar su agotamiento mejorar su recuperación y por ende tolerar más tiempo las sesiones de entrenamiento. Cualquier actividad física en especial las de alta exigencias y larga duración requieren la activación de sistemas energéticos, que proporcionen la materia prima necesaria para mantener la actividad física. El oxígeno es la fuente importante para mantener las funciones fisiológicas y bioquímicas de recuperación, tomando en cuenta que el atleta inhalando oxígeno a concentraciones normales presenta una capacidad limitada para aumentar el consumo de oxígeno. Para esto, se realizó un análisis de medias de los componentes verificando los datos cuando no se utiliza oxígeno, con el uso de 8L y con el uso de 12L de oxígeno.

Tabla N° 1*Media de las variables**Estadísticos descriptivos*

	Media sin oxígeno	Media Oxígeno de 8L	Media Oxígeno de 12L
Frecuencia Respiratoria	22.63	28.825	28.00
Glucosa	105.13	105.38	103.88
SPO2 Saturación	96.50	96.88	97.13
Lactato	10.588	8.938	9.775
Pulso Cardíaco	178.38	166.38	165.75
WATTS	319.13	362.50	362.50
Lactato Después de una hora sin oxígeno	3.3000000000000000	3.313	3.563
N válido (por lista)	8		

Fuente: Cuestionario de recopilación de información sobre las variables fisiológicas

Al verificar las medias, vemos como el uso de oxígeno ayuda a nivelar y aumentar ciertas variables fisiológicas, por ejemplo la frecuencia respiratoria y la glucosa que son aquellas en las que se muestra un aumento al utilizar oxígeno, pero también tenemos datos como lo es el pulso cardíaco, el cual tiende a disminuir con el uso de oxígeno.

Todos estos datos nos ayudan a validar el programa y demostrar la importancia de mejorar el rendimiento durante las sesiones de entrenamientos en los ciclistas, y como el conocer el nivel adecuado de oxígeno, favorece el rendimiento del atleta.

En cuanto a la pregunta de investigación que nos dice: ¿La aplicación de oxígeno suplementario en deportistas de alto rendimiento en este caso ciclistas mejora rendimiento de estos?, se realizó una correlación de Pearson, la que nos ayuda a conocer si al implementar oxígeno 8L y 12L interfiere con las variables si uso de oxígeno y así conocer si mejora el rendimiento de estos.

AL analizar la tabla N°10: correlación de valores sin oxígeno, con valores aplicados con oxígeno de 8L y 12L, vemos que la mayoría de los datos muestran correlaciones positivas altas y medias en la aplicación de 8L y correlaciones positivas altas, medias con el uso de oxígeno de 12L, indicándonos también que al aumentar el oxígeno, las variables aumentan, lo que nos dicen que aumentara el rendimiento del atleta. En el caso de aquellas variables negativas, el mismo se debe a que estas deben disminuir con el uso de oxígeno

ya que estas al no sobre exigirse de más y tener una mejor facilidad de respiración, estos factores disminuyen.

Tabla N° 2

Correlación de valores sin oxígeno, con valores aplicados con oxígeno de 8L y 12L

	Correlación Sin Oxígeno-Con oxígeno de 8L							Correlación sin Oxígeno-Oxígeno 12 L							
	Frecuencia Respiratoria	Glucosa	SPO2 Saturación	Lactato	Pulso Cardíaco	WAT TS	Lactato Después de una hora con un oxígeno a 8L por minutos	Frecuencia Respiratoria	Glucosa	SPO2 Saturación	Lactato	Pulso Cardíaco	WAT TS	Lactato Después de una hora con un oxígeno de 12 L por minutos	
Frecuencia Respiratoria	0.733	0.082	0.014	0.523	0.021	0.111	-0.302	Frecuencia Respiratoria	0.422	0.516	-0.649	0.483	0.133	0.111	0.148
	0.0398	0.848	0.9748	0.188	0.9608	0.798	0.467		0.2978	0.198	0.0828	0.228	0.7538	0.798	0.7268
Glucosa	0.4027	0.757	0.351	0.725	0.170	0.623	-0.163	Glucosa	-0.027	0.471	-0.551	0.644	0.360	0.623	0.308
	0.3238	0.038	0.3948	0.048	0.6878	0.098	0.700		0.9498	0.238	0.1578	0.088	0.3818	0.098	0.4588
SPO2 Saturación	-0.2805	0.695	0.512	0.515	-0.217	0.152	0.093	SPO2 Saturación	-0.1708	0.158	-0.053	0.426	0.305	0.152	0.239
	0.5028	0.058	0.1958	0.198	0.6068	0.718	0.826		0.6888	0.708	0.9018	0.298	0.4628	0.718	0.5698
Lactato	0.4910	0.650	0.361	0.587	0.114	0.522	-0.360	Lactato	0.0962	0.512	-0.720	0.588	0.557	0.522	0.199
	0.2178	0.088	0.3808	0.128	0.7898	0.188	0.381		0.8218	0.198	0.0448	0.128	0.1528	0.188	0.6368
Pulso Cardíaco	-0.0428	0.398	0.069	0.133	0.396	0.312	0.576	Pulso Cardíaco	0.0225	0.495	-0.282	0.350	-0.225	0.312	0.649
	0.9218	0.328	0.8728	0.758	0.3328	0.458	0.135		0.9588	0.218	0.4988	0.398	0.5918	0.458	0.0818

WATTS	0.047	-	-0.513	0.06	0.301	0.33	-	WATTS	-0.420	-	-0.565	0.10	0.229	0.33	0.075
		0.27		8		4	0.06			0.29		4		4	
		4					9			0					
	0.912	0.51	0.193	0.87	0.468	0.41	0.87		0.300	0.48	0.145	0.80	0.585	0.41	0.859
		2		4		9	0			6		7		9	
		8	8	8	8	8	8			8	8	8	8	8	8
Lactato Después de una hora sin oxígeno	-0.162	0.54	0.182	0.66	0.133	0.55	0.39	Lactato Después de una hora sin oxígeno	0.128	0.22	-0.199	0.70	0.202	0.55	0.639
		9		7		0	2			8		9		0	
	0.701	0.15	0.666	0.07	0.754	0.15	0.33		0.763	0.58	0.636	0.04	0.631	0.15	0.088
		9		1		8	7			7		9		8	
		8	8	8	8	8	8			8	8	8	8	8	8

Fuente: Cuestionario de recopilación de información sobre las variables fisiológicas

Conclusión

Los resultados obtenidos permiten concluir que la aplicación de oxígeno a través de una mascarilla nasal favorece el rendimiento de ciclistas elite durante la actividad física. Esta intervención mejora la fuerza de contracción e incrementando el tiempo de pedaleo del atleta. Se pudo observar también mejorías en el tiempo de recuperación de los ciclistas, sugiriendo que esta intervención disminuye el riesgo de fatiga y lesiones durante la actividad física.

Los datos obtenidos demostraron que no existe una diferencia significativa, en el efecto del oxígeno en el desempeño y recuperación de los ciclistas, cuando se les aplica dosis de 8lts/mino 12lts/min. En base a estos datos se determinó que la dosis 8lts/min es la óptima.

Se observó que el rendimiento de los ciclistas durante competencias se puede predecir en base al desempeño que presentan durante el entrenamiento. Los 3 ciclistas con mejor desempeño físico durante los entrenamientos y pruebas del protocolo se hicieron con los 3 primeros lugares respectivamente en la segunda competencia de mayor dificultad del país.

Con respecto al programa de entrenamiento, cabe resaltar la importancia de realizarlo continuamente con los atletas para potenciar el rendimiento físico y aeróbico durante el entrenamiento de ciclistas de élite y a su vez mejorar la técnica de la disciplina, ya que como se muestra en los resultados, se favorecen más las variables fisiológica y bioquímicas de recuperación del ciclista elite panameño.

Referencias Bibliográficas

- Alvarado, B., & Secci, E. (2018). **Estudio teórico sobre la biosíntesis de (r)-fenilacetilcarbinol en la enzima AHAS** [Universidad de Concepción]. <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/3378>
- Amann, M., Eldridge, M., Lovering, A., Stickland, M., Pegelow, D., Dempsey, J. **Arterial oxygenation influences central motor output and exercise performance via effects on peripheral locomotor muscle fatigue in humans**. 575.3 (2006): 937-952.
- Ando, S., Yamada, Y., Tanaka, T., Oda, S., Kokubu, M. **Reaction time to peripheral visual stimuli during exercise under normoxia and hyperoxia**. European Journal of Applied Physiology. 106.1 (2009): 61-69.
- Ávila, A. (2012). **Metabolismo del Ejercicio; Propuesta didáctica para la enseñanza aprendizaje de la glucólisis y el ciclo de Krebs** [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10482/andresalbertoavilajimenez.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Babcock, M., Johnson, B., Pegelow, D., Suman, O., Griffin, D., Dempsey, J. **Hypoxic effects on exercise-induced diaphragmatic fatigue in normal healthy humans**. Journal of Applied Physiology 78 (1995): 82-92.
- Barbero, J.C./ Colls, J. (2004). **Effort profiling during indoor soccer competition**. Journal of Sports Sciences; 22, 500-501
- Billaut, F., Buchheit, M. **Repeated-sprint performance and vastus lateralis oxygenation: effect of limited O₂ availability**. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 23.3 (2013): 185-193.
- Brisswalter, J., Collardeau, M., Arcelin, R. **Effects of Acute Physical Exercise Characteristics on Cognitive Performance**. Sports Medicine 32.9 (2002): 555-556.
- Carlomagno, M., & Cecilia, M. (2016). **Inmovilización de la enzima tripanotión sintetasa mediante diferentes estrategias de unión y caracterización de los preparados inmovilizados.). Inmovilización de La Enzima Tripanotión Sintetasa Mediante Diferentes Estrategias de Unión y Caracterización de Los Preparados Inmovilizados** (Trabajo Final de Carrera). Universidad ORT Uruguay, Facultad de Ingeniería. Recuperado de [https://Dspace.Ort.Edu.Uy/Handle/](https://Dspace.Ort.Edu.Uy/Handle/,), 20, 500. <https://dspace.ort.edu.uy/handle/20.500.11968/3276>
- Cassey, D., Joyner, M. **Local control of skeletal muscle blood flow during exercise: influence of available oxygen**. Journal of Applied Physiology 111.6 (2011): 1527-1538.
- Dunn, J.-O., Mythen, M. G., & Grocott, M. P. (2016). **Physiology of oxygen transport**. BJA Education, 16(10), 341-348. <https://doi.org/10.1093/bjaed/mkw012>

- Dupont, G., Millet, G., Guinhouya, C., Berthoin, S. **Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints**. European Journal Applied Physiology 95.1 (2005): 27-34.
- Favier, F., Prieur, F., Grataloup, O., Busso, T., Castells, J., Denis, C., Geysant, A., Benoit, H. **A high blood lactate induced by heavy exercise does not affect the increase in submaximal VO₂ with hyperoxia**. European Journal of Applied Physiology 94.1-2 (2005): 107-112.
- FEMEDE/ SEMED. (2016). Semed / femede. Femedes.Es.
http://www.femedes.es/documentos/Consenso_PE.pdf
- Fernández García, A. (2015). **Formación para el empleo de los jóvenes en dificultad social** [Universidad Nacional De Educación a Distancia].
<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/157489>
- Gaudard, A., Varlet-Marie, E., Bressolle, F., Audran, M. **Drugs for increasing oxygen transport and their potential use in doping: A Review**. Sports Medicine 33.3 (2003): 187-212.
- Gledhill, N., Warburton, D., Jamnik, V. **Haemoglobin, blood volume, cardiac function, and aerobic power**. Canadian Journal of Applied Physiology 24.1 (1999): 54 – 65.
- Gledhill, N. (1999). **Induced hypervolemia, cardiac function, & VO₂max, and performance of elite cyclists**. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(6), 800–808.
<https://doi.org/10.1097/00005768-199906000-00007>
- Jackson, R. **Pulmonary oxygen toxicity**. Chest 88.6 (1985): 900-905.
- Kawada, S., Fukaya, K., Ohtani, M., Kobayashi, K., Fukusaki, C. **Effects of pre-exposure to hyperbaric hyperoxia on high-intensity exercise performance**. Journal of Strength & Conditioning Research 22.1 (2008): 66-74.
- Kayser, B., Narici, M., Binzoni, T., Grassi, B., Cerretelli, P. **Fatigue and exhaustion in chronic hypobaric hypoxia: influence of exercising muscle mass**. Journal of Applied Physiology 76.2 (1994): 634-640.
- Kjaer, M. (1996). **Metabolismo del Combustible Hepático durante el Ejercicio**. Revista de Actualización en Ciencias del Deporte, 4, 13.
- Kreider, R. B. (2004). **Efectos de la Suplementación con Proteínas y Aminoácidos sobre el Rendimiento Atlético** PubliCE Standard • 1999. PubliCE Standard,.
https://www.uninut.org/images/material_ponentes/21/2/Suplementacion_con_Proteinas_y_Aminoacidos_sobre_el_Rendimiento_Atletico.pdf
- Leutholtz, B. y Kreider, RB (2001). **Optimización de la nutrición para el ejercicio y el deporte. En Salud Nutricional** (pp. 207-235). Humana Press, Totowa, Nueva Jersey.
- Linossier, T., Dormois, D., Arsac, L., Denis, C., Gay, J., Geysant, A., Lacour, J. **Effect of hyperoxia on aerobic and anaerobic performances and muscle metabolism during maximal cycling exercise**. Acta Physiologica Scandinavica 168.3 (2000): 403-411.

- Mairbäurl, H. **Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells**. *Frontiers in Physiology* 4 (2013): 332.
- Petrassi, F., Hodkinson, P., Walters, P., Gaydos, S. **Hypoxic hypoxia at moderate altitudes: review of the state of the science**. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 83.10 (2012): 975-984.
- Schmidt, R., Wrisberg, C. **Motor learning and performance**. Human Kinetics. 2. Champaign, 2000.
- Schneider, S., Strüder, H. **Monitoring effects of acute hypoxia on brain cortical activity by using electromagnetic tomography**. *Behavioral Brain Research* 197.2 (2009): 476-480.
- Schutz, S., Saunders, W. **Oxygen Saturation Monitoring by Pulse Oximetry**. AACN Procedure manual for Critical Care 4 (2001).
- Segizbaeva, M., Aleksandrova, N. **Effects of oxygen breathing on inspiratory muscle fatigue during resistive load in cycling men**. *Journal of Physiology and Pharmacology* 60.5 (2009): 111-115.
- Sperlich, B., Schiffer, T., Achtzehn, S., Mester, J., Holmberg, H. **Pre-exposure to hyperoxic air does not enhance power output during subsequent sprint cycling**. *European Journal of Applied Physiology* 110.2 (2010): 301-305.
- Sperlich, B., Zinner, C., Krueger, M., Wegrzyk, J., Achtzehn, S., Holmberg, H. **Effects of hyperoxia during recovery from 5x30-s bouts of maximal-intensity exercise**. *Journal of Sports Science* 30.9 (2012): 851-858.
- Stellingwerff, T., Leblanc, P., Hollidge, M., Heigenhauser, G., Spriet, L. **Hyperoxia decreases muscle glycogenolysis, lactate production, and lactate efflux during steady-state exercise**. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 290.6 (2006): 1180-1190.
- Victor, A. (2019). **Indicadores para la evaluación del desempeño de los atletas en eventos deportivos internacionales de combate**. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 14(2), 233-261.
- Yokoi, Y., Yanagihashi, R., Morishita, K., Goto, N., Fujiwara, T., Abe, K. **Recovery effects of repeated exposures to normobaric hyperoxia on local muscle fatigue**. *Journal of Strength & Conditioning Research* 28.8 (2014): 2173-2179.
- Zijlstra, W., Oeseburg, B. **Definition and notation of hemoglobin oxygen saturation**. *IEEE Trans Biomed Eng.* 36.8 (1989): 872.

Sobre los autores



Jorge NG. Médico cirujano y partero, título obtenido en la Universidad de Monterrey, México, posee un posgrado en Gestión y Evaluación de Riesgos Ambientales y Seguridad Industrial. Es máster en Prevención de Riesgos industriales y Seguridad obtenido en la ULACEX. De igual forma posee una maestría en Fisiología del Deporte y un Doctorado en Ciencias de Salud y Comportamiento Humano, obtenido en la Universidad Especializada de las Américas.



Raúl Montenegro. Licdo. en Psicología con énfasis en psicología educativa, posee un Postgrado en Docencia Superior, obtenidos en la Universidad Especializada de las Américas. Obtuvo un Postgrado en Psicología Educativa con Especialización en TAC, actualmente cursa la Maestría en Medición, evaluación e investigación Educativa en la Universidad del Valle, Guatemala.