



El feedback del entrenamiento con los indicadores biológicos en el rendimiento deportivo, de los deportistas del equipo de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas previo a los Séptimos Juegos Mundiales 2019

Ruales Proaño, Alex Hugo Paul y Salas Lopez, Christian Marcelo

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

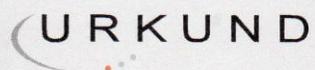
Centro de Posgrados

Maestría en Entrenamiento Deportivo

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Entrenamiento Deportivo

Msc. Baquero Yopez, Felix Eloy

25 de noviembre del 2019



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS SALAS RUALES URKUN.docx (D59295741)
Submitted: 20/11/2019 23:43:00
Submitted By: mrvaca@espe.edu.ec
Significance: 3 %

Sources included in the report:

3.PERFIL DE PROYECTO HR-SC.docx (D52249829)
<https://docplayer.gr/3078187-Erminea-analysis-ardeytikoy-neroy-peponakis-konstantinos-geoponos-msc.html>
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10355/1/T-ESPE-048644.pdf>

Instances where selected sources appear:

12

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Baquero Yopez", written over a horizontal line.

MSC. Baquero Yopez, Felix Eloy

C.C: 1500255870



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA

DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“El feedback del entrenamiento con los indicadores biológicos en el rendimiento deportivo, de los deportistas del equipo de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas previo a los Séptimos Juegos Mundiales 2019”**, fue realizado por los señores **Ruales Proaño, Alex Hugo Paul y Salas Lopez, Christian Marcelo** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 25 de noviembre del 2019

MSC. Baquero Yopez, Felix Eloy
C.C: 1500255870



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Ruales Proaño, Alex Hugo Paul y Salas Lopez, Christian Marcelo**, con cédulas de identidad N° 1714761937 N° 1002281028 declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación **“El feedback del entrenamiento con los indicadores biológicos en el rendimiento deportivo, de los deportistas del equipo de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas previo a los Séptimos Juegos Mundiales 2019.”** Es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 25 de noviembre del 2019

Ruales Proaño, Alex Hugo Paul
C.C.: 1714761937

Salas Lopez, Christian Marcelo
C.C.: 1002281028



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA
DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros, Ruales Proaño, Alex Hugo Paul y Salas Lopez, Christian Marcelo autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“El feedback del entrenamiento con los indicadores biológicos en el rendimiento deportivo, de los deportistas del equipo de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas previo a los Séptimos Juegos Mundiales 2019”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 25 de noviembre del 2019

Ruales Proaño, Alex Hugo Paul
C.C.: 1714761937

Salas Lopez, Christian Marcelo
C.C.: 1002281028



DEDICATORIA

Querida hija eres la fuente de mi motivación más grande, de seguir siempre adelante y comprender que la elaboración de la tesis requiere del sacrificio de no estar físicamente a tu lado, pero que siempre estarás en mi corazón.

A mis padres, por ser fuente de mi inspiración y haberme guiado por el camino correcto, con sus constantes enseñanzas basados en principios éticos y morales.

Mayo. de I. Ruales P. Hugo P.

A mi Dios por haberme dado la vida, guiado y por darme la oportunidad de trabajar con este grupo de deportistas que dejaron en alto los colores de Ecuador en los 7º Juegos Mundiales Militares, Wuhan 2019.

A mis padres, esposa e hijos que con su constante amor y comprensión supieron entender el sacrificio realizado en favor al deporte militar ecuatoriano.

Mayo. de I. Salas L. Christian M.



AGRADECIMIENTO

A DIOS por darnos la fortaleza de seguir siempre adelante alcanzando nuestros objetivos profesionales.

A la Federación Deportiva Militar Ecuatoriana (FEDEME), por habernos dado la oportunidad de representar a nuestro país en los Séptimos Juegos Mundiales Militares, Wuhan 2019, en la cual nuestros deportistas obtuvieron el quinto lugar a nivel mundial, segundo lugar en la prueba de relevos y segundo lugar al mejor novato, rompiendo el record nacional, tanto en equipos como individual, alcanzando una marca de 21.416,5 puntos y 5.409,8 puntos respectivamente.

A la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, prestigiosa Escuela de Líderes y a todo el personal de docentes de la Maestría en Entrenamiento Deportivo X Promoción y de manera especial al director de tesis por la orientación y apoyo brindado en la elaboración de este trabajo de investigación.

A nuestros compañeros de la X Promoción de la Maestría de Entrenamiento Deportivo por las vivencias, consejos recibidos e intercambio de conocimientos durante el período académico 2018 – 2019.

Índice de Contenido

DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
Índice de Contenido	8
Índice de tablas	10
Índice de figuras.....	10
Resumen.....	11
Abstract	12
Capítulo I.....	13
Planteamiento Del Problema	13
Formulación Del Problema	13
Justificación e Importancia.....	14
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos	15
Capítulo II.....	16
Marco Teórico	16
Indicadores Biológicos	16
Lactato.....	16
Producción de Lactato.....	16
Medición de Lactato.	17
Niveles del Lactato Sanguíneo	18
Zonas de intensidad en estudio	18

Frecuencia Cardíaca	20
Factores que Afectan la Frecuencia Cardíaca.....	21
Frecuencia Cardíaca en Reposo.....	21
Frecuencia Cardíaca en el Ejercicio.....	22
Frecuencia Cardíaca Máxima.....	23
Recuperación de la Frecuencia Cardíaca.....	23
Velocidad Aeróbica Máxima	24
Capítulo III.....	26
Métodos y Procedimientos	26
Diseño de la Investigación	26
Población y Muestra.....	27
Operacionalización de Variables	28
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	30
Validación y Confiabilidad de los Instrumentos.....	31
Procedimiento	31
Capítulo IV	33
Análisis de los Resultados.....	33
Técnicas Para el Procesamiento y Análisis de Datos.....	33
Análisis de Resultados.....	34
Conclusiones.....	52
Recomendaciones	53
Bibliografía	54

Índice de tablas

Tabla 1 Zonas de entrenamiento.....	18
Tabla 2 Entrenamiento por velocidades.....	25
Tabla 3 Matriz de Variables.....	28
Tabla 4 Frecuencia cardiaca y lactato en el llano.....	34
Tabla 5 Frecuencia cardiaca y lactato en altura.....	35
Tabla 6 Frecuencia cardiaca y lactato en altura.....	36
Tabla 7 Frecuencia cardiaca y lactato en el llano.....	37
Tabla 8 Frecuencia cardiaca y lactato en reposo.....	38
Tabla 9 Frecuencia cardiaca y lactato en salida.....	40
Tabla 10 Frecuencia cardiaca y lactato en la llegada.....	42
Tabla 11 Frecuencia cardiaca y lactato al minuto.....	43
Tabla 12 Frecuencia cardiaca y lactato a los 3 minutos.....	45
Tabla 13 Frecuencia cardiaca y lactato a los 5 minutos.....	46
Tabla 14 Frecuencia cardiaca y lactato a los 7 minutos.....	48
Tabla 15 Test de la milla.....	50

Índice de figuras

Figura 1 Frecuencia cardiaca y lactato en reposo.....	38
Figura 2 Frecuencia cardiaca y lactato en salida.....	40
Figura 3 Frecuencia cardiaca y lactato en la llegada.....	42
Figura 4 Frecuencia cardiaca y lactato al minuto.....	44
Figura 5 Frecuencia cardiaca y lactato a los 3 minutos.....	45
Figura 6 Frecuencia cardiaca y lactato a los 5 minutos.....	47
Figura 7 Frecuencia cardiaca y lactato a los 7 minutos.....	48
Figura 8 Promedio y porcentaje del test de la milla.....	50

Resumen

Cada deportista es un mundo diferente, que tiene sus propias capacidades físicas y características emocionales, cognitivas, espirituales, así como también, la influencia del entorno en el cual se desenvuelve hace que no pueda reproducirse otro ser humano de las mismas condiciones. Estas diferencias marcan su desarrollo, formación y evolución deportiva, y por estas diferencias al realizar la presente investigación pretendemos determinar la relación existente de los indicadores biológicos (frecuencia cardiaca, lactato y la velocidad aeróbica máxima), con el rendimiento deportivo a partir del test de la milla (1609 m) evaluado en las provincias de: Santa Elena, Salinas en las instalaciones de la Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella Barbato” que se encuentra a 10 msnm y Pichincha, Quito en la Escuela Superior Militar “Eloy Alfaro” que se encuentra a 2863 msnm, donde se obtuvo datos que nos reflejaron las condiciones individuales de cada deportista para realizar el feedback al entrenamiento deportivo. La muestra de investigación está conformada por la selección de deportistas del equipo de pentatlón militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador, que participaron en los Séptimos Juegos Mundiales desarrollados en China, Hubei, Wuhan del 17 al 27 de octubre 2019, organizado por el Consejo Internacional del Deporte Militar (CISM), donde se alcanzó el quinto lugar en la ubicación general, segundo en la prueba de relevos y segundo mejor novato.

Palabras clave:

- **FRECUENCIA CARDIACA**
- **LACTATO**
- **VELOCIDA AERÓBICA MÁXIMA**

Abstract

Each athlete is a different world, which has its own physical abilities and emotional, cognitive, spiritual characteristics, as well as the influence of the environment in which it operates makes it impossible to reproduce another human being of the same conditions. These differences mark its development, training and sport evolution, due to these differences when carrying out this research, we intend to determine the existing relationship of the biological indicators (heart rate, lactate and the maximum aerobic speed), with the sports performance from the mile test (1609 m) evaluated in the provinces of: Santa Elena, Salinas in the facilities of the Military Superior School of Aviation "Cosme Rennella Barbato" wich is at 10 msnm and Pichincha, Quito at the Military Superior Academy "Eloy Alfaro" wich is at 2863 msnm, where data was obtained and reflected the individual conditions of each athlete to give feedback to the sport training. The research sample is made up of the selection of athletes from the Ecuadorian Armed Forces military pentathlon team, who participated in the 7th World Games held in China, Hubei, Wuhan from October 17 to 27 of 2019, organized by the International Sports Military Council (ISMC), where the team reached the 5th place in the general location, 2nd place in the relay test and 2nd best rookie.

Keywords:

- **CARDIAC FREQUENCY**
- **LACTATE**
- **MAXIMUM AEROBIC SPEED**

Capítulo I

Planteamiento Del Problema

Los deportistas del equipo de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas del Ecuador, por la falta de recursos y la aplicación de los indicadores biológicos como son: frecuencia cardiaca, lactato y VAM, no cuenta con datos fisiológicos que guíen el proceso de entrenamiento para mejorar su rendimiento deportivo (tiempos / marcas), y obtener los primeros lugares en los Juegos Mundiales Militares organizado por el Consejo Internacional del Deporte Militar (CISM) por sus siglas en inglés.

Por tal motivo es importante realizar este estudio para mejorar la planificación, mediante un feedback al proceso de entrenamiento, que tendrá como resultado los ajustes necesarios en la planificación para de esta manera lograr los objetivos deseados en los futuros controles o chequeos que se realizarán previo a los Séptimos Juegos Mundiales a desarrollarse en Wuhan, provincia de Hubei, país China del 17 al 27 de octubre del 2019.

Formulación Del Problema

¿Cómo mejorar el rendimiento deportivo realizando el feedback con la aplicación de indicadores biológicos para realizar correcciones al plan de entrenamiento de la selección de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas?

Justificación e Importancia

Es importante conocer a cada uno de los deportistas, considerando sus capacidades y características individuales para realizar el plan de entrenamiento acorde a las exigencias del deporte en estudio, como es el pentatlón militar que comprende cinco disciplinas, siendo estas: tiro, pista de obstáculos, natación utilitaria, lanzamiento de granada y cross country, así como también la prueba de relevos.

La investigación a realizarse tiene su importancia ya que se realizará controles periódicos de los indicadores biológicos (lactato, frecuencia cardiaca y velocidad aeróbica máxima) de cada uno de los deportistas, permitiendo hacer reajustes a la planificación mediante un feedback al entrenamiento, en función de mejorar el rendimiento deportivo y que permita alcanzar un alto nivel competitivo acorde a las exigencias internacionales.

Todo este conocimiento contribuirá a tener una base de datos que permita al especialista deportivo, obtener un modelo de entrenamiento y resultados de alto rendimiento en el deporte militar, como los obtenidos en los Séptimos Juegos Mundiales Militares Wuhan 2019, donde el equipo de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas del Ecuador obtuvo el quinto lugar por equipos, segundo lugar en la prueba de relevos y segundo lugar al mejor novato.

Objetivos

Objetivo General

- Determinar el rendimiento deportivo realizando el feedback con la aplicación de indicadores biológicos para realizar correcciones al plan de entrenamiento de la selección de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas.

Objetivos Específicos

- Evaluar el rendimiento deportivo inicial de la selección de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas durante el proceso de entrenamiento.
- Aplicar el feedback para realizar correcciones al plan de entrenamiento.
- Evaluar los resultados finales con el feedback de los datos históricos del CISM.

Capítulo II

Marco Teórico

Indicadores Biológicos

Son instrumentos para la obtención de información que sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de un hecho o para determinar su evolución futura, siendo estas: analizador de intercambio de gases, frecuencia cardiaca, lactato y rendimiento deportivo.

Lactato

El lactato (ácido láctico) es un producto de descomposición de la glucosa que, se crea cuando el oxígeno en el organismo ya no es suficiente para la combustión. En el rango anaeróbico, el lactato se acumula en el cuerpo, mientras en el rango aeróbico, el exceso de lactato es metabolizado de nuevo. En el umbral entre el metabolismo aeróbico y el metabolismo anaeróbico, el nivel de lactato en el organismo permanece en equilibrio. (Leminszka, Dieck-Assad, Martínez, & Garza, 2010).

Producción de Lactato.

Durante la realización de un ejercicio en el que la intensidad de trabajo aumenta progresivamente, la concentración de lactato en sangre no varía respecto a sus valores de reposo durante las primeras fases de trabajo, pero a partir de cierta intensidad, se produce un efecto de elevación progresiva de la concentración de lactato en sangre. (Mcardle, Katch, & Katch, 2004).

Medición de Lactato.

El manual del operador del accutrend plus de Roche nos indica mediante una tira de codificación, el instrumento lee las características específicas del lote de las tiras reactivas actualmente en uso. Esta información se guarda (y, por consiguiente, sólo debe leerse una vez por tubo de tiras reactivas). A continuación, se extrae una tira reactiva sin usar del tubo y se inserta en el instrumento. Mientras está insertada, el área de aplicación de la tira reactiva está retroiluminada por un LED (diodo emisor de luz). Antes de que se realice la medición en sí, se determina el comportamiento de reflexión de la tira reactiva por medio de la luz reflejada (desde el área de aplicación).

A continuación, se aplica la muestra de sangre al área de aplicación y se cierra la tapa de la cámara de medición. El componente que se desea determinar en la muestra aplicada experimenta una reacción enzimática y se forma un colorante.

Después de 60 segundos, se mide la intensidad del color retroiluminando de nuevo el área de aplicación con el LED. La intensidad de la luz reflejada se mide con un detector (fotometría de reflectancia). El valor medido se determina a partir de la intensidad de señal de la luz reflejada, teniendo en cuenta también el valor del blanco previamente medido y la lectura de la información específica del lote (tira de codificación). Por último, el resultado se muestra en pantalla y se guarda simultáneamente en la memoria.

Niveles del Lactato Sanguíneo

Tabla1

Zonas de entrenamiento

Zona	%	Rango mmol/l	
A1	60 – 70	2,1	4,7
A2	75 – 80	4,8	7,4
A3	85 – 90	7,5	10,1
A4	95 – 100	10,2	12,8
A5P	> 100	12,9	15,5
A5T	> 100	15,6	18,2
A5R	> 100	18,3	20,9
A6	Aláctico		

Zonas de intensidad en estudio

Zona A1 calentamiento. A esta zona se la considera como la entrada al calor del organismo antes de iniciar la parte principal del entrenamiento, donde el combustible para la producción de energía son las grasas. También se la utiliza para la enseñanza de la técnica y en especial para la recuperación activa luego de haber realizado un entrenamiento de alta intensidad (remoción del lactato).

El test 1 se desarrolló en el llano (10 msnm) en las instalaciones de la Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella Barbato”, a las 08:00 am, con una temperatura promedio de 21°C, donde el control de lactato arrojó valores que oscilan

entre 2,10 mmol/l a 6,80 mmol/l, y el control de la frecuencia cardiaca para esta zona osciló entre 91 ppm a 140 ppm.

El test 2 se desarrolló en la altura (2863 msnm) en las instalaciones de la Escuela Superior Militar "Eloy Alfaro", a las 08:00 am, con una temperatura promedio de 17°C, donde el control de lactato arrojó valores que oscilan entre 3,40 mmol/l a 7,50 mmol/l, y el control de la frecuencia cardiaca para esta zona osciló entre 123 ppm y 140 ppm.

El test 3 en las mismas instalaciones del test anterior, a las 09:00 am, con una temperatura promedio de 16°C, donde el control de lactato arrojó valores que oscilan entre 2,70 mmol/l a 6,40 mmol/l, y el control de la frecuencia cardiaca para esta zona osciló entre 93 ppm y 139 ppm. Cabe recalcar que para este mes los deportistas ya tenían tres meses de iniciados los entrenamientos y su rendimiento deportivo fue mejorando.

En el test 4 se desarrolló en el llano (28 msnm) en las instalaciones de la Escuela de Armas del Ejército Chino (Wuhan), a las 08:00 am, con una temperatura promedio de 23°C, donde el control de lactato arrojó valores que oscilan entre 5,80 mmol/l a 7,40 mmol/l, y el control de la frecuencia cardiaca osciló entre 108 ppm y 138 ppm.

Zona A5p Anaeróbica Láctica. Considerada como la zona de máximo esfuerzo que pueden tolerar nuestros órganos y músculos, que por sus características se trata de un entrenamiento anaeróbico láctico que se puede aplicar en períodos de tiempo corto y en lo posible no sobrepasen los 5 minutos, como es el caso del test de la milla (1609 m)

que se utilizó en esta investigación realizando test tanto en el llano como en la altura en busca de mejorar el rendimiento deportivo de nuestros deportistas.

Los controles para esta zona fueron realizados luego del calentamiento que se considera en la zona A1, es decir en las mismas condiciones e instalaciones de los test anteriormente mencionados.

Test 1 el control de lactato arrojó valores que oscilan entre 12,60 mmol/l a 20,50 mmol/l, y el control de la frecuencia cardiaca osciló entre 153 ppm a 191 ppm.

Test 2 el control de lactato arrojó valores que oscilan entre 17,40 mmol/l a 20,70 mmol/l, y el control de la frecuencia cardiaca osciló entre 138 ppm y 169 ppm.

Test 3 el control de lactato arrojó valores que oscilan entre 14,40 mmol/l a 18,60 mmol/l, mientras que el control de la frecuencia cardiaca para esta zona osciló entre 140 ppm a 176 ppm.

Test 4 el control de lactato arrojó valores que oscilan entre 16,10 mmol/l a 21,60 mmol/l, y el control de la frecuencia cardiaca osciló entre 153 ppm y 170 ppm.

Frecuencia Cardiaca

La frecuencia cardiaca es la cantidad de veces que se contrae el corazón (latidos) por minuto. Normalmente es de 70 latidos por minuto en reposo, pero puede llegar hasta 180-200 durante el ejercicio. Ya con más de 180 latidos el llenado del corazón se dificulta (pues no tiene tiempo) y deja de ser eficiente para llenarse de sangre y enviar hacia el cuerpo.

Un deportista tiene un corazón más eficiente, pues como está entrenado, el músculo cardíaco tiene más fuerza y con menor número de latidos por minuto puede mandar la sangre necesaria al cuerpo. (Minuchin, 2008).

Factores que Afectan la Frecuencia Cardíaca

Entre algunos factores que afectan la frecuencia cardíaca dentro de nuestra investigación se ha considerado la edad, hora del día, temperatura, altura, genética, género y estado de salud.

Los deportistas en estudio tienen un promedio de 26 años, mismos que iniciaban sus entrenamientos a las 08:00 de acuerdo a la planificación, los días de control y evaluación, iniciaban con 10 minutos de anticipación para que el organismo entre en un estado de reposo, cumpliendo con los protocolos establecidos para medir la frecuencia cardíaca. Cabe recalcar que nos encontrábamos en la estación de verano donde la temperatura tiene un promedio de 17°C en la altura 2863 msnm y 21°C en el llano a 10 msnm, condiciones óptimas para cumplir con los test de control en estudio. Con relación al estado de salud mantenían buenas condiciones, sin embargo, cuando presentaban afectaciones a su salud y eran suministrados medicamentos, la frecuencia cardíaca se mostraba alterada a su normalidad.

Frecuencia Cardíaca en Reposo

La frecuencia cardíaca en reposo de promedio es de 60 a 80 latidos/ min. En individuos sedentarios, desentrenados y de mediana edad el ritmo en reposo puede superar los 100/min. En deportistas muy en forma que siguen entrenamientos de resistencia, se han descrito frecuencias en reposo que oscilan entre 28 y 40 latidos/min.

La frecuencia cardiaca normalmente decrece con la edad. Se ve afectada también por factores ambientales; por ejemplo, aumenta con la temperatura y la altitud.

Nuestra frecuencia cardiaca previa al ejercicio suele aumentar muy por encima de los valores normales de reposo. Esto se denomina respuesta anticipatoria. Esta respuesta es mediada por la liberación del neurotransmisor noradrenalina desde el sistema nervioso simpático, y la hormona epinefrina desde la glándula adrenal. El tono vagal probablemente también se reduce. Puesto que la frecuencia cardiaca previa al ejercicio es elevada, las estimaciones fiables de la verdadera frecuencia cardiaca en reposo deben hacerse solamente bajo condiciones de total relajación, tales como a primeras horas de la mañana al levantarse después de un sueño reparador durante la noche. La frecuencia cardiaca previa al ejercicio no debe usarse como estimación de la frecuencia cardiaca en reposo. (Alarcón & Paredes, 2014).

Los deportistas del equipo de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas del Ecuador presentaron valores entre 41 a 62 latidos / min, como producto del entrenamiento al que fueron sometidos durante de 19 semanas y que los conduce a una hipertrofia fisiológica del ventrículo izquierdo, que se acompaña de incremento del volumen sistólico.

Frecuencia Cardiaca en el Ejercicio

Cuando comenzamos a hacer ejercicio, nuestra frecuencia cardiaca se incrementa proporcionalmente a la intensidad del ejercicio. La intensidad del ejercicio se representa mediante el consumo de oxígeno por que los dos están en relación directa. Cuando el ritmo (intensidad) del esfuerzo está controlado y medido con presión se puede predecirse el consumo de oxígeno. Por lo tanto, expresar la intensidad del esfuerzo o del ejercicio en términos de consumo de oxígeno no solo es un modo preciso

en términos de consumo de oxígeno, sino también apropiado, para comparar a distintas personas o a un individuo en diferentes circunstancias. (Pico & Brazales, 2014).

Frecuencia Cardíaca Máxima

El gasto cardíaco aumenta durante el ejercicio, ya que los mecanismos reguladores inducen cambios tanto en la frecuencia cardíaca como en el volumen sistólico. Cuando mayor sea la intensidad del ejercicio dinámico, más elevado será el gasto cardíaco. Sin embargo, el aumento del gasto cardíaco no es proporcional al aumento de la intensidad del ejercicio. Solo hasta una intensidad de alrededor del 70% del ejercicio máximo, el gasto cardíaco presenta una relación lineal con la intensidad del ejercicio. A intensidades superiores, no obstante, los aumentos del gasto cardíaco se ven limitados a la capacidad del individuo de aumentar el volumen sistólico, y, en la mayoría de los casos, dependerán únicamente del aumento de la frecuencia cardíaca. De manera que, a intensidades de ejercicio muy elevadas, el gasto cardíaco tiende a estabilizarse. (Chicharro, 2006)

Recuperación de la Frecuencia Cardíaca

El comportamiento de la recuperación de la frecuencia cardíaca luego de un entrenamiento intenso, permanece elevado por un período de tiempo, para luego alcanzar progresivamente los niveles normales de reposo de la frecuencia cardíaca de los deportistas. Mediante controles se puede evaluar mejorías en la recuperación, cuando los períodos de recuperación son en menor tiempo, siendo esta una herramienta para monitorear el progreso del rendimiento deportivo.

Existe marcada diferencia al trabajar en el llano por las condiciones climáticas, es decir, por las altas temperatura en donde el período de recuperación se ve afectado; de la misma manera en alturas extremas por menor presencia de oxígeno.

Velocidad Aeróbica Máxima

Según (Chicharro, 2016) que la velocidad asociada al VO₂max (VAM ó VO₂max) es una variable fisiológica importante que se utiliza como referencia para administrar cargas de trabajo durante el entrenamiento. La metodología de determinación de la VAM puede ocasionar valores diferentes y con ello intensidades de ejercicio distintas en el entrenamiento.

A la hora de determinar la VAM hemos de tener en cuenta el protocolo utilizado para ello, y en cualquier caso intentar no variar el mismo en las posteriores mediciones con el fin de no distorsionar la medida por la diferente metodología utilizada. Cuando en vez de medir se estima la VAM, los errores acumulados aumentan y con ello la administración de cargas de entrenamiento. Así pues, es muy importante estar seguros de la metodología a utilizar, y una vez seleccionada aplicarla en los test sucesivos de control del atleta.

Tabla 2*Entrenamiento por velocidades*

Zonas	%	400	800	1000	1200	1609
A5	120%	0,59	1,58	2,27	2,57	3,57
	110%	1,04	2,09	2,41	3,13	4,19
A4	100%	1,11	2,22	2,57	3,32	4,45
	95%	1,14	2,29	3,06	3,43	4,60
A3	90%	1,19	2,37	3,17	3,56	5,16
	85%	1,23	2,47	3,28	4,10	5,35
A2	80%	1,28	2,57	3,41	4,25	5,56
	75%	1,34	3,09	3,56	4,43	6,20
A1	70%	1,41	3,22	4,13	5,03	6,47
	65%	1,49	3,38	4,32	5,27	7,18

Capítulo III

Métodos y Procedimientos

Diseño de la Investigación

Explorativa

Los indicadores biológicos han sido poco estudiados en nuestro país y se pretende obtener una fundamentación teórica como base para futuros estudios.

Cuasi- Experimental

Se realizó el feedback del entrenamiento con los indicadores biológicos en el rendimiento deportivo, a un grupo determinado de personas que no es aleatorio y que nos va a servir para determinar su importancia en los resultados deportivos; que resulta semejante a un experimento por su aplicación y obtención de resultados que permitirá dar solución al problema planteado.

Correlacional

El estudio relacionará una variable independiente, siendo esta: el feedback del entrenamiento con indicadores biológicos y una variable dependiente, siendo esta: mejorar el rendimiento deportivo.

Población y Muestra

Para este estudio se contó con el equipo de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas del Ecuador conformado por cinco deportistas, mismo se sometieron a los controles de indicadores biológicos y cumplieron un plan de entrenamiento con miras a los Séptimos Juegos Mundiales 2019.

Operacionalización de Variables

Tabla 3

Matriz de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento	Ítem
Variable					
Independiente					
El feedback del entrenamiento con indicadores biológicos	<ul style="list-style-type: none"> cardiaca Lactato Velocidad aeróbica máxima 	<ul style="list-style-type: none"> Pulsaciones por minuto 	Observación	Test físico	<ul style="list-style-type: none"> Test de la milla
		<ul style="list-style-type: none"> Milimoles por litro de sangre 	Evaluación		<ul style="list-style-type: none"> Test de lactato
“Realizar reajustes necesarios al plan de entrenamiento de acuerdo a las evaluaciones y		<ul style="list-style-type: none"> Metros sobre segundo 	Control	Test fisiológico	<ul style="list-style-type: none"> Test de lactato
			Recolección directa		<ul style="list-style-type: none"> Test de control de la frecuencia cardiaca Test Velocidad aeróbica

controles realizadas”

máxima

Variable Dependiente

**Mejorar el
rendimiento
deportivo**

- Marcas
- Tiempo
- VO2 max

“La relación entre los indicadores biológicos y los reajustes realizados al plan de entrenamiento para alcanzar los mejores resultados deportivos”

Observación

directa

Evaluación

Test

Control

Comparación

estadística

- Test

maximal

- Resultados deportivos

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Observación: la definimos como el control, evaluación y seguimiento de los deportistas desde los test hasta los Séptimos Juegos Mundiales 2019 comprobando la hipótesis, cumpliendo con el feedback del entrenamiento para mejorar el rendimiento deportivo.

Test: de acuerdo a las características del pentatlón militar, utilizamos el test de la milla misma que permite evaluar el VO2 max.

Accutrend plus: utilizado para la medición cuantitativa del parámetro sanguíneo de lactato, donde se realiza una medición fotométrica de la reflectancia, utilizando tiras reactivas específicas.

Garmin: reloj con sensor optico de frecuencia cardiaca, diseñado para el control y seguimiento del entrenamiento, con la capacidad de transmitir datos a una plataforma informatica pudiendo ser personal o compartida.

Velocidad aeróbica máxima: es una herramienta realizada que tiene de base un test maximal que es utilizado de una manera proporcional para obtener las intensidades del entrenamiento en función de la velocidades y el tiempos que llega a realizar el deportista a diferentes distancia de acuerdo a la planificación del entrenamiento.

Validación y Confiabilidad de los Instrumentos

El procesamiento de datos se realizará mediante la utilización del programa informático SPSS para la elaboración de tablas y gráficos que más ameriten dentro de la investigación. Mediante la prueba de rangos de signos de Wilcoxon y el test de Friedman se realizará la comprobación de la hipótesis.

Procedimiento

Los entrenamientos que cumplió el equipo de Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas del Ecuador fue el modelo de Yuri Verjoshanskij que define tres períodos muy claros que son: acumulación, transformación y realización en un tiempo de 19 semanas, desde el 20 de mayo hasta el 19 de octubre del 2019, fecha que inició los Juegos Mundiales.

Para el test 1 el equipo se movilizó a la ciudad de Salinas (10 msnm) en las instalaciones de la ESMA (Escuela Superior Militar De Aviación), se procedió a realizar un control de los indicadores biológicos utilizando los protocolos establecidos para esta investigación que fueron: reposo, salida, llegada, 1 minuto, 3 minutos, 5 minutos, 7 minutos

Para el control de la frecuencia cardiaca se utilizó el reloj garmin foruner 735xt, para la medición de lactato el equipo accutrend plus de Roche con sus tiras reactivas y para la velocidad aeróbica máxima se trabajó con el test de la milla (1609 m).

Este test permitió realizar los reajustes necesarios a la planificación y poder determinar las zonas de entrenamiento que se continuaría trabajando en altura (2863 msnm) en las instalaciones de la Escuela Superior Militar "Eloy Alfaro", donde se

procedería a receptar los siguientes dos test de control una vez que los deportistas se ambienten a estas condiciones

Siguiendo con la planificación del entrenamiento y luego de 21 días que según los estudios indican que el organismo logra su adaptación a la altura se inició con los entrenamientos anaeróbicos alácticos y lácticos tanto en la pista de pentatlón como en el anillo atlético, cumpliendo con los tiempos y velocidad que se obtuvieron en el test 1. Este entrenamiento inicialmente fue muy exigente, pero con la metodología utilizada los deportistas fueron alcanzando sus tiempos aproximándose cada vez a las marcas mundiales que debían cumplir en los entrenamientos.

Cabe mencionar que por la diferencia de horario entre Ecuador y China los deportistas realizaron el jet – lag en donde iban atrasando una hora cada día hasta igualar con la hora de la competencia ya en China - Wuhan, esto permitió que los deportistas no les afecte el cambio de horario y puedan rendir en las mejores condiciones físicas y psicológicas.

El test 4 ejecutado en China – Wuhan ya en condiciones de competencia se realiza los controles fisiológicos donde se obtiene datos favorables que permitieron evidenciar en las condiciones que se encontraban cada uno de los deportistas, llegando a su mejor condición física, es así que tuvieron una excelente participación a nivel internacional.

Capítulo IV

Análisis de los Resultados

Técnicas Para el Procesamiento y Análisis de Datos

Para el procesamiento de datos se realizará de una manera mixta ya que las variables pueden analizarse de forma cuantitativa, con los datos numéricos obtenidos en los diferentes test de control de los indicadores biológicos que serán procesados en tablas graficas de EXCEL y de forma cualitativa para analizar las dos variables en estudio permitiendo a los investigadores establecer sus conclusiones y recomendaciones.

Análisis de Resultados

Tabla 4

Frecuencia cardiaca y lactato en el llano

test 1		Reposo		Salida		Llegada		1 Minuto		3 Minutos		5 Minutos		7 Minutos	
Nombre	Milla	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L
1 Valarezo F.	4,55	51	4,2	91	6,1	191	20,5	185	19,2	117	16,8	114	14,3	100	13,5
2 Merchan D.	4,57	47	4,4	123	6,5	180	14,4	104	19,6	104	18,3	100	16,2	93	15,0
3 Rodriguez L.	4,46	46	4,8	140	2,1	190	12,6	105	19,2	99	14,9	88	17,3	88	19,5
4 Castro E.	5,00	52	3,3	135	4,2	153	15,3	120	17,0	119	12,7	95	17,7	85	16,6
5 Vera I.	4,59	50	4	109	6,8	175	18,6	168	17,7	105	12,2	103	13,4	97	15,3
Mínimo	4,46	46	3,3	91	2,1	153	12,6	104	17,0	99	12,2	88	13,4	85	13,5
Máximo	5,00	52	4,8	140	6,8	191	20,5	185	19,6	119	18,3	114	17,7	100	19,5
Promedio	4,63	49	4,1	120	5,1	178	16,3	136	18,5	109	15,0	100	15,8	93	16,0

Test realizado en la provincia de Santa Elena, cantón Salinas en las instalaciones de la Escuela Superior Militar de Aviación "Cosme Rennella Barbato", el 29 de julio del 2019 a las 08:00 am con una temperatura de 21°C.

En esta tabla de datos se observa el comportamiento de los indicadores biológicos de los deportistas con sus diferentes tiempos de acuerdo a los protocolos establecidos, obteniendo datos del mínimo, máximo y promedio del equipo.

Tabla 5*Frecuencia cardiaca y lactato en altura*

Test 2		Reposo			Salida		Llegada		1 Minuto		3 Minutos		5 Minutos		7 Minutos	
	Nombre	Milla	Ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L
1	Valarezo F.	5,05	57	4,1	126	7,5	139	17,4	106	20,5	103	17,8	97	15,4	85	16,7
2	Merchan D.	5,05	53	4,1	136	5,5	138	20,7	108	18,0	92	17,5	90	16,9	84	19,5
3	Rodriguez L.	4,58	58	6,3	140	3,6	169	18,8	108	18,0	106	17,7	104	14,9	99	19,6
4	Castro E.	5,15	62	4,5	140	4,3	159	20,2	121	16,6	107	17,1	119	16,8	102	17,6
5	Vera I.	5,15	55	4,2	123	3,4	169	19,3	117	18,3	112	16,9	105	15,6	117	20,2
	Mínimo	4,58	53	4,1	123	3,4	138	17,4	106	16,6	92	16,9	90	14,9	84	16,7
	Máximo	5,15	62	6,3	140	7,5	169	20,7	121	20,5	112	17,8	119	16,9	117	20,2
	Promedio	5,00	57	4,6	133	4,9	155	19,3	112	18,3	104	17,4	103	15,9	97	18,7

Test realizado en la provincia de Pichincha, cantón Quito en las instalaciones de la Escuela Superior Militar “Eloy Alfaro”, el 21 de agosto del 2019 a las 08:00 am con una temperatura de 17°C.

En esta tabla de datos se observa el comportamiento de los indicadores biológicos de los deportistas en sus diferentes tiempos de acuerdo a los protocolos establecidos, obteniendo datos del mínimo, máximo y promedio del equipo.

Tabla 6*Frecuencia cardiaca y lactato en altura*

Test 3	Nombre	Reposo		Salida		Llegada		1 Minuto		3 Minutos		5 Minutos		7 Minutos		
		MILLA	Ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L		
1	Valarezo F.	5,01	49	2,5	139	6,4	140	18,2	89	17,8	86	16,1	75	15,6	79	14,3
2	Merchan D.	5,02	45	3,8	125	3,1	142	14,4	101	15,1	88	15,0	81	16,0	68	14,6
3	Rodriguez L.	4,53	41	6,2	125	3,4	140	16,8	106	9,7	80	19,3	83	16,3	73	17,9
4	Castro E.	5,03	47	3,7	139	2,7	176	15,1	104	12,6	103	16,8	100	18,1	105	18,8
5	Vera I.	5,01	47	3,6	93	3,0	165	18,6	147	20,7	111	21,7	105	21,5	100	11,8
Mínimo			41	2,5	93	2,7	140	14,4	89	9,7	80	15,0	75	15,6	68	11,8
Máximo			49	6,2	139	6,4	176	18,6	147	20,7	111	21,7	105	21,5	105	18,8
Promedio			46	4,0	124	3,7	153	16,6	109	15,2	94	17,8	89	17,5	85	15,5

Test realizado en la provincia de Pichincha, cantón Quito en las instalaciones de la Escuela Superior Militar “Eloy Alfaro”, el 18 de septiembre del 2019 a las 09:00 am con una temperatura de 16°C.

En esta tabla de datos se observa el comportamiento de los indicadores biológicos de los deportistas en sus diferentes tiempos de acuerdo a los protocolos establecidos, obteniendo datos del mínimo, máximo y promedio del equipo.

Tabla 7*Frecuencia cardiaca y lactato en el llano*

Test		Reposo			Salida		Llegada	
Grado	Nombres	Milla	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L
Subt.	Valarezo Felix	0:04:51	58	3,0	120	7,4	157	17,8
Cbop.	Merchan David	0:04:52	44	1,9	128	6,2	153	21,6
Cbos.	Rodriguez Lenin	0:04:44	50	2,1	135	5,8	166	16,1
Cbos.	Castro Edgar	0:04:55	48	2,9	138	7,3	163	19,2
Cbos.	Vera Iner	0:04:52	57	2,6	108	6,0	170	20,5
Mínimo		0:04:44	44	1,9	108	5,8	153	16,1
Máximo		0:04:55	58	3,0	138	7,4	170	21,6
Promedio		0:04:51	51	2,5	126	6,5	162	19,0

Test realizado en China, Hubei, Wuhan, en las instalaciones de la Escuela de Armas de Ejército de China, el 19 de octubre del 2019 a las 08:00 – 14:00 con una temperatura de 23°C.

En este test el tiempo que se consideró para el valor de la milla ha sido obtenido tomando el tiempo realizado en la prueba de cross country de 8km, adicional se realiza únicamente 3 controles de los indicadores biológicos al igual que los test anteriores.

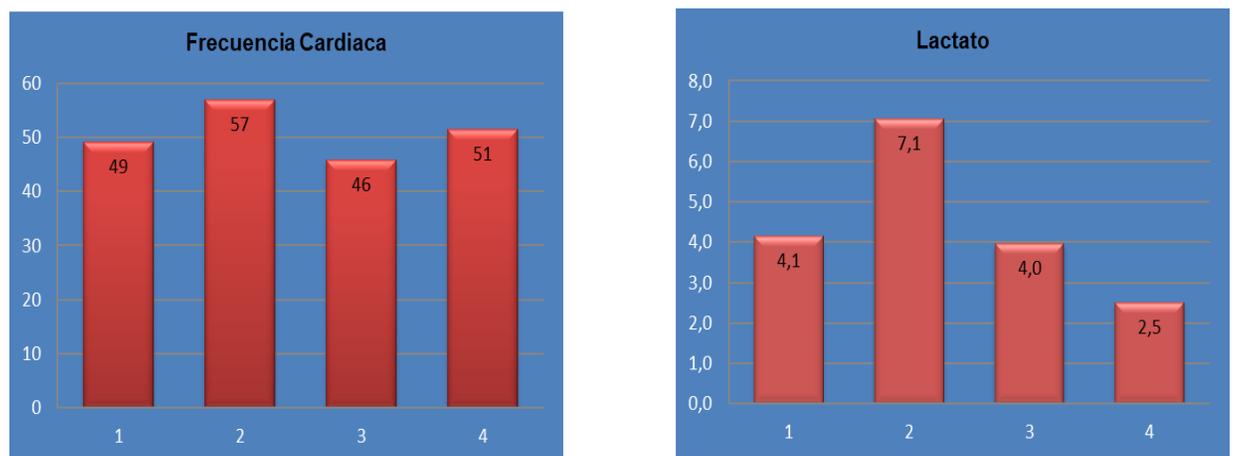
Tabla 8

Frecuencia cardíaca y lactato en reposo

Altitud		10 m		2863 m		2863 m		28 m	
Lugar		ESMA		ESMIL		ESMIL		Wuhan	
Test		1		2		3		4	
Grado	Nombres	ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L	ppm	mmol/L
Subt.	Valarezo F.	51	4,2	57	4,1	49	2,5	58	3,0
Cbop.	Merchan D.	47	4,4	53	4,1	45	3,8	44	1,9
Cbos.	Rodriguez L.	46	4,8	58	6,3	41	6,2	50	2,1
Cbos.	Castro E.	52	3,3	62	4,5	47	3,7	48	2,9
Cbos.	Vera I.	50	4,0	55	4,2	47	3,6	57	2,6
Mínimo		46	3,3	53	4,1	41	2,5	44	1,9
Máximo		52	4,8	62	6,3	49	6,2	58	3,0
Promedio		49	4,1	57	4,6	46	4,0	51	2,5
Des.Est.m		3	0,6	3	0,9	3	1,4	6	0,5

Figura 1

Frecuencia cardíaca y lactato en reposo



Nota. como resultado del análisis de los indicadores biológicos obtuvimos los siguientes resultados.

- **Test 1:** se observa que el promedio de frecuencia cardiaca en reposo a nivel del mar del equipo de pentatlón militar es de 49 ppm y la muestra promedio de lactato es de 4,1 mmol/L.
- **Test 2:** este control se realizó en altura (2863 msnm), en donde el promedio de frecuencia cardiaca en reposo del equipo de pentatlón militar es de 57 ppm y la muestra promedio de lactato es de 4,6 mmol/L.
- **Test 3:** control fisiológico realizado en altura previo al viaje a los Séptimos Juegos Mundiales 2019, obteniendo un promedio de frecuencia cardiaca de 46 ppm y la muestra promedio de lactato es de 4,0 mmol/L. Se puede notar que conforme avanza el entrenamiento los niveles de lactato van bajando su nivel.
- **Test 4:** finalmente se realiza el control fisiológico un día antes de la prueba de cross country de pentatlón militar en Wuhan a 28 msnm, donde obtuvimos un promedio de frecuencia cardiaca de 51 ppm y la muestra de lactato de 2,5 mmol/L.

Como podemos apreciar el nivel de lactato en reposo con relación al test 2, bajó en 1,4 mmol/L, siendo este un indicador de que los deportistas se encuentran en excelentes condiciones físicas para su participación.

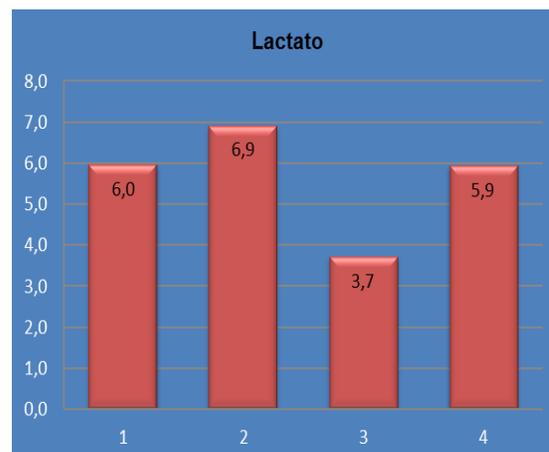
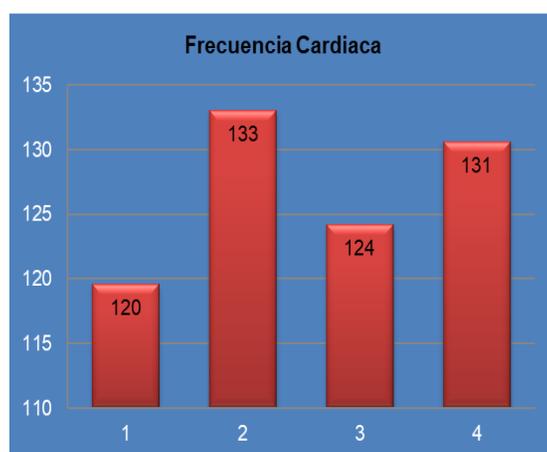
Tabla 9

Frecuencia cardiaca y lactato en salida

Altitud		10 msnm		2863 msnm		2863 msnm		28 msnm	
Lugar		ESMA		ESMIL		ESMIL		Wuhan	
Test		1		2		3		4	
Grado	Nombres	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L	ppm	mmol/L
Subt.	Valarezo F.	91	6,1	126	7,5	139	6,4	130	7,4
Cbop.	Merchan D.	123	6,5	136	5,5	125	3,1	131	6,2
Cbos.	Rodriguez L.	140	2,1	140	3,6	125	3,4	135	5,8
Cbos.	Castro E.	135	4,2	140	4,3	139	2,7	137	7,3
Cbos.	Vera I.	109	6,8	123	3,4	93	3,0	120	6,0
Mínimo		91	2,1	123	3,4	93	2,7	120	5,8
Máximo		140	6,8	140	7,5	139	6,4	137	7,4
Promedio		120	5,1	133	4,9	124	3,7	131	6,5
Des.Est.M		20	2,0	8	1,7	19	1,5	7	0,8

Figura 2

Frecuencia cardiaca y lactato en salida



Nota. control realizado una vez terminado el calentamiento previo al test al físico.

- **Test 1:** el promedio de frecuencia cardiaca a nivel del mar, una vez terminado el calentamiento previo al test es de 120 ppm y la muestra promedio de lactato es de 6,0 mmol/L.
- **Test 2:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), una vez terminado el calentamiento previo al test es de 133 ppm y la muestra promedio de lactato es de 4,9 mmol/L.
- **Test 3:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), una vez terminado el calentamiento previo al test es de 124 ppm y la muestra promedio de lactato es de 3,7 mmol/L.
- **Test 4:** el comportamiento de la frecuencia cardiaca previo a la prueba de cross country de pentatlón militar en los Séptimos Juegos Mundiales 2019, fue de 131 ppm y la muestra de lactato es de 6,5 mmol/L.

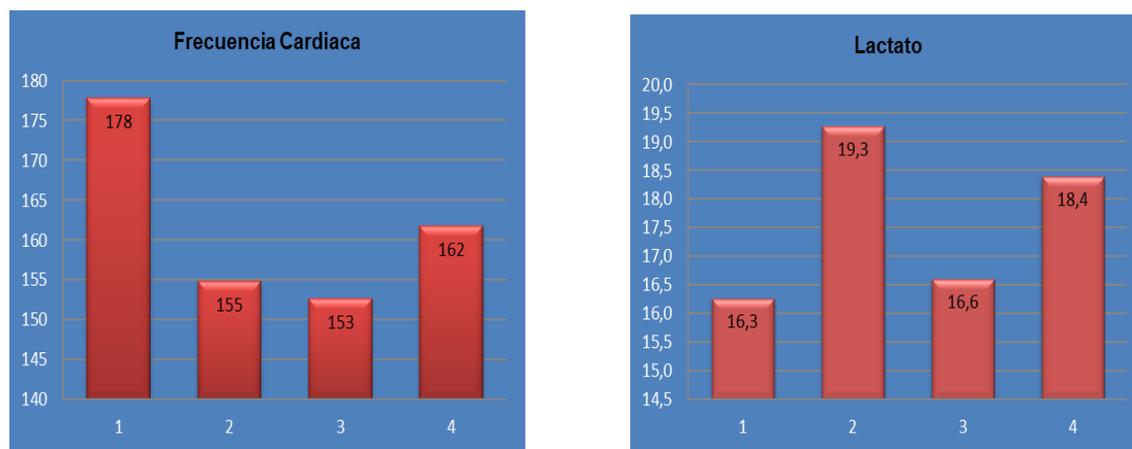
Tabla 10

Frecuencia cardiaca y lactato en la llegada

Altitud		10 msnm		2863 msnm		2863 msnm		28 msnm	
Lugar		ESMA		ESMIL		ESMIL		Wuhan	
Test		1		2		3		4	
Grado	Nombres	ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L
Subt.	Valarezo F.	191	20,5	139	17,4	140	18,2	157	17,8
Cbop.	Merchan D.	180	14,4	138	20,7	142	14,4	153	21,6
Cbos.	Rodriguez L.	190	12,6	169	18,8	140	16,8	166	16,1
Cbos.	Castro E.	153	15,3	159	20,2	176	15,1	163	19,2
Cbos.	Vera I.	175	18,6	169	19,3	165	18,6	170	20,5
Mínimo		153	12,6	138	17,4	140	14,4	153	16,1
Máximo		191	20,5	169	20,7	176	18,6	170	21,6
Promedio		178	16,3	155	19,3	153	16,6	162	19,0
Des.Est.M.		15	3,2	15	1,3	17	1,8	7	2,2

Figura 3

Frecuencia cardiaca y lactato en la llegada



Nota. control realizado una vez finalizado el test físico.

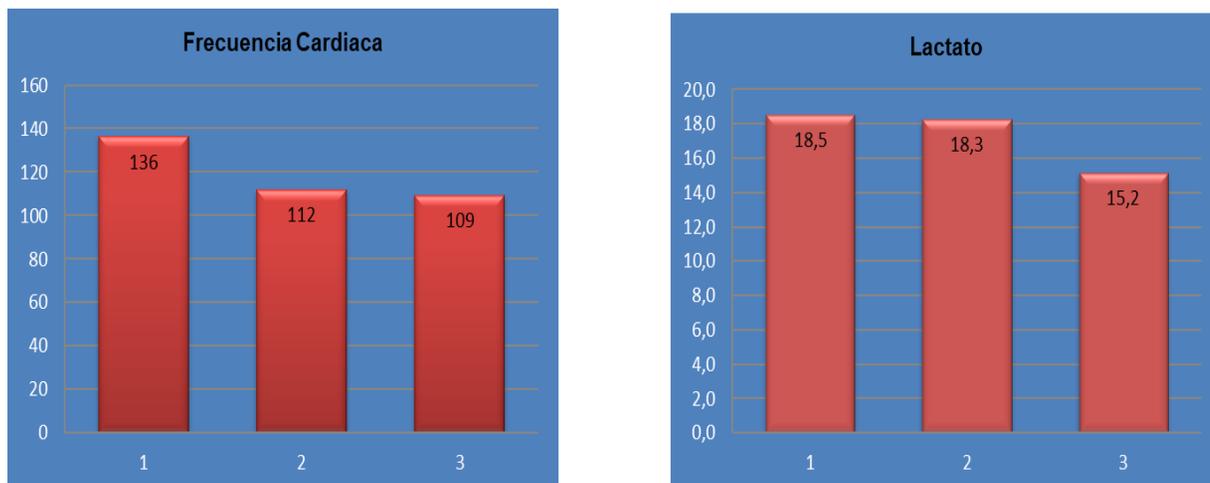
- **Test 1:** el promedio de frecuencia cardiaca a nivel del mar (10 msnm), a la llegada del test físico es de 178 ppm y la muestra promedio de lactato es de 16,3 mmol/L.
- **Test 2:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), a la llegada del test físico es de 155 ppm y la muestra promedio de lactato es de 19,3 mmol/L.
- **Test 3:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), a la llegada del test físico es de 153 ppm y la muestra promedio de lactato es de 16,6 mmol/L.
- **Test 4:** fue valorado en China - Wuhan (28 msnm) en competencia a la llegada de la prueba de cross country en los Séptimos Jugos Mundiales, donde se obtuvo un promedio de frecuencia cardiaca de 162 ppm y la muestra promedio de lactato es de 19,00 mmol/L.

Tabla 11*Frecuencia cardiaca y lactato al minuto*

Altitud		10 m		2863 m		2863 m	
Lugar		ESMA		ESMIL		ESMIL	
Test		1		2		3	
Grado	Nombres	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L
Subt.	Valarezo F.	185	19,2	106	20,5	89	17,8
Cbop.	Merchan D.	104	19,6	108	18,0	101	15,1
Cbos.	Rodriguez L.	105	19,2	108	18,0	106	9,7
Cbos.	Castro E.	120	17,0	121	16,6	104	12,6
Cbos.	Vera I.	168	17,7	117	18,3	147	20,7
Mínimo		104	17,0	106	16,6	89	9,7
Máximo		185	19,6	121	20,5	147	20,7
Promedio		136	18,5	112	18,3	109	15,2
Des.Est.M		38	1,1	7	1,4	22	4,3

Figura 4

Frecuencia cardiaca y lactato al minuto



Nota. control realizado al minuto una vez finalizado el test físico.

- **Test 1:** el promedio de frecuencia cardiaca a nivel del mar (10 msnm), al minuto del test físico es de 136 ppm y la muestra promedio de lactato es de 18,5 mmol/L.
- **Test 2:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), al minuto del test físico es de 112 ppm y la muestra promedio de lactato es de 18,3 mmol/L.
- **Test 3:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), al minuto del test físico es de 109 ppm y la muestra promedio de lactato es de 15,2 mmol/L.

Como podemos apreciar los controles biológicos realizados al minuto se puede evidenciar que la frecuencia cardiaca y el lactato sus pulsaciones y niveles van descendiendo como un indicador de que su condición va mejorando.

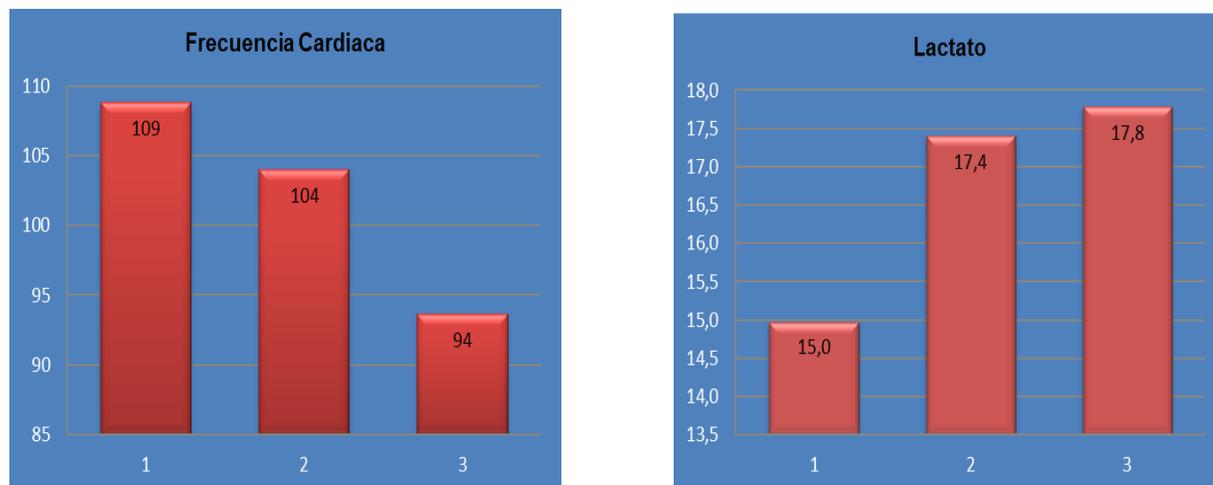
Tabla 12

Frecuencia cardiaca y lactato a los 3 minutos

Altitud		10 m		2863 m		2863 m	
Lugar		ESMA		ESMIL		ESMIL	
Test		1		2		3	
Grado	Nombres	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L
Subt.	Valarezo F.	117	16,8	103	17,8	86	16,1
Cbop.	Merchan D.	104	18,3	92	17,5	88	15,0
Cbos.	Rodriguez L.	99	14,9	106	17,7	80	19,3
Cbos.	Castro E.	119	12,7	107	17,1	103	16,8
Cbos.	Vera I.	105	12,2	112	16,9	111	21,7
Mínimo			12,2	92	16,9	80	15,0
Máximo			18,3	112	17,8	111	21,7
Promedio			15,0	104	17,4	94	17,8
Des.Est.M			2,6	7	0,4	13	2,7

Figura 5

Frecuencia cardiaca y lactato a los 3 minutos



Nota. control realizado a los 3 minutos una vez finalizado el test físico.

- **Test 1:** el promedio de frecuencia cardiaca a nivel del mar (10 msnm), a los 3 minutos del test físico es de 109 ppm y la muestra promedio de lactato es de 15,0 mmol/L.
- **Test 2:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), a los 3 minutos del test físico es de 104 ppm y la muestra promedio de lactato es de 17,4 mmol/L.
- **Test 3:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), a los 3 min del test físico es de 94 ppm y la muestra promedio de lactato es de 17,8 mmol/L.

Como se puede apreciar la frecuencia cardiaca va decreciendo debido a que los deportistas recuperan su estado normal progresivamente. Con respecto al lactato sus niveles son elevados debido a la acumulación de lactato en el organismo debido al desgaste físico que conlleva realizar este test maximal.

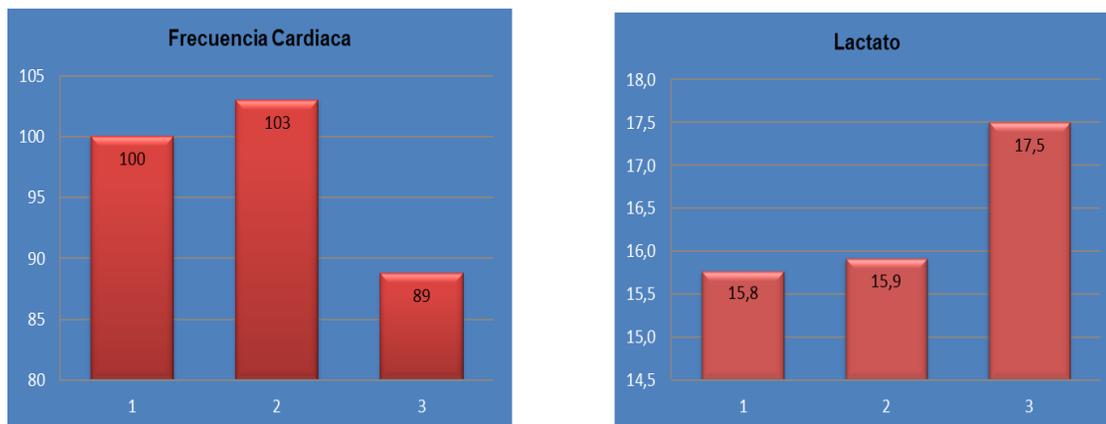
Tabla 13

Frecuencia cardiaca y lactato a los 5 minutos

Altitud		10 m		2863 m		2863 m	
Lugar		ESMA		ESMIL		ESMIL	
Test		1		2		3	
Grado	Nombres	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L
Subt.	Valarezo F.	114	14,3	97	15,4	75	15,6
Cbop.	Merchan D.	100	16,2	90	16,9	81	16,0
Cbos.	Rodriguez L.	88	17,3	104	14,9	83	16,3
Cbos.	Castro E.	95	17,7	119	16,8	100	18,1
Cbos.	Vera I.	103	13,4	105	15,6	105	21,5
Mínimo		88	13,4	90	14,9	75	15,6
Máximo		114	17,7	119	16,9	105	21,5
Promedio		100	15,8	103	15,9	89	17,5
Des.Est.M		10	1,9	11	0,9	13	2,4

Figura 6

Frecuencia cardiaca y lactato a los 5 minutos



Nota. control realizado a los 5 minutos una vez finalizado el test físico.

- **Test 1:** el promedio de frecuencia cardiaca a nivel del mar (10 msnm), a los 5 minutos del test físico es de 100 ppm y la muestra promedio de lactato es de 15,8 mmol/L.
- **Test 2:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), a los 5 minutos del test físico es de 103 ppm y la muestra promedio de lactato es de 15,9 mmol/L.
- **Test 3:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), a los 5 minutos del test físico es de 89 ppm y la muestra promedio de lactato es de 17,5 mmol/L.

Podemos verificar que el test 2 y test 3 realizado en la altura tienden a mejorar la frecuencia cardiaca con relación al test realizado en el llano (test 1), debido a los reajustes necesarios realizados a la planificación de acuerdo a los resultados obtenidos en el control de los indicadores biológicos. Con relación al lactato podemos verificar que los niveles de lactato en los 3 test han aumentado, esto se debe a que el entrenamiento es más exigente conforme a la proximidad de los Juegos Mundiales 2019, por consiguiente, mayor producción de lactato que se concentra en el organismo.

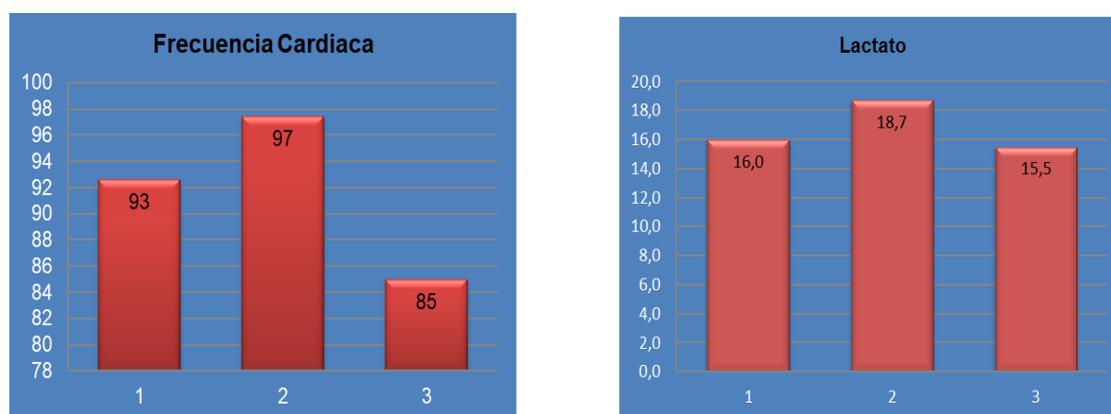
Tabla 14

Frecuencia cardíaca y lactato a los 7 minutos

Altitud		10 m		2863 m		2863 m	
Lugar		ESMA		ESMIL		ESMIL	
Test		1		2		3	
Grado	Nombres	ppm	mmol/L	ppm	mmol/L	Ppm	mmol/L
Subt.	Valarezo F.	100	13,5	85	16,7	79	14,3
Cbop.	Merchan D.	93	15,0	84	19,5	68	14,6
Cbos.	Rodriguez L.	88	19,5	99	19,6	73	17,9
Cbos.	Castro E.	85	16,6	102	17,6	105	18,8
Cbos.	Vera I.	97	15,3	117	20,2	100	11,8
Mínimo		85	13,5	84	16,7	68	11,8
Máximo		100	19,5	117	20,2	105	18,8
Promedio		93	16,0	97	18,7	85	15,5
Des.Est.M		6	2,3	14	1,5	17	2,9

Figura 7

Frecuencia cardíaca y lactato a los 7 minutos



Nota. control realizado a los 7 minutos una vez finalizado el test físico.

- **Test 1:** el promedio de frecuencia cardiaca a nivel del mar (10 msnm), a los 7 minutos del test físico es de 93 ppm y la muestra promedio de lactato es de 16,0 mmol/L.
- **Test 2:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), a los 7 minutos del test físico es de 97 ppm y la muestra promedio de lactato es de 18,7 mmol/L.
- **Test 3:** el promedio de frecuencia cardiaca en altura (2863 msnm), a la llegada del test físico es de 85 ppm y la muestra promedio de lactato es de 15,5 mmol/L.

Podemos apreciar que a los 7 minutos la recuperación del deportista con relación a la frecuencia cardiaca ha mejorado notablemente siendo un buen indicador de su condición física. El lactato en el test 1 y test 2 aumenta debido a la concentración de lactato muscular, en el test 3 observamos que los niveles han disminuido por que se determina que los deportistas han mejorado su rendimiento físico.

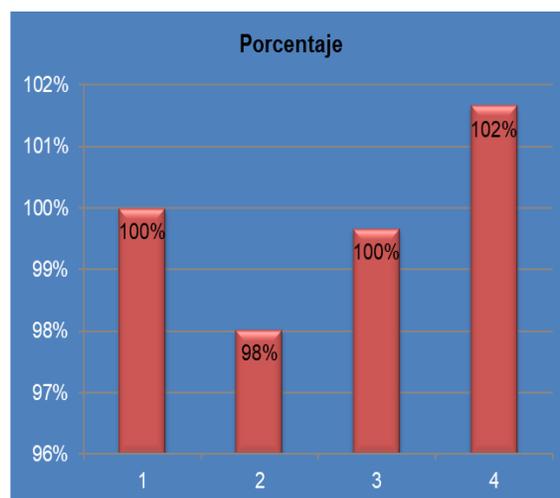
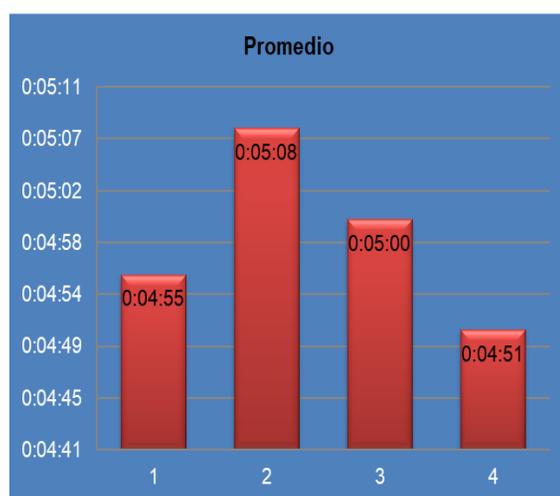
Tabla 15

Test de la milla

Altitud		10 m	2863 m	2863 m	28 m
Lugar		ESMA	ESMIL	ESMIL	WUHAN
Test		1	2	3	4
Grado	Nombres	tiempo	tiempo	Tiempo	Tiempo
Subt.	Valarezo F.	0:04:55	0:05:05	0:05:01	0:04:51
Cbop.	Merchan D.	0:04:57	0:05:05	0:05:02	0:04:52
Cbos.	Rodriguez L.	0:04:46	0:04:58	0:04:53	0:04:44
Cbos.	Castro E.	0:05:00	0:05:15	0:05:03	0:04:55
Cbos.	Vera I.	0:04:59	0:05:15	0:05:01	0:04:52
Mínimo		0:04:46	0:04:58	0:04:53	0:04:44
Máximo		0:05:00	0:05:15	0:05:03	0:04:55
Promedio		0:04:55	0:05:08	0:05:00	0:04:51
Segundos		299	305	300	300
Porcentaje		100%	98%	100%	102%

Figura 8

Promedio y porcentaje del test de la milla



- **Test 1:** fue evaluado a nivel del mar (10 msnm), donde el equipo de pentatlón militar alcanza su mejor rendimiento físico con un promedio en el test de la milla de 4'55'' equivalente al 100% de su rendimiento deportivo.
- **Test 2:** continuamos con el entrenamiento en altura (2863 msnm), se evalúa el test obteniendo un promedio de 5'08'' equivalente al 98% de su rendimiento deportivo.
- **Test 3:** previo al viaje a los Séptimos Juegos Mundiales 2019, se recepta el último test en altura (2863 msnm), obteniendo un promedio de 5'00'' equivalente al 100% de su rendimiento deportivo.
- **Test 4:** tiempo obtenido en relación a la prueba de cross country 8 km realizada en el llano (28 msnm) en los Séptimos Juegos Mundiales, donde se obtuvo un tiempo promedio de 4'51'' equivalente al 102% de su rendimiento deportivo.

El test 1 que fue evaluado en el llano y sirvió de base para que los test desarrollados en la altura tengan como objetivo superar esta marca conforme continuaban los entrenamientos, es así, que al llegar el día de la competencia y en similares condiciones de altura (Wuhan 28 msnm) los deportistas sobrepasaron el tiempo del test 1 quedando como evidencia que alcanzaron su máximo rendimiento deportivo.

Conclusiones

- Se realizó el feedback del entrenamiento con los indicadores biológicos en el rendimiento deportivo, de los deportistas del equipo de pentatlón militar de Fuerzas Armadas, mejorando sus tiempos y marcas, obteniendo como resultado en los Séptimos Juegos Mundiales Militares el quinto lugar a nivel mundial, segundo lugar en la prueba de relevos y alcanzando el segundo lugar al mejor novato.
- La frecuencia cardiaca de los deportistas del equipo Pentatlón Militar de Fuerzas Armadas mejoró notablemente en los controles realizados durante el entrenamiento.
- Los niveles de lactato con relación al test inicial se pudo apreciar una mejora en todos los controles realizados por lo que nuestros deportistas estuvieron en las mejores condiciones físicas para su participación en los Séptimos Juegos Mundiales 2019.
- Los tiempos de la VAM evaluados en el llano (test 1) permitieron que el equipo de pentatlón militar mejore su rendimiento deportivo, alcanzando en altura los tiempos que cumplieron en el llano.

Recomendaciones

- Continuar aplicando en alto rendimiento controles con indicadores biológicos que permita al entrenador realizar el feedback del entrenamiento para la obtención de mejores resultados deportivos. (marcas – tiempo).
- Durante el proceso de entrenamiento controlar la frecuencia cardiaca como un indicador de la condición física de los deportistas del equipo pentatlón militar de Fuerzas Armadas.
- Evaluar periódicamente el comportamiento del lactato con la finalidad que los deportistas lleguen en mejores condiciones a sus diferentes participaciones nacionales e internacionales.
- Aplicar el control de los indicadores biológicos para establecer las zonas de entrenamiento de cada uno de los deportistas.

Bibliografía

- Alarcón, F., & Paredes, L. (2014). *Estudio del intercambio de gases respiratorios; respuestas cardíacas y metabólicas; en el; entrenamiento de los deportistas del equipo de cadetes de pentathlon militar de las Fuerzas Armadas; que participarán en el campeonato mundial de cadetes militares a* (Universidad de Fuerzas Armadas ESPE). Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8306>
- Chicharro. (2006). *FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO* (3 ra edici; panamericana, Ed.).
- Chicharro, J. L. (2016). Blog de Fisiología del Ejercicio. En *Exercise Physiology & Training*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Leminszka, M. A., Dieck-Assad, G., Martínez, S. O., & Garza, J. E. (2010). Modelación del nivel de ácido láctico para atletas de alto rendimiento. *Artículo de Investigación original, XXXI(1)*, 41-56. Recuperado de www.medigraphic.org.mx
- Mcardle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2004). *Fundamentos de fisiología del ejercicio*.
- Minuchin, P. (2008). *Fisiología del ejercicio II sistemas: cardiorrespiratorio, muscular, sanguíneo y nervioso* (1ra edición; Á. Crisina, Ed.). Buenos Aires: Nobuko.
- Pico, D., & Brazales, D. (2014). *Incidencia de la frecuencia cardíaca y el lactato en el rendimiento físico de los atletas del equipo élite de orientación del ejército ecuatoriano en el año 2012*. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9793>