

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN
CON LA COLECTIVIDAD**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES

MAESTRÍA EN ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

**INCIDENCIA DE VALORES FISIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS EN
EL RENDIMIENTO FÍSICO, DEL EQUIPO “FUERZAS
COMANDO” DEL GRUPO ESPECIAL DE OPERACIONES (GEO)
DEL EJERCITO ECUATORIANO**

AUTOR: OWER ARMANDO SAVEDRA VALDIVIEZO

SANGOLQUÍ 2012

CERTIFICADO

CERTIFICA:

Que el trabajo de investigación titulado, **“INCIDENCIA DE VALORES FISIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS EN EL RENDIMIENTO FÍSICO, DEL EQUIPO “FUERZAS COMANDO” DEL GRUPO ESPECIAL DE OPERACIONES (GEO) DEL EJERCITO ECUATORIANO”**, realizado por el señor. Lcdo. Sgop. de A. Ower Armando Savedra Valdivezo, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos, establecidos en el Reglamento de estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Sangolquí, 01 de Noviembre del 2012

Msc. Mario Vaca
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El trabajo de investigación titulado, **“INCIDENCIA DE VALORES FISIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS EN EL RENDIMIENTO FÍSICO, DEL EQUIPO “FUERZAS COMANDO” DEL GRUPO ESPECIAL DE OPERACIONES (GEO) DEL EJERCITO ECUATORIANO”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de ésta declaración me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 01 de Noviembre del 2012

Ower Armando Savedra Valdiviezo

AUTORIZACIÓN

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual, el trabajo de investigación titulado, **“INCIDENCIA DE VALORES FISIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS EN EL RENDIMIENTO FÍSICO, DEL EQUIPO “FUERZAS COMANDO” DEL GRUPO ESPECIAL DE OPERACIONES (GEO) DEL EJÉRCITO ECUATORIANO”**, cuyo contenido, ideas y criterio son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 01 de Noviembre del 2012

Ower Armando Savedra Valdiviezo

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a Dios y a la Virgen del Cisne, por su presencia eterna e incondicional, que me iluminaron y bendijeron para que cada acontecimiento relacionado con este trabajo de investigación, llegue a la feliz culminación y se vea cristalizada.

A mi padre, que desde el cielo me guía con sus consejos y bendiciones, a mi madre, hermanas y hermanos por su incansable amor y comprensión. A mi adorable esposa Flor, compañera en las buenas y en las malas. A mis hijas e hijos, Karen Jazmín, Edwar Israel, Dulce Anahí y Jesús Armando, razón de mi existencia y pilares fundamentales de mi vida, que con su angelical ternura encienden la luz que resplandece mi camino y compensan en felicidad el sacrificio.

A mi glorioso Ejército y a la ESPE, por darme la oportunidad de emprender y conquistar nuevos horizontes a través de la Maestría en Entrenamiento Deportivo y de esta manera contribuir al engrandecimiento de la Institución y de mi patria.

Al Grupo Especial de Operaciones, por medio de sus autoridades por brindar las facilidades necesarias durante el avance de mi trabajo. A los atletas que conforman el equipo por su sacrificio, disciplina y entrega al deporte. A Carmita Quizhpe, Médico deportóloga de la ESPE, quien me ha orientado y guiado con sus conocimientos y experiencias profesionales.

A mi Director de tesis por su predisposición sincera y entrega profesional en la orientación para el desarrollo de la investigación.

Ower Armando Savedra Valdiviezo

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación científica, está dedicado primero a Dios y a la Virgen del Cisne, por transmitirme confianza, ánimo y fuerza para seguir en el camino de la conquista de muchos propósitos. A mis padres por ser los dueños de mi existencia, a mis hermanas y hermanos que siempre están pendientes. A mi esposa y a su familia, a mis hijas e hijos, quienes me han apoyado con su aliento, ánimo y fuerza positiva, para la feliz culminación de los objetivos planteados y propuestos en éste trabajo.

A los atletas que forman parte del equipo “Fuerzas Comando” y a los directivos del Grupo Especial de Operaciones, quienes serán los principales interesados en este trabajo, los mismos que hicieron posible se lleve a efecto ésta investigación.

A mis profesores por el invaluable conocimiento proporcionado, a mis queridos amigos y compañeros, que de una u otra manera me han apoyado, motivado y me han servido de aliciente en los momentos difíciles de éste trabajo para seguir adelante y dar todo de mí, sin desmayar en el camino.

ÍNDICE

Preliminares	Pág.
Certificación	I
Declaración de responsabilidad.....	II
Autorización	III
Agradecimiento	IV
Dedicatoria	V
Índice de contenidos	VI
Índice de tablas	XII
Índice de figuras	XIV
Índice de anexos	XVI
Introducción	XVII
Resumen	XX
Abstract	XXI

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL

1. Planteamiento del Problema	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.2. Formulación del Problema	1
1.3. Objetivos	1
1.3.1. Objetivo general	1
1.3.2. Objetivo específicos	2
1.4. Justificación e Importancia	2

1.5.Hipótesis y operacionalización de variables	3
1.5.1 Hipótesis de investigación	3
1.5.2 Variables de investigación	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2. VALORES FISIOLÓGICOS Y BIOQUIMICOS	6
2.1. Definición	6
2.2. Introducción a la Fisiología y Bioquímica	6
2.3. Fundamentos y Técnicas de Análisis Fisiológicos y Bioquímicos	7
2.4. Importancia de Valoraciones Bioquímicas como medio de Control del entrenamiento en deportistas de alto rendimiento	7
2.5. Métodos de Control del Entrenamiento Deportivo.....	9
2.6. Factores Determinantes del Rendimiento Deportivo.....	12
2.6.1. Bioquímicos	15
2.6.1.1. Implicación de los sistemas de energía.....	15
2.6.1.2. Sustratos energéticos utilizados.....	16
2.6.2. Fisiológicos	17
2.6.2.1. Reclutamiento de fibras musculares	17
2.6.2.2. Valores medios y máximos: Frecuencia Cardíaca, Producción de Potencia, VO ₂ , Velocidad Aeróbica Máxima	18
2.7. Valoración del Rendimiento, Control Bioquímico y Control de la Carga	20

2.7.1. Valoración del Rendimiento, supramáximo, máximo y submáximo	20
2.7.1.1. En el Campo	21
2.7.1.2. En el laboratorio	21
2.7.1.3. Pruebas invasivas y no invasivas, para determinar umbrales y zonas de entrenamiento..	22
2.7.1.4. Valoración de la velocidad de sudoración.....	25
2.7.2. Control de la carga de entrenamiento	26
2.7.2.1. Velocidad	26
2.7.2.2. Cadencia	26
2.7.2.3. Frecuencia Cardíaca	27
2.7.3. Control Bioquímico del proceso de entrenamiento....	30
2.7.3.1. Citológico	30
2.7.3.2. Ferritina, Ferremia, Trásferrina, etc.....	30
2.7.3.3. Proteínas plasmáticas	31
2.7.3.4. Hormonas	31
2.7.3.5. Inmunoglobulinas	32
2.7.3.6. Ionograma	32
2.7.3.7. Glucemia y Lípidos	33

CAPÍTULO III

3. RENDIMIENTO FÍSICO

3.1. Entrenamiento Deportivo	34
3.1.1. Tipos de Preparación.....	34
3.1.1.1. Preparación Física.....	34

3.1.1.1.1.	Fuerza.....	34
3.1.1.1.2.	Definición.....	34
3.1.1.1.3.	Tipos de Fuerza	35
3.1.1.1.3.1.	Fuerza máxima	35
3.1.1.1.3.2.	Fuerza velocidad.....	36
3.1.1.1.3.3.	Fuerza resistencia	36
3.2.	Velocidad	36
3.2.1.	Definición	36
3.2.2.	Clasificación	38
3.2.2.1.	Velocidad de Reacción	39
3.2.2.2.	Velocidad de Contracción	39
3.2.2.3.	Velocidad de Desplazamiento	39
3.2.2.4.	Velocidad Frecuencial	40
3.3.	Resistencia	40
3.3.1.	Definición	43
3.3.2.	Clasificación	43
3.3.2.1.	Aeróbica	43
3.3.2.2.	Anaeróbica	43
3.3.2.3.	Aláctica	44
3.3.2.4.	Láctica	44
3.3.3.	Flexibilidad	44
3.3.3.1.	Definición	44
3.3.3.2.	Definición básicas	45
3.3.3.3.	Tipos de Flexibilidad	45

3.3.3.3.1.	Flexibilidad Estática	.....	46
3.3.3.3.2.	Flexibilidad dinámica	.....	46
3.4.	Preparación técnica	.....	46
3.5.	Preparación táctica	.....	47
3.6.	Preparación psicológica	.....	49
3.7.	Preparación teórica	.....	49
3.8.	Resultados deportivos	.....	51
3.8.1.	Factores externos	.....	51
3.8.2.	Factores internos	.....	51
3.9.	Resultados del campeonato	.....	52
3.10.	Ubicación del equipo en la competencia 2012	.....	52
3.11.	Número de atletas que han participado en este evento internacional	.....	53

CAPÍTULO IV

4.	La Medicina en el Rendimiento Físico	.....	54
4.1.	El Control Fisiológico y su influencia en el Rendimiento físico del equipo, “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano	.....	58
4.2.	El Control Bioquímico y su influencia en el Rendimiento físico del equipo, “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano	.....	70
4.2.1.	Características y componentes de la sangre	.....	73
4.2.2.	Adaptaciones cardiovasculares con el		

entrenamiento de resistencia	75
4.3. Apoyo institucional y su influencia en los resultados del equipo “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano	84

CAPÍTULO V

MARCO METODOLOGICO

5. Ubicación geográfica	87
5.1. Recursos humanos	87
5.2. Recursos materiales y equipo	87
5.3. Metodología de investigación	88
5.4. Población y muestra	88
5.5. Descripción de los test	89
5.5.1. Test de frecuencia cardiaca	89
5.5.1.1. Instrumento de medición de frecuencia cardiaca..	90
5.5.1.2. Funcionamiento del reloj polar RS800CX.....	91
5.5.2. Test de VO2max	92
5.5.2.1. Determinar el VO2max	93
5.5.3. Test de Lactato	94
5.5.3.1. Instrumentos de medición de lactato	94
5.5.3.2. Equipo analizador Accutrend plus	95
5.5.3.3. Tiras reactivas BM – Lactate	95
5.5.3.4. Toma de muestras de Lactato	96
5.5.3.5. Medición de Lactato	96

5.5.4. Test de Hemoglobina	100
5.5.4.1. Toma de muestras de sangre (hemoglobina).....	100
5.5.4.2. Condiciones generales que debe cumplir el atleta para toma de la muestra de sangre	101
5.5.5. Test de Cooper	102
5.5.5.1. Determinar el rendimiento físico	103
5.5.5.2. Toma del test de Cooper	105
CAPÍTULO VI	
6. Análisis e Interpretación de Resultados	107
CAPÍTULO VII	
7. Conclusiones y Recomendaciones	118
7.1. Conclusiones	118
7.2. Recomendaciones	122
Bibliografía	123
ÍNDICE DE TABLAS	
<i>Tabla 1.</i> Zonas de entrenamiento	25
<i>Tabla 2.</i> Valores de corte para detectar el síndrome metabólico.....	33
<i>Tabla 3.</i> Algunas definiciones de fuerza, de algunos destacados autores.	34
<i>Tabla 4.</i> Comparación de la clasificación de la velocidad	39
<i>Tabla 5.</i> Algunas definiciones de resistencia	40
<i>Tabla 6.</i> Síntomas de la fatiga	43
<i>Tabla 7.</i> Ubicación de los Países participantes en la Competencia “Fuerzas Comando”. Colombia 2012	52
<i>Tabla 8.</i> Porcentaje de grasa referencial, para mujeres y	

hombres, según la edad	59
<i>Tabla 9.</i> Nombres de Atletas que con el paso de los años, bajaron el tiempo en la maratón	60
<i>Tabla 10.</i> Porcentaje de fibras, que actúan en dependencia del deporte	61
<i>Tabla 11.</i> Datos referenciales de la serie blanca, para deportistas.....	80
<i>Tabla 12.</i> Datos referenciales de la serie roja, para deportistas	83
<i>Tabla 13.</i> Histórico de la participación de Ecuador	86
<i>Tabla 14.</i> Nómina de los atletas	89
<i>Tabla 15.</i> Concentración de lactato en músculo y sangre	99
<i>Tabla 16.</i> Valores de referencia de Hemoglobina en g/dl (gramos por decilitro)	102
<i>Tabla 17.</i> Datos de frecuencia cardiaca, tomados en test de Cooper (reposo, esfuerzo máximo y recuperación) del equipo “fuerzas comando” (test inicial)	107
<i>Tabla 18.</i> Datos de frecuencia cardiaca, tomados en test de Cooper (reposo, esfuerzo máximo y recuperación) del equipo “fuerzas comando” (test final)	108
<i>Tabla 19.</i> Datos de consumo máximo de oxígeno, tomados en test de Cooper (tiempo, distancia recorrida y velocidad aeróbica media) del equipo “fuerzas comando” (test inicial)	110
<i>Tabla 20.</i> Datos de consumo máximo de oxígeno, tomados en test de Cooper (tiempo, distancia recorrida y velocidad aeróbica media) del equipo “fuerzas comando” (test final)	111
<i>Tabla 21.</i> Datos de acumulación de lactato, tomados en test de	

Cooper (reposo, esfuerzo máximo, 3er, 5to, 10mo minuto recuperación) del equipo “fuerzas comando” (test inicial).....	113
<i>Tabla 22.</i> Datos de acumulación de lactato, tomados en test de Cooper (reposo, esfuerzo máximo, 3er, 5to, 10mo minuto recuperación) del equipo “fuerzas comando” (test final).....	114
<i>Tabla 23.</i> Datos de hemoglobina, tomados con el equipo “fuerzas comando”, test inicial y final	116

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Producción de potencia obtenida pedaleando a tres intensidades diferentes, fijadas a través de la FC. Datos obtenidos por Gorka Nuñez Arrugaeta, Euskadi, España (datos no publicados).	23
<i>Figura 2.</i> Lactatemia y FC en dos pruebas realizadas a carga Constante. Datos obtenidos por Gorka Nuñez Arrugaeta, Euskadi, España (datos no publicados)	24
<i>Figura 3.</i> Promedio de 27 regresiones lineales en los hombres con alto nivel de aptitud física	28
<i>Figura 4.</i> Relación entre la FC y la producción de potencia en un ciclista de medio rendimiento. Datos propios recolectados en el Centro de Evaluación Deportiva Municipal (CEDEM), Córdoba, Argentina. La línea de puntos indica un ajuste lineal ($r=0,98$, $p<0,0001$)	29
<i>Figura 5.</i> La resistencia como elemento de la condición física (Zintl, 1991)	41

<i>Figura 6.</i> Descenso del Consumo Máximo de Oxígeno, en atletas conforme la edad avanza, en deportes de resistencia	61
<i>Figura 7.</i> A mayor Velocidad, mayor Consumo de Oxígeno	67
<i>Figura 8.</i> Atletas que conforman el equipo fuerzas comando	89
<i>Figura 9.</i> Instrumentos de medición de frecuencia cardiaca (reloj y banda polar RS800CX)	92
<i>Figura 10.</i> Instrumentos de medición de lactato	95
<i>Figura 11.</i> Tiras reactivas BM – Lactate	96
<i>Figura 12.</i> Material utilizado (lancetas, tiras reactivas y equipo Accutrend plus)	97
<i>Figura 13.</i> Configuración del equipo con la tira reactiva código	98
<i>Figura 14.</i> Toma de muestra de lactato, previo a una prueba de es- fuerzo en laboratorio, a un atleta del equipo “Fuerzas Comando”	98
<i>Figura 15.</i> Colocación de la tira de lactato con la muestra de sangre en el equipo y la lectura respectiva en 60 segundos.....	99
<i>Figura 16.</i> Toma de muestra de sangre en laboratorio	101
<i>Figura 17.</i> Circuito atlético de la pista atlética de 400 metros	104
<i>Figura 18.</i> Evolución de la Frecuencia Cardiaca (FC), durante el Test de Cooper y recuperación, hasta el minuto 10. Test inicial.	107
<i>Figura 19.</i> Evolución de la Frecuencia Cardiaca (FC), durante el Test de Cooper y Recuperación, hasta el minuto 10. Test final	108
<i>Figura 20.</i> Evolución promedio de la Frecuencia Cardiaca (FC), durante el Test de Cooper y recuperación, hasta el minuto 10. Test inicial y final.	109
<i>Figura 21.</i> Valores promedio durante el Test de Cooper de: VO ₂ max,	

Distancia recorrida y VAM. Test inicial	110
<i>Figura 22.</i> Valores promedio durante el Test de Cooper de: VO ₂ max,	
Distancia recorrida y VAM. Test final	111
<i>Figura 23.</i> Valores promedios durante el Test de Cooper de: VO ₂ max,	
Distancia recorrida y VAM. Test inicial y final	112
<i>Figura 24.</i> Evolución de Acumulación de lactato, durante el Test de	
Cooper y Recuperación hasta el 10 min. Test inicial	113
<i>Figura 25.</i> Evolución de Acumulación de lactato, durante el Test de	
Cooper y Recuperación hasta el 10 min. Test final	114
<i>Figura 26.</i> Valores promedio de la evolución de Acumulación de	
Lactato durante el Test de Cooper y Recuperación hasta el	
10 min., Inicio y final	115
<i>Figura 27.</i> Valores promedio de Hg, al inicio y final del proceso de	
entrenamiento	116
<i>Figura 28.</i> Ubicación y puntuación obtenida por los diferentes países	
que participaron en la Competencia “Fuerzas Comando”	
Colombia 2012	117

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de correlación de las variables	127
Anexo 2. Cuadro de Ubicación del Equipo “Fuerzas Comando”	
en la competencia del año 2011	128

Introducción

La competencia Fuerzas Comando se realiza a nivel internacional, en la misma se compila varios eventos que implican una excelente preparación de las capacidades condicionales, coordinativas y sistemas de energía aeróbicos, anaeróbicos lácticos y alácticos. Nuestros seleccionados son sometidos a una preparación exigente para este evento, sin aplicar métodos de control fisiológicos de frecuencia cardiaca y consumo máximo de oxígeno, parámetros bioquímicos de lactato y hemoglobina acordes a nuestra ubicación geográfica como son las alturas de: Quito, Antisana, Cotopaxi, Cayambe y, nivel del mar, donde se realizan entrenamientos previos a la competencia sin, considerar el somatotipo de nuestra raza. El problema de investigación tiene un precedente, el haber vivido de cerca la realidad como entrenador de éste grupo de atletas, como tal es ahí donde nace la interrogante, ¿cómo inciden los valores fisiológicos y bioquímicos en el rendimiento físico, del equipo “fuerzas comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano?.

El objetivo general del presente estudio es determinar la incidencia de los valores fisiológicos y bioquímicos en el rendimiento físico, los objetivos específicos; analizar el comportamiento de la frecuencia cardiaca, consumo máximo de oxígeno, lactato, y Hemoglobina en el rendimiento físico del equipo. La variable independiente, en el presente estudio es “*valores fisiológicos y bioquímicos*”, la misma que estudia el funcionamiento de los seres vivos en lo que respecta a sus funciones vitales, ocupándose de las actividades de órganos y tejidos¹. Considerando otra definición nos dice que, estudia los

¹ Diccionario Océano

procesos fisicoquímicos que se desarrollan en los seres vivos, propiamente estudio de los organismos considerados en su actividad². Mientras que la variable dependiente “*rendimiento físico*”, según Sheppard (1992), “define desde el punto de vista del alto rendimiento deportivo, como la óptima combinación de las características físicas, fisiológicas, biomecánicas, biomédicas y psicológicas del individuo, que contribuyen al éxito competitivo”.

El presente estudio, tiene la intención de manifestar en forma relevante la importancia de incluir controles de tipo fisiológico como bioquímico, durante el proceso de entrenamiento, el mismo que nos ayudará a determinar su condición física, su adaptación y asimilación al entrenamiento, para de esta manera conocer al máximo al deportista y actuar en consecuencia. Con el presente estudio se pretende que el entrenador se base en la información real, información de mucha utilidad para que la pueda interpretar de manera correcta y aplicarla durante el proceso de entrenamiento. Basado en ésta ayuda metodológica el entrenador podrá realizar un chequeo de las intensidades, volúmenes y densidades del entrenamiento, que está aplicando, por ende acoplarlo al proceso.

Poner en ejecución en el presente estudio de investigación un plan de procedimientos de tipo fisiológico y bioquímico, constituye un valioso aporte de la medicina deportiva. De esta manera se crea una base sólida para que en futuras investigaciones se fundamenten con datos estadísticos, que reflejan la verdadera situación del atleta militar, que participa en esta modalidad deportiva.

El proceso de entrenamiento deportivo, previo a la competencia “Fuerzas Comando”, cumple con un promedio de entrenamiento entre cuatro y seis

² Diccionario Enciclopédico Vox 1. 2009 Larousse Editorial, S.L.
<http://es.thefreedictionary.com/fisiolog%c3%ada>

meses y, con variaciones de altura sobre el nivel del mar. Es por tal que el rendimiento físico deportivo depende de una serie de factores influyentes, que exige realizar investigaciones minuciosas y no solo es responsabilidad del entrenador, sino que se debe considerar la participación de un equipo multidisciplinario. El establecer objetivos claros será de mucha utilidad para que cada una de las áreas coordinen, trabajen individual y colectivamente en el logro de las expectativas de la institución militar. El presente estudio fue aplicado a todo el equipo conformado por siete integrantes y que participaron en la competencia "Fuerzas Comando" llevada a cabo en la hermana República de Colombia, en el mes de Junio de 2012. En la competencia participaron 21 países del continente americano, donde nuestro País se ubicó por segundo año consecutivo en segundo lugar, después de Colombia, en el año 2010 alcanzó el primer puesto en la competencia realizada en República Dominicana. Los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación fueron productivos para el entrenador, para quienes realizaron el control médico periódico, como para la institución militar.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo; determinar la incidencia de valores fisiológicos y bioquímicos en el rendimiento físico. La evolución del proceso del entrenamiento deportivo de acuerdo a las reglas y condiciones que exige la competencia nos obliga a ser minuciosos y enfatizar en la planificación, considerando los componentes de la carga de entrenamiento deportivo (volumen, intensidad y densidad) a través de los cuales se entrena las capacidades físicas. El equipo seleccionado lo conforman siete atletas militares, con promedios de: edad biológica: 33 años, edad deportiva: 6 años, estatura: 1,69 m. peso: 66,5 kg. Los valores promedios obtenidos en el test son: Frecuencia cardiaca inicial: 174 l/min, frecuencia cardiaca final: 173 l/min, consumo máximo de oxígeno inicial: 56,52 ml/kg/min, consumo máximo de oxígeno final: 58,81 ml/kg/min, velocidad inicial aeróbica máxima: 4,42 m/seg. Velocidad final aeróbica máxima: 4,61 m/seg. Distancia inicial recorrida: 3.181m. Distancia final recorrida: 3.319m. Acumulación inicial de lactato: 16,53 mmol/l, acumulación final de lactato: 15,56 mmol/l. Hemoglobina inicial: 15,54 g/dl. Hemoglobina final: 15,26 g/dl. Al analizar los valores promedios del consumo máximo de oxígeno, la distancia recorrida y la velocidad aeróbica máxima se observa incremento en las mismas, en tanto que el valor de lactato disminuye relacionándose con el incremento del rendimiento físico, mientras que el valor de hemoglobina se mantuvo en el rango normal, sin incidencia en el rendimiento físico.

Abstract

The present study aims, to determine the incidence of physiological and biochemical values in physical performance, the evolution process of sport training, according to the rules and conditions required competition, this forces us to be thorough and emphasize sport training process, considering the components of the training load (volume, intensity and density) through which trains physical capabilities. The team is made up of seven athletes selected military, averaging: biological age: 33 years old sport: 6 years, height : 1,69m, weight: 66,5 kg., the average values obtained in the test are: initial heart rate: 174 l/min. final heart rate: 173 l/min., initial maximal oxygen consumption: 56,52 ml/kg., maximum oxygen consumption end: 58,81 ml/kg., initial maximal aerobic speed: 4,42 m/sec., maximal aerobic speed final: 4,61 m/sec., initial distance traveled: 3.181 m., final distance traveled: 3.319 m., initial accumulation of lactate: 16,53 mmol/l., final accumulation of lactate: 15,56 mmol/l., initial hemoglobin: 15,54 g/dl., final hemoglobin: 15,26 g/dl. To analyze average values of maximum oxygen consumption, distance traveled and maximum aerobic speed, increase is observed in the same, the value lactate decreased interacting with increasing physical performance, while the values of the hemoglobin remained in the normal range.

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL

1. Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del Problema

La competencia Fuerzas Comando se realiza a nivel internacional y se compila varios eventos que implican una excelente preparación de las capacidades condicionales, coordinativas y sistemas de energía aeróbicos, anaeróbicos lácticos y alácticos. Nuestros seleccionados han sido sometidos a una preparación para este evento sin aplicar métodos de control bioquímico de lactacidemia, hemoglobina, hematocrito, glóbulos rojos, glóbulos blancos, glucosa y parámetros fisiológicos de frecuencia cardiaca y consumo máximo de oxígeno acordes a nuestra ubicación geográfica como son las alturas de: Quito, Antisana, Cotopaxi y Cayambe, donde se realizan entrenamientos previos a la competencia sin, considerar el somatotipo de nuestra raza.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo inciden los valores fisiológicos y bioquímicos en el rendimiento físico, del equipo “fuerzas comando” del Grupo especial de operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano?.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la incidencia de los valores fisiológicos y bioquímicos en el rendimiento físico del equipo “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el comportamiento del lactato en el rendimiento físico del equipo “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano.
- Analizar el comportamiento de la Hemoglobina en el rendimiento físico del equipo “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano.
- Analizar el comportamiento de la frecuencia cardiaca en el rendimiento físico del equipo “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano.
- Analizar el comportamiento del Vo2 máximo en el rendimiento físico del equipo “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano.

1.4 Justificación e Importancia

El llevar un control de tipo fisiológico como bioquímico, durante el proceso de entrenamiento, nos ayudará a determinar, su condición física, su adaptación y asimilación al entrenamiento, para de esta manera conocer al máximo al deportista y actuar en consecuencia.

Con el presente estudio se pretende que el entrenador se base en la información real; ésta información será de mucha utilidad para que la pueda interpretar de manera correcta y aplicarla durante el proceso de entrenamiento. Basado en ésta ayuda metodológica el entrenador podrá realizar un chequeo de las intensidades, volúmenes y densidades del entrenamiento, que está aplicando, por ende acoplarlo al proceso.

Poner en ejecución en el presente estudio de investigación un plan de procedimientos de tipo fisiológico y bioquímico, constituye un valioso aporte para que el proceso de entrenamiento deportivo se lleve a cabo con la participación de la medicina del deporte, dirigido al equipo “Fuerzas Comando”. De esta manera estamos creando una base sólida para que en futuras investigaciones se fundamenten con datos estadísticos, que reflejan la verdadera situación del atleta militar, que participa en esta modalidad deportiva.

El presente estudio es factible de llevarlo a cabo, ya que intervienen los recursos humanos indispensables para la ejecución, se desarrollará con el asesoramiento de un (a) director (a), con profundos conocimientos en el área técnica y médico deportiva que conducirá el presente trabajo. Cabe mencionar que existe el apoyo incondicional por parte de las autoridades para llevar a cabo ésta investigación con los integrantes del equipo “Fuerzas Comando”, quienes serán analizados y estudiados.

1.5 Hipótesis y operacionalización de variables

1.5.1 Hipótesis de investigación

Hi: Los valores fisiológicos y bioquímicos, inciden en el rendimiento físico, del equipo, “Fuerzas Comando” del GEO (Grupo Especial de Operaciones) del Ejército Ecuatoriano.

Ho: Los valores fisiológicos y bioquímicos, no inciden en el rendimiento físico, del equipo, “Fuerzas Comando” del GEO (Grupo Especial de Operaciones) del Ejército Ecuatoriano.

1.5.2 Variables de investigación

Variable Independiente “VALORES FISIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS”

DEFINICION CONCEPTUAL	CATEGORIAS/ DIMENSIONES	Indicadores	Instrumentos
<p>Estudia el funcionamiento de los seres vivos, en lo que respecta a sus funciones vitales, ocupándose de las actividades de órganos y tejidos (Fisiológico.ca).³</p> <p>Estudia los procesos fisicoquímicos que se desarrollan en los seres vivos. Propiamente, estudio de los organismos considerados en su actividad.⁴</p>	<p>Sistema Cardio-respiratorio</p> <p>Analítica sanguínea</p>	<p>FC</p> <p>Vo2</p> <p>Acido Láctico</p> <p>Hemoglobina</p>	<p>Reloj Polar RS800CX</p> <p>Test de Cooper</p> <p>Equipo Accutrend Plus</p> <p>Laboratorio: Examen de sangre</p>

³ Diccionario Océano

⁴ Diccionario Enciclopédico Vox 1. 2009 Larousse Editorial, S.L.
<http://es.thefreedictionary.com/fisiolog%c3%ada>

Variable dependiente “RENDIMIENTO FÍSICO”

DEFINICION CONCEPTUAL	CATEGORIAS/ DIMENSIONES	Indicadores	Instrumentos
Sheppard, define desde el punto de vista del alto rendimiento deportivo, como la óptima combinación de las características físicas, fisiológicas, biomecánicas, biomédicas y psicológicas del individuo, que contribuyen al éxito competitivo. ⁵	Entrenamiento Deportivo	Resistencia Aeróbica Máxima Distancia recorrida Velocidad Aeróbica Máxima	Test de Cooper Fichas de datos

⁵ 1992, Shephard

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2. VALORES FISIOLÓGICOS Y BIOQUIMICOS

2.1 Definición

Estudia el funcionamiento de los seres vivos, en lo que respecta a sus funciones vitales, ocupándose de las actividades de órganos y tejidos (Fisiológico.ca).⁶

Estudia los procesos fisicoquímicos que se desarrollan en los seres vivos. Propiamente, estudio de los organismos considerados en su actividad.⁷

2.2 Introducción a la Fisiología y Bioquímica

El entrenamiento deportivo es un proceso riguroso y sistematizado, donde el control del mismo cobra una relevancia muy importante en lo que a calidad del proceso se refiere. El alto rendimiento deportivo requiere una minuciosa planificación y valoración de todos los factores que en él intervienen, ya que conforme la actividad física aumenta, también lo hace la actividad fisiológica de todos los sistemas corporales de ahí la necesidad de apoyarse en ciencias consolidadas, como la medicina, la psicología, la nutrición y la biofísica entre otras.

Conocimientos científicos de los cuales se obtiene valiosa información para lograr objetivos tan importantes como el diagnóstico de la aptitud y la condición física, la detección de talentos, el pronóstico de rendimiento, la optimización del entrenamiento y el control médico deportivo, encaminado a

⁶ Diccionario Océano

⁷ Diccionario Enciclopédico Vox 1. 2009 Larousse Editorial, S.L.
<http://es.thefreedictionary.com/fisiolog%c3%ada>

prevenir las lesiones a las que está expuesto todo deportista en su entrenamiento.

En el presente trabajo está centrado en la importante contribución de la fisiología del ejercicio al deporte abordando algunos puntos claves de las valoraciones bioquímicas como control del entrenamiento en deportistas de alto rendimiento.

2.3 Fundamentos y Técnicas de Análisis Fisiológicos y Bioquímicos

El Control, se convierte en la medula espinal de la Medicina Deportiva. Consiste en una especialización de las ciencias aplicadas al deporte, integrada por la fisiología del ejercicio, la bioquímica, la antropometría (desarrollo físico), la nutrición, etc., vinculadas al proceso del entrenamiento deportivo, mediante la evaluación y control evolutivo del estado de salud, al establecimiento de la capacidades funcionales de los sistemas orgánicos y la observación médica del entrenamiento o competencia deportiva.

2.4 Importancia de las Valoraciones Bioquímicas como medio de Control del entrenamiento en deportistas de alto rendimiento

El control bioquímico del entrenamiento, puede ser considerado como un medio complejo pero eficaz para conseguir una correcta dirección del entrenamiento deportivo mediante la utilización de la información obtenida en los análisis bioquímicos, los cuales para llevarse a cabo valoran diversos metabolitos y sustratos presentes en la sangre, la orina, la saliva o el sudor. Los resultados obtenidos definen lo que está pasando en los músculos activos; recordando siempre que el objetivo principal de este control bioquímico del entrenamiento es ayudar a los entrenadores a conseguir el rendimiento máximo

y evitar el sobreentrenamiento. El control bioquímico lo integran todas las mediciones bioquímicas realizadas después de aplicación de cargas acumuladas caracterizadas por su alta intensidad o volumen, con el fin de evaluar la capacidad de recuperación, el estado de adaptación o detectar tempranamente el over reaching o sobre entrenamiento. Pueden medirse parámetros de química sanguínea, parámetros hematológicos y parámetros hormonales que midan el estado anabólico o catabólico (relación testosterona cortisol), y otros establecidos en la literatura.

La correcta utilización de una analítica de sangre nos puede dar gran información acerca de la asimilación al entrenamiento por parte de nuestro deportista, y en consecuencia, poder tomar las decisiones oportunas al respecto, con el fin de conseguir un mayor rendimiento.

Es bastante útil realizar pruebas bioquímicas cada vez que se cambie el periodo de entrenamiento, para ver si hemos producido adaptaciones, pero como mínimo:

- Inicio de temporada, ¿podemos hacer deporte? ¿qué estado de forma tenemos?
- Final de la fase aeróbica.
- Inicio de la fase de competición.

También es útil realizar pruebas bioquímicas cuando nuestro deportista consiga sus mejores marcas para así tener unos niveles de referencia.

Debemos tener en cuenta que cada técnica analítica tiene sus valores de referencia, por lo que tenemos que intentar repetir las analíticas siempre en los mismos centros o con los mismos procedimientos.

Las pruebas bioquímicas más utilizadas dentro del control bioquímico del entrenamiento se han dividido en dos grandes grupos: Pruebas Hematológicas y Pruebas de Química. Aunque existen pruebas en fresco que nos brindan información muy valiosa a la hora de diseñar y direccionar el entrenamiento deportivo.

2.5 Métodos de Control del Entrenamiento Deportivo

Al gran fisiólogo Sherrington pertenece la siguiente sentencia: "A fin de cuentas, lo único que el hombre sabe hacer es mover cosas, y el músculo esquelético es el único medio que puede utilizar para manifestarse".

Lo primero que el hombre debe hacer es moverse a sí mismo (locomoción), y si existe un denominador común a cualquier actividad deportiva, éste es precisamente el movimiento:

Los parámetros de Control podemos clasificar en:

Parámetros electrocardiográficos. El trazado electrocardiográfico (ECG) y la frecuencia cardíaca (FC) son los más relevantes. Este registro puede hacerse con aparatos de electrocardiografía o con pulsómetros (cardiotacómetros) que aíslan sólo una señal eléctrica por latido cardíaco.

La medición puede hacerse por telemetría y ser grabada y analizada posteriormente, incluso de forma automática y con análisis gráfico, lo que permite un registro muy interesante para pruebas de campo y monitorización del entrenamiento. También el estudio de la tensión arterial (TA) es posible, aunque la información obtenida tiene un interés preferente en las pruebas diagnósticas médicas.

Parámetros ergoespirométricos. Son los obtenidos del análisis de la ventilación pulmonar y el intercambio de gases durante el esfuerzo, mediante instrumentos (ergoespirómetros) de tecnología diversa: de circuito cerrado, telemétricos, etc.) y de análisis de los gases respiratorios (O_2 y CO_2). Los más importantes son: Ventilación pulmonar (V_E) y frecuencia respiratoria (FR).

Consumo máximo de oxígeno (V_{O_2}) puede ser analizado en función de la carga de trabajo o de otros parámetros funcionales -para estudios de eficiencia energética, respiratoria o metabólica-, o bien considerando su valor máximo (V_{O_2} máx.), en términos absolutos o en relación a la masa corporal como un índice de potencia aeróbica. Producción de dióxido de carbono (V_{CO_2}), utilizado como parámetro indicador dinámico de la participación de la glicólisis anaeróbica y, por lo tanto, estimativo del umbral anaeróbico ventilatorio y en cierta medida de la acidosis láctica.

Parámetros ergométricos. Tales como el trabajo mecánico realizado (W), la potencia (P), la frecuencia del gesto mecánico -tal como la frecuencia de pedaleadas, de zancadas de carrera o de paladas, las fuerzas aplicadas sobre elementos del ergómetro, y un amplio abanico de datos cinemáticos y dinámicos asociados.

Parámetros bioquímicos. Muy utilizados en los últimos años, al mejorar las técnicas analíticas y de recogida de muestras, que permiten el análisis de cantidades muy pequeñas de sangre capilar -del lóbulo de la oreja o de la yema del dedo, con la suficiente precisión.

Un ejemplo importante es el lactato sanguíneo, utilizado como índice de la participación del metabolismo de lactato.

La lista de sustancias que pueden dar información complementaria es muy amplia (glucosa, ácidos grasos, hormonas, urea, amoníaco, enzimas, iones, etc.) algunos de los cuales son utilizados para el control de la asimilación del entrenamiento como puede ser el control de la fatiga y la recuperación.

Parámetros dinamométricos. La valoración de la fuerza y sus componentes es uno de los campos más innovadores en la actualidad. De la valoración casi exclusiva de la fuerza isométrica se ha pasado en los últimos años a los tests dinámicos, algunos con estudio de diferentes componentes elásticos, reactivos, curvas fuerza-velocidad, pliométricos, etc., y los isocinéticos, mucho más adaptados a las exigencias biomecánicas de las modalidades deportivas.

Parámetros antropométricos. Rama científica entre la anatomía funcional y la fisiología, gracias a los estudios realizados en deportistas de alto nivel de rendimiento, especialmente olímpicos, ha permitido elaborar sistemas de valoración y modelos de referencia de la composición corporal, el somatotipo, morfología corporal y la proporcionalidad.

Algunas de estas características son muy específicas de ciertas especialidades deportivas, y no pueden ser obviadas en un contexto global de evaluación.

Conviene no olvidar otras técnicas que son utilizadas en la valoración funcional, aunque se encuentren limitadas a ciertos laboratorios por diversas razones, o se encuentren todavía en fase de experimentación: biopsias musculares con estudio morfométrico, enzimático, bioquímico. etc.,

espectrometría por resonancia nuclear magnética (NMRS) para estudios metabólicos, electromiografía (EMG), etc.

En realidad, la creciente utilización de estas pruebas viene también de la mano de métodos analíticos progresivamente más fiables y menos invasivos; es el caso de las técnicas de lactacidemia ya señaladas, o de aparatos tecnológicamente más avanzados, caso de los electrocardiógrafos y cardiotacómetros telemétricos, o de los ergoespirómetros portátiles con registro también telemétrico. Estos han permitido abandonar el laboratorio, y con ciertas limitaciones o precauciones, evaluar de forma mucho más específica la respuesta fisiológica al esfuerzo deportivo.

La utilización de sistemas basados en la determinación de la lactacidemia concentración plasmática de lactato, o en el registro de la frecuencia cardiaca en función de la velocidad de desplazamiento

2.6 Factores Determinantes del Rendimiento Deportivo

El entrenamiento para el incremento del rendimiento en los deportes de resistencia ha caminado de la mano de la fisiología del ejercicio desde el mismo comienzo de la aparición de esta disciplina. Así, el paradigma del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), esbozado por el premio Nobel A.V. Hill en sus primeras investigaciones durante los años 20 del siglo pasado, ha determinado dramáticamente el conocimiento y, lo que es más importante, el entendimiento de los mecanismos y factores que afectan significativamente a la resistencia.

Aún así, han aparecido de forma más reciente muchos trabajos con evidencias que han ido completando el mapa conceptual de los deportes de

resistencia, añadiendo nuevos parámetros y mecanismos que influyen substancialmente en la respuesta fisiológica y, por lo tanto, en el rendimiento. Muchas de estas nuevas aportaciones se han logrado, en parte, por el empleo de tecnología alternativa a la clásica evaluación cardiorrespiratoria, valoración neuromuscular, lo que nos advierte de cuan reduccionista ha sido el paradigma clásico al depender de la tecnología disponible para poder entender la realidad fisiológica. Dicho de otra forma, los sabios ciegos del antiguo cuento indio que describían al elefante eran sólo dos (VO_{2max} y metabolismo) en el paradigma clásico, mientras que en la actualidad se ha incorporado otro más (neuromuscular), y parece que pronto se confirmará la verdadera repercusión de un cuarto (psicológico), a la espera de que se vislumbren las prometedoras respuestas del quinto (genético).

Por otro lado, el cisma que ha existido históricamente entre la práctica y la teoría científica ha sido muy grande en el deporte. Este debate clásico se ha avivado recientemente en la literatura, entre otros argumentos, el empleo de diferentes nomenclaturas en ambos campos, lo que dificulta una comunicación fluida y clara entre los diferentes actores. Es muy común el incorrecto empleo de determinados conceptos en el campo deportivo mientras que los científicos no contestan en demasiadas ocasiones a las preguntas que más acucian a los entrenadores. En este documento trataremos humildemente de saltar esa barrera idiomática para unir armoniosamente la teoría y la práctica (“Bridging the gap”, como dicen los anglosajones). No ha de olvidarse que el conocimiento científico (la teoría) surge de la experiencia (científica) y no es un mero constructo abstracto alejado de la realidad, todo lo

contrario, es el conocimiento objetivo de la realidad misma a través del método hipotético-deductivo. Es por esto que creemos que es tiempo de que los entrenadores adecuadamente formados participen más de la formulación de hipótesis para que los científicos las contrasten con el método, confirmando así la validez de las propuestas surgidas de la práctica a través de los años. Un fantástico ejemplo de un nuevo perfil de científico y entrenador que cumple con esta misión lo encontramos en autores como la francesa Véronique Billat o los españoles Íñigo Mújika y Jonathan Esteve Lanao.

Al margen de consideraciones de tipo epistemológico, es necesario clarificar también qué es la resistencia per se, que la conceptualización previa marcará dramáticamente la verdadera influencia y aplicabilidad de los procesos fisiológicos que se estudien. Zintl (1991) define la resistencia como "la capacidad de mantener física y psíquicamente un esfuerzo durante el mayor tiempo posible, sin que disminuya la intensidad de trabajo, o bien, recuperarse rápidamente después de un esfuerzo físico o psíquico". Con esta definición quedan patentes dos cuestiones fundamentales. La primera, se refiere a la doble dimensión de la resistencia que comprende el mantenimiento del esfuerzo por un lado, y el proceso de recuperación por el otro. Dicho de otro forma, un deportista entrenado en resistencia será capaz de mantener una intensidad de trabajo determinada en el tiempo y, además, se recuperará más rápido de este esfuerzo como consecuencia de su adaptación biológica (Boullosa y Tuimil, 2009).

2.6.1 Bioquímicos

La razón última de la necesidad de energía para el rendimiento en resistencia la encontramos en el hecho de que los deportistas son, antes que nada, seres vivos pluricelulares activamente implicados en las transformación de la materia y la energía. Como en cualquier sistema vivo, el mantenimiento de su organizada estructura y su actividad va a depender de la habilidad para extraer energía del medio ambiente. A través de las cadenas alimentarias, los organismos obtienen del entorno los nutrientes y utilizan la energía inherente a la estructura de las moléculas orgánicas para a su vez convertirla, por ejemplo, en energía mecánica (sistema muscular) o eléctrica (sistema nervioso).

Los organismos vivos son sistemas abiertos porque intercambian materia y energía con su entorno y, al hacerlo, la transforman. La característica de los sistemas abiertos es que no se hallan en equilibrio con su entorno. A expensas del flujo de energía, los organismos mantienen su actividad muy lejos del equilibrio y lo hacen en estado de aparente constancia, es decir, en estado estacionario.

2.6.1.1. Implicación de los sistemas de energía

La energía es necesaria para cada proceso fisiológico del organismo incluidos desarrollo, crecimiento, reparación, transporte de sustancias, así como para la contracción muscular. Aunque es en este último aspecto en el que normalmente se centran las ciencias del ejercicio al hablar de sistemas de energía, no debemos olvidar que todas y cada una de las células de nuestro organismo tienen requerimientos energéticos, y en todas ellas se producen

procesos metabólicos tanto en estado de reposo como, por supuesto, al realizar actividad física.

El metabolismo es el conjunto de cambios químicos que convierten los nutrientes en energía y productos útiles para las células. Los cientos de reacciones químicas, se organizan en distintas rutas metabólicas que proceden de forma gradual transformando sustratos en productos a través de numerosos intermediarios químicos (sustratos intermediarios). El camino a seguir por los sustratos en cada momento vendrá marcado por las necesidades energéticas o nutricionales de la célula.

2.6.1.2. Sustratos energéticos utilizados

El parámetro energético más útil para describir las reacciones químicas en sistemas biológicos es la variación de energía libre y representa la parte del cambio total de energía producido en la reacción que puede aprovecharse para realizar el trabajo útil. En las reacciones espontáneas se libera energía libre. Las reacciones que requieren energía libre podrán realizarse espontáneamente si se encuentran acopladas, compartiendo un intermediario común, a una reacción.

Las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores biológicos, lo que significa que aceleran las reacciones químicas disminuyendo su energía de activación (energía necesaria para que la reacción pueda producirse). En las reacciones que ocurren en presencia de un catalizador, el sustrato se une al enzima en el llamado sitio activo. Un incremento de sustrato aumentará la velocidad de reacción hasta que la velocidad se hace máxima (V_{max}) e independiente de la concentración del mismo. En este punto la enzima está

saturada y no se produce ningún incremento en la tasa de reacción a no ser que aumentemos la concentración de enzimas.

2.6. 2. Fisiológicos

2.6.2.1. Reclutamiento de fibras musculares

La histoquímica tradicional de la ATPasa de las fibras musculares humanas dividía a éstas en fibras lentas tipo I, fibras intermedias tipo IIa, y fibras más rápidas tipo IIb. Según esta clasificación, un deportista entrenado en resistencia poseerá un mayor porcentaje de fibras lentas tipo I (> 60%) en contraposición a otro tipo de deportistas de especialidades más dependientes de la fuerza o la velocidad, aunque ha de hacerse notar la existencia de una gran variabilidad en la tipología muscular en una misma especialidad, esto es, podríamos encontrar casos de atletas de fondo de diferente nivel con un % similar de fibras tipo I o el caso de velocistas de un nivel superior con un % de fibras rápidas IIb inferior a otros de menor nivel.

Nuevas evidencias han demostrado cuan simplista era esta taxonomía previa (Andersen, 2001), aludiendo a la importancia de la miosina, la proteína que regula la contracción muscular, en cuanto que es la cadena pesada de la misma la que determina las cualidades musculares según su perfil metabólico (presencia de mitocondrias, enzimas, etc.). Así, el músculo humano expresa tres isomorfos (variantes) de esta proteína (MHC, "myosin heavy chain" en inglés): MHC I, presente principalmente en las fibras tipo I, MHC IIA en las IIa y MHC IIX en las IIb. El aspecto interesante de esta peculiaridad es que una fibra muscular puede expresar dos isomorfos MHC diferentes de forma

simultánea (híbridas), lo que abre nuevos enfoques a esta perspectiva dadas las múltiples combinaciones posibles.

2.6.2.2. Valores medios y máximos: Frecuencia Cardíaca, Producción de Potencia, VO₂, Velocidad Aeróbica Máxima.

Consumo máximo de oxígeno (VO₂máx), es el máximo valor de potencia (tasa) aeróbica de un individuo, a pesar de realizar mayores incrementos en la intensidad del ejercicio. Es evidente que un VO₂máx elevado permitirá un desempeño superior por una mayor tasa energética en el esfuerzo.

El VO₂máx se expresa en ml/kg/min. El rango de valores en humanos oscila entre los 30 y los 90 ml/kg/min, habiéndose registrado un valor máximo en deportistas de 93 ml/kg/min en un esquiador escandinavo (Noakes, 2001), aunque lo común en la elite del deporte es encontrar valores desde los 55-65 ml/kg/min, en los jugadores de los deportes de equipo, hasta los 75-85 ml/kg/min, en los deportistas de resistencia. Ha de aclararse que las tasas elevadas en el máximo consumo de oxígeno son un requisito para el éxito en los deportes de resistencia pero no un factor definitivo. De hecho, se han dado casos de grandes campeones que, con un VO₂máx más modesto que sus rivales han logrado imponerse a éstos en la alta competición, aunque hay que aclarar que los consumos "modestos" de éstos están muy por encima de los de la media de un sujeto bien entrenado. Así, entre otros muchos, está el ejemplo clásico (1969) del australiano Derek Clayton que ostentó el récord en la maratón con un VO₂máx de "sólo" 69 ml/kg/min.

La Velocidad aeróbica máxima (VAM), es la mínima velocidad que

solicita VO_2 máx en una prueba progresiva (Billat & Koralsztein, 1996). Refiriéndonos a la monitorización del esfuerzo a través de la potencia, hablaríamos de potencia aeróbica máxima (PAM). En cualquier caso, mayores incrementos en la velocidad o potencia no provocarían mayores incrementos en el VO_2 . Es importante aclarar que es posible alcanzar el VO_2 máx a velocidades inferiores o superiores con un perfil de esfuerzo diferente a la prueba incremental (e.g. trabajo intermitente) (Midgley & McNaughton, 2006), y que su determinación es bastante dependiente del protocolo empleado (Tuimil & Rodríguez, 2003), aunque Billat & Koralsztein, (1996) consideran que es mayor el error asociado a la medición del VO_2 máx que las diferencias encontradas en la VAM calculada según diferentes metodologías, por lo que no le confieren suficiente importancia a esta dependencia del protocolo en la evaluación del deportista.

El verdadero significado de este parámetro reside en que en las actividades cíclicas de resistencia será interesante alcanzar el VO_2 máx a mayores velocidades después de un periodo de entrenamiento, favoreciendo así la resistencia o tolerancia a la fatiga en las intensidades submáximas (e.g. el 80% del VO_2 máx también implicaría una velocidad mayor) y propiciando un desempeño deportivo superior a través del metabolismo aeróbico a altas tasas de consumo energético. Si analizamos esto en mayor detalle, podrían darse dos supuestos básicos: que el atleta mejora su VAM fundamentalmente a partir de un mayor VO_2 máx o que, con el mismo VO_2 máx, el deportista es capaz de desplazarse o pedalear a una velocidad o potencia mayores. Mientras el primer supuesto se relaciona directamente con la bioenergética, el segundo se explica

por una mayor eficiencia o economía (menor consumo a una intensidad de trabajo determinada), por lo que podríamos considerar, refiriéndonos a la carrera de resistencia, que la VAM integra en un mismo concepto el VO_2 máx y la economía de carrera (Tuimil & Rodríguez, 2003).

2.7. Valoración del Rendimiento, Control Bioquímico y Control de la Carga

2.7.1. Valoración del Rendimiento, supramáximo, máximo y submáximo

Rendimiento Supramáximo: es cualquier intensidad que esté por encima de la producción de potencia mínima con la que se pueda alcanzar el máximo consumo de oxígeno (VO_2 máx.) en una prueba incremental escalonada (este tipo de pruebas se realizan en el laboratorio en una bicicleta ergométrica electromagnética o mecánica, y duran de manera característica, 10 minutos).

Rendimiento Máximo: De acuerdo a la cinética del consumo de oxígeno, alcanzar el VO_2 máx., se requiere algunos minutos, a condición de que el esfuerzo sea máximo. Veronique Billat, propone una prueba de 2000 metros para sujetos medianamente entrenados y de 3000 m., para los altamente entrenados, en pedestrismo para medir la velocidad asociada al máximo consumo de oxígeno (vVO_2 máx.). Esto implicaría una duración de algo menos de 8 minutos para los 2 km y hasta 10 min para los 3 km.

El rendimiento submáximo, valoramos con todas las pruebas que se realizan a una intensidad promedio menor al VO_2 máx., es así que nos referimos en general a pruebas de más de 10 minutos, pruebas contrarreloj de 30 o 60 min, así como simulaciones de competición de diferente duración.

A partir de los resultados de estas mediciones se podrán sacar conclusiones en relación al perfil fisiológico del ciclista con el que se iniciará

un proceso de entrenamiento, y se le podrán explicar sus fortalezas y debilidades.

2.7.1.1. En el Campo

Las pista atléticas de tierra o sintéticas, son los mejores espacios para realizar evaluaciones a los atletas, las distancias son exactas. En el caso de los ciclistas utilizarán los velódromos de ciclismo constituyen un lugar muy interesante. No hay pendiente, por lo que esta variable queda controlada (es claro que siempre y cuando no suba significativamente por los peraltes del velódromo), la distancia está medida en forma exacta (entre 250 y 333 m), y dependiendo de la ubicación y diseño del mismo, la velocidad del viento podrá jugar un rol más o menos importante, así como la temperatura, la humedad y la presión. Es así, que es recomendable tener datos de las variables meteorológicas en cualquier evaluación que sea realizada, las cuales pueden ser obtenidas en la localidad donde se realice la evaluación a través de algún sitio web específico.

En general, con una serie de evaluaciones que cualquier entrenador puede realizar, se puede obtener valiosa información relacionada al perfil fisiológico del deportista al que se está asesorando.

2.7.1.2. En el Laboratorio

En el laboratorio pueden realizarse diferentes pruebas físicas para el control del rendimiento. Está más allá del objetivo del presente manuscrito dar una descripción exhaustiva de protocolos para la valoración del VO_2 máx., la eficiencia, el umbral ventilatorio, etc. Si bien es importante que cualquier entrenador sepa cómo se miden estos componentes del rendimiento humano,

al asistir al laboratorio, el técnico a cargo será el que estará a cargo de los detalles meramente técnicos de los protocolos, mientras que el entrenador deberá tener muy claro lo que se va a medir, y todavía más importante, como interpretar los resultados, y aplicarlos para optimizar el rendimiento. Se remite al lector a un texto específicamente dedicado a la valoración del rendimiento titulado *Physiological Assessment of Human Fitness*.

2.7.1.3. Pruebas invasivas y no invasivas, para determinar umbrales y zonas de entrenamiento

En relación a las pruebas invasivas, ya han sido descritos un método para valorar el umbral del lactato y otro para valorar el MLSS. Ambos pueden también ser valorados en el campo, con la diferencia que en vez de trabajar en una bicicleta ergométrica, o una cinta rodante, el deportista trabaja con su bicicleta, corriendo o nadando. Las mediciones invasivas tienen como contra que debe ser extraída una muestra de sangre, que si bien no implica mayores problemas, puede incomodar a algunos deportistas, y la invasión no está justificada para los deportistas recreacionales, a quienes también puede ser interesantes valorarles el MLSS. Es así que este indicador del rendimiento, a partir de una serie de resultados que venimos obteniendo, puede ser valorado a través de métodos no invasivos.

Del mismo modo que la percepción y la FC parecen incrementarse en forma significativa cuando el deportista trabaja por encima del MLSS (Figura 1), parecería que cuando se realiza ejercicio fijando la intensidad a partir de la FC y se está por encima del punto mencionado, la velocidad (en ciclismo o pedestrismo) disminuye en forma significativa.

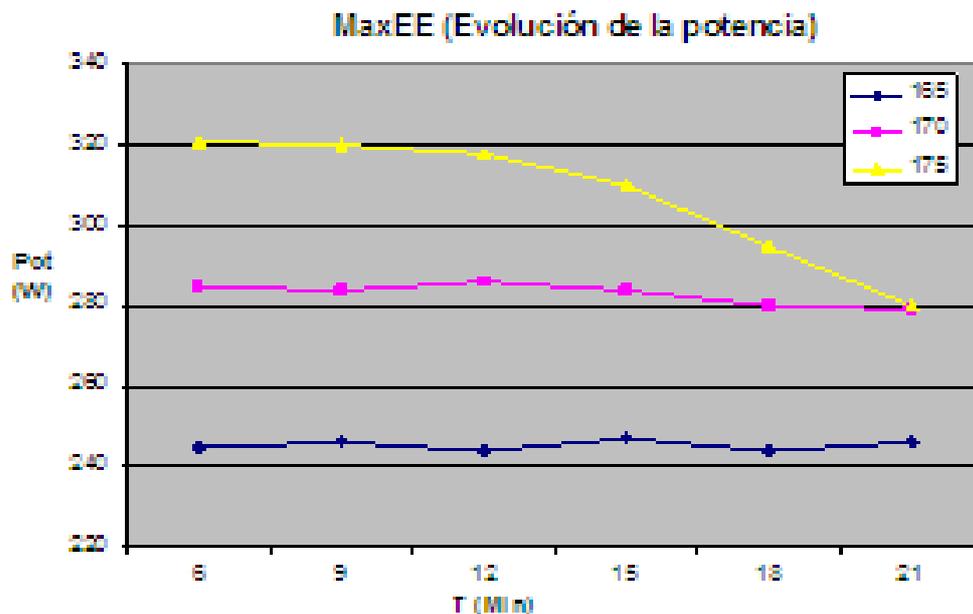


Figura 1. Producción de potencia obtenida pedaleando a tres intensidades diferentes, fijadas a través de la FC. Datos obtenidos por Gorka Nuñez Arrugaeta, Euskadi, España (datos no publicados).⁸

Un experimento que confirma lo arriba planteado es el que se presenta en la Figura 2, donde se pueden ver los valores de lactatemia, y FC, durante una prueba con carga constante, realizada a dos velocidades muy cercanas (19 y 20 km/h) en un corredor de buen nivel, en donde se aprecia que ante un incremento de 1 km/h, se produce un “salto” marcado tanto en la lactatemia como en la FC.

⁸ Grupo Sobreentrenamiento (www.g-se.com) 2011. Valoración del rendimiento, Control bioquímico y Control de la carga

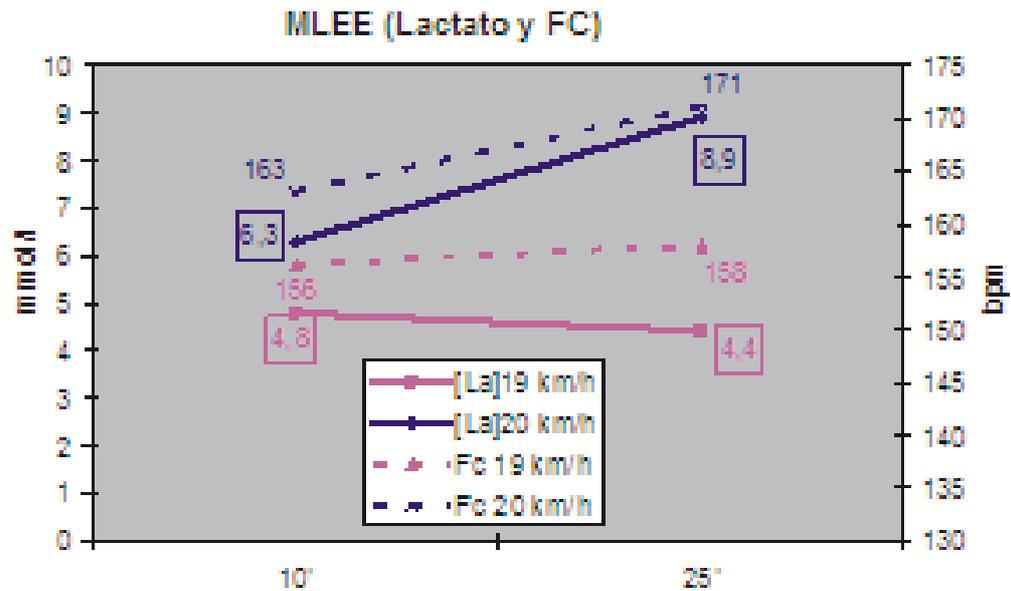


Figura 2. Lactatemia y FC en dos pruebas realizadas a carga constante (se comparan los valores entre los minutos 10 y 25 de la prueba) a 19 y 20 km/h en un corredor de buen nivel. Datos obtenidos por Gorka Nuñez Arrugaeta, Euskadi, España (datos no publicados).⁹

Así, este método podría ser útil para determinar el MLSS (Máximo nivel de lactato en Estado Estable) sin tener que valorar lactatemia, algo que resulta muy interesante para la mayor parte de los entrenadores que no cuentan con un sensor para valorar el lactato sanguíneo.

Una vez realizada la valoración del MEEF (Máximo Estado Estable Funcional), podrían ser establecidas zonas de entrenamiento. Por debajo, en y por encima de este punto. Teniendo en cuenta que se ha documentado que entre el 60 y 70% del VO₂ máx., se logra la máxima utilización de lípidos en g/min, se propone una zona específica para lograr esto, así como las zonas supraumbral, por encima del MEEF.

Las zonas propuestas se presentan en la siguiente tabla.

⁹ Grupo Sobreentrenamiento (www.g-se.com) 2011. Valoración del rendimiento, Control bioquímico y Control de la carga

Tabla 1. Zonas de entrenamiento

Zona	% VO ₂ máx.	% FC máx.
Recuperación	<50	<75
Fondo	50-60	70-75
Máxima utilización de		
Lípidos	60-70	75-82
Umbral	72-83	82-90
Supraumbral	83-91	90-95
VO ₂ máx.	91-100	95-100
Supra VO ₂ máx.	>100	---

Nota. Recuperación: zona correspondiente a los trabajos de recuperación activa; Fondo: zona correspondiente a los trabajos de alto volumen y baja intensidad; Máxima utilización de lípidos: zona en la que se alcanza la máxima tasa de oxidación de lípidos en g/min; Umbral: zona en la cual se encontraría la intensidad umbral o correspondiente al MEEF; Supraumbral: zona por encima del punto umbral; VO₂ máx.: zona en la que se alcanza el máximo consumo de oxígeno; Supra VO₂ máx.: zona correspondiente a todas las intensidades superiores al máximo consumo de oxígeno.

2.7.1.4. Valoración de la velocidad de sudoración

Es interesante y útil valorar la tasa de sudoración del deportista, ya que a partir del valor obtenido se pueden diseñar estrategias de ingesta de fluidos, y decidir antes de la competición que niveles de deshidratación máximos se podrían alcanzar.

Para valorar la velocidad de sudoración se puede utilizar una prueba de entre 30 y 60 min, realizada a una intensidad similar a la de competición, y se debe valorar la masa corporal antes y después del ejercicio. Si el ejercicio tiene una duración de 30 min, el sujeto puede no ingerir ningún fluido, si tiene una duración mayor, y se ingieren fluidos, el volumen de los mismos debe ser incluido en la tasa de sudoración, expresada de manera característica en L/hora, el sujeto no debería orinar durante la

medición. Es importante destacar que la tasa de sudoración valorada es específica de la temperatura, humedad, presión y velocidad del viento a la cual se realiza la medición.

Así, la tasa de sudoración quedaría expresada como sigue:

Tasa de sudoración (L/hora)= [masa corporal post - ejercicio (kg) - masa corporal pre-ejercicio (kg) + volumen de fluidos ingeridos (L)]/tiempo (horas)

2.7.2. Control de la carga de entrenamiento

2.7.2.1. Velocidad

La velocidad es una de las variables que puede ser utilizada para controlar la carga de entrenamiento, no obstante, solo debería ser utilizada bajo determinadas condiciones. Tanto la velocidad del viento, como la pendiente la afectarán en forma significativa, por lo que en una ruta abierta, la velocidad no es de mucha utilidad, no obstante en un velódromo, y controlando la velocidad del viento, si puede ser utilizada para controlar la intensidad del ejercicio, y lo mismo se aplica en un circuito

2.7.2.2. Cadencia

En relación a la cadencia, la utilización de la misma para el control de la carga, debería implicar el control simultáneo de otras variables, como la producción de potencia o la velocidad. Ya que valores elevados serían efectivos para mejorar la capacidad de esprint, si los valores de producción de potencia son también elevados. Se deben tener en cuenta, tal como señalan algunos autores como de Koning y van Soest, que mientras mayor es la cadencia, menor es la fuerza promedio a través del período de acortamiento de los músculos, y así menor es el trabajo realizado por contracción. Sin

embargo, también se debe tener en cuenta que la velocidad de acortamiento muscular a la cual la potencia es máxima se denomina velocidad de acortamiento óptima.

2.7.2.3. Frecuencia Cardíaca (FC)

A inicios del siglo 20¹⁰, nace el primer electrocardiógrafo (ECG), con este dispositivo es posible hacer un gráfico que registre la actividad eléctrica presente en el corazón. El ECG está compuesto de tres secciones, la onda P, la onda o complejo QRS, y la onda T, estas ondas representan la despolarización de la aurícula, de los ventrículos y la repolarización de los ventrículos, respectivamente. En 1980 fue desarrollado el primer monitor de la frecuencia cardíaca inalámbrico, desde ese momento hasta la actualidad, estos dispositivos han presentado un avance muy significativo. En la actualidad, algunos de estos equipos portátiles pueden registrar, además de la FC, el perfil de altura del recorrido, la distancia cubierta, el tiempo en zonas determinadas por el usuario, la temperatura, presión, perfil de FC en función del tiempo y el recorrido, e incluso índices como la variabilidad de la frecuencia cardíaca o heart rate variability [HRV]. Este índice indica la variación de tiempo que hay entre cada latido del corazón, y al parecer está relacionado tanto a altos valores de VO₂ máx. (Altos valores de HRV), como a una mortalidad incrementada, a la incidencia de nuevos ataques cardíacos, y al riesgo de muerte súbita cardíaca en pacientes asintomáticos.

Respecto a los monitores de la FC, en la actualidad, los mismos le permiten al entrenador obtener información en tiempo real de un parámetro

¹⁰ El fisiólogo danés Willem Einthoven desarrolló el primer electrocardiógrafo (ECG)

fisiológico que estaría relacionado con la intensidad del ejercicio (definida como la cantidad de energía que es gastada por minuto para realizar una tarea, al menos en cierto tipo de ejercicios, como por ejemplo, la carrera, el ciclismo, la natación, etc. Ha sido documentado que la FC y el VO₂ presentan una relación lineal (Figura 3) a través de un amplio intervalo de intensidades submáximas.

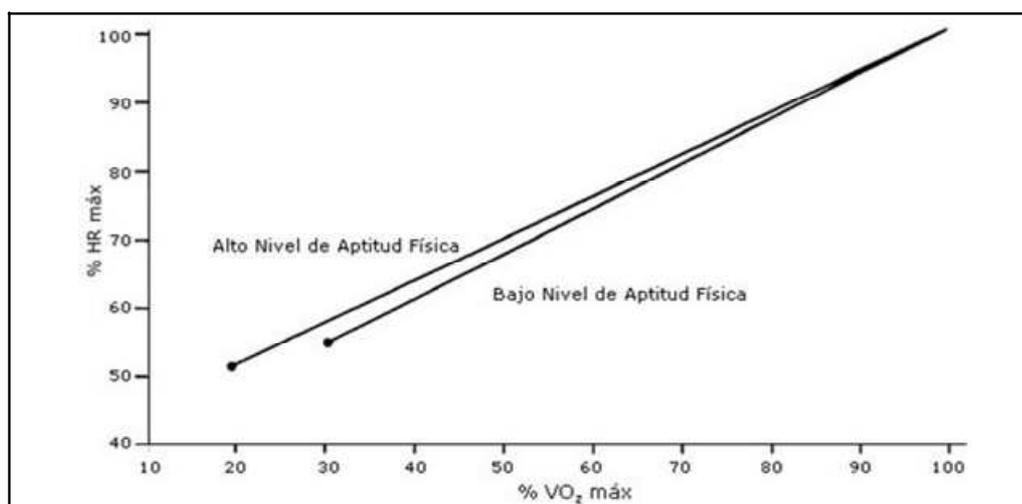


Figura 3. Promedio de 27 regresiones lineales en los hombres con alto nivel de aptitud física [%FC máx. = $(0,636 \pm 0,017) \cdot \% \text{ VO}_2 \text{ máx.} + (38,2 \pm 1,7)$, con $r = 0,987 \pm 0,002$] y de 27 regresiones lineales en los hombres con bajo nivel de aptitud física [%FC máx. = $(0,659 \pm 0,017) \cdot \% \text{ VO}_2 \text{ máx.} + (34,6 \pm 1,8)$, con $r = 0,991 \pm 0,002$]. Los puntos de origen para las rectas representan los valores promedio alcanzados durante el primer minuto del protocolo de Bruce.

Específicamente, la relación entre FC y producción de potencia (PP) también parecería ser lineal (Figura 4), al menos para un dado intervalo de valores de PP por debajo de la PP máxima.

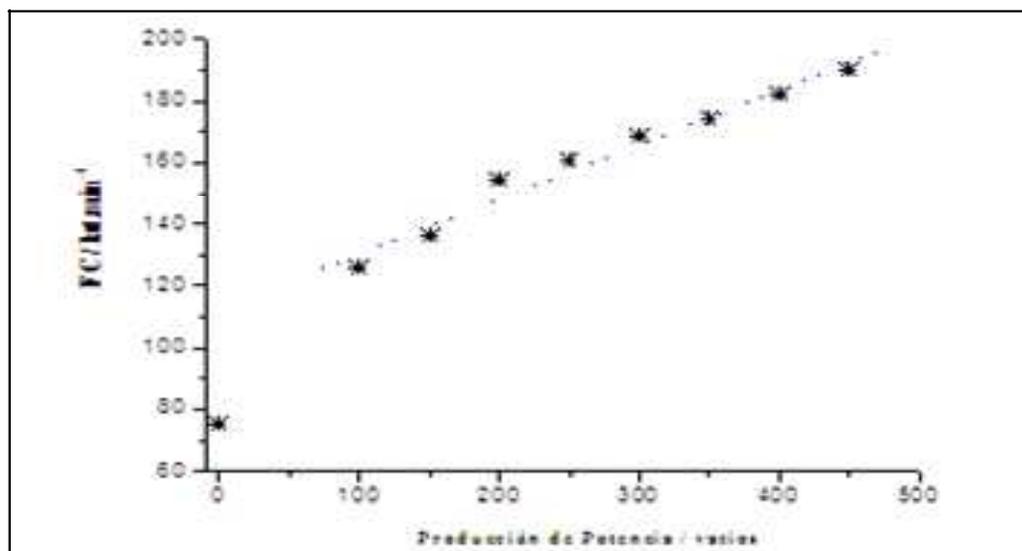


Figura 4. Relación entre la FC y la producción de potencia en un ciclista de medio rendimiento. Datos propios recolectados en el Centro de Evaluación Deportiva Municipal (CEDEM), Córdoba, Argentina. La línea de puntos indica un ajuste lineal ($r=0,98$, $p<0,0001$).

En la literatura, se han planteado métodos para utilizar a la FC como parámetro de detección del umbral del lactato (UL) (punto en el cual la lactatemia comienza a incrementarse en forma no proporcional a la intensidad), como el método de Conconi. A este respecto, puede ser interesante mencionar que Jeukendrup y sus colaboradores establecieron después de una consideración cuidadosa de la literatura disponible sobre el test de Conconi, que la aparición de la deflexión de la FC constituye un artefacto en vez de un verdadero reflejo del UL.

Puede ser importante tener en cuenta los factores que afectan a la FC durante el ejercicio, entre los que se encuentran los siguientes:

Es importante que el entrenador que utiliza a la FC como parámetro de control de la intensidad del ejercicio, tenga en cuenta que existe una

pequeña variación día a día en la misma, que puede abarcar un intervalo de 2-4 latidos.min

2.7.3. Control Bioquímico del proceso de entrenamiento

2.7.3.1. Citológico

La relación entre los eritrocitos y el plasma en la sangre, se denomina hematocrito, y representa la fracción celular de la sangre. El valor normal para los hombres es de 48% (intervalo de 39 a 55%) y de 42% para las mujeres (intervalo de 36 a 48%).

Los leucocitos constituyen la unidad móvil del sistema de defensa del cuerpo. Estas células se transportan hacia áreas de inflamación severa y asegurar una rápida defensa contra los agentes infecciosos.

2.7.3.2. Ferritina, Ferremia, Trsferrina, etc

La ferritina es una glicoproteína esférica soluble en agua, constituida por 24 subunidades polipeptídicas denominada apoferritina. Cuando estas subunidades se unen forman una cavidad central con capacidad para 4500 átomos de hierro en forma de hidrofosfato férrico. Existe una relación directa entre la ferritina plasmática y la celular, esto permite en la práctica clínica valorar el estado de los depósitos de hierro con la determinación de la ferritina plasmática, cuyo valor normal oscila entre 12 y 300 µg/L.

La ferremia o sideremia indica la concentración del hierro circulante, el cual se encuentra completamente fijado a la transferrina, y su concentración varía entre 60 y 160 µg/dL. Solo un tercio de la transferrina circulante se encuentra saturada por el hierro, y este grado o índice de saturación de la

transferrina señala la intensidad de la eritropóyesis. En los análisis clínicos el intervalo normal reportado va de 20 a 50%.

2.7.3.3. Proteínas plasmáticas

Las proteínas plasmáticas son responsables de diferentes tareas. Realizan funciones de transporte, se unen a hormonas, lípidos y compuestos minerales, asegurando su circulación sin que se produzcan cambios metabólicos. En la mayoría de los casos, existen interrelaciones específicas entre las especies de proteínas plasmáticas y los compuestos transportados.

Cada proteína tiene una capacidad de unión específica. Las proteínas plasmáticas, también se usan para defensa. Estas proteínas, llamadas inmunoglobulinas, actúan como anticuerpos circulantes.

2.7.3.4. Hormonas

Una tarea esencial de las hormonas en el control metabólico es interferir con la autorregulación celular y asegurar una movilización extensiva de las reservas corporales. De otro modo, la actualización de las capacidades potenciales del cuerpo es imposible durante la intervención de los atletas en las competiciones. Los estudios hormonales proveen información sobre la adaptación de ciertos niveles de intensidad y duración del ejercicio, así como sobre los desórdenes en la adaptación, incluyendo el agotamiento de la adaptatividad del organismo y el fenómeno del sobreentrenamiento. Los cambios hormonales pueden ser usados para valorar el efecto de la sesión de ejercicio y para el control del período de recuperación.

2.7.3.5. Inmunoglobulinas

La inmunidad es la capacidad del organismo de resistir a los organismos y toxinas que tienden a dañar los tejidos y órganos.

2.7.3.6. Ionograma

Por ser el sodio el principal catión del medio extracelular y el potasio el del medio intracelular, serán estudiados específicamente estos dos iones.

Los cambios en el sodio plasmáticos durante el ejercicio son modestos, si es que se producen en alguna medida. Se debe tener en cuenta que al nivel de las glándulas sudoríparas, el mecanismo de conservación no trabaja para el potasio, por lo que la concentración de potasio y magnesio está en el mismo rango en el plasma y el sudor. Consecuentemente, el mecanismo de conservación de la glándula sudorípara reduce la pérdida de sodio, pero no la de potasio.

Se plantea la pregunta de si el resultado final del “lavado” prolongado del potasio es una insuficiencia de potasio en el fluido corporal, incluyendo la pérdida del potasio intracelular. Algunos autores sugirieron que el agotamiento del potasio es una posible causa de golpe de calor.

Los cambios en el nivel de potasio plasmático inducido por el ejercicio son bastantes valiosos, aunque existen ciertas limitaciones para la interpretación de los cambios en el potasio plasmático solo por medio del flujo de potasio desde los músculos que trabajan. Los cambios en el nivel de sodio son menos informativos, debido a que son modestos y están relacionados a la hemoconcentración.

2.7.3.7. Glucemia y Lípidos

El síndrome metabólico, caracterizado por una serie de cambios fisiológicos, bioquímicos, antropométricos, etc. constituye un agrupamiento de factores de riesgo que incrementan en forma significativa la probabilidad de padecer alguna condición cardiovascular, y produce un deterioro de la calidad de vida. Si bien el deportista de nivel difícilmente pueda padecer este síndrome, si es importante conocer los niveles de glucemia y lípidos sanguíneos del sujeto sedentario o deportista recreacional a la hora de iniciar un proceso de entrenamiento.

Han sido propuestos valores de corte para diferentes variables del análisis sanguíneo, las cuales son presentadas en la siguiente tabla.

Tabla 2. Valores de corte para detectar el síndrome metabólico

Factor de Riesgo	Nivel de Definición
Índice de masa corporal (kg/m²)	≥ 30
Perímetro de Cintura (cm)	
<i>Varones</i>	> 102
<i>Mujeres</i>	> 88
Presión Sanguínea (mmHg)	≥ 130/ ≥ 85
Actividad Física (min/sem)	< 90
LDL (mg/dL)	≥ 130
HDL (mg/dL)	
<i>Varones</i>	< 40
<i>Mujeres</i>	<50
Triglicéridos (mg/dL)	≥ 150
Glucosa sanguínea en ayuno	≥ 100

Estos valores pueden ser tomados como referencia a la hora de interpretar los resultados del análisis. En el caso de que algún sujeto superara los valores de corte para la glucemia o los lípidos (LDL, triacilglicéridos, etc.), se debería consultar a un médico especialista, para realizar un abordaje integral del proceso de entrenamiento, con el objetivo de optimizarlo y asegurar que sea exitoso.

CAPÍTULO III

3. Rendimiento Físico

3.1. Entrenamiento Deportivo

3.1.1. Tipos de Preparación

3.1.1.1. Preparación Física

3.1.1.1.1. Fuerza

3.1.1.1.2. Definición

Según la física la definición de la fuerza es la siguiente: “Cualquier causa capaz de modificar el estado de reposo o movimiento uniforme de un cuerpo”. Y en fisiología: “Máxima tensión que puede desarrollar un músculo cuando en el estado de reposo es excitado por un estímulo maximal” (Mitolo, en Fucci y Benigni, 1988).

Tabla 3. Algunas definiciones de fuerza, de algunos destacados autores¹¹.

Autor	Definición
Grosser, Starischka, Zimmermann	Capacidad para superar resistencias o contrarrestarlas por medio de la acción muscular
Morehouse	Capacidad de ejercer tensión contra una resistencia
Mosston	Capacidad para vencer una resistencia exterior o afrontarla mediante un esfuerzo muscular
Zacziorski	Capacidad para vencer resistencias externas o contrarrestarlas mediante esfuerzos musculares
Bompa	Capacidad neuromuscular de superar resistencias externas o internas gracias a la contracción muscular
Kuznetsov	Capacidad de vencer la resistencia externa o reaccionar contra la misma mediante la tensión muscular
Fucci y Benigni	Posibilidad de vencer una carga por la contracción producida por los músculos. (Capacidad de realizar un trabajo: Transformación de energía)

¹¹ De la Reina y Martínez (2003). Manual de Teoría y Práctica del Acondicionamiento Físico

Según las anteriores definiciones podemos concluir que fuerza es la capacidad física que nos permite, mediante acciones musculares, vencer resistencias u oponerse a ellas; y en algunos casos crear la tensión suficiente para intentarlo.

Pero ¿cuáles son los posibles fines del proceso de preparación de la fuerza en el deporte?. Exponemos para responder a esta cuestión la opinión de Platonov y Bulatova (1995):

- Desarrollar distintas cualidades de la fuerza
- Aumentar la masa muscular activa
- Reforzar los tejidos conjuntivos y de apoyo
- Mejorar la constitución corporal.

Paralelamente se establecen interacciones con la velocidad, la flexibilidad y la coordinación.

3.1.1.1.3. Tipos de Fuerza

3.1.1.1.3.1. Fuerza Máxima¹²

Prevalece la “m” sobre la “a”. Puede ser estática o dinámica. A su vez Fucci y Benigni (1988) al referirse a la fuerza “pura” distinguen entre:

Fuerza muscular absoluta: máxima (Fmax) que puede realizar un deportista y la que más se acerca a la fuerza pura.

Fuerza muscular relativa (Fr): máxima en relación al peso corporal (levantadores de pesas) o en relación a otros factores: sexo, edad, discapacidad etc. Podríamos a este respecto establecer la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Fr = Fmax / Peso}$$

¹² La fuerza absoluta es el tope que se puede desarrollar. No es lo mismo que la fuerza máxima. Platonov y Bulatova (1995).

3.1.1.1.3.2. Fuerza Velocidad

En la Fuerza velocidad o explosiva, o potencia, prevalece la “a” sobre la “m”: Ejemplos de ella pueden ser la velocidad pura, los lanzamientos y los juegos.

3.1.1.1.3.3. Fuerza Resistencia

Es la capacidad del sistema muscular y de los aparatos respiratorios y circulatorios de sostener un trabajo de fuerza relativa que se alarga en el tiempo.

Al referirnos a la fuerza absoluta y máxima hay que tener en cuenta el concepto de Umbral de Movilización (Grosser et al.,1989), donde podemos ver las diferencias que existen entre lo que podemos llamar fuerza absoluta (el tope máximo que podríamos alcanzar si movilizamos las reservas autonómicamente protegidas, o 100% de nuestras posibilidades), y fuerza máxima que es el tope que podemos alcanzar si no traspasamos el citado umbral. Como podemos entender fácilmente este concepto es válido para todas las capacidades físicas básicas.

3.2. Velocidad

3.2.1 Definición

Velocidad es una variable que está relacionada con un espacio a recorrer en el menor tiempo posible según la fórmula:

$$V = e/t$$

Pero esto respondería sólo a uno de los tipos o manifestaciones de velocidad: la de desplazamiento, y como veremos más adelante existen distintas manifestaciones de la velocidad.

Veamos a continuación algunas definiciones de velocidad de autores de

reconocido prestigio. Según Zaciorskij (1968) la velocidad es: “Capacidad de realizar uno o varios movimientos en el menor tiempo posible, a un ritmo de ejecución máxima y durante un periodo breve que no provoque fatiga.”

Harre (1987): “Capacidad que se manifiesta por completo en aquellas acciones motrices donde el rendimiento máximo no quede limitado por el cansancio.”

Según Grosser et al. (1988) la velocidad en el deporte es la capacidad para:

a) Reaccionar con toda la rapidez posible ante un estímulo (por ejemplo el disparo de salida), es igual al tiempo de reacción (tiempo que transcurre entre el estímulo y la respuesta o velocidad de reacción (rapidez de reacción).

b) Realizar los movimientos con diferentes resistencias, con la mayor velocidad, es igual a la velocidad acíclica máxima y a la velocidad cíclica máxima.

Según Grosser (1992, 14) “La velocidad en el deporte se define como la capacidad de conseguir, en base a procesos cognoscitivos, máxima fuerza volitiva y funcionalidad del sistema” neuromuscular, una rapidez máxima de reacción y de movimiento en determinadas condiciones establecidas.” Se trata como nos dice el autor, desde esta perspectiva, de una capacidad psicofísica.

Según García Manso et al. (1998, 12): “Desde el punto de vista deportivo, la velocidad representa la capacidad de un sujeto para realizar acciones motoras en un mínimo tiempo y con el máximo de eficacia.” En resumen, podríamos definir la velocidad como “la capacidad neuromotriz que nos permite realizar una acción en el menor tiempo posible” (Moreno, 1999)

Quiero concluir este apartado con las palabras de Morente (en Mora.,1995)., frente a la postura tradicional de que el velocista nace, debemos tener presente que la velocidad “se entrena y se aprende a través de un proceso muy desarrollado y complejo de planificación y regulación” y sólo a través de ejercicios específicos y no genéricos, realizados a velocidad máxima y no submáxima pues fomentarían “patrones motores” en el cerebro también submáximos, perdiendo el carácter de velocidad.” Por lo tanto deberíamos concluir que el velocista no sólo nace, sino que también se hace.

3.2.2. Clasificación

A este respecto García Manso et al (1998, 16) reflejan en su libro sobre las bases teóricas del entrenamiento deportivo, el estudio más completo hasta ese momento sobre la terminología usada en el mundo del deporte: la de Bauersfeld (1985). En ella este autor parte de la aceptación de seis conceptos básicos en lo referente a la velocidad:

- Velocidad de reacción.
- Velocidad frecuencial.
- Velocidad de acción.
- Velocidad de locomoción
- Velocidad resistencia.
- Capacidad de aceleración.

Podríamos establecer como resumen la siguiente tabla comparativa de clasificación de la velocidad:

Tabla 4. Comparación de la clasificación de la velocidad

CLÁSICA	ESCUELA ALEMANA (Grosser et al.)
Velocidad de reacción	Velocidad de reacción
Velocidad de contracción (rapidez o	Velocidad acíclica
Velocidad de desplazamiento (o traslación)	Velocidad cíclica

3.2.2.1. Velocidad de Reacción

“Capacidad de efectuar una respuesta motriz a un estímulo en el menor tiempo posible”... o expresado de otra manera: “El tiempo mínimo necesario transcurrido desde que se recibe el estímulo hasta que aparece la respuesta.” (Generelo y Tierz 1994). También llamada periodo de latencia.

3.2.2.2. Velocidad de Contracción

“Capacidad para realizar un movimiento segmentario o global en el menor tiempo posible”. La velocidad de cada movimiento individual depende, según Grosser et al. (1988), de la capacidad de coordinación (factores nerviosos y musculares):

* La coordinación es la colaboración entre el sistema nervioso central (SNC) y la musculatura del esqueleto al efectuar un movimiento voluntario.

* Es posible valorar la cuestión de la rapidez de un movimiento en base a la capacidad de coordinación.

3.2.2.3. Velocidad de Desplazamiento

La velocidad de traslación es igual al espacio partido por el tiempo ($V=E/T$). “Entendida como la capacidad de recorrer una distancia corta en el menor tiempo posible” Está determinada por factores físicos como: (Álvarez del Villar, 1985)

3.2.2.4. Velocidad Frecuencial

Se refiere a la Velocidad de base, o de desplazamiento, coordinación rápida y frecuencia motriz.

3.3. Resistencia

A continuación en la tabla 3 quedan expresadas las definiciones de algunos conocidos autores:

Tabla 5. Algunas definiciones de resistencia

Autor	Definición
Bompa (1983)	Límite de tiempo sobre el cual el trabajo a una intensidad determinada puede mantenerse
Grosser (1989)	Capacidad física y psíquica de soportar el cansancio frente a esfuerzos relativamente largos y/o la capacidad de recuperación rápida después de esfuerzos
Manno (1991)	Capacidad de resistir a la fatiga en trabajos de prolongada duración
Weineck (1988)	Capacidad psicofísica del deportista para resistir a la fatiga
Harre (1987)	Capacidad del deportista para resistir a la fatiga
Zintl (1991)	Capacidad de resistir psíquica y físicamente a una carga durante largo tiempo produciéndose finalmente un cansancio insuperable debido a la intensidad y la duración de la misma y/o de recuperarse rápidamente después de esfuerzos físicos y psíquicos

Donde vemos que los términos que más se repiten son capacidad física y psíquica de resistir la fatiga, a los cuales podríamos añadir la capacidad de recuperarse rápidamente después de esfuerzos como apuntan Grosser (1989) y Zintl (1991), con lo cual ya habríamos completado una sencilla definición de fatiga.

La resistencia no puede ni debe entenderse como algo aislado, si no como algo que interactúa con otros elementos, con el resto de las capacidades físicas básicas. Los esfuerzos deportivos abarcan varios sistemas orgánicos.

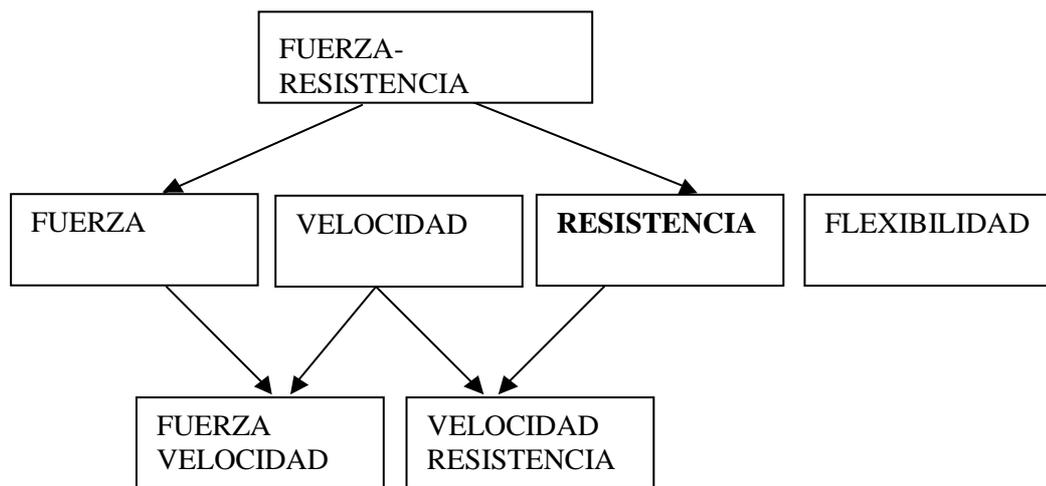


Figura 5. La resistencia como elemento de la condición física (Zintl, 1991).

En este esquema podemos ver las relaciones que establece la resistencia con otras dos capacidades físicas: la fuerza (aparece la fuerza-resistencia o resistencia de fuerza, según Navarro, 1998) y la velocidad (aparece la velocidad-resistencia o resistencia de velocidad, según Navarro, 1998).

Según Zintl (1991) y Navarro (1998) son funciones de la resistencia las siguientes:

Mantener una cierta (óptima) intensidad de la carga durante el mayor tiempo posible. (Deportes cíclicos de resistencia)

Mantener al mínimo las pérdidas inevitables de intensidad cuando se trata de cargas prolongadas. Aumentar la capacidad de soportar las cargas en entrenamientos o competiciones (varias pruebas, deportes colectivos etc.)

En este momento nos convendría explicar qué se entiende por fatiga o cansancio y los distintos tipos de ella. La fatiga es la “disminución transitoria (reversible) de la capacidad de rendimiento” (Zintl, 1991). Puede ser: fatiga nerviosa (mental, sensorial o emocional) o física (motora o coordinativa y

muscular). Son causas de la fatiga: (Zintl,1991, 28 en Navarro,1998):

- i. Disminución de las reservas energéticas (Fosfocreatina, glucógeno).
- ii. Acumulación de sustancias intermedias y terminales del metabolismo (e.g. urea, lactato)
- iii. Inhibición de la actividad enzimática por sobreacidez o cambios en la concentración de los enzimas.
- iv. Desplazamiento de electrólitos (por ejemplo del potasio y del calcio en la membrana celular)
- v. Disminución de las hormonas por el esfuerzo fuerte y continuo (por ejemplo, la adrenalina y noradrenalina como sustancia de transmisión, la dopamina en el sistema nervioso central)
- vi. Cambios en los órganos celulares (por ejemplo las mitocondrias) y en el núcleo de la célula.
- vii. Procesos inhibidores a nivel del Sistema Nervioso Central por la monotonía de las cargas
- viii. Cambios en la regulación a nivel celular dentro de cada uno de los sistemas orgánicos.

Debido a estas causas se manifiestan los síntomas de la fatiga objetivos y subjetivos que se pueden observar en la tabla 2 y que nos sirven para valorar el grado de fatiga.

Tabla 6. Síntomas de la fatiga

Síntomas subjetivos	Síntomas objetivos
Centelleo de los ojos.	-Disminución del rendimiento deportivo.
Zumbido en los oídos.	-Cesión de la fuerza muscular, mayor tiempo refractario, elevación del umbral de estimulación, disminución de las respuestas reflejas, temblor muscular, interferencias coordinativas.
Sofocación Mareo	-Desviaciones electrolíticas, incremento del lactato, modificaciones del equilibrio endocrino, etc.
Decaimiento	-Modificación de la actividad de las corrientes cerebrales (EEG).
Apatía frente a estímulos exteriores	-Disminución del rendimiento al intentar trabajar, disminución de concentración y atención, empeoramiento de la capacidad perceptiva.
Dolor muscular	

3.3.1. Definición

Capacidad de resistir psíquica y físicamente a una carga durante largo tiempo produciéndose finalmente un cansancio insuperable debido a la intensidad y la duración de la misma y/o de recuperarse rápidamente después de esfuerzos físicos y psíquicos Zintl (1991)

3.3.2. Clasificación

3.3.2.1. Aeróbica

Es orgánica o relativa al cuerpo en general, y se produce en presencia de O₂. Según Generelo y Lapetra (1993) la resistencia aeróbica es la “capacidad de prolongar un esfuerzo, sin una disminución importante del rendimiento, y de aplazar la fatiga mediante un proceso predominantemente aeróbico.”

3.3.2.2. Anaeróbica

No se necesita presencia de O₂. Es la “capacidad de prolongar un esfuerzo, sin una disminución importante del rendimiento mediante un proceso

predominantemente anaeróbico (láctico o aláctico).” (Generelo y Lapetra, 1993).

Ésta puede ser, a su vez, láctica o aláctica:

3.3.2.3. Aláctica

- Aláctica: No se acumula lactato.

3.3.2.4. Láctica

- Láctica: Se acumula lactato, el cual inhibe la acción muscular.

3.3.3. Flexibilidad

3.3.3.1. Definición

En el alto rendimiento se obtiene mayor eficacia en los gestos y sirve también para la prevención de lesiones. La flexibilidad no es incompatible con la fuerza, ya que son cualidades complementarias. (Generelo y Tierz, 1994).

Dentro de la flexibilidad hay que tener en cuenta, según F. Gil (1988):

Extensibilidad: que es la capacidad de deformación o extensión del músculo.

Movilidad articular: “Es la capacidad que tienen algunas articulaciones de permitir que los segmento óseos que las forman se desplacen unos respecto a los otros” (Moreno, 1999). Recorrido máximo de la articulación hasta encontrarse con los topes óseos.

Elasticidad muscular: “Es la capacidad de extensión o alargamiento del músculo y la vuelta al estado primitivo cuando las fuerzas que lo elongaron cesan en su acción”.

Como resumen del concepto de flexibilidad, y siguiendo a Generelo y Tierz (1994), podríamos decir que la flexibilidad equivale a la movilidad articular más la elasticidad muscular (suponiendo que esta última presuponga la

extensibilidad muscular).

FLEXIBILIDAD = MOVILIDAD ARTICULAR + ELASTICIDAD

3.3.3.2. Definiciones Básicas

Es la más olvidada en la literatura. Hoy en día es más valorada, para el mantenimiento de la condición física media e ideal (adultos y 3ª edad).

Existen algunos problemas terminológicos para establecer el concepto de flexibilidad pues algunos autores consideran que movilidad es un concepto más amplio que flexibilidad (cfr. García Manso et al., 1996), y otros confunden ambos términos.

La flexibilidad (Van Gyn, 1986; Eisingbach y cols, 1989; Andujar y cols, 1996) es la capacidad de los cuerpos de adaptar una determinada forma, sin romperse, y en el sistema músculo esquelético suele atribuirse al complejo articular. La elasticidad es la capacidad de deformarse y recuperar la forma original y suele atribuirse genéricamente a los músculos.

Según Álvarez del Villar (1985) es aquella cualidad que con base en la movilidad articular y extensibilidad y elasticidad muscular, permite el máximo recorrido de las articulaciones en posiciones diversas, permitiendo al sujeto realizar acciones que requieren gran agilidad y destreza.

Para Hahn (1988), la flexibilidad (o movilidad) es la capacidad de aprovechar las posibilidades de movimiento de las articulaciones lo óptimamente posible.

3.3.3.3. Tipos de Flexibilidad

La flexibilidad puede ser (Dick, 1993):

- Activa: si es lograda por el esfuerzo muscular propio.

- Pasiva: si es lograda mediante la gravedad o un elemento externo (aparatos o compañeros)
- Cinética: Es el movimiento que se efectúa debido al impulso de una u otra de las palancas que intervienen.

La clasificación más amplia y sencilla para mi concepto, es la de Gil (1988):

*** Atendiendo al tipo de ejercicio:**

- Generales: implican la movilidad de los grandes sistemas articulares.
- Localizados: actúan sobre una articulación concreta
- Especiales: imitación de un gesto deportivo.

*** Atendiendo a la ejecución:**

- Pasivos
- Activos
- Combinados (o mixtos como veremos en el anexo final).

3.3.3.3.1. Flexibilidad Estática

En base a la tabla antes indicada, dentro de la flexibilidad estática constan los ejercicios Activos y Pasivos

3.3.3.3.2. Flexibilidad dinámica

En base a la tabla antes indicada, dentro de la flexibilidad Dinámica constan los ejercicios Activos, Pasivos y Mixtos

3.4. Preparación técnica

El objetivo de la preparación técnica es el de crear habilidades que le permitan al atleta, utilizar eficazmente su potencial funcional durante las acciones de competición. La habilidad motora se elabora de manera consciente

en el curso de ensayos practicados en las condiciones más próximas posibles a las de competencia. En el curso de estos ensayos, la búsqueda del movimiento óptimo es entrenada bajo el control consciente.

La repetición conduce progresivamente a la automatización de las principales estructuras de competición. En esta formación, las aptitudes motrices se manifiestan primero durante la asimilación de las técnicas de base. Después durante la integración de estos ejercicios simples en acciones motrices mucho más complejas.

El proceso de perfeccionamiento técnico pasa por la práctica de ejercicios muy variados, cuya adquisición reclama cualidades de percepción, análisis y de reflexión de los futbolistas, así como su capacidad para combinar movimientos simples en acciones motrices mucho más complejas.

Una de las funciones esenciales de los hábitos motrices es la de permitir el control automático de los movimientos. Este carácter automático del control libera la conciencia de los detalles de la ejecución, lo cual le permite asegurar en las mejores condiciones la adaptación de las técnicas motrices a la situación y escoger las soluciones óptimas a los problemas concretos que plantea la ejecución del movimiento.

3.5. Preparación táctica

En objetivo principal de la preparación táctica es organizar, la distribución del gasto energético que asegura la distribución racional de los potenciales funcional y técnico.

Realizar esta preparación al atleta, le exige:

Estudiar los aspectos teóricos generales - fundamentales de su especialidad, como los factores asociados al éxito.

Estudiar las tácticas impuestas por el entrenador.

Conocer sus principales adversarios, sus posibilidades, su nivel de preparación táctica y psicológica.

Dedicarse a conocer el lugar de la competición, sus particularidades climáticas, el estado del terreno, los rivales. etc.

Elaborar el esquema táctico más adecuado al conjunto de condiciones que representa el atleta, su preparación y el entorno.

A la luz de las observaciones realizadas, proceder al perfeccionamiento del esquema táctico. Este trabajo de perfeccionamiento del dominio táctico no tiene la misma importancia en las diferentes etapas de la preparación a largo plazo aun cuando representa un objetivo secundario en la primera y segunda etapa de su preparación, y que es entonces esencialmente teórico, este trabajo adquiere toda su importancia en la etapa de realización máxima de las posibilidades individuales. Se encuentra el mismo tipo de evolución en el interior de cada microciclo, es al final del periodo preparatorio y durante el periodo de competencia cuando se debe prestar mayor atención a esta preparación táctica, solo en este momento el atleta conoce verdaderamente los medios físicos, técnicos y mentales que podrá poner en práctica. Sobre estos medios deberá basarse el esquema táctico, en la medida en que tenga que tener en cuenta todos los aspectos de la aptitud del futbolista, la preparación

táctica puede ser considerada como un proceso unificador del conjunto de los componentes del dominio deportivo.¹³

3.6. Preparación psicológica

Está orientado al desarrollo de las cualidades volitivas del atleta como la voluntad y el carácter. La eficacia de esta preparación depende mucho de las cualidades del entrenador: honestidad, equidad, intransigencia, cualificación profesional, por otro lado debe ser lo suficiente perspicaz para llegar, con tacto y delicadeza, a un buen conocimiento de sus atletas, inclinaciones, pasiones para lograr el desarrollo armonioso de la personalidad del deportista, le corresponde mantener el equilibrio entre las necesidades del perfeccionamiento deportivo y las de inserción profesional a una vida social equilibrada.

La preparación psicológica hace intervenir numerosos medios: la persuasión, coerción crecimiento gradual de las dificultades, competición. El uso correcto de estos métodos hace que el atleta en forma progresiva adquiera una disciplina consciente, la exigencia hacia él mismo, la perseverancia, la capacidad de superar dificultades y el sentimiento de seguridad que va asociado con él. Una preparación específica educará la firmeza, la voluntad de vencer y sobre todo, la capacidad de movilizar todos sus recursos en el entrenamiento y las competencias.¹⁴

3.7. Preparación teórica

La preparación del atleta tiene un papel de especial importancia en la preparación teórica y que constituye el aspecto fundamental de la realización

¹³ Platonov. V N. El Entrenamiento Deportivo, 2da. Ed. Pág.122

¹⁴ Platonov. V N. El Entrenamiento Deportivo, 2da. Ed. Pág.122

de la práctica del principio de lo consciente, el camino de la más alta perfección deportiva pasa por la adquisición de conocimientos. Es por ello necesario que, desde los primeros pasos en el deporte, los primeros conocimientos de los deportistas se adelanten en su práctica y constituyan el fundamento del perfeccionamiento.

La adquisición de conocimiento y su utilización en la práctica son medios apropiados para acelerar el crecimiento deportivo. De ahí la importancia de que el desarrollo físico de los atletas, el crecimiento de la maestría técnica y de la preparación psicológica vaya paralelo al de incluir nuevos conocimientos. Solo en este caso la preparación teórica de los deportistas contribuirá a su desarrollo deportivo.

El atleta debe conocer las tareas que se le plantean, saber orientarse en los medios y métodos de educación, la fuerza, la rapidez, la resistencia, la flexibilidad y agilidad, en las formas de tareas de entrenamiento y planificación, en la periodización del entrenamiento anual y en su contenido. En la planificación de entrenamientos perspectivas para muchos años; debe además entenderse el papel de las competencias deportivas y sus variantes, las particularidades de la preparación directa para ellas y su participación; saber cómo conducir los entrenamientos y controlarlos; analizar los índices deportivos, funcionales y llevar el diario del entrenamiento.

Es necesario que los problemas de régimen del atleta (cronograma diario, higiene, alimentación, sueño, ejercicios, procedimientos acuáticos, temple, masaje y auto masaje) entren también en el programa de preparación teórica.

Además los deportistas deben conocer los fundamentos de control médico y del auto control, así como los traumatismos y su profiláctica. En la preparación teórica del atleta se utiliza lecciones y seminarios especialmente preparados donde se tratan diferentes cuestiones de la técnica, la táctica, etc., se estudia la literatura especial sobre la teoría y la metodología deportivas, se leen periódicos y revistas especializadas en deportes; se tienen encuentros con otros atletas y se analiza el contenido de su entrenamiento, de la técnica, orientada a la competencia.¹⁵

3.8. Resultados deportivos

En los resultados deportivos influyen los factores externos e internos que deben ser tomados en cuenta para alcanzar logros de alto nivel:

3.8.1. Factores externos

- Condiciones y estado de las instalaciones de entrenamiento.
- Calidad de los implementos o equipos deportivos.
- Comportamiento de los compañeros del equipo en los entrenamientos.
- Condiciones climáticas y diferencia de altura sobre el nivel del mar.
- Comportamiento del entrenador, personal administrativo y directivos.

3.8.2. Factores internos

- Atributos psíquicos del rendimiento y del comportamiento.
- Capacidades y cualidades tácticas.
- Cualidades, capacidades y destrezas coordinativas técnicas.
- Capacidades y cualidades de condición física.
- Características definidas del somatotipo individual.

¹⁵ N.G. Ozolin. Sistema Contemporáneo de Entrenamiento deportivo, La Habana, Pág.147

3.9. Resultados del campeonato

Los resultados de esta modalidad deportiva también identificada como, las olimpiadas militares, por el mismo auspiciante (EE.UU), se encuentran explicados por años, desde la fecha que nuestro País participa en ésta competencia. Se encuentra en el Cap., III con el título que se refiere al “Apoyo institucional y su influencia en los resultados y la ubicación en eventos pasados del equipo “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano”.

3.10. Ubicación del equipo en la competencia 2012

En la siguiente tabla, observamos la ubicación de cada uno de los países participantes. Aquí se encuentra reflejado el desempeño de los distintos equipos de fuerzas especiales durante la competencia llevada a cabo en el Fuerte Tolemaida, en Colombia.¹⁶

Los países competidores fueron: Bahamas, Belice, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay, República Dominicana y Trinidad y Tobago, Guyana, Canadá y México.

Tabla 7. Ubicación de los Países participantes en la Competencia “Fuerzas Comando”. Colombia 2012.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Colombia	Ecuador	Uruguay	El Salvador	Guatemala	Brasil
(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Honduras	Canadá	Jamaica	Chile	USA	Costa Rica
(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
México	Belice	Panamá	Paraguay	República Dominicana	Trinidad y Tobago
(19)	(20)	(21)			
Perú	Guyana	Bahamas			

¹⁶ www.ejercito.mil.co ; www.webinfomil.com/2012/06/colombia-campeon-de-fuerzas-comando.html

3.11. Número de atletas que han participado en este evento internacional

La competencia internacional, denominada también Ejercicios Fuerzas Comando se realiza desde 2004, en esa ocasión la República de El Salvador fue sede y se quedó con el primer lugar, desde ese año los primeros lugares los obtuvieron países como Colombia 2005, 2006, 2007 y 2008, Brasil 2009, Ecuador 2010 y El Salvador 2011.

Este año, el equipo colombiano mantuvo el primer puesto en las diversas competencias que se realizaron desde el 6 hasta el 14 de junio. Cada país representado por siete de los mejores hombres con especialidad en COMANDO realizaron: las pruebas físicas, calificación de tiro, tiro nocturno, pistas de obstáculos, marcha forzada y un salto de paracaidistas multinacional. Como tal nuestro País, ha sido representado, admirado y respetado a nivel Sudamericano, en ésta competencia, desde que fue constituida oficialmente en el año 2004, con 63 comandos, a la misma que debemos incluir 14 hombres, que participaron durante los años 1998 en Panamá y Puerto Rico en 1999, evento que se denominó en ese entonces Simposio y Competencia de técnicas y tácticas de contraterrorismo, donde Ecuador se ubicó 1ero en Panamá y 3ero en Puerto Rico.

CAPÍTULO IV

4. La Medicina en el Rendimiento Físico

El área de Medicina Deportiva, en forma específica y para el presente estudio dejará sentado los Objetivos, Tareas y la Organización de los estudios médicos

OBJETIVOS

1. Valorar las influencias de las cargas de entrenamiento.
2. Establecer el nivel del entrenamiento del deportista.
3. Introducir oportunamente las correcciones necesarias en el proceso del entrenamiento.
4. Organizar la dirección del proceso de entrenamiento

TAREAS

1. Determinación del estado de salud y estado funcional.
2. Estudio de las influencias de las cargas de entrenamiento sobre el organismo del deportista.
3. Valoración de las condiciones higiénico-sanitarias de la instalación deportiva.
4. Valoración de los medios y sistemas de entrenamientos empleados.
5. Valoración de los medios y métodos dirigidos a los procesos recuperativos.
6. Nivel de entrenamiento de los deportistas.
7. Valoración fisiológica en la aplicación sistemática
8. Atención médico deportiva: Evaluación y Control del estado de salud, higiénico y nutricional.
9. Valoración de la aptitud física.

10. Detección y selección del talento.
11. Diagnóstico funcional.
12. Pronóstico del rendimiento deportivo.
13. Control y optimización del entrenamiento.
14. Investigaciones fisiológicas aplicadas a las pruebas funcionales.

ORGANIZACIÓN

- Exámenes médicos profundos: Valoración del efecto acumulativo del entrenamiento
 - Valorar el estado de salud del deportista.
 - Determinar la capacidad funcional.
 - Valorar el cumplimiento de las tareas en el período de entrenamiento.
 - Rectificar el proceso de entrenamiento.
- Exámenes médicos ordinarios: Valoración del efecto posterior del entrenamiento
 - Diariamente por la mañana.
 - Diariamente por la mañana y tarde
 - Al inicio y final de un entrenamiento.
 - Al día siguiente de un entrenamiento.
- Exámenes médicos operativos: Valoración del efecto inmediato.
 - En la práctica de entrenamiento.
 - En reposo y con la carga de entrenamiento.
 - En el día del entrenamiento.

A la hora de aplicar una prueba física es importante tener en cuenta que la misma debe ser:

1. Específica del deporte
2. Válida
3. Confiable

Una prueba específica del deporte debe estresar los sistemas energéticos que son importantes para la respuesta competitiva bajo las condiciones en las cuales la posición del ciclista y el ambiente (temperatura, humedad, presión, velocidad del viento) son tan cercanas a lo “normal” como sea posible.

Una prueba es válida cuando mide lo que dice medir. Por lo tanto, si se pretende valorar la velocidad mínima requerida para alcanzar el VO_2 máx. ($v\text{VO}_2$ máx.) o la producción de potencia mínima requerida para que se alcance este índice fisiológico, se utiliza una prueba física que dura 60”, la prueba no será válida para medir lo que se desea medir.

Finalmente, si la prueba física se repite, los resultados deberían ser reproducibles, lo que indica que la prueba es confiable. Específicamente en la valoración fisiológica de los deportes de resistencia se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- El deportista es completamente apto, esto es, es sano y está libre de lesiones.
- El deportista en un estado descansado, es capaz de rendir al máximo y, debería estar en la misma condición física que se esperaría para una competición importante. Se recomienda un período de descanso mínimo de 24 a 48 horas de entrenamientos intensos previos o competiciones.
- El deportista está completamente hidratado y su reserva de carbohidratos

está llena. La preparación nutricional para un test podría ser similar a la preparación para una competición.

- El deportista debe realizar una entrada en calor estandarizada (o cuantificada), lo cual va a permitir que se alcance el máximo rendimiento sin riesgo de lesión.
- El deportista debe utilizar su equipamiento de entrenamiento o competición habitual, en el caso del ciclismo, bicicleta, zapatillas, y ropa.
- El deportista debe realizar los test cuando esté habituado a competir y entrenar.
- El deportista debe registrar el entrenamiento, dieta, condiciones ambientales, y cualquier otro factor estresante que pueda influenciar el rendimiento en los días precedentes al test.

Por lo tanto, cabe destacar que el deportista de resistencia puede usar prácticamente cualquier protocolo, debido a que el factor crítico para cualquier método de evaluación es que sea fácilmente reproducible, de resultados exactos, y que los mismos sean confiables, además el mismo debe ser válido (se deben obtener respuestas fisiológicas similares a las obtenidas durante la competición) y se recomienda que sea específico del deporte.

Se recomienda que los deportistas se evalúen entre 2 y 6 veces por año. Idealmente, se debe realizar una evaluación antes y después de cada fase de entrenamiento, y justo antes y después de las evaluaciones principales para obtener una visión de la temporada. Los deportistas de resistencia y sus entrenadores deberían utilizar continuamente la valoración del rendimiento

como un método de monitorear cambios en la fisiología como resultado del entrenamiento, y cuando fuera apropiado, realizar los cambios necesarios en el mismo.

4.1. El Control Fisiológico y su influencia en el rendimiento físico del equipo, “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano.

La fisiología nos muestra el funcionamiento del organismo, y la fisiología del ejercicio nos enseña cómo funciona el organismo durante el ejercicio. De manera que para entender por qué debemos entrenar de una determinada manera, o asumir un determinado plan de entrenamiento, hemos de comprender, aunque sea básicamente, como se comporta nuestro organismo durante la carrera de fondo (resistencia aeróbica) y como consecuencia de ello que necesidades adquiere para llevar a cabo esa actividad.

La talla (en el rango de la normalidad) no es un impedimento, ni es decisiva, a la hora de conseguir nuestro objetivo. Podemos correr un maratón con una talla de 1m 68cm ó de 1m 86cm. Obviamente, hay un perfil “ideal” que podemos ver representado en los grandes campeones de maratón, pero nuestra talla no es modificable con el entrenamiento, ni con la alimentación, así que no vamos a preocuparnos mucho más por este apartado.

Frente a la talla, la masa corporal (el peso), si es un factor crítico para nuestro objetivo. Levantar nuestro cuerpo en contra de la gravedad, y aterrizar de nuevo, es la esencia de la carrera, y nos cuesta mucha energía. Es fácil entender pues, que a menor masa corporal (peso), menor será el gasto

energético, más económico será correr y menos sufrirán nuestras articulaciones.

El exceso de grasa y las estructuras óseas voluminosas constituyen un peso muerto para el corredor, por lo que un menor contenido en grasa corporal y unos huesos más pequeños, otorgará ventaja para correr en resistencia aeróbica. El tamaño de nuestros huesos no podemos modificarlos, por lo que nos centraremos en el contenido de grasa corporal.

¿Cuál es el contenido de grasa ideal para el corredor de maratón? Todos los corredores de maratón de alto nivel se caracterizan invariablemente por tener un bajo contenido en grasa en su organismo (aproximadamente un 7,5%). En maratonianos aficionados, que pretenden correr rápido, el % de grasa debería situarse en torno al 11% en hombres y 27% en mujeres.

Tabla 8. Porcentaje de grasa referencial, para mujeres y hombres, según la edad

Mujeres			
	Bajo	Normal	Alto
18-34 años	16	23	28
35-55 años	20	27	33
> 55 años	20	27	33
Hombres			
	Bajo	Normal	Alto
18-34 años	5	10	15
35-55 años	7	11	18
> 55 años	9	12	19

Aunque los atletas de elite de maratón alcanzan sus mejores marcas entre los 25 y los 35 años de edad, a nivel de corredores de resistencia aeróbica populares se pueden alcanzar buenas marcas hasta en la quinta década de la vida.

En cualquier caso, hemos de conocer que fisiológicamente y de forma natural, a partir de los 32-34 años, aproximadamente, se produce de forma general un descenso en la capacidad de consumir oxígeno durante el ejercicio, y por tanto, y dado que el rendimiento en maratón depende esencialmente del consumo de Oxígeno, a partir de esa edad nos será más difícil correr rápido.

Tabla 9. Nombres de Atletas que con el paso de los años, bajaron el tiempo en la marathón.

Tiempo	Atleta	Edad
2h03:38	Patrick Makau	26
2h03:59	Haile Gebrselassie	35
2h04:27	Duncan Kibet	31
2h04:27	James Kwambai	26
2h04:39	Emmanuel Mutai	27
2h04:55	Paul Tergat	34
2h04:56	Sammy Korr	32
2h05:04	Abel Kirvi	27
2h05:10	Samuel Wanjiru	23
2h05:15	Martin Lel	30

Hay que resaltar, el hecho de que los sujetos que mantienen un elevado nivel de entrenamiento de resistencia aeróbica durante toda su vida, pueden alcanzar la quinta década de vida (50-60 años) con una elevada capacidad aeróbica.

Aunque los atletas de élite de maratón alcanzan sus mejores marcas entre los 25-35 años, a nivel de corredores de resistencia aeróbica populares se pueden alcanzar buenas marcas hasta la quinta década de la vida.

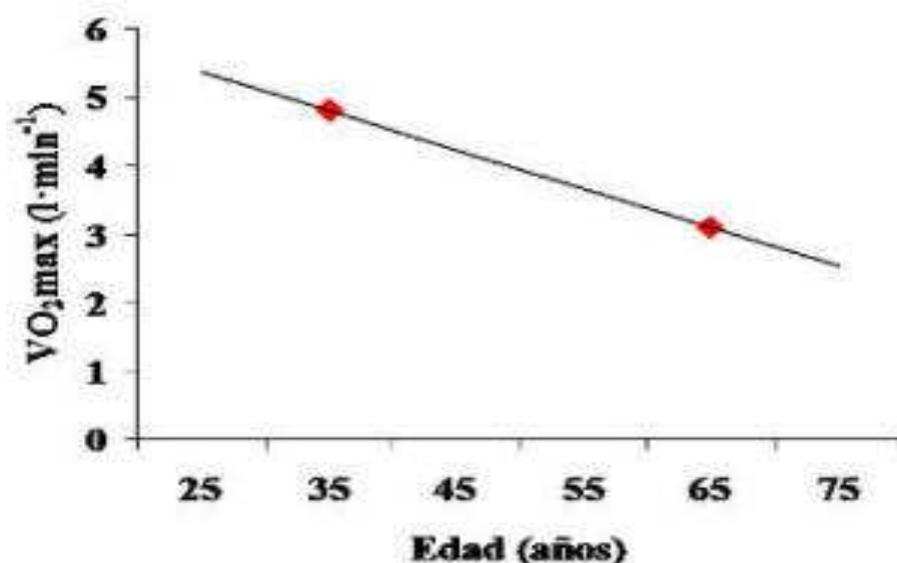


Figura 6. Descenso del Consumo Máximo de Oxígeno, en atletas conforme la edad avanza, en deportes de resistencia.

En los músculos locomotores tenemos diferentes tipos de fibras (células) musculares; las hay de contracción rápida y fácilmente fatigables (tipo II) y las hay de contracción lenta y resistentes a la fatiga (tipo I). En la mayoría de las personas ambas están repartidas aproximadamente al 50% en el total de las fibras musculares de los músculos locomotores.

Tabla 10. Porcentaje de fibras, que actúan en dependencia del deporte

Deporte	% de fibras lentas	% de fibras rápidas
Fondo	80-90	10-40
Velocidad	25-45	55-75
Levantamiento de pesas	45-55	45-55
Sedentarios	47-53	47-53

Los corredores de elite de maratón poseen una clara prevalencia de fibras tipo I (>70%), hecho que posibilita una gran resistencia a la fatiga muscular. Afortunada o desafortunadamente, poco podemos hacer para lograr esta alta proporción de fibras lentas, al menos que seamos capaces de poder elegir previamente a nuestros padres, ya que la proporción de fibras musculares está en gran parte determinada genéticamente.

El hecho de poder realizar buenas marcas en maratón, está íntimamente relacionado con la proporción de fibras musculares tipo I (lentas) que tengamos, y sobre todo con las adaptaciones que logremos en esos músculos por medio del entrenamiento.

Las fibras musculares tipo I son células muy resistentes a la fatiga ya que utilizan esencialmente el metabolismo aeróbico para conseguir energía para la contracción. Así pues, aquel corredor con un mayor % de fibras tipo I tendrá una mayor predisposición para los deportes de resistencia aeróbica.

La tipología muscular marca el perfil metabólico de los músculos del corredor de maratón. Para llevar a cabo la contracción muscular que permite correr es necesario generar energía en las llamadas rutas metabólicas. Estas se dividen en dos grandes vías: las rutas aeróbicas, que en presencia de oxígeno pueden obtener energía (ATP = adenosín trifosfato), y las rutas anaeróbicas, que pueden obtener energía (ATP) sin la presencia de oxígeno.

Las fibras musculares lentas ó tipo I, son fibras esencialmente aeróbicas con sistemas desarrollados para conseguir energía en presencia de oxígeno a partir de las grasas, los hidratos de carbono e incluso de las proteínas. Por su parte, las fibras tipo II, tienen desarrollado especialmente las rutas anaeróbicas

de obtención de energía, pudiendo generar ATP solo a partir de los hidratos de carbono, produciendo además ácido láctico como producto final de la reacción.

Como hemos comentado anteriormente, el perfil típico del corredor de maratón, se enmarca en un predominio de fibras tipo I, y por tanto con un desarrollo importante de las rutas aeróbicas de obtención de energía durante el ejercicio. De estas vías o rutas metabólicas las más importantes para el corredor de maratón son las del metabolismo de las grasas e hidratos de carbono.

Así, dos son los combustibles principales durante la carrera de maratón, los hidratos de carbono y las grasas (ácidos grasos). Los hidratos de carbono se almacenan en nuestro organismo en forma de glucógeno, mientras que los ácidos grasos lo hacen formando el tejido adiposo, que se acumula debajo de la piel (subcutáneo), entre las vísceras (abdominal) o en el interior de los músculos (intramuscular). El glucógeno tiene una máxima capacidad de almacenamiento, de manera que aunque nos alimentemos correctamente, las reservas se agotarían en unas 2-2,5 h de carrera. Por otra parte, sabemos que el agotamiento del glucógeno implica invariablemente fatiga (entendiendo por fatiga el hecho de tener que disminuir el ritmo de carrera, no necesariamente detenerse), así que si agotamos las reservas de glucógeno la fatiga está asegurada. Pues bien, el entrenamiento del corredor de maratón tiene como uno de sus principales objetivos, “acostumbrar” o “facilitar” el consumo de ácidos grasos (grasas) como fuente de energía, de tal manera que conforme más grasa sea capaz de utilizar más glucógeno ahorrará, más tarde se producirá (si se produce) el agotamiento de las reservas de glucógeno, y más

tarde aparecerá la fatiga muscular. El llamado “muro” del maratón, o “pasar el muro”, hace referencia al momento en que los corredores se vacían de glucógeno (fatiga) y deben proseguir su carrera utilizando casi exclusivamente las grasas, lo que ocasiona unas malas sensaciones y lo que es más importante y decisivo, un descenso muy significativo en el ritmo de carrera.

Las rutas metabólicas más importantes para la obtención de energía en un corredor de maratón: metabolismo de las grasas e hidratos de carbono.

Un sistema cardiovascular adaptado es decisivo para el corredor de resistencia aeróbica, de tal manera que las largas sesiones de entrenamiento persiguen entre otros objetivos, por un lado, generar una potente bomba cardiaca, y por otro, establecer un sistema de distribución de la sangre eficaz, que permita llevar oxígeno y nutrientes a todos los tejidos del organismo, especialmente a los protagonistas del mismo, los músculos locomotores.

Aunque es cierto que se produce de forma fisiológica un aumento del tamaño del corazón (hipertrofia cardiaca) como resultado de los años de entrenamiento, este crecimiento se enmarca en los límites considerados fisiológicos en el ámbito clínico. Es decir, el entrenamiento de resistencia aeróbica no justifica universalmente hipertrofias del corazón por encima de los límites clínicamente establecidos.

El corazón del corredor de maratón se caracteriza por tener unas paredes (músculo cardiaco) fuertes y algo hipertrofiadas, con cámaras (ventrículos y aurículas) amplias para poder albergar elevados volúmenes de sangre, y proyectarlos a continuación a todo el árbol vascular. Pero quizás la adaptación más importante y a la vez decisiva del corazón de un deportista de

resistencia aeróbica, radique en su capacidad de llenarse fácilmente de sangre (lo que se conoce técnicamente como compliance o distensibilidad). Podemos decir, que el corazón de un maratoniano es un corazón fácilmente distensible (elástico), de cavidades amplias, y a la vez fuerte en su contracción.

Este perfil o adaptación cardiaca, solo se conseguirá con años de entrenamiento, y con mucho volumen de trabajo, es decir, muchos kilómetros recorridos.

El corazón del corredor de maratón se caracteriza por tener unas paredes cardiacas fuertes, amplias cámaras donde albergará grandes volúmenes de sangre y especialmente una desarrollada capacidad de distensión.

El sistema circulatorio también se adapta de forma importante al estímulo del entrenamiento, y lo hace a varios niveles, destacando como el volumen de la sangre (volumen plasmático) aumenta como consecuencia del entrenamiento, de manera que el corredor de maratón tiene más sangre circulando por el árbol vascular que un sujeto no entrenado.

Estas adaptaciones circulatorias, favorecen valores de tensión ó presión arterial generalmente menores que en sujetos no entrenados, especialmente de las cifras de presión arterial diastólica.

La capacidad vital pulmonar del corredor de maratón, es decir, el volumen máximo de aire que se puede espirar después de haber efectuado una inspiración máxima, suele estar significativamente aumentado en comparación con los sujetos de la misma edad, talla y peso, lo que refleja adaptaciones en el sistema pulmonar debido al entrenamiento.

Los músculos respiratorios de los atletas de fondo son más fuertes y resistentes que los de los sujetos no entrenados, pudiendo vencer mejor la resistencia de las vías aéreas y del tórax a expandirse.

El hecho más relevante que acontece en la sangre como adaptación al entrenamiento de fondo, y que ya hemos descrito anteriormente, es el aumento del volumen plasmático. Este puede aumentar hasta un 30% en relación a estados pre-entrenamiento. Este incremento del volumen plasmático provoca un fenómeno de dilución de los glóbulos rojos circulantes (más líquido para igual número de elementos formes o células), no siendo infrecuente observar valores de hematocrito (relación entre líquido plasmático y células rojas o hematíes) de menos del 40% en corredores de maratón, con concentraciones de hemoglobina de 14 g/dl.

Esta adaptación (hematocrito bajo) observada en corredores de resistencia aeróbica, también se observa en otros mamíferos sometidos a entrenamiento aeróbico, y tiene como objetivo hacer la sangre menos viscosa y por tanto más fácilmente “movible” por el corazón. Ello permite una mejor oxigenación de los músculos activos durante la carrera.

Otras importantes adaptaciones que se observan en la sangre como consecuencia del entrenamiento aeróbico hacen referencia a las concentraciones plasmáticas de los triglicéridos y colesterol, provocando lo que se ha denominado un “perfil saludable”. Los cambios más significativos se dan en descensos de los niveles de triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad (LDL-C, o “colesterol malo”), junto con aumentos de las lipoproteínas de alta densidad (HDL-C, o “colesterol bueno”).

En fisiología del ejercicio hay dos aspectos claves para el corredor de maratón, la potencia aeróbica o consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) y la transición aeróbica-anaeróbica o umbral aeróbico. El primero de ellos es excluyente del rendimiento en maratón, el segundo es en gran medida, determinante del mismo. El primero es de carácter marcadamente genético, el segundo es sensible a los efectos del entrenamiento.

El oxígeno es necesario para producir la energía suficiente para sostener la contracción muscular en carrera de resistencia, donde la ruta metabólica aeróbica es la gran protagonista. Es fácil entender pues, que si somos capaces de consumir mucho oxígeno en los músculos activos, generaremos gran cantidad de energía por unidad de tiempo, y podremos correr más rápido durante un tiempo prolongado.

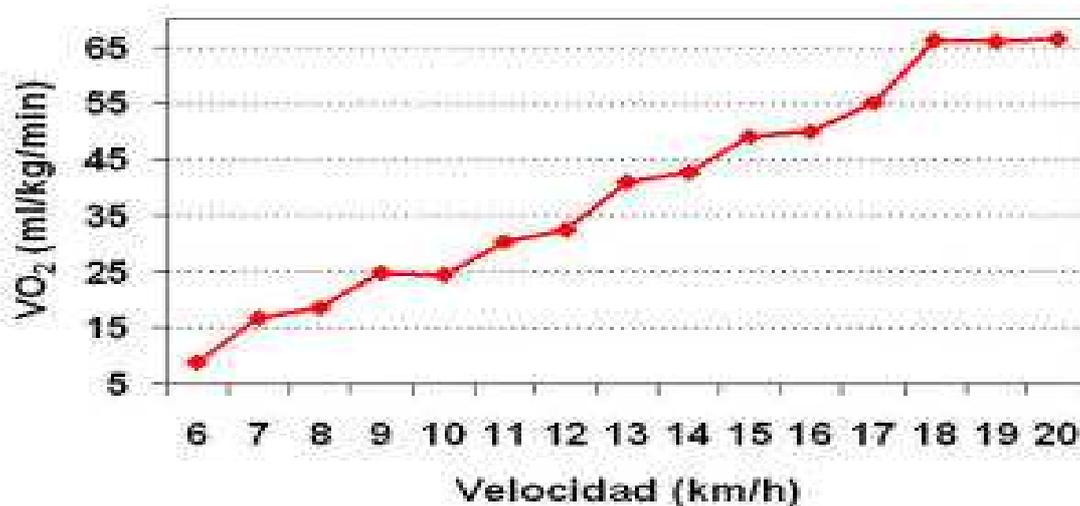


Figura 7. A mayor Velocidad, mayor Consumo de Oxígeno.

En reposo consumimos oxígeno a una tasa de alrededor de 0,2-0,3 l/min, mientras que durante el ejercicio a máxima intensidad, la tasa puede

llegar a los 3-6 l/min, lo cual depende entre otros factores, del género, de la edad, del estado de entrenamiento aeróbico y sobre todo y especialmente de la herencia recibida de nuestros padres. La abreviatura del oxígeno consumido es: VO₂, y en fisiología se denomina consumo de oxígeno. El VO₂ se puede expresar en valores absolutos (litros de O₂ por minuto, l/min), o en valores relativos al peso corporal (ml O₂/kg/min), resultando este último de más utilidad en la valoración del corredor de resistencia aeróbica. Cuando sometemos a un sujeto a un test de esfuerzo hasta el agotamiento, el valor más alto de VO₂ obtenido en la prueba se denomina consumo máximo de oxígeno, y se expresa como VO₂max.

Las mujeres tienen valores más bajos que los hombres debido a diferencias fisiológicas en el sistema cardiovascular y en la composición de la sangre. Por otra parte, aunque de manera lenta, el VO₂max disminuye progresivamente desde la 2ª década de vida aproximadamente, de manera que un mismo individuo tendrá menores valores de VO₂max a los 50 años que a los 30 años, algo decisivo de cara al rendimiento en maratón.

Respecto a la herencia o influencia genética en los valores del VO₂max, los estudios realizados estiman en un 75-80% la vinculación a la genética, por lo que queda únicamente un 25-30% ligado a los efectos del entrenamiento. Es por ello, por lo que se considera al VO₂max o Potencia aeróbica máxima un factor excluyente para el rendimiento en maratón. Por poner un ejemplo, un atleta que tenga un VO₂max de 50 ml/kg/min puede esperar que el entrenamiento acreciente este valor un 20% hasta alcanzar 60 ml/kg/min. Estos valores estarían un 18-20% por debajo del VO₂max que muestran los grandes

campeones, así que podemos concluir sin ninguna duda a equivocarnos, que un atleta con un VO₂max de 60 ml/kg/min, nunca ganará la Maratón de New York, por poner un ejemplo.

La genética es el mayor determinante del VO₂máx (75-80%) con una influencia mucho menor del factor entrenamiento (20-25%).

La capacidad aeróbica o umbral aeróbico hace referencia al porcentaje del VO₂max (%VO₂max) que se puede utilizar durante un tiempo prolongado sin entrar en fatiga.

Ser capaz de sostener VO₂ cercanos a los valores de VO₂max depende, como comentamos antes, del estado de entrenamiento del atleta. Trataremos de explicarlo de forma sencilla: como comentamos anteriormente, los músculos implicados en la carrera pueden generar energía para sostener la contracción muscular por dos rutas metabólicas diferentes, aeróbica y anaeróbica. Pues bien, nuestras células musculares van a tratar siempre de generar esa energía mediante las rutas aeróbicas, ya que de su desarrollo no se derivan productos que causen fatiga muscular. Sin embargo, esas rutas aeróbicas tienen una importante limitación, ya que si bien son capaces de generar mucha energía a lo largo del tiempo, son menos capaces de generar mucha energía por unidad de tiempo. De tal manera que cuando la exigencia de energía es muy elevada al tener que sostener ritmos de contracción elevados (correr rápido), las rutas aeróbicas no son capaces de generar energía a ese ritmo, por lo que van a ser “ayudadas” ó “complementadas” por las rutas anaeróbicas, que aunque producen menor energía total, producen mucha energía por unidad de tiempo. La mala noticia para el corredor de

maratón es que cuando sus sistemas aeróbicos reclaman la ayuda de las rutas anaeróbicas para poder correr más rápido, se comienzan a producir productos derivados del metabolismo anaeróbico (ácido láctico, esencialmente) que van a provocar fatiga muscular de forma progresiva.

Por consiguiente, y aunque no supiéramos nada de entrenamiento, comprendemos que hemos de reforzar y mejorar la eficiencia de nuestras rutas aeróbicas para que esa “demanda de ayuda energética” anaeróbica se produzca lo más tarde posible; con ello podremos correr más rápido sin entrar en fatiga.

Conforme más cerca situemos el umbral aeróbico (expresado como VO₂) del VO₂max, mejor entrenados estaremos y más cerca encontraremos de nuestro objetivo. Conseguirlo depende esencialmente de una buena planificación del entrenamiento.

4.2. El Control Bioquímico y su influencia en el rendimiento físico del equipo, “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano.

En el momento en que un triatleta decide entrenar y preparar la temporada, se propone sacrificar gran parte de su tiempo para conseguir un objetivo, y somos nosotros como entrenadores, los grandes responsables de que ese objetivo llegue a buen puerto. Desde ese momento el entrenador pone sobre la mesa todas sus experiencias y conocimientos de fisiología, biomecánica, nutrición, psicología, entrenamiento, etc. para realizar una correcta planificación y conseguir con éxito el objetivo marcado.

Uno de los aspectos básicos de este proceso y que nunca debemos de olvidar, es la valoración y control de nuestro triatleta, una valoración que nos informe sobre su estado de salud, su condición física, su adaptación y asimilación del entrenamiento, para que el entrenador pueda conocer al máximo al deportista y actuar en consecuencia.

Existen muchos test de rendimiento que podemos aplicar y que nos darán una importante información sobre el estado del triatleta, pero siempre se referirá a un aspecto concreto (nivel de fuerza, estado de su capacidad aeróbica); es necesario una valoración global, asequible a todo el mundo y que nos dé información sobre la asimilación del programa de entrenamiento y el plan de alimentación.

Con el presente estudio se pretende dar al entrenador una información útil para interpretar una analítica de sangre de manera correcta y utilizarla a lo largo de la temporada como control del entrenamiento. De esta forma el entrenador podrá realizar un chequeo sobre la intensidad del entrenamiento, el volumen y su adaptación, analizar síntomas de sobreentrenamiento antes de que se produzcan, errores en la dieta e hidratación, diferenciar entre anemias o adaptaciones al entrenamiento de resistencia, etc.

Cualquiera puede acercarse al médico de familia para pedir unos análisis de sangre para evaluar su estado general. Estos análisis pueden ser muy complejos, incluyendo incluso un estudio de los metabolitos y las hormonas, pero en la mayor parte de los casos no hacen falta este tipo de estudios; podría considerarse como un control analítico básico y que aporta gran cantidad de datos al entrenador la realización de un hemograma completo

(es importante el dato de la hemoglobina), la velocidad de sedimentación globular, pruebas básicas de coagulación y un perfil bioquímico general donde necesariamente se estudia la ferritina, el hierro, el magnesio y la urea.

Pero, ¿cada cuánto tiempo es interesante realizar una analítica? El uso de la analítica se ha de realizar como mínimo cada tres meses, ya que el periodo de vida de los eritrocitos es de 128 días y de incluso menos de 90 días para triatletas o deportistas de resistencia. Independientemente de todo esto, señalamos unos momentos importantes para la realización de estas pruebas:

- Al inicio de temporada, para valorar nuestro estado de salud general y como índice de referencia tras un periodo de reposo.
- Al finalizar cada periodo de entrenamiento para analizar las adaptaciones.
- En el mesociclo de mayor volumen aeróbico para vigilar posibles anemias.
- Al inicio de la fase de competición, a la que debemos llegar "en forma" y bien recuperados.
- Tras la realización de una buena marca, para tener unos niveles de referencia.
- Cuando se manifiesta algún síntoma que no tenga explicación lógica (fatiga y debilidad muscular, mareos, disminución de peso y/o rendimiento, etc.).

Por último, antes de pasar al estudio concreto de cada apartado, señalar que toda analítica es conveniente realizarla en ayunas y disminuir el entrenamiento intensivo durante el día anterior. Asimismo hemos de procurar realizar las analíticas siempre en los mismos laboratorios, pues cada técnica analítica suele tener sus valores de referencia, valores que recordemos se ajustan a "personas normales", no a deportistas de resistencia.

4.2.1. Características y componentes de la sangre

El cuerpo humano contiene entre 5 y 6 litros de sangre un hombre adulto y entre 4 y 5 litros una mujer, lo que supone el 8 % del peso total. Su temperatura es algo mayor a la temperatura corporal, aproximadamente de 38° C y tiene un PH ligeramente alcalino (± 7.40).

La sangre completa está formada por dos porciones: un 55% es plasma sanguíneo, un líquido acuoso que contiene sustancias en disolución, y un 45% son elementos formes, constituidos por células y fragmentos celulares.

Cuando se retiran los elementos formes de la sangre queda un líquido de color pajizo llamado plasma sanguíneo. El plasma contiene agua y solutos, de los cuales el mayor porcentaje corresponde a las proteínas. Algunas proteínas del plasma también se encuentran en otros lugares del organismo, pero las contenidas en la sangre se conocen como proteínas plasmáticas. Estas proteínas participan en el mantenimiento de una presión osmótica sanguínea adecuada, lo cual es muy importante para el equilibrio hídrico corporal total.

La mayoría de las proteínas plasmáticas se sintetizan en el hígado, incluyendo la albúmina, las globulinas y el fibrinógeno. Otros solutos del plasma son productos de desecho como urea, ácido úrico, creatinina, amoniaco y bilirrubina; nutrientes; vitaminas; sustancias reguladores tales como enzimas y hormonas; gases y electrolitos.

A continuación de manera resumida constan, los componentes de la sangre en un adulto sano:

PLASMA SANGUINEO (55%)

PROTEINAS (7 %):

- Albúminas 54 %
- Globulinas 38 %
- Fibrinógeno 7 %
- Resto 1 %

AGUA (91.5%)

OTROS SOLUTOS (1.5%):

- Productos de desecho: Urea, ácido úrico, creatinina, creatina, bilirrubina y el amonio.
- Vitaminas
- Sustancias reguladoras
- Gases: Oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno.
- Nutrientes: Aminoácidos, glucosa y ácidos grasos.
- Electrolitos: sales inorgánicas

ELEMENTOS FORMES (45%)

- TROMBOCITOS (plaquetas) 250.000 - 400.000
- LEUCOCITOS (glóbulos blancos) 5.000 - 10.000
- Neutrófilos
- Linfocitos
- Monocitos
- Eosinófilos
- Basófilos
- ERITROCITOS (glóbulos rojos) 4.8 - 5.4 millones

4.2.2. Adaptaciones cardiovasculares con el entrenamiento de resistencia

La principal adaptación que ocurre en el triatleta al empezar la nueva temporada, tras un periodo de regeneración, es el incremento del volumen plasmático del deportista entre un 20 y un 25%, lo que supone que si su volumen en esa época es de 5 litros de sangre, por el efecto del entrenamiento de la resistencia, el volumen aumentará a los 6 litros. Este incremento se debe a la liberación de ciertas hormonas que provoca una retención neta de Na y H₂O, y así el volumen de expansión de sangre y una pseudoanemia dilucional como veremos más adelante.

Este incremento va a suponer un aumento tanto de la estabilidad cardiovascular como de la eficiencia termorreguladora. En lo referente a la termorregulación, un mayor volumen plasmático, permite mantener un flujo sanguíneo cutáneo y una tasa de sudoración más elevadas y por tanto mejorar la capacidad para perder calor a través de la evaporación.

La mayor estabilidad cardiovascular está basada en un aumento de la reserva cardiovascular; el mayor volumen plasmático de un deportista le permite incrementar su volumen sistólico y así alcanzar intensidades de ejercicio similares con frecuencia cardíaca y demanda de oxígeno incluso menores. Por otro lado, a nivel periférico, el mayor volumen plasmático va a repercutir directamente en una mejora en el flujo sanguíneo muscular.

Debido a este incremento del volumen plasmático, la sangre tiende a diluirse, pues la producción de hemoglobina y de hematíes evoluciona, pero en menor grado que el aumento del volumen del plasma. Tras el mes de haber comenzado los entrenamientos, la médula espinal (productora de glóbulos

rojos) recibe los estímulos nerviosos para producir más glóbulos. Este proceso es más acusado al principio de la temporada, tiempo en que el triatleta puede estar susceptible a la fatiga y progresar más lentamente en un entrenamiento. Durante esta época, el principal medio de entrenamiento deberá ser el método continuo a ritmo lento lenta con distancias progresivamente mayores.

La dilución sanguínea es el único estímulo que excita la producción de glóbulos rojos. Esta dilución debe considerarse normal dentro de programa de entrenamiento y no confundirse con un estado de anemia; sin embargo hemos de vigilar este fenómeno, pues si la cuenta de glóbulos rojos baja del 10%, querrá decir que el programa está siendo demasiado severo.

Nos proporciona información sobre las células sanguíneas:

1. Serie blanca

Los Glóbulos Blancos, en conjunto llamados Leucocitos, son células con núcleo encargados principalmente de la defensa contra los agentes patógenos, una defensa que se produce mediante fagocitosis o respuestas inmunológicas.

En el entorno siempre existen bacterias que tienen un acceso continuo al organismo a través de la boca, la nariz y los poros de la piel. Además muchas células, especialmente las del tejido epitelial, envejecen y mueren diariamente y sus restos deben ser eliminados por los fagocitos que ingieren activamente las bacterias y los desechos, sin embargo, este proceso causa altera la actividad metabólica normal del fagocito y antes o después muere y es ingerido por otro fagocito. Así en un organismo sano, algunos GB, pueden vivir durante varios meses, pero la mayoría solo vive algunos días o solo algunas horas durante un periodo de infección.

Los GB son mucho menos numerosos que los eritrocitos, con un promedio de 5000 a 10000 células por mm. cúbico de sangre. Por consiguiente, los GR superan en número a los leucocitos en una proporción de 700:1. El término leucocitosis hace referencia a un aumento del número de GB, así un nivel anormalmente bajo de GB recibe el nombre de leucopenia.

A. Clasificación

Los leucocitos se dividen en granulocitos o polimorfonucleares, los cuales poseen gránulos visibles en el citoplasma (neutrófilos, eosinófilos y basófilos), y los agranulocitos, que son los linfocitos y monocitos:

B. Valores medios. Posibles alteraciones

Una disminución del número de GB circulantes indica un estado de "bajas defensas", con lo que estaremos más indefensos frente a posibles agentes patógenos. Un aumento de estos GB suele indicar una inflamación o una infección. Dado que cada tipo de leucocito desempeña un papel diferente, la determinación del porcentaje de cada tipo en la sangre, resulta esencial para diagnosticar un posible trastorno.

Leucocitos: 4.000, 5.000 - 10.000 por milímetro cúbico

- Cayados: 0.00 - 3.00 %
- Segmentados: 45 - 75 %
- Neutrófilos: 55 - 70 %
- Linfocitos: 16 - 45 %
- Monocitos: 3 - 12 %
- Eosinófilos: 1 - 4 %
- Basófilos: 0.5 - 2 %

Estos valores pueden variar mínimamente según la bibliografía.

La presencia de numerosos cayados en la sangre periférica se produce en las situaciones de infección bacteriana y en las quemaduras. La hipersegmentación de los granulocitos es característica de la anemia perniciosa y del déficit de ácido fólico.

Un recuento elevado de *neutrófilos* podría deberse a infecciones bacterianas, quemaduras, estrés o inflamación, mientras que un recuento bajo podría estar causado por radiación, ciertos fármacos o déficit de vitamina B12.

Un recuento elevado de *linfocitos* podría indicar infecciones víricas, enfermedades inmunológicas y algunas leucemias. Un recuento bajo podría estar causado por una enfermedad grave prolongada o niveles altos de esteroides.

Un recuento elevado de *monocitos* podría deberse a ciertas infecciones víricas, tuberculosis, algunas leucemias y enfermedades crónicas. Rara vez existe niveles de monocitos inferiores al valor normal. Un recuento elevado de *eosinófilos*, podría indicar reacciones alérgicas, infecciones parasitarias, enfermedad autoinmune. Un recuento bajo podría estar causado por ciertos fármacos o estrés.

El recuento de *basófilos* podría estar elevado en algunos tipos de reacciones alérgicas, leucemias y cánceres. Podría estar disminuido durante el embarazo, la ovulación y el estrés

C. Modificaciones con el entrenamiento

En general, el entrenamiento del triatlón puede ocasionar una serie de alteraciones en la serie blanca transitoria, pero que el entrenador debe

conocer, para diferenciarlas e identificar otras alteraciones ocasionadas por agentes externos al entrenamiento intenso como los virus, bacterias, etc.

El entrenamiento prolongado característico del triatlón causa un estrés y provoca pequeños polimicrotraumatismos y pequeños estados inflamatorios puede producirse un incremento de la cifra de LEUCOCITOS, aumentando progresivamente y de forma proporcional a la duración del ejercicio. El tiempo medio de recuperación de las cifras normales de leucocitos sanguíneos tras el esfuerzo físico, es generalmente de 24 h. Durante el esfuerzo submáximo prolongado, se le asocia un aumento de los NEUTROFILOS, acompañado de un descenso de los LINFOCITOS. También hemos de prestar atención a las células EOSINÓFILAS, sensibles al estrés prolongado, pues una fuerte caída en la concentración de estas células sanguíneas indicará que se está llevando a cabo un programa de entrenamiento muy exigente para el nivel de nuestro triatleta, por lo que habremos de adaptar rápidamente nuestra planificación y evitar el sobreentrenamiento. Podemos intuir que esto puede ocurrir si viene asociado a un valor de los LEUCOCITOS por debajo de la media ("defensas bajas").

D. Resumen

Se establecen solo alguna de las posibles causas, pero será siempre el médico quien tiene la palabra.

Tabla 11. Datos referenciales de la serie blanca, para deportistas

SERIE BLANCA	VALORES	RECuento ELEVADO	RECuento DISMINUÍDO
LEUCOCITOS	4.000, 5.000 – 10.000 por mm ³	- Inflamación - Infección * Estado inflamatorio provocado por los microtraumatismos del entrenamiento.	- Defensas bajas * Planificación muy exigente. Sobrentrenamiento.
Segmentados	45 – 75 %	- Anemia perniciosa - Falta de ácido fólico	- Infección bacteriana - Quemaduras
Neutrófilos	55 – 70 %	- Infección bacteriana - Quemaduras - Estrés -*Esfuerzo submáximo prolongado.	- Déficit vitamina B12
Linfocitos	16 – 45 %	- Infecciones víricas - Enfermedades inmunológicas.	- Debilitamiento por enfermedad prolongada -*Nivel alto de esteroides. * Esfuerzo submáximo prolongado.
Monocitos	3 – 12 %	- Infecciones víricas - Enfermedades crónicas. - Algún tipo de tuberculosis y leucemia.	No se suele encontrar
Eosinófilos	1– 4 %	- Reacciones alérgicas - Infección parasitaria	- Estrés * Entrenamiento excesivo, muy exigente
Basófilos	0.5 – 2 %	- Reacciones alérgicas	- Embarazo - Ovulación - Estrés

2. Serie roja

A. Los glóbulos rojos

Los *hematíes, eritrocitos o glóbulos rojos* son los elementos encargados del transporte del oxígeno a todas las células del organismo. Viven aproximadamente 120 días, debido al desgasta de sus membranas al deslizarse a través de los capilares sanguíneos. El proceso de formación de los eritrocitos recibe el nombre de eritropoyesis y se inicia en la médula ósea.

El valor de referencia se sitúa entre 3.8 y 5.8 millones de glóbulos rojos por cada milímetro cúbico de sangre en las mujeres y entre 4.5 y 6.5 en los

hombres. Los varones presentan un valor mayor debido a que tienen niveles de testosterona más elevados, la cual estimula la síntesis de eritropoyetina.

En personas no entrenadas la dinámica general de la síntesis - interrupción continua de los glóbulos rojos es tal que cada segundo unos 233 millones de células se desprenden de la médula ósea hacia la circulación sanguínea, y un número idéntico se destruye. Esto aumenta aún más entre los triatletas entrenados, en quienes la tasa de destrucción de los glóbulos rojos se multiplica por las siguientes causas:

- Traumatismo mecánico de los glóbulos rojos a partir de un incremento en la fuerza de impacto del pie que se hace máximo en la fase de carrera (Miller, 1988), lo que provoca la hemólisis en los capilares de la planta del pie.
- Aumento de la inestabilidad de la membrana de los glóbulos rojos causada por la acidosis (Yoshimura; Inoue, 1980), resultante de un entrenamiento anaeróbico.
- Traumatismo mecánico a partir del aumento de la velocidad de movimiento. Al elevarse el gasto cardiaco en entrenamientos intensos, aumenta la velocidad de movimiento de la sangre, con lo que muchos hematíes mueren.

Estos procesos de hemólisis característicos en fondistas, provocan que la vida media del hematíe se reduzca hasta un 42%. Este procesos conlleva una destrucción acelerada de los hematíes más viejos y su cambio por reticulocitos; eritrocitos jóvenes, inmaduros pero de tamaño superior. Por tanto, el incremento de la tasa de estos macrocitos en triatletas confirma la hipótesis

de que el entrenamiento de resistencia es causa de formación de nuevos glóbulos rojos circulantes.

B. Hemoglobina

En la estructura de los hematíes destaca la *Hemoglobina (Hb) (Hg)*, proteína que ocupa un tercio del volumen total del eritrocito y que otorga el color rojo de la sangre. En ella se produce la fijación del oxígeno para su transporte. Otra función secundaria es la de transporte de dióxido de carbono y de iones de H, por lo que se convierte en la principal neutralizadora de la acidosis. Se localiza en el interior del glóbulo rojo y al combinarse con el oxígeno forma la oxihemoglobina.

Cada eritrocito contiene aproximadamente 280 millones de moléculas de hemoglobina. Estos glóbulos rojos llevan consigo unos 900 gramos de hemoglobina, es decir, 14 - 18 g / dl en el hombre y 12 - 16 g / dl en la mujer. El valor de hemoglobina en los triatletas debería de ser lo más alto posible, por encima de 16 g / dl. Si disminuye de 12 g / dl podemos estar ante una anemia como veremos posteriormente.

Hemos de tener en cuenta que la mejora de las marcas en triatlón y del VO_2 máx., es la consecuencia del incremento del producto de la hemoglobina por el volumen sanguíneo. Así el descenso del Hg acompañado de un volumen sanguíneo sin cambios reducirán el VO_2 máx., y la marca conseguida, puesto que ésta Hg disminuida ocasionará un incremento de la frecuencia cardiaca al realizar un ejercicio submáximo determinado.

C. Hematocrito

El valor *hematocrito* es % de hematíes en el volumen total de la sangre. Sus niveles medios se encuentran entre el 35 y 45 % para mujeres y entre el 40 y 50 % para los hombres. Los triatletas, al igual que otros deportistas de resistencia, suelen tener valores inferiores sin sobrepasar el límite a causa, posiblemente, del incremento del volumen sanguíneo producido por el entrenamiento específico.

Aunque ambos valores, hemoglobina y hematocrito, descienden en la anemia, el primero de ellos, al ser obtenido mediante cuantificación directa, resulta más óptimo para la valoración de esta.

F. Resumen:

Tabla 12. Datos referenciales de la serie roja, para deportistas

SERIE ROJA	CONCEPTO	VALORES		COMENTARIOS
		HOMBRE	MUJER	
Eritrocitos	Encargados del transporte de O ₂ .	4.5 – 6.5 mill./ mm ³	3.8 – 5.8 mill./ mm ³	
Hemoglobina	Proteína en la que se produce la fijación de O ₂ para su transporte	14 – 18 g / dl	12 – 16 g / dl	- Para el triatlón debemos buscar valores altos. - Menos de 12 g / dl: posible anemia.
Hematocrito	% de eritrocitos en el volumen total de sangre	40 – 50 %	35 – 45 %	- Los triatletas pueden tener valores bajos por el incremento del volumen sanguíneo.
Volumen corpuscular medio	Volumen, tamaño de los hematíes.	80 – 98 fL		
Hemoglobina corpuscular media	Cantidad media de Hb por hematíe	27 – 32 pgr		- En anemias por falta de hierro el VCM es bajo.
Concentración de Hb corpuscular media	Concentración de Hb por hematíe según su volumen. = Hb / Hematocrito.	30 – 38 g / dl		- Si VCM aumenta, la HCM también aumenta. CHCM permanece normal.

4.3. Apoyo institucional y su influencia en los resultados del equipo “Fuerzas Comando” del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Ejército Ecuatoriano.

A mediados de los años 80, Ecuador experimento una serie de actos de terrorismo; secuestros, asaltos a entidades financieras, robo de vehículos, extorsiones a ciudadanos nacionales y extranjeros, etc.

El Gobierno para enfrentar esa amenaza, dispuso al Ministerio de Defensa la conformación de una unidad especializada con características sobresalientes, con las cuales garantice ese propósito. Así fue como, entre los meses de febrero y junio de 1.985, elementos de Fuerzas Especiales de las tres ramas de las Fuerzas Armadas, se sometieron a un entrenamiento dirigido por un destacamento antiterrorismo de las Fuerzas Especiales del Ejército de la EE.UU.

Este entrenamiento estuvo bajo la supervisión del departamento de Instrucción de la Dirección de Operaciones de la Fuerza Terrestre y contó con el apoyo logístico del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

Semanas después de la graduación de este entrenamiento, el 10 de junio de 1985, los soldados del Ejército constituyeron el Escuadrón Especial Antiterrorista, que posteriormente paso a denominarse Grupo de Operaciones Especiales y desde junio de 1993 Grupo Especial de Operaciones "ECUADOR". En 1992, con criterio de optimización de los recursos humanos de la Fuerza se aprovechan las cualidades técnicas desarrolladas por la unidad dándole una misión de honor.

Con este nuevo entorno se investiga y entrena con soldados del SAS (Fuerzas Especiales Británicas), Navy Seals (Fuerzas Especiales de la Marina de EE.UU.) Brigada de Fuerzas Especiales del Ecuador y del Ejército de Estados Unidos, de quienes se obtuvieron extraordinarias experiencias que fueron aplicadas con éxito en el conflicto del Cenepa en 1995. Como resultado de esa participación, el estandarte del GEO, fue condecorado con el Mérito de Guerra en el Grado de Gran Cruz, el 23 de mayo de 1.995.

El elevado nivel técnico - profesional del GEO es reconocido nacional e internacionalmente, esto debe ser aprovechado por la institución para difundir el espíritu y la especialidad de esos soldados.

Estos hombres tienen el convencimiento de que uno de sus retos históricos es el de ser útiles estando en el lugar y en el momento en que la Fuerza Terrestre lo requiera; entregando su esfuerzo particular al sistema de Fuerzas Especiales para lograr el cumplimiento de la misión objetiva.

Queda claro que esta no es solo una unidad en términos de magnitud, es una auténtica unidad desde el punto de vista moral y profesional. El Grupo ejecuta sus actividades guiado en la exaltación de virtudes cívicas y militares, que la distinguen porque se ha fraguado en el apoyo mutuo del binomio; Unidad-Soldado; Soldado-Unidad, que se fortalece en todo momento, particularmente en los casos más difíciles. Mucho se le exige al Soldado del GEO, pero también se le da una mezcla de calor espiritual y efecto, pues él es lo más importante de la Unidad.¹⁷

Así el soldado adquiere el compromiso de cuidar y promover a niveles

¹⁷ www.specialoperations.com/Foreign/Ecuador/GEO.htm

muy altos el prestigio de la unidad, a través de su conducta profesional y particular.

Desde su fundación, se vienen realizando cursos de Operaciones Especiales en forma periódica, con un régimen interno exigente, en donde no hay día y noche que alcancen para cumplir con sus difíciles misiones. En la siguiente tabla podemos ver el histórico de las participaciones internacionales del equipo en representación de nuestro País.¹⁸

Tabla 13. Histórico de la participación de Ecuador

Ord	Fecha	Sede	Ubicación	Tipo de prueba
1	Junio 1998	Panamá	1er. Lugar	I Simposio y Competencia de técnicas y tácticas de contraterrorismo
2	Agosto 1999	Puerto Rico	3er. Lugar	II Simposio y Competencia de técnicas y tácticas de contraterrorismo
3	Junio 2004	El Salvador	5to. Lugar	Competencia Fuerzas Comando
4	Junio 2005	Paraguay	2do. Lugar	Competencia Fuerzas Comando
5	Junio 2006	Chile	2do. Lugar	Competencia Fuerzas Comando
6	Junio 2007	Honduras	2do. Lugar	Competencia Fuerzas Comando
7	Junio 2008	Estados Unidos	No participó	Competencia Fuerzas Comando
8	Junio 2008	Brasil	2do. Lugar	Competencia Fuerzas Comando
9	Junio 2010	República Dominicana	1er. Lugar	Competencia Fuerzas Comando
10	Junio 2011	El Salvador	2do. Lugar	Competencia Fuerzas Comando
11	Junio 2012	Colombia	2do. Lugar	Competencia Fuerzas Comando

¹⁸ (2011) Participación del GEO "Ecuador" en la Competencia Fuerzas Comando 2011. *El Ejército Nacional* (190), 40-47. www.ejercitodeecuador.mil.ec

CAPÍTULO V

MARCO METODOLOGICO

5. Ubicación Geográfica

La investigación se llevó a cabo, en la Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia Rural de Conocoto, y en la Provincia de Santa Elena, Cantón Salinas. Los datos fueron tomados en dos lugares diferentes de nuestro País, durante el periodo de entrenamiento, previo a la Competencia “Fuerzas Comando” que se llevó a cabo en la República de Colombia, donde participaron 22 países del continente americano, del 06 al 14 de Junio del 2012

5.1. Recursos humanos

Personas que colaboraron en la ejecución de esta Investigación.

Un Tutor

Una especialista o experto

Un Tecnólogo medico

Un investigador

5.2. Recursos materiales y equipo

Reloj polar

Maquina Accutrend plus

Tiras reactivas BM Lactate

Algodón

Alcohol antiséptico

Lancetas

Laboratorio para análisis de muestras de sangre

Pista atlética

Computadora

Impresora

CD-DVD.

Papelería

Internet (Webgrafía)

Libros (Bibliografía)

Copias

Proyector

Transporte

Cámara de fotos y video

Ficha para observación y registro

Software SPSS

Lápiz

5.3. Metodología de Investigación

El presente trabajo de investigación, es de tipo cuantitativo y se empleó el método de analítico - deductivo, con pre test y post test, empleando técnicas y procedimientos propios, y fichas de registro de datos (campo y laboratorio).

5.4. Población y muestra

La población de estudio está conformada por siete atletas militares que pertenecen al equipo "Fuerzas Comando" del GEO, del Ejército Ecuatoriano.



Figura 8. Atletas que conforman el equipo fuerzas comando

Tabla 14. Nómina de los atletas

GRADO	APELLIDOS Y NOMBRES
TNTE	UQUILLAS GARCIA DANIEL ANDRES
SGOS	GREFA CUVI FAUSTO
CBOP	CATOTA QUIZAGUANO MANUEL MESIAS
CBOP	CUBERO TORRES MIGUEL ANTONIO
CBOP	LEMA CATOTA JORGE RUBEN
CBOP	RUIZ VERDEZOTO EDDIE DAVID
CBOP	TAPIA SANGUANO IVAN MARCELO

5.5. Descripción de los test

5.5.1. Test de frecuencia cardiaca

	Frecuencia cardiaca
Definición conceptual	La frecuencia cardiaca son las veces que el corazón late por unidad de tiempo. Generalmente se expresa en pulsaciones por minuto. Este valor numérico es muy importante en el deporte ya que nos indica

	de manera directa, rápida y objetiva, la adaptación al ejercicio que se produce en el atleta.
Definición operacional	<p>Pasos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registrar el valor de FC en reposo antes de iniciar el test, esto es en reposo absoluto. • Registrar el valor numérico de FC máxima, una vez finalizado el test. • Registrar los valores numéricos de FC en la fase de recuperación, una vez finalizado el test, al 3er. 5to y 10mo minuto. • Análisis de la curva de comportamiento de la FC durante el test. • Comparar los valores de FC, inicio y final del proceso de entrenamiento.

5.5.1.1. Instrumentos de medición de frecuencia cardiaca

El reloj POLAR es un pulsómetro electrónico que mide de forma grafica y digital las pulsaciones del corazón por minuto.

“Los reloj POLAR constan del visualizador, que normalmente es como un reloj de pulsera y la banda que se coloca en el pecho. La banda es una especie de cinturón que se coloca en el pecho que permite el conteo de los latidos y pasa la información al reloj”¹⁹, existen numerosos beneficios para deportistas y entrenadores al utilizar el reloj POLAR ya que permite:

¹⁹ Manual

- Individualizar los programas de entrenamiento para conseguir el ritmo ideal de cada atleta.
- La medición directa del ritmo cardíaco durante el ejercicio es la forma precisa de garantizar la consecución de los objetivos.
- Evaluación del rendimiento y ajuste al entrenamiento según sea necesario.
- Realizar la curva de comportamiento de frecuencia cardiaca en excell.

5.5.1.2. Funcionamiento del Reloj Polar RS800CX

- Monitoreo de la FC en reposo entre las 7:00 am y 8:00 am antes de iniciar el test y sesiones de entrenamiento.
- Verificación de funcionamiento del reloj POLAR previo al inicio del test.
- Registro de los valores de FC a través del reloj POLAR a la base de datos.
- Humedezca la banda del transmisor con agua.
- Coloque el transmisor de frecuencia cardiaca en el pecho de manera que se sienta cómodo.
- Presione OK para iniciar el reloj POLAR e iniciar la medición de la frecuencia cardiaca.
- Presiones nuevamente OK para iniciar el ejercicio
- Apague el reloj POLAR presionando STOP. Los datos quedaran guardados.
- Reviso los valores de frecuencia cardiaca del atleta en el reloj y registro en mi ficha de datos.
- Comportamiento de frecuencia cardiaca, una vez finalizado el test.



Figura 9. Instrumentos de medición de frecuencia cardiaca (reloj y banda polar RS800CX)

5.5.2. Test de VO₂max

	Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂max)
Definición conceptual	El VO ₂ max, nos permite determinar, la cantidad de oxígeno utilizado por el atleta durante el test. De manera general este valor se expresa en mililitros por kilogramo y por minuto (ml/kg/min) Este valor numérico es muy importante en el deporte ya que nos indica de manera directa, rápida y objetiva, la adaptación al ejercicio que se produce en el atleta.
Definición operacional	<p>Pasos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizamos una pista atlética de tierra, la pista es un circuito que mide 400 metros. • El test dura 12 minutos, el mismo que inicia y finaliza con el pitazo. • Registrar la distancia en metros, que el atleta recorrió, durante los 12

	<p>minutos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinamos el Valor de VO2max, en base a la fórmula, creada para éste test. • Registrar los valores numéricos de VO2max. • Análisis del valor de VO2max. • Comparar los valores de VO2max, inicio y final del proceso de entrenamiento.
--	--

5.5.2.1. Determinar el VO2max

Para obtener el VO2máx, con éste grupo de atletas, se empleó la fórmula del ACSM, (Colegio Americano de Medicina del deporte) la misma que se plantea así:

$$VO2 \text{ Máx} = D / t (0,2) + 3,5 \quad \text{Donde:}$$

VO2 Máx. = Consumo máximo de Oxígeno

D = Distancia recorrida en metros

t = Tiempo de duración, corresponde a 12 minutos de carrera continua.

0,2 = Constante

3,5 = Constante

Distancia recorrida en metros, divido para el tiempo que es 12 minutos, ese resultado lo multiplico por la constante que es 0,2 y, éste último resultado suma otra constante que es 3,5.

Ejemplo: $VO2Máx = D / t (0,2) + 3,5$

Atleta "X" $VO2Máx = 3000 \text{ m} / 12 (0,2) + 3,5$

Atleta "X" VO₂Máx = 53,5 ml/kg/min

5.5.3. Test de lactato

	Lactato
Definición conceptual	El Acido Láctico, nos permite determinar el valor de concentración que existe en la sangre. La lectura de este valor se realiza en milimoles por cada litro de sangre (mmol/l).
Definición operacional	Pasos a seguir: <ul style="list-style-type: none">• Registrar el valor de lactato, que se toma antes de iniciar el test, esto es en reposo absoluto.• Registrar el valor de lactato en esfuerzo máximo, una vez finalizado el test.• Registrar los valores numéricos de lactato en la fase de recuperación, una vez finalizado el test, al 3er. 5to y 10mo minuto.• Análisis de la curva de comportamiento de lactato durante el test.• Comparar los valores de lactato, inicio y final del proceso de entrenamiento.

5.5.3.1. Instrumentos de medición de lactato

Las muestras de lactato obtenidas fueron tomadas a través de tiras reactivas BM - Lactate, y la lectura realizada con el analizador Accutrend Plus. La FC, fue monitoreada con el Reloj Polar RS800CX.



Figura 10. Instrumentos de medición de lactato

5.5.3.2. Equipo analizador Accutrend Plus

“El equipo Accutrend Plus se utiliza para la medición cuantitativa del parámetro sanguíneo de lactato. Se realiza una medición fotométrica de la reflectancia utilizando tiras reactivas específicas para ésta prueba. Este instrumento es apropiado para el uso profesional y para la medición por el propio sujeto.”²⁰

5.5.3.3. Tiras reactivas BM - Lactate

Las tiras permiten determinar de manera cuantitativa el lactato en sangre, debe ser utilizada exclusivamente con Accutrend Lactate, Accusport o Accutrend Plus.

“Cada tira reactiva tiene una zona reactiva que contiene los reactivos indicadores. Cuando se aplica la sangre capilar, se produce una reacción química y la zona reactiva cambia de color. El instrumento analizador registra este cambio de color y convierte la señal de medición en el resultado mostrado utilizando los datos introducidos previamente mediante la tira de codificación.

²⁰ Accutrend Plus. Manual (USA, 2007) 5.

La sangre capilar aplicada se filtra a través de la malla protectora amarilla hasta la red de fibra de vidrio; los eritrocitos quedan retenidos y solo alcanza la película indicadora el plasma sanguíneo. El lactato se determina mediante fotometría de reflectancia a una longitud de onda de 657 nm en una reacción colorimétrica con el mediador lactato-oxidasa”, a continuación se detalla gráficamente el funcionamiento:



Figura 11. Tiras reactivas BM - Lactate

5.5.3.4. Toma de muestras de Lactato

Las muestras de sangre fueron tomadas con los instrumentos, procedimientos y en los eventos que se detallan a continuación:

- Equipo analizador Accutrend plus
- Tiras reactivas medidoras de lactato BM-Lactate.
- Lancetas Quirúrgicas.
- Guantes quirúrgicos.
- Alcohol y Algodón.

5.5.3.5. Medición de Lactato

- Toma de muestras en reposo.
- Recolección de muestras entre las 7:30am y 8:30am.
- Preparación del analizador con las tiras de reactivo BM-Lactate.

- Incisión de la lanceta quirúrgica en la yema del dedo
- Colocación de la muestra en las tiras de reactivo BM-Lactate.
- Análisis de las muestras con el equipo Accutrend Plus. (1 minuto).
- Toma de muestra en absoluto reposo, antes de iniciar el test.
- Toma de muestra en esfuerzo máximo, al finalizar el test.
- A los tres minutos de concluido el test, fase de recuperación.
- A los cinco minutos de concluido el test, fase de recuperación.
- A los diez minutos de concluido el test, fase de recuperación.

a.- Materiales utilizados



Figura 12. Material utilizado (lancetas, tiras reactivas y equipo accuttrend plus)

b.- Configurar el equipo Accutrend Plus en modo Lactato, con la tira reactiva del código



Figura 13. Configuración del equipo con la tira reactiva código

c.- Preparamos la lanceta para tomar la muestra de sangre del atleta



Figura 14. Toma de muestra de lactato, previo a una prueba de esfuerzo en laboratorio, a un atleta del equipo "Fuerzas Comando"

d.- Colocamos la muestra sanguínea en la tira reactiva



Figura 15. Colocación de la tira de lactato con la muestra de sangre en el equipo y la lectura respectiva en 60 segundos.

Tabla 15. Concentración de lactato en músculo y sangre²¹

	MUSCULO	SANGRE
Lactato reposo	1 mmol/kg	1 mmol/l
Lactato máximo	40 mmol/kg	32 mmol/l

Nota: Estos valores se basan en la experiencia de los autores, ya que muchos autores y expertos, manifiestan que en reposo hay valores de hasta 4 mmol/l.

²¹ García Manso, et al.

5.5.4. Test de Hemoglobina

	Hemoglobina
Definición conceptual	El valor de hemoglobina, nos ayuda a determinar que no existan deficiencias ni excesos de sangre en el organismo de un atleta, el mismo que está sometido a las cargas fuertes que exige el entrenamiento. La lectura de este valor se realiza en gramos por decilitro de sangre (g/dl).
Definición operacional	<p>Pasos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none">• Este examen se lo realiza en las primeras horas del día, en absoluto reposo, antes de iniciar el entrenamiento y sin ingerir bocado alguno, antes de desayunar.• Registrar el valor de hemoglobina.• Analizar el valor de hemoglobina al inicio del proceso de entrenamiento y comparar con los rangos estandarizados.• Analizar y comparar la curva de comportamiento de hemoglobina, inicio y final del proceso de entrenamiento.

5.5.4.1. Toma de muestras de sangre (hemoglobina)

La toma de muestras de sangre para la toma del parámetro bioquímico de Hemoglobina, debemos considerar las siguientes condiciones:

5.5.4.2. Condiciones generales que debe cumplir el atleta para toma de la muestra de sangre

- Acercarse en ayunas al Laboratorio Clínico.
- El ayuno ideal es de 10 a 12 horas.
- No fumar antes ni durante la realización de exámenes de laboratorio.
- No ingerir bebidas alcohólicas tres días antes de la realización de los exámenes de Laboratorio.
- Si está tomando algún medicamento, debe informar en la toma de la muestra el nombre de la droga y la dosis que está tomando.
- Si se ha realizado un examen de radiología con medio de contraste, No se realice ningún examen del Laboratorio hasta después de tres días.
- No realice ninguna actividad física, antes del examen.
- Las muestras que entrega en el laboratorio, deben estar bien marcadas con el nombre del paciente a quien pertenecen



Figura 16. Toma de muestra de sangre en laboratorio

Tabla 16. Valores de referencia de Hemoglobina²² en g/dl (gramos por decilitro)

Sexo	Valor mínimo	Valor máximo
Hombre	13.8	17.2
Mujer	12.1	15.1

Nota: Los valores de referencia varían de acuerdo a cada laboratorio clínico y por eso se especifican al solicitar la prueba. Esto depende de la ubicación del mismo, específicamente altitud y la calidad de las técnicas usadas.

5.5.5. Test de Cooper

	Rendimiento físico
Definición conceptual	El rendimiento físico para éste grupo de atletas lo determinamos a través del test de Cooper. El mismo que consiste en recorrer la mayor distancia posible en el tiempo de 12 minutos, y lo realizamos en una pista atlética o circuito de 400 metros planos.
Definición operacional	<p>Pasos a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir el lugar de inicio del test a lo largo de la pista. • El atleta inicia el test con el sonido del pito. • El atleta finaliza el test con el sonido del pito (en el lugar que se encuentre). • Determino la distancia en metros y registro. • Analizar y comparar la distancia recorrida, inicio y final del proceso de entrenamiento.

²² <http://es.wikipedia.org/wiki/Hemoglobina>

5.5.5.1 Determinar el Rendimiento Físico

Resulta compleja en muchas ocasiones la interpretación de los diversos aspectos que contempla el entrenamiento en el alto rendimiento deportivo.

El entrenamiento de un atleta dedicado a la resistencia, precisa realizar evaluaciones minuciosas y acordes. Es por tal que las valoraciones son importantes y determinantes. Las opciones para el o los preparadores físicos son varias como emplear la cuantificación de (distancia recorrida, porcentaje de intensidades o potencias, numero de sesiones, numero de ejercicios, tiempo de trabajo, etc.)

Es importante recalcar que en el mundo del entrenamiento deportivo, cada vez se va profundizando más y más. Por tal el entrenador como el investigador deben realizar un control minucioso, actuando con iniciativa y creatividad.

Es por tal que para potencializar las debilidades en cuanto al control periódico de la evolución de los atletas, en el presente trabajo de investigación se aplicó el test de Cooper, con el objetivo de determinar la resistencia aeróbica del grupo de atletas y poder aplicar intensidades y volúmenes para las diferentes sesiones de entrenamiento orientado a la resistencia aeróbica. Este test reúne las características necesarias y ventajas sobre otro tipo de pruebas:

- No precisa de medios sofisticados. Se necesita llenar una hoja de datos, para luego crear una base de datos.
- No es preciso interrumpir entrenamientos ya que suponen un trabajo de potencia aeróbica máxima que puede sustituir a un entrenamiento con este objetivo.

- Puede ser aplicado en cualquier momento que decida el entrenador.
- Se realiza en situación real ya que tiene lugar corriendo en una pista.
- Permite establecer zonas o áreas funcionales de entrenamiento de forma muy aproximada.

Material utilizado

- Ficha de registro de datos, elaborada en excell.
- Una pista o circuito atlético de 400 mts.
- 8 referencias para señalar cada 50 mts (conos, picas u otro implemento).
- Un pulsometro para cada atleta, porque es sencillo solo con observar obtenemos el dato de frecuencia cardiaca, una vez que el atleta finaliza el test.



Figura 17. Circuito atlético de la pista atlética de 400 metros

5.5.5.2. Toma del test de Cooper²³

Determinar la Resistencia Aeróbica del atleta, es el objetivo principal. La prueba consiste en cubrir la mayor distancia posible en 12 minutos, este aspecto debe quedar muy claro para el ejecutante "cubrir la mayor distancia posible".

La Condición Física del atleta influirá en forma directa para que le permita realizar los 12 minutos corriendo, hasta el agotamiento. El test se ha ajustado mediante un protocolo concreto, por lo tanto deberá mantenerse con el fin de lograr que sea fiable. Para ello debemos considerar los siguientes pasos:

a. Instrucciones preliminares

Antes de iniciar el test se establece una conversación con el atleta en el que se le explica de forma sencilla, la necesidad de hacer un control para establecer intensidades de entrenamiento. Le explicamos en forma clara y precisa el protocolo a seguir y todo lo que debe hacer durante la prueba.

b. Preparación previa

El test no precisa nada extraordinario ya que se trata de realizarlo en condiciones normales de entrenamiento. Por ello, no es preciso descansar el día anterior, aunque tampoco es recomendable un entrenamiento extenuante el día previo. Es importante que los depósitos de glucógeno estén suficientemente repletos ya que será este sustrato el más utilizado en la prueba. Disponer de líquidos antes y al finalizar el test.

²³ Creador por Dr. Kennet Cooper en el año 1966

c. Calentamiento

El calentamiento debe ser individual, parecido al que se realiza para una competencia. La finalidad es que el atleta realice el máximo esfuerzo y, por consiguiente, todos sus sistemas se activen como si se tratase de una competición real.

d. Desarrollo

- Antes de comenzar, el reloj polar debe estar funcionando y marcando la frecuencia cardiaca.
- El entrenador da la salida con el sonido del pito, en el lugar marcado como punto de partida.
- El atleta debe mantener un solo ritmo de carrera dosificando el esfuerzo para llegar a los 12 minutos.
- El entrenador puede indicar, en alta voz el tiempo que ha transcurrido desde que inició el test.
- Cuando se completan los 12 minutos, el atleta se detiene en el lugar que escuchó el sonido del pito, que indica se completó el tiempo.
- Se determina la distancia recorrida
- Se anotará el total de metros recorridos, teniendo en cuenta la última marca rebasada.
- Normalmente es suficiente establecer una marca cada 50 mts, pero si se quiere, se pueden poner cada 25 mts e incluso menos. No obstante, fracciones de menos de 25 mts ya no son significativas, aunque el proceso de cálculos admite cualquier valor.

CAPITULO VI

6. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 17. DATOS DE FRECUENCIA CARDIACA, TOMADOS EN TEST DE COOPER (REPOSO, ESFUERZO MÁXIMO Y RECUPERACIÓN) DEL EQUIPO "FUERZAS COMANDO" (TEST INICIAL)

EQUIPO COLOMBIA 2012	"FUERZAS COMANDO"	REPOSO	ESF MAX	RECUPERACION		
				3 MIN	5 MIN	10 MIN
CATOTA QUIZAGUANO MANUEL M		44	178	122	105	52
CUBERO TORRES MIGUEL A		46	168	105	101	51
GREFA CUVI FAUSTO		71	170	123	109	75
LEMA CATOTA JORGE RUBEN		54	173	115	108	56
RUIZ VERDEZOTO EDDIE DAVID		60	169	125	116	82
TAPIA SANGUANO IVAN MARCELO		56	181	124	115	64
UQUILLAS GARCIA DANIEL A		57	181	128	102	58
MINIMO		44	168	105	101	51
MAXIMO		71	181	128	116	82
PROMEDIO		55	174	120	108	63

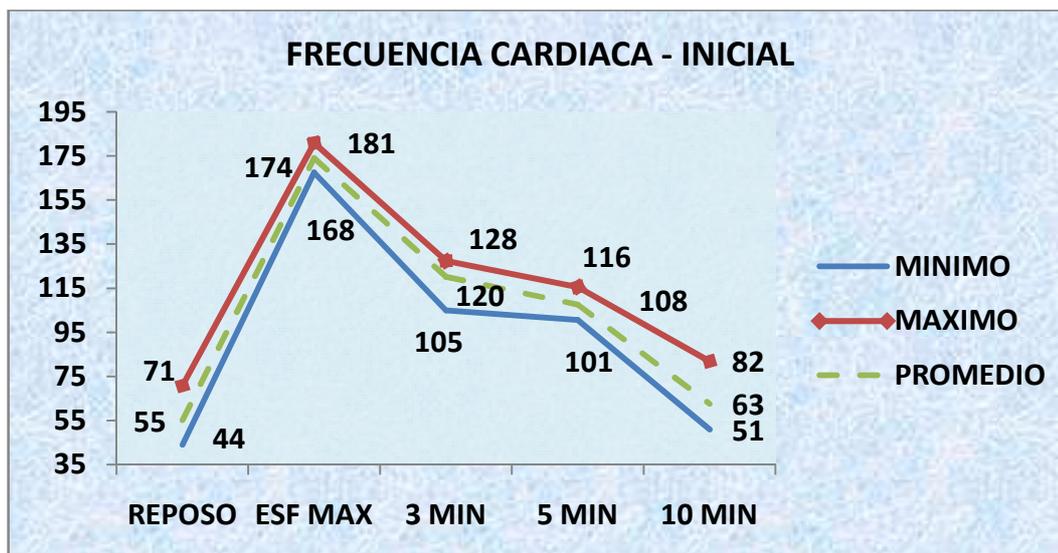


Figura 18. Evolución de la Frecuencia Cardiaca (FC), durante el Test de Cooper y recuperación, hasta el minuto 10. Test inicial

Tabla 18. DATOS DE FRECUENCIA CARDIACA, TOMADOS EN TEST DE COOPER (REPOSO, ESFUERZO MÁXIMO Y RECUPERACIÓN) DEL EQUIPO "FUERZAS COMANDO" (TEST FINAL)

EQUIPO COLOMBIA 2012	"FUERZAS COMANDO"	REPOSO	ESF MAX	RECUPERACION		
				3 MIN	5 MIN	10 MIN
CATOTA QUIZAGUANO MANUEL M		43	173	122	101	45
CUBERO TORRES MIGUEL A		45	169	113	101	40
GREFA CUVI FAUSTO		59	171	125	106	72
LEMA CATOTA JORGE RUBEN		51	174	117	114	55
RUIZ VERDEZOTO EDDIE DAVID		58	171	121	113	70
TAPIA SANGUANO IVAN MARCELO		52	180	121	107	49
UQUILLAS GARCIA DANIEL A		55	176	117	110	53
MINIMO		43	169	113	101	40
MAXIMO		59	180	125	114	72
PROMEDIO		52	173	119	107	55

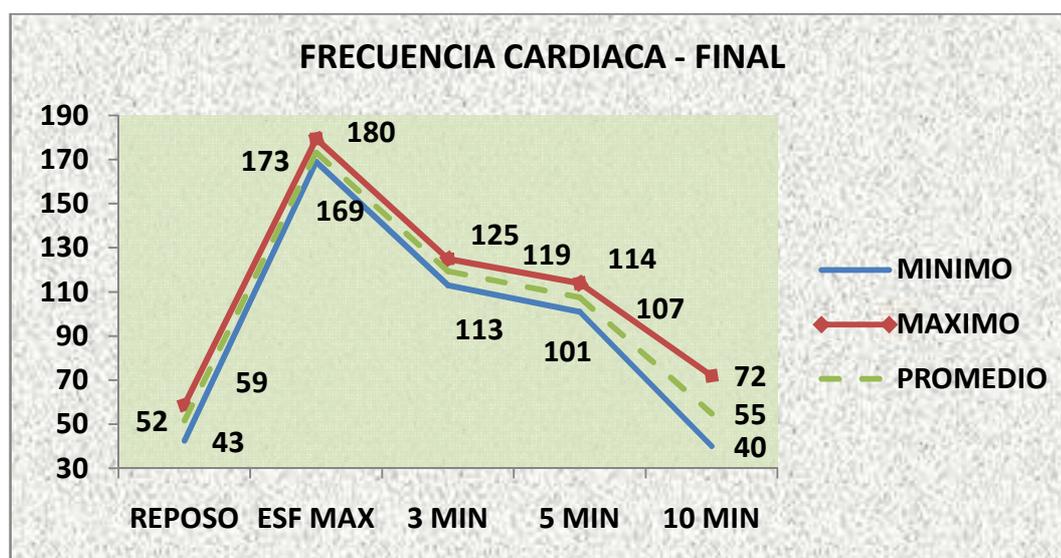


Figura 19. Evolución de la Frecuencia Cardiaca (FC), durante el Test de Cooper y recuperación, hasta el minuto 10. Test final.

DATOS PROMEDIOS DE FRECUENCIA CARDIACA, (TEST INICIAL Y FINAL)

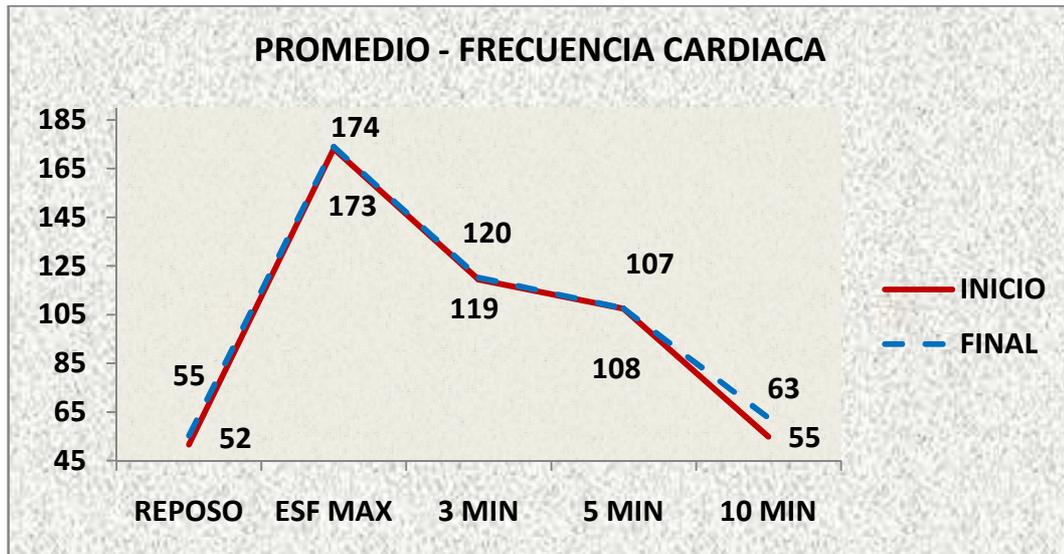


Figura 20. Evolución promedio de la Frecuencia Cardiaca (FC), durante el Test de Cooper y recuperación, hasta el minuto 10. Test inicial y final.

ANALISIS: Luego de obtener los valores promedio de Frecuencia Cardiaca, al realizar el Test de Cooper, con el equipo "Fuerzas Comando" del GEO-ECUADOR, determinamos que los datos en el test final de: FC Reposo (0 min) y Recuperación (10 min) son mayores, mientras que la FC Máxima disminuyó el 1% (inicio 174, final 173). Lo que nos indica que el grupo de atletas mejoró su condición cardiovascular.

Tabla 19. DATOS DE CONSUMO MAXIMO DE OXÍGENO, TOMADOS EN TEST DE COOPER (TIEMPO, DISTANCIA RECORRIDA Y VELOCIDAD AEROBICA MEDIA) DEL EQUIPO "FUERZAS COMANDO" (TEST INICIAL)

EQUIPO "FUERZAS COMANDO" COLOMBIA 2012	VO2 MAX	TIEMPO	DIST	VAM
CATOTA QUIZAGUANO MANUEL MESIAS	57,50 ml/kg/min	12 min	3240 Metros	4,50 m/seg
CUBERO TORRES MIGUEL ANTONIO	56,83 ml/kg/min	12 min	3200 Metros	4,44 m/seg
GREFA CUVI FAUSTO	55,17 ml/kg/min	12 min	3100 Metros	4,31 m/seg
LEMA CATOTA JORGE RUBEN	58,17 ml/kg/min	12 min	3280 Metros	4,56 m/seg
RUIZ VERDEZOTO EDDIE DAVID	53,50 ml/kg/min	12 min	3000 Metros	4,17 m/seg
TAPIA SANGUANO IVAN MARCELO	56,67 ml/kg/min	12 min	3190 Metros	4,43 m/seg
UQUILLAS GARCIA DANIEL ANDRES	57,83 ml/kg/min	12 min	3260 Metros	4,53 m/seg
MINIMO	53,50 ml/kg/min	12 min	3000 Metros	4,17 m/seg
MAXIMO	58,17 ml/kg/min	12 min	3280 Metros	4,56 m/seg
PROMEDIO	56,52 ml/kg/min	12 min	3181 Metros	4,42 m/seg

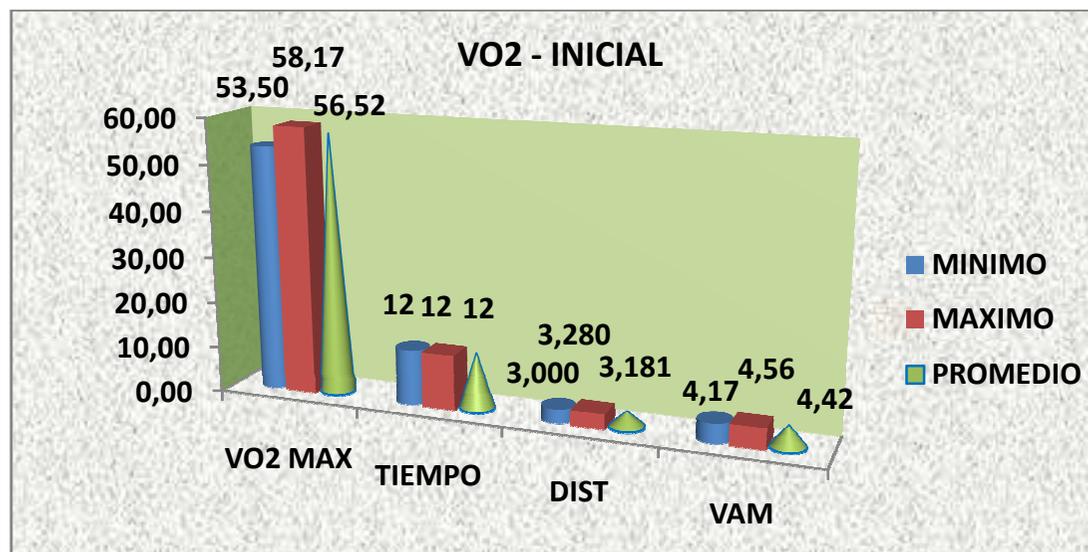


Figura 21. Valores promedio durante el Test de Cooper de: VO2max, Distancia recorrida y VAM.

Tabla 20. DATOS DE CONSUMO MAXIMO DE OXÍGENO, TOMADOS EN TEST DE COOPER (TIEMPO, DISTANCIA RECORRIDA Y VELOCIDAD AEROBICA MEDIA) DEL EQUIPO "FUERZAS COMANDO" (TEST FINAL)

EQUIPO "FUERZAS COMANDO" COLOMBIA 2012	VO2 MAX	TIEMPO	DIST	VAM
CATOTA QUIZAGUANO MANUEL MESIAS	58,17 ml/kg/min	12 min	3280 Metros	4,56 m/seg
CUBERO TORRES MIGUEL ANTONIO	57,67 ml/kg/min	12 min	3250 Metros	4,51 m/seg
GREFA CUVI FAUSTO	56,00 ml/kg/min	12 min	3150 Metros	4,38 m/seg
LEMA CATOTA JORGE RUBEN	63,50 ml/kg/min	12 min	3600 Metros	5,00 m/seg
RUIZ VERDEZOTO EDDIE DAVID	54,00 ml/kg/min	12 min	3030 Metros	4,21 m/seg
TAPIA SANGUANO IVAN MARCELO	62,17 ml/kg/min	12 min	3520 Metros	4,89 m/seg
UQUILLAS GARCIA DANIEL ANDRES	60,17 ml/kg/min	12 min	3400 Metros	4,72 m/seg
MINIMO	54,00 ml/kg/min	12 min	3030 Metros	4,21 m/seg
MAXIMO	63,50 ml/kg/min	12 min	3600 Metros	5,00 m/seg
PROMEDIO	58,81 ml/kg/min	12 min	3319 Metros	4,61 m/seg

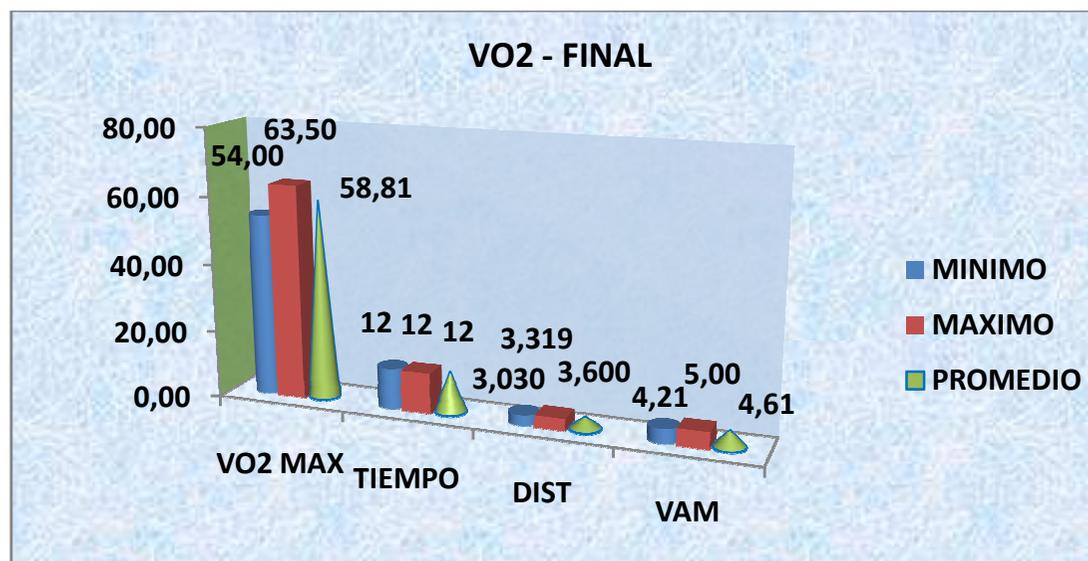


Figura 22. Valores promedio durante el Test de Cooper de: VO2max, Distancia recorrida y VAM.

DATOS PROMEDIO DE CONSUMO MAXIMO DE OXÍGENO, TOMADOS EN TEST DE COOPER (TIEMPO, DISTANCIA RECORRIDA Y VELOCIDAD AEROBICA MEDIA) DEL EQUIPO “FUERZAS COMANDO”, TEST INICIAL Y FINAL

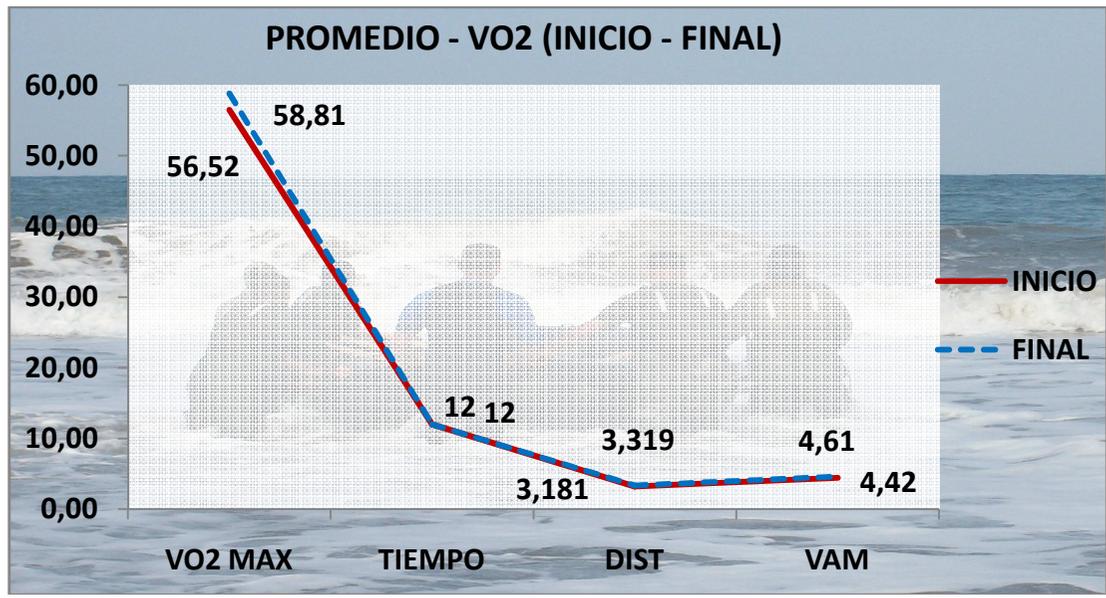


Figura 23. Valores promedios durante el Test de Cooper de: VO2max, Distancia recorrida y VAM

ANALISIS: Luego de obtener los valores promedio de VO2 máximo, al realizar el Test de Cooper, con el equipo “Fuerzas Comando” del GEO-ECUADOR, determinamos que a en el test final se incrementaron. VO2 el 4,05 % (inicio 56,52, final 58,81). Distancia recorrida en metros 4,34 % (inicio 3181 m, final 3319 m). VAM (Velocidad Aeróbica Máxima) el 4,30 % (inicio 4,42, final 4,61). Esto nos indica que el rendimiento físico del equipo mejoró.

Tabla 21. DATOS DE ACUMULACION DE LACTATO, TOMADOS EN TEST DE COOPER (REPOSO, ESFUERZO MAXIMO, 3er, 5to, 10mo minuto RECUPERACIÓN) DEL EQUIPO "FUERZAS COMANDO" (TEST INICIAL)

EQUIPO "FUERZAS COMANDO" COLOMBIA 2012	REPOSO	ESF MAX	3 MIN	5 MIN	10 MIN
CATOTA QUIZAGUANO MANUEL M	2,8	18,3	8,9	9,3	4,3
CUBERO TORRES MIGUEL A	3,3	15,3	8,7	8,2	4,6
GREFA CUVI FAUSTO	4,5	15,9	10,1	9,9	4,7
LEMA CATOTA JORGE RUBEN	2,2	17,7	11,1	9,6	4,5
RUIZ VERDEZOTO EDDIE DAVID	3,6	17,9	14,8	14,9	4,9
TAPIA SANGUANO IVAN MARCELO	3,1	16,1	8,9	8,8	3,5
UQUILLAS GARCIA DANIEL A	2,3	14,5	10,7	10,4	3,4
MINIMO	2,20	14,50	8,70	8,20	3,40
MAXIMO	4,50	18,30	14,80	14,90	4,90
PROMEDIO	3,11	16,53	10,46	10,16	4,27

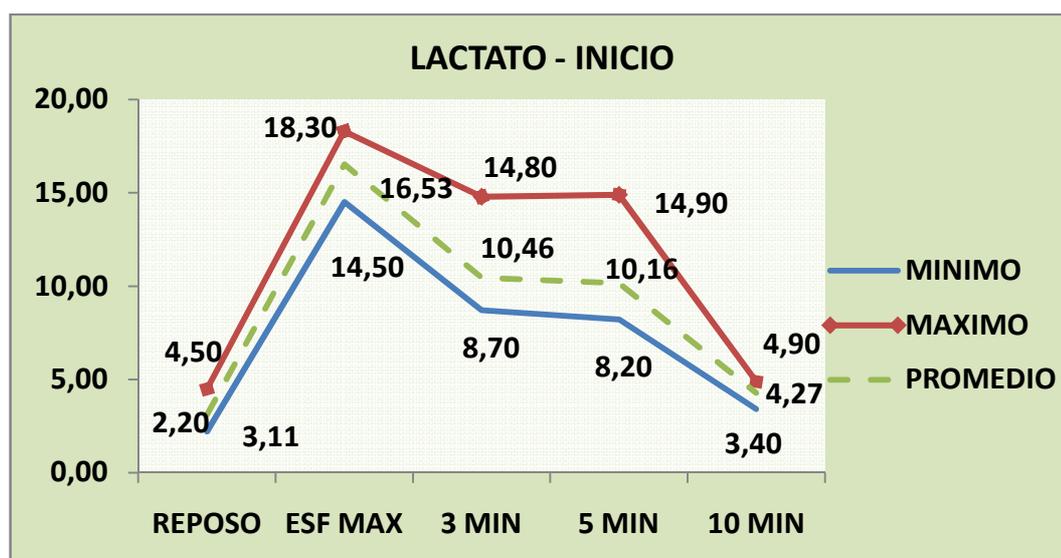


Figura 24. Evolución de Acumulación de lactato, durante el Test de Cooper y Recuperación hasta el 10 min.

Tabla 22. DATOS DE ACUMULACION DE LACTATO, TOMADOS EN TEST DE COOPER (REPOSO, ESFUERZO MAXIMO, 3er, 5to, 10mo minuto RECUPERACIÓN) DEL EQUIPO "FUERZAS COMANDO" (TEST FINAL)

EQUIPO "FUERZAS COMANDO" COLOMBIA 2012	REPOSO	ESF MAX	3 MIN	5 MIN	10 MIN
CATOTA QUIZAGUANO MANUEL M	2,3	14,9	9,1	8,5	3,1
CUBERO TORRES MIGUEL A	2,1	13,2	10,1	7,9	3,4
GREFA CUVI FAUSTO	2,8	12,4	8,5	5,8	1,4
LEMA CATOTA JORGE RUBEN	2,1	16,4	9,1	8,7	2,6
RUIZ VERDEZOTO EDDIE DAVID	3,4	20,2	15,1	16,6	4,1
TAPIA SANGUANO IVAN MARCELO	1,9	14,2	9,3	7,9	2,9
UQUILLAS GARCIA DANIEL A	1,4	17,6	10,5	9,4	2,3
MINIMO	1,40	12,40	8,50	5,80	1,40
MAXIMO	3,40	20,20	15,10	16,60	4,10
PROMEDIO	2,29	15,56	10,24	9,26	2,83

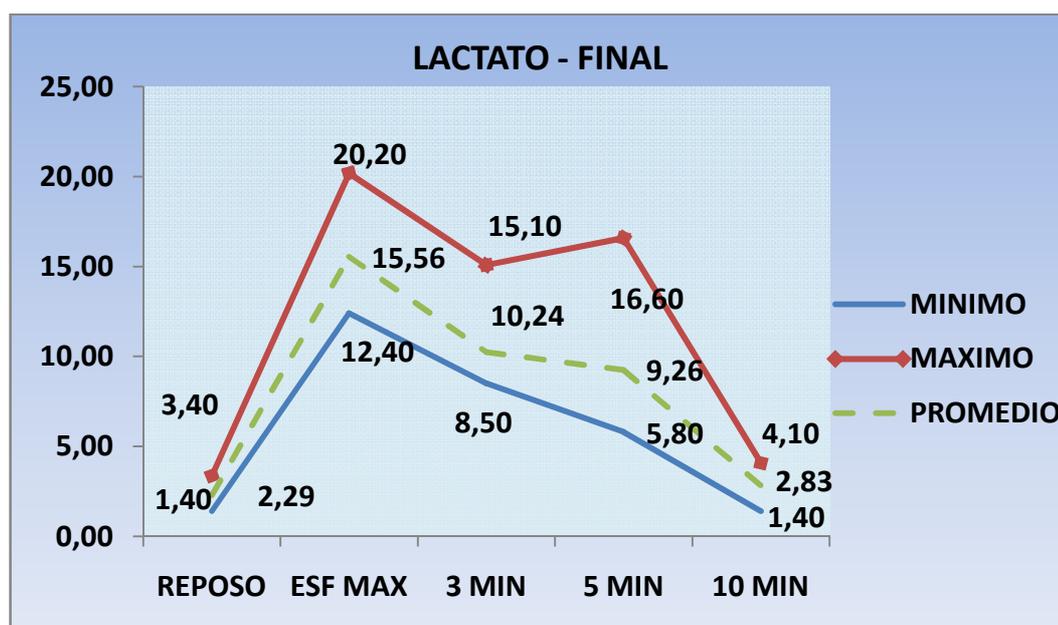


Figura 25. Evolución de Acumulación de lactato, durante el Test de Cooper y Recuperación hasta el 10 min.

DATOS DE ACUMULACION DE LACTATO, TOMADOS EN TEST DE COOPER (REPOSO, ESFUERZO MAXIMO, 3er, 5to, 10mo minuto RECUPERACIÓN) DEL EQUIPO "FUERZAS COMANDO", TEST INICIAL Y FINAL

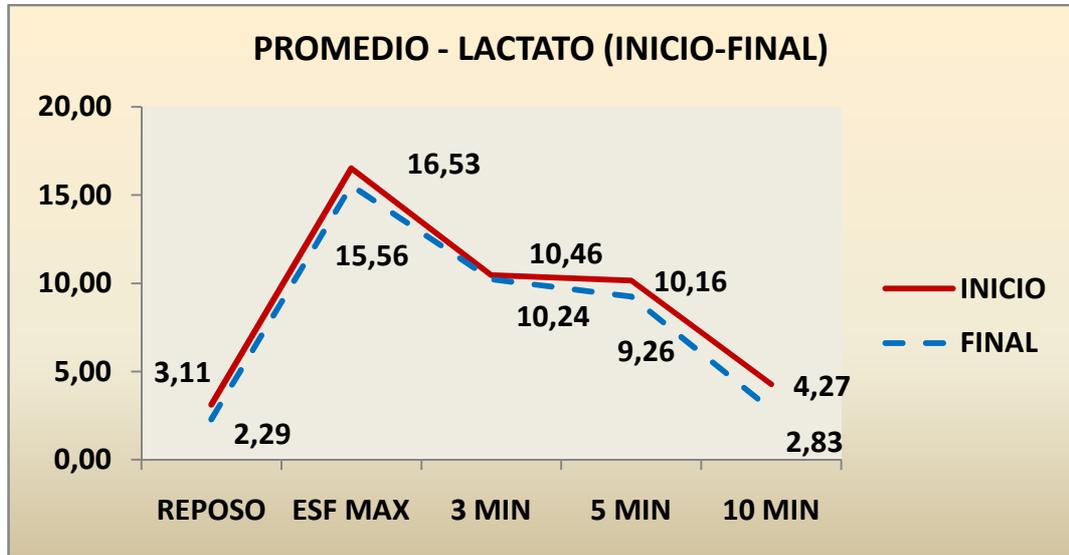


Figura 26. Valores promedio de la evolución de Acumulación de lactato, durante el Test de Cooper y Recuperación hasta el 10 min.

ANALISIS: Luego de obtener los valores promedio de Acumulación de Lactato, al realizar el Test de Cooper, con el equipo "Fuerzas Comando" del GEO-ECUADOR, determinamos que los valores en el test final fueron menores, lo que significa en porcentajes que disminuyó: Reposo 35,81 % (inicio 3,11 final 2,29), Esfuerzo máximo 6,23 % (inicio 16,53, final 15,56), 3er min 2,15 % (inicio 10,46, final 10,24), 5to min 9,72 % (inicio 10,16, final 9,26), 10 min 50,88 % (inicio 4,27, final 2,83). Lo que nos indica que la remoción del ácido láctico a nivel del mar fue mucho mejor.

Tabla 23. DATOS DE HEMOGLOBINA, TOMADOS CON EL EQUIPO “FUERZAS COMANDO”, TEST INICIAL Y FINAL

EQUIPO "FUERZAS COMANDO" COLOMBIA 2012	INICIO	FINAL
CATOTA QUIZAGUANO MANUEL MESIAS	15,60	14,40
CUBERO TORRES MIGUEL ANTONIO	14,10	15,00
GREFA CUVI FAUSTO	15,70	15,30
LEMA CATOTA JORGE RUBEN	16,10	15,70
RUIZ VERDEZOTO EDDIE DAVID	15,50	15,80
TAPIA SANGUANO IVAN MARCELO	14,60	14,60
UQUILLAS GARCIA DANIEL ANDRES	17,20	16,00
MINIMO	14,10	14,40
MAXIMO	17,20	16,00
PROMEDIO	15,54	15,26

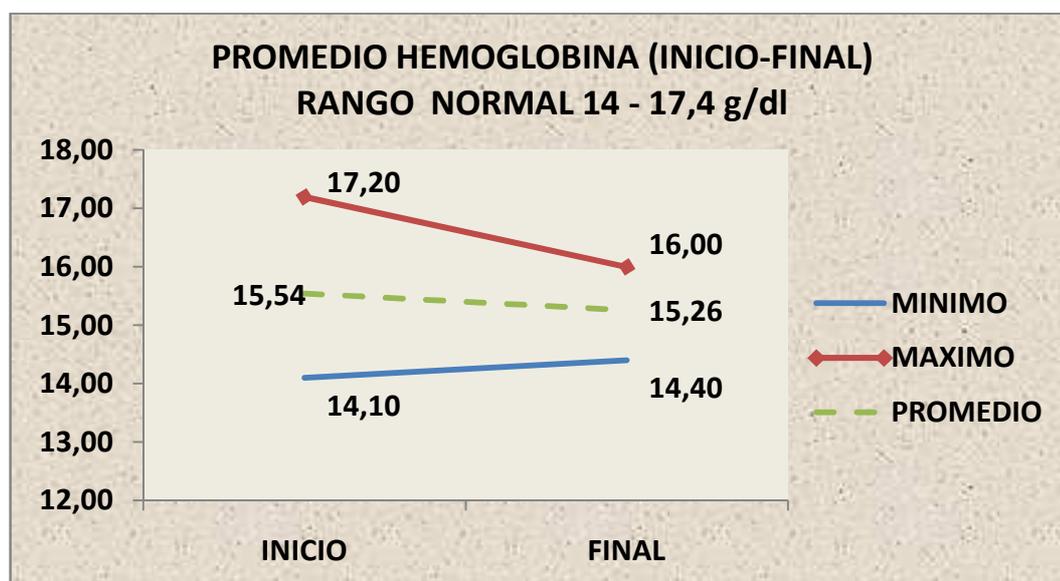


Figura 27. Valores promedio de Hg, al inicio y final del proceso de entrenamiento.

ANALISIS: Luego de obtener los valores de Hemoglobina al inicio y final del proceso de entrenamiento, del equipo “Fuerzas Comando” del GEO-ECUADOR, se obtuvo que, el valor promedio, bajó el 1,83 % (inicio 15,54, final 15,26), el valor máximo bajó 7,50 % (inicio 17,20, final 16,00), el valor mínimo aumentó 2,13 % (inicio 14,10, final 14,40). Estos valores se mantuvieron dentro del rango normal.



Figura 28. Ubicación y puntuación obtenida por los diferentes países que participaron en la Competencia "Fuerzas Comando". Colombia 2012.²⁴

ANALISIS: Ecuador se mantiene en el 2do., lugar por dos años consecutivos 2011 y 2012, pero éste año superó la marca del año anterior 2.919 y 3.886 puntos, respectivamente. Ver anexo 2

²⁴ www.ejercito.mil.co ; www.webinfomil.com/2012/06/colombia-campeon-de-fuerzas-comando.html

CAPITULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- En el presente trabajo durante el test final se determinó que los valores de frecuencia cardiaca en reposo fueron; valor mínimo 43 l/m, máximo 59 l/m, promedio 52 l/m. Y en el test inicial valor mínimo 44 l/m, máximo 71 l/m y promedio 55 l/m.
- Los valores de frecuencia cardiaca en el test final, en esfuerzo máximo fueron; mínimo 169 l/min, máximo 180 l/min, promedio 173 l/min, y en el test inicial mínimo 168 l/min, máximo 181 l/min, promedio 174 l/min.
- Durante la fase de recuperación en el test final, los valores promedio de frecuencia cardiaca al 10mo minuto fueron; mínimo 40 l/min, máximo 72 l/min, promedio 55 l/min. En el test inicial mínimo 51 l/min, máximo 82 l/min, promedio 63 l/min.
- Estos valores nos indican que en el test final los valores tanto en reposo como en recuperación, son mayores comparados con los valores iniciales, pero el valor de frecuencia cardiaca máxima en el test final disminuyó un punto, comparada con el valor del test inicial.
- Cabe mencionar que existió una correlación entre las variables frecuencia cardiaca y rendimiento físico de $r = 0.3633$ inicial y $r = 0.5780$ final. Estos valores nos indica que en el test inicial, existió una correlación positiva débil, mientras que en el test final, existió una correlación positiva aceptable. Por lo tanto el grupo de atletas mejoró e incidió en el rendimiento físico, por lo que la hipótesis es aceptada.

- Los valores iniciales de VO₂max. obtenidos son; mínimo 53.50 ml/kg/min, máximo 58.17 ml/kg/min y promedio 56.52 ml/kg/min. Valores finales mínimo 54 ml/kg/min, máximo 63,50 ml/kg/min, promedio 58.81 ml/kg/min.
- Los datos obtenidos en el rendimiento físico basado en la distancia recorrida en el test inicial fueron; mínimo 3000 m, máximo 3280 m, promedio 3181 m. Test final mínimo 3030 m, máximo 3600 m, promedio 3319 m.
- Velocidad aeróbica máxima inicial; mínimo 4.17 m/s, máximo 4.56 m/s, promedio 4,42 m/s. Velocidad aeróbica máxima final; mínimo 4.21 m/s, máximo 5.00 m/s, promedio 4,61 m/s.
- La correlación existente, entre las variables VO₂max - rendimiento físico y velocidad aeróbica máxima - rendimiento físico fue de $r = 1$ inicial y final. Este valor nos indica que en el test inicial como final, existe una correlación positiva perfecta. Por lo tanto el grupo de atletas mejoró el VO₂max y Velocidad aeróbica máxima, como tal incrementó el rendimiento físico, es decir VO₂max, y Velocidad aeróbica máxima se correlacionan de manera directa. Por lo que se acepta la hipótesis.
- Los valores obtenidos en el test inicial de lactato en reposo fueron; mínimo 2.20 mmo/l, máximo 4.50 mmo/l, promedio 3.11 mmo/l. Valores finales, mínimo 1.40 mmo/l, máximo 3.40 mmo/l, promedio 2.29 mmo/l.
- Los valores obtenidos de lactato en esfuerzo máximo inicial fueron; mínimo 14.50 mmo/l, máximo 18.30 mmo/l, promedio 16.53 mmo/l. Valores finales, mínimo 12.40 mmo/l, máximo 20.20 mmo/l, promedio 15.56 mmo/l.

- Los valores obtenidos de lactato en el test inicial durante la fase de recuperación en el 10mo minuto fueron; mínimo 3.40 mmo/, máximo 4.90 mmo/l, promedio 4.27 mmo/l. Valores finales, mínimo 1.40 mmo/l, máximo 4.10 mmo/l, promedio 2.83 mmo/l.
- La correlación existente, entre las variables Lactato y rendimiento físico inicial es $r = - 0.1901$ y final $r = - 0.1492$. Estos valores nos indican que existió una correlación inversa débil.
- La correlación existente entre las variables Hemoglobina y rendimiento físico inicial es de $r = 0.2479$ y final de $r = - 0.0810$. Estos valores nos indican que en el test inicial existió una correlación directa débil, mientras que en el test final existió una correlación inversa muy débil.
- Si analizamos la curva de comportamiento de: Vo_{2max} , distancia recorrida y VAM, determinamos que en el test final estos valores se incrementaron por tal existió un mayor rendimiento. Este incremento quiere decir que existió una respuesta positiva al proceso de entrenamiento. Como tal la variable fisiológica de frecuencia cardiaca y VO_{2max} , se relacionan en forma directa positiva, lo que indica que si una variable aumenta la otra variable también, es decir la una depende de la otra, según el coeficiente de correlación “r”. Por lo tanto incide en el rendimiento físico del equipo “Fuerzas Comando”.
- También es importante considerar los valores de lactato, ya que en el test final bajaron, lo que explica el incremento de VO_{2max} , distancia recorrida y VAM. Al existir menor concentración de lactato en el músculo, el atleta

rinde más y mejor, por lo que incide en el rendimiento físico del equipo “Fuerzas Comando”.

- Ecuador en la participación de éste año, superó la marca obtenida del año anterior, éste resultado es corroborado con el incremento en el test final de VO₂max, VAM y rendimiento físico. Los valores de frecuencia cardiaca y lactato en esfuerzo máximo disminuyeron, por lo que se acepta la hipótesis.

7.2 RECOMENDACIONES

- Realizar las coordinaciones respectivas con las instituciones y organizaciones deportivas e.g. Federeación Deportiva Militar Ecuatoriana (FEDEME), Ministerio del Deporte, Comité Olímpico Ecuatoriano, para que las investigaciones se puedan llevar a cabo con deportistas que representan a nuestro país, como también sean parte de este tipo de estudios, con el apoyo y auspicio de estas instituciones públicas.
- Que los resultados obtenidos en esta investigación sea de gran ayuda para la FEDEME y Grupo Especial de Operaciones, quién se encarga de la preparación del grupo de atletas que representan año a año a nuestro País, en esta modalidad deportiva a nivel internacional.
- Es importante realizar este tipo de estudios y otros similares, con el firme propósito de preservar y conservar la salud de los atletas, que está sometidos a jornadas exigentes y duras de entrenamiento.
- Enfatizar en la necesidad imperiosa e indispensable de llevar a cabo este tipo de investigaciones, de manera coordinada, donde se vea inmerso un equipo multidisciplinario, encaminado a contribuir con los conocimientos, para tomar las decisiones acertadas, en beneficio del recurso humano que es investigado.
- Que éste trabajo de investigación sea analizado por las respectivas autoridades para que sea publicado y se conozca en el mundo que en nuestra universidad, se hacen también investigaciones de éste tipo.

BIBLIOGRAFIA

- Arruza, J., Tellechea, S., Balagué, G., & Brustad, R. (2005). Capacidad de esfuerzo en Snowboarders: diferencias individuales en una prueba de máximo esfuerzo en half-pipe. *Revista de Psicología del deporte*, 14 (2), 283-300.
- Comité Olímpico Internacional. (2000). *Enciclopedia de la Medicina Deportiva, Libro Olímpico de la Medicina Deportiva*. Barcelona: Doyma S.A.
- Comité Olímpico Internacional. (2000). *Manual de Administración Deportiva*. Ginebra, Suiza: Hurford Enterprises Ltd.
- Costill, Jack, H., & Wilmore. (1998). *Fisiología del Esfuerzo y el Deporte*. Paidotribo.
- Cuenca, E. (2006). *Fundamentos de Fisiología*. Madrid: Thomson.
- De la Reina, L., & Martínez, V. (2003). *Manual de Teoría y Práctica del Acondicionamiento Físico*. Madrid: CV Ciencias del Deporte.
- Ejército Ecuatoriano. (2011). Participación del GEO "Ecuador" en la Competencia Fuerzas Comando 2011. *El Ejército Nacional* (190), 40-47.
- Fox, L. (1984). *Fisiología del Deporte*. Buenos Aires: Médica Panamericana S.A.
- García, M. J., Navarro, M., & Ruíz, J. (1996). *Bases Teóricas del Entrenamiento Deportivo*. Madrid: Gymnos.
- García, M. (2007). *Resistencia Entrenamiento* (Primera ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Generelo, E., & Tierz, P. (1994). *Cualidades físicas I y II (Resistencia y flexibilidad, fuerza, velocidad, agilidad y calentamiento)*. Zaragoza: Imagen y Deporte.
- Grosser, M., & Starichka, S. (1988). *Test de la condición física*. Barcelona: Martínez Roca, S.A.
- Grosser, M., Braggemann, P., & Zintl, F. (1989). *Alto rendimiento deportivo. Planificación y desarrollo*. Barcelona: Martínez Roca, S.A.
- Grosser, M., Starichka, S., & Zimmermann, E. (1988). *Principios del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Martínez Roca, S.A.

- Grupo sobreentrenamiento. www.g-se.com. (2011). *Curso Internacional de Ciclismo, Pedestrismo, Triatlón y Carreras de Aventura. Factores determinantes del rendimiento*. Córdoba, Argentina.
- Grupo Sobreentrenamiento. www.g-se.com. (2011). *Curso Internacional de Ciclismo, Pedestrismo, Triatlón y Carreras de Aventura. Valoración del rendimiento, Control bioquímico y Control de la carga*. Córdoba, Argentina.
- Harre, D. (1987). *Teoría del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires: Stadium.
- Hegedus, J. (1977). *Teoría general y especial del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires: Stadium.
- Hernández, Fernández, & Baptista. (1998). *Metodología de la Investigación*. México D.F: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Heyward, V. H. (1996). *Evaluación y Prescripción del Ejercicio*. Barcelona: Paidotribo.
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (1990). *Enciclopedia Medicina del Deporte*. Colombia: Lerner Ltda.
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (1993). *Enciclopedia Medicina Deportiva*. Bogotá Colombia: IATROS EDICIONES Ltda.
- Pazmiño, I. (1997). *Metodología de la Investigación Científica*. Quito: Gráficas Fuentes.
- Platonov, V. N. (2001). *Teoría General del Entrenamiento Deportivo Olímpico* (Primera ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Saenz, L., & Zumalabe, J. (2008). *Fisiología y Psicología de la Actividad Física y el Deporte*. Barcelona: Elsevier.
- Shephard, R. J., & Astrand, P. O. (1996). *La resistencia en el deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Thomas, J., & Nelson, J. (2007). *Métodos de Investigación en Actividad Física*. Badalona: Paidotribo.
- Verhoshansky, Y. (2002). *Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo* (Primera ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Verhoshansky, Y. (2006). *Todo sobre el Método Pliométrico* (Segunda ed.). Barcelona: Paidotribo.

- Vinuesa, M., & Coll, J. (1987). *Teoría básica del entrenamiento*. Madrid: Esteban Sanz Martínez.
- Viru, A., & Viru, M. (2003). *Análisis y Control del Rendimiento Deportivo* (Primera ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Wilmore, H., & Costill, D. (2007). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Zatsiorsky. (1989). *Metrología Deportiva*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Zhelyazhov, T. (2001). *Bases del Entrenamiento Deportivo* (Primera ed.). Barcelona: Paidotribo.

Fuentes Electrónicas

- Arruza, J., Tellechea, S., Balagué, G., & Brustad, R. (2005). *ddd.uab.cat*. Recuperado el 02 de 02 de 2012, de <http://ddd.uab.cat/pub/revpsidep/19885636v14n2p283.pdf>
- Billat, V. (2002). *es.scribd.com*. (Paidotribo, Ed.) Recuperado el 28 de 10 de 2011, de <http://es.scribd.com/doc/17483411/16/El-sistema-cardiovascular-elemento-clave-del-rendimiento-deportivo>
- Boraita, A. (2001). *dmedicina.com*. Recuperado el 14 de 08 de 2011, de <http://www.dmedicina.com/vida-sana/salud-y-deporte/la-importancia-del-control-medico>
- Carbajal, G. (2009). *triatlonrosario.com*. Recuperado el 24 de 09 de 2011, de <http://www.triatlonrosario.com/2009/12/vo2-maximo-consumo-maximo-de-oxigeno.html>
- Castro, C. (2007). *efdeportes.com*. Recuperado el 22 de 10 de 2011, de <http://www.efdeportes.com/efd114/factores-fisiologicos-determinantes-en-el-ciclismo-de-carretera.htm>
- Ejército de Colombia. (2012). *webinfomil.com*. Recuperado el 16 de 06 de 2012, de www.webinfomil.com/2012/06/colombia-campeon-de-fuerzas-comando.html
- Ejército del Ecuador. (2011). *ejercitodelecuador.mil.ec*. Recuperado el 22 de 11 de 2011, de www.ejercitodelecuador.mil.ec
- Ejército República de El Salvador. (2011). *fuerzaarmada.gob.sv*. Recuperado el 20 de 06 de 2011, de www.fuerzaarmada.gob.sv:90/webcomand/

- Fernández, A., & Quintana, D. (2007). *efdeportes.com*. Recuperado el 20 de 07 de 2011, de <http://www.efdeportes.com/efd114/valoracion-morfofisiologica-en-medio-fondistas.htm>
- Fisiología del deporte y Ciencias del deporte. (2008). *fisiologiadeldeporte.wordpress.com*. Recuperado el 01 de 02 de 2012, de <http://fisiologiadeldeporte.wordpress.com/2008/08/12/test-de-campo-indirecto-maximo-para-estimar-vo2-maximo>
- GEO - Ecuador. (2011). *specialoperations.com*. Recuperado el 15 de 09 de 2011, de www.specialoperations.com/Foreign/Ecuador/GEO.htm
- Legaz Arrese, A. (2000). *cdeporte.rediris.es*. Recuperado el 20 de 10 de 2011, de <http://www.cdeporte.rediris.es/revista1/anemia1.htm>
- Linares, J., Mesa, L., Vargas, P., Conde, C., García, T., & Gerardo, J. (2011). *uideporte.edu.ve*. Recuperado el 10 de 11 de 2011, de <http://www.uideporte.edu.ve/web/pdf/evaluacion%20morfofuncional.pdf>
- Moreno, L. S. (01 de 12 de 2008). *compumedicina.com*. Recuperado el 03 de 01 de 2012, de http://www.compumedicina.com/medicinadep/md_011208.pdf
- Moya, N. G. (29 de 09 de 2009). *monografias.com*. Recuperado el 10 de 02 de 2012, de <http://www.monografias.com/trabajos76/factores-sisiologicos-consumo-maximo-oxigeno/factores-sisiologicos-consumo-maximo-oxigeno2.shtml>
- Ortega, D. J. (2008). *efdeportes.com*. Recuperado el 20 de 12 de 2011, de <http://www.efdeportes.com/efd117/los-analisis-de-sangre-en-triatletas.htm>