

ESTUDIO DEL ÁCIDO LÁCTICO EN EL CROSSFIT: APLICACIÓN EN CUATRO SESIONES DE ENTRENAMIENTO

LACTIC ACID STUDY IN CROSSFIT: APPLICATION IN FOUR TRAINING SESSIONS

- 1) M.Sc. Vicente Enrique Brito Vásquez *. Email: vicentebrit@gmail.com, Tél: +593 999065861
- 2) M.Sc. Hernán Alberto Granizo Riquetti*. Email: hachegranizo_22@hotmail.com
- 3) Dr.C. Santiago Calero Morales**. Email: sscalero@espe.edu.ec

*Universidad de Cuenca. Ecuador

**Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador

RESUMEN

Introducción: El ácido láctico es un compuesto orgánico implícito en la actividad muscular, por lo cual suele ser un indicador en la prescripción y evaluación del ejercicio físico. **Objetivo:** Realizar un análisis comparativo del lactato en cuatro sesiones de entrenamiento de CrossFit, valorado el efecto del proceso antes, durante y después de finalizado cada sesión de entrenamiento. **Métodos:** Se estudia la acumulación de lactato en 10 deportistas varones (20-33 años) durante cuatro sesiones o test que conforman un microciclo de entrenamiento, las pruebas se realizan antes, durante y después de finalizada cada sesión. **Resultados:** Todas las fases del lactato estudiadas en cada sesión fueron significativamente diferentes ($p=0,000$) demostrando la efectividad del entrenamiento, incluido la comparación de las dos últimas pruebas (Lactato Inmediatamente Finalizado el Ejercicio y Lactato en Recuperación Pasiva), mientras que al comparar independientemente cada fase de los niveles de lactato con las obtenidas en cada sesión se determinó la no existencia de diferencias significativas (Fase uno: Lactato en Reposo: $p=0,582$; Fase dos: Lactato Inmediatamente Finalizado el Ejercicio: $p=0,110$; Fase tres: Lactato en Recuperación Pasiva: $p=0,744$). **Conclusiones:** La investigación evidencia un índice aceptable de recuperación orgánica antes de iniciar cada uno de los cuatro test, y un

índice de recuperación similar como parte de la medición del lactato pasivo a los 10 min de finalizado el ejercicio o sesión del entrenamiento. Se recomienda a futuro estudiar los efectos de la hipoxia en organismos no adaptados bajo un régimen de entrenamiento similar a la de la presente investigación.

Palabras Claves: Lactato Sanguíneo, Crossfit, Entrenamiento de Alta Intensidad

ABSTRACT

Introduction: Lactic acid is an organic compound implicit in muscle activity, which is why it is usually an indicator in prescription and evaluation of physical exercise.

Objective: To perform a comparative analysis of lactate in four CrossFit training sessions, assessing the process effect before, during and after the end of each training sesión.

Methods: Lactate accumulation is studied in 10 male athletes (20-33 years) during four sessions or tests that make up a training microcycle, tests are performed before, during and after each session.

Results: All phases of lactate studied in each session were significantly different ($p = 0.000$), showing the training effectiveness, including the comparison of the last two tests (Lactate Immediately Completed Exercise and Lactated in Passive Recovery), while the independent comparison of each phase of the lactate levels with those obtained in each session determined the absence of significant differences (Phase One: Lactate at Rest: $p = 0.582$; Phase Two: Lactate Immediately Completed Exercise: $p = 0.110$; Phase Three: Lactate Phase in Passive Recovery: $p = 0.744$).

Conclusions: The research shows an acceptable index of organic recovery before starting each of the four tests, and a similar recovery index as part of passive lactate measurement 10 minutes after the exercise end or training session. It is recommended to effects hypoxia study on unadapted organisms under a training regime similar to present investigation.

Key Words: Blood Lactate, Crossfit, High Intensity Training

INTRODUCCIÓN

La literatura científica describe al Crossfit como un sistema de acondicionamiento basado en la implementación de ejercicios constantemente variados^{1,2}, con movimientos

funcionales de alta intensidad, por lo cual el principio de confusión muscular está implícito en él, y por ende puede provocar un incremento significativo de la masa mitocondrial conllevando el consumo de mayor ácido láctico, derivando un mayor trabajo muscular en términos de fuerza y durabilidad.

El Crossfit posee notables ventajas, las cuales se relacionan fundamentalmente con el estilo de vida y el alcance de una óptima condición física^{3,4}, su versatilidad⁵ e integralidad que le brinda una potenciación máxima a las capacidades físicas⁶, donde se influye la marca como condicionante social para su consumo en términos de marketing⁷. Por otra parte, entre las limitantes más notables detectadas en el análisis de contenido de las distintas fuentes primarias de investigación está el alto riesgo de lesiones, tal y como se afirma en Klimek, Ashbeck, Brook, & Durall⁸, y en otros autores⁹⁻¹¹.

El Crossfit al ser una práctica de gran acogida en la población, gracias a la publicidad y promoción en los medios masivos de comunicación ecuatorianos, y en especial las redes sociales¹²⁻¹⁵. En corto tiempo ha conseguido que se incrementen los centros donde se ofrece este entrenamiento denominado funcional, donde las personas buscan mejorar sus cualidades físicas y obtener un mejor aspecto estético¹⁶⁻¹⁹.

El Crossfit en el Ecuador es una metodología de entrenamiento nueva, lo cual se evidencia por la escases de estudios en el país, y por ser de reciente incorporación al sistema nacional (2008), implicando la necesidad de obtener información detallada sobre la dosificación del entrenamiento y los niveles de intensidad, para evitar, entre otros aspectos, lesiones, sobreentrenamiento y abandono deportivo.

Por tal razón, la presente investigación se centra en generar información clara y veraz sobre la mencionada metodología de entrenamiento, buscando obtener valores de lactato sanguíneo como indicador biomédico ampliamente utilizado en las investigaciones en ciencias aplicadas²⁰⁻²³, deduciendo de mejor manera el efecto con las distintas intensidades con que se aplica la carga física, así como pretender informar a deportistas e instructores sobre la producción y remoción de lactato sanguíneo para obtener, y a la post, desarrollar mejores planes de entrenamiento²⁴⁻²⁶.

Debido a lo anterior, en las ciencias aplicadas al entrenamiento deportivo es usual realizar evaluaciones ex antes o previas al proceso de entrenamiento²⁷⁻²⁹, durante el proceso de entrenamiento³⁰, y finalizado el entrenamiento^{23,31}, permitiendo describir particularidades generales para la toma de decisiones relacionadas con el proceso de dirección del entrenamiento deportivo.

Por consiguiente, como objetivo se trazó realizar un análisis comparativo del lactato en cuatro sesiones de entrenamiento de CrossFit, valorado el efecto del proceso del entrenamiento antes, durante y después de finalizado cada sesión.

MÉTODOS

El estudio a realizarse es de tipo cuasi experimental, ya que permitirá analizar parámetros fisiológicos como la acumulación de lactato en los mejores 10 deportistas varones del gimnasio de Crossfit “THE ZONE” de la ciudad de Cuenca, Ecuador. De igual forma conocer los niveles en cada uno de los cuatro tipos de sesiones aplicadas, determinado indicadores referenciales que permitan planificar adecuadamente el entrenamiento, así como brindar información científica acerca del Crossfit.

La muestra se encuentra en un rango etario entre los 20 a 33 años, las tomas de muestras se efectuaron tanto en reposo, inmediatamente al finalizar el ejercicio, y diez minutos finalizado el ejercicio en recuperación pasiva, siguiendo los debidos protocolos internacionales para la extracción y análisis de cada una de las muestras.

Las muestras se tomarán en tres fases:

- a) Lactato en Reposo: LR
- b) Lactato Inmediatamente Finalizado el Ejercicio: LIFE
- c) Lactato en Recuperación Pasiva luego de 10min: L10min

Se empleó el medidor de lactato (Accutrend plus). La medición de lactato se efectuará mediante tiras reactivas BM- LACTATE, y para su posterior procesamiento y determinación se utilizara el analizador ACCUTREND PLUS, así como las lancetas que se utilizarán en la punción para la extracción de sangre serán las ACU CHECK.

Para la toma de muestras de Lactato se mantuvo el siguiente protocolo, en relación a los tiempos determinados por los investigadores y los testeados.

- 1) Lactato en reposo. Monitoreo del Lactato 15min aproximadamente antes de iniciar el calentamiento.
- 2) Inmediatamente finalizado el circuito o test. Antes de finalizar el test se preparan las tiras BM lactate y el analizador para tomar la primera muestra de sangre inmediatamente de culminar la sesión o test, y así obtener el valor de lactato en sangre al culminar el ejercicio.
- 3) Al finalizar cada test: 10 minutos después de culminado el test el deportista es sometido a una toma de muestra de sangre para obtener los valores correspondientes de lactato sanguíneo.

Las características de cada test se muestran en la siguiente tabla, empleando el circuito en repeticiones por tiempo:

Tabla 1: Test aplicados a la muestra de estudio

TEST 1: Sesión Gimnasia 1			
Repeticiones	Ejercicio	Peso; lb	Series
20	SPRAWLS		1
30	BARRAS		1
40	SALTOS AL CAJON		1
50	BALANCEOS KETTLEBELL	60	1
60	MARTILLAZOS A LA LLANTA		1
50	BALANCEOS KETTLEBELL	60	1
40	SALTOS AL CAJON		1
30	BARRAS		1
20	SPRAWLS		1
TEST 2: Sesión Acondicionamiento Metabólico			
Repeticiones	Ejercicio	Peso; lb	Series
1	CORRER 400m		1
20	BAR MUSCLE UP		1
20	POWER SNATCH	135	1
20	SALTOS LATERALES SOBRE LA BARRA		1
20	FLEXIONES DE CABEZA		1

20	SENTADILLAS	135	1
20	PUSH UP		1
2	SUBIDAS AL CABO 6m		1
1	CORRER 400m		1

TEST 3: Sesión Levantamiento de Pesas

Repeticiones	Ejercicio	Peso; lb	Series
12	SENTADILLA CON SALTO		6
12	BARRAS EN L		6
12	FONDOS EN ANILLAS		6
12	HANDSTAND PUSH UPS		6
12	ABDOMINALES		6
12	FLEXIONES DE BRAZO ESTILO ARAÑA		6

TEST 4: Sesión Gimnasia 2

Repeticiones	Ejercicio	Peso; lb	Series
10	TIJERAS CON BARRA AGARRE FRONTAL	135	1
20	RUSSIAN KB SWINGS	60	1
30	GOBIET SQUATS	60	1
40	V UPS		1
50	KB SNATCH	60	1
40	V UPS	135	1
30	GOBIET SQUATS	60	1
20	RUSSIAN KB SWINGS	60	1
10	TIJERAS CON BARRA AGARRE FRONTAL	135	1

Fuente: www.crossfit.com (32)

Cada sesión de trabajo se representa como test de control y fueron implementados en una semana (1 microciclo) con un solo día de descanso, dosificados de la siguiente manera:

- 1) Test o Sesión 1: Lunes
- 2) Test o Sesión 2: Martes
- 3) Test o Sesión 3: Miércoles
- 4) Test o Sesión 4: Viernes

Por otra parte, para realizar las comparaciones entre los tres indicadores del lactato en cada sesión controlada, se aplicó la Prueba de Friedman ($p \leq 0,05$), al igual que la comparación para dos muestras relacionadas en los dos últimos controles del lactato en cada sesión o test (Lactato Inmediatamente Finalizado el Ejercicio y Lactato en Recuperación Pasiva), procesando los datos a partir de la Prueba de los Rangos con Signo de Wilcoxon ($p \leq 0,05$). Seguidamente, se aplicará la Prueba H de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$) valorando k muestras independientes en relación a los cuatro valores obtenidos en la comparación de las cuatro sesiones controladas como test.

RESULTADOS

Tabla 2: Valores de lactato en reposo (LR), inmediatamente finalizado el ejercicio (LIFE) y en recuperación pasiva de 10 minutos (L10 min). Test 1

No	LR: m.mol/L	LIFE: m.mol/L	L10min	Tiempo
1	1,8	19,8	14,3	0:20:29
2	2,1	17,3	13,6	0:17:56
3	1,9	14,8	8,4	0:22:31
4	2,9	16,2	12,3	0:22:05
5	3	14,3	6,3	0:21:34
6	2,2	17,6	11,3	0:17:36
7	2,8	20,1	15,4	0:21:12
8	2,7	17,6	13,9	0:19:40
9	2,3	18,4	13,6	0:18:50
10	2,4	18,2	11,7	0:21:24
Media	2,41	17,43	12,08	0:20:20

La evaluación del lactato sanguíneo como parte del primer test (Tabla 2), determinó una media del lactato en reposo (LR) de 2,41 m.mol/L, incrementándose en +15,02 m.mol/L al compararse con la media alcanzada en la medición del Lactato Inmediatamente Finalizado la Sesión (LIFE), el cual obtuvo 17,43 m.mol/L. Posteriormente, la medición del lactato en Recuperación Pasiva (L10min) obtuvo una media de 12,08 m.mol/L, una diferencia con LIFE de -5,35 m.mol/L. El tiempo promedio o media obtenida para la realización de la sesión fue de 0:20:20.

Tabla 3: Valores de lactato en reposo (LR), inmediatamente finalizado el ejercicio (LIFE) y en recuperación pasiva de 10 minutos (L10 min). Test 2

No	LR: m.mol/L	LIFE: m.mol/L	L10min	Tiempo
1	2,1	18,3	15,3	0:16:39
2	2,3	17,6	14,2	0:17:21
3	1,7	13,7	9,5	0:18:19
4	2,6	11,6	8,1	0:19:28
5	3,2	16,8	7,2	0:16:42
6	1,8	18,5	13,7	0:19:32
7	3,1	15,5	7	0:16:20
8	2,3	16	12,2	0:19:33
9	1,8	19,7	15,3	0:20:47
10	2	17,9	12,8	0:21:20
Media	2,29	16,56	11,53	0:18:36

El estudio de las medias obtenidas como parte del test 2 (Tabla 3), determinó un promedio de Lactato en Reposo (LR) de 2,29 m.mol/L y un promedio del Lactato Inmediatamente Finalizado el Ejercicio (LIFE) de 16,56 m.mol/L, para una diferencia de +14,27 m.mol/L. Por otra parte, la media obtenida en la fase de Recuperación Pasiva (L10min) se determinó en 11,53 m.mol/L, con una diferencia al compararlo con LIFE de -5,03 m.mol/L. El tiempo promedio o media obtenida para la realización de la sesión fue de 0:18:36.

Tabla 4: Valores de lactato en reposo (LR), inmediatamente finalizado el ejercicio (LIFE) y en recuperación pasiva de 10 minutos (L10 min). Test 3

No	LR: m.mol/L	LIFE: m.mol/L	L10min	Tiempo
1	2,2	16,1	11,4	0:23:06
2	1,7	13,9	8,4	0:22:19
3	2,6	14,7	11,3	0:24:15
4	2,5	12,5	8,7	0:25:25
5	3,3	17,3	11,3	0:24:56
6	2,7	17,5	15,1	0:22:35
7	2,1	14,2	8,9	0:23:01
8	2,6	11,7	7,2	0:22:20
9	2,7	14,8	9,2	0:23:17
10	1,7	17,3	14,1	0:24:12

Media	2,41	15	10,56	0:23:33
--------------	-------------	-----------	--------------	----------------

La tabla 4 describe los valores medios alcanzados en las pruebas de lactato sanguíneo como parte del test aplicado en la sesión de entrenamiento número tres. Para el caso de la prueba de Lactato en Reposo (LR) se alcanzó una media de 2,41 m.mol/L, y una media para el caso de la prueba de Lactato Inmediatamente Finalizado el Ejercicio (LIFE) de 15 m.mol/L, existiendo una diferencia entre ambos valores medios de +12,59 m.mol/L. Por otra parte, la media en la prueba de Lactato en Recuperación Pasiva (L10 min) se estableció en 10,56 m.mol/L, existiendo una diferencia con LIFE de -4,44 m.mol/L. El tiempo promedio o media obtenida para la realización de la sesión fue de 0:23:33.

Tabla 5: Valores de lactato en reposo (LR), inmediatamente finalizado el ejercicio (LIFE) y en recuperación pasiva de 10 minutos (L10 min). Test 4.

No	LR: m.mol/L	LIFE: m.mol/L	L10min	Tiempo
1	1,9	21,1	14,6	0:13:14
2	2,4	18,7	13,4	0:13:19
3	2,7	17,4	13,7	0:15:23
4	3	15,8	11,2	0:16:28
5	3,2	15,3	6,9	0:13:21
6	2,5	15,8	13,8	0:12:15
7	2,7	13,8	6,9	0:14:15
8	2,8	11,2	7	0:12:33
9	2,2	16,3	9,7	0:14:11
10	2,1	19,8	14,6	0:13:58
Media	2,55	16,52	11,18	0:13:54

Los valores de lactato obtenido como parte de la última sesión de entrenamiento o test 4, fueron delimitados en la tabla 5, para lo cual se obtuvo una media de 2,55 m.mol/L en la prueba de Lactato en Reposo (LP), y una media de 16,52 m.mol/L en la prueba de Lactato Inmediatamente Finalizado el Ejercicio (LIFE), existiendo una diferencia entre ambas pruebas de +13,97 m.mol/L. Por otra parte, el valor medio establecido en la prueba de

Lactato en Recuperación Pasiva (L10min) se ubicó en 11,18 m.mol/L, existiendo una diferencia con LIFE de -5,34 m.mol/L, mientras que la media en el tiempo empleado para culminar la sesión 4 se estableció en 0:13:54.

DISCUSIÓN

Los deportistas del gimnasio “THE ZONE” poseen un índice de lactato en reposo de 2,4 m.mol/L como promedio en su estado inicial de reposo (LR) en todas las sesiones controladas, la fuente indica que en condiciones normales los sujetos sanos que están en reposo y bien oxigenados presentan valores entre 0,7-2 m.mol/L^{33,34}, mientras que se han encontrado valores máximos en deportistas de Fitness cardiovascular entre 20-25 m.mol/L³⁵, valor éste bastante alejado de la media máxima obtenida en las cuatro sesiones o test realizados (16,38 m.mol/L).

Como el nivel de altitud sobre el nivel del mar en la ciudad de Cuenca posee ± 2550 ms,nm, pudiera ser una variable a considerar en el futuro, dado los niveles menores VO₂máx, creando micro adaptaciones que pueden influir en la adaptación orgánica³⁶⁻³⁸, y por ende existen variaciones en el entrenamiento que pueden potenciar diversos indicadores de rendimiento, incluso en entrenamientos cortos y altamente variados²³. No obstante, los autores no consideran que para el presente estudio la altitud conlleve a variaciones notables en los índices de lactato en sangre como parte del entrenamiento en la altura, dado que la muestra sometida a estudio está bioadaptada por años al entorno geográfico de la ciudad de Cuenca, al haber nacido en la región.

El análisis de las tres pruebas de lactato en cada sesión o test implementado determinó, según la Prueba de Friedman y la Prueba de los Rangos con Signo de Wilcoxon, diferencias significativas en todos los controles. Para el caso del primer test (Tabla 2), Friedman determinó una diferencia significativa ($p=0,000$), estableciendo los rangos promedios en 1,00 (LR), 3,00 (LIFE) y 2,00 (L10min) respectivamente, mientras que Wilcoxon estableció una diferencia significativa ($p=0,005$) al comparar las dos últimas pruebas de lactato; por lo tanto, la recuperación en los 10 minutos de descanso pasivo es satisfactoria, con 10 rangos negativos considerables. Por otra parte, el segundo test (Tabla 3) establece diferencias significativas según Friedman ($p=0,000$), con rangos promedios idénticos al

primer test (Tabla 2), y un valor de Wilcoxon significativo ($p=0,005$) con la disminución en los 10 niveles de lactato en reposo pasivo (L10min), establecido al comparar las dos últimas tomas de lactato. Para el caso de los test 3 y 4 (tabla 4 y 5 respectivamente) Friedman determinó las mismas diferencias significativas ($p=0,000$) con los mismos rangos promedios (LR: 1,00; LIFE: 3,00 y L10min: 2,00) que los test anteriores, estableciéndose igualmente diferencias significativas al comparar las dos últimas pruebas de lactato en cada sesión o test ($p=0,005$) según Wilcoxon, mejorando en los dos últimos test la recuperación pasiva en toda la muestra estudiada.

Lo anterior implica, que la implementación de un microciclo en el CrossFit con cuatro sesiones de movimientos funcionales de alta intensidad puede potenciar una óptima condición física, tal y como afirma diversos autores^{3,4}, y que los procesos de recuperación, a partir del estudio del lactato sanguíneo, son los suficientemente adecuados como para no provocar un agotamiento severo del organismo, aspecto valorado con el estudio y análisis de las variaciones del lactato en tres momentos básicos del entrenamientos, antes, durante y al finalizar la sesión de entrenamiento en recuperación pasiva.

Por otra parte, el análisis del estado inicial de los sujetos estudiados antes de iniciar el entrenamiento a través del Lactato en Reposo (LR) en las cuatro sesiones de entrenamiento controladas como test, no evidenciaron diferencias significativas según la Prueba H de Kruskal-Wallis ($p=0,582$). Lo anterior evidencia que el proceso de recuperación orgánica fue óptimo en las cuatro diferentes sesiones del microciclo controladas una vez realizado el descanso activo entre días, al igual que se evidencia la no existencia de diferencias significativas al comparar los cuatro controles del Lactato Inmediatamente Finalizado el Ejercicio ($p=0,110$) y el Lactato en Recuperación Pasiva de 10 minutos ($p=0,744$) como muestras independientes al ser los test de diferente diseño, especialización e intensidad, tal y como se estipula en el CrossFit^{1,2,5,6}.

La no existencia de diferencias significativas establece, incluso en un entrenamiento en altitud, que los procesos de generación, acumulación y remoción en las cuatro sesiones controladas como test fueron similares, por lo cual no se evidencia un peligro de sobreentrenamiento en sesiones cortas de alta intensidad. Aun así, el entrenamiento no

puede realizarse empíricamente, ni resulta beneficioso sin establecerse una planificación adaptada para cada individuo; debería entonces ser específico y mensurado, acción fundamental para disminuir el índice de lesiones como aspecto común en esta modalidad deportiva, tal y como se indica en la literatura consultada⁸⁻¹¹.

CONSIDERACIONES FINALES

La determinación del lactato sanguíneo es primordial para gestionar diariamente los niveles de intensidad del ejercicio en relación con el proceso de recuperación orgánica, disminuyendo los índices de lesiones al orientar de mejor manera la relación carga-descanso y las potencialidades individuales del deportista. Independientemente del nivel de intensidad de cada sesión implementada, se evidencia un índice aceptable de recuperación orgánica antes de iniciar cada uno de los cuatro test, y un índice de recuperación similar como parte de la medición del lactato pasivo a los 10 min de finalizado el ejercicio o sesión del entrenamiento.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no poseen ningún tipo de conflicto de intereses, ni financiero ni personal, que puedan influir en el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Correa M. 100 Wod Intensos De Crossfit. 1st ed.: CreateSpace Independent Publishing Platform; 2015.
2. Wayne V. Crossfit: The Beginner's Guide: Exercises and Techniques to Lose Weight and Gain Ultimate Strength. 1st ed.: CreateSpace Independent Publishing Platform; 2016.
3. Kuhn S. The culture of CrossFit: a lifestyle prescription for optimal health and fitness. Senior Theses. Illinois: Illinois State University, Sociology and Anthropology; 2013.
4. Jeffery C. CrossFit effectiveness on fitness levels and demonstration of successful program objectives. 1st ed. University AS, editor.; 2012.

5. Froning R. *First: What It Takes to Win*. 1st ed. USA: Tyndale House Publishers, Inc; 2013.
6. Gerhart HD. A comparison of crossfit training to traditional anaerobic resistance training in terms of selected fitness domains representative of overall athletic performance. Master. Indiana: Indiana University of Pennsylvania, Health and Physical Education; 2013. Report No.: 1175.
7. Ruuskanen M. The impact of CrossFit brand on consumer decision-making process. Bachelor's. 1-46: LUT Lappeenranta University of Technology, LUT School of Business and Management ; 2017.
8. Klimek C, Ashbeck C, Brook AJ, Durall C. Are injuries more common with crossfit training than other forms of exercise? *Journal of sport rehabilitation*, 1-17. 2017; 0(jsr.2016-0040): 1-17.
9. Hak PT, Hodzovic E, Hickey B. *Journal of strength and conditioning research*. [Online].; 2013 [cited 2017 Abril 23. Available from: <http://europepmc.org/abstract/med/24276294>.
10. Summitt RJ, Cotton RA, Kays AC, Slaven EJ. Shoulder injuries in individuals who participate in crossfit training. *Sports health*. 2016; 8(6): 541-546.
11. Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. Weisenthal, B. M., Beck, C. A., Maloney, M. D., DeHaven, K. E., & Giordano, B. D. (2014). Injury rate and patterns among CrossFit athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. ; 2(4): 2325967114531177.
12. Peñaherrera MA. Propuesta para la creación de un centro de entrenamiento crossfit en Quevedo. Pregrado. Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Facultad de Especialidades Empresariales; 2014.
13. Arteaga CA, Bonilla KS. Estudio de factibilidad para la implementación de un centro de entrenamiento físico en la ciudad de Manta Provincia de Manabí. Pregrado. Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas; 2014.
14. Corral JP, Maya M, Luis C. Plan de Negocios para la Implementación de una Empresa de Deportes Extremos Alternativos en la Ciudad de Quito. bachelor.

- Quito: Universidad de Las Américas, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas; 2015.
15. Sáenz Baquerizo AF. El deporte CrossFit y su promoción a través de las redes sociales en Guayaquil. Bachiller. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Comunicación Social; 2016.
 16. Gómez-Mármol A, Sánchez-Alcaraz B, Pérez M, Ribes A. El CrossFit en la Educación Física escolar. EmásF, Revista Digital de Educación Física. 2014; 30(5): 19-34.
 17. Albán I, Sebastián R. El crossfit en el desarrollo muscular de los estudiantes del bachillerato de la Unidad Educativa San Alfonso María de Ligorio de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Bachelor's. Ambato: Universidad Tècnica de Ambato, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educaciòn. Carrera de Cultura Física; 2016.
 18. Washington MS, Economides M. Strong is the new sexy: Women, crossfit, and the postfeminist ideal. Journal of Sport and Social Issues. 2016; 40(2): 143-161.
 19. Lázaro JL, Muela S. ¿Qué es el Crossfit? Lecturas: educación física y deportes. 2013 Julio; 18(182): 1-5.
 20. Tanner RK, Gore CJ. Physiological Tests for Elite Athletes-2nd Edition USA: Human Kinetics; 2013.
 21. Bailey TG, Jones H, Gregson W, Atkinson G, Cable NT, Thijssen DH. Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2012; 44(11): 2084-2089.
 22. Machado FA, Kravchychyn AC, Peserico CS, da Silva DF, Mezzaroba P. Effect of stage duration on maximal heart rate and post-exercise blood lactate concentration during incremental treadmill tests. Journal of science and medicine in sport. 2013; 16(3): 276-280.
 23. Calero S, Moposita FG, Caizaluisa RC, Morales CF, Vera AM. Efectos de la hipoxia en atletas paralímpicos con entrenamiento escalonado en la altura. Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas. 2017; 36(1): 1-12.
 24. Billat LV. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. Sports medicine. 1996; 22(3): 157-175.

25. Beneke R. Training at lactate threshold: science based concept or irrational myth. *J Sports Med Dopng Stud.* 2012; 2(3): 2.
26. Bompa T, Buzzichelli C. *Periodization Training for Sports.* 3rd ed.: Human kinetics.; 2015.
27. Barroso G, Calero S, Sánchez B. *Evaluación Ex ante de proyectos: Gestión integrada de organizaciones de Actividad Física y Deporte.* 1st ed. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.; 2015.
28. Schulenkorf N. An ex ante framework for the strategic study of social utility of sport events. *Tourism and Hospitality Research.* 2009; 9(2): 120-131.
29. Barroso G, Sánchez B, Calero S, Recalde A, Montero R, Delgado M. *Evaluación exante de proyectos para la gestión integrada de la I+D+i: Experiencia en universidades del deporte de Cuba y Ecuador. Lecturas: Educación Física y Deportes.* 2015 Mayo; 20(204): 1-7.
30. Anguera MT, Hernández-Mendo A. La metodología observacional en el ámbito del deporte. *E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte.* 2013; 9(3): 135-160.
31. Zafra AO, Toro EO, Esteve AB, Montero FO, Belmonte MB. Entrenamiento en estrategias y técnicas psicológicas y percepción de ayuda en futbolistas juveniles. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte.* 2013; 2(1): 51-58.
32. CrossFit: Forging Elite Fitness. [Online].; 2017 [cited 2017 Mayo 11. Available from: <https://www.crossfit.com>.
33. Torres LM, Aguilar JL, de Andrés JA, de león O, Gómez-Luque A, Montero A. *Tratado de anestesia y reanimación.* 1st ed. Madrid: Arán Ediciones; 2001.
34. Gómez M. *Bases del acondicionamiento físico.* 1st ed. Sevilla: Wanceulen S.L; 2008.
35. Isidro F, Heredia JR, Pinsach P, Costa MR. *Manual del entrenador personal: Del fitness al wellness.* 1st ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.
36. Brooks GA, Wolfel EE, Butterfield GE, Cymerman A, Roberts AC, Mazzeo RS, et al. Poor relationship between arterial [lactate] and leg net release during

- exercise at 4,300 m altitude. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 1998; 275(4): R1192-R1201.
37. Hochachka PW, Beatty CL, Burrell Y, Trump ME, McKenzie DC, Matheson GO. The lactate paradox in human high-altitude physiological performance. Physiology. 2002; 17(3): 122-126.
38. Ofner M, Wonisch M, Frei M, Tschakert GD, Domej W, Kröpfl JM, et al. Influence of acute normobaric hypoxia on physiological variables and lactate turn point determination in trained men. Journal of sports science & medicine. 2014; 13(4): 774.

Recibido: 10/01/2017 Aprobado: 9/02.2017