



FUNDACION H.A.BARCELO
FACULTAD DE MEDICINA

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE CROSSFIT® SOBRE LA CAPACIDAD AERÓBICA MÁXIMA, EN PERSONAS RECIÉN INICIADAS.

AUTOR/ES: Paz, Fernando Eugenio

TUTOR/ES DE CONTENIDO: Lic. Puegher, Diego.

TUTOR/ES METODOLÓGICO: Lic. Dandres, Romelí.

FECHA DE LA ENTREGA: 24/11/2015

CONTACTO DEL AUTOR: ferpaz85@yahoo.com.ar

RESUMEN

Introducción: En muchas actividades de la vida diaria, el organismo requiere de la capacidad de realizar trabajos aeróbicos. La forma de valorar este esfuerzo es mediante la capacidad aeróbica máxima (CAM) que se mide por el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.). El objetivo de este trabajo es examinar efectos del entrenamiento de *Crossfit*® sobre la CAM en personas recién iniciadas.

Material y métodos: Quienes participaron de la evaluación, son sujetos de ambos sexos entre 18 y 45 años que iniciaron recientemente en *Crossfit*® Tuluka Palermo. Se hicieron dos evaluaciones separadas por 6 semanas. En el transcurso de las semanas, los participantes concurren a su clase. Para la medición del VO₂ máx., se utilizó *The multistage 20 metre shuttle run test*, el cual consiste en correr entre dos marcas ida y vuelta separadas por 20 metros. El ritmo de carrera lo controla una señal sonora. Finalizada la prueba se toma la máxima velocidad alcanzada. Su valor se introduce en una fórmula que calcula el VO₂ máx.

Resultados: Se observó en la primera evaluación una media del VO₂ máx. de 38,5918 ml/kg/min y en la segunda, la media es de 38,2166 ml/kg/min. Esto demuestra que el entrenamiento de *Crossfit*® no generó cambios significativos en el VO₂ máx.

Discusión y Conclusión: Los evaluados entrenaron 6 semanas, basados en un estudio que afirma que el HIIT mejora la capacidad aeróbica (CA) durante ese período. Otra investigación demostró que entrenar *Crossfit*® durante 10 semanas generaba cambios significativos en la CA. Lo que demostraron las evaluaciones en Tuluka, fue que 6 semanas no son suficientes para notar cambios en el VO₂ máx. Analizando esto, se considera que habría que ampliar la cantidad de semanas de entrenamiento para comprobar si se generan cambios significativos.

Palabras Clave: Ejercicio Aeróbico, Consumo de Oxígeno, Resistencia Física.

ABSTRACT

Introduction: In everyday activities, the body requires the ability to do aerobic exercises. The way to measure this is through the maximum aerobic capacity (MAC) that is measured by the maximum oxygen consumption (VO₂max). The aim of this paper is to examine the effects of *Crossfit*® training over people who do this kind of activity for the first time, taking into account their maximum aerobic capacity.

Material and methods: People involved in this test are men and women aged between 18 and 45 years old who have recently started their training in *Crossfit*® Tuluka Palermo. They were tested twice with a gap of six weeks between each test. During that period, the participants attended their classes. To measure the maximum oxygen consumption, *The multistage 20 metre shuttle run test* was used. This last consists of one person running back and forth a distance of 20 metres indicated by two marks on the floor. The rhythm of the race is controlled by a sound signal. When this test is finished, the maximum speed achieved is measured. The amount is introduced in a formula that calculates the VO₂max.

Results: In the first test, an average of 38,5918 ml/kg/min was observed and in the second one, the average was 38,2166 ml/kg/min. The results of both tests do not show a noticeable change of the VO₂max

Discussion and conclusion: The people tested trained for 6 weeks. This period of time is based on an investigation that claims that HIIT improves the aerobic capacity (AC) during those weeks. Another research shows that training *Crossfit*® during 10 weeks, generates significant changes in the AC. The results of what was tested in Tuluka

showed that six weeks are not enough to observe changes in the VO₂max. Taking this into account, it is considered the need to expand the number of weeks of training in order to prove if any significant change is generated in the VO₂max.

Keywords: Aerobic Exercise, Oxygen Consumption, Physical Resistance

INTRODUCCIÓN

En muchas actividades de la vida diaria, una persona requiere de la capacidad del organismo para realizar trabajos principalmente aeróbicos.

Para estos esfuerzos se necesita del funcionamiento en conjunto del corazón, los pulmones y el sistema circulatorio. Estos entregan el oxígeno a las masas musculares donde se está realizando la mayor actividad metabólica.(1) La mejor forma de valorar el trabajo aeróbico de un sujeto es determinando su capacidad aeróbica máxima (CAM). Esto se logra al medir su consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.).(1, 2)

El entrenamiento es una forma de actividad física, el cual se basa en la ciencia para la planificación y la utilización de métodos que desarrollan las diferentes capacidades de un individuo.(3) El entrenamiento de la resistencia induce adaptaciones centrales y periféricas que mejoran la función cardiovascular y el potencial de los músculos esqueléticos para generar energía de forma aeróbica.(4, 5) Dicho entrenamiento incrementa el VO₂ máx., principalmente por el aumento del volumen sistólico máximo y la diferencia arterio venosa de oxígeno (A-V O₂). (1) Para mejorar el VO₂ máx., se tiene en cuenta un dato importante que es la velocidad a la que se alcanza esta variable (VVO₂ máx.). Esto se debe, a que gracias a la VVO₂ máx., se pueden planificar las diferentes distancias y tiempos de trabajo.(6)

Crossfit® es un programa de entrenamiento que contribuye en la mejora de las capacidades de un individuo.(7) Tiene como objetivo trabajar diez cualidades físicas generales, como la resistencia cardiovascular, resistencia respiratoria, resistencia muscular localizada, fuerza, flexibilidad, potencia, coordinación, agilidad, equilibrio y precisión.(8) A la sesión se la denomina entrenamiento del día o *Workouts of the day (WOD)*. Está compuesta por tres grupos fundamentales de ejercicios; gimnásticos, de levantamiento Olímpico y de acondicionamiento metabólico. En cada *WOD* se busca que el trabajo sea variado y funcional.(8, 9) Se caracteriza por poseer intervalos cortos de descanso entre series y frecuencia cardíaca elevada.(7) Estas características de pausa e intensidad, se basan en el *High intensity power training*, que es el entrenamiento de fuerza a alta intensidad. El mismo es una variación del *High-intensity interval training(HIIT)*.(9)

Se utiliza el *HIIT* como un método para mejorar la capacidad aeróbica (CA).(6, 9-11) Algunos estudios demostraron que este tipo de entrenamiento muestra cambios de la CA de una persona dentro de las 6 a 10 semanas de comenzado el trabajo.(9, 11)

Como se mencionó anteriormente, la mejor forma de valorar la CAM es mediante el análisis del VO₂ máx.(1) Hay mediciones directas de VO₂ máx., a través de la toma de gases inspirados y espirados en el laboratorio como el protocolo de *Bruce* o el de *Athlete-Led Protocol*.(12) Existen también pruebas indirectas de campo que proporcionan una estimación razonable del VO₂ máx.(6) Una de estas es *The multistage 20 metre shuttle run test (20mMSRT)*.(6, 13-16)

Se optó por el *20mMSRT*, ya que las pruebas de campo como ésta son una buena alternativa a las de laboratorio, debido a que son de fácil realización, generan bajos costos económicos, no requieren de un equipamiento muy complejo, el tiempo de duración del *test* es menor y permiten la evaluación de varios participantes a la vez.(17) El otro punto importante en su elección, es que muchos estudios han informado que los

datos de VO₂ máx. obtenidos indirectamente por esta prueba, poseen valores muy similares a los *test* que miden en forma directa dicha variable.(6, 13)

El 20mMSRT fue elaborado para determinar la potencia aeróbica máxima.(6, 13) Además este test indirecto-incremental-máximo, utiliza ecuaciones donde se estima el VO₂máx.(13, 15, 16) El mismo se ha utilizado para medir la CA en personas con diferentes niveles de condición física desde los niños en edad escolar, adultos sanos que practican alguna actividad física hasta deportistas que en sus disciplinas realizan frenadas y arranques constantemente, como el baloncesto, esgrima, fútbol, karate.(6, 13-16)

El objetivo principal de este trabajo es examinar los efectos del entrenamiento de *Crossfit*® sobre la capacidad aeróbica máxima en personas recién iniciadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo, diseño y características del estudio:

Es un estudio clínico de tipo observacional, longitudinal y prospectivo.(14, 18, 19)

Población y muestra:

Quienes participaron son sujetos de ambos sexos que entrenan en *Crossfit*® Tuluka Palermo. Se inscribieron por su voluntad en el estudio a realizar.

Tamaño de la muestra: El tamaño de la muestra fue de diez participantes.

Tipo de muestreo: Es una muestra de tipo estratificada, debido a que se seleccionaron individuos entre un rango de edad establecido. Cada voluntario se sumó a la prueba por su propia elección (13, 15)

Criterios de inclusión: Participaron sujetos de ambos sexos entre 18 y 45 años, ya que el *test* que se utilizó para la toma de datos tiene una mayor fiabilidad dentro de este rango etario. (13) Realizaron el estudio personas que iniciaron recientemente el entrenamiento en *Crossfit*®.

Criterios de exclusión: Se excluyó a toda persona que presentó contraindicaciones cardio-respiratorias absolutas y relativas para una prueba de esfuerzo. (20) También a aquellas que poseían limitaciones físicas para la realización de ejercicios y presencia de patologías respiratorias crónicas.(10)

Criterios de eliminación: Se eliminó a todo individuo que no haya realizado ambas evaluaciones y cumplido con el entrenamiento.(10)

Aspectos éticos:

El presente proyecto fue evaluado por el Comité de Ética del Instituto Universitario De Ciencias De La Salud, Fundación H. A. Barceló.

Se le entregó a los participantes un documento escrito titulado “Carta de información y consentimiento escrito de participación del voluntario” y un “Consentimiento informado” explicando los objetivos y propósitos del estudio, los procedimientos experimentales, cualquier riesgo conocido a corto o largo plazo, posibles molestias;

beneficios de los procedimientos aplicados; duración del estudio; la suspensión del estudio cuando se encuentren efectos negativos o suficiente evidencia de efectos positivos que no justifiquen continuar con el estudio y, la libertad que tienen los sujetos de retirarse del estudio en cualquier momento que deseen. En ese documento también se indicó cómo será mantenida la confidencialidad de la información de los participantes en el estudio ante una eventual presentación de los resultados en eventos científicos y/o publicaciones. En caso de aceptación el sujeto firmó dicho documento.

Procedimiento/s

Instrumento(s)/Materiales:

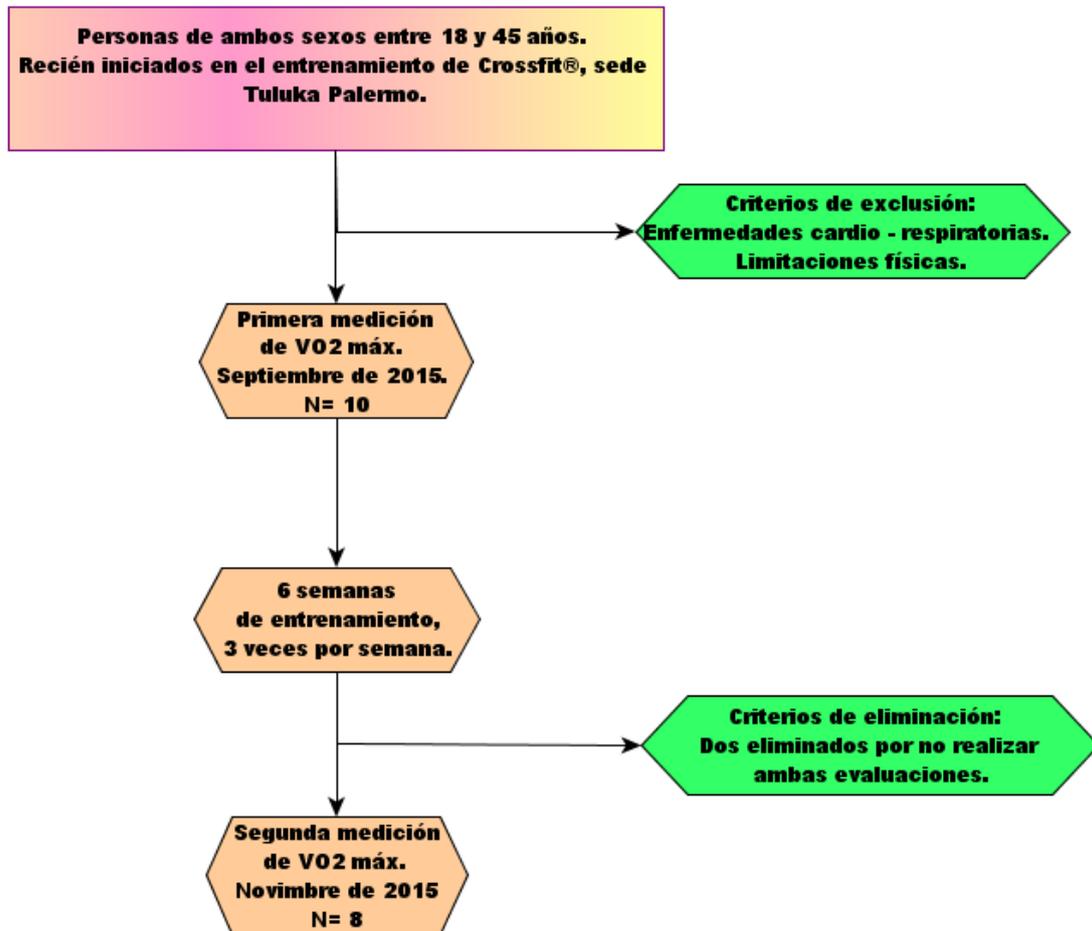
Para determinar el ritmo de carrera se utilizó un equipo *DELL*. La *Laptop Inspiron 14R*, con pantalla de 14", tapas *SWITCH* intercambiables y procesadores *Intel® Core™* de 3ra generación. Se colocaron conos para marcar la distancia de 20 metros.(16)

Método:

Se colgaron carteles en las sede de *Crossfit®* Tuluca Palermo, donde se explicó cómo era la prueba. También se asistió a varias clases en la búsqueda de mayores postulantes. Los interesados se inscribieron en la recepción del local donde dejaron sus datos. En ese momento, también se les pidió que firmen el consentimiento informado donde se detallaba los objetivos del estudio.(6, 8, 12, 14) Luego de conseguir el número de participantes deseados y controlar que todos entren dentro de los criterios de inclusión, el autor citó por vía telefónica a los participantes y les informó el día y el horario del *test*.

El licenciado Astraldi Ignacio Matías, matrícula n° 12.707, evaluó a los sujetos. Les hizo dos evaluaciones, separadas una de la otra por 6 semanas.(11) En el transcurso de las semanas entre cada *test*, los participantes realizaron su clase de *Crossfit®*. La frecuencia de entrenamiento fue de tres veces por semana.(10, 11) Estas clases se dictaron por el instructor que seleccionó el establecimiento para el horario donde asistió cada sujeto.

El *test* consiste en correr entre dos marcas, ida y vuelta, separadas una de la otra por 20 m. El ritmo de carrera es controlado por una señal sonora. La velocidad inicial es de 8,5 km/h⁻¹ que se incrementa en 0,5 km/h⁻¹ con intervalos de 1 minuto. Dichos intervalos se denominan etapas. El sujeto debe pisar detrás de la línea en el momento justo en que se reproduce la señal audible o *beep*. Esta prueba llega a su fin cuando la persona no puede continuar por la fatiga o porque en dos ocasiones seguidas no alcanza a pisar detrás de la línea en el momento del *beep*. Al finalizar la prueba, se toma la máxima velocidad alcanzada en la última etapa completa y su valor se introduce en una fórmula que calcula el VO₂ máx. $VO_2 \text{ máx.} = 31.025 + 3.238(v) - 3.248(E) + 0.1536(E)(v)$. V= velocidad máxima alcanzada en la prueba. E= edad del participante. Para mayores de 18 años, siempre se aplica el valor E= 18. (13, 16)



Tratamiento estadístico de los datos:

Los datos fueron volcados al Microsoft Excel, con el que se realizaron tablas, gráficos. Para describir a las variables cuantitativas se calculó promedio, desvío estándar, mínimo y máximo.

RESULTADOS

El total de voluntarios incluidos en la prueba fue de 10 personas de ambos sexos. Dos de ellos quedaron eliminados de la segunda evaluación por no presentarse el día de la realización del *test*.

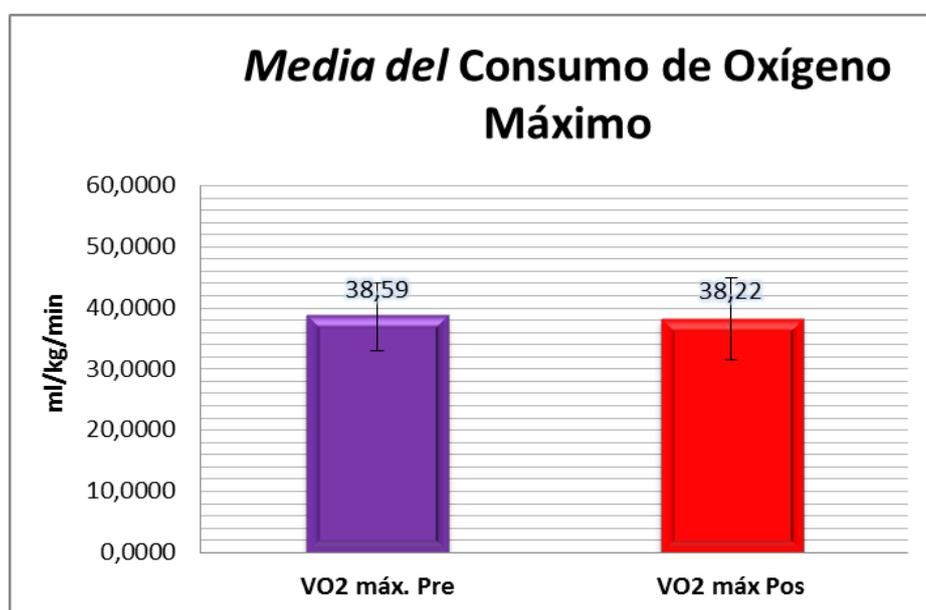
En la tabla 1 se observan medias, desvío estándar, máximo y mínimo de los datos obtenidos en relación con las mediciones del VO2 máx. realizadas a los individuos que participaron de ambas evaluaciones. El gráfico 1 muestra las medias correspondientes a dichos *tests*.

Tabla 1. Resultados del VO2 máx. Pre y VO2 máx. Pos entrenamiento (expresados en ml/kg/min).

	VO2 máx. Pre	VO2 máx Pos
Media*	38,5918	38,2166
Desvío Estándar	5,5575	6,6993
Máximo*	44,5946	44,5946
Mínimo*	29,5876	29,5876

(*) valores expresados en ml/kg/min

Gráfico 1. Media de VO2 máx. Pre y VO2 máx. Pos 6 semanas de entrenamiento de Crossfit®



Se observó en la primera evaluación una media del VO2 máx. de 38,5918 ml/kg/min y en la segunda, la media es de 38,2166 ml/kg/min. Esto demuestra que el entrenamiento de Crossfit® durante 6 semanas no generó cambios significativos en el VO2 máx.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Lo que buscaba esta investigación era observar si el *Crossfit*® generaba cambios en la CAM de las personas recién iniciadas. Como se mencionó anteriormente, se considera al *Crossfit*® como un entrenamiento de fuerza de alta intensidad que mejora las capacidades físicas de las personas que realizan esta actividad.(7) Se basa en el HIIT, el cual es un método utilizado para mejorar la CA.(9)

Se definió que los evaluados realicen su entrenamiento durante 6 semanas, ya que se siguió la línea de un estudio que comprobó que en esa cantidad de semanas, el HIIT genera una mejora en la CA de las personas evaluadas. Este artículo mencionado no utiliza al *Crossfit*® como base del entrenamiento, sino que lo realiza en una Bicicleta Ergométrica.(11)

Al analizar los resultados de las evaluaciones hechas en Tuluka Palermo, se observó que no hubo cambios significativos en el VO₂ máx. de los evaluados y por consiguiente, tampoco en su CAM.

Otra investigación demostró que el entrenamiento de *Crossfit*® durante 10 semanas provoca un aumento significativo en la CA en sujetos de ambos sexos con cualquier nivel de condición física.(9)

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente, se considera que habría que ampliar el tamaño de la muestra y la cantidad de semanas de entrenamiento de *Crossfit*®. De esta forma, se podrá confirmar si el entrenamiento de 10 semanas genera mejoras o demostrar si se requiere de mayor tiempo de trabajo.

La conclusión a la que se llegó en este trabajo final de investigación es que el *Crossfit*®, aunque se basa en el HIIT, no alcanza a lograr cambios significativos en la CAM de las personas recién iniciadas en esta actividad con solo 6 semanas de entrenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fleg JL, Pina IL, Balady GJ, Chaitman BR, Fletcher B, Lavie C, et al. Assessment of functional capacity in clinical and research applications: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*. 2000;102(13):1591-7.
2. Booth FW. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. 2012;2(2):1143-211.
3. Vidarte Claros JA, Vélez Álvarez C, Sandoval Cuellar C, Alfonso Mora ML. ACTIVIDAD FÍSICA: ESTRATEGIA DE PROMOCIÓN DE LA SALUD. *Hacia la Promoción de la Salud*. 2011;16:202-18.
4. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and Endurance Training Prescription in Healthy and Frail Elderly. *Aging and Disease*. 2014;5(3):183-95.
5. Belmonte MA, Aoki MS. Triacilglicerol intramuscular: um importante substrato energético para o exercício de endurance. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2005;11:135-40.
6. Paradisis GP, Zacharogiannis E, Mandila D, Smirtiotou A, Argeitaki P, Cooke CB. Multi-Stage 20-m Shuttle Run Fitness Test, Maximal Oxygen Uptake and Velocity at Maximal Oxygen Uptake. *Journal of Human Kinetics*. 2014;41:81-7.
7. O'Hara RB, Serres J, Traver KL, Wright B, Vojta C, Eveland E. The influence of nontraditional training modalities on physical performance: review of the literature. *Aviation, space, and environmental medicine*. 2012;83(10):985-90.
8. Partridge JA, Knapp BA, Massengale BD. An investigation of motivational variables in CrossFit facilities. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2014;28(6):1714-21.
9. Smith MM, Sommer AJ, Starkoff BE, Devor ST. Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(11):3159-72.
10. Mancilla R, Torres P, Alvarez C, Schifferli I, Sapunar J, Díaz E. High intensity interval training improves glycemic control and aerobic capacity in glucose intolerant patients. *Revista médica de Chile*. 2014;142(1):34.
11. Ziemann E, Grzywacz T, Luszczuk M, Laskowski R, Olek RA, Gibson AL. Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2011;25(4):1104-12.
12. Hamlin MJ, Draper N, Blackwell G, Shearman JP, Kimber NE. Determination of Maximal Oxygen Uptake Using the Bruce or a Novel Athlete-Led Protocol in a Mixed Population. *Journal of Human Kinetics*. 2012;31:97-104.

13. Leger L, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*. 1988;6(2):93-101.
14. Secchi JD, Garcia GC, Espana-Romero V, Castro-Pinero J. Physical fitness and future cardiovascular risk in argentine children and adolescents: an introduction to the ALPHA test battery. *Archivos argentinos de pediatria*. 2014;112(2):132-40.
15. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Wärnberg J, et al. Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Revista Española de Cardiología*. 2005;58(08):898-909.
16. Galvez Casas A, Rodriguez Garcia PL, Garcia-Canto E, Rosa Guillamon A, Perez-Soto JJ, Tarraga Marcos L, et al. [Aerobic capacity and quality of life in school children from 8 to 12]. *Clinica e investigacion en arteriosclerosis : publicacion oficial de la Sociedad Espanola de Arteriosclerosis*. 2015.
17. Ruiz JR, España Romero V, Castro Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Cuenca García M, et al. Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*. 2011;26:1210-4.
18. Patiño Villada FA, Márquez Arabia JJ, Uscátegui Peñuela RM, Estrada Restrepo A, Agudelo Ochoa GM, Manjarrés LM, et al. Efecto de una intervención con ejercicio físico y orientación nutricional sobre componentes del síndrome metabólico en jóvenes con exceso de peso. *latreia*. 2013;26:34-43.
19. Ekstrand J, Askling C, Magnusson H, Mithoefer K. Return to play after thigh muscle injury in elite football players: implementation and validation of the Munich muscle injury classification. *British Journal of Sports Medicine*. 2013;47(12):769-74.
20. Gosselin N, Troosters T. [Question 3-3. Evaluation of aerobic capacity]. *Revue des maladies respiratoires*. 2005;22(5 Pt 3):7s33-7s9.