



FUNDACION H.A.BARCELO
FACULTAD DE MEDICINA

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN

EFFECTOS DEL CROSSFIT SOBRE LA FUERZA MÁXIMA VOLUNTARIA ISOMÉTRICA DEL CUÁDRICEPS

AUTOR/ES: Carril, Federico Nicolás

TUTOR/ES DE CONTENIDO: Lic. Astraldi, Ignacio Matías

TUTOR/ES METODOLÓGICO: Lic. Ronzio, Oscar

FECHA DE LA ENTREGA: 08-11-2016

CONTACTO DEL AUTOR: Federico.nicolas.carril@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: La actividad física en la actualidad tomo un protagonismo importantísimo siendo el *Crossfit* una de las revelaciones a nivel mundial. Es por ello que se busca evaluar permanentemente el progreso del sujeto. El objetivo de este trabajo de investigación es calcular la fuerza isométrica máxima voluntaria del cuádriceps en dicha disciplina.

Material y métodos: Se evaluaron a aquellas personas que practicaron dicha actividad. La población evaluada fue mixta perteneciendo todos a la franja etaria entre 18 y 49 años. Los elementos utilizados para la medición fueron un goniómetro manual y un dinamómetro Isoforce® computarizado marca Fisiomove.

Resultados: Los datos obtenidos sobre FMVI, expresados en Kgf, han disminuido de la primera a la segunda evaluación. El análisis estadístico proyectó diferencias no significativas para las mediciones.

Discusión y Conclusión: Los resultados obtenidos de la FMVI no fueron significativos. El Inadecuado descanso de los deportistas, como consecuencia de ello la fatiga y su posterior decaimiento en el rendimiento pudo llegar a ser una de las causas. Se considera de suma importancia la necesidad de seguir profundizando sobre los efectos de esta disciplina en el rendimiento físico del deportista.

Palabras Clave: “*Crossfit*”, “fuerza”, “contracción isométrica”, “cuádriceps”, “dinamometría”, “goniometría”.

ABSTRACT

Introduction: Physical activity at present to taken a very important role being the *Crossfit* one of the revelations at the global level. This is why it is sought to permanently evaluate the progress of the subject. The objective of this research work was to calculate the maximum force isometric voluntary of the quadriceps in this discipline.

Material and methods: Those who practiced this activity were evaluated. The population was mixed all belonging to the age group between 18 and 49 years. The elements used for the measurement were a manual goniometer and a computerized Isoforce® dynamometer Fisiomove.

Results: The data obtained on FMVI, expressed in Kg, have decreased from the first to the second evaluation. The statistical analysis projected non-significant differences for the measurements.

Discussion and conclusion: The results obtained from the FMVI were not significant. The Inadequate rest of the athletes, as a consequence of this the fatigue and its subsequent decay in the performance could become one of the causes. The need to further deepen the effects of this discipline on the physical performance of the athlete is considered of paramount importance.

Keywords: “*Crossfit*”, “strength”, "isometric contraction", "quadriceps", "dynamometry", "goniometry"

INTRODUCCIÓN

El *Crossfit* es un sistema de entrenamiento compuesto por diversos movimientos realizados a alta intensidad. Tuvo su inicio alrededor de 1996 en los Estados Unidos, desde entonces avanzó y se expandió de manera exponencial. Las bases del *Crossfit* radican sobre ejercicios derivados de la gimnasia artística, levantamiento olímpico de pesas, así como también funcionales y aeróbicos, siendo estos constantemente variados y alternados. Cada entrenamiento diario es denominado *W.O.D* (*work of the day*) los cuales están diseñados para efectuarse tanto contra reloj como por la ejecución de repeticiones lo más rápido posible(1).

Con el objetivo de potenciar el desarrollo de la fuerza muscular, *Crossfit*, fija sus bases en el desarrollo de las 10 cualidades de mayor trascendencia, siendo ellas: resistencia cardiovascular, resistencia respiratoria, fuerza, flexibilidad, la capacidad de potencia de una o varias unidades musculares, velocidad, coordinación, agilidad, equilibrio y precisión(2).

Se entiende por fuerza muscular a la acción ejercida por un músculo o conjunto muscular contra una resistencia desarrollando un esfuerzo máximo. Realizar fuerza puede o no generar movimiento. La fuerza muscular voluntaria isométrica (FMVI) expresa el desarrollo de fuerza y tensión sin modificar la longitud del musculo, la cual se puede dividir empujando con fuerza máxima una resistencia, sin vencerla. Dicha capacidad es ejecutada a intensidades submáximas y escasas veces, máximas, y es mensurable por medio de la dinamometría, debido a su alto grado de fiabilidad(3, 4)

El dinamómetro es un instrumento implementado para medir la capacidad máxima de contracción voluntaria ante una resistencia externa. Existen diversos tipos: isocinéticos, isométricos manuales y fijos, siendo estos últimos los más utilizados en los últimos años al momento de evaluar la FMVI en miembros inferiores)(4-6)

El cuádriceps femoral es el músculo de mayor dimensión y potencia del cuerpo humano. Teniendo en cuenta sus funciones, es de suma importancia al momento de realizar actividades cotidianas tales como subir y bajar escaleras, caminar o levantarse de una silla. Es el encargado de desacelerar el impacto del peso corporal durante el proceso de descarga y es el principal estabilizador de la articulación de la rodilla.(3, 7, 8)

Los isquiotibiales, (semitendinoso, semimembranoso y bíceps femoral) son los responsables tanto de la extensión de cadera como de la flexión de rodilla y en este mismo movimiento parte de ellos colaboran en la rotación interna y en la rotación externa de dicha articulación. Los tendones de dicho músculo son los primordiales protectores contra la subluxación anterior de la rodilla gracias a su accionar protagónico en conjunto con el ligamento cruzado anterior.(8-10)

Por último, cuando el cuádriceps genera fuerzas sustancialmente mayores en comparación con los isquiotibiales, siendo estos demasiado débiles como para contrarrestar esta fuerza, el LCA puede resultar lesionado(11).

El objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar los efectos del *Crossfit* sobre la fuerza máxima voluntaria isométrica en cuádriceps.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo, diseño y características del estudio:

El diseño elegido para esta investigación fue experimental, analítico, longitudinal, prospectivo y cuantitativo.

Población y muestra:

Tamaño de la muestra:

Se realizó el estudio a n: 30 sujetos de *Crossfit* a quienes voluntariamente realizaron dos evaluaciones, existiendo una diferencia entre ambas de 6 semanas, es decir 45 días. (12, 13)

Tipo de muestreo:

Se realizó un estudio sistematizado, que se llevó a la práctica en *Crossfit* TULUKA Palermo con sujetos que participaron de dicha disciplina.

Criterios de inclusión: Alumnos de *Crossfit*, ambos sexos, rango etario 18-49 años, hasta 4 meses de antigüedad en la disciplina con 3 entrenamientos semanales. (5, 14)

Criterios de exclusión: Alumnas embarazadas, sin alteraciones neuromusculares, dolor en miembros inferiores. (6, 14)

Criterios de eliminación: Ausentismo en alguna de las evaluaciones.(15) No haber asistido a los 18 entrenamientos dentro del lapso de tiempo de las evaluaciones, que no hayan cumplido con la cantidad de entrenamientos semanales.(6)

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 otro denominado 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 hayan encontrado efectos negativos o suficiente evidencia de efectos positivos que no hayan justificado continuar con el estudio y, la libertad que tuvieron los sujetos de retirarse del estudio en cualquier momento que hayan deseado. En ese documento también se indicó cómo fue 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 dichos documentos.

Procedimiento/s

Instrumento(s)/Materiales:

La evaluación fue llevada a cabo por medio de un dinamómetro Isoforce® computarizado marca Fisiomove y un goniómetro manual.

Método:

El Lic. Ignacio Matías Astraldi MN 12.707, fue el encargado de llevar adelante la investigación, la cual constó de dos evaluaciones con diferencia de 6 semanas entre cada una, en las instalaciones de *Crossfit TULUKA*, Honduras 5962, Palermo, C.A.B.A.

El Licenciado entregó previamente a cada participante un consentimiento informado, en donde se detallaron los datos y procedimientos a efectuarse en dicha prueba.

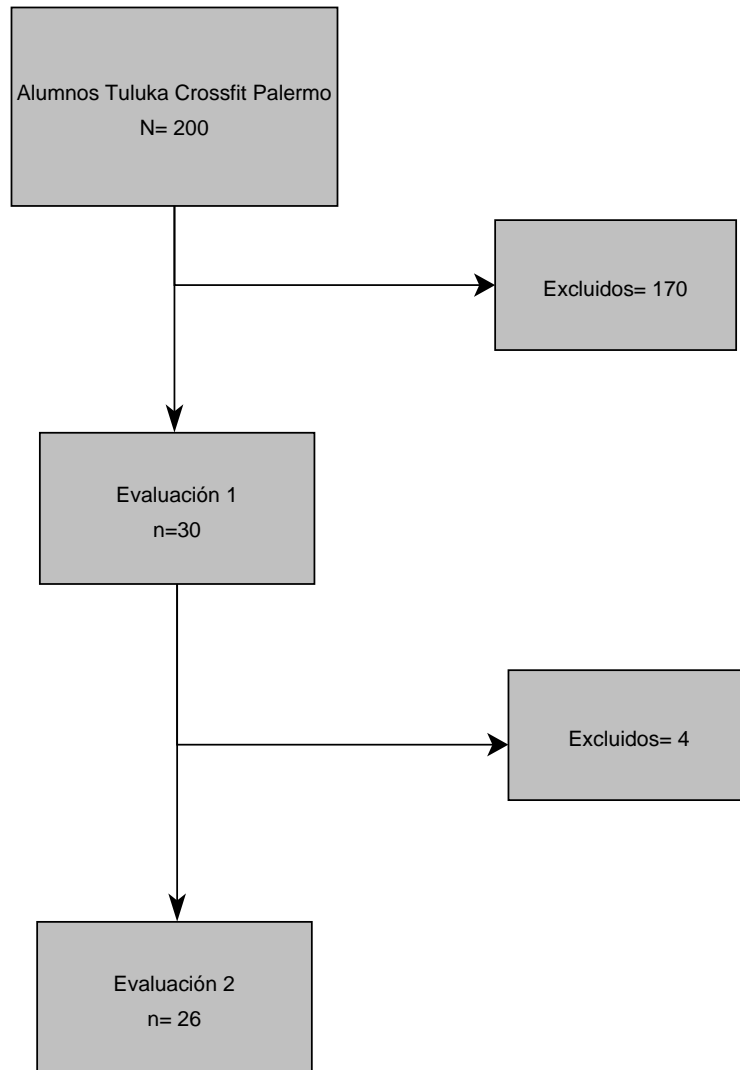
Los datos de cada participante (nombre y apellido, edad, peso y altura) fueron registrados a través del programa *Excel*.

La evaluación consistió en realizar tres mediciones de contracciones isométricas máximas, si la mejor marca se dió en la tercera repetición, se solicitó una cuarta y así sucesivamente. El tiempo de ejecución fue de 5 segundos de duración con 10 segundos de descanso, al cabo de 1 minuto de pausa se continuó con la pierna contraria, el grupo muscular: el cuádriceps, partió de los 120° ya que en este ángulo alcanzaron una óptima activación neuromuscular debido a una adecuada longitud de las fibras musculares.(16-20) Dicha evaluación fue efectuada bilateralmente (21). Para asegurar una correcta medición se implementó un goniómetro manual para alinear los segmentos corporales en el ángulo deseado. Se colocó el eje sobre el cóndilo femoral externo, el brazo fijo se alineó con la línea media longitudinal del muslo tomando como reparo óseo el trocante mayor y su brazo móvil se alineó con la línea media longitudinal de la pierna tomando como reparo el maléolo externo. (22)

El valor más alto registrado de la FMVI expresado en Kgf, entre los intentos anteriormente mencionados, fue el seleccionado para el análisis mediante el software Fisiomove (18, 23).

Previamente el sujeto efectuó una entrada en calor dentro del gimnasio de un tiempo estimado de 12 minutos, consistió en realizar estiramientos estáticos de miembros inferiores (gemelos, isquiotibiales, cuádriceps y glúteos) de 8 segundos de duración por cada región, movilidad articular de tobillos, rodillas y caderas durante 2 minutos y finalizó con 8 minutos de pedaleo en bicicleta fija a baja intensidad (19, 22).

Evaluación de cuádriceps: el sujeto sentado en una silla, cruzó sus brazos sobre el pecho y tomó con sus manos los hombros. La espalda totalmente apoyada contra el respaldo y cadera en 90° de flexión. Esta última fue estabilizada con un velcro para evitar compensaciones. Las rodillas permanecieron en un ángulo articular de 120°, apoyando los pies en el suelo. El dinamómetro estuvo sujeto por un extremo, a una estructura metálica fijada en la pared, y por el otro al los maléolos del sujeto a través de una tobillera. Se le pidió al participante que realice una extensión de rodilla(16). (16)



Tratamiento estadístico de los datos:

Los datos fueron volcados al Microsoft Excel, con el que se realizaron tablas y gráficos. Para describir a las variables cuantitativas se calculó promedio, desvío estándar, mínimo y máximo. Se aplicó el soft GraphPad InStat para analizar estadísticamente las variables. En todos los test estadísticos aplicados para muestras relacionadas e independientes se usó un nivel de significación menor del 5% para rechazar la hipótesis nula.

RESULTADOS

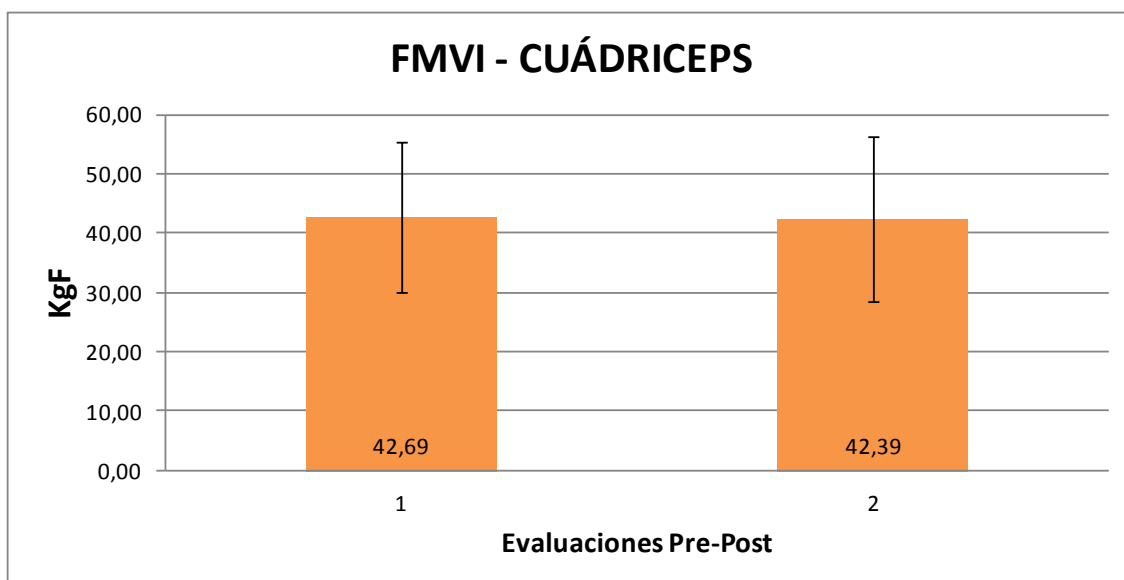
El total de sujetos que participaron en la primera medición fue de 30. De los cuales 26 lograron finalizar ambas evaluaciones cumpliendo con todos los criterios. Los 4 participantes restantes, fueron eliminados debido a que no se presentaron al momento de realizar la segunda prueba. En la tabla número 1, se detallaron los resultados de FMVI de todos los individuos contemplando media, desvío estándar, máxima y mínima.

Tabla 1

	FMVI-PRE	FMVI-POS
MEDIA	42,69	42,39
DESV. ST	12,60	13,82
MAX	76,65	78,00
MIN	27,00	20,87

Los datos obtenidos sobre FMVI, expresados en Kgf, han disminuido de la primera a la segunda evaluación. En la primera evaluación la media fue de 42,69 Kgf, mientras que en la segunda 42,39 Kgf. (Grafico 1)

Grafico 1



El análisis estadístico relacionado mediante el Paired T Test arrojó un valor de 0.8080 considerado no significativo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar, durante un período de entrenamiento de 6 semanas, cómo el *Crossfit* arbitraba sobre una de las cualidades físicas de mayor relevancia como es la fuerza máxima voluntaria isométrica.(2)

Los resultados obtenidos de la FMVI fueron analizados sin observarse un aumento del rendimiento de dicha capacidad física. El hecho de no obtener resultados significativos podría llegar a tener relación con un desequilibrio de fuerza bilateral. (24) Este desequilibrio de fuerza muscular bilateral aumenta el riesgo de lesión de los sujetos.(22) Algunos de los motivos por los cuales se registraron resultados no significativos podrían ser: Inadecuado descanso de los deportistas, como consecuencia de ello la fatiga y su posterior decaimiento en el rendimiento. Con respecto al tiempo entre las pruebas, que no haya sido suficiente para que se dé un incremento significativo de la cualidad, otra posible causa sería la mala alimentación de los mismos o intervalos de entrenamiento relativamente cortos no logrando darse una recuperación completa del deportista.

Teniendo presente la falta de investigaciones en el campo científico, se considera de trascendental importancia la necesidad de seguir profundizando sobre los efectos de esta disciplina en el rendimiento físico del deportista.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kuhn S. The Culture of CrossFit: A Lifestyle Prescription for Optimal Health and Fitness: Illinois State University; 2013
2. Copyright © CrossFit I. The CrossFit Level 1 Training Guide CrossFit Journal articles 2002.
3. Angst FK, M. Benz, T. Nehrer, S. Aeschlimann, A. Lehmann, S. . Quadriceps performance under activation of foot dorsal extension in healthy volunteers: an interventional cohort study. BMC Musculoskelet Disord. 2015;16:340.
4. Tatiana R. L. Lima¹ FSG, 2, Mara N. Carvalho³, Thaís L. M. Sousa¹, Sara L. S. Menezes^{1,2}, Agnaldo J. Lopes^{1,4}. Lower limb muscle strength is associated with functional performance and quality of life in patients with systemic sclerosis: Brazilian journal physical therapy; 2015 8p.
5. Ewa Ziemann TG, Marcin Luszczczyk, Radoslaw Laskowsky, Robert A. Olek and Ann L. Gibson. Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college - aged men: journal of strength and conditioning Association; 2011.
6. Jens Bojsen-Møller SPM, Lars Raundahl Rasmussen, Michael Kjaer, and Per Aagaard Muscle performance during maximal isometric and dynamic contractions is influenced by the stiffness of the tendinous structures. J Appl Physiol. 2005:9.
7. Douma KW, Regterschot GR, Krijnen WP, Slager GE, van der Schans CP, Zijlstra W. Reliability of the Q Force; a mobile instrument for measuring isometric quadriceps muscle strength. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2016;8:4.
8. Abdulhamid Daneshjoo ¹ NR, Abdul Halim Mokhtar ³, Ashril Yusof. Effectiveness of Injury Prevention Programs on Developing Quadriceps and Hamstrings Strength of Young Male Professional Soccer Player: Journal of Human Kinetics 2013.
9. Herzog W, Powers K, Johnston K, Duvall M. A new paradigm for muscle contraction. Front Physiol. 2015;6:174.
10. Xavier Valle JLT, Bruce Hamilton, Gil Rodas, Peter Malliaras, Nikos Malliaropoulos, Vicenc Rizo, Marcel Moreno, and Jaume Jard. Hamstring Muscle Injuries, a Rehabilitation Protocol Purpose 2015:[11 p.].
11. Roy T.H. Cheung¹ AWS, Del P. Wong³ H:Q Ratios and Bilateral Leg Strength in College Field and Court Sports Players Journal of Human Kinetics; 2012. 9 p.
12. Bettina Karsten¹ EL-Z, Gokhan Kandemir¹ , Tahir Hazir³ ,Andreas Klose⁴ , Fernando Naclerio¹. The Effects of a 6-Week Strength Training on Critical Velocity, Anaerobic Running Distance, 30-M Sprint and Yo-Yo Intermittent Running Test Performances in Male Soccer Players: PLOS ONE; 2016.
13. Mário C. Marques ¹, Ana Pereira ^{2,4}, Ivan G. Reis ⁵, Roland van den Tillaar ^{2,3} Does an in-Season 6-Week Combined Sprint and Jump Training Program Improve Strength-Speed Abilities and Kicking Performance in Young Soccer Players? : Journal of Human Kinetics 2013.
14. David A. Rice¹, Peter J. McNair¹, Gwyn N. Lewis¹ and Jamie Mannion. Experimental knee pain impairs submaximal force steadiness in isometric, eccentric, and concentric muscle actions: Rice et al. Arthritis Research & Therapy; 2015.
15. Michael M. Smith AJS, Brooke E. Starkoff and Steven T. Devor. Crossfit - based high - intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition: Journal of Strength and Conditioning Research 2013 National Strength and Conditioning Association; 2013.
16. Olivera M. Knezevic¹, DMM, MK, Jaric⁴ S. Alternating Consecutive Maximum Contraction as a Test of Muscle Function in Athletes Following ACL Reconstruction: Journal of Human Kinetics 2012. 9 p.

17. K. Watanabe¹, H. Akima³. Effect of knee joint angle on neuromuscular activation of the vastus intermedius muscle during isometric contraction: *Scand Journal Medicine and Science in Sports*; 2011.
18. Sidney B Silva¹ LCdA, Vitor E Valenti^{1,2}, Daniel V Nogueira³ , Éder R Moraes³ , Vilma Natividade¹ Paulo Rogério Gallo¹ , Dafne Herrero¹ and Patrícia M D Zacaro. Verbal and visual stimulation effects on rectus femoris and biceps femoris muscles during isometric and concentric. *International Archives of Medicine*; 2013.
19. Roger O. Kollock Jr M, ATC, CSCS; James A. Onate, PhD, ATC; Bonnie Van Lunen, PhD, ATC. The Reliability of Portable Fixed Dynamometry During Hip and Knee Strength Assessments: *Journal of Athletic Training*; 2010. 8 p.
20. Haan CJdRAdKSSÆAd. Leg dominance in relation to fast isometric torque production and squat jump height: *Eur J Appl Physiol*; 2010.
21. Chris Dickerson DGG, DPT¹ Kim Hopper, DPT¹ David Kirk, DPT¹ Cindy J. McGregor, PT, MPT, OCS¹. Immediate effects of localized vibration on hamstring and quadricep muscle performance *The International Journal of Sports Physical Therapy*; 2012. 6 p.
22. Nikos Malliaropoulos^{1, 3,4} Lena Kakoura¹ Kostas Tsitas ¹ Dimitris Christodoulou^{1,2} Alexandros Siozos¹ Peter Malliaras^{4,6} Nicola Maffulli^{4,5}. Active knee range of motion assessment in elite track and field athletes: normative values: *Journal of Human Kinetics* 2015.
23. Moreira Guimarães R. Dinamómetro manual adaptado: medición de la fuerza muscular del miembro inferior. *Fitness & Performance Journal*. 2005;4(3):145-9.
24. Athanasios A. Dalamitros¹ VM, Kosmas Christoulas², Spiros Kellis¹ Knee Muscles Isokinetic Evaluation after a Six-Month Regular Combined Swim and Dry-Land Strength Training Period in Adolescent Competitive Swimmers *Journal of Human Kinetics* 2015.