



TRABAJO FIN DE GRADO

“Análisis de la eficacia del CrossFit como método de entrenamiento para la mejora de la condición física relacionada con la salud”

Opción: Programa de intervención

Alumno: Sergio Fabio Verdú Verdú

Tutor académico: Dr. Int. Francisco Ayala Rodríguez

Curso: 2014 – 2015

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE
Universidad Miguel Hernández de Elche

ÍNDICE	Página
1. RESÚMEN/ABSTRACT.	3
2. INTRODUCCIÓN.	4
3. METODOLOGÍA.	6
3.1. Participantes.	6
3.2. Diseño.	6
3.3. Evaluación.	7
3.3.1. Cuestionarios pre-participación.	7
3.3.2. Cuestionario tasa lesional.	7
3.3.3. Evaluación de la composición corporal.	8
3.3.4. Evaluación de la condición física.	8
▪ Evaluación de la fuerza máxima.	8
▪ Evaluación de la fuerza-potencia.	9
▪ Evaluación de la capacidad aeróbica.	10
▪ Evaluación de la resistencia muscular.	10
▪ Evaluación de la agilidad.	11
▪ Evaluación de la flexibilidad.	12
▪ Evaluación del equilibrio dinámico del tren inferior.	12
▪ Evaluación de la calidad del movimiento.	12
3.3.5. Programa de intervención: entrenamiento en CrossFit	13
4. RESULTADOS.	13
4.1. Diferencias intra-participantes	13
4.2. Diferencias inter-participantes	16
5. DISCUSIÓN.	17
6. CONCLUSIONES.	19
7. BIBLIOGRAFÍA.	19
8. ANEXOS.	21

1. RESUMEN/ABSTRACT.

RESUMEN

En los últimos años, la actividad física ha cobrado una enorme importancia para el mantenimiento y mejora de la salud de la población. Así, están apareciendo nuevas metodologías en el acondicionamiento físico para la salud que, como el CrossFit, presumen de requerir de poco tiempo para la consecución de los beneficios esperados. El objetivo del presente trabajo es el de analizar el efecto crónico que produce un programa de CrossFit de cuatro semanas en diferentes parámetros de la condición física relacionada con la salud: fuerza máxima, capacidad aeróbica, potencia, resistencia muscular, agilidad, flexibilidad, equilibrio, calidad del movimiento y composición corporal. Para ello, se sometió a un total de 3 participantes sin experiencia previa en el entrenamiento de CrossFit a un programa de intervención de 4 semanas de duración. Los resultados muestran mejoras en varias de las cualidades físicas analizadas (fuerza máxima, resistencia muscular, capacidad aeróbica [sujeto 3], fuerza-potencia [tren superior y salto vertical] y flexibilidad). Por lo tanto, se puede deducir que el entrenamiento en CrossFit puede ser un estímulo suficiente para la mejora de ciertas cualidades físicas relacionadas con la salud.

Palabras clave: CrossFit, salud, efectos crónicos, entrenamiento, beneficios.

ABSTRACT

In the last years, physical activity has become extremely important for maintaining and improving the health of the population. So, new methods are appearing on physical conditioning for health, such as CrossFit, that presumed to require little time to achieve the expected benefits. The aim of this study is to analyze the chronic effect of a CrossFit program during four weeks in different parameters of physical condition related to health: maximum strength, aerobic capacity, power, muscular endurance, agility, flexibility, balance, quality of movement and body composition. For that, a total of 3 participants without previous experience are underwent in training CrossFit to an intervention program 4 weeks. The results show improvements in several of the physical properties analyzed (maximum strength, muscular endurance, aerobic capacity [subject 3], strength-power [upper body and vertical jump] and flexibility). Therefore, we can deduce that the training CrossFit can be enough stimulus to improve certain physical qualities health-related.

Keywords: Crossfit, health, chronic effects, training, benefits.

2. INTRODUCCIÓN.

En estos últimos años, la actividad física ha ido adquiriendo un rol cada vez más protagonista en el estilo de vida de la población, principalmente debido a sus evidenciados efectos positivos sobre la salud y calidad de vida, así como por su efecto profiláctico sobre las enfermedades más prevalentes en la actualidad (obesidad, colesterol, diabetes, hipertensión, etc.) (Garber et al., 2011).

Sin embargo, y a pesar de los poderosos argumentos anteriormente citados, aun son muchas las personas que no realizan de forma regular actividad física (especialmente en los países del primer mundo) (Organización Mundial de la Salud, 2004). En España, cuatro de cada diez personas se declaran sedentarias en su tiempo libre, lo que significa que entorno a un 44,4% de la población mayor de 15 años no realiza ningún tipo de actividad física (ENSE, 2012). Entre las manifestaciones esgrimidas para justificar la no realización regular de actividad física, la falta de tiempo es la que con mayor frecuencia se repite entre las personas sedentarias (Martínez et al., 2012; Moreno, Cerezo & Guerrero, 2010).

Es por ello que cada vez son más las organizaciones, tanto gubernamentales como profesionales, dentro mundo de la actividad física (ej.: American College of Sport Medicine [ACSM], American Heart Association [AHA]), que proponen alternativas de modalidades de práctica de actividad física que presumen de menor duración y mayor intensidad como una forma de optimizar el tiempo de entrenamiento y maximizar la consecución de los beneficios sobre la salud de la persona.

Un claro ejemplo de esta circunstancia es el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), o bien, lo que Smith, Sommer, Starkoff y Devor (2013) nombran como entrenamiento de potencia de alta intensidad (HIPT), que plantea una duración media de 30 minutos por sesión. Ésta última modalidad, es una nueva variación del HIIT que incorpora el entrenamiento de fuerza de alta intensidad utilizando movimientos muy variados y de múltiples articulaciones, como por ejemplo el CrossFit, y que se diferencia del HIIT en la falta de periodos de recuperación.

El CrossFit no es un programa de fitness especializado, sino un intento deliberado por optimizar la competencia física en cada uno de los diez dominios reconocidos del fitness o condición física relacionada con la salud (resistencia cardiovascular y respiratoria, estamina, fuerza, flexibilidad, potencia, velocidad, coordinación, agilidad, equilibrio y precisión) (Glassman, 2002). Además de la mejora del fitness salud, otro objetivo que se le presume al CrossFit es el de preparar a los deportistas para acontecimientos desconocidos e imprevisibles a través de la realización, durante los entrenamientos, de movimientos funcionales a alta intensidad y con constante variabilidad (Glassman, 2007). Para ello, utilizan los conocidos como "Workouts Of the Day" (WOD), sesiones de entrenamiento compuestas por todo tipo de ejercicios, como por ejemplo: cardiovasculares, habilidades gimnásticas, levantamientos olímpicos, levantamientos de pesas y lanzamientos (Glassman, 2002).

Atribuido a esta alta intensidad, el CrossFit lleva inherentes otras características como, por ejemplo, un elevado gasto calórico. Según Kliszczewicz, Snarr y Esco (2014), el programa de entrenamiento de CrossFit "CINDY" proporciona un mayor gasto calórico en comparación con programas con resistencias externas y de mayor duración. Además, Kliszczewicz et al. (2014) establecen que este mayor gasto calórico característico de las sesiones de CrossFit puede ser debido a la intensidad global de la frecuencia cardíaca en las sesiones. El entrenamiento de CrossFit presenta una frecuencia cardíaca media (FCM) de $170,8 \pm 13,5$ lat/min ($91 \pm 4,2\%$) y un consumo de oxígeno medio (VO_2) de $33,5 \pm 5,5$ ($63,8 \pm 12,3\%$) (Kliszczewicz et al., 2014). Por lo tanto, y según los parámetros establecidos por la ACSM, el CrossFit se situaría en una modalidad de intensidad vigorosa en cuanto a FCM, o bien, categorizado como intensidad moderada según el VO_2 , pero en un límite superior, casi

bordeando el límite de intensidad vigorosa (Garber et al., 2011). Asimismo, el trabajo realizado por Moyá (2014), establece que el %FCmáx y el VO2máx se sitúan en el límite superior de las recomendaciones realizadas por la ACSM (2010).

Sorprendentemente, aunque los efectos agudos de una sesión de entrenamiento de CrossFit son ampliamente conocidos, cuando nos referimos a los efectos crónicos producidos por esta modalidad, la información disponible es muy escasa (Gerhart, 2013; Paine, Uptgraft y Wylie, 2010, Patel, 2008; Smith et al., 2013). Además, la mayor parte de estos estudios se centran en analizar el efecto de un programa de entrenamiento de CrossFit sobre ciertas dimensiones del fitness salud, esto es fuerza y potencia, resistencia cardiorrespiratoria y composición corporal, quedando el resto de dominios (coordinación, equilibrio, fuerza resistencia, flexibilidad) aún sin explorar.

En este sentido, Smith et al. (2013) tras aplicar un programa de entrenamiento de CrossFit a lo largo de 10 semanas observaron mejoras significativas en la capacidad aeróbica (incremento del VO2máx de un $5,86 \pm 1,4$ ml/kg/min en hombres y de un $4,24 \pm 1,6$ ml/kg/min en mujeres), así como mejoras en la composición corporal (disminución del porcentaje de grasa corporal de un $4,2 \pm 1,3\%$ en hombres y de un $3,4 \pm 2,0\%$ en mujeres). Otro ejemplo es la tesis doctoral llevada a cabo por Patel (2008), cuyo objetivo fue analizar la influencia del CrossFit frente a la influencia del entrenamiento combinado fuerza-resistencia (A-RT) en algunos indicadores de condición física y el control de glucosa en individuos con sobrepeso y obesos. Se realizó una intervención de 8 semanas. Como resultados se obtuvieron mejoras significativas en VO2max (incrementos de hasta un 9,1%) y resistencia muscular (mejora de hasta un 38% en flexiones de rodilla y de un 6% en flexión de tronco) en el grupo CrossFit comparando las mediciones pre y post-test. En cuanto a control de glucosa y composición corporal estas mejoras no se dieron. Comparando todos los indicadores de condición física entre los dos programas de entrenamiento, no se encontraron diferencias significativas a favor de ninguno de los dos programas. Paine, Uptgraft y Wylie (2010), en un estudio realizado a lo largo de 8 semanas, establecieron un entrenamiento basado en CrossFit para soldados de EEUU. Al final, se concluye que el programa de CrossFit es un método exitoso para aumentar el nivel de condición física (se observan mejoras de hasta un 20%), independientemente del nivel de condición física inicial. Finalmente, el estudio realizado por Gerhart (2013), intenta comparar las ventajas e inconvenientes de realizar un programa de entrenamiento en CrossFit frente a otro de fuerza anaeróbica (TAR), caracterizado por un entrenamiento tradicional de fuerza con mancuernas, barras y máquinas. Se concluye que el entrenamiento de CrossFit produce resultados similares al grupo TAR. Sólo se encuentran diferencias significativas a favor del grupo CrossFit en fuerza máxima (CF= $374,47 \pm 68,23$ libras; TAR= $331,58 \pm 47,81$ libras).

Por otro lado, y quizás como consecuencia de la alta intensidad del CrossFit, se le atribuye un mayor riesgo de lesión (Hak, Hodzovic y Hickey, 2013). En este sentido, el estudio llevado a cabo por Hak, Hodzovic y Hickey (2013) informó de que un total del 73,5% de los encuestados indicó haber sufrido algún tipo de lesión durante el entrenamiento de CrossFit. Así, estos autores establecieron una tasa de lesión de 3,1 por cada 1000 horas de entrenamiento. Esta tasa lesional es muy similar a la de otras modalidades deportivas como la gimnasia (Kolt y Kirkby, 1999) o levantamientos olímpicos (Raske y Norlin, 2002; Calhoon y Fry, 1999). En el estudio de Weisenthal, Beck, Maloney, DeHaven y Giordano (2014) se estableció una tasa general de lesiones en CrossFit de un 20%, donde los varones tenían una mayor tendencia de lesión que las mujeres. También se mostraron correlaciones positivas entre la tasa de lesión y el nivel de supervisión del entrenador durante la sesión. Sin embargo, aún son necesarios más estudios que analicen la tasa lesional del CrossFit.

Por lo tanto, los objetivos principales del presente trabajo final de grado fueron analizar los efectos crónicos de un programa de CrossFit de 4 semanas de duración sobre 9 dominios del fitness relacionado con la salud (fuerza máxima, potencia, capacidad aeróbica, resistencia

muscular, agilidad, flexibilidad, equilibrio, calidad del movimiento y composición corporal) y establecer una tasa lesional en adultos jóvenes.

3. METODOLOGÍA.

3.1. Participantes

Un total de 3 hombres adultos jóvenes con diferentes niveles de condición física, escasa o nula experiencia con el entrenamiento de CrossFit y con características antropométricas variadas completaron el presente Trabajo Final de Grado (Tabla 1).

Tabla 1: Características antropométricas de la muestra.

Variable	Participante 1	Participante 2	Participante 3
Edad (años)	23	22	22
Altura (cm)	181	192	175
Peso (kg)	72'05	99,3	64'9
IMC	21'99	26'94	21'19

(cm): centímetros; (kg): kilogramos; (IMC): índice de masa corporal

Como criterios de exclusión de la muestra se establecieron: a) presentar alguna patología osteo-articular y/o músculo-tendinosa que pudiese verse agravada por la realización de las diferentes pruebas de evaluación propuestas o bien por la realización de la intervención de alta intensidad que es objeto de estudio; b) presentar una experiencia en el entrenamiento de CrossFit igual o menor a 2 semanas de entrenamiento; c) realizar otro tipo de actividad física complementaria que no sea CrossFit durante el periodo de intervención; d) no cumplir con la frecuencia de entrenamiento de 3 días a la semana durante la intervención; y e) abandonar la práctica deportiva antes de la finalización del periodo de intervención registrado (4 semanas).

Este Trabajo Final de Grado respetó en todo momento los principios de la Declaración de Helsinki. Así, antes de ser evaluados, todos los participantes fueron informados verbalmente y por escrito de los posibles riesgos y procedimientos del presente estudio y firmaron un consentimiento informado [figura 1] siguiendo las directrices marcadas por Evetovich y Hinnerichs (2012).

3.2. Diseño

Este Trabajo Final de Grado presentó un diseño de estudio de casos con estructura clásica de doble sesión pre-test (valoración inicial), programa de intervención (4 semanas) y doble sesión post-test (valoración final). Este diseño fue seleccionado por permitir una mejor interpretación de los resultados, ya que consigue minimizar el sesgo de variabilidad inter-sesión de las pruebas de valoración.

En este sentido, y antes de comenzar con la intervención, se realizó una valoración inicial (pre-test) a todos los participantes. Esta valoración inicial se efectuó durante cuatro sesiones de aproximadamente 2 horas cada una (dos sesiones para cada una de las valoraciones iniciales), estableciendo un periodo de tiempo entre las dos valoraciones iniciales de 3-5 días.

Al comienzo de la primera sesión de valoración, cada participante fue sometido a una entrevista verbal a fin de conocer sus intereses e inquietudes previas en relación al presente Trabajo Final de Grado. Además, cada participante fue instado a cumplimentar una serie de cuestionarios estandarizados de pre-participación con el objetivo de conocer su estado de salud y estratificar su nivel de riesgo durante la práctica deportiva. También se proporcionó un cuestionario para la valoración de la incidencia lesional de todos los participantes durante los 6 meses previos al inicio del programa, para posteriormente analizar las lesiones registradas

durante el programa de intervención y poder establecer una tasa lesional en adultos jóvenes. Posterior a la entrevista y la cumplimentación de los cuestionarios, cada participante fue sometido a una serie de pruebas de valoración de la composición corporal y elementos de la condición física.

Así, en cada una de las dos sesiones de pre-test se repetirán las mismas pruebas de valoración en el mismo orden [Figura 2]. Todas las sesiones de evaluación comenzaron con un calentamiento estandarizado de 10-15 minutos aproximadamente, que incluyó ejercicios de carrera, movilidad articular y estiramientos dinámicos.

Una vez completados los pre-test, los participantes iniciaron la fase de intervención. Por último, tras el periodo de intervención se llevó a cabo una sesión para la medición del post-test, que fue organizada durante la primera semana posterior al último día de intervención (Tabla 2).

Tabla 2. Cronograma del proceso de intervención

Semana	Evento
15 Junio al 21 Junio	Cuestionarios pre-participación
22 Junio al 23 Junio	Valoración Inicial 1
26 Junio al 27 Junio	Valoración Inicial 2
29 Junio al 5 Julio	Primera semana de entrenamiento
6 Julio al 12 Julio	Segunda semana de entrenamiento
13 Julio 19 Julio	Tercera semana de entrenamiento
20 Julio al 26 Julio	Cuarta semana de entrenamiento
28 Julio al 30 Julio	Valoración Final

3.3. Evaluación

Tanto los cuestionarios de valoración pre-participación como las pruebas de evaluación de la composición corporal y elementos de la condición física relacionada con la salud fueron llevados a cabo por un estudiante de último curso del grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CAFD) bajo la tutela de un doctor en Ciencias del Deporte con más de 7 años de experiencia.

3.3.1. Cuestionarios pre-participación.

Para valorar el estado de salud, se optó por administrar a todos los participantes el cuestionario para la práctica de actividad física (PAR-Q) [figura 3], desarrollado por British Columbia Ministry of Health/Canadian Society for Exercise Physiology y el *Fitness Center Preparticipation Screening Questionnaire* [figura 4], desarrollado por la American Heart Association/American College of Sports Medicine.

3.3.2. Cuestionario tasa lesional.

Se llevó a cabo una valoración de las lesiones de cada uno de los participantes en el programa, y para ello, se les suministró de forma individual un cuestionario para conocer el historial lesivo de cada uno de ellos. En este cuestionario, se preguntó sobre las características de los participantes (edad, sexo, experiencia en otros tipos de entrenamiento y sus características, frecuencia de entrenamiento, tabaquismo, consumo de alcohol, etc.), así como también todas las lesiones sufridas en el último periodo de 6 meses (número total, naturaleza y características de todas las lesiones).

De este modo, se nos permitió observar la relación de las partes del cuerpo lesionadas con el tipo de entrenamiento, la duración, la frecuencia, la relación trabajo-descanso, el sexo, la edad, etc. Así, también permitió comparar con las lesiones que se diesen en el programa de entrenamiento en Crossfit y establecer una relación entre ellas, así como también la propia incidencia lesional del entrenamiento que es objeto de estudio.

3.3.3. Evaluación de la composición corporal.

Para llevar a cabo la valoración de la composición corporal de todos los participantes, se optó por una evaluación a través de la báscula de bioimpedancia eléctrica TANITA. Con este método, y a través del registro de la altura y el peso de cada participante, se obtuvieron valores sobre parámetros como el porcentaje de masa grasa, masa muscular y agua corporal. Para ello, el participante se colocó encima de la báscula (sin zapatos ni calcetines) y mantuvo las manos sujetas a un soporte donde se encuentran los electrodos. Una vez tomada la medición, la pantalla mostró automáticamente los resultados.

3.3.4. Evaluación de la condición física.

Según Baechle y Earle (2008) se establecen 9 parámetros de la condición física relacionada con la salud. Para la evaluación de la condición física de los participantes se utilizaron un total de 13 pruebas para 7 de esos 9 parámetros: *fuerza máxima* (test 1RM indirecto en press banca en máquina; test 1RM indirecto en prensa), *potencia máxima* (test de salto horizontal; test de salto vertical; test de lanzamiento balón medicinal; drop vertical jump), *capacidad aeróbica* (test 20m SRT o Course Navette), *resistencia muscular* (test press banca YMCA; push-up test; curl-up test, side bridge test, ITO test, sorensen test), *agilidad* (T-test), *flexibilidad* (sit and reach test). Además, también se establecieron valoraciones del *equilibrio dinámico del tren inferior* (Y-Balance test) y de la *calidad de los movimientos* (batería de pruebas “Functional Movement Screen”).

▪ Evaluación de fuerza máxima.

Para valorar la fuerza de los participantes se utilizaron las pruebas de evaluación de *1 repetición máxima* (1RM) del tren superior, utilizando el ejercicio de *press banca* [figura 5], y del tren inferior, utilizando el ejercicio de *prensa* en máquina [figura 6]. Para ello, se utilizó una prueba sub-máxima para estimar el valor de la 1 RM de los participantes a través de fórmulas validadas (Nacleiro et al., 2009).

La prueba indirecta de 1RM necesita de un calentamiento previo determinado por la realización de repeticiones del ejercicio evaluado aumentando progresivamente la carga tomando como referencia la 1RM estimada para cada participante. El calentamiento se caracterizó por una activación vegetativa a través de ejercicio aeróbico (6-8 minutos a intensidad baja-media), estiramientos dinámicos (3x15 por grupo muscular), a continuación se realizaron 6-8 repeticiones al 40-60% RM estimada, y por último, tras un minuto de descanso, se realizaron 3-5 repeticiones a velocidad creciente entre el 70-80% RM estimada, para favorecer la activación neuromuscular. Tras esto, se estableció un peso que el deportista era capaz de movilizar menos de 10 veces. El peso y el número de repeticiones que realizó, fueron los datos válidos que se introdujeron en la fórmula. Se utilizó la **fórmula de Brzycki** (1993), ya que establece una correlación muy alta con la 1 RM en máquinas tradicionales (Nacleiro et al., 2009):

$$\% 1RM = 102.78 - 2.78 \text{ Rep}$$

$$1RM = \text{kg} * 100 / (102.78 - 2.78 * \text{rep})$$

Una vez obtenida la 1RM, se dividió el peso obtenido entre el peso corporal del participante para poder comparar con los valores normativos (ACSM, 2010).

▪ Evaluación de fuerza-potencia.

El Crossfit utiliza movimientos funcionales, que se caracterizan por tener la capacidad de mover grandes cargas y hacerlo de forma rápida, lo que se conoce como potencia (Glassman, 2010). De ahí que ésta sea la capacidad principal y de mayor importancia en esta “modalidad deportiva”. Para evaluar la potencia, se llevaron a cabo 4 tests diferentes para evaluar tanto la

potencia del tren superior como la del tren inferior, así como también para valorar la fuerza reactiva de la musculatura: *test de salto horizontal* (standing long jump test), *test de salto vertical* (vertical jump test), *test de lanzamiento de balón medicinal* y *test de salto con caída* (drop vertical jump).

En la prueba de salto horizontal [figura 7], el atleta permaneció con los pies sobre la línea de salida y desde ahí realizó un contra-movimiento y un salto hacia delante lo más lejos posible de la línea inicial. Para que el salto fuese válido se debía caer con los pies juntos, si no, el salto sería repetido. La distancia registrada entre la línea de salida y el talón del participante más cercano a ésta, fue la distancia que se tomó como resultado. El mejor resultado de tres intentos fue el que se registró, redondeándolo al centímetro más cercano (NSCA, 2008).

Para el test de salto vertical [figura 8], previamente el individuo frotó los dedos de la mano dominante en tiza para poder realizar la marca. Colocado con el hombro dominante a unos 15 cm de la pared y con ambos pies apoyados en el suelo, extendió la mano e hizo una marca inicial en la pared. Tras esto, el participante bajó la mano y, sin ningún paso preparatorio, realizó un contra-movimiento flexionando rápidamente las rodillas y las caderas, moviendo el tronco hacia delante y hacia abajo, y moviendo los brazos hacia atrás. Durante el salto, el brazo dominante se movió hacia arriba para que, en el punto más alto, se dejase una segunda marca en la pared. La puntuación fue la distancia vertical entre las dos marcas de tiza. Se registró el mejor de 3 intentos y se aproximó al centímetro más cercano (NSCA, 2008).

Para el test de lanzamiento de balón medicinal [figura 9], se debía delimitar una zona de lanzamiento mediante dos líneas paralelas separadas entre sí 50 cm. El participante se colocó en el interior con los pies cómodamente separados y simétricos y sosteniendo el balón con las manos. Partiendo de esa posición, el participante lanzó el balón hacia delante mediante una acción simétrica y simultánea de las manos y por encima de la cabeza. Estuvo permitido saltar siempre y cuando no se rebasase las líneas de lanzamiento con ninguna parte del cuerpo. No estuvo permitido realizar pasos previos al lanzamiento. La distancia entre la línea de lanzamiento y la zona de caída del balón es la que se registró como resultado. Se utilizó como válido el mejor de los dos intentos, aproximando al centímetro más cercano.

Por último, la realización de test de salto como el Drop Vertical Jump [figura 10], permitió evaluar el índice de fuerza reactiva de la musculatura del tren inferior. El DVJ implica que los participantes salten desde una superficie de 30 cm de altura hacia una plataforma de fuerza situada en el suelo. El participante tuvo que dejarse caer sobre la plataforma, avanzando un pie y dejándose caer por efecto gravitatorio.

La caída se realizó en flexión plantar y con extensión de rodillas y cadera, para una vez que se entró en contacto con el suelo, generar una flexión de rodillas y caderas que atenuaron la caída y que permitieron el impulso posterior. Por último, el participante debió generar un impulso repentino y máximo que lo propulsara verticalmente hacia arriba, para volver a caer sobre la superficie de fuerzas.

El índice de fuerza reactiva fue calculado a través de la ecuación propuesta por Flanagan y Comyns (2008):

$$\text{Índice Fuerza Reactiva} = \frac{\text{Altura de salto (m)}}{\text{Tiempo contacto (s)}}$$

- *Evaluación de capacidad aeróbica.*

La forma en la que se valoró la capacidad aeróbica de los participantes se basó en la obtención de los valores de consumo máximo de oxígeno (VO₂máx), ya que es el parámetro más válido para determinar la resistencia cardiorrespiratoria (ACSM, 2010). Para determinar

dicho parámetro, se utilizó una evaluación indirecta a través del test 20m SRT o Course Navette (García y Secchi, 2014; Leger et al., 1988; Leger et al. 1989).

El 20m SRT o Course Navette [figura 11], consiste en correr el mayor tiempo posible entre 2 líneas separadas por 20 m en doble sentido, ida y vuelta. El ritmo de carrera era impuesto por una señal sonora. La velocidad inicial fue de 8,5 km/h y ésta se incrementó 0,5 km/h cada minuto. El participante debía pisar detrás de la línea de 20 metros en el momento justo en que se emitía la señal sonora o «beep». El test finalizaba cuando el participante se detuviese porque alcanzaba la fatiga o cuando por 2 veces consecutivas no llegaba a pisar detrás de la línea al sonido del «beep». La velocidad obtenida en la última etapa completa fue considerada como la velocidad final alcanzada (VFA). La VFA fue utilizada para estimar el $VO_{2máx}$ a través de la utilización de la siguiente fórmula propuesta por Leger et al. (1988):

$$VO_{2máx} = (6 \times VFA) - 27,4$$

- *Evaluación de la Resistencia Muscular.*

Para evaluar otra de las capacidades de gran importancia en CrossFit como es la resistencia muscular, se optó por utilizar los 3 métodos recogidos por la ACSM en su manual de evaluación de la condición física: *press banca YMCA*, *push up test* y *curl up test*. Además, se utilizaron otros test complementarios para la valoración de fuerza resistencia de los músculos del tronco: *side bridge test*, *Ito test* y *Sorensen test*.

En la prueba de press banca YMCA [figura 12], en primer lugar, se estableció una resistencia de unos 36,3 kg. Se fijó una cadencia de 60 bpm (30 repeticiones/min). Empezando el movimiento desde una posición con los brazos extendidos y agarrando la barra de forma que la distancia entre las manos sea la misma que entre los hombros, el participante bajaba la barra hasta el pecho. Después de esto, y sin detenerse, levantaba la barra hasta extender los brazos por completo. Cada señal del metrónomo debía coincidir con la posición más alta de la barra o la más baja. La prueba finalizaba cuando el cliente ya no podía levantar la barra siguiendo la cadencia del metrónomo (ACSM, 2010).

Para el push up test [figura 13], se establecieron dos posiciones diferentes según el sexo: manos separadas por la distancia equivalente a la anchura de los hombros, espalda recta, piernas juntas y los pies como punto de apoyo con el suelo (hombres), o bien, las rodillas como punto de apoyo con el suelo y los tobillos en flexión plantar (mujeres). El participante debía levantar el cuerpo extendiendo los codos y volver a la posición baja (codos en una flexión de hasta 90°). El número máximo de flexiones realizadas consecutivamente sin descanso es el dato que se tomó como resultado. La prueba finalizaba cuando el deportista estaba exhausto y no podía seguir o era incapaz de mantener la técnica correcta durante dos repeticiones consecutivas (ACSM, 2010).

En cuanto al curl up test [figura 14], se estableció una posición inicial en decúbito supino con las rodillas en un ángulo de 90°, los brazos estirados a los lados del cuerpo y los dedos deben tocar una tira de cinta adhesiva de 10 cm. Se fijó el metrónomo en 50 bpm y se pidió al participante que hiciese flexiones de tronco lentas y controladas elevando los omóplatos de la colchoneta al ritmo del metrónomo (25 flexiones de tronco/min). Se pidió al participante que hiciese tantas flexiones de tronco como le fuese posible sin detenerse, siguiendo el metrónomo, hasta un máximo de 75 (ACSM, 2010).

El side bridge test [figura 15], se utilizó para la evaluación de la resistencia de los músculos inclinadores o flexores laterales del tronco. Los participantes se colocaron en decúbito lateral sobre su lado dominante en una colchoneta. El pie del lado no dominante se colocó por delante del pie del lado dominante, ambos en contacto con la colchoneta, y la mano no dominante se colocó sobre el hombro del lado contrario. En dicha posición, los participantes se apoyaron con el codo y el antebrazo de su lado dominante (codo en flexión de

90° y brazo perpendicular al suelo) y elevaron la pelvis hasta situar el tronco alineado con las extremidades inferiores. La prueba consistió en mantener la posición referida el mayor tiempo posible. (McGill et al., 1999; Juan-Recio et al., 2014)

El ITO test [figura 16], se empleó para la valoración de la resistencia de los músculos flexores del tronco. Los participantes se colocaron en decúbito supino con las caderas y rodillas flexionadas a 90°. Los brazos se colocaron entrelazados, con un ángulo de flexión de codo de aproximadamente 90°, de forma que cada mano agarrase la parte inferior del brazo contrario. A partir de esta posición, los participantes realizaron una flexión de la parte superior del tronco hasta tocar los muslos con los codos, manteniendo la columna cervical en posición neutra.

Para normalizar el rango de movimiento a las características individuales de los participantes se realizó una modificación del test original (Ito et al., 1996), que consistió en limitar la subida del tronco hasta la posición de su máxima flexión donde no existía flexión de cadera. Para ello, antes de iniciar la prueba los participantes realizaron una flexión del tronco sin despegar la zona lumbar del suelo, al mismo tiempo que desplazaron sus codos y hombros hacia delante lo máximo posible. En esa posición, uno de los evaluadores acercó las piernas del participante hacia sus codos, hasta que ambas estructuras entrasen en contacto. El evaluador fijó las piernas en dicha posición mientras el participante volvía a la posición inicial antes de comenzar el test (figura 9a). Tras 1 min de recuperación, el participante flexionó el tronco para tocar los muslos con los codos (figura. 9b) y comenzó la prueba.

El test consistió en mantener la posición de flexión del tronco el mayor tiempo posible. Con el objeto de controlar la correcta posición del participante, otro evaluador colocó su puño cerrado entre la espalda del participante y el suelo. (Juan-Recio et al., 2014)

Por último, el Sorensen test [figura 17] sirve para la evaluación de la resistencia de los músculos extensores del tronco. Los participantes se colocaron en decúbito prono con la parte inferior del cuerpo apoyada en el banco y la parte superior suspendida horizontalmente, con los brazos cruzados y las manos en contacto con los hombros (fig. 10). Se hizo coincidir el borde del banco con las espinas iliacas antero-superiores y se fijaron las piernas gracias a los topes del banco a la altura de los tobillos. La prueba consistió en mantener el tronco en la posición horizontal el mayor tiempo posible. (Biering-Sorensen, 1984; Juan-Recio et al., 2014)

- *Evaluación de la Agilidad.*

Para determinar la evolución de otra capacidad como es la agilidad, se tomó como referencia el *T-test*, cuyo protocolo viene determinado por la NSCA (2008).

En el T-test [figura 18], se distribuyen cuatro conos de tal forma que se represente un circuito en forma de T. Para realizar el test, fue necesario un buen calentamiento previo, mediante la realización del circuito a una intensidad submáxima. La prueba comenzó con el participante de pie en el punto A. Tras una señal auditiva, el participante esprintó hacia adelante hasta el punto B y tocó la base del cono con la mano derecha. Tras esto, mientras el participante seguía mirando hacia delante y sin cruzar los pies, se desplazó lateralmente hacia la izquierda 5 yardas (4,6m) y tocó la base del cono en el punto C con la mano izquierda. Seguidamente, se desplazó lateralmente a la derecha 10 yardas (9,1m) y tocó la base del cono en el punto D con la mano derecha. A continuación, se desplazó lateralmente a la izquierda 5 yardas y tocó la base del cono en el punto B con la mano izquierda, y seguidamente se desplazó de espaldas de nuevo al punto A, en cuyo momento se detuvo el cronómetro. El mejor tiempo de dos ensayos fue el que se tome como válido, redondeándolo al 0,1 segundo más cercano.

- *Evaluación de la flexibilidad.*

Siguiendo con las recomendaciones para la evaluación de la condición física que promulga tanto la ACSM (2010) como la NSCA (2008), el método que se utilizó para la valoración de la flexibilidad fue el *Sit and Reach test* (YMCA).

Para realizar adecuadamente el *Sit and Reach test* [figura 19], en primer lugar, se debe pedir al participante que caliente adecuadamente y realice algunos estiramientos previos suaves. La prueba debe hacerse sin calzado y, durante ella, los estiramientos deben ser lentos y controlados. Para el desarrollo del test, se debe colocar una cinta métrica en el suelo y, en la marca de los 38 cm, pegar un trozo de cinta adhesiva que cruce la regla en ángulo recto.

El participante debía sentarse de manera que la cinta métrica le quedase entre las piernas y extenderlas en ángulo recto respecto a la cinta adhesiva pegada al suelo. Los talones debían tocar el borde de la cinta y estar separados unos 25-30cm. El cliente debía inclinarse lentamente hacia delante, extender los brazos y las manos tan lejos como pudiese y aguantar en esa postura final al menos 2 segundos. Los dedos debían superponerse y tocar la cinta métrica. Las rodillas debían mantenerse extendidas a lo largo de toda la prueba, pero el entrenador no debía ejercer presión hacia abajo sobre las piernas del participante. La puntuación equivalía al punto más distante que se hubiese alcanzado en dos intentos realizados (NSCA, 2012).

- *Evaluación del equilibrio dinámico del tren inferior.*

Para la valoración del equilibrio, se tomó como referencia el trabajo realizado por Butler et al. (2012) en el que se utiliza el *Lower Quarter Y-Balance Test (YBT-LQ)* para obtener una evaluación válida y eficaz del equilibrio dinámico.

En este test, el participante tuvo que llegar con 1 pie en las direcciones: anterior, postero-medial y postero-lateral mientras mantenía el otro pie en una plataforma centralizada (fig. 13). La prueba se realizó descalzo con ambas extremidades. Con los dedos de los pies inmediatamente detrás de la línea de salida, el participante recibió las instrucciones para llegar tan lejos como pudiese en cada una de las 3 direcciones, manteniendo el equilibrio. Siguiendo el protocolo, se requirió que cada participante realizase 3 ensayos de recopilación de datos de cada dirección con ambas piernas (anterior derecha, anterior izquierda, postero-medial derecha, postero-medial izquierda, postero-lateral derecha y postero-lateral izquierda).

Las siguientes actividades constituyeron un intento fallido, después de lo cual se llevó a cabo un ensayo adicional: (1) mantener el pie apoyado en la parte superior del medidor de alcance a la hora de moverlo, (2) el uso de impulsos (es decir, patadas) para mover el medidor de alcance, o (3) perder el equilibrio antes de volver a la posición bilateral y hacer contacto con el suelo. Una vez obtenidos los datos, se realizó un promedio de los 3 datos de cada una de las evaluaciones.

- *Evaluación de la calidad de los movimientos.*

La *batería de pruebas "Functional Movement Screen"* es un medio para identificar puntos débiles y asimetrías en los movimientos funcionales básicos. Esta batería consta de 7 movimientos funcionales diferentes que evalúan: el tronco y el núcleo de resistencia y estabilidad, coordinación neuromuscular, la asimetría en el movimiento, la flexibilidad, la aceleración, desaceleración y flexibilidad dinámica.

El FMS mide la calidad del movimiento en base a criterios específicos que permiten al evaluador extrapolar un valor cuantitativo para el movimiento en una escala de 0-3 (3: movimiento realizado sin dolor y sin ningún tipo de compensación; 2: movimiento realizado sin dolor pero con algún tipo de compensación-ayuda o no son capaces de realizar el movimiento completo; 1: el participante no puede realizar el movimiento; 0: movimiento que induce

dolor). A diferencia de otras evaluaciones de la aptitud, el FMS hace hincapié en la eficiencia de los patrones de movimiento en lugar de la cantidad de repeticiones realizadas o la cantidad de peso levantado (Perry y Koehle, 2012). Estos 7 movimientos que establecen las pruebas se realizan en el siguiente orden [figura 20]:

1) Deep Squat (figura 20A).	2) Hurdle Step (figura 20B).
3) In-line Lunge (figura 20C).	4) Shoulder mobility (figura 20D).
5) Active straight leg raise (figura 20E).	6) Trunk stability push up (figura 20F).
7) Quadruped rotary stability (figura 20G).	

A los participantes se les permitió realizar cada una de las 7 pruebas hasta 3 veces, determinando como válida la mejor de las 3 puntuaciones. Una vez terminadas todas las pruebas, los valores obtenidos se sumaron, dando como resultado una puntuación compuesta de 0 a 21 puntos. Se tuvieron en cuenta los detalles de puntuación del apéndice que establece Teyhen et al. (2012).

3.3.5. Programa de intervención: entrenamiento en CrossFit.

Cada uno de los participantes completó un programa de entrenamiento de 4 semanas de duración y con una frecuencia de 3 días de entrenamiento a la semana. Los días de entrenamiento se establecieron como no consecutivos, dejando al menos un día de descanso entre cada sesión (lunes y miércoles a las 21 horas, y viernes a las 18.30 horas). Todos los participantes estaban englobados en el mismo grupo de entrenamiento, por lo que no hubo diferencias entre los contenidos de cada una de las sesiones.

Los entrenamientos se llevaron a cabo en las instalaciones de Iron Heart Pinoso, un centro especializado en Crossfit situado en la localidad de Pinoso. El encargado de impartir dichas sesiones de entrenamiento contaba con una amplia formación específica en el sector, así como también la titulación universitaria de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Las sesiones de entrenamiento se desarrollaron a lo largo de 1 hora de duración. Este periodo de tiempo se dividía en: calentamiento específico, fase de trabajo técnico o de fuerza-potencia, el Workout Of the Day (WOD) o entrenamiento del día y una vuelta a la calma. El calentamiento constaba de una primera fase de movilidad articular y estiramientos en estático, seguido de una segunda fase caracterizada por desplazamientos por el espacio en diversas posiciones. En cuanto a la fase técnica o de fuerza-potencia, estaba determinada por el nivel de experiencia de los participantes en dicho entrenamiento, fase técnica para los más noveles y fase de fuerza-potencia para los expertos. El WOD constaba de múltiples ejercicios a través de diversas metodologías de entrenamiento características del CrossFit (AMRAP, EMOM, FOR TIME, Tabata, Cindy, etc.). La vuelta a la calma se caracterizaba principalmente por estiramientos estáticos activos.

4. RESULTADOS.

A continuación se presentan mediante tablas los valores obtenidos de las valoraciones pre y post de todos los participantes que completaron el periodo de intervención. Se recogen de este modo todos los datos de las mediciones antropométricas (tabla 3) y de condición física como fuerza máxima, fuerza-potencia, capacidad aeróbica, resistencia muscular, agilidad, flexibilidad, equilibrio dinámico y calidad del movimiento (tabla 4). En ellas, se muestran las diferencias entre ambos valores, indicándose en valores positivos (+) o negativos (-) dependiendo de si los participantes muestran aumentos o disminuciones entre los resultados pre y post-test.

4.1. Diferencias intra-participantes

Las diferencias entre los resultados pre y post-test del participante 1 son muy variadas. Se observan mejoras en gran parte de los parámetros evaluados como puede ser la fuerza

máxima (tanto en la RM del tren superior [+1,4 kg] como en la de tren inferior [+21,2 kg]), así como también en fuerza-potencia en las evaluaciones de salto vertical (+1,5 cm) y en lanzamiento de balón medicinal (+16 cm) y en flexibilidad (+4 cm).

También se evidencian mejoras en el apartado de fuerza resistencia, sobre todo en las evaluaciones de flexores laterales de tronco (+17 seg) y extensores de tronco (+13 seg), aunque también en las valoraciones de resistencia del tren superior (+2 repeticiones en press banca y +3 en push up). Con menos cantidad de mejora encontramos los resultados en cantidad de masa muscular (+0,68%), en la resistencia de los flexores de tronco (+3 seg en el ITO test). Otros apartados con mejoras poco significativas son las encontradas en agilidad (se redujo el tiempo de ejecución del test en 0,8 s) y en la batería FMS (+1 punto).

Tabla 3. Efectos del programa de intervención sobre las variables antropométricas: masa corporal (kg), IMC, masa muscular (kg), % masa grasa, agua corporal (kg) y % agua corporal. Resultados expresados individualmente y como pre-test, post-test y % de cambio.

Variable	Participante 1			Participante 2			Participante 3		
	Pre-test	Post-test	%Δ	Pre-test	Post-test	%Δ	Pre-test	Post-test	%Δ
Masa corporal (kg)	72,1	73,1	1,4	99,3	101,1	1,8	64,9	65,1	0,3
IMC	21,99	22,31	1,45	26,94	27,43	1,8	21,19	21,26	0,3
Masa muscular (kg)	51,48	51,83	0,68	40,02	40,74	1,79	46,6	47,0	0,86
% Masa Grasa	13,6	14,1	3,7	25,3	25,3	0	13,2	12,8	-3,0
Agua corporal (kg)	45,5	45,8	0,66	54,2	55,1	1,7	41,1	41,4	0,7
% Agua corporal	63,1	62,6	-0,8	54,5	54,5	0	63,3	63,6	0,5

IMC: Índice Masa Corporal

Los parámetros que no sufrieron mejoras fueron los de capacidad aeróbica (VO_2 máx) que se mantuvo estable, mientras que la cantidad de masa corporal, el porcentaje de masa grasa, la evaluación del equilibrio dinámico (excepto la dirección anterior en la pierna derecha) y de la potencia del tren inferior (standing long jump y drop jump) mostró peores resultados que los obtenidos en el pre-test.

En cuanto al participante 2, las mejoras se dieron en los parámetros de fuerza máxima del tren inferior (+26,6 kg en la RM), fuerza potencia (+4 cm en salto vertical, +44,5 cm en lanz. Balón medicinal y +0,0754 m/s en el índice de fuerza reactiva durante un drop jump). Se obtuvo también mejoras en fuerza resistencia en las valoraciones de tren superior mediante push up (+3 rep), flexores de tronco mediante contracción concéntrica (+17 rep) y en la de extensores de tronco (+5 seg).

También se mostraron mejoras en cantidad de masa muscular (+1,79%), agilidad (reducción del tiempo recorrido en 0,42 s), flexibilidad (+1 cm), FMS (+1 punto) y equilibrio dinámico en la dirección anterior (+4 cm), pero estas mejoras no mostraron una diferencia lo suficientemente amplia.

Los parámetros de cantidad de masa corporal, porcentaje de masa grasa, fuerza máxima del tren superior, fuerza-potencia mediante la valoración en salto horizontal, la capacidad aeróbica (VO_2 máx), la fuerza-resistencia a través de una evaluación en press banca, flexores de tronco y flexores laterales en contracción isométrica, así como también la dirección posteromedial y posterolateral en la valoración del equilibrio dinámico, no sufrieron ningún tipo de mejora.

Tabla 4. Efectos del programa de intervención en los parámetros de la condición física evaluados en relación con la salud.

Variable	Participante 1			Participante 2			Participante 3		
	Pre-test	Post-test	Δ	Pre-test	Post-test	Δ	Pre-test	Post-test	Δ
Fuerza máxima									
❖ Tren superior (kg)	43,6	45,0	1,4	60,0	60,0	0	45,0	48,0	3
❖ Tren inferior (kg)	211,8	233,0	21,2	259,0	285,6	26,6	162,4	169,1	6,7
Fuerza potencia									
❖ Salto horizontal (cm)	203,5	201	-2,5	169,5	164	-5,5	228	227	-1
❖ Salto Vertical (cm)	46,5	48	1,5	40	44	4	53,5	54,0	0,5
❖ Lanz. Balón medicinal (cm)	566	582	16	597,5	642	44,5	503,5	509	5,5
❖ Drop Jump (RSI)	0,6842	0,6324	-0,0518	0,4976	0,5730	0,0754	0,8254	0,6699	-0,1264
Capacidad aeróbica									
❖ VO2máx (ml/kg*min)	53,6	53,6	0	35,6	32,6	-3	47,6	50,6	3
❖ Distancia recorrida (m)	2040	2100	60	800	720	-80	1520	1800	280
Fuerza resistencia									
❖ Tren superior 1 (rep)	16	18	2	25	25	0	15	18	3
❖ Tren superior 2 (rep)	28	31	3	16	19	3	33	34	1
❖ Flexores de tronco conc. (rep)	75	75	0	58	75	17	75	75	0
❖ Flexores de tronco isom. (s)	89	92	3	81	74	-7	133	159	26
❖ Flexores laterales de tronco (s)	85	102	17	40	35	-5	90	120	30
❖ Extensores de tronco (s)	206	219	13	82	87	5	124	138	14
Agilidad									
❖ T-test (s)	11,2	10,4	-0,8	12,98	13,4	-0,42	11,24	11,28	0,04
Flexibilidad									
❖ Región lumbar e isquiosural (cm)	12	16	4	-4	-3	1	17	21	4
Equilibrio dinámico del tren inferior									
❖ Anterior (cm)	D:65 / I:61	D:61 / I:60	D:-4 / I:-1	D:62 / I: 61	D:68 / I:65	D:6 / I:4	D:72 / I:69	D:79 / I:76	D:7 / I:7
❖ Posteromedial (cm)	D:100 / I:102	D:105 / I:99	D:5 / I:-3	D:102 / I:105	D:102 / I:101	D:0 / I:-4	D:101 / I:99	D:107 / I:106	D:6 / I:7
❖ Posterolateral (cm)	D:102 / I:98	D:98 / I:98	D:-4 / I:0	D:103 / I 104	D:101 / I:99	D:-2 / I:-5	D:104 / I:104	D:104 / I:105	D:0 / I:1
Calidad de los movimientos (FMS)	18	19	1	15	16	1	16	16	0
❖ Deep Squat	1	2	1	2	3	1	1	1	0
❖ Hurdle Step	3	3	0	2	3	1	3	3	0
❖ In-Line Lunge	3	3	0	3	2	-1	3	3	0
❖ Shoulder Mobility	3	3	0	2	1	-1	1	1	0
❖ Active straight leg raise	3	3	0	2	2	0	3	3	0
❖ Trunk stability push up	3	3	0	2	3	1	3	3	0
❖ Quadraped rotary stability	2	2	0	2	2	0	2	2	0

Por último, el participante 3, mostró mejoras en los parámetros siguientes: porcentaje de masa grasa (-3,0%), fuerza máxima del tren superior (+3 kg) y del tren inferior (+6,7 kg), fuerza-potencia del tren superior (+5,5 cm), capacidad aeróbica (+3 ml/kg/min), fuerza-resistencia del tren superior mediante valoración en press banca (+3 rep), así como también de los flexores de tronco isométricos (+26 seg), de los flexores laterales de tronco (+30 seg) y de los extensores de tronco (+14 seg). Otro parámetro que mostró mejoras fue el equilibrio dinámico del tren inferior en la dirección anterior (+7 cm en pierna derecha y +7 cm en pierna izquierda) y posteromedial (+6 en pierna derecha y +7 en pierna izquierda), así como también la flexibilidad (+4 cm).

Se mostraron otras mejoras como las de cantidad de masa muscular (+0,86%), salto vertical (+0,5 cm) y del equilibrio dinámico en la dirección posterolateral (+1 cm en pierna izquierda), pero estas mejoras no fueron muy relevantes. En cuanto a las valoraciones de salto horizontal, drop jump, flexores de tronco mediante contracción concéntrica, agilidad y FMS, no se obtuvo ningún tipo de mejora.

4.2. Diferencias inter-participantes

Centrándonos en el apartado de las características antropométricas (tabla 3) de los diferentes participantes, podemos observar que en lo referente a la masa corporal todos mostraron aumentos de entre un 0,3% y un 1,8%, así como también se determinaron unos ligeros aumentos en la cantidad de masa muscular en todos los sujetos observados (aumentos de 0,68%, 1,79% y 0,86% respectivamente). En cuanto al porcentaje de masa grasa, el participante 3 es el único que mostró una disminución de un 3%. El participante 1 sufrió un aumento de un 3,7% en su cantidad de masa grasa, mientras que el participante 2 no sufrió ningún tipo de cambio.

Seguidamente es conveniente hacer referencia a los cambios que se muestran en los diferentes parámetros de condición física evaluados. En cuanto a la variable de fuerza máxima, todos los participantes mostraron una mejora considerable en fuerza del tren inferior (aumentos de 21,2 kg, 26,6 kg y 6,7 kg respectivamente, siendo el participante 2 el que obtuvo la mayor mejora). En la variable de fuerza del tren superior, el participante 1 y el 3 muestran pequeños aumentos de 1,4 kg y 3 kg, mientras que el participante 2 no obtuvo ningún tipo de mejora.

En referencia a la variable fuerza-potencia, todos los sujetos experimentaron mejoras en la potencia del tren superior (16 cm, 44,5 cm y 5,5 cm respectivamente, siendo el participante 2 el que obtuvo la mayor mejora), así como también en el test de salto vertical (1,5 cm, 4 cm y 0,5 cm). En relación al Índice de Fuerza Reactiva (RSI) obtenido mediante los datos del Drop Jump, únicamente el participante 2 obtuvo mejoras (0,0754 m/s). En cuanto al salto horizontal, ninguno de los participantes obtuvo mejoras en relación a la valoración inicial.

Los cambios en la capacidad aeróbica mostraron resultados muy diversos. En referencia al consumo máximo de oxígeno ($VO_{2máx}$), únicamente el participante 3 obtuvo mejoras (3 ml/kg/min). Mientras que el participante 2 no obtuvo ningún tipo de mejora y el participante 1 se mantuvo estable. En cambio, la distancia recorrida aumentó tanto en el participante 3 (280 m) como en el 1, aunque este último en menor medida (60 m). El participante 2 disminuyó la distancia recorrida total durante el post-test.

En cuanto a los valores de resistencia muscular obtenidos, se encontraron mejoras en todos los participantes en las pruebas de tren superior mediante el test de push up (P.1.: 3 rep, P.2.: 3 rep, P.3.: 1 rep), así como también en el test de extensores de tronco (13 s, 5 s y 14 s, respectivamente). Para el test de Press Banca de la YMCA, se obtuvieron mejoras en todos los participantes (P.1.: 2 rep, P.3.: 3 rep) excepto en el participante 2, que se mantuvo invariable. Resultados similares fueron encontrados en el test Curl Up, ya que tanto el participante 1 como el 3 se mantuvieron estables en el máximo que permite el test (75 rep), mientras que el

participante 2 mejoró hasta alcanzar dicho máximo (17 rep). En cuanto a los test isométricos para los flexores de tronco y para los flexores laterales, tanto el participante 1 como 3 obtuvieron mejoras, siendo éste último el que mayores diferencias registró (P.1.: 3 s y 17 s, P.2.: 26 s y 30 s).

Con respecto a los cambios en las variables de agilidad y de la calidad de los movimientos, se observaron mejoras en los participantes 1 y 2 (P.1.: -0,8 s y 1 p, P.2.: -0,42 s y 1 p), mientras que en el participante 3 apenas hubo cambios. Así mismo, en cuanto a la variable de la flexibilidad, todos los participantes presentaron mejoras (4 cm, 1 cm y 4 cm, respectivamente).

Por último, los resultados obtenidos del test del equilibrio dinámico mostraron mejoras en la dirección anterior en los participantes 2 y 3 (D: 6 cm, I: 4 cm y D: 7 cm, I: 7 cm). En la dirección posteromedial, el participante 1 obtuvo mejoras en la pierna derecha (5 cm), pero no en la pierna izquierda, mientras que el participante 3 sí obtuvo mejoras en ambas (D: 6 cm, I: 7 cm). En la dirección posterolateral, en cambio, no se encontraron mejoras en ninguno de los participantes.

5. DISCUSIÓN.

El propósito del presente trabajo fue el de analizar los efectos de un programa de entrenamiento en CrossFit durante 4 semanas sobre las diferentes variables de composición corporal y de condición física relacionadas con la salud. La muestra estaba compuesta por un total de 4 participantes, aunque siguiendo los criterios de exclusión establecidos anteriormente, se produjo una muerte experimental.

Los valores de composición corporal revelan un descenso del porcentaje de masa grasa en el participante 3 de hasta un 3%, tal y como concluyeron Smith et al. (2013) en su trabajo en el que se obtuvieron disminuciones en el porcentaje de grasa corporal de entorno a un 3,7% en sujetos de cualquier nivel de condición física. Aunque los participantes 1 y 2 no obtuvieron ningún tipo de mejora en grasa corporal, es importante tener en cuenta que la menor duración del presente periodo de intervención puede influir de forma directa en los resultados, ya que estudios de 8 a 16 semanas de duración sí muestran cambios (Smith et al., 2013; Patel, 2008). En cuanto a las mejoras obtenidas en la masa muscular, a pesar de que éstas no son excesivamente grandes, siguen la línea de mejora marcada por la National Strength and Conditioning Association en la que se demuestra el efecto del entrenamiento de fuerza-potencia para el aumento de la masa muscular y la fuerza, así como también un efecto contrario sobre la cantidad de masa grasa. Estos hechos se plantean como objetivos a largo plazo, y en el que el desarrollo de una buena dieta ocupa un lugar primordial (Baechle y Earle, 2008).

Haciendo referencia a otro de los parámetros importantes que Smith et al. (2008) observaron a través de su trabajo, se puede concluir que el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) mostró mejoras en uno de los participantes evaluados (participante 3: 6,3%). Estos resultados van en concordancia con los obtenidos por Smith et al. (2008) en la mejora del VO_2 max, aunque no llegan a alcanzar los mismos valores de mejora que muestran en dicha investigación (hombres: 13,6%, mujeres: 11,8%). Este mismo hecho se da al comparar los resultados con otras investigaciones (Patel, 2008), en las que se obtienen mejoras de VO_2 max de mayor significatividad (9,1%) que las del presente trabajo.

Tal y como se mostraba reflejado anteriormente, una de las mayores mejoras que mostraron los individuos fue en la medición de fuerza máxima, sobre todo en lo referente al tren inferior (medido mediante una valoración de RM Indirecto en prensa). Todos los participantes mejoraron sus resultados de forma muy favorable, aunque las principales mejoras se dieron en los participantes 1 y 2 (aumentos de 21,2 kg y 26,6 kg respectivamente), el participante 3 también mostro mejoras significativas (6,7 kg). Estos resultados reafirman las

conclusiones obtenidas en el trabajo de Gerhart (2013), en el que el entrenamiento de CrossFit obtiene mejoras significativas en fuerza máxima (medido mediante test de RM directo en peso muerto), incluso hasta el punto de tener un mejor rendimiento en esta capacidad que otros métodos como el entrenamiento de contra-resistencia tradicional. También se obtuvieron resultados favorables en fuerza máxima del tren superior para los participantes 1 y 3 (aumentos de 1,4 kg y 3 kg respectivamente), pero no hay ninguna investigación al respecto que reafirme estas mejoras

En cuanto a las mejoras obtenidas en los diferentes test evaluados para la variable de resistencia muscular, también se encuentran estudios en los que podemos apoyar y corroborar algunos de los resultados obtenidos. Tal y como afirma Platel (2008), 8 semanas de entrenamiento en Crossfit mejoran la resistencia muscular, tanto de la zona abdominal como del tren superior (incrementos de en torno un 6% y un 38% respectivamente). Estos datos guardan una estrecha relación con los obtenidos en el presente trabajo, en el que todos los participantes han obtenido mejoras en la resistencia del tren superior (entre un 10% y un 20%). De la misma forma, los datos recogidos en las valoraciones de core demuestran mejoras de hasta un 19,5% (Participante 3) en los músculos flexores de tronco, así como también de entre un 20% y 33% (Participante 1 y 3) en músculos flexores laterales de tronco y de entre un 6% y un 11,3% en músculos extensores de tronco para todos los sujetos evaluados. Aunque, para estos dos últimos, no existen evidencias bibliográficas que corroboren estos resultados en otras investigaciones.

Existen otras variables evaluadas con resultados positivos en relación a las valoraciones iniciales, como son la potencia del tren superior e inferior (lanzamiento de balón medicinal, salto vertical y drop jump [participante 2]), la flexibilidad y el equilibrio dinámico (en dirección anterior y posteromedial), así como también variables con mejoras pero no lo suficiente para considerarse significativas, como las observadas en agilidad y calidad del movimiento. Pero al igual que ocurre con algunos resultados anteriores, no hay otras evidencias consistentes en la literatura actual que apoyen los resultados obtenidos en este trabajo.

El resto de variables evaluadas, como son la cantidad de masa corporal y el IMC, la evaluación de la potencia del tren inferior a través del test de salto horizontal y la valoración del equilibrio dinámico en la dirección posterolateral, no sufrieron ningún tipo de mejora en ninguno de los tres participantes evaluados. Los resultados de algunos parámetros, como la cantidad de masa corporal, se contradice con los obtenidos en otras investigaciones donde si que se ve reducida, como en la realizada por Smith et al (2008), en la que se muestran disminuciones de hasta 3 kg en hombres y de 2 kg en mujeres. Eso sí, estos resultados se dan tras un periodo de intervención de hasta 10 semanas, un proyecto mucho más duradero que el presente trabajo.

En cuanto al registro de las incidencias lesionales de los participantes, Hak et al. (2013) establecen que el entrenamiento en Crossfit posee un ratio lesivo de aproximadamente 3,1 lesiones por 1000 horas de entrenamiento, mientras que Weisenthal et al. (2014) concluyen que el riesgo de lesión inherente en este tipo de entrenamiento alcanza el 20%. A pesar de ello, durante el programa de intervención del presente trabajo, no se registró ningún tipo de lesión producida por este método de entrenamiento.

Finalmente, la mayoría de los resultados obtenidos durante este estudio, guardan una especial relación con la escasa evidencia que existe respecto a este novedoso método de entrenamiento. A pesar de ello, es conveniente afirmar las limitaciones presentes en este trabajo. Como hemos nombrado anteriormente, una de las principales limitaciones del programa es la breve duración del programa de intervención (4 semanas), lo que puede desencadenar en que algunos de los parámetros evaluados no puedan mostrar mejoras lo suficientemente significativas, como si ocurriría en intervenciones de mayor duración (8-12

semanas). Además, el escaso tamaño de la muestra (3 participantes), nos impide poder generalizar de forma adecuada todos los resultados obtenidos, y poder así extrapolar las conclusiones a la población en general.

6. CONCLUSIONES.

El objetivo principal de este trabajo fue analizar el efecto crónico que produce un programa de Crossfit sobre parámetros antropométricos y de la condición física en jóvenes adultos sin experiencia previa. Tras los resultados obtenidos, no existe evidencia suficiente que nos permita afirmar que este método de entrenamiento mejore todos los componentes de la salud, pero sí se han observado mejoras en algunos de ellos (fuerza máxima, resistencia muscular, capacidad aeróbica [sujeto 3], fuerza-potencia [tren superior y salto vertical] y flexibilidad). En cambio, en otros de ellos (fuerza-potencia [salto horizontal y drop jump], agilidad, equilibrio dinámico y calidad de los movimientos) sufrieron cambios inapreciables, o incluso empeoraron.

Tal y cómo muestra Gerhart (2013), el CrossFit produce resultados muy similares al entrenamiento tradicional de contra-resistencia anaeróbica (TAR), como por ejemplo HIIT o levantamientos olímpicos, mostrando incluso un mayor rendimiento en fuerza máxima los sujetos que pertenecían al grupo de entrenamiento en Crossfit. Aunque en este trabajo, la cantidad de mejora de algunos parámetros estén por debajo de las mejoras obtenidas en otras investigaciones como Smith et al. (2013), la duración del periodo de intervención de este estudio puede limitar en gran medida la cantidad de mejora de todos los parámetros evaluados.

7. REFERENCIAS

- 1) Baechle, T.R. & Earle, R.W. (2008). Essentials of strength training and conditioning. (3rd Ed.) Champaign, IL: Human Kinetics.
- 2) Biering-Sorensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicators for low back trouble over a one-year period. *Spine*, **9 (2)**, 106-119.
- 3) Brzycki, M. (1993). Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, **64 (1)**, 88-90.
- 4) Butler, R.J., Gorman, R.P., Plisky, P.J. (2012). Differences in soccer players' Dynamic Balance across levels of competition. *Journal of Athletic Training*, **47 (6)**, 616-620.
- 5) Calhoun, G. & Fry, A. (1999). Injury rates and profiles in elite competitive weightlifters. *Journal of Athletic training*, **34 (3)**, 232-238.
- 6) Evetovich, T., y Hinnerichs, K. (2012). Consulta y evaluación del estado de salud del cliente. En Coburn, J., y Malek, M. (Eds.). *Manual NSCA: fundamentos del entrenamiento personal* (pp. 147-178). Badalona: Paidotribo.
- 7) Fernández, M. (2012). Motivos de abandono y no práctica de actividad físico-deportiva en adolescentes españoles. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, **12 (1)**.
- 8) Flanagan, E.P. and Comyns, T.M. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength and Conditional Journal*, **30 (5)**, 32-38.
- 9) Garber, C.E., Blissmer, B., Deschenes, M.R., Franklin, B.A., Lamonte, M.J., I-Min Lee, M.D., Nieman, D.C., Swain, D.P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **43 (7)**, 1334-1359.

- 10) García, G.C. & Secchi, J.D. (2014). Test course-navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts Med Esport*, **49 (183)**, 93-103.
- 11) Gerhart, H.D. (2013). A comparison of crossfit training to traditional anaerobic resistance training in terms of selected fitness domains representative of overall athletic performance. Indiana University of Pennsylvania, Indiana (Pensilvania).
- 12) Glassman, G. (2002). Foundations by Greg Glassman. *Crossfit Journal*, 1-8.
- 13) Glassman, G. (2007). Understanding Crossfit by Greg Glassman. *Crossfit Journal*, 1-2.
- 14) Hak, P.T., Hodzovic, E., Hickey, B. (2013). The nature and prevalence of injury during CrossFit training, *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- 15) Ito, T., Shirado, O., Suzuki, H., Takahashi, M., Kaneda, K., Strax, T.E. (1996). Lumbar trunk muscle endurance testing: an inexpensive alternative to a machine for evaluation. *Achieve Physical Medicine Rehabilitation*, **77 (1)**.
- 16) Juan-Recio, C., Barbado, D., López-Valenciano, A., Vera-García, F.J. (2014). Test de campo para valorar la resistencia de los músculos del tronco. *Apunts: Educación Física y Deportes*, **117**, 59-68.
- 17) Kliszczewicz, B., Snarr, R.L., Esco, M. (2014). Metabolic and cardiovascular response to the crossfit workout "Cindy": a pilot study. *Journal of Sport and Human Performance*, **2 (2)**: 1-9.
- 18) Kolt, G.S. & Kirkby, R.J. (1999). Epidemiology of injury in elite and sub-elite female gymnastics: comparison of retrospective and prospective findings. *British Journal of Sports Medicine*, **33**, 312-318.
- 19) Kraemer, W.J. & Fry A.C. (1995). Strength testing: Development and evaluation of methodology. En Maud, J. & Foster, C., (Eds.). *Physiological Assessment of Human Fitness* (115-138.). Ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- 20) Léger, L.A. & Gadoury, C. (1989). Validity of the 20m shuttle run test with 1 min stages to predict VO₂max in adults. *Canadian Journal of Sport Sciences*, **14 (1)**, 21-26.
- 21) Léger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., Lamber, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, **6 (2)**, 93-101.
- 22) Martínez, A.C., Chillón, P., Martín-Matillas, M., Pérez, I., Castillo, R., Zapatera, B., Vicente-Rodríguez, G., Casajús, J.A., Álvarez-Granda, L., Romero, C., Tercedor, P., Delgado- Martínez, E.J. (2003). Aplicación de la prueba de lanzamiento de balón medicinal, ABD superiores y salto horizontal pies juntos. Resultados y análisis estadístico en ESO. *Revista Internacional de Medicina y CAFD*, **3 (12)**, 223-241.
- 23) Martínez, E.J. (2007). *Pruebas de aptitud física*. Barcelona: España, Ed. Paidotribo.
- 24) McGill, S.M., Childs, A. & Liebenson, C. (1999). Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Achieve Physical Medicine Rehabilitation*, **80 (8)**.
- 25) Moreno, J.M., Cerezo, C.R. y Guerrero, J.T. (2010). Motivos de abandono de la práctica de actividad física-deportiva en los estudiantes de bachillerato de la provincia de Granada. *Revista de Educación*, **353**, 495-519.
- 26) Moyá, D.A. (2014). Respuestas fisiológicas agudas de dos rutinas habituales de crossfit. Universidad Miguel Hernández, Elche (Alicante).
- 27) Nacleiro, F.J., Jiménez, A., Alvar, B.A., Peterson, M.D. (2009). Assessing strength and power in resistance training. *Journal of Human Sport and Exercise*, **4 (2)**, 100-113.
- 28) Paine, J., Uptgraft, J., Wylie, R. (2010). Crossfit study. *Command and General Staff College*, 1-34.

- 29) Patel, P. (2012). The influence of a crossfit exercise intervention on glucose control in overweight and obese adults. Kansas State University, Manhattan (Kansas).
- 30) Raske, A. & Norlin, R. (2002). Injury influence and prevalence among elite weight and powerlifters. *American Journal of Sports Medicine*, **30 (2)**: 248-256.
- 31) Rodríguez-García, P.L. (1997). Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. *Revista Española de Medicina de la Educación Física y Deporte*, **6**, 24-36.
- 32) Ryan, E.D. & Cramer, J.T. (2012). Protocolos y valores normativos de las pruebas de evaluación de la condición física. En Coburn, J., y Malek, M. (Eds.). *Manual NSCA: fundamentos del entrenamiento personal* (pp. 201-251). Badalona: Paidotribo.
- 33) Smith, M.M., Sommer, A.J., Starkoff, B.E., Devor, S.T. (2013). Crossfit-based high intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **27 (11)**, 3159-72.
- 34) Teyhen, D.S., Shaffer, S.W., Lorensen, C.L., Halfpap, J.P., Donofry, D.F., Walker, M.J., Dugan, J.L., Childs, J.D. (2012). The Functional Movement Screen: a reliability study. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, **42 (6)**, 530-540.
- 35) Thompson, W.R., Gordon, N.F. & Pescatello, L.S. (2010). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription*. (8ª ed.) Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
- 36) Weisenthal, B.M., Beck, C.A., Maloney, M.D., DeHaven, K.E., Giordano, B.D. (2014). Injury rate and patterns among crossfit athletes. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, **2 (4)**.

8. ÍNDICE DE ANEXOS.

FIGURA 1. Consentimiento informado.

FIGURA 2. Diseño experimental del trabajo.

FIGURA 3. Cuestionario para la práctica de actividad física (PAR-Q).

FIGURA 4. Fitness Center Pre-participation Screening Questionnaire.

FIGURA 5. RM ejercicio en Press Banca.

FIGURA 6. RM ejercicio en Prensa.

FIGURA 7. Standing Long Jump.

FIGURA 8. Vertical Jump.

FIGURA 9. Lanzamiento balón medicinal.

FIGURA 10. Drop Vertical Jump.

FIGURA 11. 20m SRT o Course Navette.

FIGURA 12. Press Banca YMCA.

FIGURA 13. Push Up test.

FIGURA 14. Curl Up test.

FIGURA 15. Side Bridge test.

FIGURA 16. ITO test.

FIGURA 17. Sorensen test.

FIGURA 18. T-test.

FIGURA 19. Sit and Reach test.

FIGURA 20. Functional Movement Screen (FMS).

TFG: Análisis de la eficacia del CrossFit como método de entrenamiento para la mejora de la condición física relacionada con la salud.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN LA EVALUACIÓN Y EL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DESARROLLADO EN EL TRABAJO DE FIN DE GRADO

Nombre: Pablo Torres Rico

1. Propósito y explicación de los procedimientos.

Mediante este documento acepto voluntariamente participar en un plan de entrenamiento de CrossFit así como los métodos de evaluación que se llevarán a cabo de forma previa y posterior a dicho programa, tal y como se recoge en el proyecto del trabajo de fin de grado. También acepto tomar parte en las actividades del programa de entrenamiento personal que se me encomiendan durante cada una de las sesiones de CrossFit que se desarrollarán. Los niveles de intensidad del ejercicio que se realizará se basarán en mi capacidad cardiorespiratoria (corazón y pulmones) y muscular. Soy consciente de que se me puede requerir la realización de una o varias pruebas graduadas de esfuerzo así como otras pruebas físicas antes del comienzo del programa de entrenamiento en CrossFit, para poder valorar y evaluar mi estado físico actual. Se me darán las instrucciones concretas en cuanto al tipo y volumen de ejercicio que deberé realizar. Me comprometo a realizar 3 veces por semana las sesiones formales del programa. Entrenadores capacitados para ello dirigirán mis actividades, controlarán mi rendimiento y evaluarán mi esfuerzo. Según mi estado de salud, se me podrá requerir durante las sesiones un control de la presión arterial y la frecuencia cardíaca para mantener la intensidad dentro de unos límites deseables. Soy consciente de que se espera mi asistencia a todas las sesiones y que siga las instrucciones del personal relativas al ejercicio. En caso de estar tomando medicamentos, ya he informado de ello al personal del programa y me comprometo a comunicarles de inmediato cualquier cambio al respecto tanto por mi parte como por parte del médico. En caso de que sea conveniente, se me valorará y evaluará periódicamente a intervalos regulares tras el inicio del programa. Se me ha informado de que durante mi participación en este programa de entrenamiento se me pedirá que complete las actividades físicas salvo en caso de síntomas como fatiga, falta de aire, molestias en la zona pectoral o similares. Llegados a este punto, se me ha informado de que tengo derecho a disminuir la intensidad o poner fin al ejercicio y de que estoy obligado a informar al personal del programa de entrenamiento de todos mis síntomas. Así, declaro que se me ha informado de ello y me comprometo a informar al personal encargado de mi entrenamiento de todos mis síntomas, si se llegan a producir. También se me ha comunicado que durante el transcurso de mi programa de entrenamiento puede ser necesario el contacto físico y una colocación corporal adecuada de mi cuerpo para evaluar las reacciones musculares y corporales a ejercicios concretos, además de para asegurar que utilizo la técnica y postura adecuadas. Por ello doy mi autorización expresa para que se produzca el contacto físico por estos motivos.

2. Riesgos.

Manifiesto que se me ha informado de que existe la posibilidad, aunque remota, de efectos negativos durante el ejercicio, como por ejemplo (y sin excluir otros) alteración de la presión arterial, mareos, trastornos del ritmo cardíaco y casos excepcionales de infarto, derrames o incluso riesgo de muerte. Asimismo se me ha explicado que existe el riesgo de lesiones corporales, como por ejemplo (sin excluir otras) lesiones musculares, de ligamentos, tendones y articulaciones. Se me ha comunicado que se pondrán todos los medios disponibles para minimizar que estas incidencias se produzcan mediante controles adecuados de mi estado antes de cada sesión de entrenamiento y supervisión del personal durante el ejercicio así como de mi prudencia frente al esfuerzo. Conozco perfectamente los riesgos asociados con el ejercicio, como las lesiones corporales, infartos derrames e incluso la muerte, y aun conociendo los riesgos, deseo tomar parte como ya he manifestado.

3. Beneficios que cabe esperar y alternativas disponibles a la prueba de esfuerzo.

Soy consciente de que este programa puede o no reportar beneficios a mi condición física o salud general. Comprendo que la participación en sesiones de ejercicio y entrenamiento me permitirá aprender cómo realizar adecuadamente ejercicios de acondicionamiento físico, usar los diversos aparatos y regular el

TFG: Análisis de la eficacia del CrossFit como método de entrenamiento para la mejora de la condición física relacionada con la salud.

esfuerzo físico. Por tanto, debería sacar provecho de estas experiencias, ya que indicarian la manera en que mis limitaciones físicas pueden afectar mi capacidad de realizar las diversas actividades físicas. Soy asimismo consciente de que si sigo cuidadosamente las instrucciones del programa mejoraré con toda probabilidad mi capacidad para el ejercicio físico y mi forma física tras un periodo de 3 a 6 meses.

4. Confidencialidad y uso de la información.

Se me ha informado de que la información obtenida durante este programa de entrenamiento se tratará con máxima confidencialidad y, en consecuencia, no se proporcionará o revelará a nadie sin mi consentimiento expreso por escrito. Acepto, en cambio, que se utilice cualquier información con propósito de investigación o estadístico siempre que no pueda llevar la identificación de mi persona. También apruebo el uso de cualquier información con el propósito de consulta con otros profesionales de la salud o del fitness, incluido mi médico. En cambio, cualquier otra información obtenida se utilizará por parte del personal del programa únicamente por razones de prescripción de ejercicio y evaluación de mi progreso en el programa.

5. Consultas y libertad de consentimiento.

Se me ha dado la oportunidad de preguntar por ciertas cuestiones en referencia a los procedimientos del programa. En general, estas peticiones fueron debidamente anotadas por el personal encargado de la entrevista, siendo sus respuestas las siguientes:

No hubo ninguna cuestión

Soy asimismo consciente de que existen otros riesgos más improbables que pueden asociarse con este entrenamiento de acondicionamiento físico. A pesar de este hecho de que no se me ha comunicado una relación exhaustiva de estos riesgos más improbables, aún deseo tomar parte en él.

Confirmando que he leído el documento en su totalidad o que se me ha leído en caso de no ser capaz de leerlo personalmente.

Doy mi autorización expresa a que se lleven a cabo todos los servicios y procedimientos tal y como me ha comunicado el personal del programa.

Fecha 19 - Junio - 2015

Firma del cliente o representante legal: [Firma]

Firma del supervisor del programa: _____

Universidad Miguel Hernández de Elche
Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

FIGURA 1. Consentimiento Informado

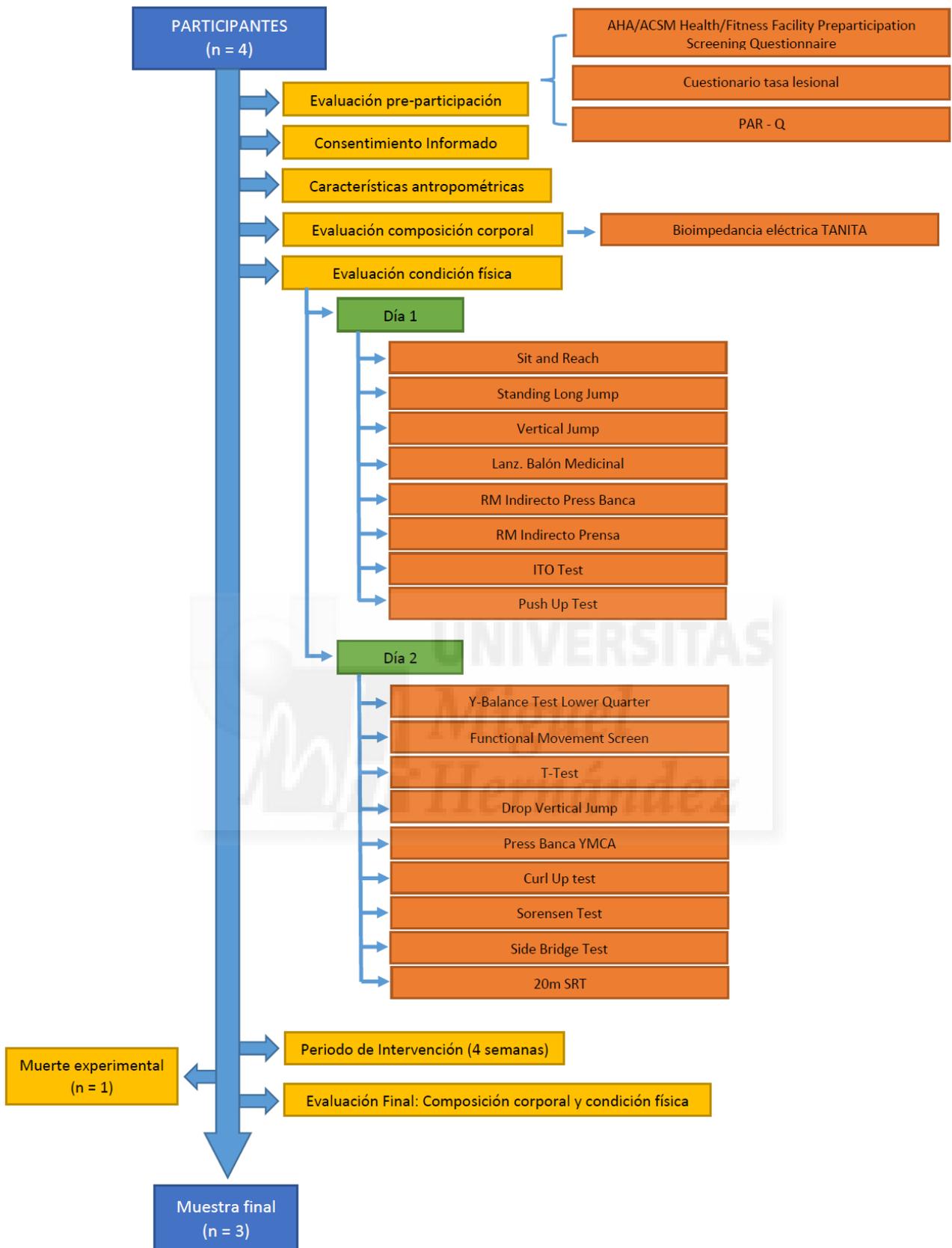


FIGURA 2. Diseño experimental del trabajo



Cuestionario Para Práctica de Actividad Física

La actividad física regular es divertida y saludable, y más personas cada día llegan a ser más activas. Ser más activo es seguro para la mayoría de las personas. Sin embargo, algunas personas deben consultar con su médico antes de empezar un programa físico de la actividad.

Si usted planea tomar parte en más actividades físicas de lo que está ahora, conteste las siguientes preguntas notadas abajo. Si usted tiene entre 15 a 69 años de edad, con el PAR-Q cuestionario le dirá si necesita recibir consejo con su médico antes de empezar un programa físico. Si usted tiene más de 69 años de edad, y no esta acostumbrado a estar activo, entonces averigüe con su médico.

Sentido común es la mejor guía para responder a estas preguntas. Por favor de leer las preguntas con cuidado y responder cada una honestamente: marque SI o NO.

Si	No	PREGUNTAS
	<input checked="" type="checkbox"/>	1. ¿Alguna vez el medico le ha dicho si usted tiene un problema en el corazón, y solo debería hacer actividad física recomendado por un medico?
	<input checked="" type="checkbox"/>	2. ¿Usted siente dolor en el pecho cuando hace actividad física?
	<input checked="" type="checkbox"/>	3. ¿Le ha dolido el pecho en el último mes, cuando no esta haciendo ejercicio?
	<input checked="" type="checkbox"/>	4. Usted pierde el balance a causa que se maree, y alguna vez ha perdido el conocimiento?
	<input checked="" type="checkbox"/>	5. ¿Tiene algún problema en las articulaciones (por ejemplo, espalda, rodillas, o cadera) que pueda empeorar por las actividades físicas propuestas?
	<input checked="" type="checkbox"/>	6. ¿El medico actualmente le ha indicado tomar medicinas para la presión arterial o el corazón?
	<input checked="" type="checkbox"/>	7. ¿Sabe usted, de cualquier otra razón por la cual usted no debería hacer actividad física?

Si Usted Respondio:

SI CONTESTO SI, A UNA O MÁS PREGUNTAS
Hable con su médico por teléfono o en persona ANTES de que usted empiece a ser mucho más físicamente activo ó ANTES que usted tenga una evaluación de salud. Informe a su medico sobre el cuestionario PAR-Q y las preguntas que respondió con un SI.

- Usted podría hacer cualquier actividad que usted quiera – pero comenzando lentamente y aumentando gradualmente. O, tal vez necesitara restringir sus actividades a esas que son más seguras para usted. Hable con su medico acerca de las actividades que a usted le gustaría participar y siga su consejo.
- Averigüe cuáles programas de la comunidad son seguras y útiles

Si Usted Respondio:

NO, A TODAS LAS PREGUNTAS.
SI USTED CONTESTA NO HONESTAMENTE A TODAS LAS PREGUNTAS, SEA RAZONABLE Y ESTE SEGURO DE QUE USTED PUEDE:

- Comenzar a ser más activo:** Comience lentamente y aumente gradualmente. Esta es la forma más segura y fácil.
- Realizar una prueba de ejercicio:** Esta es una forma excelente para determinar su condición física y poder planear el mejor plan para aumentar su actividad física. Es altamente recomendable que sea evaluada la presión de su sangre. Si su lectura es más de 144/94, hable con su medico antes de empezar a hacer más actividad física

Posponga el comenzar su actividad:

- Si no se siente bien debido a una enfermedad temporal tal como resfrío, gripe, o fiebre. Espere a sentirse mejor; o
- Si está o puede estar embarazada. Hable con su médico antes de comenzar.

Nota:
 Si su salud cambia, y alguna de las preguntas se convierte en SÍ, debe informarle a su instructor o a su médico: Pregunte si debe cambiar su plan de actividad física.

Información del uso del PAR-Q: La Sociedad Canadiense de Fisiología de ejercicio, Health Canada y sus agentes no, asumen responsabilidad sobre las personas que inician una actividad física a pesar de tener dudas sobre las respuestas del cuestionario, consulte a su médico antes de empezar hacer actividad física.

Nota: Si el cuestionario PAR-Q se entrega a una persona antes de participar en un programa de actividad física o una evaluación de actividad física, esta sección podría usarse para fines legales o propósitos administrativos

Nota: Esta autorización para actividad física es valida por el máximo de 12 meses, empezando el día que se complete, y se convierte en inválido si su condición cambia a cualquiera de las siete preguntas que contesto SI.

"Yo he leído, entendido y completado este cuestionario. Todas las preguntas han sido contestadas con mi completa satisfacción."

NOMBRE: Pablo Tenza Rico

FIRMA: [Signature]

FECHA: 19-2 marzo 2015

Origin: PAR-Q was developed by the British Columbia Ministry of Health/Canadian Society for Exercise Physiology, 202-185 Somerset St. West, Ottawa, ON K2P 012 www.csep.ca
 Adoptado por: Región LA County PH Nutrition Program/Network for a Healthy California. www.lapublichealth.gov/nutrition

FIGURA 3. Cuestionario para práctica de actividad física (PAR-Q)



Cuestionario de Screening Gimnasio Pre-participación

Evalúe sus necesidades de salud mediante el marcado de todos los enunciados verdaderos

Historia

- Un ataque al corazón.
- Cirugía de corazón.
- El cateterismo cardiaco.
- Angioplastia coronaria (ACPT).
- Marcapasos / desfibrilador implantable alteración cardiaca / ritmo.
- Enfermedad de las válvulas del corazón.
- Fallo cardiaco.
- Trasplante de corazón.
- Enfermedad cardiaca congénita.

Síntomas

- Usted experimenta molestias en el pecho con el esfuerzo.
- Usted experimenta disnea (dificultad para respirar) irrazonable.
- Usted experimenta mareos, desmayos.
- Usted toma medicamentos para el corazón.

Otros problemas de salud

- Tiene diabetes.
- Tiene asma u otra enfermedad pulmonar.
- Presenta ardor o calambres en las piernas al caminar distancias cortas.
- Tiene problemas músculo-esqueléticos que limitan su actividad física.
- Usted tiene preocupaciones acerca de la seguridad del ejercicio.
- Usted toma medicamentos con receta (s).
- Usted está embarazada.

Si marcó cualquiera de estas declaraciones en esta sección, se requiere una autorización a los médicos, que se adjunta, con el fin de continuar con el proceso de unión.

Factores de riesgo cardiovascular

- Usted es un hombre mayor de 45 años.
- Usted es una mujer mayor de 55 años, que ha tenido una histerectomía (extirpación total o parcial del útero), o usted es postmenopáusica.
- Usted fuma, o hace 6 meses o menos que lo dejó.
- Su presión arterial es superior a 140/90
- Usted no sabe su presión arterial.
- Usted toma medicamentos para la presión arterial.
- Su nivel de colesterol en sangre es > 200 mg/dl.
- Usted no conoce su nivel de colesterol.

- Usted tiene un pariente de sangre cercano que tuvo un ataque al corazón antes de los 55 años (padre o hermano) o de los 65 (madre o hermana).
- Usted es físicamente inactivo (es decir, si hace menos de 30 minutos de actividad física en, al menos, 3 días a la semana).
- Usted tiene más de 9,07 kg de sobrepeso.

Si ha marcado dos o más de las declaraciones contenidas en esta sección, se requieren de la obtención de una liberación médica para poder unirse a la instalación.

Ninguna de las anteriores es cierta

Usted debe ser capaz de ejercer de forma segura y sin consultar a su médico u otro proveedor profesional en un programa de ejercicio auto-guiado o casi cualquier instalación que cumpla con sus necesidades de un programa de ejercicio.

[Signature]

FIGURA 4. Cuestionario Screening Gimnasio Pre-participación



FIGURA 5. RM ejercicio en Press Banca



FIGURA 6. RM ejercicio en Prensa



FIGURA 7. Standing Long Jump



FIGURA 8. Vertical Jump



FIGURA 9. Lanz. Balón Medicinal

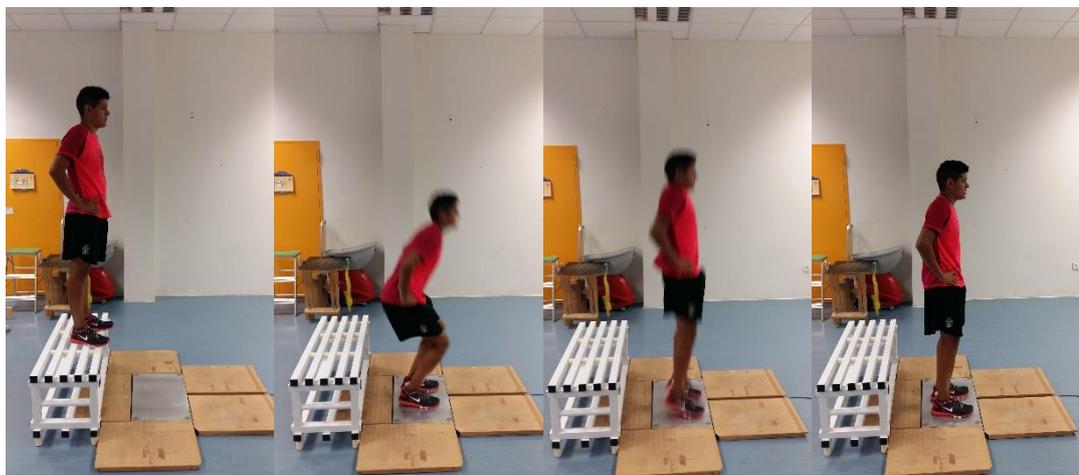


FIGURA 10. Drop Vertical Jump



FIGURA 11. 20m SRT o Course Navette



FIGURA 12. Press Banca YMCA



FIGURA 13. Push Up test



FIGURA 14. Curl Up test



FIGURA 15. Side Bridge test



FIGURA 16. ITO test



FIGURA 17. Sorensen test



FIGURA 18. T-test



FIGURA 19. Sit and reach test



FIGURA 20. Functional Movement Screen (FMS)