

## VALORACIÓN DEL PERFIL FUNCIONAL EN ATLETAS DE CROSSFIT. ESTUDIO PILOTO

### ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL PROFILE OF CROSSFIT ATHLETES. PILOT STUDY

Hernández-García, Raquel;

Universidad de Murcia.

Correo electrónico: rhernandezgarcia@um.es

Toledo, David; Universidad de Murcia., Fernández-García, A.Iván; Universidad de Granada. Torres-Luque, G; Universidad de Jaén

Recibido: 26.09.2018

Aceptado: 24.06.2019

#### Resumen

El incremento de la práctica del CrossFit genera la necesidad de conocer el perfil funcional de sus practicantes. El objetivo es describir el perfil funcional en practicantes de CrossFit para detectar el riesgo de lesión según género y años de práctica. La muestra está compuesta por 8 sujetos (30,87±5,89 años) 4 hombres y 4 mujeres. Todos fueron valorados mediante 5 test funcionales: Overhead Squat Test, Hurdle Step Test, Forward Step Down, Shoulder Mobility Test y Active Straight Leg Raise. Se observaron compensaciones en las articulares del tobillo, rodilla, cadera y hombros. Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas en el Forward Step Down ( $p=,013$ ), pudiendo indicar una mejor funcionalidad en el apoyo monopodal bajo carga en hombres que en mujeres. Los datos obtenidos en el tiempo de práctica parece indicar una mejora de la funcionalidad en el apoyo monopodal sin carga ( $p=,012$ ). Se recomienda realizar estudios similares con muestras más amplias para comprobar dichos resultados.

#### Palabras clave

Funcional, movimiento, riesgo de lesión, prevención, CrossFit.

#### Abstract

The increase in the practice of CrossFit generates the need to know the functional profile of its practitioners. The aim is to describe the functional profile of CrossFit practitioners in order to detect the risk of injury according to gender and years of practice. The sample is composed of 8 subjects (30,87 ±5,89 years), 4 men and 4 women. All were evaluated through 5 functional tests: Overhead Squat Test, Hurdle Step Test, Forward Step Down, Shoulder Mobility Test and Active Straight Leg Raise. Compensation was observed in the ankle, knee, hip and shoulder joints. The results show statistically significant differences in Forward Step Down ( $p=,013$ ), indicating better functionality in monopodal support under load in men than in women. The data obtained in the time of practice seems to indicate an improvement of the functionality in the monopodal support without load ( $p=,012$ ). Similar studies with larger samples are recommended to test these results.

#### Keywords

Functional, movement, risk of injury, prevention, CrossFit

#### Introducción

El CrossFit ha sido reconocido como una modalidad de entrenamiento interválico de alta intensidad (Milanovic, Sporis, & Weston, 2015). Su práctica se ha popularizado exponencialmente desde su creación en el año dos mil, siendo practicado por más de un millón de personas a lo largo del mundo (Tafari, Notarnicola, Monno, Ferretti, & Moretti, 2016; Feito, Burrows & Philip, 2018) y existiendo más de siete mil instalaciones en Europa y Estados Unidos respectivamente (Meyer, Morrison, & Zuniga, 2017; Tafari et al., 2016). Esto ha conllevado la realización de estudios científicos que analizan requerimientos fisiológicos (Escobar, Morales, & Vandusseldorp, 2017; Smith, Sommer, Starkoff, & Devor, 2013, 2017; Williams, Booton, Watson, Rowland, & Altini, 2017), efectos a nivel antropométrico y de condición física (Meyer et al., 2017; Smith et al., 2017), e incluso a nivel psicológico (Eather, Morgan, & Lubans, 2016). Sin embargo, dada su clasificación de modalidad de alta intensidad, donde se mueven grandes cargas, con largas distancias y todo con mucha rapidez, la evaluación a nivel funcional está teniendo un creciente interés (Hak, Hodzovic, & Hickey, 2013; Milanovic et al., 2015).

De hecho, especialistas en CrossFit (Moran, Booker, Staines, & Williams, 2017) realizaron el primer estudio en el que se analizaba durante 12 semanas el riesgo de lesión en practicantes de CrossFit, señalando que unos patrones de movimiento funcionales deficientes aumentarían el riesgo de lesiones cuando tales movimientos se realizan bajo carga y/o fatiga. Por ello, informan que una evaluación cuantitativa de la calidad de movimiento, a través de test funcionales, como Functional Movement Screen (FMS) (Cook, G., Burton, Hoogenboom, & Voight, 2014) puede ofrecer información adecuada. Y más aún, si los practicantes no poseen una adecuada funcionalidad, determinada principalmente por el componente de movilidad, estabilidad y simetría (Tafari et al., 2016).

Este tipo de valoraciones dotan de información sobre el riesgo de lesión, el cuál en practicantes de CrossFit se ha incrementado en los últimos años (Esser, Thurston, Nalluri, & Muzaurieta, 2017). Sin embargo, la mayoría de la bibliografía afirma que el CrossFit muestra una tasa de riesgo de lesión similar a otras actividades deportivas y recreativas (Aune & Powers, 2017; Esser et al., 2017; Klimek, Ashbeck, Brook, & Durall, 2017; Montalvo et al., 2017), incluso llegando a indicar que la tasa de lesión en CrossFit es casi la mitad que en especialidades como el fútbol (Sprey et al., 2016). Sin embargo, es probable que los métodos utilizados para el registro de lesiones en estos estudios hayan subestimado sustancialmente la verdadera carga de las lesiones por sobreuso (Williams et al., 2017), dado que el mayor número de lesiones se dan por esta situación, debido a los altos volúmenes de repeticiones de patrones de movimiento que se ejecutan a altas intensidades (Williams et al., 2017), así como el posible efecto lesivo de esas elevadas repeticiones sobre los tejidos musculoesqueléticos (Knapik, 2015). Tal y como se pone de manifiesto en estudios previos, las zonas más afectadas son hombros, zona lumbar y rodillas (Aune & Powers, 2017; Mehrab, de Vos, Kraan, & Mathijssen, 2017; Summitt, Cotton, Kays, & Slaven, 2016), por lo que se recomiendan investigaciones sobre patrones lesionales en este deporte (Mehrab et al., 2017).

En este sentido, los métodos más utilizados son los análisis funcionales, biomecánicos o pruebas de detección del movimiento (Whittaker et al., 2017) con el fin de identificar fallos en los patrones de movimiento. A través de la observación del mismo, se pretende identificar la presencia de desviaciones del movimiento o compensaciones, las cuales podrían limitar la mejora de la funcionalidad en el movimiento y además provocar dolor y desequilibrios musculares a largo plazo (Chmielewski et al., 2007). Las compensaciones aparecen como consecuencia de déficit funcionales, tales como la falta de control motor, movilidad, estabilidad y simetría (Mehl et al., 2018; Sousa, Leite, Costa, & Santos, 2017). De hecho, se manifiesta la importancia de identificar rápidamente las citadas compensaciones debido a su posible influencia en la ejecución de programas motores más complejos como un factor determinante en la prevención de lesiones y en la mejora del rendimiento (Nadler et al., 2001). No obstante, en la actualidad sigue faltando información sobre el perfil funcional del practicante de CrossFit que ayude y colabore en el entrenamiento específico de esta especialidad.

Por lo tanto, el objetivo principal del presente estudio piloto es describir el perfil funcional del practicante individual de CrossFit, y establecer si hubiese diferencias en función de los años de práctica y del género.

## Material y Método

### Muestra

La muestra estuvo compuesta por ocho sujetos (4 hombres y 4 mujeres), cuyas características se muestran en la tabla 1. Los criterios de inclusión fueron: a) ser prácticamente de CrossFit durante al menos el último año; b) No haber tenido una lesión en el último año de práctica; c) No tener ningún problema para la práctica de actividad física en el momento de la evaluación. Todos ellos firmaron un consentimiento por escrito y el estudio está avalado por el comité de ética de la entidad local.

Variables	Total (n=8)	Hombres (n=4)
Peso (kg)	69,12 ± 12,27	79,25 ± 7,4
Talla (m)	1,71 ± ,078	1,77 ± ,022
Edad (años)	30,87 ± 5,89	28 ± 3,82
Años de práctica	2,5 ± 1,6	2,75 ± 2,06

### Procedimiento

Se realizó una valoración compuesta por 5 test funcionales (figura 1) para evaluar los patrones de movimiento globales: Overhead Squat Test (OHST), Hurdle Step Test (HST), Forward Step Down Test (FSDT), Shoulder Mobility Test (SMT) y Active Strength Leg Raise (ASLR). Todos los test están validados y han sido empleados en estudios previos (Bishop & Turner, 2016; Cook et al., 2014; Herman, Nakdimon, Levinger, & Springer, 2016; Tafuri et al., 2016).

Overhead Squat Test (OHST): Fue administrado según las instrucciones de Cook (Cook et al., 2014) y Bishop (Bishop & Turner, 2016). Los sujetos asumieron la posición inicial en bipedestación con los pies a la anchura de las caderas, y orientando el segundo dedo hacia delante. Además, elevaron sus brazos hacia arriba con los hombros flexionados y abducidos, y los codos extendidos. A continuación, se le indicó al individuo: "baja todo lo que puedas, sin perder la posición de los brazos". Después debía volver a la posición inicial. Se realizaron 3 repeticiones. No existió imagen visual, sólo orden verbal.

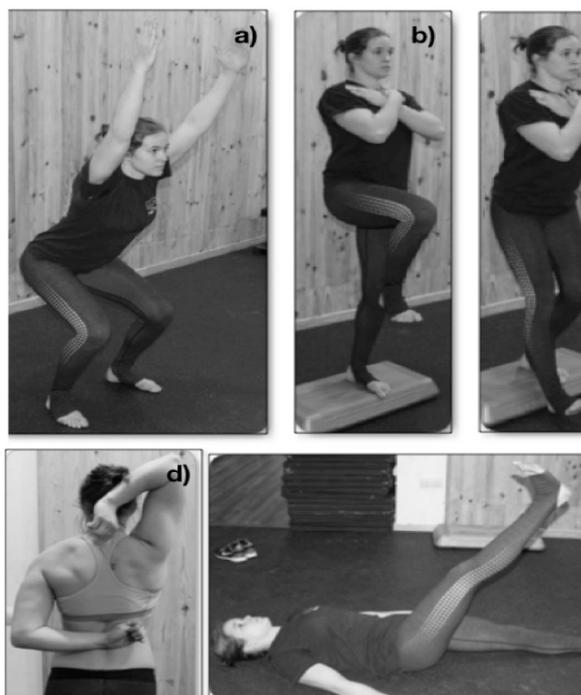


Figura1: a) Overhead Squat Test; b) Hurdle Step Test; c) Forward Step Down Test; d) Shoulder Mobility Test; e) Active Strength Leg Raise.

Hurdle Step Test (HST): Fue administrado según las instrucciones de (Cook et al., 2014), modificando la posición de los brazos, los cuales se colocaron en el pecho entre cruzados. El sujeto asumió una posición en bipedestación colocando los pies juntos. A continuación, se le pidió que mantuviera una postura erguida y que elevase una rodilla (flexión de cadera y rodilla) todo lo que pueda manteniendo la estabilidad. La pierna tras la flexión de cadera y rodilla recuperó la posición inicial. Se realizaron 3 repeticiones con cada pierna. El observador ejecuto el movimiento como modelo, por lo que hubo imagen visual y además, orden verbal.

Forward Step Down Test (FSDT): Se desarrolló según (Herman et al., 2016). Los participantes estaban en bipedestación sobre un cajón de 20 cm de altura, con los brazos cruzados sobre el pecho, y los pies juntos. A continuación, se les pidió que se agacharan con una pierna lo máximo posible doblando la rodilla hasta que el talón de la otra extremidad tocase el suelo, manteniendo su equilibrio y volviendo a la posición inicial. Se realizaron 3 repeticiones con cada pierna. El observador ejecuto el movimiento como modelo, por lo que hubo imagen visual y además, orden verbal.

Shoulder Mobility Test (SMT): Se desarrolló según el protocolo (Herman et al., 2016) y (Cook et al., 2014). Los participantes se colocaron de pie, con los brazos en flexión lateral y con codos extendidos; y a la instrucción del evaluador se le pidió que elevase un brazo por detrás de la cabeza y el otro por la zona lumbar, con la intención de que ambas manos se juntasen en la espalda. Se realizaron 3 repeticiones por cada lado. El observador ejecuto el movimiento como modelo, por lo que hubo imagen visual y además, orden verbal.

Active Straight Leg Raise (ASLR): Se desarrolló según el protocolo que marcan Mens y sus colaboradores (Mens, Vleeming, Snijders, Koes, & Stem, 2001) así como (Cook et al., 2014). Los participantes se tumbaron en supino, con piernas estiradas y separadas a la anchura de las caderas. Cuando recibieron la indicación, elevaron una pierna estirada todo lo que puedan, buscando la mayor flexión de cadera. Después volvieron a la posición inicial. Se realizaron 3 repeticiones con cada pierna. No existe demostración, sólo indicaciones verbales.

Cada test fue grabado usando 3 cámaras para cubrir los planos frontal anterior, posterior y el plano sagital para cada una de las repeticiones. La cámara de video se colocó aproximadamente a 3 m de cada participante y a una altura de 1,5 m. Los datos de vídeo se transfirieron a un ordenador personal. Cada ensayo se revisó para asegurar un punto de inicio consistente para su visualización y luego se guardó para su evaluación. Todas las visualizaciones fueron supervisadas por el mismo evaluador certificado, especialista en valoración funcional con cuatro años de experiencia. Las evaluaciones de cada test consistirán en detectar el número de compensaciones que aparecían en cada uno de ellos, siendo el máximo en cada test de:

OHST: mínimo 0, máximo 13.  
 HST: mínimo 0, máximo 22.  
 FSDT: mínimo 0, máximo 22.  
 SMT: mínimo 0, máximo 6.  
 ASLR: mínimo 0, máximo 12.

### Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 21.0 para Windows. Se realizó un análisis descriptivo de los datos mostrados como media y desviación típica. Tras explorar la normalidad de los datos, se utilizó la prueba U de Mann Whitney para analizar las diferencias entre género (hombres vs mujeres); y según años de experiencia (<3 años de práctica vs >3 años de práctica). La significancia estadística se fijó en  $p < 0,05$ .

### Resultados

En la tabla 2, se observan los datos descriptivos por atleta de CrossFit, donde se puede observar datos referentes al número de compensaciones por sujeto y por test.

Nº	Genero	Años Practica	OHST	HST	FSDT	SMT
1	Hombre	4	8	6	10	4
2	Mujer	4	6	6	8	6
3	Mujer	1	8	4	8	4
4	Mujer	2	4	8	14	3
5	Mujer	2	9	10	16	2
6	Hombre	1	7	4	14	6
7	Hombre	1	7	6	12	4
8	Hombre	5	6	6	10	6
<b>Media±Ds.Tip</b>		2,5±1,6	6,8±1,5	6,2±1,9	11,5±2,9	4,3±1,5
<b>Mediana</b>		2,0	7,0	6,0	11,0	4,0
<b>Rango</b>		4,0	5,0	6,0	8,0	4,0
OHST: Overhead Squat Test; HST: Hurdle Step Test; FSDT: Forward Step Down Test; SMT: Shoulder Mobility Test; ASLR: Active Strength Leg Raise.						

El sujeto 1, hombre con 4 años de práctica muestra un elevado número de compensaciones en los test OHST, FSDT, SMT y ASLR. Entre las compensaciones más manifestadas son rotación externa de ambos pies (en OHST, FSDT y ASLR en pierna de apoyo), varo de ambas rodillas en OHST, valgo en la pierna de apoyo en el FSDT, apoyo en eversión en ambos pies para el OHST y FSDT; y lordosis lumbar con protracción cervical en el SMT. En el ASLR muestra 10 compensaciones sobre 12 posibles: flexión de rodilla de la cadera en flexión, modificación de la pierna de apoyo, flexión lumbar y flexión cervical.

El sujeto 2, mujer también con 4 años de práctica, posee el máximo número de compensaciones en el SMT (escápulas aladas, protracción cervical y lordosis lumbar); además de manifestar rotación externa de pies, rodilla en varo y tobillo en eversión en el OHST y HST. Sin embargo, en el FSDT muestra rodilla en valgo e inclinación pélvica con rotación de tórax hacia la pierna de apoyo.

El número 3, es también una mujer, pero con 1 año de práctica, quién muestra compensaciones similares a la atleta anterior en el OHST y FSDT, añadiendo la compensación de lordosis lumbar. En el SMT aparecen escápulas aladas y lordosis lumbar de nuevo; y en el ASLR muestra movimiento en la pierna de apoyo, y flexión de rodilla en la cadera en flexión.

La atleta 4, con 2 años de práctica, muestra elevado número de compensaciones en el FSDT (14 sobre 22) y el ASLR (10 de 12), indicando baja funcionalidad en el patrón motor monopodal. Manifiesta compensaciones como rotación interna e inversión del pie de apoyo, así como basculación pélvica, rotación del tórax hacia el apoyo, movimiento torácico y falta de estabilidad lumbo-pélvica en el FSDT. Y en el ASLR aparece rotación externa y movimiento en la pierna de apoyo, rodilla flexionada de la cadera en flexión, flexión lumbar, y extensión cervical.

La atleta 5, también mujer con 2 años de práctica, es la que mayor número de compensaciones muestra en el OHST (9 sobre 12), en el HST (10 sobre 22) y en el FSDT (16 sobre 22). En el OHST además de rotación externa de pies, varo, eversión de tobillo (como el resto de atletas), muestra cadera asimétrica (derecha más baja), lordosis lumbar y los brazos caen adelante. En el FSDT muestra rotación externa y eversión en el pie de apoyo, rotación interna en la pierna en el aire, pelvis bascula, rotación del tórax hacia el lado de apoyo, movimiento de tórax, pérdida de disociación lumbo-pélvica y exceso de lordosis lumbar. Sin embargo, en el SMT sólo muestra escápulas aladas. Y en el ASLR vuelve a manifestar rotación externa y movimiento en la pierna de apoyo, flexión de rodilla de la cadera en flexión y flexión cervical.

Los atletas 6 y 7 son dos hombres con 1 año de práctica, y con valores de funcionalidad aparentemente similares en el OHST. Sin embargo, al ver las compensaciones manifestadas, el atleta 6 muestra rotación externa en ambos pies, pero con una rodilla en valgo y otra en varo, y además levantando talones. En cambio, el sujeto 7, muestra rotación externa y eversión en ambos pies, con rodillas en varo y los brazos caen al frente. En el HST el sujeto 6, muestra un apoyo en rotación externa (cuando flexiona cadera derecha), y el otro en rotación interna (cuando flexiona cadera izquierda). En cambio, el sujeto 7 muestra rotación externa y eversión en el pie de apoyo por ambos lados; y tanto el atleta 6 como el 7 muestran movimiento torácico al realizar la flexión de cadera. En el FSDT, ambos muestran rodilla en valgo, rotación del tórax hacia la pierna de apoyo, movimiento torácico y eversión de tobillo. Pero además el sujeto 6 muestra pérdida de disociación lumbo-pélvica y cifosis dorsal. Además, este sujeto muestra en el SMT las 6 compensaciones posibles: escápulas aladas, lordosis lumbar y protracción cervical. Sin embargo, el sujeto 7 no muestra escápulas aladas. En el ASLR sí que ambos muestran las mismas compensaciones: rotación externa y movimiento de la pierna de apoyo, flexión de rodilla de la cadera en flexión y flexión lumbar.

El sujeto 8, hombre con 5 años de práctica es el atleta con menor número de compensaciones en el OHST y ASLR, sin embargo, con el máximo número de compensaciones en el SMT. En el OHST muestra rotación externa pie, varo de rodilla, pérdida de disociación lumbo-pélvica y brazos caen adelante. En HST muestra rotación interna pie de apoyo, basculación de pelvis y movimiento de tórax por ambos lados. En el FSDT ha mostrado rotación interna con eversión en el pie de apoyo, rodilla en valgo, basculación pélvica y movimiento torácico. En el SMT posee las 6 compensaciones posibles: escápulas aladas, lordosis lumbar y protracción cervical. Y en el ASLR, muestra rotación externa y modificación del pie de apoyo en ambos lados.

En general para todo el grupo, las compensaciones con mayor manifestación en el OHST han sido: rotación externa ambos pies, ambos tobillos en eversión, rodilla en varo y los brazos caen. Las compensaciones con mayor manifestación en el HST han sido: rotación externa pie izquierdo, basculación de pelvis y movimiento torácico. En cuanto al FSDT, las compensaciones más dadas han sido: eversión del tobillo, valgo de rodilla, basculación de pelvis, movimiento torácico y rotación del tórax hacia el lado de apoyo por ambos lados. En el SMT, todas las compensaciones se han manifestado en la mayoría de los atletas: escápulas aladas, lordosis lumbar y protracción cervical. Y por último en el ASLR las compensaciones más dadas han sido: rotación externa y modificación de la pierna de apoyo, y flexión de rodilla de la cadera en flexión.

En la tabla 3, se muestran las diferencias existen en la ejecución de cada test, según el género.

**Tabla 3. Diferencias de número de compensaciones funcionales en relación al género.**

Test	Hombres (n=4)			Mujeres (n=4)		
	Med± Dsv.Tip	Mediana	Rango	Med± Dsv.Tip	Mediana	Rango
<b>OHST</b>	7,00±0,81	7,00	2,00	6,75±2,21	7,00	5,00
<b>HST</b>	5,50±1,00	6,00	2,00	7,00±2,58	7,00	6,00
<b>FSDT</b>	11,50±1,91	11,00	4,00	11,50±4,12	11,00	8,00
<b>SMT</b>	5,00±1,15	5,00	2,00	3,75±2,21	3,50	4,00
<b>ASLR</b>	7,50 ±2,51	8,00	6,00	7,50±1,91	7,00	4,00

OHST: Overhead Squat Test; HST: Hurdle Step Test; FSDT: Forward Step Down Test; SMT: Shoulder Mobility Test; ASLR: Active Strength Leg Raise.

Respecto a las compensaciones del FSDT que han marcado diferencias significativas entre género se encuentran las siguientes variables: la cadera flexionada con rotación interna en ambos apoyos ( $p=,024$ ), rotación del tórax hacia la derecha cuando el apoyo es con la derecha ( $p=,024$ ), y rotación del tórax a la izquierda cuando el apoyo es la pierna izquierda ( $p=,024$ ), pronación (hombres) y supinación (mujeres) del pie de apoyo en ambas extremidades ( $p=,024$ ) y el exceso de lordosis (mujeres) y cifosis (hombres) con ambos apoyos ( $p=,024$ ).

En la tabla 4, se observan las diferencias según el tiempo de práctica de CrossFit.

**Tabla 4. Diferencias de número de compensaciones funcionales en relación a los años de práctica.**

Test	< 3 años de práctica (n=5)			>3 años de práctica (n=3)		
	Med± Dsv.Tip	Mediana	Rango	Med± Dsv.Tip	Mediana	Rango
<b>OHST</b>	7,00±1,87	7,00	5,00	6,66±1,15	6,00	2,00
<b>HST</b>	6,40±2,60	6,00	6,00	6,00±00	6,00	0,00
<b>FSDT</b>	12,80±3,03	14,00	8,00	9,33±1,15	10,00	2,00
<b>SMT</b>	3,80±1,48	4,00	4,00	5,33±1,15	6,00	2,00
<b>ASLR</b>	8,00 ±1,41	8,00	4,00	6,66±3,05	6,00	6,00

OHST: Overhead Squat Test; HST: Hurdle Step Test; FSDT: Forward Step Down Test; SMT: Shoulder Mobility Test; ASLR: Active Strength Leg Raise.

Los atletas que menor tiempo llevan practicando CrossFit muestran valores significativamente superiores en el número de compensaciones del HST que los atletas con mayor experiencia ( $p=,025$ ). La compensación en el HST que ha marcado diferencias significativas es el Genu varo en ambas rodilla de apoyo, tanto en derecha como en izquierda ( $p=,002$ ). Sin embargo, no aparecen diferencias significativas en el resto de variables ( $p>,05$ ).

## Discusión

Diversos estudios indican que el CrossFit como actividad deportiva no posee índices de riesgo de lesión superiores al resto de actividades deportivas cotidianas (Meyer et al., 2017; Moran et al., 2017; Poston et al., 2016). En el presente estudio piloto se observa como existen compensaciones articulares, así como diferencias en relación al género y el tiempo de práctica.

Parece ser, que cuando se trata de lesiones crónicas por sobreuso, altas cargas o lesiones anteriores en tejidos blandos como ligamentos, tendones o músculos, la tasa de riesgo de lesión se eleva (Hak et al., 2013). De hecho, se ha constatado como el CrossFit por medio de percepción subjetiva de esfuerzo se cataloga como entrenamiento "muy duro". Comprobándose a su vez que esta alta intensidad provoca efectos agudos post-ejercicio en la función muscular y ventilatoria en atletas experimentados (Drum, Bellovary, Jensen, Moore, & Donath, 2017a). Coincidiendo con un estudio de caso presentado recientemente, donde un atleta que realizaba sólo el ejercicio de hip-trust (elevación de cadera con peso desde tendido supino) con volúmenes elevados y alta carga, provocó al sujeto una lesión grave crónica a nivel muscular (Esser et al., 2017).

El presente trabajo muestra una descripción de la funcionalidad de cada uno de los atletas, resultando que el SMT es el test donde mayor número de compensaciones han mostrado la mayoría atletas, indicando falta de estabilidad del complejo escapulohumeral, de la zona del raquis cervical y zona de raquis lumbar; donde, aunque no se haya valorado, posiblemente pueda existir una falta de movilidad del hombro (en  $360^\circ$ ), así como del tórax. Estos datos coinciden con otros estudios que indican que una de las zonas con mayor riesgo de lesión en los atletas de CrossFit son los hombros (Mehrab et al., 2017; Montalvo et al., 2017; Summitt et al., 2016), especialmente por todos los movimientos de overhead press (empujes por encima de la cabeza) (Verma & Vega, 2016). Además, analizando sujeto por sujeto, aparecen más de la mitad de compensaciones posibles en el ASLR, OHST y el FSDT. Estos test están relacionados con los patrones motores de caminar, correr y saltar, movimientos muy comunes y con elevados volúmenes en los entrenamientos de CrossFit (Fisker, Kildegaard, Thygesen, Grosen, & Pfeiffer-Jensen, 2017). Los efectos de altas intensidades de ejercicio combinados con elevados volúmenes provocan acusada fatiga (Drum, Bellovary, Jensen, Moore, & Donath, 2017b; Knapik, 2015; Mate-Munoz et al., 2017; Poston et al., 2016), que como consecuencia puede llegar a modificar los patrones básicos y la coordinación en movimientos complejos y llegando a incrementar el riesgo de lesión (Verma & Vega, 2016).

A pesar de que la mayoría de los artículos de CrossFit en la bibliografía actual versan sobre efectos físicos y fisiológicos (Meyer et al., 2017), actualmente se está comenzando a prestar atención a la funcionalidad del atleta de CrossFit evaluándolo a través de la batería FMS (Moran et al., 2017; Tafuri et al., 2016). De los escasos estudios que existen actualmente que valoren a nivel funcional al atleta de CrossFit, destaca el de (Moran et al., 2017), en el que tras valorar a 117 atletas por medio de la batería FMS, se concluye que las puntuaciones no se asocian al riesgo de lesión, pero sí las asimetrías encontradas entre extremidades izquierda y derecha, no mostrando qué referencias corporales han mostrado asimetría. Otro estudio de Tafuri et al., (2016), evaluó a noventa deportistas entre los que se había atletas de CrossFit, Body Builders y WiegthLifting; encontraron mayores asimetrías en el HST en los crossfiteros. Sin embargo, estos resultados nos coinciden con los del presente estudio, quiénes muestran un predominio de los rotadores externos de cadera sobre los internos, así como una basculación pélvica y falta de estabilidad central (CORE) en el apoyo monopodal. Estos déficit funcionales se deben de identificar y trabajar para la mejora del atleta, ya que un desequilibrio entre la musculatura de la cadera (abductores-aductores-rotadores) y la falta de estabilidad lumbo-pélvica está asociada a dolor lumbar en deportistas (Hides, Oostenbroek, Smith, & Mendis, 2016); así como los déficits de estabilidad central (CORE) se han identificado como factores de riesgo potenciales en las lesiones de las extremidades inferiores (De Blaiser et al., 2018).

Por otro lado, los deportistas de este estudio muestran desalienación de rodillas hacia el "genu varo" y apoyos en eversión en el patrón motor de triple flexo-extensión cadera-rodilla-tobillo, tal y como indican las pruebas OHST, HST y ASLR. Considerando que los ejercicios de fuerza con mayor causa-efecto en la lesiones son: squat, deadlift, overhead press y snach, todos ellos muy comunes en el CrossFit (Moran et al., 2017), se recomienda focalizar un trabajo equilibrado de los complejos articulares pie, tobillo, rodilla y cadera, tanto de movilidad como estabilidad, para evitar estados lesivos en ejercicios de grandes cadenas (Nadler et al., 2001).

En el SMT, los atletas de este estudio manifiestan falta de estabilidad escapulohumeral y central con la máxima movilidad de hombro debido a la aparición de escápulas aladas, lordosis lumbar y protracción cervical en el SMT. Estos datos coinciden con varios autores que afirman que una de las zonas más afectadas en el entrenamiento de CrossFit son los hombros (Aune & Powers, 2017; Mehrab et al., 2017; Montalvo et al., 2017; Summitt et al., 2016). Quizás se podría relacionar la manifestación de las compensaciones descritas con la incidencia de lesión en el hombro del atleta de CrossFit.

Según los resultados obtenidos en la comparación de los atletas de CrossFit por género, son las mujeres las que obtienen valores significativamente superiores en las compensaciones del FSDT, pudiendo indicar menor funcionalidad en al apoyo monopodal bajo carga (Herman et al., 2016), donde las limitaciones principales pueden ser falta de movilidad de tobillo y cadera, falta de estabilidad

central (CORE) o falta de disociación lumbo-pélvica (Bolt, Giger, Wirth, & Swanenburg, 2018). Posibles limitaciones que directamente se relacionan con las compensaciones manifestadas por las atletas mujeres del presente estudio, como han sido la rotación interna de la cadera flexionada, rotación del tórax hacia el lado de la pierna de apoyo, pronación (hombres) y supinación (mujeres) del pie de apoyo y el exceso de lordosis (mujeres) y cifosis (hombres) con ambos apoyos. Siguiendo con el párrafo anterior, el FSDT se relaciona con el movimiento de la carrera, indicando que de nuevo un patrón motor presente en la carrera, es el que mayor riesgo de lesión puede ocasionar a un practicante de CrossFit (Poston et al., 2016). Estas diferencias entre género coinciden con trabajos anteriores que afirman que lesiones previas y el género se identificaron como factores de riesgo de lesión (Moran et al., 2017; Sprey et al., 2016; Tafuri et al., 2016). Parece ser que muestran mayor riesgo de lesión en hombres que en mujeres, principalmente por las lesiones anteriores y el número de asimetrías (Weisenthal, Beck, Maloney, DeHaven, & Giordano, 2014). Indicando que las causas podrían ser porque las mujeres que practican CrossFit suelen solicitar mayor ayuda a los entrenadores y además su práctica no se orienta tanto a la competición con la de los hombres (Moran et al., 2017). Por otro lado, se han indicado efectos de riesgo de lesión por aumento de altura y masa corporal en participantes de CrossFit (Montalvo et al., 2017), entendiendo que normalmente los hombres son más altos y pesados que las mujeres. Por ello, que se considera necesario mejorar la progresión del entrenamiento con programas individualizados y de recuperación adecuados para prevenir lesiones musculares graves (Drum et al., 2017b).

Específicamente, una mayor exposición al entrenamiento y participación de horas semanales puede contribuir a la lesión (Montalvo et al., 2017; Feito et al., 2018). En el presente estudio las diferencias significativas encontradas por grupos según el tiempo de práctica, se orientan hacia que los atletas con menos de tres años de práctica son los que tienen valores mayores en compensaciones del HST respecto a los atletas que llevan más de tres años. Específicamente, han manifestado la compensación del "genu varo" en la pierna de apoyo monopodal para mantener la estabilidad, de vital importancia en contexto deportivo y con mayor riesgo de lesión en este deporte (Aune & Powers, 2017; Mehrab et al., 2017). El varo en rodilla puede ser una manifestación de falta de movilidad de cadera, o desequilibrios-debilidades musculares entre la musculatura anterior, posterior y profunda de la articulación de cadera, causando problemas en movimientos de en plano frontal (Samaei, Bakhtiary, Elham, & Rezasoltani, 2012). Coincidiendo con el estudio retrospectivo de Feito y colaboradores (2018) que informan que aproximadamente el 30,5% de los atletas de CrossFit se suelen lesionar en el primer año de práctica. Principalmente porque tiene sentido que los atletas con menos experiencia pueden ser más propensos a lesiones debido a problemas de fuerza y/o de flexibilidad que pueden dificultar su capacidad para completar algunos de los ejercicios más básicos de este deporte.

Cabe destacar, que ha sido el SMT el que menor funcionalidad ha mostrado para la totalidad de la muestra del estudio, indicando falta de estabilidad del raquis en máximo ROM articular del hombro. Esto se deduce principalmente porque no aparecen diferencias estadísticamente significativas según género y años de práctica, pudiendo indicar que la práctica de CrossFit incrementa el riesgo de lesión en esa articulación, con se informa en otros artículos (Mehrab et al., 2017; Summitt et al., 2016).

Por lo tanto, tras describir el perfil funcional de los practicantes de CrossFit del presente estudio donde se han identificado diferentes compensaciones, se recomienda que los entrenadores realicen valoraciones funcionales previas (Petersen, Pinske, & Greener, 2014). Con el objetivo de detectar los principales déficits y prescribir entrenamientos adecuados, eliminar dichas compensaciones será tan importante como optimizar el rendimiento de cada atleta.

Como limitaciones del estudio piloto merece la pena exponer la falta de homogeneidad de la muestra, tanto en los grupos por género, como en los grupos de años de práctica. Sin embargo, como fortaleza del estudio resalta el carácter individualizador del estudio, donde tratar con una muestra reducida y describir parámetros individuales, responde a los principios del entrenamiento de valoración e individualidad, necesarios para llevar a cabo un programa de entrenamiento.

## Conclusión

El perfil funcional individual del atleta de CorssFit muestra principalmente compensaciones en los complejos articulares del tobillo, rodilla, cadera y hombros. Los datos recogidos sugieren posibles diferencias entre género principalmente en la funcionalidad del apoyo monopodal bajo carga. A su vez, el número de años de práctica del CrossFit parece indicar una mejora funcional en la estabilidad monopodal sin carga. No obstante, sería necesario realizar estudios similares con muestras mayores para contrastar resultados.

Se recomienda la evaluación funcional previa a desarrollar un entrenamiento de CrossFit para no incrementar el riesgo de lesión, especialmente en la articulación del hombro.

## Bibliografía

- Aune, K. T., & Powers, J. M. (2017). Injuries in an Extreme Conditioning Program. *Sports Health-a Multidisciplinary Approach*, 9(1), 52-58.
- Bishop, C., & Turner, A. (2016). Screen ingmovement dysfunction using the overhead squat. In A. Turner (Ed.), (Vol. 2, pp. 22-30): *Profesional Strength & Conditioning*.
- Bolt, D., Giger, R., Wirth, S., & Swanenburg, J. (2018). Step-Down Test Assessment of Postural Stability in Patients With Chronic Ankle Instability. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(1), 5.

- Chmielewski, T. L., Hodges, M. J., Horodyski, M., Bishop, M. D., Conrad, B. P., & Tillman, S. M. (2007). Investigation of clinician agreement in evaluating movement quality during unilateral lower extremity functional tasks: A comparison of 2 rating methods. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(3), 122-129.
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., & Voight, M. (2014). Functional movement screening: The use of fundamental movements as an assessment of function – part 2. In (Vol. 9, pp. 549): *International journal of sports physical therapy*.
- De Blaiser, C., Roosen, P., Willems, T., Danneels, L., Vanden Bossche, L., & De Ridder, R. (2018). Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 30, 48-56.
- Drum, S. N., Bellovary, B. N., Jensen, R. L., Moore, M. T., & Donath, L. (2017a). Avoiding misperception and misuse of CrossFit (R): seeking evidence-based best practice recommendations on training and injury. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(5), 721-723.
- Drum, S. N., Bellovary, B. N., Jensen, R. L., Moore, M. T., & Donath, L. (2017b). Perceived demands and postexercise physical dysfunction in CrossFit(R) compared to an ACSM based training session. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(5), 604-609.
- Eather, N., Morgan, P. J., & Lubans, D. R. (2016). Effects of exercise on mental health outcomes in adolescents: Findings from the CrossFit (TM) teens randomized controlled trial. *Psychology of Sport and Exercise*, 26, 14-23.
- Escobar, K. A., Morales, J., & Vandusseldorp, T. A. (2017). Metabolic profile of a crossfit training bout. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(4), 1248-1255.
- Esser, S., Thurston, M., Nalluri, K., & Muzaurieta, A. (2017). "Numb-Leg" in a CrossFit Athlete: A Case Presentation. *Pm&R*, 9(8), 834-836.
- Feito, Y., Burrows, E., & Philip, T. (2018). A 4-year analysis of the incidence of injuries among CrossFit trained participants. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(10), 1-8.
- Fisker, F. Y., Kildegaard, S., Thygesen, M., Grosen, K., & Pfeiffer-Jensen, M. (2017). Acute tendon changes in intense CrossFit workout: an observational cohort study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(11), 1258-1262.
- Hak, P. T., Hodzovic, E., & Hickey, B. (2013). The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *Journal of strength and conditioning research*.
- Herman, G., Nakdimon, O., Levinger, P., & Springer, S. (2016). Agreement of an evaluation of the forward-step down test by broad cohort of clinicians with that of an expert panel. In (Vol. 25, pp. 227-232): *Journal of Sport Rehabilitation*.
- Hides, J. A., Oostenbroek, T., Smith, M. M. F., & Mendis, M. D. (2016). The effect of low back pain on trunk muscle size/function and hip strength in elite football (soccer) players. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2303-2311.
- Klimek, C., Ashbeck, C., Brook, A. J., & Durall, C. (2017). Are Injuries More Common with Crossfit Training than other Forms of Exercise? *Journal of sport rehabilitation*, 1-10.
- Knapik, J. J. (2015). Extreme Conditioning Programs: Potential Benefits and Potential Risks. *Journal of special operations medicine : a peer reviewed journal for SOF medical professionals*, 15(3), 108-113.
- Mate-Munoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., Garcia-Fernandez, P., Garnacho-Castano, M. V., & Dominguez, R. (2017). Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. *Plos One*, 12(7), 17.
- Mehl, J., Diermeier, T., Herbst, E., Imhoff, A. B., Stoffels, T., Zantop, T., . . . Achnich, A. (2018). Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 138(1), 51-61.
- Mehrab, M., de Vos, R. J., Kraan, G. A., & Mathijssen, N. M. C. (2017). Injury Incidence and Patterns Among Dutch CrossFit Athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(12), 13.
- Mens, J. M. A., Vleeming, A., Snijders, C. J., Koes, B. W., & Stem, H. J. (2001). Reliability and validity of the active straight leg raise test in posterior pelvic pain since pregnancy. *Spine*, 26(10), 1167-1171.
- Meyer, J., Morrison, J., & Zuniga, J. (2017). The Benefits and Risks of CrossFit: A Systematic Review. *Workplace Health & Safety*, 65(12), 612-618.
- Milanovic, Z., Sporis, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO2max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469-1481.
- Montalvo, A. M., Shaefer, H., Rodriguez, B., Li, T., Epnere, K., & Myer, G. D. (2017). Retrospective Injury Epidemiology and Risk Factors for Injury in CrossFit. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(1), 53-59.
- Moran, S., Booker, H., Staines, J., & Williams, S. (2017). Rates and risk factors of injury in CrossFit (TM): a prospective cohort study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(9), 1147-1153.

- Nadler, S. F., Malanga, G. A., Feinberg, J. H., Prybicien, M., Stitik, T. P., & DePrince, M. (2001). Relationship between hip muscle imbalance and occurrence of low back pain in collegiate athletes - A prospective study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 80(8), 572-577.
- Petersen, D., Pinske, K., & Greener, T. (2014). College Coaches Corner-CrossFit. *Strength and Conditioning Journal*, 36(2), 56-58.
- Poston, W. S. C., Haddock, C. K., Heinrich, K. M., Jahnke, S. A., Jitnarin, N., & Batchelor, D. B. (2016). Is High-Intensity Functional Training (HIFT)/ CrossFit Safe for Military Fitness Training? *Military Medicine*, 181(7), 627-637.
- Samaei, A., Bakhtiary, A. H., Elham, F., & Rezasoltani, A. (2012). Effects of Genu Varum Deformity on Postural Stability. *International Journal of Sports Medicine*, 33(6), 469-473.
- 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 (Retracted article. See vol. 31, pg. E76, 2017). *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 3159-3172.
- Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., & Devor, S. T. (2017). CROSSFIT-BASED HIGH INTENSITY POWER TRAINING IMPROVES MAXIMAL AEROBIC FITNESS AND BODY COMPOSITION: RETRACTION (Retraction of Vol 27, Pg 3159, 2013). *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), E76-E76.
- Sousa, A. S. P., Leite, J., Costa, B., & Santos, R. (2017). Bilateral Proprioceptive Evaluation in Individuals With Unilateral Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*, 52(4), 360-367.
- Sprey, J. W. C., Ferreira, T., de Lima, M. V., Duarte, A., Jorge, P. B., & Santili, C. (2016). An Epidemiological Profile of CrossFit Athletes in Brazil. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(8), 8.
- Summitt, R. J., Cotton, R. A., Kays, A. C., & Slaven, E. J. (2016). Shoulder Injuries in Individuals Who Participate in CrossFit Training. *Sports Health-a Multidisciplinary Approach*, 8(6), 641-646.
- Tafari, S., Notarnicola, A., Monno, A., Ferretti, F., & Moretti, B. (2016). CrossFit athletes exhibit high symmetry of fundamental movement patterns. A cross-sectional study. *Mltj-Muscles Ligaments and Tendons Journal*, 6(1), 157-160.
- Verma, A., & Vega, A. R. (2016). Survey of Incidence of Injuries in Crossfit Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(5), 861-861.
- Weisenthal, B. M., Beck, C. A., Maloney, M. D., DeHaven, K. E., & Giordano, B. D. (2014). Injury Rate and Patterns Among CrossFit Athletes. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 2(4), 2325967114531177.
- Whittaker, J. L., Booyesen, N., De la Motte, S., Dennett, L., Lewis, C. L., Wilson, D., . . . Stokes, M. (2017). Predicting sport and occupational lower extremity injury risk through movement quality screening: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 51(7), 580-+.
- Williams, S., Booton, T., Watson, M., Rowland, D., & Altini, M. (2017). Heart Rate Variability is a Moderating Factor in the Workload-Injury Relationship of Competitive CrossFit (TM) Athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(4), 443-449.