

Article

Determinación de un Perfil de Rendimiento de Referencia de CrossFit®

Nicole Meier, Stefan Rabel y Annette Schmidt

Instituto de Ciencias del Deporte, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad de las Fuerzas Armadas Federales de Múnich, 85579 Neubiberg, Alemania

RESUMEN

En el deporte de tendencia CrossFit®, la competencia internacional se lleva a cabo en los CrossFit® Games, conocidos mundialmente como la prueba de condición física definitiva. Dado que los atletas estadounidenses son los mejores del mundo en cuanto a CrossFit®, puede haber factores que influyan en el desempeño de la competencia internacional. Se caracterizaron el perfil de rendimiento de referencia de los atletas de CrossFit® estadounidenses y alemanes ($n = 162$). Para recopilar el rendimiento de referencia común por cuestionario, 66 atletas CrossFit® masculinos y 96 femeninas (32.6 ± 8.2 años) participaron en la encuesta en ambos países. Al comparar las variables de rendimiento individual, sólo se identificó una diferencia significativa en el rendimiento total de levantamiento de potencia de los hombres entre las naciones ($p = 0.034$). No se encontraron otras diferencias significativas en el levantamiento olímpico, la carrera o el rendimiento del entrenamiento del día "Girl" (Fran, Grace, Helen). Se encontraron correlaciones positivas de muy grandes a extremadamente grandes ($r = 0.79-0.99$, $p < 0.01$) entre las variables de levantamiento de potencia y levantamiento olímpico. El análisis de regresión lineal adicional predijo la influencia del rendimiento de la sentadilla sobre el rendimiento en los levantamientos olímpicos, arranque ($R^2 = 0.76$) y clean & jerk ($R^2 = 0.84$). Nuestros resultados sugirieron un papel dominante del rendimiento en sentadillas traseras sobre la evaluación de la condición física de los atletas de CrossFit®.

INTRODUCCIÓN

En la competición internacional del deporte de tendencia CrossFit®, los CrossFit Games®, los atletas alcanzan los mejores rendimientos cada año [1]. Pocos estudios previos han examinado las variables fisiológicas que predicen el rendimiento en los CrossFit® Games [2]. A pesar de Martínez-Gómez y cols. asociando el rendimiento de los atletas en el CrossFit® Games Open 2019 con varios marcadores de potencia, fuerza y aeróbicos [3] hasta el momento todavía no existen criterios específicos que permitan predecir el rendimiento.

La modalidad de entrenamiento de CrossFit®, como entrenamiento variado en intervalos de alta intensidad (HIIT), incluye ejercicios de los elementos principales de la gimnasia, ejercicios de levantamiento de pesas y actividades cardiovasculares, y generalmente se realiza como "Entrenamiento del día" (WOD, workout of day), con el foco en movimientos funcionales que varían constantemente [4]. El concepto de entrenamiento del CrossFit® tiene como objetivo preparar a los atletas para realizar una variedad de entrenamientos. Teniendo en cuenta que la variación constante de los entrenamientos es un elemento esencial del CrossFit®, en las competiciones internacionales los requisitos del WOD sólo se anuncian a los atletas unos minutos antes de la competición [5]. El anuncio de última hora del WOD es una diferencia esencial con respecto a otros deportes, ya que de lo contrario siempre se sabe exactamente qué disciplina se realizará en la próxima

competencia. El máximo rendimiento en la competición, como en cualquier otro deporte, sólo se puede conseguir después de años de entrenamiento programado y requiere una progresión continua que se controla de alguna manera durante el entrenamiento [6].

La determinación de los puntos de referencia y la determinación de las variables de rendimiento de ejercicios específicos y del WOD se pueden aplicar para un seguimiento de la progresión [7]. Debido a la constante variabilidad del entrenamiento, es necesaria la determinación del rendimiento de referencia, especialmente en el CrossFit®. Desde 2008, los atletas de CrossFit® pueden utilizar el software en línea "Beyond the Whiteboard" (BTWB) para recopilar datos de rendimiento de referencia y compararlos con otros.

Para este propósito, se han desarrollado entrenamientos de referencia particulares en CrossFit®, como los WOD "Hero" o los WOD "Girl". Estos entrenamientos de referencia deben realizarse con las mismas especificaciones cada vez [8]. Para el WOD "Fran", hay tres rondas, que incluyen 21, 15 y 9 repeticiones, por tiempo, de empujes con barra de 95/65 libras (hombre/mujer) y dominadas. El WOD "Grace" incluye 30 repeticiones de 'clean and jerk' de 135/95 libras (hombre/mujer) por tiempo, y el WOD "Helen" incluye 3 rondas de 400 m de velocidad, 21 repeticiones de swings de kettlebell americanas de 53/35 libras, seguido de 12 dominadas. Paralelamente, el CrossFit® también aplica las variables de rendimiento en los ejercicios de levantamiento de pesas más comunes para una evaluación comparativa del rendimiento. Por lo tanto, el máximo de una repetición (1MR) de los levantamientos de potencia (peso muerto, sentadilla trasera, press de banco y press de hombros) y los levantamientos olímpicos (arranque, clean & jerk) son de especial interés [8]. Estudios previos investigaron el poder predictivo para las clasificaciones más altas en los CrossFit Games® 2013 y 2016 de rendimiento de referencia individual, y no encontraron resultados significativos [9,10]. El CrossFit Open® es la principal oportunidad para calificar para los CrossFit Games®. Mangine y cols. analizaron el principal factor de predicción del éxito en el CrossFit Open® de 2018 y concluyó que el porcentaje de grasa corporal tuvo el efecto más significativo [2]. Para predecir el entrenamiento 19.1 CrossFit Open® y el rendimiento WOD "Fran", un estudio adicional concluyó que el pico del VO2 absoluto y el CrossFit® Total (pruebas de una repetición máxima para sentadillas, peso muerto y press de hombros) podrían estar influyendo factores [11]. Además, se observó que ningún atleta alemán ha ganado los CrossFit Games® desde que comenzaron en 2007. Por otro lado, los participantes estadounidenses son los mejores del mundo en CrossFit® [12]. Sin embargo, ningún estudio ha investigado diferencias significativas en el perfil de rendimiento de los atletas entre ambas naciones, por lo que, por primera vez, se analizaron la variación entre el rendimiento de CrossFit® alemán y el estadounidense.

Para encontrar predictores válidos del rendimiento de CrossFit®, sólo se han realizado unos pocos estudios, que mostraron resultados contradictorios [13,14,15,16]. Por un lado, estudios previos investigaron la influencia de las variables fisiológicas de la capacidad aeróbica y la potencia anaeróbica, y mostraron una influencia significativa en el rendimiento de CrossFit® [13,15]. Por otro lado, los estudios sólo han demostrado un efecto de la fuerza en el desempeño de los WOD "Grace" y "Fran", pero no para "Cindy" [14]. El análisis del desafío "Murph" de CrossFit® (carrera de 1 milla, 100 dominadas, 200 flexiones, 300 sentadillas en el aire, carrera de 1 milla) mostró que sólo el parámetro fisiológico del porcentaje de grasa corporal estaba significativamente relacionado con el total de tiempo de "Murph" [17]. Basado en los resultados de Dexheimer y cols. y Martinez y cols., el rendimiento de la sentadilla trasera puede considerarse como un predictor importante, por lo que, en un estudio, la fuerza de la sentadilla trasera explicó el 42% de la varianza del rendimiento en el WOD "Fran" [15]. Martinez y cols. encontraron correlaciones positivas de moderadas a fuertes entre las variables de sentadilla y el rendimiento en los diferentes WOD [16]. En resumen, no se encontró ni un sólo rendimiento de referencia con un alto poder predictivo para los principales rendimientos de los WODs de CrossFit®. Presumimos que considerar el perfil de rendimiento de referencia completo, en lugar de las variables individuales, nos permitirá predecir la capacidad de rendimiento de un atleta o comparar el rendimiento a nivel internacional.

Por lo tanto, el objetivo principal del estudio fue analizar en detalle el perfil de rendimiento de referencia de los atletas de CrossFit® estadounidenses y alemanes, e investigar cualquier diferencia significativa. Además, los autores desean verificar los parámetros individuales del perfil de rendimiento de referencia con los datos que predijeron el rendimiento específico de CrossFit® en estudios anteriores [15,16].

Materiales y métodos

Aquí, se informó la caracterización del perfil de rendimiento de referencia de los atletas de CrossFit® internacionales en función de los datos de referencia de los participantes estadounidenses y alemanes recopilados mediante un cuestionario. Comparamos nuestros resultados utilizando la herramienta de evaluación comparativa en línea "BTWB" con más de 60.000 puntos de datos de ciertos desempeños de referencia para determinar el perfil de desempeño de referencia. Basándonos en nuestra muestra, preguntamos si se producían diferencias significativas entre naciones e identificamos variables de referencia que predicen otras.

Nuestros resultados permitirán a los atletas de CrossFit® clasificar su desempeño internacionalmente, identificar deficiencias y predecir variables de referencia específicas.

Participantes

Para caracterizar el perfil de rendimiento de referencia de los atletas de CrossFit® estadounidenses y alemanes, en este estudio participaron 162 atletas de CrossFit® (hombres = 66; mujeres = 96) de los Estados Unidos de América (n = 82) y de Alemania (n = 80). La edad media de los participantes fue de 32.6 ± 8.2 años. En promedio, los atletas tenían una experiencia de CrossFit® de 3.4 ± 1.9 años, con un alcance de entrenamiento por semana de 6.6 ± 3.5 hs (ver Tabla 1). El estudio se realizó de acuerdo con las directivas de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité Institucional de Ética de la Universidad de las Fuerzas Armadas Federales de Múnich, Alemania.

Tabla 1. Características de los participantes. Nota: Los valores se expresan como desviación estándar promedio (SD).

	All	Males	Females	American	German
n	162	66	96	82	80
Age (years)	32.6 ± 8.2	33.9 ± 9.0	31.7 ± 7.5	33.9 ± 8.5	31.2 ± 7.7
Height (cm)	172.4 ± 10.1	179.7 ± 7.5	167.4 ± 8.5	169.2 ± 8.8	175.7 ± 10.3
Weight (kg)	75.3 ± 12.9	84.9 ± 10.1	68.7 ± 10.3	73.4 ± 12.7	77.3 ± 13.0
Training scope per week (h)	6.6 ± 3.5	6.9 ± 3.9	6.4 ± 3.3	6.3 ± 3.0	6.9 ± 4.0
CrossFit® experience (years)	3.4 ± 1.9	3.3 ± 1.9	3.5 ± 1.9	3.5 ± 2.1	3.1 ± 1.8

Medidas

El cuestionario contenía 19 ítems para seis métricas generales. Los ítems 1 a 7 se referían a datos antropométricos, incluidos sexo, edad, altura, peso corporal, volumen de entrenamiento por semana, frecuencia de entrenamiento y años de práctica en el CrossFit®. El punto 8 requería centrarse en la competencia. Los siguientes elementos contenían la 1MR actual para los levantamientos de potencia comunes (press de banco, peso muerto, sentadilla trasera, press de hombros), la 1MR para los levantamientos olímpicos (arranque, clean & jerk) y los tiempos de carrera para 400 m de sprint o 1 milla. Finalmente, los participantes completaron los ítems 17 a 19 con respecto a sus tiempos actuales para los tres entrenamientos más comunes de "Girl", "Fran", "Grace" y "Helen".

Procedimiento

El cuestionario se preparó en alemán e inglés, y ambos fueron validados para mayor claridad durante cuatro semanas cada uno. Después de la validación, el cuestionario en inglés se distribuyó en cinco boxes de CrossFit® en Austin (Texas, EEUU) para recopilar los datos de los atletas estadounidenses. De la misma forma, los cuestionarios alemanes se distribuyeron en seis boxes de CrossFit® por Munich y Ratisbon (Baviera, Alemania) para recoger los datos de los atletas alemanes. Para incluir más participantes, también se colocó el cuestionario online a través de la plataforma www.socsisurvey.de (período de acceso del 15 de octubre de 2018 al 5 de noviembre de 2018) y compartido en los grupos de redes sociales de los boxes de CrossFit® de los participantes.

El período de la encuesta fue de cuatro semanas para cada uno. Para interpretar mejor los resultados, los perfiles de rendimiento de la muestra se compararon utilizando la herramienta de evaluación comparativa on-line "BTWB", que incluye una serie de datos de millones de atletas de CrossFit® de todo el mundo.

Análisis estadístico

Se realizaron estadísticas descriptivas sobre las características de los participantes (Tabla 1) y sobre los datos de rendimiento. Todos los datos se presentan como desviación estándar media (SD). Los valores atípicos potenciales se inspeccionaron mediante un diagrama de box y se excluyeron para la descripción de los perfiles de rendimiento. Para obtener puntos de referencia y medias aritméticas más informativas, también calculamos valores de percentiles para todas las variables de rendimiento de la muestra y de la herramienta on-line "BTWB". Se determinaron umbrales porcentuales de 1%, 10%, 25%, 50% y 80% para representar los diferentes perfiles de desempeño por género. Se realizaron análisis preliminares para asegurar que no haya violaciones de los supuestos de normalidad y homogeneidad de la varianza. La normalidad se probó mediante el test de Shapiro-Wilk y los gráficos Q-Q, y la homogeneidad de la varianza mediante la prueba de Levene. Se realizó un t-test de muestra independiente para comparar el rendimiento de referencia de los atletas estadounidenses y alemanes.

El U-test de de Mann-Whitney se realizó cuando se rompía el supuesto de normalidad o la homogeneidad de la varianza. Se utilizaron correlaciones r simples de Pearson para determinar las asociaciones entre todos los datos de rendimiento de referencia. Los valores R de 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 se consideraron pequeños, moderados, grandes, muy grandes y extremadamente grandes, respectivamente [18]. Para cada una de las variables de rendimiento de levantamiento olímpico dependientes, se creó un modelo de regresión múltiple para analizar la influencia de las variables de rendimiento de levantamiento de pesas independientes. Cada variable de rendimiento de *powerlifting* con influencia significativa (p

<0.001) se examinó en un único modelo de regresión lineal para crear un modelo predictivo de rendimiento y evaluar el R² para determinar la parte de la variación explicada. Los supuestos de regresión se cumplieron mediante la realización de pruebas de multicolinealidad utilizando valores del factor de inflación de la varianza, homocedasticidad utilizando un diagrama de dispersión de residuos estandarizados y valores predichos, normalidad multivariante utilizando gráficos Q-Q y linealidad utilizando diagramas de dispersión.

Todos los análisis se realizaron con el paquete de software SPSS 25.0 (IBM, Armonk, NY, EE. UU.), Y el nivel de significación estadística (α) se estableció en 0.05.

Resultados

Los datos antropométricos de los participantes mostraron que el alcance del entrenamiento por semana (h) para los hombres fue 0.5 h más alto que para las mujeres y 0.4 h más alto para los alemanes en la comparación nacional. El promedio de experiencia de CrossFit® (años) fue 3.4 ± 1.9 , sin diferencias importantes entre los subgrupos.

En la Tabla 2, todos los datos de rendimiento se muestran por género y nacionalidad. Al comparar los géneros, encontramos que el rendimiento total de levantamiento de pesas de los hombres fue un 61% más alto que el de las mujeres, y el rendimiento total de levantamiento olímpico fue un 53% más alto. Los hombres informaron tiempos más rápidos para todos los WOD "Girl", a pesar de los pesos escalados. Este efecto también fue evidente para todos los valores de carrera, como se muestra en la Tabla 2. Los atletas estadounidenses mostraron valores promedio más altos para todos los rendimientos de levantamiento de potencia y de levantamiento olímpico, sin rangos máximos más altos.

Tabla 2. Datos de rendimiento por género y nacionalidad.

Males	All	Range	American	Range	German	Range
n	66		24		42	
1-RM DL (kg)	172.1 ± 37.4	70–261	184.2 ± 31.6	136–261	165.1 ± 38.9	70–260
1-RM BP (kg)	106.3 ± 21.9	53–160	111.4 ± 18.4	80–159	103.4 ± 23.4	53–160
1-RM BS (kg)	140.8 ± 35.6	30–240	152.3 ± 26.5	93–193	134.1 ± 38.6	30–240
1-RM SP (kg)	70.2 ± 15.7	40–130	76.0 ± 17.2	57–130	66.9 ± 13.9	40–105
Total power lifts (kg)	489.3 ± 100.7	250–765	523.9 ± 82.0	393–715	469.5 ± 105.8	250–765
1-RM SN (kg)	74.2 ± 20.8	30–125	79.8 ± 19.0	52–125	71.0 ± 21.3	30–125
1-RM CJ (kg)	95.8 ± 25.8	40–160	100.4 ± 21.3	52–135	93.2 ± 27.9	40–160
Total Olympic lifts (kg)	170.0 ± 45.3	70–285	180.2 ± 38.7	104–260	164.2 ± 48.1	70–285
FR (s)	310.4 ± 134.3	142–720	283.1 ± 116.1	142–480	325.0 ± 143.2	177–720
GR (s)	233.3 ± 101.2	115–430	257.0 ± 112.0	117–430	214.1 ± 92.6	115–390
HE (s)	611.2 ± 127.1	393–902	589.9 ± 150.8	393–902	625.8 ± 110.8	509–900
400 m (s)	76.3 ± 19.6	49–150	78.3 ± 24.1	51–150	75.1 ± 16.8	49–106
1 mile (s)	402.1 ± 80.7	234–570	401.0 ± 82.3	251–540	402.7 ± 81.2	234–570
Females						
n	96		38		58	
1-RM DL (kg)	114.4 ± 22.5	62–170	116.6 ± 22.1	62–170	111.1 ± 23.0	70–170
1-RM BP (kg)	54.3 ± 13.0	27–90	56.1 ± 12.3	27–84	51–7 ± 13.9	27–90
1-RM BS (kg)	92.6 ± 20.2	56–136	96.8 ± 19.4	56–136	86.1 ± 19.9	57–130
1-RM SP (kg)	42.8 ± 10.8	25–90	43.9 ± 11.1	25–90	41.0 ± 10.4	25–80
Total Powerlifts (kg)	304.1 ± 60.2	180–460	313.4 ± 57.2	180–424	289.9 ± 62.6	192–460
1-RM SN (kg)	48.2 ± 12.1	25–80	50.1 ± 11.6	29–77	45.3 ± 12.6	25–80
1-RM CJ (kg)	62.8 ± 14.8	25–102	64.4 ± 14.7	25–102	60.4 ± 14.8	35–95
Total Olympic lifts (kg)	111.0 ± 26.2	55–179	114.5 ± 25.4	55–179	105.7 ± 26.8	60–175
FR (s)	361.8 ± 112.7	142–641	346.3 ± 109.8	142–640	390.3 ± 115.3	238–641
GR (s)	250.6 ± 171.2	100–1200	254.3 ± 187.8	116–1200	267.7 ± 107.0	100–482
HE (s)	698.8 ± 186.1	510–1621	673.5 ± 101.3	510–888	754.5 ± 318.0	532–1621
400 m (s)	93.8 ± 20.9	45–188	94.1 ± 16.5	59–123	93.0 ± 30.4	45–188
1 mile (s)	474.1 ± 85.1	242–800	472.4 ± 64.8	358–720	479.2 ± 129.0	242–800

Nota: los valores se expresan como desviación estándar promedio (SD). Abreviaturas: BP = press de banco, BS = sentadilla trasera, CJ = clean & jerk, DL = peso muerto, FR = Fran, GR = Grace, HE = Helen, RM = repetición máxima, SN = arranque, SP = press de hombros.

A continuación, estudiamos si había diferencias significativas en los puntos de referencia de desempeño entre las naciones. El t-test para muestras independientes mostró sólo una diferencia significativa (54.5 kg) para el rendimiento total en el levantamiento de potencia de los estadounidenses (523.9 ± 82.0 kg) y de los alemanes (469.5 ± 105.8 kg) en hombres ($t(64) = -2.17$; $p = 0.034$), y ninguna diferencia significativa para las mujeres ($t(94) = -2.33$; $p = 0.062$) — ver Figura 1. No se observó ninguna otra diferencia significativa en el rendimiento del levantamiento olímpico y en los WOD de "Girl" o tiempos de carrera entre las naciones.

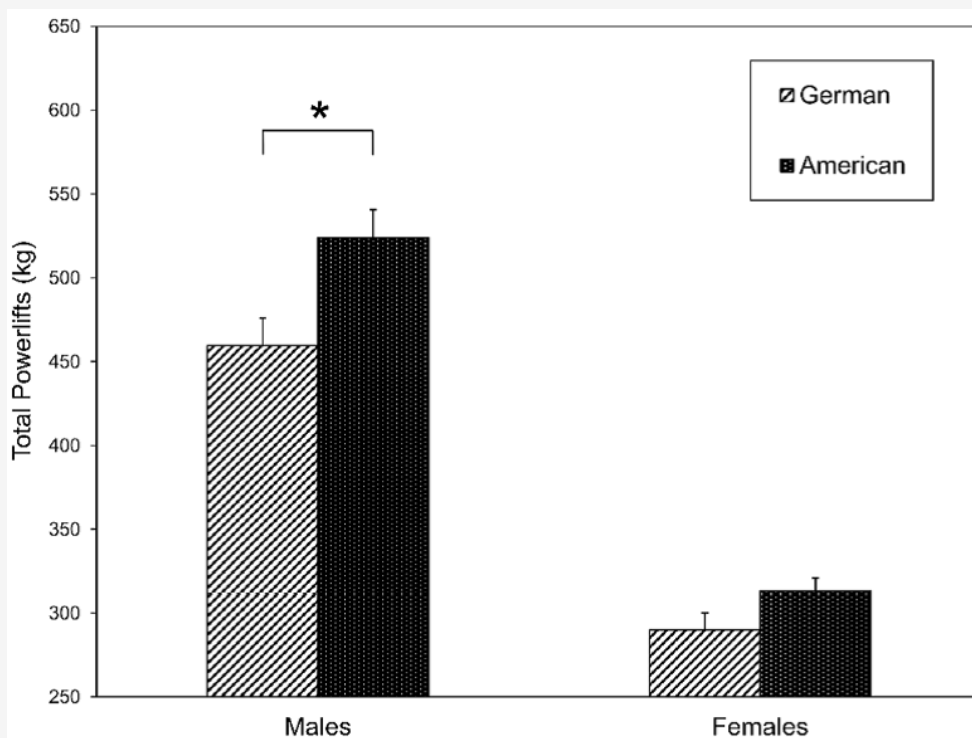


Figura 1. Se encontró una diferencia significativa entre el rendimiento total del levantamiento de potencia de los hombres estadounidenses y alemanes ($p = 0.034$), pero no se encontró una diferencia significativa para las mujeres. * $p \leq 0.05$ para atletas estadounidenses y alemanes.

El porcentaje de los umbrales de rendimiento se calculó (Tabla 3) y se visualizó gráficamente en la Figura 1 separados por género para analizar el perfil de desempeño de referencia. Según los valores de umbral porcentual, la clasificación del rendimiento permitió una descripción más precisa del fitness físico alcanzable de los atletas de CrossFit®. Por lo tanto, las mujeres pudieron mover menos peso en todos los ejercicios de levantamiento de pesas en todos los grupos de rendimiento. Sin embargo, la proporción de los ejercicios de levantamiento de pesas individuales fue igualmente ponderada entre los géneros. Por lo tanto, el peso muerto fue el ejercicio dominante, con una relación de peso corporal de 2.0 para los hombres y 1.7 para las mujeres, seguido por el rendimiento en sentadilla, con una relación de peso corporal de 1.7 y 1.4, respectivamente. El rendimiento del press de banco no fue tan pronunciado en las mujeres como en los hombres, con una relación de peso corporal de 0.8 en comparación con 1.3 (para comparación, consulte la Figura 2 A, C). En orden descendente de expresión, los ejercicios de levantamiento de pesas subsiguientes y sus proporciones de peso corporal para hombres y mujeres fueron: clean & jerk (1.1 y 0.9), arranque (0.9 y 0.7) y press de hombros (0.8 y 0.6).

Tabla 3. Umbrales porcentuales de desempeño de referencia por género.

Males	1%	10%	25%	50%	80%
1-RM DL (kg)	240 (248)	218 (210)	193 (190)	170 (166)	143 (140)
1-RM BP (kg)	142 (161)	130 (134)	120 (120)	105 (102)	85 (84)
1-RM BS (kg)	194 (211)	184 (175)	160 (156)	148 (135)	110 (110)
1-RM SP (kg)	106 (102)	86 (84)	79 (75)	68 (66)	57 (57)
1-RM SN (kg)	125 (120)	100 (98)	90 (84)	70 (70)	60 (57)
1-RM CJ (kg)	134 (145)	125 (120)	115 (107)	95 (93)	75 (77)
FR (s)	175 (139)	184 (187)	204 (247)	274 (337)	424 (479)
GR (s)	115 (95)	119 (131)	142 (163)	203 (214)	322 (313)
HE (s)	393 (442)	455 (507)	515 (556)	602 (630)	682 (753)
400 m (s)	49 (54)	55 (62)	60 (68)	72 (76)	92 (90)
1 mile (s)	234 (312)	303 (351)	340 (378)	413 (416)	472 (482)
Females					
1-RM DL (kg)	170 (160)	145 (134)	130 (116)	111 (102)	98 (84)
1-RM BP (kg)	88 (84)	71 (66)	64 (59)	55 (50)	44 (41)
1-RM BS (kg)	134 (136)	125 (108)	107 (95)	90 (80)	75 (64)
1-RM SP (kg)	57 (57)	52 (48)	48 (43)	41 (38)	35 (32)
1-RM SN (kg)	77 (75)	66 (59)	55 (50)	47 (41)	37 (32)
1-RM CJ (kg)	95 (93)	84 (75)	70 (66)	62 (55)	52 (45)
FR (s)	186 (162)	238 (245)	276 (311)	355 (400)	439 (536)
GR (s)	100 (107)	143 (150)	155 (187)	206 (245)	309 (345)
HE (s)	510 (490)	532 (574)	578 (633)	672 (714)	750 (825)
400 m (s)	59 (65)	75 (77)	82 (84)	90 (95)	109 (116)
1 mile (s)	346 (361)	402 (408)	420 (445)	469 (497)	521 (584)

Nota: los umbrales de porcentaje de referencia de la herramienta on-line "Beyond the Whiteboard" están entre paréntesis.
Abreviaturas: BP = press de banco, BS = sentadilla trasera, CJ = clean & jerk, DL = peso muerto, FR = Fran, GR = Grace, HE = Helen, RM = repetición máxima, SN = arranque, SP = press de hombros.

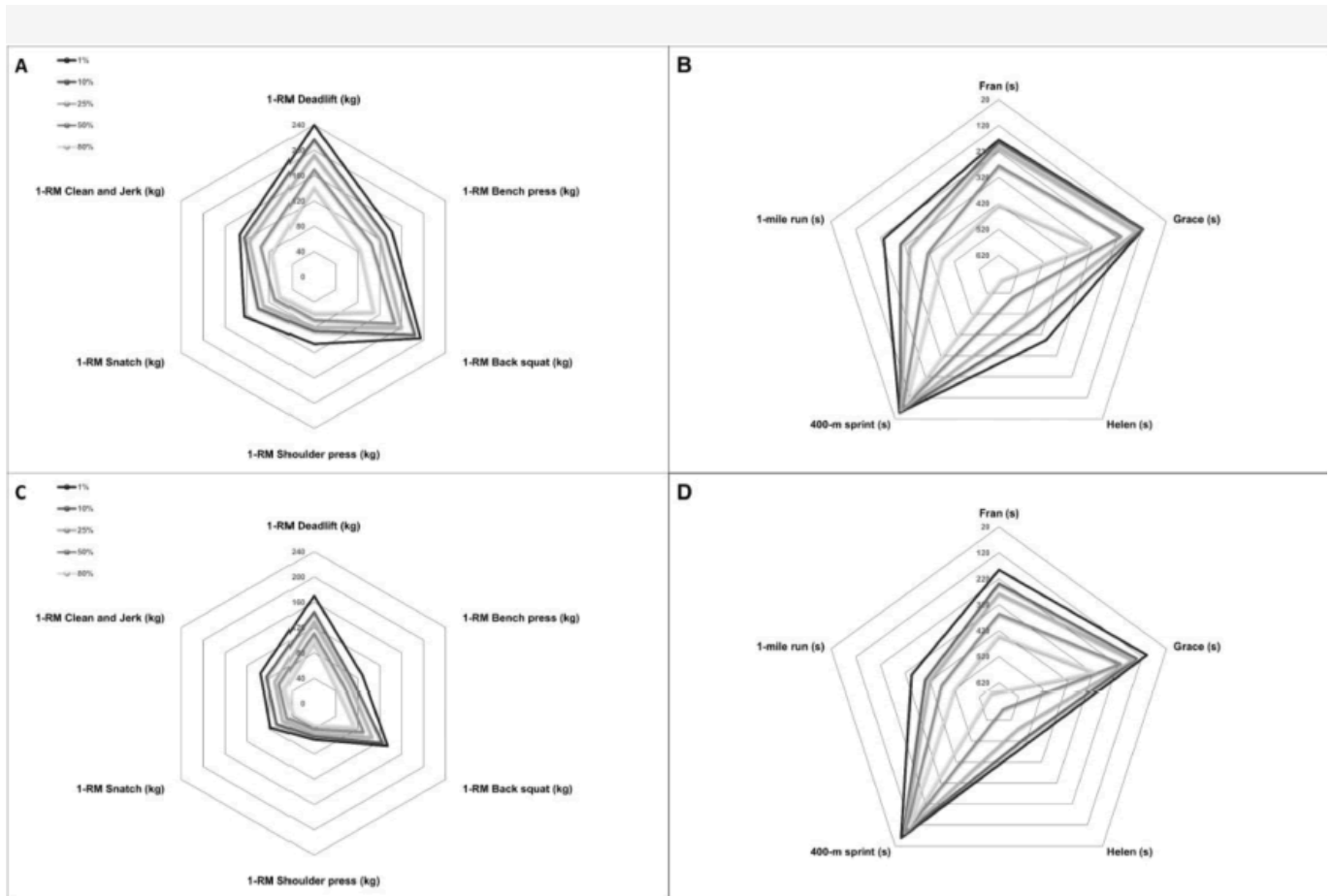


Figura 2. Perfiles de desempeño de referencia por género. En comparación, el rendimiento de levantamiento de hombres (A) y mujeres (C) muestra menos peso total para las mujeres. La ejecución y el rendimiento del Entrenamiento WOD "Girll" de hombres (B) y mujeres (D) difirieron sólo parcialmente.

Sin embargo, para el WOD "Grace" y "Girll", las mujeres lograron mejores actuaciones comparables a los hombres. La diferencia en los tiempos medios fue sólo del 1%. Sin embargo, las diferencias de rendimiento en el WOD "Fran" y el tiempo de 1 milla fueron menos pronunciadas que en el WOD "Helen" y el tiempo de carrera de 400 m. Mientras que las mujeres completaron el WOD "Fran" un promedio de 70 seg más lento, la diferencia del WOD "Helen" fue un promedio de 84 seg más lento. Se pudieron observar tendencias similares para el rendimiento de carrera, por lo que los hombres corrieron los 400 m en promedio un 25% más rápido, pero en la milla sólo un 18% más rápido.

Para analizar la relación entre los rendimientos de referencia, se calcularon las correlaciones de Pearson (ver Tabla 4). Estas correlaciones significativas indicaron que el rendimiento de levantamiento de potencia estuvo fuertemente relacionado con el rendimiento de levantamiento olímpico ($r = 0.79-0.99$; $p < 0.01$). Con base en los datos de este estudio, también se determinaron correlaciones negativas moderadas a fuertes entre el levantamiento de pesas y el WOD "Girll", pero fueron parcialmente no significativas (ver Tabla 4). El desempeño en el WOD "Helen" estuvo fuertemente relacionado con el desempeño en las carreras de 400 m y 1 milla ($r = 0.59 + 0.58$; $p < 0.01$).

Tabla 4. Correlación de Pearson entre las variables de desempeño.

	1-RM BP (kg)	1-RM BS (kg)	1-RM SP (kg)	Total PL (kg)	1-RM SN (kg)	1-RM CJ (kg)	Total OL (kg)	FR (s)	GR (s)	HE (s)	400-m (s)	1 mile (s)
1-RM DL (kg)	0.86 **	0.93 **	0.84 **	0.97 **	0.83 **	0.88 **	0.87 **	-0.47 **	-0.30 **	-0.39 **	-0.50 **	-0.48 **
1-RM BP (kg)	1	0.84 **	0.89 **	0.94 **	0.79 **	0.82 **	0.82 **	-0.44 **	-0.21	-0.31 *	-0.44 **	-0.38 **
1-RM BS (kg)		1	0.84 **	0.96 **	0.87 **	0.92 **	0.91 **	-0.54 **	-0.29 *	-0.40 **	-0.47 **	-0.43 **
1-RM SP (kg)			1	0.92 **	0.80 **	0.81 **	0.82 **	-0.43 **	-0.12	-0.37 **	-0.45 **	-0.41 **
Total PL (kg)				1	0.87 **	0.91 **	0.91 **	-0.50 **	-0.26 *	-0.40 **	-0.50 **	-0.46 **
1-RM SN (kg)					1	0.93 **	0.98 **	-0.54 **	-0.24 *	-0.39 **	-0.46 **	-0.41 **
1-RM CJ (kg)						1	0.99 **	-0.59 **	-0.31 **	-0.45 **	-0.51 **	-0.46 **
Total OL (kg)							1	-0.57 **	-0.28 *	-0.43 **	-0.50 **	-0.44 **
FR (s)								1	0.58 **	0.37 **	0.45 **	0.37 **
GR (s)									1	0.37 **	0.33 **	0.33 **
HE (s)										1	0.59 **	0.58 **
400-m (s)											1	0.81 **
1 mile (s)												1

Nota: * correlación significativa $p < 0.05$; ** correlación significativa $p < 0.01$. Abreviaturas: BP = press de banco, BS = sentadilla trasera, CJ = clean & jerk, DL = peso muerto, FR = Fran, GR = Grace, HE = Helen, RM = repetición máxima, SN = arranque, SP = press de hombros.

En base a los hallazgos de correlación de Pearson, se calculó una regresión múltiple para predecir los valores de rendimiento de levantamiento olímpico, arranque y clean & jerk, con base en los valores de rendimiento de levantamiento de potencia únicos. A partir de los valores de rendimiento de peso muerto, press de banco, sentadilla trasera y press de hombros, sólo el rendimiento en sentadilla trasera fue un predictor significativo del arranque y del rendimiento de clean & jerk ($p < 0.001$). Se realizó una regresión lineal simple para predecir el rendimiento del arranque de los participantes en función de su rendimiento en sentadillas traseras (ver Figura 3A). Se encontró una ecuación de regresión significativa ($F(1,160) = 497.081$, $p < 0.001$), con un R^2 de 0.756. El rendimiento de arranque previsto de los participantes fue igual a $3.333 + 0.494$ (rendimiento de sentadilla trasera) kg cuando el rendimiento de sentadilla trasera se midió en kilogramos. El rendimiento promedio del arranque de los participantes aumentó en 0.494 kg por cada kilogramo de rendimiento en la sentadilla. Para predecir el rendimiento del clean & jerk en el rendimiento de la sentadilla, se calculó una regresión lineal simple de la misma manera (ver Figura 3B). La ecuación de regresión también fue significativa ($F(1,160) = 852.916$; $p < 0.001$), con un R^2 de 0.841. El rendimiento del clean & jerk predicho fue igual a $3.279 + 0.650$ (rendimiento de sentadilla trasera) kg. Por cada kilogramo de rendimiento en sentadillas traseras, el rendimiento del clean & jerk aumentaba 0.650 kg.

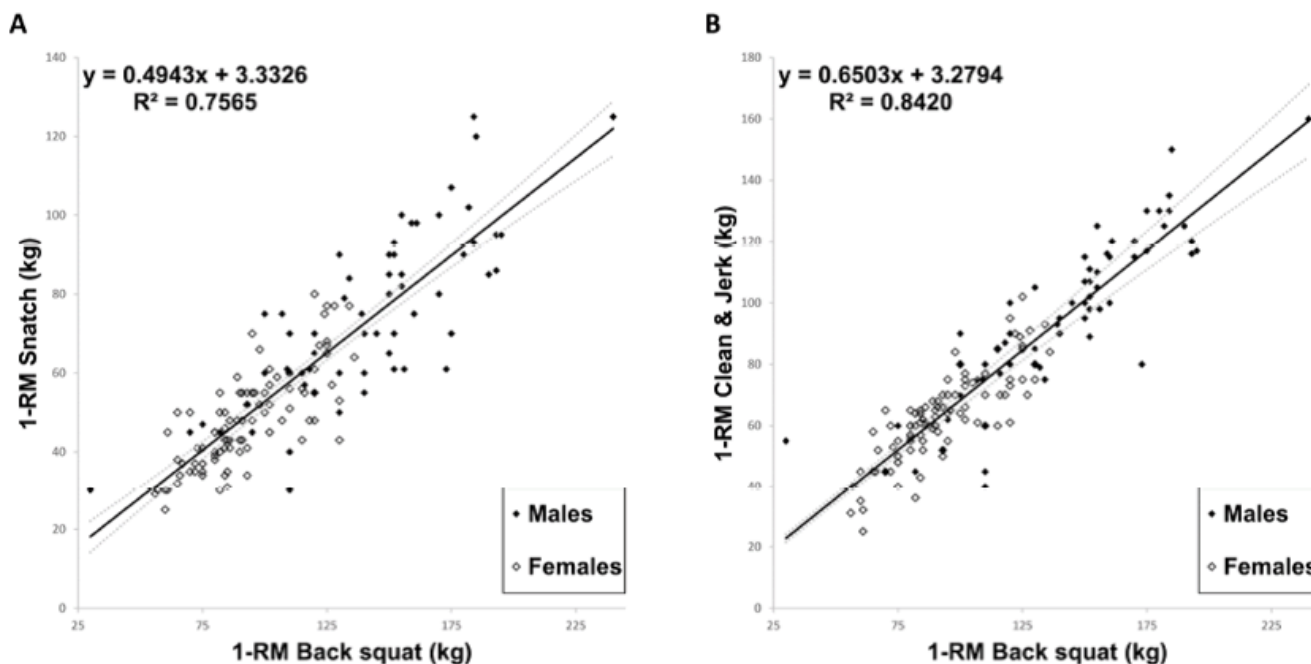


Figura 3. Relación entre el rendimiento de sentadilla trasera de 1 MR (kg) y el arranque de 1 MR (kg) (A), y el Clean & Jerk de 1 MR (kg) (B), por género. La línea continua representa la línea de mejor ajuste y las líneas discontinuas los intervalos de confianza del 95% para cada correlación.

Discusión

En este estudio, caracterizamos en detalle el perfil de rendimiento de referencia de los atletas de CrossFit® estadounidenses y alemanes y comparamos los datos obtenidos con miles de datos disponibles on-line. Encontramos sólo una diferencia significativa, en el rendimiento total de levantamiento de potencia de los hombres entre ambas naciones. Según nuestros datos, las variables de levantamiento de potencia y levantamiento olímpico mostraron correlaciones de muy grandes a extremadamente grandes. El rendimiento de sentadilla predijo el 76% de la variación para el rendimiento del arranque, e incluso el 84% de la variación para el rendimiento del clean & jerk.

Hasta donde sabemos, ningún estudio ha examinado previamente en detalle el perfil de rendimiento de referencia de los atletas de CrossFit®. Por primera vez, pudimos describir la capacidad de rendimiento general de los atletas de CrossFit® e identificar las diferencias entre dos países. Mangine y cols. presentaron puntuaciones normativas para cinco entrenamientos de referencia comunes (es decir, "Fran", "Grace", "Helen", "Filthy-50" y "Fight-Gone-Bad") en un estudio anterior, y observó que, en promedio, los hombres obtuvieron mejores puntajes que las mujeres para todos los WODs, a pesar de pesos escalados por género [19]. Sin embargo, la clasificación del rendimiento por umbrales porcentuales en este estudio mostró que las mujeres pueden alcanzar valores similares a los hombres en el WOD sin ejercicios de peso corporal. Pudimos mostrar mujeres del grupo de rendimiento del 1% lograron valores similares para el WOD "Grace" que consiste sólo en ejercicios de clean & jerk (135/95 libras para hombres/mujeres) con pesos escalados en contraste con los WOD "Fran" y "Helen". Ambos WODs incluyeron el ejercicio de dominadas con el peso corporal. En todos los grupos de rendimiento, las mujeres no pudieron alcanzar valores similares a los hombres, confirmado por el análisis de datos utilizando la herramienta on-line "BTWB".

Fue sorprendente encontrar sólo una diferencia significativa de rendimiento entre las dos naciones. Este resultado no confirmó nuestra suposición de que los diferentes niveles de éxito de las dos naciones en los CrossFit Games® darían como resultado diferencias en las habilidades físicas. Por lo tanto, podría haber otros factores, como el capital social [20] o el entorno comercial, para lograr y mantener el éxito de los mejores atletas como en otros deportes; por ejemplo, en tenis [21].

Determinar qué variables predecían el desempeño de uno de los WOD más conocidos, "Fran", también fue el propósito de estudios previos. Leitão y cols. mostraron que el entrenamiento de la fuerza máxima y de la resistencia de los levantadores estaba fuertemente relacionado con el rendimiento "Fran" [22]. Podemos confirmar correlaciones negativas de moderadas a fuertes entre los ejercicios de halterofilia y los WOD de "Girl", "Fran", "Grace" y "Helen", también en un grupo

experimental multinacional con un tamaño de muestra mayor, como en estudios anteriores.

Nuestro modelo de regresión lineal fue consistente con estudios previos que demostraron la fuerza de la sentadilla, explicando el 84% de la varianza para el rendimiento de 1MR en el clean & jerk y el 76% de la varianza para el rendimiento en el arranque [14, 23]. Por lo tanto, a nuestro leal saber y entender, nuestro modelo de regresión describe mejor la varianza del rendimiento de arranque y de clean & jerk de todos los estudios existentes con respecto al CrossFit®.

Es de destacar nuestro gran tamaño de muestra (n = 162), que distingue nuestro modelo de regresión de los estudios experimentales señalados [15, 16]. Martínez examinó la influencia del rendimiento en sentadillas y el rendimiento en diferentes WOD y encontró correlaciones positivas de moderadas a fuertes ($r = 0.47-0.69$, $p < 0.05$), como también mostraron nuestros datos [16]. Esto resalta a la sentadilla como un determinante principal del rendimiento en el CrossFit®.

Sin embargo, los WODs de CrossFit® a menudo consisten en ejercicios multimodales que incluyen no sólo acciones basadas en la fuerza y la potencia, sino también ejercicios aeróbicos como remar o correr. Por lo tanto, el CrossFit® es una modalidad de entrenamiento compleja que requiere diferentes habilidades físicas (incluyendo resistencia, flexibilidad y agilidad). Por lo tanto, la interacción de diferentes rendimientos puede desempeñar un papel en la evaluación general de las habilidades físicas de los atletas de CrossFit®. Por esta razón, el perfil de rendimiento de referencia total debe considerarse y combinarse con la evaluación de otras pruebas físicas, como la prueba de sentadilla de Martínez y cols. [16].

Si bien la presente investigación proporcionó alguna información sobre el perfil de rendimiento de referencia y la relación entre los valores de desempeño, no fue sin limitación. Dado que el presente estudio fue sólo una encuesta por cuestionario, se desconoce si los resultados podrían reproducirse en una prueba de rendimiento. Sin embargo, el perfil de rendimiento se puede validar comparándolo con los datos de la herramienta on-line "BTWB". Debido al gran tamaño del conjunto de datos on-line, los posibles datos incorrectos no tuvieron un impacto significativo.

El concepto de entrenamiento de CrossFit® tiene como objetivo preparar de manera óptima a los atletas para desafíos desconocidos, y cómo enfrentarlos en la competencia. La identificación de predictores para el mejor rendimiento en desafíos desconocidos sigue siendo la principal tarea de la ciencia de CrossFit® del futuro. Nuestros resultados confirmaron el papel principal del rendimiento en sentadillas traseras y no mostraron diferencias en la capacidad física entre los atletas alemanes y estadounidenses. La investigación adicional también debe aplicar el análisis de conglomerados, como lo muestran Peña y cols., para encontrar relaciones entre el resultado de una competencia de CrossFit® simulada, medidas antropométricas y variables de rendimiento [24].

Conclusiones

Para comprender mejor el rendimiento del CrossFit®, es necesario determinar un perfil de rendimiento de referencia de CrossFit®, como hemos presentado en este estudio. En estudios futuros, la consistencia del perfil de rendimiento de referencia podría confirmarse mediante la recopilación de datos experimentales. En resumen, el perfil permite que estos resultados clasifiquen el rendimiento de CrossFit® a nivel internacional, identifiquen deficiencias y predigan variables de referencia específicas.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional: El estudio se realizó de acuerdo con las directivas de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética) de la Universidad de las Fuerzas Armadas Federales de Munich, Alemania (06/04/2018).

Declaración de consentimiento informado: Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos involucrados en el estudio.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Para ver las referencias bibliográficas remitirse al artículo original. (Determination of a CrossFit® Benchmark Performance Profile. Sports. 2021; 9(6):80). <https://doi.org/10.3390/sports9060080>.

Cita Original

