



Universidad
Zaragoza

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

TRABAJO FIN DE GRADO

RELACIÓN DE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS CON EL RENDIMIENTO EN CROSSFIT

Autor:

Jorge Rubio Espiau

Tutor académico:

Isaac López Laval

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte

2024

ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	5
1.2 HIPÓTESIS	7
1.3 OBJETIVOS	7
2. MATERIAL Y MÉTODOS	8
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	8
2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	8
2.3 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	9
2.4 VALORACIÓN DEL RENDIMIENTO FÍSICO.....	11
3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	13
4. RESULTADOS.....	15
4.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	15
4.2 ESTADÍSTICA INTERFERENCIAL.....	17
5. DISUCISÓN.....	23
6. CONCLUSIONES	28
7. CONCLUSIONS.....	29
8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	31
9. ANEXOS.....	35

RESUMEN

Introducción: La composición corporal, incluyendo la grasa corporal y la masa muscular, juega un papel crucial en el rendimiento deportivo. **Objetivos:** Determinar que variables antropométricas y que factores de la composición corporal son determinantes en el rendimiento en Crossfit: **Diseño de la investigación:** No experimental, descriptivo, correlacional y transversal. **Población y muestra:** Se compone de 20 atletas, mujeres y hombres, de Crossfit con al menos 1 año de experiencia siendo el muestreo no probabilístico y por conveniencia. **Metodología:** Medición de las variables antropométricas y la composición corporal: longitud de brazos y piernas, altura, peso, 6 pliegues cutáneos para estimar el porcentaje de grasa corporal mediante la fórmula de Yuhasz, y la masa muscular. Además, se tendrá en cuenta el sexo, la edad y los años de experiencia en Crossfit. En cuanto al rendimiento, se medirá la carga, expresada en kg, que son capaces de levantar en 1RM, para la fuerza máxima, y en 12 RM, para la fuerza resistencia, en tres movimientos (snatch, clean and jerk y back squat). Para medir la resistencia aeróbica se realizará mediante una prueba course-navette. **Resultados:** El % de grasa corporal se correlacionó de manera inversa con el VO₂ máx. ($p < 0,01$). En el caso de la masa muscular, se relacionó de manera directa con los ejercicios de 1RM y, por último, la longitud del miembro superior tuvo correlación significativa con snatch y clean and jerk (1RM y 12RM). **Conclusión:** El porcentaje de grasa corporal tiene una relación inversa con el rendimiento en pruebas de resistencia aeróbica y, por otro lado, a mayor masa muscular, mayor rendimiento en pruebas de fuerza máxima.

ABSTRACT

Introduction: Body composition, including body fat and muscle mass, plays a crucial role in sports performance. **Objectives:** To Determine which anthropometric variables and which body composition factors are determinants of performance in Crossfit: **Research design:** Non-experimental, descriptive, correlational and transversal. **Population and sample:** It is made up of 20 CrossFit athletes, women and men, with at least 1 year of experience, with non-probabilistic and convenience sampling. **Methodology:** Measurement of anthropometric variables and body composition: length of arms and legs, height, weight, 6 skin folds to estimate the percentage of body fat using the formula Yuhasz, and muscle mass. In addition, gender, age and years of experience in Crossfit will be taken into account. Regarding performance, the load, expressed in kg, that they are able to lift will be measured in 1RM, for maximum strength, and in 12RM, for endurance strength, in three movements (snatch, clean and jerk and back squat). To measure aerobic resistance it will be carried out using a course-navette test. **Results:** % body fat was inversely correlated with VO2 max. ($p < 0.01$). In the case of muscle mass, it was directly related to 1RM exercises and, finally, the length of the upper limb had a significant correlation with snatch and clean and jerk (1RM and 12RM). **Conclusion:** The percentage of body fat has an inverse relationship with performance in aerobic endurance tests and, on the other hand, the greater the muscle mass, the greater the performance in maximum strength tests.

1. INTRODUCCIÓN

La composición corporal, incluyendo la grasa corporal y la masa muscular, juega un papel crucial en el rendimiento deportivo, y varía según el deporte o disciplina practicada (Martínez et al., 2012).

El crossfit es un deporte que combina fuerza, potencia y resistencia, destacándose por su demanda de flexibilidad metabólica. Implica el uso de varias rutas metabólicas, incluyendo la glucólisis anaeróbica, la fosfocreatina y la vía oxidativa. Este deporte se caracteriza por movimientos funcionales de alta intensidad realizados en diferentes situaciones o ambientes de forma consecutiva, lo que requiere el desarrollo de diversas habilidades físicas, que pueden mejorarse con el tiempo (Buitrago y Agudelo, 2021).

El éxito en este deporte requiere una preparación física y mental completa, que incluya fuerza, potencia y dominio técnico. La coordinación precisa y la capacidad de producir fuerza rápidamente son fundamentales para los levantadores de pesas, ya que la fuerza está directamente relacionada con la capacidad de acelerar objetos y producir potencia. Por lo tanto, el desarrollo de masa muscular y el rendimiento muscular son factores cruciales para el éxito en levantamiento de pesas de élite. (Winter et al., 2016)

Además de la composición corporal, las características antropométricas del atleta son cruciales para un desempeño exitoso (Chiu y Schilling, 2005).

Comparados con otros atletas de fuerza y potencia, los levantadores de pesas olímpicos tienen la ventaja de tener una estatura relativamente baja, con segmentos de extremidades cortos y anchuras biacromiales amplias. En el caso de Fry et al., (2006) descubrieron que los levantadores olímpicos junior de élite tenían mayores niveles de

masa libre de grasa, menor porcentaje de grasa corporal y segmentos corporales más cortos en comparación con los levantadores junior no élite.

Del mismo modo, se ha observado que los levantadores masculinos altamente calificados también tienen extremidades inferiores más cortas en relación con su estatura (Marchocka, 1984; Carter, 1982). Sin embargo, no todos los estudios coinciden en esta dirección. Por ejemplo, Musser et al., (2014) encontraron una correlación entre un tronco y muslos largos en levantadoras de pesas profesionales y su capacidad para levantar cargas más pesadas en el levantamiento de arrancada (Snatch).

1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Como hemos visto anteriormente, tanto la composición corporal como variables antropométricas tienen una fuerte relación con el rendimiento en casi cualquier disciplina deportiva, y por tanto, con el Crossfit.

La composición del cuerpo humano puede expresarse en diferentes modelos de acuerdo a las divisiones que se le quiera dar al cuerpo humano, desde lo general a lo específico. Matiegka clasifica la composición corporal en 4 compartimentos, considerando en esta la masa grasa, la masa muscular, la masa ósea y la masa residual, y todas ellas afectan al rendimiento y al desempeño deportivo (Matiegka, 1921).

Por un lado, en relación a la masa ósea y no ósea, se ha demostrado que cantidades elevadas de estas variables, favorecen el rendimiento deportivo en ejercicios funcionales de alta intensidad (Mangine et al., 2022).

Por otro lado, el porcentaje de grasa corporal se asocia tanto al rendimiento en pruebas de fuerza como en pruebas de resistencia cardiorrespiratoria.

La fuerza máxima se refiere a aquella capacidad neuromuscular de realizar la acción muscular y aplicar una máxima fuerza de manera voluntaria, tanto para acciones musculares excéntricas o concéntricas como para acciones isométricas (Bartolomé, 2021), y, en este caso, se evidenció como niveles bajos de grasa corporal tienen una relación positiva con la fuerza isométrica del brazo (Herbozo y Obregón, 2023).

El ejercicio aeróbico es una actividad física dinámica y continua realizada a baja intensidad y alto volumen y se miden a través del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) o la frecuencia cardíaca máxima (FC máx.), lo que permite evaluar el impacto de la actividad realizada (Pila, 2021). De este modo, a mayor porcentaje de grasa corporal existe un menor rendimiento cardiorrespiratorio tanto para hombres y mujeres, aunque estén acostumbrados a entrenamientos de alta intensidad y de resistencia como el Crossfit (Bustos et al., 2021; Herbozo y Obregón, 2023). También Carreker y Grosicki (2020) corroboraron la relación directa entre el porcentaje de grasa y el tiempo de culminación mediante una prueba Murph.

En cambio, otras investigaciones como la de Tibana et al., (2021) defienden que el porcentaje de grasa y la capacidad cardiorrespiratoria no guardan relación.

En cuanto a la masa muscular, mayores niveles de esta proporcionan mejores resultados en el rendimiento físico en 21 aptitudes de fuerza máxima o 1 RM en deportistas de Crossfit (Menargues et al., 2022).

Por último, las variables antropométricas tales como el peso, talla, diámetros óseos, longitudes, perímetros o circunferencias y pliegues cutáneos guardan también una fuerte relación con el rendimiento también. La longitud de las extremidades, en concreto la de la tibia y del pie, se ven fuertemente relacionadas con la velocidad de la barra en movimiento de halterofilia (Vidal et al., 2021).

1.2 HIPÓTESIS

La presente investigación pretende examinar las relaciones entre las características físicas y el rendimiento deportivo a través de tres hipótesis fundamentales. Primero, se postula que un aumento en la masa muscular se asocia con una mejora en el rendimiento de fuerza máxima, basándose en la premisa de que una mayor cantidad de tejido muscular contribuye a una mayor capacidad de generación de fuerza. Hipotetizamos también que un incremento en la grasa corporal está inversamente relacionado con el rendimiento en ejercicios de resistencia aeróbica, debido a que un mayor porcentaje de grasa podría reducir la eficiencia metabólica y aumentar la carga que debe ser transportada durante la actividad física, afectando negativamente la resistencia. Y por último planteamos la posibilidad de la existencia de una correlación positiva entre la longitud del miembro superior y el rendimiento en ejercicios físicos específicos, sugiriendo que dimensiones antropométricas más largas pueden conferir ventajas mecánicas en ciertos movimientos deportivos. Estas hipótesis serán evaluadas mediante el análisis de datos recogidos de sujetos sometidos a pruebas físicas específicas que medirán la fuerza máxima, la resistencia aeróbica y el rendimiento general en función de la longitud del miembro superior.

1.3 OBJETIVOS

Por tanto, el presente estudio tiene por objetivo determinar las relaciones que existen entre las variables antropométricas y factores de la composición corporal como porcentaje de masa muscular y porcentaje de grasa corporal y el rendimiento en Crossfit.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación llevada a cabo es descriptiva, correlacional y transversal, y se caracteriza por ser no experimental. Se recopilieron datos en un solo momento para describir y examinar las relaciones entre la composición corporal y el rendimiento físico. Sin manipular las variables, el estudio buscó identificar asociaciones entre características físicas como la masa muscular, la grasa corporal y la longitud de los miembros, y su impacto en ejercicios de fuerza y resistencia, en un contexto natural y sin intervención experimental.

2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La selección de la muestra se llevó a cabo de manera no probabilística, siendo una selección por conveniencia. Los participantes fueron 20 atletas de Crossfit, mujeres y hombres de “Fitness DR Box” con al menos un año de experiencia para que la recogida de datos y las variables extraídas para el estudio presentaran un valor más representativo y fiable.

Este estudio enfatiza el respeto hacia las personas y su derecho a tomar decisiones. Basándose en los principios del comité de Helsinki, se incluyó un consentimiento informado para todos los participantes, asegurando que los datos se usarán solo para fines de investigación y no representarán ningún riesgo para su salud (Anexo 8). La investigación fue evaluada y aprobada por el comité de ética de la Universidad de Zaragoza (CEICA), obteniendo así el permiso para la toma de muestras.

2.3 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los lugares donde se realizaron las mediciones fueron una sala del propio “Fitness DR Box” y el laboratorio biomédico del Pabellón río Isuela de la Universidad de Zaragoza. Éstos eran lo suficientemente amplios como para albergar el material y a las personas necesarias para llevar a cabo la recogida de datos, además de estar bien iluminados y ser cálidos para que los participantes se encontraran cómodos.

El almacenamiento de datos se llevó a cabo en un archivo Excel denominado “MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y RENDIMIENTO TFG”.

Se recomienda:

2.3.1 Estar descalzos y sin calcetines

Para calcular la masa grasa, se utilizó la fórmula de Yuhasz (1974), que tiene en cuenta la medición de 6 pliegues cutáneos (Anexo 1). Los resultados del porcentaje de grasa corporal se interpretaron según los valores de referencia para deportistas de la American College of Sports Medicine (2006) (Anexo 2), clasificándose en: bajo en grasa corporal ($>$ percentil 90), medio (percentil 70-90) y alto ($<$ percentil 70).

Para estimar la masa muscular, se calculó el porcentaje de masa muscular con respecto al peso corporal, obteniendo la masa muscular en kilogramos mediante una báscula de bioimpedancia (Anexo 3). El valor obtenido en kilogramos se interpretó según los valores de referencia de Ramos y Zubeldía (Anexo 4).

2.3.2 Medición del peso corporal

Con la menor ropa posible y descalzo, se pide al sujeto que suba a la báscula con los pies colocados en paralelo, mirada al frente, posición erguida y palmas de las manos sobre los cuádriceps. El instrumento que se empleó fue una báscula de bioimpedancia.

2.3.3 Medición de la estatura

El sujeto descalzo y en posición antropométrica, pero con los pies juntos, se sitúa junto a una pared y ubicando la cabeza en el plano de Frankfurt realiza una inspiración sostenida. En ese momento el antropometrista dibuja una marca en la pared siguiendo una línea recta y perpendicular a la pared desde la parte más alta de la cabeza del sujeto. Posteriormente mide desde el suelo hasta la marca dibujada en la pared. El instrumento empleado para realizar la medición fue un estadiómetro perteneciente a la Universidad de Zaragoza.

2.3.4 Plicometría

Las medidas están basadas en las normas del “Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría” (ISAK, 2019).

El proceso de medición de pliegues cutáneos se utilizó un plicómetro e incluía varias técnicas específicas según ubicación: el pliegue tricípital se midió verticalmente detrás del brazo derecho, el subescapular oblicuamente a 45 grados detrás del sujeto, el suprailíaco oblicuamente hacia abajo y medial frente al sujeto, el abdominal verticalmente frente al sujeto, el del muslo colocando la pierna del sujeto a 90 grados sobre una silla, y el de la pierna verticalmente frente al sujeto, en la cara medial de la pierna derecha.

En relación a las consideraciones, deberemos ubicar los puntos de pliegues de manera precisa en la piel, marcándolos con un lápiz demográfico de forma discreta, pero considerando una proyección imaginaria. Posteriormente, tomar el pliegue con los dedos índice y pulgar del brazo izquierdo del evaluador, simulando unas tenazas de forma

vertical u oblicua al punto del pliegue de referencia. Además, es importante manejar el plicómetro con la mano derecha, asegurándose de que las ramas del mismo formen un ángulo de 90 grados con la superficie de la piel, a 1 cm de la marca del punto o cruz del pliegue de referencia y con la profundidad que están situados los dedos que toman el pliegue. Una vez, cogido el pliegue esperaremos 2 segundos para dar la lectura del resultado (ISAK, 2019).

Para el cálculo del porcentaje de grasa corporal y una vez medidos los cuatro pliegues (tríceps + subescapular + suprailíaco + abdominal + cuadriceps + gemelo)

2.3.5 Longitud de las extremidades

Para la longitud de la pierna se la distancia entre el epicóndilo externo del fémur hasta el borde inferior externo del pie (Hernández y Herrera, 2010) y para el brazo la distancia entre el acromion hasta debajo de la cabeza del cúbito. Ambos se midieron con cinta métrica antropométrica.

2.4 VALORACIÓN DEL RENDIMIENTO FÍSICO

Para la valoración del rendimiento se tuvieron en cuenta dos variables: resistencia aeróbica y fuerza.

Por un lado, la resistencia aeróbica fue medida a través de un test Course-Navette. El test Course-Navette es una prueba de resistencia aeróbica que consiste en correr ida y vuelta en una distancia de 20 metros. Se inicia a una velocidad de 8 km/h y se aumenta en 0.5 km/h cada minuto. La prueba finaliza cuando el evaluado se detiene voluntariamente o no alcanza el punto de origen antes de que suene el pitido por segunda vez consecutiva. En relación a la distancia recorrida y la velocidad alcanzada (Anexo 5),

se estimó el VO₂ máx. mediante la ecuación de Leger et al. (1988) (Anexo 6) (García y Secchi, 2014) Una vez obtenidos los datos de VO₂ má. Se categorizaron según la tabla para deportistas de American Heart Association (1972) (Anexo 7).

Se puede observar la prueba física llevada a cabo por los participantes en el (Anexo 8).

Por otro lado, la fuerza máxima y fuerza resistencia se midieron mediante la carga, expresada en kilogramos, que los atletas eran capaces de levantar en tres ejercicio de Crossfit, en 1RM y 12RM, respectivamente.

Los ejercicios seleccionados fueron snatch, clean and jerk y back squat. El ejercicio de snatch consiste en levantar una barra desde una plataforma hasta extender los brazos por encima de la cabeza en un solo movimiento y sin interrupción. Para lograr esta ejecución, se deben cumplir varias fases: a) Posición de agarre o inicial, b) Despegue, c) Primer halón, d) Segundo halón, e) Entrada bajo la haltera, y f) Recuperación. Estas fases son descritas por los autores para guiar el proceso de levantamiento (de los Ángeles y Rondon, 2021). Clean and jerk es un ejercicio de barra que está compuesto por dos movimientos. Se trata de levantar la barra, la cual se encuentra inicialmente en el suelo, hasta acabar con ella en los hombros para después realizar una flexión de rodilla y extender los brazos con el fin de colocar la barra por encima de la cabeza. Back Squat consiste en realizar una flexión de cadera-rodilla-tobillo, partiendo de bipedestación con barra en los trapecios, tratando de colocar los pies a la altura de los hombros con un ángulo de 10-30 grados y bajar hasta que el femur rompa el paralelo con el suelo y sobrepase los 90 grados de flexión de la rodilla (Fernández, 2021).

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos sobre masa grasa, masa muscular y longitud de las extremidades, junto con los resultados de las pruebas físicas, se ingresaron en Excel 2019 para obtener estadísticas descriptivas como porcentajes, media y desviación estándar. Luego, los datos se exportaron al programa SPSS para análisis de correlación.

Previo al análisis de la correlación se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, para muestras menores de 50, para determinar el supuesto de normalidad de una muestra Shapiro y Wilk, 1965).

INDICADOR	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
% GRASA CORPORAL	0,947	20	0,33
% MASA MUSCULAR	0,981	20	0,95
LONGITUD DE PIERNA	0,974	20	0,83
LONGITUD DE BRAZO	0,941	20	0,26
SNATCH 1RM	0,939	20	0,23
SNATCH 12RM	0,916	20	0,09
C&J 1RM	0,936	20	0,2
C&J 12RM	0,916	20	0,09
BACK SQUAT 1RM	0,942	20	0,26
BACK SQUAT 12RM	0,953	20	0,42
VO2MAX	0,943	20	0,28

Tabla 1: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Hipótesis planteada

Ho: los datos de la muestra tienen una distribución normal.

Ha: los datos de la muestra no tienen una distribución normal.

Criterio de decisión

La regla de decisión consiste en que se pueda verificar la normalidad en el conjunto de datos, siempre y cuando la significancia sea mayor a 0,05.

Si $p < 0,05$ se rechaza Ho.

Si $p \geq 0,05$ no se rechaza Ho.

Decisión y conclusión

Se puede observar como todas las variables tienen una significancia superior a 0,05 y por tanto cumplen con el supuesto de normalidad. De esta manera no se rechaza la hipótesis nula (Ho) y, por tanto, se optó por utilizar el coeficiente de correlación paramétrico de Pearson, la cual es una prueba paramétrica que permite relacionar dos variables que tengan el supuesto de normalidad.

Para el análisis de correlación, primero se elaboraron diagramas de dispersión para identificar la relación lineal entre dos variables. Se puede determinar una relación directa cuando ambas variables aumentan conjuntamente, inversa cuando una variable aumenta y la otra disminuye, o nula cuando no hay una relación evidente entre ellas (Sucasaire y Ticona, 2023).

Finalmente se elaboró una tabla donde se mostraba la correlación entre las variables y la significancia.

4. RESULTADOS

4.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Se presenta a continuación una tabla con los valores promedios y desviación estándar de cada una de las variables recogidas para el estudio.

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	MEDIA	MÍNIMO- MÁXIMO
CARACTERÍSTICAS POBLACIÓN	EDAD(AÑOS)	31,2 ± 7,36	21-47
	MASA CORPORAL (KG)	77,45 ± 15,92	53-125,3
	ESTATURA (CM)	176,99 ± 8,69	158-189
	AÑOS EXPERIENCIA	3,95 ± 2,13	1,5-8
COMPOSICIÓN CORPORAL	% MASA GRASA	10,57 ± 3,69	5,10 - 18,82
	% MASA MUSCULAR	73 ± 6,79	60 - 83
PLIEGUES CUTÁNEOS	TRICIPITAL	9,33 ± 4,57	3 - 20,5
	SUBESCAPULAR	9,73 ± 4,45	4 - 23
	SUPRAILÍACO	10,24 ± 6,4	4,5 - 30
	ABDOMINAL	12,27 ± 7,61	4 - 34
	CUADRICIPITAL	13,92 ± 7,76	2 - 29
	GEMELO	12,64 ± 5,61	4 - 20
LONGITUDES	MIEMBRO SUPERIOR	59,35 ± 4,78	48 - 66
	MIEMBRO INFERIOR	90,7 ± 4,92	79 - 99
SNATCH	1RM	74,63 ± 16,28	47,5-100
	12RM	52,75 ± 11,03	35-70

CLEAN AND JEARC	1RM	95,1 ± 17,63	65-120
	12M	67,25 ± 11,86	50-85
BACK SQUAT	1RM	137,38 ± 28,76	90-185
	12RM	97,25 ± 21,18	60-130
TEST COURSE NAVETTE	VO2 MAX (ml/kg/min)	43,85 ± 2,15	29,6-53,6

Tabla 1: *Media y desviación estándar de las variables recogidas.*

La edad promedio fue de 31,2 años, con rangos de 21 a 47 años. El peso corporal promedio fue de 77,45kg, variando entre 53kg y 125kg. Respecto a la estatura, la media fue de 176,99 cm, con una variación entre 158 cm y 189 cm. Respecto a los años de experiencia, la media de los deportistas del “Box DR Fitness” fue de 3,95.

También se muestran los valores medios de composición corporal de los deportistas: el porcentaje promedio de grasa corporal de los 20 deportistas fue de 10,57%, y el promedio del porcentaje de masa muscular fue de 73%. Además, se describen los valores promedios de las mediciones antropométricas de la longitud de las extremidades, siendo la media 59,35cm del miembro superior y 90,7cm del miembro inferior.

En relación a la variable de rendimiento físico se pueden observar los valores promedios de cada prueba física, siendo la media en 1RM y 12RM de snatch 74,63kg y 52,75kg respectivamente, 95,1kg en 1RM de clean and jerk y 67,25kg en 12RM y en back squat 137,38kg fue la carga media que se levantó en 1RM y en 12 RM fue de 97,25. En el caso del test Course-Navette se establece un promedio de 43,85(ml/kg/min) de VO2 máx de promedio.

4.2 ESTADÍSTICA INTERFERENCIAL

Se observó una tendencia lineal en todos los diagramas de dispersión. Existe una tendencia lineal y de percepción decreciente o correlación negativa de la variable % de grasa corporal y las variables de rendimiento 1RM y 12RM de snatch, 1RM y 12RM de clean and jerk, 12RM de back squat y VO2 máx. Por el contrario, en el caso de la variable de rendimiento 1RM de back squat existe una correlación positiva. Se presenta la gráfica más relevante y que tuvo una tendencia lineal más pronunciada.

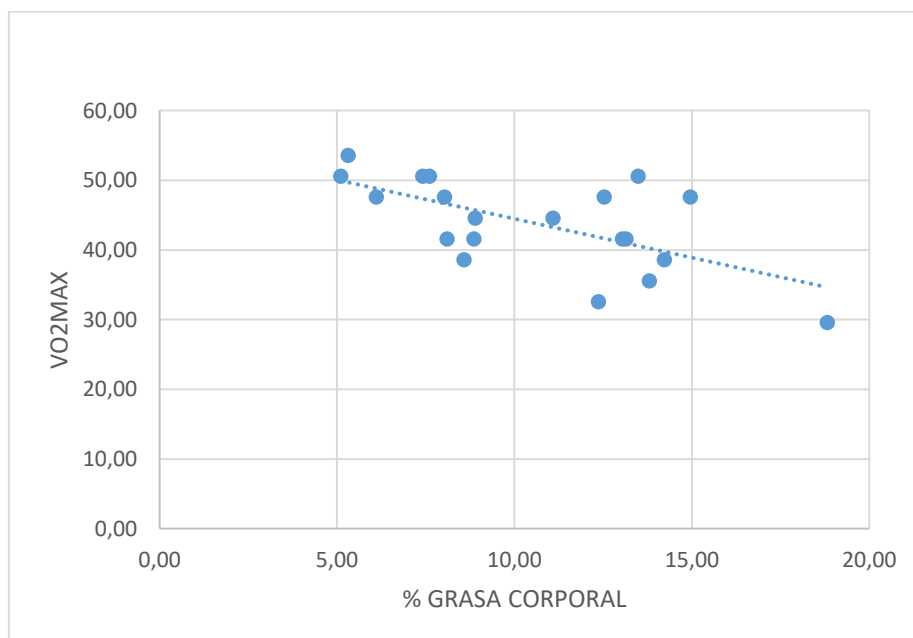


Figura 1: *Diagrama de dispersión: % grasa corporal y VO2 máx. de los deportistas de “Box DR Fitness”.*

Del mismo modo, existe una tendencia lineal y una correlación positiva o creciente de la variable % de masa muscular y las variables de rendimiento 1RM y 12RM de snatch, 1RM y 12RM de clean and jerk, 1RM y 12RM de back squat. En cambio, en este caso la variable de VO2 máx. presenta una tendencia lineal de percepción decreciente. Se presentan las gráficas más relevantes y que tuvieron una tendencia lineal más pronunciada.

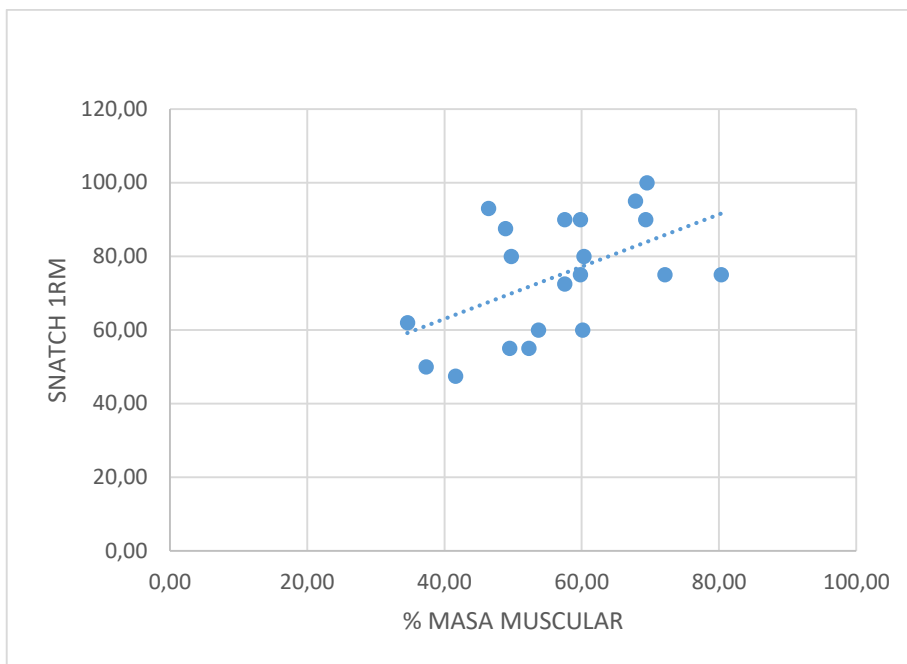


Figura 2: Diagrama de dispersión: % masa muscular y 1RM de snatch de los deportistas de “Box DR Fitness”.

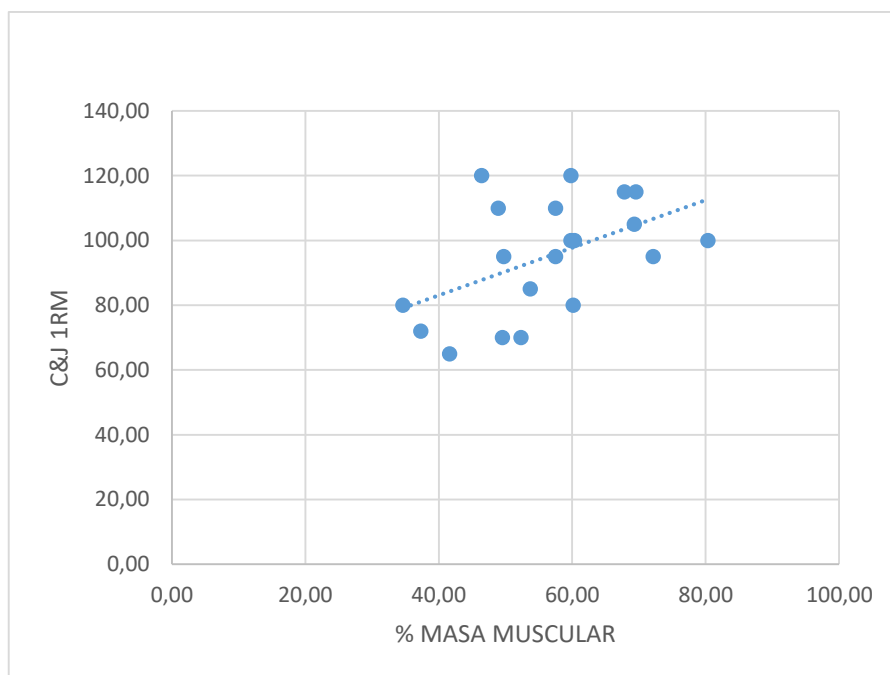


Figura 3: Diagrama de dispersión: % masa muscular y 1RM de clean and jerk de los deportistas de “Box DR Fitness”.

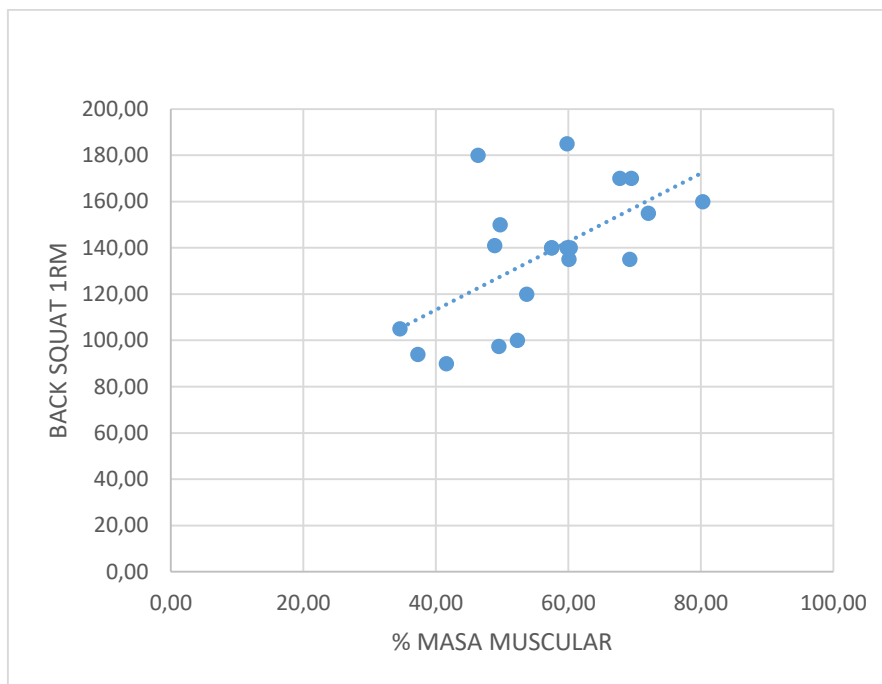


Figura 4: *Diagrama de dispersión: % masa muscular y 1RM de back squat de los deportistas de “Box DR Fitness”.*

En el caso de la variable longitud de pierna se halló, una tendencia lineal creciente y una correlación positiva con respecto a las variables de rendimiento 1RM y 12RM de snatch, 1RM y 12RM de clean and jerk, 1RM y 12RM de back squat. Se presenta la gráfica más relevante y que tuvo una tendencia lineal más pronunciada.

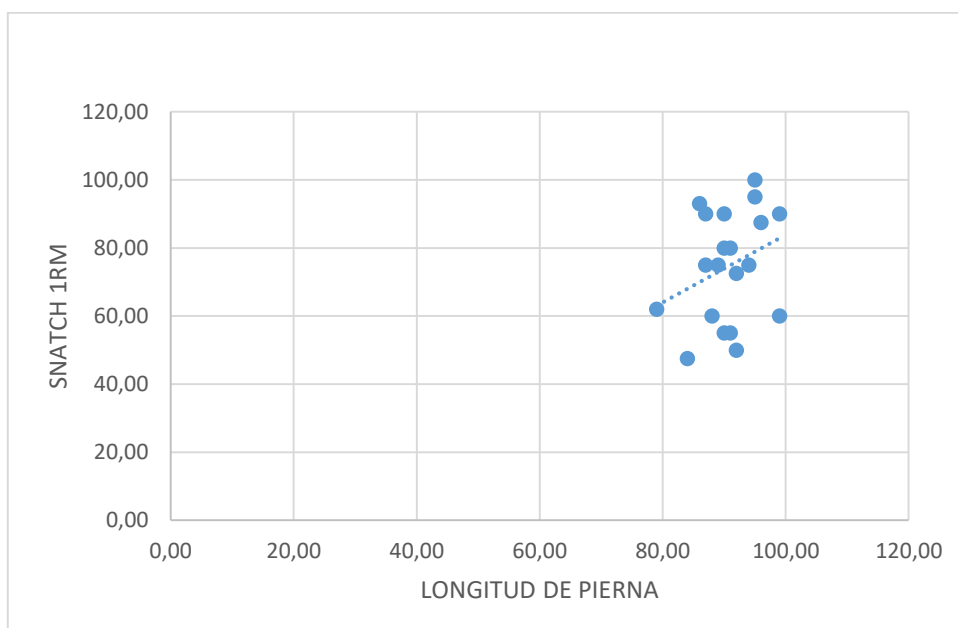


Figura 5: *Diagrama de dispersión: longitud de pierna y 1RM de snatch de los deportistas de “Box DR Fitness”.*

Por último, se observó una tendencia lineal en todos los diagramas de dispersión, de la variable longitud de brazo, de percepción creciente, con relación a las variables de rendimiento 1RM y 12RM de snatch, 1RM y 12RM de clean and jerk. Se presentan las gráficas más relevantes y que tuvieron una tendencia lineal más pronunciada.

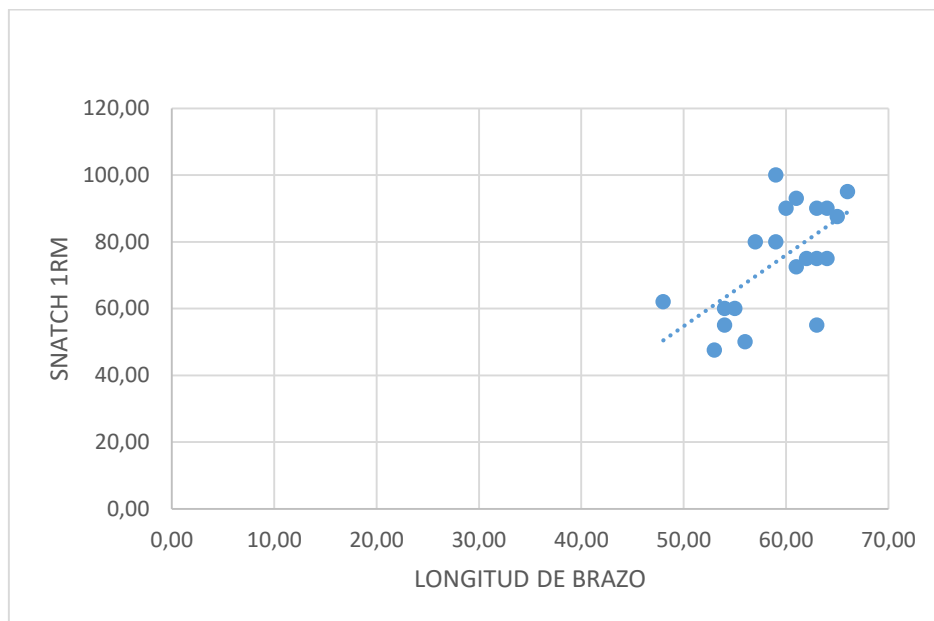


Figura 6: *Diagrama de dispersión: longitud de brazo y 1RM de snatch de los deportistas de “Box DR Fitness”.*

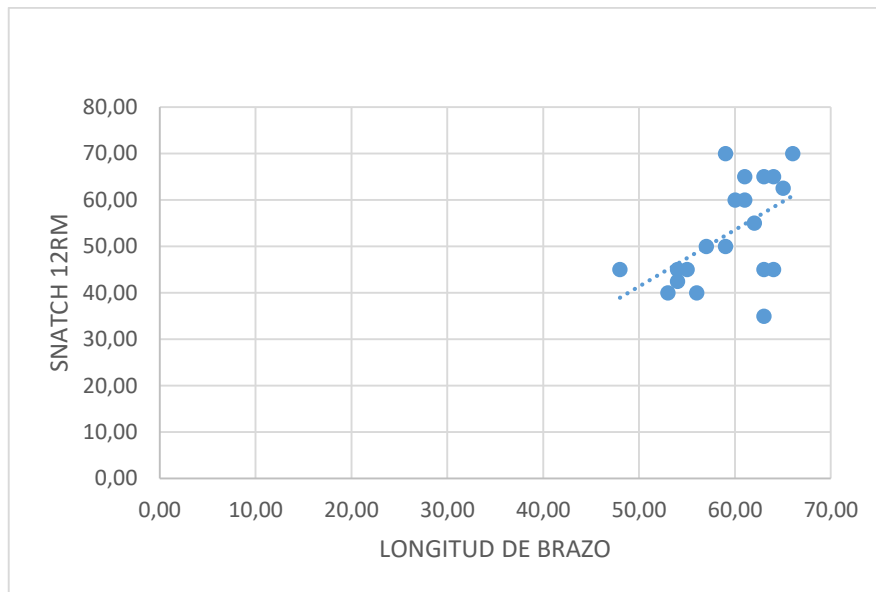


Figura 7: Diagrama de dispersión: longitud de brazo y 12RM de snatch de los deportistas de “Box DR Fitness”.

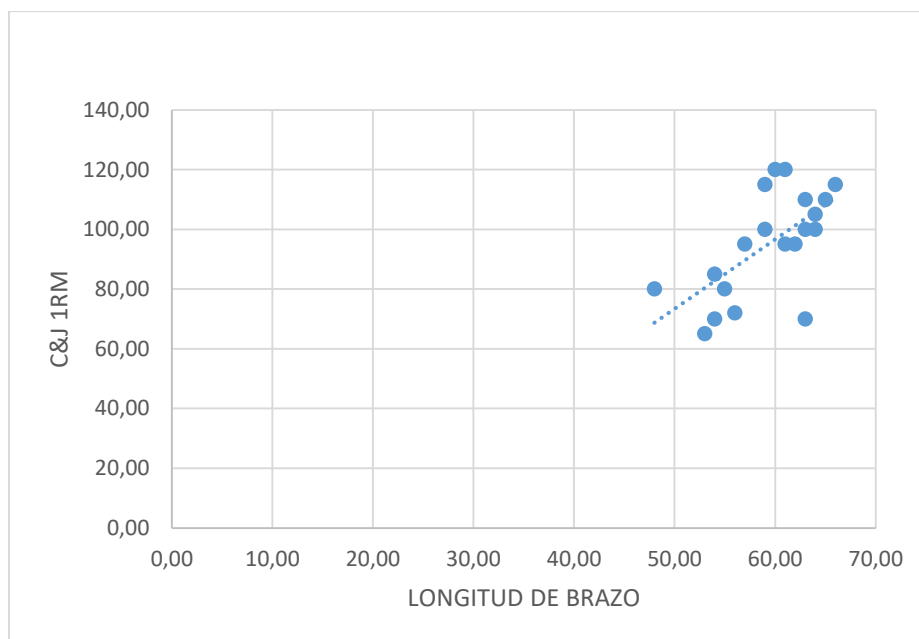


Figura 8: Diagrama de dispersión: longitud de brazo y 1RM de clean and jerk de los deportistas de “Box DR Fitness”.

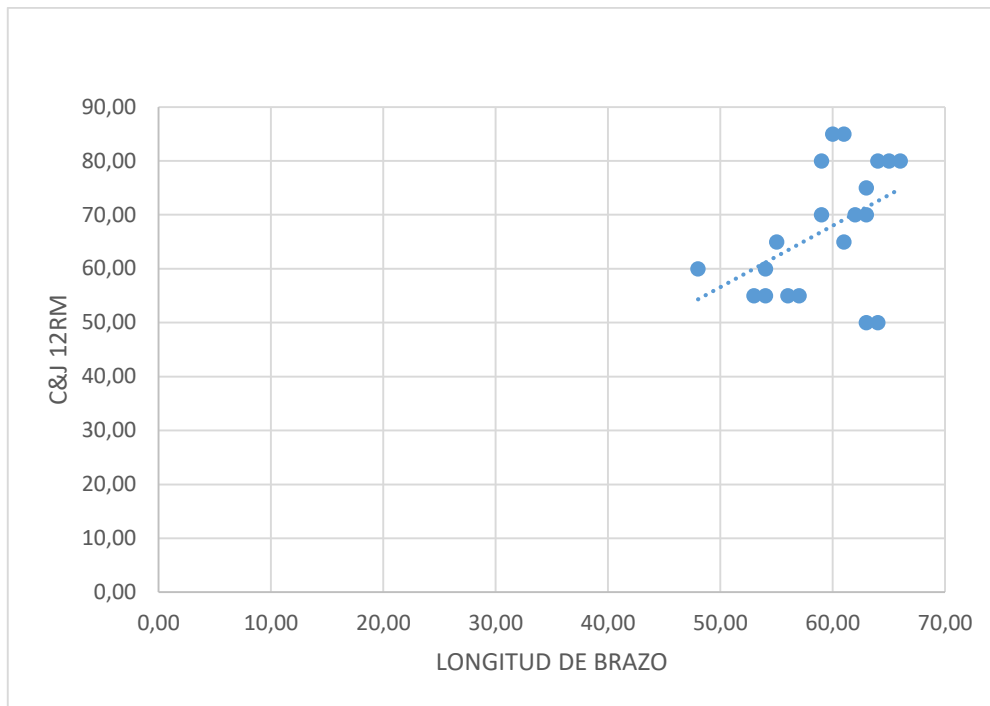


Figura 9: Diagrama de dispersión: longitud de brazo y 12RM de clean and jerk de los deportistas de “Box DR Fitness”.

Posteriormente, se realizó una tabla donde se mostraban las correlaciones entre las variables y su significancia (Tabla 3).

En ella vemos como el porcentaje de grasa corporal tiene una correlación significativa e inversa con los valores de VO2 máx, mientras que el resto de pruebas de rendimiento físico no guardan una relación significativa. En cuanto a la masa muscular, esta presenta relación, principalmente, con las pruebas de 1RM. La pierna, por el contrario, no guarda correlación significativa con ninguna variable de rendimiento físico, a diferencia de la longitud del brazo que sí lo hace con todas las variables de rendimiento físico.

En el caso de la longitud de pierna y brazo no se correlacionaron con el VO2 máx. porque se consideraba que no intervienen o no son relevantes en esta prueba, así como la longitud de brazo en back squat.

Tabla 3: *Coefficiente de correlación de Pearson: variables antropométricas y rendimiento de los deportistas de “Box DR Fitness”.*

INDICADOR V1	INDICADOR V2	SNATCH 1RM	SNATCH 12RM	C&J 1RM	C&J 12RM	BACK SQUAT 1RM	BACK SQUAT 12RM	VO2MAX
GRASA	Coefficiente	-0,111	-0,114	-0,064	-0,103	0,081	-0,119	-,631**
	Significancia	0,641	0,633	0,788	0,667	0,733	0,619	0,003
MUSCULO	Coefficiente	,518*	0,402	,496*	0,278	,608**	,469*	-,456*
	Significancia	0,019	0,079	0,026	0,235	0,004	0,037	0,044
PIERNA	Coefficiente	0,300	0,326	0,226	0,197	0,229	0,244	
	Significancia	0,199	0,160	0,338	0,405	0,331	0,300	
BRAZO	Coefficiente	,627**	,527*	,630**	,459*			
	Significancia	0,003	0,017	0,003	0,042			

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

5. DISUCISIÓN

En relación a las características de la población, Herbozo y Obregón (2023) obtuvieron un promedio de edad de 30 años y, del mismo modo, Carreker y Grosicki (2020) y Tibana et al., (2021) reportaron 27 y 26.6 años, respectivamente, datos los cuales son muy próximos al presente estudio también. Por otro lado, Menargues et al., (2022) y Bustos et al., (2021) encontraron una media de edad más distanciada en sus atletas de Crossfit, de 37 y 21.7 años respectivamente.

Respecto a la estatura, el presente estudio encontró un promedio de estatura en los atletas de Crossfit de 176cm, al igual que las investigaciones de Carreker y Grosicki (2020) y Vidal et al., (2021). De forma similar fueron los hallazgos de Menargues et al., (2022) y Mangine et al., (2022) quienes obtuvieron una media de estatura de 174cm y 177cm respectivamente. Los atletas élite de Crossfit de Perú del estudio de Herbozo y Obregón (2023) tuvieron una talla media de 172cm. Bustos et al., (2021), encontraron en sus participantes aficionados del Crossfit una estatura promedio 179cm, siendo datos muy característicos de la etnia de origen.

En el caso de la composición corporal, Herbozo y Obregón (2023), usaron la misma metodología para la medición de grasa corporal (medición de 6 pliegues cutáneos y la ecuación de Yuhasz) pero su resultado fue de 7,6% de grasa corporal de media entre sus atletas élite. Son similares diversos estudios, a la presente investigación. Vidal et al., (2021) hallaron un promedio de 10% de grasa corporal entre 44 levantadores de pesas aficionados. En el caso de Tibana et al., (2021), encontraron un 8.8% de grasa corporal en deportistas de Crossfit mediante DXA y Menargues et al., (2022) obtuvieron un 11.6% mediante antropometría, pero usando la ecuación de Faulkner la cual considera 4 pliegues cutáneos. Por otro lado, y con valores más distanciados de los encontrados en la presente investigación, Carreker y Grosicki (2021) hallaron un 17.45% en practicantes con más de 6 meses de experiencia y Bustos et al. (2021) reportaron un 16.3% de grasa corporal en aficionados al Crossfit, utilizando la fórmula de Faulkner.

En el presente estudio se halló que la media de porcentaje de masa muscular era de 73%, obtenido mediante báscula de bioimpedancia. Este dato resulta diferente a los hallados por Herbozo y Obregón (2023), Menargues et al., (2022) y Vidal et al., (2021) en sus estudios ya que la media de masa muscular que obtuvieron de la población seleccionada presentó valores de 55,6%, 44,86 y 51,6% respectivamente. Esto se puede

deber al método empleado para calcular la masa muscular, ya que ninguno de estos utilizó báscula de bioimpedancia. En cambio, utilizaron fórmulas como la de Deborah Kerr y William Ross en el caso de Herbozo y Obregón (2023) o la fórmula de Lee y col en el caso de Menargues et al., (2022) ambos mediante la medición de perímetros.

En relación a la longitud de la extremidad superior, se halló que el promedio de los participantes era de 59,35cm. Esta cifra difiere bastante en lo encontrado por Vidal et., al (2021), ya que obtuvieron un promedio de 78,7cm. Esto se puede deber a que ellos incluyeron en su medición “miembro superior” la mano. Pero si sumamos la longitud media de brazo y antebrazo del estudio da un resultado de 58,3, la cual es muy próxima a lo encontrado en el presente estudio.

En este caso, la media hallada en relación a la longitud del miembro inferior fue de 90,7cm. De manera similar Vidal et., (2021) obtuvieron una media de 94,5 cm entre los sujetos levantadores de peso aficionados que eligieron como muestra.

En el presente estudio el promedio de carga levantada en 1RM en el ejercicio snatch fue de 74,63kg. Valor superior al hallado por Antuña et al., (2024) los cuales obtuvieron un promedio de 61,73kg en el grupo de alta fuerza y 39,09kg en el de baja fuerza. Con respecto al valor medio de la carga en clean and jerk, se halló la cifra de 95,1kg, la cual es ligeramente superior a la obtenida por Antuña et al., (2024) que fue de 83,09kg y la carga en 1Rm en back squat es de 137,8kg. Valor similar, pero superior al hallado por Antuña et al., (2024) los cuales obtuvieron una media de 119,45kg.

Con respecto al consumo de oxígeno ,la presente investigación halló un valor medio de de 43,85 (ml/kg/min) similar al encontrado en diversos estudios, aunque obtenidos mediante otras pruebas física en la mayoría. En el caso de Carreker y Grosicki (2021), encontraron en sus atletas con experiencia mayor a 6 meses que su VO2 máx

medio fue de 49,52 (ml/kg/min) y Tibana y et al., (2021) o btuvieron un promedio de consumo máximo de oxígeno de sus deportistas de 49,7 (ml/kg/min), valor obtenido mediante la prueba de 2km de remo en ergómetro. Por otro lado, Herbozo y Obregón (2023) realizaron la prueba Course-Navette y el valor promedio que encontraron también fue similar, siendo este de 46,5 (ml/kg/min).

En cuanto a las correlaciones de las diferentes variables, en el presente estudio y como se observa en la Tabla 3, se puede afirmar que existe una correlación significativa ($p=0,003$), entre el % de grasa corporal y el VO₂ máx, lo cual quiere decir que, a mayor porcentaje de g rasa corporal en los atletas de “Box DR Fitness”, menor es su rendimiento en la prueba Course-Navette y por tanto menor es su VO₂ máx. Sin embargo, en el resto de pruebas no se halló una correlación significativa con el % de grasa corporal. Estos resultados son similares a los encontrados por Herbozo y Obregón (2023), los cuales obtuvieron una correlación significativa ($p=0.014$) lo cual indicaba, del mismo modo que en el presente estudio, que a mayor porcentaje de grasa corporal, el rendimiento en pruebas de resistencia aeróbica sería menor. Del mismo modo, Bardales y Conde (2021) encontraron en su estudio con jugadores de fútbol amateur que el porcentaje de grasa corporal se relacionaba inversamente con la capacidad de resistencia aeróbica, medida mediante el test de Cooper ($p < 0.01$). Esto demuestra que un mayor porcentaje de grasa corporal se asocia con un menor desempeño aeróbico. Por otro lado, Tibana et al.,(2020) hallaron que, la grasa corporal y las pruebas de esfuerzo aeróbico, como una distancia de 2 km de remo en ergómetro, no tenían relación con el rendimiento en las pruebas físicas de Crossfit, lo cual podría explicarse por la corta duración de la prueba.

Por otro lado, el % de masa muscular tuvo una relación significativa con las pruebas de 1RM de cada ejercicio, principalmente, de lo cual se deduce que a mayor porcentaje de masa muscular, mayor es el rendimiento en pruebas de fuerza máxima.

Estos resultados podrían relacionarse con los obtenidos por Tibana et al. (2021), quienes encontraron que en practicantes de Crossfit poco experimentados, aunque la masa grasa no se relacionaba con el rendimiento en pruebas físicas de Crossfit, la fuerza máxima a 1 repetición y la fuerza de resistencia tenían una fuerte relación ($p < 0.01$) con el rendimiento en el Open Crossfit 2020. De este modo, se puede extraer que los atletas con una mayor masa muscular, tendrán un mejor desempeño en pruebas de fuerza máxima como las de 1RM y pruebas de fuerza resistencia y, por tanto, podrían verse favorecidos en competiciones de Crossfit. Por otro lado, en el mismo estudio se encontró que la composición corporal no mantenía relación con ninguna prueba física pero esto se pudo deber a que la muestra escogida para el estudio fueron atletas aficionados, lo lo cual podríamos intuir que el nivel de experiencia de los deportistas pudo ser una limitación de la investigación.

De igual manera, Menargues et al., (2022), quienes realizaron su estudio, en este caso, con deportistas experimentados, encontraron que la masa grasa no guardaba relación significativa con el rendimiento de fuerza resistencia, fuerza máxima a 1 repetición, en cambio, la masa muscular sí tenía relación significativa y directa únicamente con la prueba de fuerza máxima a 1 repetición ($p < 0.01$), demostrando que, a mayor masa muscular, mejor sería el rendimiento de la fuerza máxima a 1 repetición.

Respecto a las variables antropométricas de longitud de pierna y brazo observamos como la longitud del miembro inferior no presenta una correlación significativa en ninguna de las pruebas de rendimiento y, por el contrario, la longitud del miembro superior sí. Es decir, a mayor longitud de brazo mayor es el rendimiento en las pruebas de rendimiento físico medidas.

En el caso de la investigación de Vidal et al., (2021) en la cual medían la velocidad de la barra en los ejercicios de snatch y clean and jerk, hallaron que a mayor medida de

las extremidades mayor era la velocidad media en cada uno de los ejercicios. Además, contar con una mayor estructura esquelética es ventajoso para tener mayor masa muscular, por lo que una extremidades más largas poseerán mayor masa muscular (Mayhew et al., 1993) y, por tanto, un mejor desempeño en las pruebas de rendimiento físico.

Finalmente, el estudio presentó varias limitaciones que podrían haber influido en los resultados obtenidos. Una de las principales fue el tamaño de la muestra, que se limitó a 20 atletas de un único centro en la ciudad de Huesca, lo que podría restringir la generalización de los resultados a una población más amplia. Además, el encargado de medir las variables antropométricas, aunque poseía conocimientos en la medición de pliegues, no contaba con la certificación de antropometrista ISAK, lo que podría haber afectado la precisión de los datos recogidos. Otro factor no considerado fue la ingesta de alimentos de los atletas antes de las mediciones, que podría haber influido en los resultados de los pliegues cutáneos y otras medidas antropométricas.

6. CONCLUSIONES

- Se encontró que el % de grasa corporal de los deportistas del “Box DR Fitness” tiene una relación inversa con las pruebas de resistencia aeróbica, y por tanto con el VO₂ máx.
- Se identificó que el % de masa muscular tiene relación directa con las pruebas de 1RM, y por ende con la fuerza máxima.

- Se determinó que a mayor longitud del miembro superior mayor rendimiento en 1RM y 12RM de arranque y envión.
- Se identificó que la mayoría de los deportistas de “Box DR Fitness” tienen un buen % de grasa corporal.
- Se identificó que la mayoría de los deportistas del “Box DR Fitness” presentan un excelente % de masa muscular.
- Se encontró que la longitud de las piernas no tiene relación significativa con ninguna de las pruebas físicas seleccionadas.
- Se encontró que la mayoría de los deportistas de “Box DR Fitness” tienen un nivel intermedio o avanzado en cada una de las pruebas.

7. CONCLUSIONS

- It was found that the % body fat of the “Box DR Fitness” athletes has an inverse relationship with aerobic resistance tests, and therefore with VO2 max.
- It was identified that % muscle mass has a direct relationship with 1RM tests, and therefore with maximum strength.

- It was determined that the greater the length of the upper limb, the greater the performance in 1RM and 12RM of snatch and clean and jerk.

- It was identified that the majority of “Box DR Fitness” athletes have a good % body fat.

- It was identified that the majority of “Box DR Fitness” athletes have an excellent % of muscle mass.

- It was found that leg length has no significant relationship with any of the selected physical tests.

- It was found that the majority of “Box DR Fitness” athletes have an intermediate or advanced level in each of the tests.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- American College of Sports Medicine. (2006). *Guidelines for exercise testing and prescription* (7th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- American Heart Association. (1972). *Exercise testing and training of apparently healthy individuals: A handbook for physicians*. Nueva York, NY, Estados Unidos: American Heart Association.
- Buitrago Rueda, P. E., & Agudelo Morantes, G. F. *Fenómeno de interferencia en atletas de CrossFit* (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás).
- Antuña, E. D., Iglesias, D. S., & Marroyo, J. A. R. (2024). Relación de la fuerza muscular y el desempeño en ejercicios de halterofilia y gimnásticos en practicantes amateur de CrossFit. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 438(1), 13-22.
- Bustos, B., Luna, L., Osorio, R., Parra, A., Mindiola, A. y Yerena, C. (2021). Entrenamiento funcional de alta intensidad: asociación de la grasa corporal con el fitness cardiorrespiratorio / High-intensity functional training: association of body fat with cardiorespiratory fitness. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 51. 0210910.
- Carreker, JDD y Grosicki, GJ (2020). Predictores fisiológicos del rendimiento en el desafío “Murph” de CrossFit. *Deportes* , 8 (7), 92.
- Carter, J. E. L. (1982). Estructura física de los atletas olímpicos. Parte 1. Proyecto Antropológico de los Juegos Olímpicos de Montreal. Basilea, Suiza; Múnich, Alemania: Karger.

Chiu, L. Z. F., & Schilling, B. K. (2005). Introducción al levantamiento de pesas: Del deporte al entrenamiento deportivo. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 42-48.

de los Ángeles, M. A., & Rondón, Q. ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL SNATCH EN LOS PRACTICANTES DE CROSSFIT VENEZOLANOS KINEMATIC ANALYSIS OF SNATCH IN VENEZUELAN CROSSFIT PRACTITIONERS.

Fry, A. C., Ciroslan, D., Fry, M. D., Leroux, C. D., Schilling, B. K., & Chiu, L. Z. F. (2006). Variables antropométricas y de rendimiento que discriminan a los levantadores de pesas hombres juniors americanos de élite. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 861-866.

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. Medicina de l'Esport*, 49(183), 93-103.

Hernández, R. A., & Herrera, H. (2010). Longitud de la pierna medida con cinta métrica: Una alternativa para estimar la estatura. *Antropo, ISSN*, 1578-2603.

<https://www.adfisioterapiavalencia.com/blog/sentadilla-profunda>

KEVYNN, H. A., & ANDRE, O. B. M. (2023). COMPOSICIÓN CORPORAL Y RENDIMIENTO FÍSICO EN DEPORTISTAS ELITE DE CROSSFIT, LIMA-2022.

La Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. (2019). Protocolo internacional para la valoración antropométrica. <https://www.isak.global/>

Mangine, G., McDougale, J. y Feito, Y. (2022). Relationships Between Body Composition and Performance in the High-Intensity Functional Training Workout “Fran” are

Modulated by Competition Class and Percentile Rank. *Frontiers in physiology*, 13, 893771.

Marchocka, M. (1984). Análisis de la estructura corporal de levantadores de pesas mayores con especial atención a las proporciones. *Biol. Deporte*, 1, 55–71.

Martínez-Sanz, J. M., Ayuso, J. M., & Janci-Irigoyen, J. (2012). Estudio de la composición corporal en deportistas masculinos universitarios de diferentes disciplinas deportivas. *Cuadernos de psicología del deporte*, 12(2), 89-94.

Matiegka, J. (1921). La prueba de eficiencia física. *Revista americana de antropología física*, 4 (3), 223-230.

Mayhew, J. L., McCormick, T. P., Piper, F. C., Kurth, A. L., & Arnold, M. D. (1993). Relationships of Body Dimensions to Strength Performance in Novice Adolescent Male Powerlifters. *Pediatric Exercise Science*, 5(4), 347-356. Retrieved May 24, 2024, from <https://doi.org/10.1123/pes.5.4.347>

Menargues, R., Sospedra, I. Holway, F., Hurtado, J., Martinez, J. (2022). Evaluacion de la composición corporal en atletas de CrossFit® y la relación con sus resultados en Entrenamientos Oficiales. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Publica*, 19(17), 11003.

Musser, L. J., Garhammer, J., Rozenek, R., Crussemeyer, J. A., & Vargas, E. M. (2014). Antropometría y trayectoria de la barra en el levantamiento de arranque para levantadoras de pesas de élite. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1636-1648. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000450

- Pila, E. (2021). *Investigación bibliográfica impacto del ejercicio aeróbico sobre la función cognitiva en pacientes con enfermedad de Alzheimer* (Doctoral dissertation, tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador).
- Ramos, N., & Zubeldía, G. (2003). Masa Muscular y Masa Grasa, y su relación con la Potencia Aeróbica y Anaeróbica en Futbolistas de 18 a 20 años de Edad (Parte II). *PubliCE Standard*.
- Sucasaire Pilco, J., & Ticona Vilcapaza, R. (2023). Métodos estadísticos: Guía básica para el uso de la estadística inferencial en investigación.
- Tibana, RA, de Sousa Neto, IV, Sousa, NMFD, Romeiro, C., Hanai, A., Brandão, H., ... & Voltarelli, FA (2021). La resistencia y la fuerza muscular local tuvieron una fuerte relación con CrossFit® open 2020 en atletas amateurs. *Deportes* , 9 (7), 98.
- Vidal Pérez, D., Martínez-Sanz, J.Mgin M., Ferriz-Valero, A., Gómez-Vicente, V., & Ausó, E. (2021). Relación de la longitud de las extremidades y la composición corporal con el levantamiento en halterofilia. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 18(2), 756. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020756>
- Winter, E. M., Abt, C., Brookes, F. B. C., Challis, J. H., Fowler, N. E., Knudson, D. V., ... Yeadon, S. (2016). Misuse of "Power" and Other Mechanical Terms in Sport and Exercise Science Research. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 292-300. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001101.
- Yuhasz, M. (1974). *Physical Fitness Manual*. London: Ontario

9. ANEXOS

Anexo 1: Fórmula de Yuhasz (1974).

HOMBRES % GC: $0.1051 \times \text{SUM 6 PL}^* + 2.585$

MUJERES % GC: $0.1548 \times \text{SUM 6 PL}^* + 3.580$

Fuente: Yuhasz, 1974

*SUM 6 PL: Sumatoria de 6 pliegues cutáneos (tricipital (mm), subescapular (mm), supraespinal (mm), abdominal (mm), muslo (mm) y pierna (mm)).

Anexo 2: Valores de referencia de porcentajes de grasa corporal en deportistas.

Porcentaje de grasa para hombres deportistas					
Percentiles	Edad (años)				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60+
Hombres					
90	7,1	11,3	13,6	15,3	15,3
80	9,4	13,9	16,3	17,9	18,4
70	11,8	15,9	18,1	19,8	20,3
60	14,1	17,5	19,6	21,3	22,0
50	15,9	19,0	21,1	22,7	23,5
40	17,4	20,5	22,5	24,1	25,0
30	19,5	22,3	24,1	25,7	26,7
20	22,4	24,2	26,1	27,5	28,5
10	25,9	27,3	28,9	30,3	31,2
Mujeres					
90	14,5	15,5	18,5	21,6	21,1
80	17,1	18,0	21,3	25,0	25,1
70	19,0	20,0	23,5	26,6	27,5
60	20,6	21,6	24,9	28,5	29,3
50	22,1	23,1	26,4	30,1	30,9
40	23,7	24,9	28,1	31,6	32,5
30	25,4	27,0	30,1	33,5	34,3
20	27,7	29,3	32,1	35,6	36,6
10	32,1	32,8	35,0	37,9	39,3

Fuente: American College of Sports Medicine (2006).

Anexo 3: Medición en báscula de bioimpedancia



Fuente: elaboración propia

Anexo 4: Valores de referencia de porcentajes de masa muscular.

Masa Muscular		
Varones (%)		Mujeres (%)
> 54.2	Excelente	> 47.5
≤ 54.2	Bueno	≤ 47.5
≤ 50.8	Aceptable	≤ 43.8
≤ 43.9	Bajo	≤ 36.3

Fuente: Ramos, N. y Zubeldía, G. (2003).

Anexo 5: Cartilla de medición del Test de Course-Navette.

Etapa	Vel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	8,5	20	40	60	80	100	120	140								
2	9	160	180	200	220	240	260	280	300							
3	9,5	320	340	360	380	400	420	440	460							
4	10	480	500	520	540	560	580	600	620							
5	10,5	640	660	680	700	720	740	760	780	800						
6	11	820	840	860	880	900	920	940	960	980						
7	11,5	1000	1020	1040	1060	1080	1100	1120	1140	1160	1180					
8	12	1200	1220	1240	1260	1280	1300	1320	1340	1360	1380					
9	12,5	1400	1420	1440	1460	1480	1500	1520	1540	1560	1580					
10	13	1600	1620	1640	1660	1680	1700	1720	1740	1760	1780	1800				
11	13,5	1820	1840	1860	1880	1900	1920	1940	1960	1980	2000	2020				
12	14	2040	2060	2080	2100	2120	2140	2160	2180	2200	2220	2240	2260			
13	14,5	2280	2300	2320	2340	2360	2380	2400	2420	2440	2460	2480	2500			
14	15	2520	2540	2560	2580	2600	2620	2640	2660	2680	2700	2720	2740	2760		
15	15,5	2780	2800	2820	2840	2860	2880	2900	2920	2940	2960	2980	3000	3020		
16	16	3040	3060	3080	3100	3120	3140	3160	3180	3200	3220	3240	3260	3280		
17	16,5	3300	3320	3340	3360	3380	3400	3420	3440	3460	3480	3500	3520	3540	3560	
18	17	3580	3600	3620	3640	3660	3680	3700	3720	3740	3760	3780	3800	3820	3840	
19	17,5	3860	3880	3900	3920	3940	3960	3980	4000	4020	4040	4060	4080	4100	4120	4140
20	18	4160	4180	4200	4220	4240	4260	4280	4300	4320	4340	4360	4380	4400	4420	4440

Fuente: García, G. y Secchi, J. (2014)

Anexo 6: Fórmula de Leger et al., (1988).

$$\text{VO2 máx.} = (6 \times \text{VFA}) - 27.4$$

Fuente: García, G. y Secchi, J. (2014)

Anexo 7: Valores de referencia del VO2 máx.

	Mujer	Hombre
Excelente	48 o más	52 o más
Bueno	38-48	43-52
Medio	31-37	34-42
Bajo	24-30	25-33
Muy bajo	24 o menos	25 o menos

Fuente: American Heart Association (1972).

Anexo 8: Test Course-Navette



Fuente: elaboración propia

Anexo 9: Consentimiento informado para el participante:

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE

TFG Título: Relación de las variables antropométricas con el rendimiento en Crossfit

Responsable: Universidad de Zaragoza

Director/a Tutor/a: _Isaac López Laval_____ correo:
isaac@unizar.es_____

Alumno/a Investigador/a: _Jorge Rubio Espiau_____ Tfno: _644 31 75 16_ correo:
816154@unizar.es_____

Centro: _Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte_____

1. Introducción:

Nos dirigimos a usted para solicitar su participación en un trabajo académico y/o de investigación académica que estamos realizando en la Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, de la Universidad de Zaragoza.

Su participación es voluntaria, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos.

Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón (CEICA).

Antes de tomar una decisión le pedimos que:

- lea este documento entero,
- entienda la información que contiene,
- haga todas las preguntas que considere necesarias,
- tome una decisión meditada
- firme el consentimiento informado, si finalmente desea participar.

Si decide participar se le entregará una copia de esta hoja y del documento de consentimiento firmado. Por favor, consérvelo por si lo necesitara en un futuro.

2. ¿Por qué se le pide participar?

Se le solicita su colaboración porque reúne usted los requisitos necesarios para participar en este trabajo. Es usted un deportista que realiza regularmente, desde hace al menos 1 año, Cross Fit con una edad comprendida entre los 20 y los 55 años. Además, no tiene diagnosticado ningún tipo de enfermedad de tipo cardiovascular ni ha padecido traumatismos importantes u operaciones en los últimos 6 meses.

Si Ud. cumple estas especificaciones su participación es importante para nosotros. En el estudio está previsto que participen un total de 20 personas.

3. ¿Cuál es el objeto de este estudio

El objetivo principal de este estudio es determinar que variables antropométricas (porcentaje de grasa corporal, masa muscular, altura, peso y longitudes de brazo y pierna) son las más determinantes en el rendimiento en Cross Fit, reflejado a través de la carga, expresada en Kg, que son capaces de levantar en 3 movimientos olímpicos Versión 1. 11_abr_2024 típicos de Cros Fit (Snatch, Clean and Jerk, Sentadilla profunda) y de una prueba Course Navette

4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?

Recuerde que su participación es voluntaria y si decide no participar, no afectará a su relación con el investigador y su equipo. Debe concretar una fecha y hora con el investigador para poder recabar los datos que son necesarios para el estudio. Es preferible que venga con un ayuno de 8 horas y descalzarse para las mediciones. Además, deberá acordar con el mismo, otro día para realizar la prueba Course Navette.

5. ¿Qué riesgos o molestias supone?

Somos conscientes que la prueba Course Navette pueda interferir en su plan de entrenamiento semanal, pero es necesaria su colaboración en ésta para que las conclusiones del estudio sean más amplias y abarque una dimensión mayor de cualidades de rendimiento físico. A pesar de ello les recordamos que no existe ningún riesgo para la salud en la realización del protocolo de toma de datos mediante plicómetro, báscula y cinta métrica.

6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento usted no obtendrá ningún beneficio por su participación si bien contribuirá al avance científico y al beneficio social.

Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación.

7. ¿Cómo se van a tratar mis datos personales?

Este proyecto cumple con la Legislación relacionada con la protección de datos, en particular el Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea (Reglamento UE 2016/679, de 27 de abril) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantías de los Derechos Digitales. También con toda la normativa de ética en la investigación y, si es el caso, del tratamiento de datos de la investigación en salud e investigación biomédica. El proyecto está autorizado por la Universidad de Zaragoza. A continuación, le indicamos brevemente cómo trataremos sus datos personales:

Información básica sobre protección de datos.

Responsable del tratamiento: Universidad de Zaragoza

Responsable interno: Isaac López Laval (Director-Tutor)

Encargado interno: Jorge Rubio Espiau (Alumno/a)

Finalidad: Sus datos personales serán tratados exclusivamente para el estudio al que hace referencia este documento. El tratamiento de sus datos personales se realizará utilizando técnicas para mantener su anonimato mediante el uso de códigos aleatorios, con el fin de que su identidad personal quede completamente oculta durante el proceso de investigación.

Legitimación: El tratamiento de los datos de este estudio queda legitimado por su consentimiento a participar.

Destinatarios: No se cederán datos a terceros salvo obligación legal.

Duración: Los datos personales serán destruidos una vez se haya cumplido con la finalidad para la que se recabaron y para las posibles revisiones o determinación de responsabilidades. Los

resultados objeto de explotación, ya completamente anonimizados y sin datos personales, podrán ser conservados para su posible reutilización en otros trabajos de investigación. A partir de los resultados de la investigación, se podrán elaborar comunicaciones científicas para ser presentadas en congresos o revistas científicas, pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

Derechos: Podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos, de limitación y oposición a su tratamiento, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) **ante el/la Responsable interno de este estudio**, cuyos datos de contacto figuran en el encabezamiento de este documento, o dirigiendo un correo electrónico al Delegado/a de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza (dpd@unizar.es). Si no viera atendida su petición podrá dirigirse en reclamación a la Agencia Española de Protección de Datos (<https://www.aepd.es>). Podrá consultar información adicional sobre protección de datos en la Universidad de Zaragoza en la dirección: <https://protecciondatos.unizar.es/>

8. ¿Quién financia esta investigación?

Este proyecto no tiene ningún tipo de financiación externa. El conocimiento derivado de este estudio puede generar en un futuro beneficios comerciales que pertenecerán al equipo investigador. Los participantes no tendrán derecho a reclamar parte de ese beneficio.

9. ¿Se me informará de los resultados de la investigación?

Usted tiene derecho a conocer los resultados del presente estudio, tanto los resultados generales como los derivados de sus datos específicos. También tiene derecho a no conocer dichos resultados si así lo desea. Por este motivo en el documento de consentimiento informado le preguntaremos qué opción prefiere. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador

le hará llegar los resultados. En ocasiones, al realizar un proyecto de investigación se encuentran hallazgos inesperados que pueden ser relevantes para la salud del participante. En el caso de que esto ocurra nos pondremos en contacto con usted para que pueda acudir a su médico habitual.

10. ¿Puedo cambiar de opinión?

Su participación es totalmente voluntaria: puede decidir libremente no participar sin que eso influya en su práctica habitual ni tenga para Ud. ninguna otra repercusión que pudiera serle desfavorable.

Puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones: bastará con que le manifieste su intención al Investigador/a.

11. ¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?

En la primera página de este documento están recogidos los nombres y datos de contacto de los investigadores que participan en este estudio o proyecto. Puede dirigirse a uno de ellos en caso de que le surja cualquier duda sobre su participación.

Muchas gracias por su atención.

Si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación: "Relación de las variables antropométricas con el rendimiento en Crossfit"

Yo, _____ (nombre y apellidos del/de la participante)

- He leído la hoja de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.
- He hablado con: _____ (nombre del investigador/a)
- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
 - 1) cuando quiera
 - 2) sin tener que dar explicaciones
 - 3) sin que esto tenga ninguna repercusión para mí

Y, en consecuencia,

Presto libremente mi consentimiento para participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: SI NO (marque lo que proceda)

Si marca SÍ indique su teléfono o correo electrónico de contacto:

[A suprimir si no se van a facilitar resultados]

He recibido una copia de este Consentimiento Informado.

Firma del/de la participante:

Fecha:

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio a la persona participante.

Firma del investigador/a:

Fecha:

