

UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU



FACULTAD DE CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS NUTRICIÓN Y TÉCNICAS ALIMENTARIAS

“COMPOSICIÓN CORPORAL Y RENDIMIENTO FÍSICO EN DEPORTISTAS ELITE DE CROSSFIT, LIMA-2022”

**Tesis para optar el Título Profesional de
Licenciado en Nutrición y Técnicas alimentarias**

AUTORES:

KEYVNN HERBOZO AMPUERO

MARCO ANDRE OBREGÓN BRAVO

ASESOR:

MG. KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO

CO-ASESOR:

MG. PAULO EDER RECOBA OBREGÓN

Lima, Perú

2023



DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

1. Soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:
"Título de tesis o trabajo de suficiencia profesional"


El mismo que presento (presentamos) ante la Universidad para optar el Título Profesional de: *indicar el título que corresponde a la carrera que estudia.*


2. El texto del trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En tal sentido, no ha sido plagiado total ni parcialmente, se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas, el Código de Ética y el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Le Cordon Bleu. Lo que ha sido corroborado por el asesor (es) designado(s).
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuimos a nuestra autoría son veraces.
5. Declaro que el trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Le Cordon Bleu, habiendo sido revisado mediante el software antiplagio turnitin obteniendo un porcentaje de similitud del 11%, el cual consta en el informe emitido por turnitin.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del (de los) declarantes y del asesor, en consecuencia; a través del presente documento asumimos frente a terceros, a la Universidad Le Cordon Bleu y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado.


Fecha: 25 de noviembre del 2023

Autor(es):

Kevynn Herbozo Ampuero


Marco André Obregón Bravo


Asesor(a):

Karen Vanessa Quiroz Cornejo


Co-asesor:

Paulo Eder Recoba Obregón




UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

TÍTULO DE LA TESIS:

"COMPOSICIÓN CORPORAL Y RENDIMIENTO FÍSICO EN DEPORTISTAS ELITE DE CROSSFIT, LIMA-2022"

AUTOR:

Nombres y apellidos: KEVYNN HERBOZO AMPUERO Y MARCO ANDRE OBREGON BRAVO

D.N.I Nº /C.E. Nº	76025762 / 46276495
Financiamiento	KEVYNN HERBOZO AMPUERO Y MARCO ANDRE OBREGON BRAVO
Ubicación geográfica	Lima Metropolitana – Distrito San Luis
Duración de la investigación	Diciembre 2022 – Noviembre 2023

ASESOR:

Nombres y apellidos	D.N.I Nº /C.E. Nº	Código ORCID
Mg. KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO	40277208	0000000266733587

JURADO EXAMINADOR:

Nombres y apellidos	Cargo	D.N.I Nº /C.E. Nº	Código ORCID
Dr. VICTOR JESÚS SAMILLÁN SOTO	Presidente	16709515	0000000312582856
Mg. GUSTAVO ADOLFO ABAD FERNANDEZ	Primer Miembro	44930171	0000000290154067
Mg. KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO	Segundo Miembro	40277208	0000000266733587





UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, Distrito de Magdalena del Mar, a las 11:00 horas del día 01 del mes de diciembre del año 2023, se reunió el Jurado Examinador de sustentación y defensa de la Tesis titulada "COMPOSICIÓN CORPORAL Y RENDIMIENTO FÍSICO EN DEPORTISTAS ELITE DE CROSSFIT, LIMA-2022", presentado por los bachilleres KEVYNN HERBOZO AMPUERO Y MARCO ANDRE OBREGON BRAVO para optar el título profesional de Licenciado en Nutrición y Técnicas Alimentarias; conformado por los profesores:

Presidente: Dr. Victor Jesús Samillán Soto

Primer Miembro: Mg. Gustavo Adolfo Abad Fernández

Segundo Miembro: Mg. Karen Vanessa Quiroz Cornejo

Instalado el Jurado Examinador, se procedió dar cumplimiento a las etapas:

- El Presidente del jurado invitó al sustentante a realizar su presentación por un tiempo no mayor de 30 minutos.
- Terminada la presentación de la Tesis, el jurado Examinador procedió a realizar preguntas sobre aquellos aspectos pertinentes para determinar los conocimientos sobre el tema y la ejecución de la tesis.
- Luego de escuchar las respuestas a las interrogantes formuladas, el jurado examinador deliberó en privado la calificación de la Tesis y su correspondiente defensa.
- Cada miembro del jurado examinador estableció individualmente su calificación de acuerdo al reglamento de grados y títulos.
- El Presidente del Jurado Examinador verificó la calificación de cada miembro y procedió a establecer la calificación de la tesis en escala vigesimal con la siguiente mención:

SOBRESALIENTE	20-18 (X)
MUY BUENO	17-16 ()
BUENO	15-13 ()
DESAPROBADO	< 13 ()

Finalmente, el Presidente del Jurado invitó al sustentante para recibir el veredicto de la calificación obtenida.

El Jurado Examinador deja constancia con su firma, que el veredicto final de calificación de la Tesis presentado por los Bach. KEVYNN HERBOZO AMPUERO Y MARCO ANDRE OBREGON BRAVO es:

APROBADO

concluye el acto académico, siendo las 11:45 horas del mismo día.

Presidente: Dr. VICTOR JESÚS SAMILLÁN SOTO	
Primer Miembro: Mg. GUSTAVO ADOLFO ABAD FERNANDEZ	
Segundo Miembro: Mg. KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO	



DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a nuestros padres, hermanos y amigos que nos alentaron en todo momento. En especial a la hija y a los padres de Marco Obregón y al padre de Kevynn Herbozo por ser la motivación y razón por el cual no nos dimos por vencidos y continuamos luchando hasta culminar el trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres por el apoyo constante que nos brindaron desde el inicio de nuestra carrera, profesores y en especial a nuestro asesor Mg. Karen Quiroz Cornejo y a nuestro co-asesor Lic. Paulo Recoba Obregón por la dedicación y el profesionalismo, al Lic. Jhoan Valle Rodríguez por el apoyo brindado en el presente trabajo, así como a los dueños de los Box de crossfit “Desafío Perú” y “Kronos” por su colaboración y disposición, también a nuestros compañeros y amigos de la ULCB que en conjunto enriquecieron nuestro desarrollo personal haciendo que este largo camino como estudiante sea mucho más ameno.

ÍNDICE

RESUMEN..... 8

ABSTRACT..... 9

ÍNDICE GENERAL..... 10

RESUMEN

Introducción: La composición corporal puede tener un rol importante en el rendimiento físico de cualquier deportista y cambia de acuerdo al deporte o disciplina que se practique.

Objetivos: Determinar la relación entre la composición corporal con el rendimiento físico en competidores elite de crossfit. **Diseño de investigación:** Investigación de tipo no experimental, descriptivo, correlacional y transversal. **Población y muestra:** 30 competidores de la categoría elite de crossfit del evento “Desafío Perú 2022” seleccionados por conveniencia.

Metodología: Se tomaron medidas antropométricas basadas en las normas de la “Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría” (ISAK), fórmula de Yuhazs 1974 para estimar el porcentaje de grasa corporal y la ecuación Deborah Kerr y William Ross 1988 para la cantidad de masa muscular; se relacionó con resultados de pruebas físicas como Test Course-Navette, Test de Sargent y Test de dinamómetro manual. **Resultados:** el 70% de los atletas tuvieron una baja cantidad de grasa corporal (7.6%) y se correlacionó con la prueba de dinamómetro manual ($p < 0.01$ y $r = -0.493$) y la prueba Course-Navette ($p < 0.05$ y $r = -0.443$). Finalmente, a través de la correlación múltiple se halló una relación directa entre la grasa corporal junto a la masa muscular con las pruebas de dinamómetro manual y la prueba de Course-Navette ($r = 0.242$ y $r = 0.371$ respectivamente). **Conclusión:** La composición corporal, en especial el porcentaje de grasa corporal tiene relación con el rendimiento físico, a mayor porcentaje de grasa corporal, menor sería el rendimiento en destrezas como la fuerza máxima en isométrica de brazo y resistencia aeróbica del consumo máximo de oxígeno.

Palabras clave: Crossfit, rendimiento físico, masa muscular, grasa corporal, composición corporal, rendimiento deportivo.

ABSTRACT

Introduction: Body composition can play an important role in the physical performance of any athlete and it changes according to the sport or discipline that is practiced. **Objectives:** To determine the relationship between body composition and physical performance in elite Crossfit competitors. **Research design:** Non-experimental, descriptive, correlational and cross-sectional research. **Population and sample:** 30 competitors from the elite Crossfit category of the "Desafío Perú 2022" event selected for convenience. **Methodology:** Anthropometric measurements were taken based on the standards of the "International Society for the Advancement of Kinanthropometry" (ISAK), Yuhazs 1974 formula to estimate the percentage of body fat and the Deborah Kerr and William Ross 1988 equation for the amount of muscle mass; it was related to results of physical tests such as Course-Navette Test, Sargent Test and Manual Dynamometer Test. **Results:** 70% of the athletes had a low amount of body fat (7.6%), it was also correlated with the manual dynamometer test ($p < 0.01$ and $r = -0.493$) and the Course-Navette test ($p < 0.05$ and $r = -0.443$). Finally, through multiple correlation, a direct relationship was found between body fat and muscle mass with the manual dynamometer tests and the Course-Navette test ($r = 0.242$ and $r = 0.371$ respectively). **Conclusion:** Body composition, especially the percentage of body fat is related to physical performance, the higher the percentage of body fat, the lower the performance in skills such as maximum strength in isometric arm and aerobic resistance of maximum oxygen consumption.

Keywords: Crossfit, physical performance, muscle mass, body fat, body composition, sports performance.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE GRÁFICOS	12
ÍNDICE DE TABLAS	14
ÍNDICE DE ANEXOS	16
I. INTRODUCCIÓN	18
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	20
2.2. BASES TEÓRICAS.....	26
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	37
III. METODOLOGIA.....	38
3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA	38
3.2. VARIABLES.....	38
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
3.5. ANÁLISIS DE DATOS	46
3.6. ASPECTOS ÉTICOS	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	47
4.2. ESTADÍSTICA INFERENCIAL	63
V. CONCLUSIONES	79
VI. RECOMENDACIONES.....	80
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Distribución porcentual del peso corporal clasificados en torno a 70 y 80 kg de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	48
Figura 2: Distribución porcentual de las categorías de clasificación de grasa corporal de los deportistas elite de crossfit del Perú	52
Figura 3: Distribución porcentual de las categorías de clasificación de la masa muscular de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	54
Figura 4: Distribución porcentual de las categorías de clasificación del IMC de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	55
Figura 5: Distribución de los puntos de coordenadas en la somatocarta para el somatotipo de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	56
Figura 6: Distribución porcentual de las categorías de clasificación de la fuerza de agarre con dinamometría de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	59
Figura 7: Distribución porcentual de las categorías de clasificación de salto vertical de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	60
Figura 8: Diagrama de dispersión: % grasa corporal y fuerza de agarre de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	63
Figura 9: Diagrama de dispersión: % grasa corporal y salto vertical de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	63
Figura 10: Diagrama de dispersión: % grasa corporal y Vo2 máx. de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	64

Figura 11: Diagrama de dispersión: % masa muscular y fuerza de agarre de los deportistas elite de crossfit del Perú..... 64

Figura 12: Diagrama de dispersión: % masa muscular y salto vertical de los deportistas elite de crossfit del Perú..... 65

Figura 13: Diagrama de dispersión: % masa muscular y Vo2 máx. de los deportistas elite de crossfit del Perú..... 65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores promedio de las características de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	46
Tabla 1: Distribución de frecuencias de las edades desde 22 a 45 años clasificados en 5 años de los deportistas elite de crossfit del Perú	47
Tabla 3: Distribución de frecuencias de la estatura clasificados en torno a 165 y 175 cm de los deportistas elite de crossfit del Perú	49
Tabla 4: Valores de la composición corporal y medidas antropométricas de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	51
Tabla 5: Clasificación de la fuerza de puntuación del somatotipo de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	57
Tabla 6: Valores promedios del somatotipo de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	57
Tabla 7: Valores promedios de las pruebas físicas de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	58
Tabla 8: Clasificación de frecuencias de las categorías de clasificación del VO2 máx. de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	61
Tabla 9: Prueba de normalidad Shapiro Wilk.....	66
Tabla 10: Coeficiente de correlación de Spearman: composición corporal y rendimiento físico de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	67

Tabla 11: Regresión lineal: % grasa corporal y % masa muscular con fuerza de agarre de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	73
Tabla 12: Análisis de la varianza: % grasa corporal y % masa muscular con fuerza de agarre de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	73
Tabla 13: Regresión lineal: % grasa corporal y % masa muscular con salto vertical de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	74
Tabla 14: Análisis de la varianza: % grasa corporal y % masa muscular con salto vertical de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	74
Tabla 15: Regresión lineal: % grasa corporal y % masa muscular con VO2 máx. de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	75
Tabla 16: Análisis de la varianza: % grasa corporal y % masa muscular con VO2 máx. de los deportistas elite de crossfit del Perú.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.....	87
Anexo 2: Fórmula de Yuhasz (1974).....	89
Anexo 3: Valores de referencia de porcentaje de grasa corporal en deportistas.....	90
Anexo 4: Fórmula de Kerr y Ross (1988).....	91
Anexo 5: Valores de referencia de porcentaje de masa muscular.....	92
Anexo 6: Ficha para recolección de datos antropométricos.....	93
Anexo 7: Medición de pliegues cutáneos.....	94
Anexo 8: Medición de perímetros.....	95
Anexo 9: Ficha de recolección de datos de pruebas físicas.....	96
Anexo 10: Cartilla del Test Course-Navette.....	97
Anexo 11: Fórmula de Leger et al. (1988).....	98
Anexo 12: Valores de referencia del VO2 máx.....	99
Anexo 13: Evaluación del test Course-Navette.....	100
Anexo 14: Valores de referencia de fuerza de dinamómetro de mano.....	101
Anexo 15: Evaluación dinamómetro manual.....	102

Anexo 16: Valores de referencia de salto del test Sargent.....	103
Anexo 17: Evaluación del test Sargent.....	104
Anexo 18: Consentimiento informado del estudio.....	105

I. INTRODUCCIÓN

En el deporte, la proporción de las dimensiones en la que se organiza la composición corporal, específicamente la grasa corporal, así como la masa muscular, puede tener un rol importante en el rendimiento físico de cualquier deportista y cambia de acuerdo al deporte o disciplina que se practique **(Martínez y col., 2012)**.

El crossfit es un deporte que mezcla diferentes capacidades físicas como la fuerza, potencia y resistencia, siendo esta una de las características resaltantes para esta disciplina, además, requiere la flexibilidad metabólica para sostener dicha demanda energética. Esas rutas metabólicas involucran la glucólisis anaeróbica, fosfocreatina y la vía oxidativa, además, refieren al crossfit como un deporte donde se realiza movimientos funcionales de alta intensidad con la constante de ejecutarlos en diferentes situaciones o ambientes de forma consecutiva y por ende requiere el desarrollo de diferentes destrezas físicas, pudiendo mejorarlas en el tiempo **(Buitrago y Agudelo, 2021)**.

Surge la idea, con lo anterior expuesto que la composición corporal podría tener un impacto en el rendimiento físico de los deportistas de crossfit, con la premisa en que reservas de grasa corporal y de masa muscular favorecería al suministro de energía y ejecución de los movimientos, tanto para ejercicios de larga duración, como ejercicios de resistencia aeróbica, como para ejercicios de corta duración, como ejercicios de fuerza o potencia.

El creador de la disciplina fue Greg Glassman en 1995, fundando el primer gimnasio de entrenamiento funcional en California, 6 años después inauguró su sitio web, donde compartiría experiencias y tutoriales de este nuevo movimiento, creando así una comunidad y replicándose desde entonces gimnasios de esta modalidad por todo el mundo **(Buitrago y Agudelo, 2021)**.

Una revista digital, informó que por los años 2015 se contaba en el Perú solamente con 5 gimnasios de crossfit y de entrenamiento funcional, también llamados Box y que, en la actualidad, existen más de 30 centros de entrenamientos que se enfocan en este deporte (**La Cámara, 2018**).

Esta investigación resultó factible ya que un encargado de la organización de la competencia de Crossfit nos facilitó el contacto con los competidores para su evaluación. También, porque actualmente quienes realizarán la investigación son antropometristas ISAK certificados lo cual favorecerá a que la toma de medidas antropométricas tenga confiabilidad.

Finalmente, este trabajo de investigación beneficiará a todos los competidores y entrenadores de crossfit a fin de tener una referencia acerca de la composición corporal de un atleta con el fin de alcanzar un rendimiento óptimo en el deporte, ya que la masa grasa y masa muscular son componentes que pueden modificarse con el tiempo mediante una planificación dietética y de actividad física acorde al sujeto. Del mismo modo, beneficiará al campo de la investigación deportiva por el hecho de ser un área poco examinada en la actualidad, resultando un estudio novedoso centrado en los competidores de crossfit de alto nivel del Perú.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Después de realizar una búsqueda en la base de datos nacionales e internacionales no se encontraron suficientes investigaciones específicas a la relación de la composición corporal con el rendimiento físico en deportistas de elite de crossfit, por lo cual se mencionarán a continuación las investigaciones relacionadas a los temas que fueron hallados.

Internacionales

Menargues y col., (2022), evaluaron en su trabajo de investigación a 27 atletas de crossfit experimentados, siendo 19 de ellos hombres con edades entre 23 a 44 años, el objetivo del estudio fue analizar las características antropométricas como la masa grasa que fue estimado mediante la ecuación de Faulkner, masa muscular con la ecuación de Lee y col., masa ósea con la fórmula de Rocha y somatotipo por Heath y Carter, relacionándolo con el rendimiento físico de 3 WOD (work of the day), siendo el primer WOD Kipping Fran enfocado a la fuerza resistencia, el segundo WOD denominado Cindy, donde únicamente interviene el peso corporal y el último, llamado Kelly, enfocado a la resistencia aeróbica. Además, incluyeron un WOD llamado Crossfit total, enfocado a la fuerza máxima a 1 repetición (1 RM) esto incluía press para hombros, sentadilla trasera y peso muerto. Los investigadores encontraron que los hombres tuvieron en promedio 11.6% de grasa corporal y 44.86% de masa muscular, respecto al somatotipo tuvieron una puntuación promedio de 2.4 para la endomorfia; 6.7 para la mesomorfia y 1.3 para la ectomorfia, pudieron relacionar la masa muscular con un mejor levantamiento en el WOD Crossfit total, enfocado a la fuerza máxima, teniendo una correlación positiva y significativa ($p < 0.01$) y ($r = 0.876$), indicando que a mayor masa muscular, mayor sería el peso levantado en ejercicios como press de hombros, sentadilla trasera y peso muerto, para las otras variables no se encontraron resultados significativos. Por tanto, los autores llegaron a la conclusión que, a mayor masa muscular, mejor sería el rendimiento físico en

aptitudes de fuerza máxima o 1 RM en deportistas de crossfit experimentados.

Mangine y col., (2022), evaluaron en su trabajo de investigación a 57 hombres con experiencia, al menos 6 meses, en entrenamiento funcional de alta intensidad, todos mayores de edad, examinaron la relación entre la composición corporal mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) con el rendimiento físico de una prueba denominada “Fran”, que consiste en levantar una barra con 95lb desde el suelo hasta encima de la cabeza generando dos movimientos continuos, primero una sentadilla frontal y luego un press militar, seguido de dominadas. Estos movimientos se deben repetir en 3 circuitos de 21, 15 y 9 repeticiones cada uno. Hallaron que la masa magra no ósea tuvo una correlación inversa con el tiempo de culminación con la prueba ($p < 0.05$) y ($r = -0.64$ máx.), de la misma forma la masa ósea ($r = -0.63$ máx.), explicando que, a mayor cantidad de estos dos componentes corporales, menor sería el tiempo de culminación de la prueba, potenciando por tanto el rendimiento deportivo en esta prueba concurrente de crossfit. Por otro lado, no se encontró significativamente una relación de la masa grasa con el tiempo de finalización de la prueba Fran. Los autores llegaron a la conclusión que mejorar las proporciones de masa magra no ósea, favorecería al rendimiento deportivo de ejercicios funcionales de alta intensidad ya que existe una relación inversa con un menor tiempo de culminación en la prueba Fran, incluso en sujetos con experiencia en este tipo de test.

Bustos y col., (2021), evaluaron en su trabajo de investigación a 8 practicantes amateur de la disciplina de crossfit, 4 de ellos varones siendo mayores de 18 años, analizaron su masa grasa corporal mediante antropometría con 4 pliegues cutáneos por la ecuación de Faulkner junto al rendimiento físico, específicamente la aptitud cardiorrespiratoria del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2máx.}$) mediante la prueba de Course-Navette. Encontraron que los hombres en promedio tenían 16.30% de grasa corporal y las mujeres 19.77%. Además,

individualmente, existió una relación negativa y significativa ($p < 0.05$) para la composición corporal y el rendimiento físico aeróbico, mientras mayor es el porcentaje de grasa corporal, menor es la capacidad cardiorrespiratoria, disminuyendo por tanto el VO_2 máx. ($r = -0.94$ para hombres y $r = -0.95$ para mujeres). Los autores llegaron a la conclusión que mayor porcentaje de grasa corporal causaría un menor rendimiento cardiorrespiratorio tanto para hombres y mujeres que están acostumbrados a entrenamientos de alta intensidad y de resistencia como el crossfit.

Tibana y col., (2021), evaluaron en su trabajo de investigación a 17 atletas aficionados de crossfit, entre estas 6 mujeres, con un tiempo de experiencia mayor a los 6 meses de entrenamiento con edades entre 21 a 36 años. Analizaron la relación entre la composición corporal, capacidad cardiorrespiratoria, fuerza, potencia y resistencia muscular con el rendimiento físico en el Open Crossfit 2020. La composición corporal fue evaluada por absorciometría de rayos X (DXA), mientras que las pruebas físicas fueron el test de 2km en remo, 1 repetición máxima (1RM) en sentadilla trasera, sentadilla frontal, arranque y envión, test de fuerza isométrica de piernas con un dinamómetro isocinético y el test de Tibana. Encontraron que la prueba de remo o la capacidad cardiorrespiratoria no tuvo correlación significativa con el rendimiento físico, en cambio las pruebas de repetición máxima de sentadilla trasera y sentadilla frontal, arranque y envión, test de fuerza en isometría y el test de Tibana tuvieron una relación directa ($p < 0.01$ y $r = 0.25$). Los autores llegaron a la conclusión que las pruebas de fuerza máxima a 1 RM, fuerza máxima en isométrica y fuerza resistencia tuvieron una fuerte relación con el rendimiento físico en el Open Crossfit 2020, mientras que por otro lado el porcentaje de grasa y la capacidad cardiorrespiratoria no tuvieron relación con el rendimiento físico en el Open Crossfit 2020.

Carreker y Grosicki (2020), evaluaron en su trabajo de investigación a 11 atletas masculinos de crossfit con un tiempo de experiencia mayor a los 6 meses de

entrenamiento, teniendo un rango de edad entre 18 y 40 años. Analizaron su composición corporal mediante DXA, valoración de la fuerza máxima mediante repetición máxima (1 RM) en press banca y sentadilla trasera, fuerza resistencia mediante el número máximo de repeticiones para press banca usando el 50% de su fuerza máxima, la capacidad anaeróbica mediante la prueba de Wingate y finalmente la capacidad de resistencia aeróbica mediante el VO₂máx. mediante carrera incremental de 3.2 km/h cada dos minutos, estas pruebas lo relacionaron con los mejores resultados para la prueba de Murph de crossfit, que consiste en correr 1 milla, realizar 100 dominadas, 200 flexiones de brazos y 300 sentadillas. Hallaron que la media del porcentaje de grasa corporal fue 17.45 ± 3.90 por ciento, siendo el único componente que tuvo relación significativa ($p < 0.05$) respecto al tiempo de culminación de la prueba de crossfit llamada Murph, junto a una relación directa ($r = 0.718$) detallando que el tiempo aumentaba en 49 segundos por cada proporción de grasa corporal. Los autores llegaron a la conclusión que las pruebas de potencia, fuerza máxima o resistencia aeróbica no son buenos predictores de la culminación temprana de la prueba de crossfit Murph, mientras que el porcentaje de grasa corporal influye en el rendimiento del atleta respecto al tiempo de finalización de la prueba.

Martínez y col., (2020), evaluaron en su trabajo de investigación a 15 atletas masculinos de crossfit experimentados con edades entre 26 a 44 años, valorando el rendimiento del deporte mediante 5 conjuntos de ejercicios, llamados WOD, tomando en cuenta la posición de mérito al culminar la prueba y el mayor número de repeticiones efectivas, siendo estas actividades una réplica a la competencia de crossfit realizadas en el año 2019, lo relacionaron a pruebas de esfuerzo físico como la fuerza explosiva, fuerza explosiva en resistencia y resistencia aeróbica. Encontraron que la prueba de salto, específicamente salto con contramovimiento, que valora la potencia de las piernas, se relacionó significativamente ($p < 0.01$) con mejores rendimientos para las pruebas 2, 3 y 5 del WOD ($r = 0.59, 0.56$ y 0.73), pruebas que involucran fuerza máxima y rápida con el peso corporal, del mismo modo el WOD 4 también tuvo resultados

asociados ($r = 0.73$) en esta prueba se incluyeron pesos adicionales como lastre. Luego en prueba de Wingate, que valora la fuerza explosiva en resistencia, se relacionó también con mejora del rendimiento ($p < 0.01$) en dos de sus fases, cuando la potencia fue máxima y cuando la potencia fue a una intensidad media en los WOD 2 ($r = 0.77$), 3 ($r = 0.59$), 4 ($r = 0.66$), 5 ($r = 0.65$) y 2 ($r = 0.64$) y 4 ($r = 0.55$) respectivamente. Además, la capacidad aeróbica mediante el VO2 máx. a partir de la prueba de carrera incremental se pudo observar una relación directa ($p < 0.05$) en el WOD 4 ($r = 0.54$) y sobre todo en los WOD 1, 2, 3 y 5, cuando la capacidad aeróbica alcanza su pico máximo ($r = 0.53, 0.64, 0.62$ y 0.56). Finalmente, la prueba de fuerza máxima a una repetición (1 RM), cuando la fuerza era relativa ($p < 0.05$), en ejercicios como sentadilla trasera y press de banca, tuvo una relación favorable con el rendimiento en los WOD 2, 3 y 5 ($r = 0.53, 0.66$ y 0.53). Los autores llegaron a la conclusión que las pruebas físicas utilizadas como salto con contramovimiento, prueba de Wingate, prueba de VO2 máx. en carrera incremental y fuerza máxima a 1 RM en peso relativo, servirían como predictor al rendimiento de los WOD recurrentes del crossfit y que, tal vez mejorando en estas destrezas físicas, podría favorecer al rendimiento deportivo, dado que existe una relación directa de las pruebas respecto a un mejor orden de mérito y/o mayor número de repeticiones.

Nacionales:

Bardales y Conde (2021), evaluaron en su trabajo de investigación a 47 jugadores de fútbol amateur del Club Cantolao de San Juan de Lurigancho con edades entre 15 a 17 años buscando una relación del somatotipo y porcentaje de grasa corporal respecto al rendimiento deportivo. Se basaron en los protocolos ISAK para la medición antropométrica junto a la ecuación de Yuhazs para la estimación del porcentaje de grasa corporal y el test de Cooper para la valoración de la condición física. En este trabajo se encontró que el 74% de los deportistas eran del somatotipo mesomorfo, además este grupo pudo correr una distancia entre 300 a 1050 metros más que los ectomorfos y endomorfos ($p = 0.018$), afirmando una relación inversa ($r = -0.344$) en tanto mayor es el somatotipo,

menor rendimiento físico. Así mismo, los atletas que tuvieron un % grasa bajo en torno a 12% y 13% tuvieron un rendimiento deportivo categorizados como bueno y muy bueno, mientras que los de 20% grasa corporal su performance fue de malo, por ello existe una relación entre estas dos variables ($p = 0.00$) y que al mismo tiempo es una relación negativa ($r = -0.629$), reflejando que, a mayor grasa corporal, el rendimiento deportivo será menor. Los autores llegaron a la conclusión que la composición corporal influye en el rendimiento deportivo de los futbolistas con una relación inversa, a mayor porcentaje de grasa menor será el desempeño físico aeróbico.

Carbajal y Terrones (2018), evaluaron en su trabajo de investigación a 51 atletas universitarios de ambos sexos de diferentes disciplinas deportivas como el atletismo, fútbol y futsal, con edades entre 18 a 25 años, determinaron la cantidad de masa grasa con antropometría siguiendo los procedimientos estandarizados del ISAK mediante 6 pliegues subcutáneos por la ecuación Yuhaz y el rendimiento físico mediante la prueba de 40 yardas, que valora la velocidad y la prueba de carrera de 2.4 km que valora la capacidad de resistencia aeróbica. Encontraron que 35.3% de los participantes tuvieron un porcentaje de grasa alto y que justamente este grupo aumentaba el tiempo en culminar la prueba aeróbica a 11.93 - 19.83 minutos, respecto 11.17 – 12.9 minutos para los de porcentaje de grasa bajo, demostrando una relación directa entre las dos variables ($p = 0.001$ y $r = 0.6789$). Así mismo para la prueba de velocidad, se obtuvo 5.71 – 5.90 segundos para los de grasa corporal alto y 4.76 – 5.30 segundos para los de grasa corporal bajo, evidenciando la relación directa entre las dos variables ($p = 0.0014$ y $r = 0.4353$). Los autores llegaron a la conclusión que el rendimiento deportivo guarda relación directa con el porcentaje de grasa corporal, aumentando el tiempo en culminar pruebas físicas de velocidad y resistencia cuando mayor es la cantidad de grasa corporal.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Composición corporal

La composición corporal analiza la conformación orgánica del peso corporal total a través de la división de la misma en componentes o compartimientos con el propósito de determinar los diferentes tejidos que conforma el cuerpo humano **(Herrera, 2004)**.

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. Así aparecen entonces diferentes propuestas compartimentales. Matiegka clasifica la composición corporal en 4 compartimientos, considerando en esta la masa grasa, la masa muscular, la masa ósea y la masa residual **(Matiegka, 1921)**.

Posterior a este modelo se comienzan a desarrollar más propuestas como la de Behnke, quien clasificó la composición corporal en dos componentes, llamado también bicompartimental, basados en el principio de Arquímedes, conformado por la masa grasa y masa libre de grasa **(Behnke, 1942)**.

Autores como Ross, Wilson, Drinkwater y Kerr clasificaron a la composición corporal en 5 componentes. Kerr adicionó una clase más dentro de la categoría de masa libre de grasa quedando por lo tanto la masa grasa y la masa libre de grasa conformado por: masa muscular, masa ósea, masa residual y la piel **(Kerr, 1988)**.

La conformación del cuerpo humano puede expresarse también por niveles de acuerdo a la complejidad de sus componentes, es así que Wang, Pierson y Heymsfield detallan esta clasificación comenzando con el nivel 1 o nivel atómico caracterizado por elementos que conforman nuestro organismo como el oxígeno, carbono, hidrogeno, calcio junto al nitrógeno y otros elementos, con una cantidad de 60%, 20%, 15%, 1% y menos del 1%

respectivamente. Luego continúa el nivel 2 o nivel molecular que constituye al agua, proteínas, lípidos, minerales y glucógeno, con una cantidad de 60%, 18%, 15%, 6% y 1% respectivamente. Después sigue el nivel 3 o nivel celular conformado por las células del cuerpo humano y la masa que la conforma, es decir, los líquidos y sólidos intracelulares, además este nivel considera a los líquidos y sólidos extracelulares sumado a la grasa, con una cantidad de 34% y 12%, 27% y 9% y 18% respectivamente. El siguiente nivel es el 4 o nivel tisular, compuesto por el musculo esquelético, musculo no esquelético junto a tejidos blandos, huesos y tejido adiposo, con una cantidad de 36%, 29%, 10% y 25% respectivamente. Por último, el nivel 5 o nivel de cuerpo total **(Wang y col., 1992)**.

Estudiar la composición corporal permite, en el ámbito de la salud, brindar un aporte esencial en la valoración del estado nutricional a fin de detectar deficiencias o excedentes como en el caso de delgadez o bajo peso, así como sobrepeso u obesidad. Así mismo, se vuelve una herramienta vital para controles corporales de personas en periodos de crecimientos como los niños y adolescente. Respecto al ámbito deportivo también cumple un rol llamativo para el atleta no solo por la apariencia estética que se puede alcanzar, sino por la influencia que pueda tener en el rendimiento físico del deporte como tal **(Ravasco y col., 2020)**.

2.2.1.1. Masa grasa

La masa grasa puede depositarse en el organismo en forma de grasa subcutánea y grasa visceral, aunque también en forma intermuscular. Cuando se incrementa de manera anómala la grasa corporal y sobre todo la grasa visceral, se ha relacionado fuertemente a un incremento de riesgo en desarrollar enfermedades cardiometabólicas, debido a las sustancias que secreta este tejido, entre tantas, la leptina, adiponectina, resistina, TNF- α , IL-6, proteína C reactiva, estrógenos y angiotensinógeno, promoviendo alternaciones en la regulación de la

ingesta y gasto de energía, en la respuesta inmune e inflamatoria, en la función vascular, hormonal, reproductiva, entre otras, entonces la grasa corporal no solo es considerado un tejido de almacén, regulador de la temperatura corporal o aislante nervioso, sino también un órgano endocrino con capacidad de regular el metabolismo **(Fernández y col., 2014)**.

La acumulación de grasa corporal tiene que ver con un desequilibrio en la alimentación que es alta en calorías y pobre en gasto energético, pero también está influenciado por la edad, incrementando su cantidad con los años, para luego descender a partir de los setenta años de edad aproximadamente **(Andrade y Ruilova, 2022)**.

El sexo es otro condicionante en la cantidad de masa grasa y en su distribución, teniendo una mayor cantidad el sexo femenino, situándose en zonas como las piernas o glúteos, mientras que, en el hombre la grasa corporal se almacena en zonas como el torso o abdomen principalmente, así pues, el papel hormonal tendría una implicancia en estas características **(Fernández y col., 2014)**.

El ejercicio físico puede ejercer un papel protector, teniendo una mayor afinidad en disminuir la grasa visceral, en especial cuando se practica ejercicios de moderada y alta intensidad junto a ejercicios aeróbicos de manera continua **(Fernández y col., 2014)**.

2.2.1.2. Masa libre de grasa

La masa libre de grasa o masa magra considera a los minerales como por ejemplo la masa ósea, las proteínas, glucógeno y agua. El contenido de agua corporal ejerce una parábola invertida a lo largo de la vida, es decir, en primeros años comenzamos con una cantidad elevada de agua corporal, mientras pasan los años este elemento descende hasta los 20 años de vida aproximadamente,

posteriormente vuelve a incrementar **(González, 2012)**.

El tejido muscular, además de ser un órgano dinámico o de sostén, ejerce un papel protector a enfermedades al liberar sustancias que tendrían un efecto positivo en el organismo, beneficio otorgado por un musculo funcional, en constante movimiento y de trabajo. Estas sustancias son llamadas mioquinas, las más estudiadas y conocidas son la Interleucina 6 (IL-6), irisina, apelina, musclina y miostatina. La IL-6 tiene implicancia en la mejora del sobrepeso y se le atribuye efectos antiinflamatorios. La mioquina irisina, en la obesidad, diabetes, Alzheimer con características de producir neurogénesis, así como en la de suprimir la aparición de cáncer. La apelina, regula la ingesta alimentaria y la digestión con beneficios en los vasos sanguíneos generando vasodilatación y una reducción de la tensión arterial **(Zumárraga, 2019)**.

Por tanto, el musculo sirve como una magnifica fuente liberadora de sustancias positivas para nuestro cuerpo, siempre y cuando sea correctamente estimulada con el ejercicio físico.

2.2.2. Antropometría

Ciencia que estudia las medidas del cuerpo humano, utilizando procedimientos normalizados, por tanto, se puede decir que es un método para calcular las proporciones del cuerpo, expresando valores o resultados numéricos **(Ramos, 2014)**.

Así pues, ciertas partes del cuerpo o estructuras pueden ser medidas tales como el peso, talla, diámetros óseos, longitudes, perímetros o circunferencias y pliegues cutáneos. Estos métodos, necesitan técnicas antropométricas para alcanzar su propósito y garantizar que se haya realizado de forma idónea según la metodología establecida por las diferentes organizaciones, una de ellas es La Sociedad Internacional para el

Avance de la Cineantropometría (ISAK) que realiza la ubicación anatómica exacta y describe un sistema de pasos para la toma de la medida antropométrica, obteniendo después, una estimación de la composición corporal, así como el somatotipo y la proporcionalidad de la persona apoyándose con ecuaciones o fórmulas matemáticas predictivas a partir de los resultados de las mediciones antropométricas **(Herrera, 2004)**.

Dentro del área de la antropometría, se desglosa un campo muy relacionado al deporte y a su rendimiento, es el caso de la cineantropometría. La cineantropometría es una ciencia que tiene un vínculo directo con el deporte, debido a que primero examina las medidas corporales de los atletas, tales como peso, talla, circunferencias, pliegues cutáneos, diámetros de huesos, longitudes, estimando además la composición corporal como el % grasa corporal, % masa magra y somatotipo, para luego relacionarlo con la cinética humana respecto al movimiento físico, entonces con esta combinación establecida, aplicarlo con el deporte o acción deportiva y finalmente se pueda analizar la mejora en el rendimiento deportivo **(Zamirullah y Col., 2016)**.

2.2.3. Somatotipo

Tuvo como origen el concepto del profesor y psicólogo Willian Sheldon en 1940, que relacionaba el aspecto físico y el carácter de las personas para establecer criterios como las capacidades físicas y la forma de ser del sujeto. Más adelante, este concepto fue modificado por Heath y Carter en 1967 para clasificar el tipo corporal y ser empleado en el ámbito del ejercicio físico, por tanto, para los autores, el somatotipo es un sistema para estimar y clasificar la forma corporal y su composición, enfocado principalmente en atletas. Heath y Carter proponen una clasificación de escalas de cada componente, que comienza desde 0 hasta más de 7.5, logrando diferenciar la fuerza de puntuación de cada componente, siendo una puntuación baja si el valor es de 0.5 a 2.5; moderada si es de 3 a 5; alta si los valores están entre 5.5 a 7 y muy alto si el valor es mayor a 7.5 **(Heath y Carter 1967)**.

El concepto de somatotipo para Sheldon estaba sujeto a la genética del individuo, mientras que para Heath y Carter el somatotipo, además de la genética, estaba acreditado por la edad, ejercicio y nutrición. En la actualidad el concepto modificado por Heath y Carter es el más aplicado y admitido, que permite el cálculo de los tres componentes mediante la medición antropométrica de diámetros, perímetros, pliegues cutáneos y mediciones básicas como estatura y peso corporal **(Martínez y Vivas, 2014)**.

El somatotipo se expresa numéricamente para tres componentes físicos: endomorfo, mesomorfo y ectomorfo, en ese mismo orden, para luego ser representado gráficamente en la Somatocarta de acuerdo a las coordenadas X y Y que surgen a partir del cálculo del valor de cada componente y que permiten llevar una orientación visual del somatotipo del sujeto. La Sociedad Internacional para el Avance de la cineantropometría (ISAK) refiere que la endomorfia es un componente que refleja la adiposidad relativa y a las formas redondeadas de la persona, luego, para el componente mesomórfico, se resalta la masa ósea y masa muscular del sujeto y finalmente, para el componente ectomorfo es un físico que destaca la forma lineal y alargada del cuerpo **(ISAK, 2019)**.

2.2.4. Crossfit

El Crossfit se basa en 3 enfoques fundamentales, siendo una disciplina que conlleva movimientos funcionales que son combinados constantemente y realizados a una alta intensidad **(Glassman, 2018)**.

El primer enfoque de ellos hace referencia al ejercicio físico que pueda realizar una persona manejando su propio peso corporal, incluyendo pesos adicionales, en diferentes planos de movimientos, pudiendo ser en el plano vertical, horizontal o sagital. Otro atributo a este primer principio es que son movimientos multiarticulares, es decir, que involucra más de una articulación para que se pueda ejecutar el movimiento y con esto estimular no solo a un músculo, sino que a un conjunto de ellos **(Smoak, 2015)**.

El siguiente enfoque considera que el cuerpo puede ser sometido a diferentes estímulos, pudiendo adaptarse a ellas y desarrollar destrezas físicas para luego llevarlo a cabo eficientemente. Es así que el CrossFit abarca habilidades físicas como la fuerza, potencia, velocidad, resistencia cardiovascular o también llamada resistencia aeróbica, coordinación, agilidad y equilibrio principalmente **(Glassman, 2018)**.

El tercer enfoque comprende la alta intensidad, donde la persona debe aplicar en el ejercicio establecido, de acuerdo a la habilidad que requiera dicho movimiento, su máximo esfuerzo y deberá sostenerlo en toda la sesión o competencia programada **(Claudino y Col., 2018)**.

El Crossfit basa sus patrones de movimientos en actividades que se suele realizar en la vida cotidiana, así por ejemplo incorporan movimientos como el salto, trepar, empujar objetos o levantar pesos, cabe mencionar, que estas actividades siempre tendrán como base, además, la intensidad y la variación o cambio de los movimientos de manera constante **(Valle, 2017 citado por Saiz, 2022)**.

2.2.5. Fuerza muscular

Se entiende por fuerza como la capacidad de la musculatura para vencer una resistencia **(Galvis y Col., 2007)**.

La fuerza muscular se explica primero en producir tensión, haciendo referencia a una activación interna, para luego ejercer una aplicación contraria ya sea con objetos externos o no, denominando esta secuencia como fuerza aplicada, abarcando por tanto dos fuerzas, la interna, generada por los músculos y la externa **(López y Fernández, 2006)**.

En la práctica, el concepto de fuerza muscular es utilizado para expresar un movimiento libre, dinámico y que es el reflejo de un gesto motriz específico **(Mirella, 2011)**.

La evaluación de la fuerza muscular tiene una fuerte relación con el deportista, ya que brinda información sobre su estado físico y sobre la efectividad de los entrenamientos. Estas evaluaciones tienen como objetivo, entre otras, observar cambios en el rendimiento, conocer debilidades y requerimientos de fuerza o potencia, predecir resultados en el ámbito deportivo, realizar modificaciones de entrenamientos para mejorar estas cualidades y diferenciar deportistas en diferentes niveles de fuerza **(López y Fernández, 2006)**.

2.2.5.1. Tipos de acción muscular

La acción o contracción muscular describe el impulso eléctrico que recibe el músculo esquelético, que, a costa de energía, provoca la unión y el desplazamiento de actina y miosina y en consecuencia el acortamiento del sarcómero, es decir la acción muscular o también llamada contracción muscular. La activación muscular en un musculo acortado o elongado siempre existirá el acortamiento sarcomérico **(Gonzales y Ribas, 2002)**.

El musculo puede generar su acción muscular dependiendo de las resistencias externas, dando como resultado diferentes situaciones como por ejemplo a razón de la longitud del musculo, que puede ser isométrica, concéntrica o excéntrica y a la velocidad que generen los músculos o a la tensión que se apliquen en ellos. En referencia a la longitud del musculo: La acción concéntrica, se refiere a que existe una superación de resistencia externa que actúa en sentido opuesto al movimiento **(López y Fernández, 2006)**. Además, nos encontramos en la situación donde se aproximan los segmentos articulares y, por tanto, el músculo se acorta **(Ibáñez, 2022)**.

Respecto a la acción excéntrica, el musculo es capaz de superar la resistencia externa que actúa en el mismo sentido del movimiento **(López y Fernández, 2006)**.

Así mismo, existe una separación de los segmentos articulares y, por tanto, el musculo esquelético se alarga **(Ibáñez, 2022)**.

El término concéntrico y excéntrico no explica directamente la longitud del musculo, sino su movimiento, si se quiere expresar el musculo en dicha longitud, el término correcto a usar es pliométrica, cuando se incrementa la medida del músculo en longitud y miométrica, cuando se reduce la longitud del músculo **(Zapardiel, 2014)**.

La acción isométrica, es cuando el musculo genera tensión y su fuerza es equivalente a la resistencia externa, todo esto ocurre en ausencia de movimientos **(López y Fernández, 2006)**. En esta acción muscular, la longitud del musculo se mantiene en la misma medida **(Ibáñez, 2022)**.

Si la longitud del musculo varía en tamaños, recibe el término de alométrica, que comúnmente se le conoce como auxotónico, aunque este último haga referencia al incremento de la tensión muscular y no al cambio dinámico de sus longitudes. En referencia a la velocidad y tensión del músculo: Si la velocidad de la acción muscular se mantiene constante se denomina isocinética y si la tensión es la misma, isotónica. Así mismo, si la velocidad disminuye se le conoce como bradocinética y telotónica si se habla de la reducción de la tensión muscular. En contraparte, si la velocidad incrementa se categoriza como taquocinética y auxotónica en relación a la tensión muscular. Finalmente, si la velocidad de la acción muscular varía, se le denomina alocinética y si la tensión muscular tiene el mismo efecto, se le conoce como alotónica **(Zapardiel, 2014)**.

2.2.5.2. Tipos de fuerza muscular

La clasificación de fuerza muscular responde a la acción que ejerce el músculo en proporción a su capacidad de generar tensión, por tanto, los autores como Weineck y Bompa, catalogan a la fuerza muscular en fuerza máxima, fuerza explosiva o rápida y fuerza resistencia. **(Weineck, 2011), (Bompa y Buzzichelli, 2017).**

La fuerza máxima se refiere a aquella capacidad neuromuscular de realizar la acción muscular y aplicar una máxima fuerza de manera voluntaria, la fuerza máxima se aplica tanto para acciones musculares excéntricas, concéntricas o ambas, como para acciones estáticas o isométricas **(Bartolomé, 2021).**

El autor Weineck refiere que en la fuerza máxima en isometría siempre se aplicará mayor fuerza que en la fuerza dinámica (excéntrica y concéntrica), pues si existe un equilibrio entre la carga y la fuerza, entonces se garantiza que se está generando la máxima fuerza **(Weineck, 2011).**

La fuerza explosiva o fuerza rápida es caracterizado por vencer una resistencia submáxima a la mayor velocidad posible de ejecución **(Zubilaga, 2014).** En la fuerza explosiva se produce un ciclo de estiramiento y acortamiento muscular que debe realizarse de forma rápida **(Komi, 2002).**

Basado en el reclutamiento de las fibras musculares y aceleración con la que ocurre la acción muscular, se puede definir también la fuerza explosiva como la capacidad neuromuscular de superar resistencias externas, no máxima, bajo la rápida facultad en reclutar el musculo generando contracción de las unidades motoras a gran velocidad **(Mirella, 2011).**

La fuerza resistencia recibe ese nombre debido a la capacidad neuromuscular para sostener varias contracciones musculares siendo la carga externa submáxima para que se pueda realizar en un tiempo determinado, la fuerza resistencia puede realizarse en trabajos dinámicos o isométricos **(Bompa y Buzzichelli, 2017)**.

2.2.6. Ejercicio de resistencia aeróbica

El ejercicio aeróbico es la actividad física que requiere movimientos dinámicos y continuos, realizado a una intensidad baja junto a un alto volumen de trabajo o tiempo de ejecución y ocasiona el aumento de la frecuencia cardiaca respecto al reposo en donde el oxígeno se encuentra en armonía entre el consumo y gasto para brindar el soporte necesario y generar energía al organismo. Los ejercicios aeróbicos se pueden medir a través del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) o mediante la frecuencia cardiaca máxima (FC máx.) que permiten conocer el impacto de la actividad realizada **(Pila, 2021)**.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Crossfit:** movimientos corporales funcionales que son constantemente combinados y realizados a una alta intensidad (**Glassman, 2018**).
- **Atleta elite:** individuo que tiene un mejor nivel deportivo que el promedio, alcanzando un excelente desempeño a nivel nacional e internacional (**García, 2010**).
- **Composición corporal:** diferentes tejidos que conforma el cuerpo humano, tales como masa grasa, masa muscular, masa ósea, masa residual y/o la piel (**Matiegka, 1921**).
- **Rendimiento deportivo:** capacidad de un sujeto en generar una óptima relación entre la virtud física y la actividad deportiva, expresando sus cualidades físicas y mentales de acuerdo a las reglas del deporte (**Castro, 2017**).
- **Rendimiento físico:** capacidad de realizar actividades físicas alcanzando el mayor desempeño con una buena eficiencia del gasto energético respecto al objetivo planteado (**Platonov y Bulatona, 2006**).
- **Resistencia aeróbica:** capacidad para sostener una actividad física a una intensidad específica durante el mayor tiempo posible (**Mollinedo, 2014**).
- **Vo2 máx.:** consumo máximo de oxígeno (Vo2 máx.), es la capacidad máxima en el que una persona utiliza el oxígeno para el suministro de energía durante un esfuerzo físico, es el límite de la aptitud aeróbica (**ACSM, 1995**).
- **Fuerza muscular:** capacidad neuromuscular para contrarrestar cargas en formas dinámicas, excéntricas, concéntricas o isométricas (**Zubilaga y Col., 2015**).
- **Fuerza máxima:** máxima fuerza que produce el sistema neuromuscular para realizar cualquier contracción voluntaria (**Boeckh-Behrens y Buskies, 2005**).
- **Potencia muscular:** máxima fuerza aplicada y su relación en el tiempo de ejecución (**Gonzalez y Gorostiaga, 2002**).

III. METODOLOGIA

3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

Competidores de crossfit de la categoría avanzados de Perú.

Muestra seleccionada

30 competidores elite de crossfit del evento “Desafío Perú 2022”.

Muestreo

No probabilístico, selección por conveniencia.

Criterios de inclusión:

- Competidores de la categoría avanzados y calificados como elite de la competencia “Desafío Perú 2022”.
- Sexo: masculino.
- Mayores de 18 años y menores de 60 años.

Criterios de exclusión:

- Competidores de la categoría avanzados no calificados como elite.
- Competidores de la categoría principiante.
- Competidores que hayan sufrido lesiones previas a la competencia.

3.2. VARIABLES

- Independiente: composición corporal.
- Dependiente: rendimiento físico.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

No experimental, descriptivo, correlacional y transversal.

3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la valoración de la composición corporal

- Método: mediciones antropométricas.
- Técnica: medidas basadas en las normas de la “Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría” (ISAK, 2019).

Para estimar la masa grasa se utilizó la fórmula de Yuhazs (1974) que considera la medición de 6 pliegues cutáneos (Anexo 2), luego los resultados del porcentaje de grasa corporal obtenidos fueron interpretados mediante los valores de referencia para deportistas de la American College of Sports Medicine (2006) (Anexo 3), que clasifica en percentiles la cantidad de grasa corporal, siendo Bajo en grasa corporal > percentil 90, Medio en grasa corporal entre percentil 70 – 90 y Alto en grasa corporal < percentil 70.

Para estimar la masa muscular se utilizó la fórmula de 5 componentes de Deborah Kerr y William Ross (1988) que considera medidas de perímetros y pliegues cutáneos (Anexo 4), luego el valor obtenido en kilogramos, fue convertido a porcentaje según relación de la masa corporal y finalmente fueron interpretados mediante valores de referencia de Ramos, N. y Zubeldía, G. (2003) (Anexo 5).

- Recolección de datos: apunte de las medidas antropométricas en una ficha denominada Ficha de medidas antropométricas (Anexo 6).
- Procedimiento:
 - Peso: con la menor ropa posible y descalzo, el sujeto debe subir a la balanza de piso, previamente corroborando que el suelo se encuentre firme y nivelado, luego en una posición antropométrica que consiste en mantener una postura erguida, y mirada al frente, con los brazos a los lados, con las palmas de las manos mirando a los cuádriceps y los pulgares apuntando hacia adelante y que además la separación de los pies debe ser no mayor a la anchura de la cadera, se da lectura al resultado. El antropometrista se sitúa al lado del evaluado para facilitar la lectura.

- Talla de pie: el antropometrista se sitúa al frente del evaluado. El sujeto descalzo y en una posición antropométrica, pero con los pies juntos, se situará en un tallímetro calibrado debidamente situado sobre suelo firme y nivelado, entonces el evaluador con los pulgares en los puntos orbitales y los índices en los tragiones, procede a ubicar la cabeza del sujeto en el plano de Frankfurt, luego reubica los dedos hacia las orejas del evaluado, separado de la mandíbula para realizar una tracción hacia arriba al tiempo que el sujeto realiza una inspiración sostenida, el anotador coloca la escuadra sobre el vértex haciendo presión sobre el cabello hasta su límite. Se pide que el evaluado se retire del tallímetro para que se pueda dar lectura al resultado **(ISAK, 2019)**.

Generalidades de pliegues cutáneos:

Se debe ubicar los puntos de pliegues correctamente, marcando la piel con un lápiz dermográfico, la marca debe ser lo más discreta posible, pero tomando en cuenta una proyección imaginaria en todo momento. La toma de pliegue se realiza con los dedos índice y pulgar del brazo izquierdo del evaluador siempre simulando unas tenazas de forma vertical u oblicua al punto del pliegue de referencia, luego con la mano derecha manejando un plicómetro, las ramas del mismo deben formar 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, esperando no más de 2 segundos se da la lectura al resultado. La secuencia correcta al momento de medir es primero, tomar el pliegue, segundo; sujetar el plicómetro, tercero; medir y dar lectura, tras 2 segundos, cuarto; retirar el plicómetro, quinto; soltar el pliegue cutáneo.

- Pliegue cutáneo del tríceps: el antropometrista debe situarse detrás del brazo derecho del evaluado, éste debe mantener una posición antropométrica mientras se realiza la medición, luego el antropometrista procede a tomar el pliegue en el punto de referencia del pliegue tricipital de forma vertical.

- Pliegue cutáneo subescapular: el antropometrista se sitúa detrás del sujeto a la altura de la escapula derecha, el evaluado se mantiene en la posición antropométrica en todo momento, luego el evaluador procede a tomar el pliegue en el punto de referencia del pliegue subescapular de forma oblicua a 45 grados.
- Pliegue cutáneo supraespinal: el antropometrista se sitúa adelante del sujeto por el lado derecho, el evaluado se mantiene en la posición antropométrica en todo momento, luego el evaluador procede a medir el pliegue en el punto de referencia del pliegue supraespinal de forma oblicua, hacia abajo y medial.
- Pliegue cutáneo abdominal: el antropometrista se sitúa adelante del sujeto por el lado derecho, el evaluado se mantiene en la posición antropométrica en todo momento, luego el evaluador procede a medir el pliegue en el punto de referencia del pliegue abdominal de forma vertical.
- Pliegue cutáneo del muslo: el antropometrista se sitúa al lado derecho del sujeto, donde el evaluado se deberá sentar previamente en el borde de un cajón con la pierna derecha estirada sin hacer contracción de la misma, apoyando el talón en el suelo y manteniendo el torso erguido. Para la toma de pliegue se pueden seguir tres métodos. A) sólo el antropometrista influye en la medición en el punto de referencia del pliegue del muslo de forma paralela al eje longitudinal del mismo. B) igual que el método A, pero el evaluado ayuda sosteniendo los isquiosurales con ambas manos a fin de levantar el muslo y facilitar la medición. C) igual que el método B, pero un ayudante situado a la izquierda del evaluado ayuda a levantar el pliegue con ambas manos con una distancia de separación aproximadamente de 6 cm de la marca de referencia. El antropometrista debe tomar el pliegue y efectuar la medición.

- Pliegue cutáneo de la pierna: el antropometrista se sitúa delante del sujeto, en dirección a la cara medial de la pierna derecha, donde el evaluado deberá apoyar el pie derecho sobre el cajón antropométrico formando un ángulo de 90 grados con la rodilla, manteniendo la posición antropométrica en todo momento, luego el antropometrista procede a tomar el pliegue en el punto de referencia del pliegue de la pierna de forma vertical **(ISAK, 2019)**. Se pueden observar la toma de mediciones de los pliegues cutáneos en el Anexo 7.

Generalidades de perímetros:

Para realizar las medidas se debe seguir la siguiente secuencia: 1) el antropometrista debe de sostener con la palma derecha la cinta, la cual no debe ser soltada durante la medición; 2) la parte extrema de la cinta debe ser sujeta entre el dedo pulgar e índice del antropometrista de la mano izquierda; 3) la cinta debe de estar de forma horizontal a la superficie del cuerpo y con la mano izquierda bordear la extremidad o tronco hacia delante; 4) cuando la cinta este totalmente rodeando la extremidad o tronco, cambiar el agarre de la cinta con la mano derecha y generar la tensión suficiente para mantener la posición contra el cuerpo; 5) para los perímetros grandes, la mano izquierda ayudará a nivelar el centímetro y ajustar contra el cuerpo, a veces es necesario un vigilante para indicar si la cinta esta de forma horizontal en lugares donde el antropometrista no puede ver; 6) para terminar debemos de agarrar con la mano izquierda nuevamente la cinta y pasarla por debajo de la medida, los ojos del antropometrista debe de estar a la altura de la medida para evitar errores.

- Perímetro brazo relajado: el antropometrista se sitúa a la derecha del sujeto mirando la cara lateral del brazo del mismo, en todo momento el evaluado mantendrá la posición antropométrica, entonces se procede a medir el perímetro en la marca acromiale-radiale medio, quedando esta marca en el medio de las dos partes de la cinta cuando se ubique horizontalmente en el brazo, al verificar la horizontalidad de la cinta, se da lectura al resultado.

- **Perímetro de brazo en flexión y contracción:** el antropometrista se sitúa a la derecha del evaluado mirando la cara lateral del brazo derecho, para esto, el sujeto debe flexionar el brazo en 90 grados y situar el brazo delante del cuerpo, se le pide al evaluado que haga una contracción momentánea del bíceps para observar el punto más elevado del musculo, una vez ubicado este punto, se le repite al sujeto que genere una contracción máxima para proceder la medición.
- **Perímetro de antebrazo:** el antropometrista se sitúa por delante y hacia la derecha del evaluado, el evaluado debe estar en posición antropométrica y con el brazo derecho flexionado y en supinación, buscar el punto máximo del perímetro.
- **Perímetro de tórax:** el antropometrista debe estar delante del evaluado, el evaluado en posición antropométrica, primero el sujeto debe de abrir los brazos hasta la altura del hombro para que la cinta pueda pasar por el tronco, debemos situar el centímetro ligeramente por encima del punto mesoesternal, ya que al bajar los brazos va descender un poco, se toma la medida al finalizar la una espiración normal.
- **Perímetro de muslo medio:** el antropometrista debe de estar al lado derecho del evaluado, el sujeto deberá estar en posición antropométrica encima de la caja antropométrica, pero con los brazos cruzados sobre el tórax. Luego se pasa la cinta alrededor del muslo desde la rodilla hacia arriba hasta alcanzar la marca de referencia procediendo a dar lectura.
- **Perímetro de pierna:** el antropometrista debe estar delante del evaluado, el evaluado en posición antropométrica sobre el cajón antropométrico, luego se pasa la cinta alrededor de la pantorrilla buscando la medición máxima de dicho musculo, manteniendo siempre la longitud uniforme en la zona de medición **(ISAK, 2019)**.

Se pueden observar la toma de los perímetros en el Anexo 8.

- Instrumento:
 - Balanza de diagnóstico BEURER Bf105 con precisión de 100g.
 - Tallímetro de madera de 3 cuerpos validados por CENAN de 0.1 cm de exactitud.
 - Plicómetro Slim Glide con 0.2 mm de precisión.
 - Segmómetro de huesos cortos Cercof Innovare con precisión de 1 mm.
 - Cinta antropométrica Luf Kin W606PM metálica.
 - Lápiz dermatográfico color negro.

Para la valoración del rendimiento físico

- Método: pruebas de esfuerzo físico.
- Técnica: Test Course-Navette, mide la condición física de resistencia aeróbica; Test fuerza de agarre con dinamómetro manual, mide la condición física de la fuerza muscular; y Test de salto vertical Sargent, mide la condición física de la fuerza explosiva o potencia de los músculos inferiores del cuerpo.
- Recolección de datos: apunte de resultados en una ficha denominada Ficha de pruebas físicas (Anexo 9).
- Procedimiento:
 - Test Course-Navette: consiste en correr durante el máximo tiempo posible de ida y vuelta a una distancia de 20 metros sin parar, bajo la disposición sonidos que impone el ritmo de velocidad de la carrera. Se empieza con una velocidad de 8km/h y por cada minuto transcurrido se aumenta en 0.5km/h. Finaliza cuando el evaluado se detiene o cuando no alcanza el punto de origen antes que suene el pitido por 2 veces seguidas. Los resultados fueron marcados en una cartilla (Anexo 10) donde asigna la distancia recorrida y la velocidad final alcanzada, luego mediante la ecuación hecha por Leger et al. (1988) (Anexo 11), se estimó el VO₂ máx. en medida numérica (**García y Secchi, 2014**).

Los resultados del consumo máximo de oxígeno obtenidos fueron interpretados mediante valores de referencia de American Heart

Association (**American Heart Association, 1972**) (Anexo 12).

Se puede observar la prueba física realizada en los participantes elite de Crossfit Course-Navette en el Anexo 13.

- Test de fuerza de agarre: consiste en apretar la empuñadura del dinamómetro utilizando una mano del evaluado, el brazo formando 90° respecto al codo, el equipo no debe tocar ninguna otra parte del cuerpo, entonces se genera fuerza de forma progresiva hasta alcanzar la máxima capacidad. Se puede realizar dos veces la prueba con un periodo de descanso y anotar el mejor resultado en kilogramo (**Sabio y Col., 2005**).

Los resultados de fuerza de agarre obtenidos fueron interpretados mediante valores de referencia del Manual de Usuario – Dinamómetro Electrónico Camry EH101 (Anexo 14).

Se puede observar la prueba física, realizada en los participantes elite de Crossfit, dinamómetro manual en el Anexo 15.

- Test de salto vertical Sargent: consiste en realizar dos marcas en un muro con una plancha de papel de 2 metros de longitud, rotulado en centímetros y a 1.5 metros del suelo, la primera marca será sin saltar, el evaluado tendrá sus dedos pintados con tiza para ubicar la posición inicial de salto estirando su brazo lo más alto posible sin levantar los talones y sin inclinar su torso, posteriormente se realizará el salto, iniciando con las piernas flexionadas y con los brazos a los costados, alcanzando la máxima altura de salto y marcándolo con los dedos en la plancha de papel. La distancia de salto se halla restando las dos marcas, es decir, la altura máxima de salto con la altura inicial sin salto en centímetros (**Villa y García, 2003**).

Los resultados de saltos máximos obtenidos fueron interpretados mediante valores de referencia de Arkinstall, M. (**Arkinstall, 2010**) (Anexo 16).

Se puede observar la prueba física, realizada en los participantes elite de Crossfit, dinamómetro manual en el Anexo 17.

- Instrumento:
 - Reproductor de sonido del test.
 - Cinta métrica de 5 metros.
 - Conos planos de campo.
 - Dinamómetro electrónico Cumry EH101 precisión de 100g.
 - Plancha de papel de 2m graduado en centímetros.
 - Tinta de huella.

3.5. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos antropométricos de masa grasa y de masa muscular junto a los resultados de las pruebas físicas fueron digitados al programa Excel 2019, consiguiendo resultados estadísticos descriptivos como porcentajes, media y desviación estándar. Luego, se exportaron los datos al programa SPSS versión 25.0 para los procesamientos estadísticos de correlación, previo a ello se realizó la prueba de Shapiro Wilk (muestra menor a 50) obteniendo que la muestra no presenta una distribución normal, por lo cual se utilizó la prueba no paramétrica de Rho Spearman.

3.6. ASPECTOS ÉTICOS

El presente trabajo considera que lo primordial es el respeto hacia las personas y el derecho a la toma de decisiones, por ello, basados en los pilares desarrollados por el comité de Helsinki se incluyó un consentimiento informado a todos los participantes, detallando que los datos obtenidos se usarán únicamente para fines del trabajo de investigación cuidando su integridad como ser humano y no representa ningún riesgo para la salud del evaluado (Anexo 18).

El presente trabajo de investigación fue evaluado por el comité de ética de la ULCB, por lo cual, se obtuvo el permiso para la toma de muestra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos a partir de la toma de mediciones antropométricas logrando precisar datos como el índice de masa corporal (IMC), el somatotipo, porcentaje de grasa y porcentaje de masa muscular.

Seguidamente resultados obtenidos por la valoración de las aptitudes físicas que incluyeron los kilogramos (kg) de fuerza del dinamómetro, los centímetros (cm) de altura del salto vertical y el Vo2 máx. de la prueba de resistencia aeróbica Course-Navette.

Los datos obtenidos fueron digitados en una hoja de Microsoft Excel versión 2019, logrando 30 participantes, cada una con los resultados mencionados anteriormente. Finalmente, los resultados fueron procesados a través del programa SPSS versión 25.0, obteniendo estadísticas descriptivas e inferenciales de las muestras.

4.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

CARACTERÍSTICA DE LA POBLACIÓN

La muestra estuvo conformada por 30 atletas elite de crossfit, que tuvieron la participación en un campeonato nacional de Perú desarrollado en octubre, 2022. En la Tabla 1 se muestran los valores promedios de las características de los deportistas como la edad, peso corporal y la estatura. Para la edad, se observa que el valor promedio es de 30 años, con edades comprendidas desde 22 a 43 años. Respecto a la masa corporal, el valor promedio de los atletas fue de 77 kg, con un peso mínimo de 65.2 kg y un peso máximo de 86 kg. Finalmente, en la estatura los atletas tuvieron un promedio de 172 cm, teniendo un valor mínimo de 164 cm y uno máximo de 180cm.

Tabla 1

Valores promedio de las características de los deportistas elite de crossfit del Perú.

Característica	Media (n = 30)	Mínimo Máximo
Edad (años)	30 ± 5.82	22 – 43
Masa corporal (kg)	77 ± 5.30	65.2 – 86
Estatura (cm)	172 ± 3.69	164 – 180

Se puede observar en la Tabla 2 que la mayoría de los deportistas 80% (n = 24) tiene una edad comprendida entre 22 años a 33 años y sólo el 20% (n = 6) tiene de 34 años a 45 años.

Tabla 2

Distribución de frecuencias de las edades desde 22 a 45 años clasificados en 5 años de los deportistas elite de crossfit del Perú.

Años	Frecuencia relativa	Frecuencia Porcentual
22 a 27	14	46.67%
28 a 33	10	33.33%
34 a 39	3	10.00%
40 a 45	3	10.00%
Total	30	100.00%

En relación a la edad de los atletas de crossfit del presente estudio, se encontró que la edad promedio fue de 30 años, estos hallazgos son cercanos a la investigación realizada por Carreker y Grosicki (2020), quienes encontraron que los participantes de la disciplina crossfit tuvieron una edad promedio de 27 años, del mismo modo, Tibana y col., (2021), encontraron que la edad promedio de sus participantes fue de 26.6 años, siendo los datos más próximos a los resultados encontrados en la presente investigación. En cuanto a Menargues y col., (2022), encontraron que los atletas de crossfit tuvieron una edad promedio de 37 años, así mismo, Martínez y col., (2020), en su trabajo de investigación tuvieron en sus atletas de crossfit 35 años como edad promedio, siendo estos últimos datos más lejanos a los encontrados en la presente investigación.

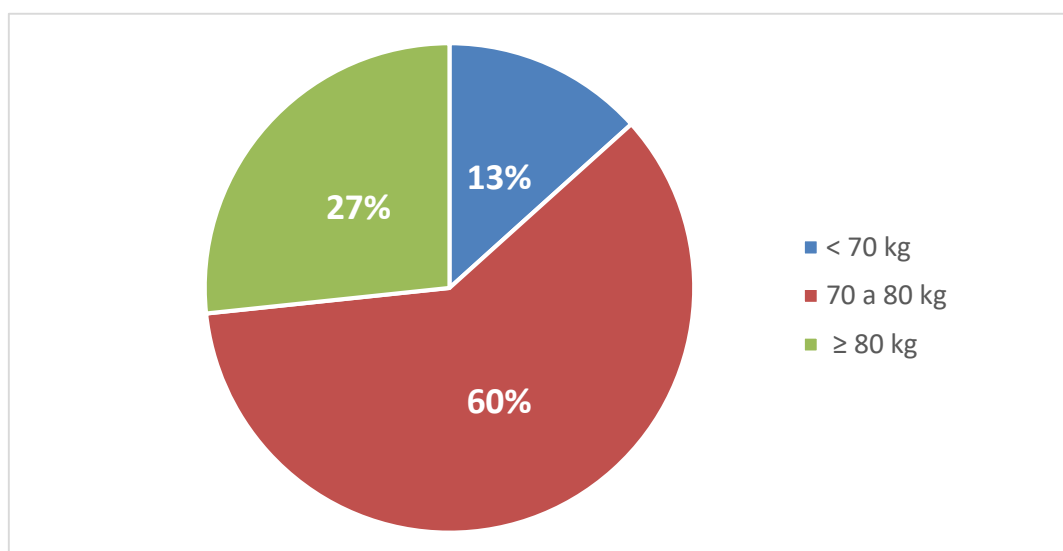
En contraparte, Bustos y col., (2021), encontraron que los evaluados de su investigación, practicantes de crossfit, tuvieron una edad promedio de 21.7 años, similar a lo encontrado por Carbajal y Terrones (2018), quienes sus participantes, deportistas universitarios, tuvieron una edad promedio de 20 años, por último, Bardales y Conde (2021), encontraron en su trabajo de investigación que la edad promedio de los deportistas de futbol amateur fue de 16 años, se puede comprobar que los rangos de edad difieren según la categoría del atleta,

pudiendo representar en promedio una edad más elevada a mayor práctica y experiencia en el deporte.

Respecto a la masa o peso corporal se puede observar en la Figura 1 que la mayoría, 60% (n = 18) de los deportistas, tiene una masa corporal desde los 70 kg a 80 kg, seguido de un 26.67 % (n = 8) de deportistas con un peso mayor a los 80 kg y el 13.33% (n = 4) de los participantes presentaron un peso menor a los 70kg.

Figura 1

Distribución porcentual del peso corporal clasificados en torno a 70 y 80 kg de los deportistas elite de crossfit del Perú.



En lo que respecta al peso corporal, se encontró en el presente estudio que el peso corporal promedio fue de 77kg, idéntico al estudio realizado por Tibana y col., (2020), quienes sus practicantes de crossfit tuvieron un peso medio de 77kg, por otro lado, Menargues y col., (2022), hallaron que el peso corporal promedio de sus participantes, deportistas de crossfit, fue de 79.3kg. En adelante se mencionarán datos de investigación por encima de los 80kg de peso corporal, como lo encontrado por Martínez y col., (2020), quienes indicaron que el peso promedio de sus atletas de crossfit con experiencia fue de 81kg, luego, Carreker y Grosicki (2020), encontraron que el peso medio de sus deportistas experimentados de crossfit fue de 83.3kg, siendo datos muy proporcionales a lo

hallado por Bustos y col., (2021), donde mencionan que sus participantes, quienes practican crossfit de forma amateur, tuvieron un peso promedio de 83.85kg, finalmente, Mangine y col., (2022), indicaron que el promedio de peso corporal de sus evaluados, siendo experimentados de la disciplina crossfit, fue de 84.7kg, datos interesantes ya que guardan una relación proporcional a la estatura, como se menciona en líneas anteriores con estudios respecto a esta medida, el peso corporal estaría ligado de forma directa a esta característica física.

Los resultados referidos a la talla se pueden observar en la Tabla 3 que el 40% (n = 12) de los deportistas mide entre 170 cm hasta 175 cm, seguido de un 36.67% (n = 11) con una estatura de 165 cm a 170 cm, siendo estos dos resultados la estatura mayoritaria de los deportistas con un 76.67% (n = 23) de la muestra estudiada. Por otro lado, la estatura de 176 cm a 180 cm tuvo una representación del 20% (n = 6), mientras que en menor proporción la estatura menor a 165 cm con un 3.33% (n = 1) de los atletas.

Tabla 3

Distribución de frecuencias de la estatura clasificados en torno a 165 y 175 cm de los deportistas elite de crossfit del Perú.

Estatura	Frecuencia relativa	Frecuencia porcentual
< 165 cm	1	3.33%
165 a 170 cm	11	36.67%
171 a 175 cm	12	40.00%
> 175 cm	6	20.00%
Total	30	100.00%

Respecto a la estatura, los resultados obtenidos en el presente estudio se hallaron que la talla promedio fue de 172cm, estos hallazgos fueron similares a lo encontrado por Menargues y col., (2022), donde indican que la estatura promedio de sus participantes, practicantes de Crossfit con experiencia, fue de 174cm. Por otro lado, Carreker y Grosicki (2020), hallaron que la estatura promedio de sus atletas de crossfit quienes tienen una antigüedad mayor de 6

meses de entrenamiento, fue de 176cm, muy similar a lo encontrado por Martínez y col., (2020), quienes encontraron que la estatura promedio de sus deportistas experimentados de la disciplina de crossfit fue de 177cm, del mismo modo, Mangine y col., (2022), indicaron que el promedio de estatura de sus evaluados, siendo experimentados en ejercicios funcionales de alta intensidad, fue de 177cm, finalmente, Bustos y col., (2021), encontraron que sus participantes, aficionados del deporte de crossfit, tuvieron como estatura promedio 179cm, siendo datos muy característico de la etnia de origen, debido a que todos estos resultados fueron de investigaciones internacionales.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA VARIABLE COMPOSICIÓN CORPORAL

Para el análisis descriptivo de la composición corporal, se obtuvieron las categorías del % de grasa corporal y del % de masa muscular. En la Tabla 4 se presentan los valores antropométricos de la composición corporal de los deportistas, obteniendo que el porcentaje de grasa corporal promedio de los 30 atletas fue de 7.6% de grasa corporal, siendo categorizado como un porcentaje de grasa bajo. En tanto, el promedio del porcentaje de masa muscular fue de 55.6%, valiendo una categoría de excelente porcentaje de masa muscular. Así mismo se describen los valores promedios de las mediciones antropométricas y sumatoria de 6 pliegues cutáneos.

Tabla 4

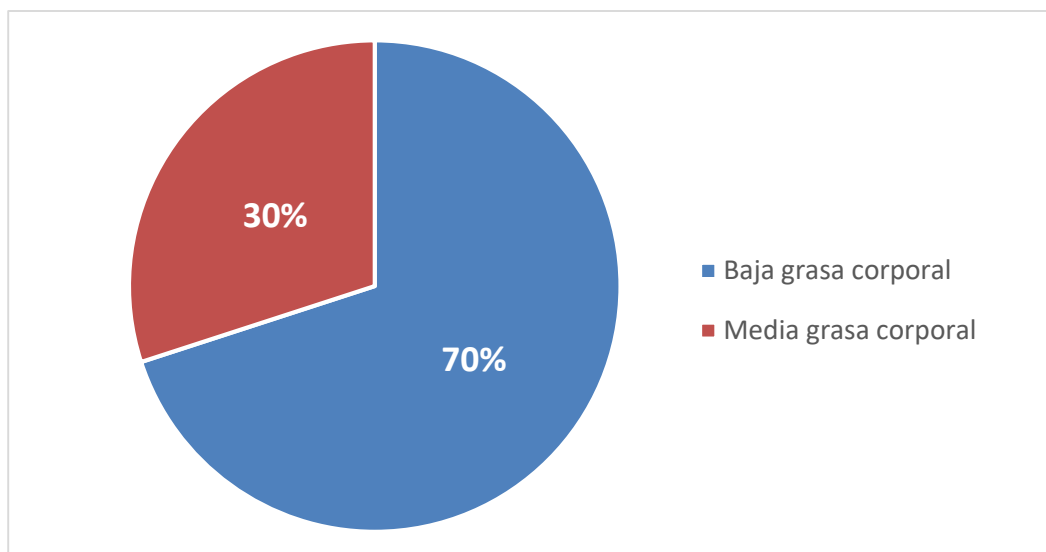
Valores de la composición corporal y medidas antropométricas de los deportistas elite de crossfit del Perú.

		Media \pm D.E. (n = 30)	Mínimo – Máximo
Composición corporal (%)	Grasa corporal (%)	7.6 \pm 1.55	6.0 – 11.26
	Masa muscular (%)	55.6 \pm 2.50	50.90 – 60.26
Pliegues cutáneos (mm)	Tríceps	6.2 \pm 1.67	3 – 10
	Subescapular	9.7 \pm 2.56	6 – 16.5
	Supraespinal	7.8 \pm 3.89	4 – 17.5
	Abdominal	11.6 \pm 4.6	6.5 – 26
	Muslo	7.6 \pm 2.14	4 – 12
	Pierna	5.3 \pm 2.78	3 – 15.5
	Σ 6 pliegues cutáneos	48.2 \pm 14.74	32.5 – 82.5
Circunferencias (cm)	Brazo relajado	33.9 \pm 1.6	30.9 – 37.2
	Brazo en flexión y contraído	36.6 \pm 1.95	33.4 – 41.8
	Antebrazo	29.3 \pm 1.43	26.9 – 32.3
	Muslo medio	57.5 \pm 2.94	50 – 63.7
	Pierna	37.1 \pm 1.72	33.3 – 40.6
	Tórax	104.0 \pm 3.25	99.3 – 111.7
Diámetros (cm)	Húmero	6.8 \pm 0.27	6.3 – 7.4
	Fémur	9.7 \pm 0.41	8.9 – 10.3

En la Figura 2, se observa que el 70% (n = 21) de los deportistas presentaron un porcentaje de grasa bajo y el 30% restante (n = 9), un porcentaje de grasa corporal media. Ninguno fue representado con un porcentaje de grasa corporal alto.

Figura 2

Distribución porcentual de las categorías de clasificación de grasa corporal de los deportistas elite de crossfit del Perú



Se encontró en el presente estudio que el promedio del porcentaje de grasa corporal de los participantes fue de 7.6% que fue realizado mediante la medición de 6 pliegues cutáneos y con la ecuación de Yuhazs, siendo el 70% de estos clasificados con un porcentaje de grasa bajo y un 30% con un porcentaje de grasa corporal en rangos medios, estos datos son muy parecidos a lo hallado por Tibana y col., (2021), quienes encontraron que el promedio de masa grasa de sus participantes quienes fueron deportistas de crossfit con experiencia, fue de 8.8%, realizado mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), así mismo, con la misma metodología, pero con resultados diferentes, Carreker y Grosicki (2021), hallaron que el porcentaje de grasa corporal de sus evaluados, practicantes de crossfit con experiencia mayor a 6 meses, fue de 17.45%.

Por otro lado, Menargues y col., (2022), indicaron que el porcentaje de grasa corporal promedio de sus atletas con experiencia de crossfit mediante antropometría y utilizando la ecuación por Faulkner, fue de 11.6%, además, detallan el promedio de sus pliegues cutáneos, obteniendo medidas elevadas comparado con el presente estudio como el pliegue cutáneo abdominal con 16.4mm respecto a 11.6mm, subescapular con 10.6mm versus 9.7mm, tríceps

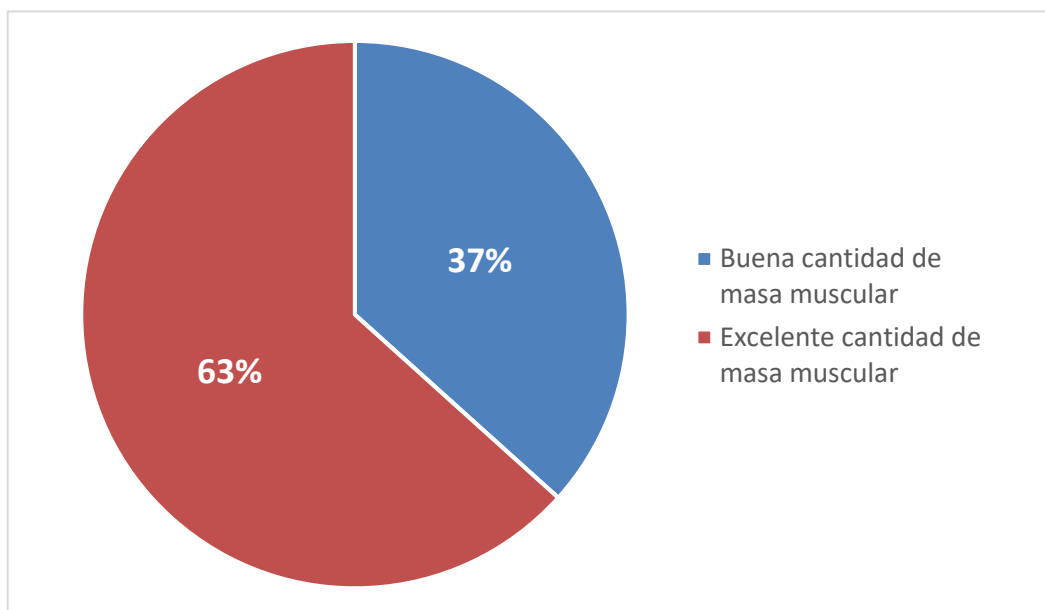
con 7.3mm comparado con 6.2mm, muslo anterior con 10.6mm respecto 7.6mm y de la pierna o gemelo con 6.1mm versus 5.3mm, la única medida cercana fue la del pliegue supraespinal con 7.5mm respecto a 7.8mm del presente estudio. Bustos y col., (2021), detallan que sus participantes, aficionados de la disciplina de crossfit, tuvieron en promedio 16.3% de grasa corporal utilizando la fórmula de Faulker, que considera 4 pliegues cutáneos como el pliegue tricaptal, subescapular, supraespinal y abdominal, para estimar el componente graso.

Luego, Bardales y Conde (2021), encontraron que el porcentaje de grasa corporal promedio de sus participantes, futbolistas amateur, fue de 14.4%, utilizando la ecuación de Yuhazs por mediciones antropométricas, así mismo, Carbajal y Terrones (2018), menciona que sus participantes, deportistas universitarios, fueron clasificados en 3 grupos, basados en la ecuación de Yuhasz para estimar el porcentaje de grasa corporal y la guía en percentiles de la American College of Sports Medicine para definir las categorías, donde un 33% de los sujetos tuvieron bajo porcentaje de grasa corporal, un 15% con medio o normal grasa corporal y finalmente un 3% con alta cantidad de grasa corporal, comparado con el presente estudio donde un 70% fue considerado como baja cantidad de grasa corporal y 30% como normal grasa corporal.

Respecto a la masa muscular como se puede observar en la Figura 3 la mayoría de los deportistas 63.33 % (n = 19) presentaron una excelente cantidad de masa muscular, mientras que el 36.67 % (n = 11) presentaron una buena cantidad de masa muscular. Ninguno fue representado con una baja o aceptable cantidad de masa muscular.

Figura 3

Distribución porcentual de las categorías de clasificación de la masa muscular de los deportistas elite de crossfit del Perú.

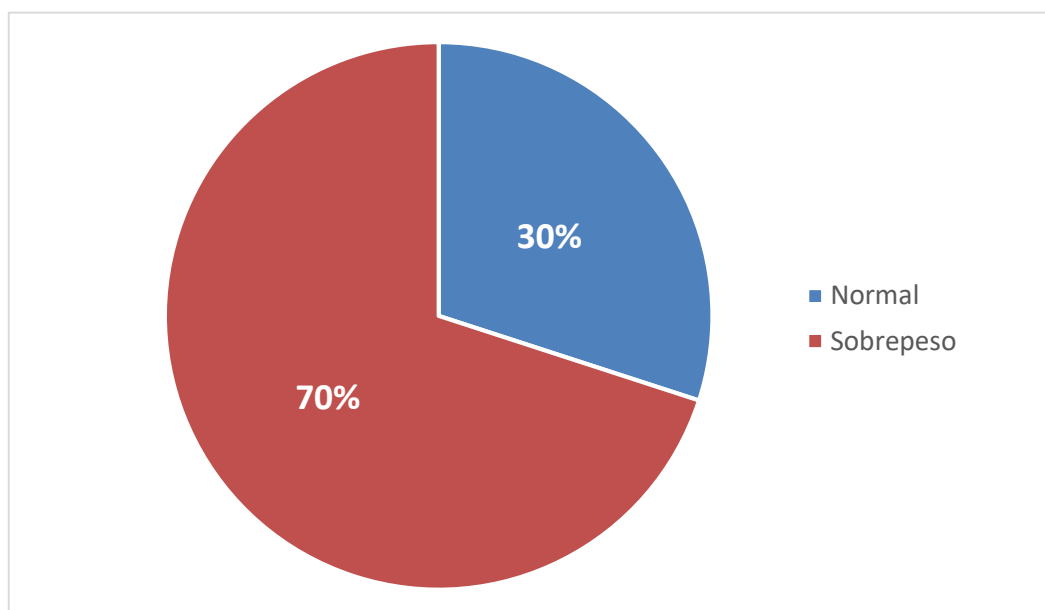


En lo que respecta al componente de la masa muscular, en el presente estudio se pudo comprobar que el promedio de masa muscular de los participantes fue de 55.6%, resultado a partir de la fórmula Deborah Kerr y William Ross, estos datos son diferentes cuando se compara con la investigación de Menargues y col., (2022), quienes hallaron que el promedio de la masa muscular de sus participantes considerados como experimentados, pero no elite de la disciplina crossfit, fue de 44.86%, valor estimado a partir de la fórmula de Lee y col.

En la Figura 4 se puede observar que, en su mayoría, es decir, el 70 % (n = 21), los valores del Índice de Masa Corporal (IMC) de los deportistas tuvieron sobrepeso, mientras que el 30 % (n = 9) tuvieron un valor de categorizado como normal. Ninguno fue representado como delgadez u obesidad.

Figura 4

Distribución porcentual de las categorías de clasificación del IMC de los deportistas elite de crossfit del Perú.



En el presente estudio, se pudo hallar que el valor promedio del IMC fue de 25.97, datos similares a lo encontrado por Martínez y col., (2020), quienes encontraron que los deportistas de crossfit tuvieron el mismo valor de IMC con 25.9, del mismo modo Menargues y col., (2022), descubrieron que el promedio del IMC de sus participantes, experimentados en la disciplina de crossfit fue de 26.19, igual que lo hallado por Carreker y Grosicki (2020), quienes encontraron que sus atletas quienes tienen un nivel de experiencia mayor a los 6 meses tuvieron un promedio de 26.74 de IMC.

En todos los casos mencionados y según lo clasifica la Organización Mundial de la Salud, los participantes se encontrarían con sobrepeso $IMC \geq 25$ (OMS, 2021), sin embargo, como refiere Canda (2017), el IMC no discrimina la composición corporal y en deportistas es importante distinguir el componente graso y el componente magro, lo cual es muy común catalogar de exceso de peso cuando su porcentaje de grasa se encuentra en rangos normales debido a la mayor cantidad de masa magra, principalmente de masa muscular.

En la Figura 5 se puede observar en la Somatocarta que los deportistas tuvieron una tendencia a la mesomorfia, siendo esta característica dominante de su morfología. Así mismo, de acuerdo a la clasificación por puntuación (ver Tabla 5), existieron 9 participantes con una clasificación endomórfica moderada y 1 participante con ectomorfia moderada. La fuerza de la clasificación del somatotipo mesomórfico fue mayor, teniendo por tanto como promedios que los atletas presentan una morfología endomórfica de 1.2, categorizado como bajo; mesomórfica de 6.4, categorizado como alto y finalmente, la ectomorfia con un valor promedio de 2.3, categorizado como bajo (ver Tabla 6).

Figura 5

Distribución de los puntos de coordenadas en la somatocarta para el somatotipo de los deportistas elite de crossfit del Perú.

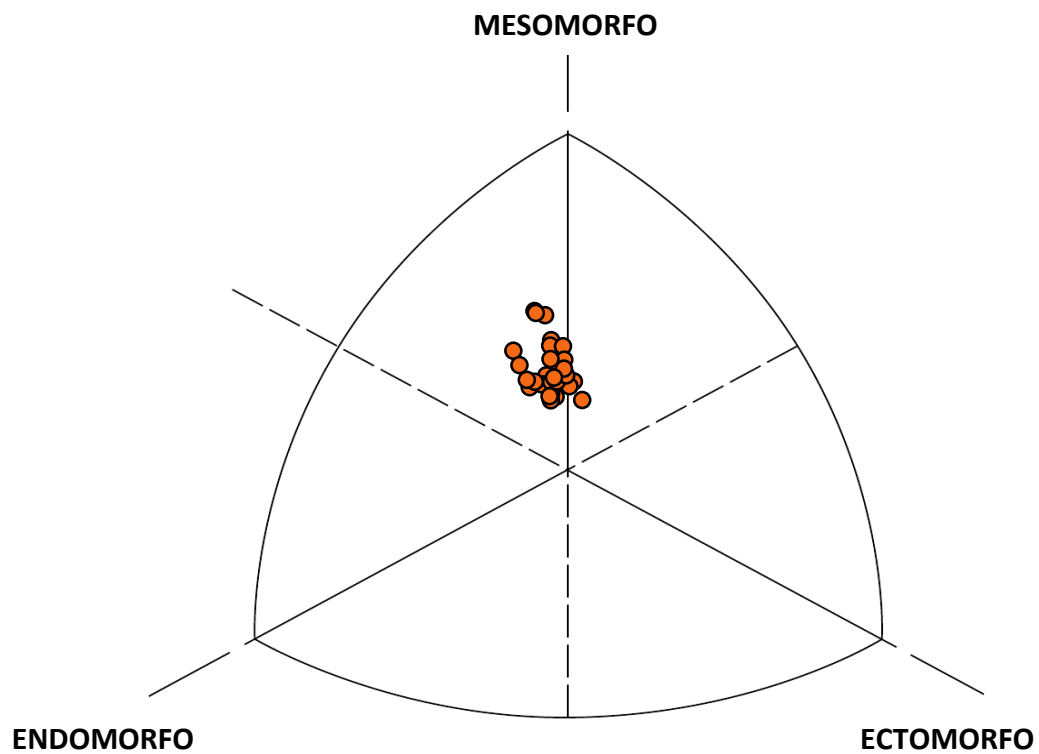


Tabla 5

Clasificación de la fuerza de puntuación del somatotipo de los deportistas elite de crossfit del Perú.

Somatotipo	Bajo (0.5 – 2.5)	Moderado (3 – 5)	Alto (5.5 – 7)	Muy alto (>7.5)
Endomorfo	21	9	0	0
Mesomorfo	0	3	23	4
Ectomorfo	29	1	0	0

Tabla 6

Valores promedios del somatotipo de los deportistas elite de crossfit del Perú.

Somatotipo	Media (n = 30)	Mínimo Máximo
Endomorfo	2.3 ± 0.79	1.2 – 4.1
Mesomorfo	6.4 ± 0.90	5.1 – 8.5
Ectomorfo	1.2 ± 0.58	0.2 – 2.7

El tipo de somatotipo predominante de los deportistas de crossfit del Perú en el presente estudio se puede observar que es del tipo mesomorfo con un 100% (n = 30) de representación, resultados diferentes a los hallados por Bardales y Conde (2021), quienes detallan que el somatotipo de tipo mesomorfo es predominante en sus deportistas, jugadores amateurs, en un 74%, seguido de la morfología endomórfica con un 17% y finalmente ectomorfo con 9%. Por otro lado, Menargues y col., (2022), señalan que sus atletas de crossfit experimentados tuvieron una puntuación promedio de 2.4 para la endomorfia; 6.7 para la mesomorfia y 1.3 para la ectomorfia, siendo resultados similares a los obtenidos en la presente investigación con valores de 2.3 para la endomorfia; 6.4 para la mesomorfia y 1.2 para ectomorfia.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA VARIABLE RENDIMIENTO FÍSICO

Para el análisis descriptivo del rendimiento físico se obtuvieron las categorías de la fuerza de agarre, altura de salto vertical y VO2 máx. Se puede observar en la Tabla 7 los valores promedios de cada prueba física, así entonces para el test de dinamometría manual se observa que existe una media de 53.8kg de fuerza, luego para el test Sargent, se observa un promedio de 57.8cm de salto y finalmente, para el test de Course-Navette, se identifica un promedio de 46.5(ml/kg/min) de VO2 máx.

Tabla 7

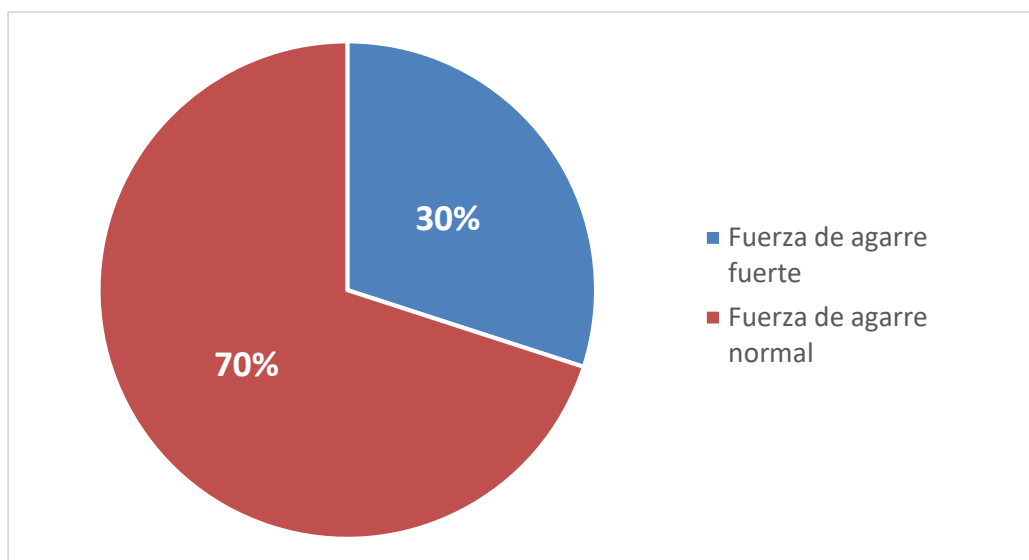
Valores promedios de las pruebas físicas de los deportistas elite de crossfit del Perú.

	Media \pm D.E. (n = 30)	Mínimo – Máximo
Test dinamometría manual (kg)	53.8 \pm 8.28	42.4 – 73.1
Test Sargent (cm)	57.8 \pm 3.93	50.6 – 67.2
Test Course-Navette (VO2 máx.)	46.5 \pm 4.74	32.6 – 56.6

En la Figura 6 que la mayoría de los deportistas 70% (n = 21) tuvieron una categoría de fuerza de agarre normal y el 30% de ellos (n = 9) tuvieron una clasificación como fuerte. Ninguno fue representado con fuerza de agarre débil.

Figura 6

Distribución porcentual de las categorías de clasificación de la fuerza de agarre con dinamometría de los deportistas elite de crossfit del Perú.

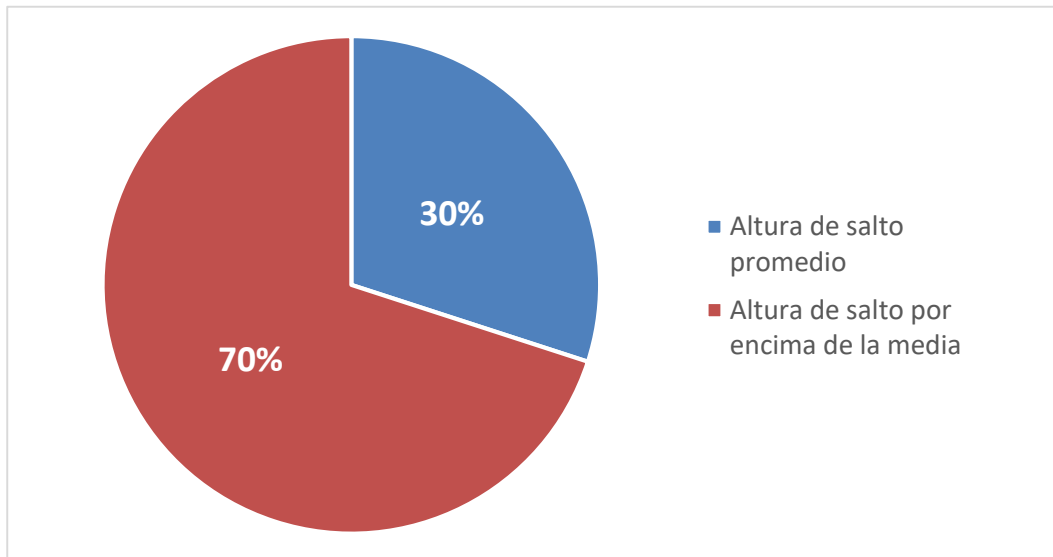


En el presente estudio se puede observar que la mayoría de los participantes 70% (n = 21) fueron considerados con una fuerza isométrica de brazos normal y el 30% (n = 9) como fuerte, siendo el valor promedio de fuerza 53.8kg. Datos que son interesantes debido a que los autores Tibana y col., (2021), encontraron en sus participantes de crossfit, quienes tienen una experiencia mayor a 6 meses en la disciplina, que la fuerza isométrica de pierna en extensión de rodillas mediante un dinamómetro isocinético fue de 303.6 Newton en promedio, convirtiendo este dato a kilogramo obtendríamos 30.9 kg de fuerza (303.6 por 0.10197), siendo un valor muy inferior a lo obtenido por la fuerza isométrica de brazos, aunque cabe destacar que son grupos musculares diferentes.

Los resultados de salto vertical como se observa en la Figura 7, la mayoría de los deportistas 70% (n = 21) tuvieron una categoría por encima de la media, el 30% de los deportistas (n = 9) tuvieron una clasificación promedio. Ninguno fue representado como salto débil.

Figura 7

Distribución porcentual de las categorías de clasificación de salto vertical de los deportistas elite de crossfit del Perú.



En la presente investigación se observa que el 70% (n = 21) de los participantes tuvieron un salto vertical por encima de la media y el 30% (n = 9), considerado como un salto vertical dentro del promedio, además, se tuvo como altura de salto vertical promedio una distancia de 57.8cm, este tipo de salto es considerado como un salto con contramovimiento ya que no tiene como punto de partida la isométrica de piernas y puede utilizar impulso para lograr la mayor altura posible. Estos son resultados distantes por lo encontrado por Martínez y col., (2020), quienes sus atletas experimentados de crossfit tuvieron un salto vertical promedio de 39cm sin contramovimiento y una altura de 42cm cuando se realizó el salto vertical con contramovimiento.

En la Tabla 8 se puede observar que la mayoría de los deportistas 73% (n = 22) presentaron una condición buena del VO2 máx., mientras que el 20% (n = 6) fueron calificados como medio y sólo el 3.33 % (n = 1) fue considerado como excelente, al igual que la categoría de bajo, representando el mismo valor 3.33 % (n = 1). Ninguno fue representado como muy bajo.

Tabla 8

Distribución de frecuencias de las categorías de clasificación del VO₂ máx. de los deportistas elite de crossfit del Perú.

Categoría	Frecuencia relativa	Frecuencia porcentual
Bajo	1	3.33%
Medio	6	20.00%
Bueno	22	73.33%
Excelente	1	3.33%
Total	30	100.00%

Se halló en la presente investigación 4 diferentes representaciones de la condición aeróbica, teniendo la mayoría 73% (n = 22) de los deportistas una condición buena en la capacidad de resistencia aeróbica mediante el consumo máximo de oxígeno con el test de Course-Navette, seguido de una condición media representando el 20% (n = 6) y finalmente, con el mismo valor porcentual 3.33% (n = 1), para las condiciones bajo y excelente.

Estos resultados difieren con lo encontrado por Carbajal y Terrones (2018) quienes detallan que sus participantes, deportistas universitarios, la mayoría de ellos, representando un 47.1% (n = 24) tuvieron una condición buena del test aeróbico, que consistía en una carrera de 2.4km de distancia, seguido de un 41.2% (n = 21) considerado como una condición regular/pobre y un 11.7% (n = 6) como una condición superior/excelente.

En lo que respecta al volumen máximo de consumo de oxígeno (VO₂ máx.) en el presente trabajo tuvo como promedio 46.5 (ml/kg/min), resultado diferente por lo hallado por Bardales y Conde (2021), donde en mayor valor, encontraron que sus deportistas, futbolistas amateurs, tuvieron una cantidad de VO₂máx. de 47.34 mediante la prueba de Cooper, que a diferencia de la prueba de Course-Navette tiene un tiempo establecido y de acuerdo a la distancia recorrida, se estima el VO₂ máx. En mismo sentido, los autores Martínez y col., (2020), hallaron en sus deportistas de crossfit experimentados que su VO₂máx. promedio fue de 55.1 (ml/kg/min), mediante la prueba incremental máxima, bajo el mismo

protocolo Carreker y Grosicki (2021), encontraron en sus practicantes de crossfit con experiencia mayor a 6 meses que su VO₂máx promedio fue de 49.52, siendo valores muy cercanos a los hallados por Tibana y col., (2021) quienes encontraron que el promedio del consumo máximo de oxígeno de sus deportistas experimentados en crossfit fue de 49.7 (ml/kg/min), valor obtenido mediante la prueba de 2km de remo en ergómetro.

4.2. ESTADÍSTICA INFERENCIAL

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Para iniciar el análisis de correlación se elaboró el diagrama de dispersión para identificar la relación lineal de dos variables, pudiendo afirmar la relación entre las variables de tipo directo, cuando el incremento de una variable afecta el incremento de la otra variable; inverso, cuando el incremento o disminución de una variable produce el efecto inverso de la otra variable o nulo, cuando la variable no tiene una relación directa o inversa **(Sucasaire y Ticona, 2023)**.

En todos los diagramas de dispersión se observó una tendencia lineal, siendo exactamente una tendencia lineal con poco ajuste. Como vemos en las Figuras 8, 9 y 10 existe una tendencia lineal y de percepción decreciente de la variable % de grasa corporal y las variables del rendimiento físico como la fuerza de agarre, salto vertical y vo₂ máx. en ese orden respectivamente.

Figura 8

Diagrama de dispersión: % grasa corporal y fuerza de agarre de los deportistas elite de crossfit del Perú.

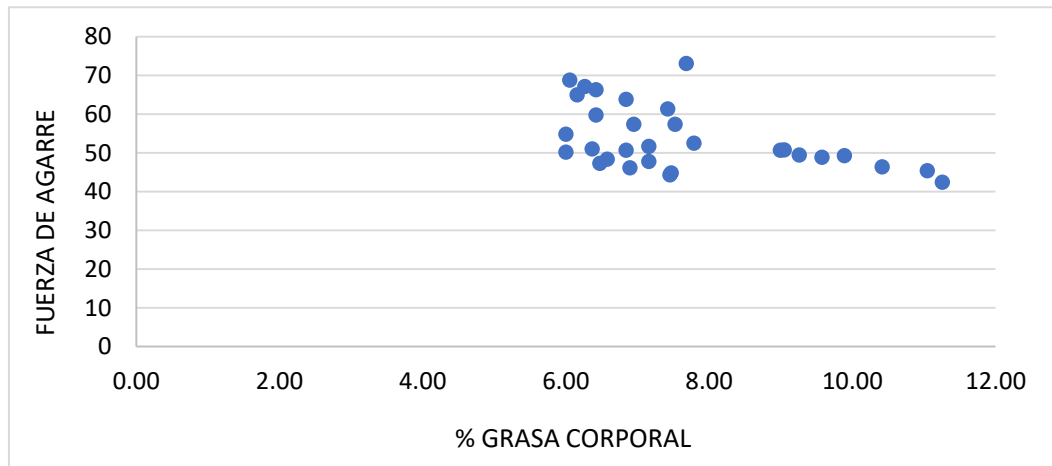


Figura 9

Diagrama de dispersión: % grasa corporal y salto vertical de los deportistas elite de crossfit del Perú.

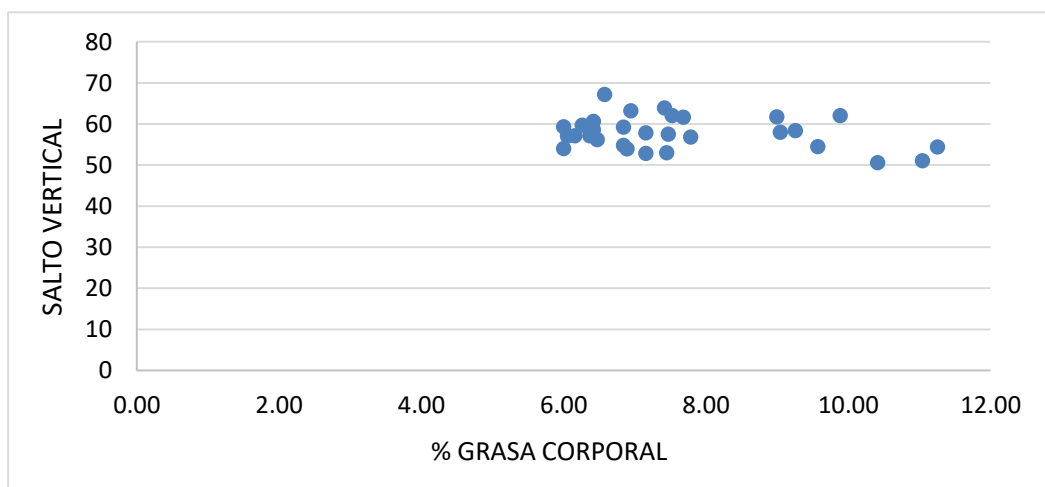
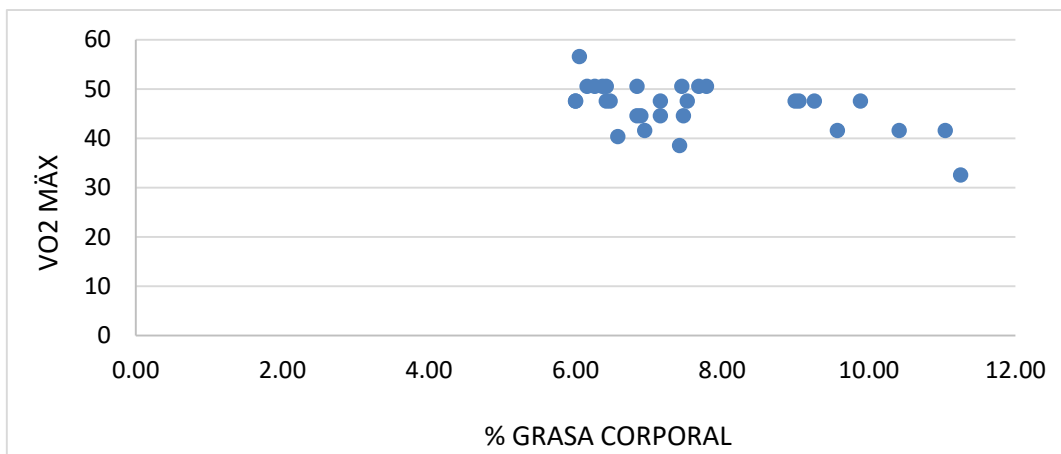


Figura 10

Diagrama de dispersión: % grasa corporal y Vo2 máx. de los deportistas elite de crossfit del Perú.



Así mismo, como se puede observar en los Gráficos 11, 12 y 13 existe una tendencia lineal y una correlación positiva o creciente de la variable % de masa muscular con las variables del rendimiento físico como la fuerza de agarre, salto vertical y vo2 máx. en ese orden respectivamente.

Figura 11

Diagrama de dispersión: % masa muscular y fuerza de agarre de los deportistas elite de crossfit del Perú.

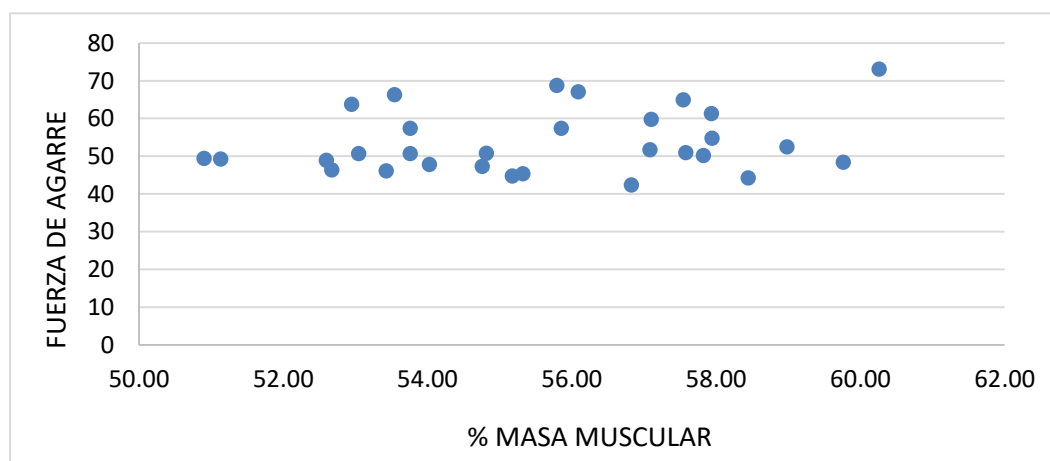


Figura 12

Diagrama de dispersión: % masa muscular y salto vertical de los deportistas elite de crossfit del Perú.

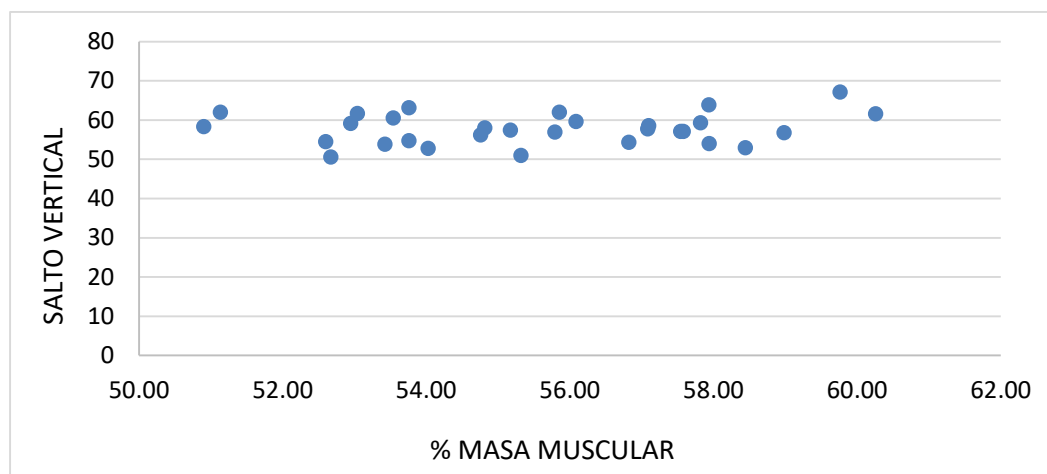
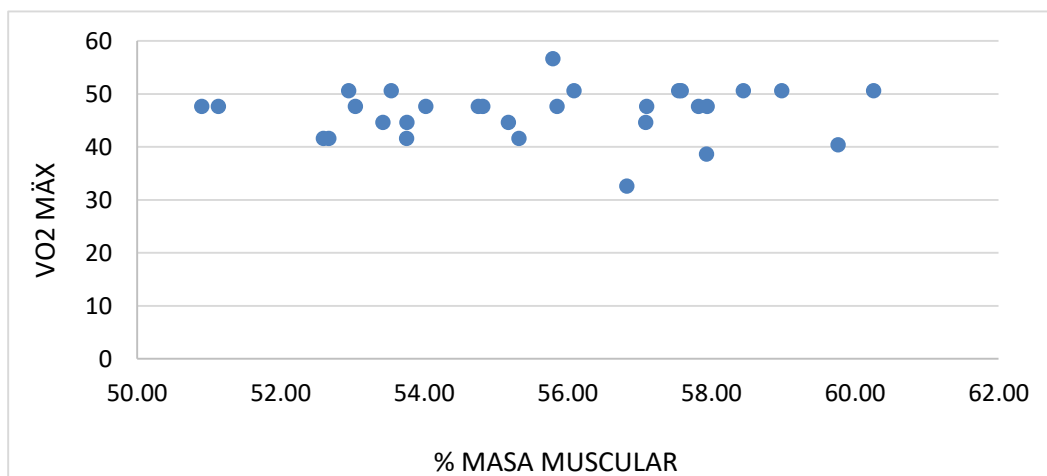


Figura 13

Diagrama de dispersión: % masa muscular y Vo2 máx. de los deportistas elite de crossfit del Perú.



PRUEBA DE NORMALIDAD

Una vez determinado la presencia de la tendencia lineal, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk (Tabla 9), debido a que la cantidad de muestra es menor a 50, con la finalidad de establecer si los datos recolectados provienen de una población con distribución normal (**Sharipo y Wilk, 1965**).

Tabla 9

Prueba de normalidad Shapiro Wilk

Indicador	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
% GRASA CORPORAL	0,862	30	0,001
% MASA MUSCULAR	0,974	30	0,655
FUERZA DE AGARRE	0,907	30	0,013
SALTO VERTICAL	0,985	30	0,938
VO2_MAX	0,914	30	0,019

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

De todas las variables posibles se puede observar que solo la significancia del % masa muscular (0.655) y la significancia de salto vertical (0.938) cumplen con el supuesto de normalidad ($p \geq 0.05$) y por tanto no se rechaza la Ho, indicando que estas dos variables tienen una distribución normal. Por otro lado, la significancia de las variables % grasa corporal (0.001), fuerza de agarre (0.013) y Vo2 máx. (0.019) obedecen al criterio ($p < 0.05$) y, por tanto, los datos de estas variables no tienen una distribución normal. Como dos de las cinco variables presentan una distribución normal, se infiere que hay motivos suficientes para rechazar la hipótesis nula (Ho) y aceptar la hipótesis alterna, llegando a la conclusión que los datos de la muestra no tienen una distribución normal, por consecuencia se optó por utilizar el coeficiente de correlación no paramétrica de Rho Spearman.

PRUEBA NO PARAMÉTRICA

Coeficiente de correlación lineal de Spearman

Prueba no paramétrica que permite relacionar dos variables que no hayan superado o no se haya comprobado el supuesto de normalidad y cuyo valor sean datos numéricos (**Spearman, 1904**).

El análisis se inició verificando la correlación entre cada indicador de la variable composición corporal, es decir, % de grasa corporal y % de masa muscular, con cada indicador de la variable rendimiento físico, que consta de la fuerza de agarre, salto vertical y VO2 máx.

Tabla 10

Coeficiente de correlación de Spearman: composición corporal y rendimiento físico de los deportistas elite de crossfit del Perú.

Indicador V1	Indicador V2	Coeficiente	Significancia
% GRASA CORPORAL	DINAMOMETRO MANUAL	-0.493	0.006
	TEST SARGENT	-0.141	0.456
	TEST COURSSE-NAVETTE	-0.443	0.014
% MASA MUSCULAR	DINAMOMETRO MANUAL	0.223	0.236
	TEST SARGENT	0.091	0.631
	TEST COURSSE-NAVETTE	0.176	0.352

En el presente estudio y como se observa en la Tabla 10, se puede verificar que existe una correlación significativa ($p=0.006$), entre el % de grasa corporal y la prueba del dinamómetro manual siendo una relación inversa ($r=-0.493$), esto quiere decir que, a mayor porcentaje de grasa corporal en los deportistas elite de

crossfit del Perú, menor sería su rendimiento en la fuerza máxima isométrica de los brazos, siendo una correlación moderada. Por otro lado, el % de masa muscular no tuvo una relación significativa ($p > 0.05$) con la prueba del dinamómetro manual.

Además, cuando se realiza una correlación múltiple de la masa grasa y la masa muscular, ambas en simultáneo (ver Tabla 11 y Tabla 12), muestra un coeficiente de determinación de 0.24 respecto al rendimiento de la prueba del dinamómetro manual, siendo resultados significativos, manifestando, por tanto, que la fuerza de agarre estaría determinada en un 24% por la grasa corporal y la masa muscular.

Estos resultados pueden ser aprovechados tomando en cuenta la investigación de Tibana y col., (2021), quienes encontraron en practicantes de crossfit, poco experimentados, que a pesar que la masa grasa no guarda relación con el rendimiento de las pruebas físicas de Crossfit, hallaron que el desempeño de fuerza máxima a 1 repetición, fuerza máxima en isométrica de piernas y fuerza resistencia, tuvo una fuerte relación ($p < 0.01$ y $r = 0.25$) con el rendimiento físico en el Open Crossfit 2020, manifestando un mejor performance de los atletas a mayores valores de fuerza y resistencia muscular. Por tanto, mejorar destrezas físicas de fuerza como en el presente estudio con la fuerza máxima en isometría de brazos, probablemente con menor porcentaje de grasa corporal, podría favorecer a un mejor performance en ejercicios realizados en competencias de CrossFit.

Por otro lado, Menargues y col., (2022), quienes realizaron su estudio en deportistas experimentados en competencia, pero no elite, encontraron que la masa grasa no tuvo relación significativa para el rendimiento de fuerza resistencia, fuerza máxima a 1 repetición o resistencia aeróbica, sin embargo, la masa muscular tuvo una relación significativa y directa únicamente con la prueba de fuerza máxima a 1 repetición ($p < 0.01$) y ($r = 0.876$), manifestando que, a mayor masa muscular, mejor sería el rendimiento de la fuerza máxima a 1

repetición. A pesar de que en el estudio de Tibana y col., (2021), la composición corporal no guardaba relación con ninguna prueba física, sobre todo en fuerza, esto se podría explicar por el nivel de experiencia en de los participantes, ya que en dicho estudio los evaluados eran aficionados del crossfit, por tanto, la composición corporal aún podría no estar optimizada al igual que las cualidades físicas.

Con resultados similares, Mangine y col., (2022), quienes evaluaron a personas experimentadas, hombres expertos en pruebas de crossfit, hallaron que la masa magra no ósea tuvo una relación negativa con la culminación temprana de la prueba Fran ($p < 0.05$) y ($r = -0.64$ máx.), la masa grasa no tuvo correlación significativa con la mejora del rendimiento en esta prueba, por tanto, mejorar el componente de masa magra no ósea mejoraría el performance en pruebas concurrentes de crossfit como la prueba Fran, que abarca destrezas físicas como la fuerza resistencia. Por otro lado, un estudio de Martínez y col., (2020), quienes realizaron su investigación en personas con experiencia en crossfit, pero no elite, encontraron que la prueba de fuerza máxima a 1 repetición calificándolo por fuerza relativa, es decir, el mejor peso levantado respecto a su peso corporal, tuvo relación directa y significativa ($p < 0.05$) en 3 de los 5 WOD semejantes a la competición de crossfit realizada en el 2019 ($r = 0.53, 0.66$ y 0.53), estas 3 pruebas involucraban a gran demanda la movilización del peso corporal.

Respecto a la correlación entre el % de grasa corporal y el test de Sargent, se puede comprobar en este estudio que no existe una correlación significativa ($p=0.456$), cabe señalar que presenta una tendencia negativa o inversa ($r=-0.141$), aunque no sea relevante. Del mismo modo el % de masa muscular, no se pudo observar una relación con la mejora del rendimiento físico de la prueba de salto vertical ($p>0.05$).

Cuando se realiza una correlación múltiple de la masa grasa y la masa muscular, ambas en simultaneo (ver Tabla 13 y Tabla 14), muestra un coeficiente de determinación de 0.09 respecto al rendimiento de la prueba de Sargent,

manifestando, por tanto, que la fuerza explosiva de las piernas estaría determinada en un 9% por los componentes grasa corporal y masa muscular, por lo cual se observa que la composición corporal no es suficiente para influir en el rendimiento físico del deportista en esta aptitud. Estos hallazgos no se asemejan por lo observado por Carbajal y Terrones (2018), quienes encontraron en su estudio realizado a deportistas universitarios, que el porcentaje de grasa corporal guardaba relación ($p < 0.01$), con pruebas de velocidad y prueba de carrera de 40 yardas, siendo una relación directa ($r = 0.435$), indicando que aumentaba el tiempo de culminación de la prueba a mayor grasa corporal.

Por otra parte, Carreker y Grosicki (2020), encontraron en su muestra de deportistas varones, practicantes de crossfit, que la prueba Wingate, que mide la capacidad de fuerza explosiva en resistencia, no tuvo relación significativa ($p > 0.05$) con la mejora en el tiempo de la prueba Murph, siendo esta una prueba de larga duración que incluye un peso lastrado de 10kg en todo el tiempo de duración de la prueba, incluyendo dominadas, flexiones de brazos, sentadillas y correr 2 millas.

Sin embargo, Martínez y col., (2020), quienes realizaron su investigación en personas con experiencia en crossfit, encontraron que la prueba de salto con contramovimiento vertical se relacionó significativamente ($p < 0.01$) con mejores rendimientos para las pruebas 2, 3 y 5 del WOD ($r = 0.59, 0.56$ y 0.73), pruebas que involucran fuerza máxima y rápida con el peso corporal, del mismo modo el WOD 4 también tuvo resultados asociados ($r = 0.73$) en esta prueba se incluyeron pesos adicionales como lastre. Luego en una segunda prueba física, denominada Wingate, se relacionó también con mejora del rendimiento ($p < 0.01$) en dos de sus fases, cuando la potencia fue máxima y cuando la potencia fue a una intensidad media en los WOD 2 ($r = 0.77$), 3 ($r = 0.59$), 4 ($r = 0.66$), 5 ($r = 0.65$) y 2 ($r = 0.64$) y 4 ($r = 0.55$). Esto permite concluir, que, a mayor rendimiento de pruebas físicas de fuerza explosiva y fuerza explosiva en resistencia, podría tener beneficio en pruebas de crossfit que involucren el peso corporal, pesos con lastre y movimientos de explosividad, mejorando por tanto el rendimiento deportivo.

En relación con el % de grasa corporal y la prueba Course-Navette, en el presente estudio se halló que existe una correlación significativa ($p=0.014$), presentando además una relación inversa ($r=-0.443$), esto indicaría que, a mayor porcentaje de grasa corporal en los deportistas elite de crossfit del Perú, el rendimiento de su capacidad aeróbica VO₂ máx. sería menor, siendo una correlación moderada. En comparación al % de masa muscular y la capacidad aeróbica VO₂ máx., se puede observar en este estudio que a pesar que los resultados indiquen una tendencia positiva ($r=0.176$), esto no sería relevante dado que no existe una correlación significativa ($p=0.352$).

Sin embargo, cuando se realiza una correlación múltiple de la masa grasa y la masa muscular, ambas en simultaneo (ver Tabla 15 y Tabla 16), muestra un coeficiente de determinación de 0.31 respecto al rendimiento de la prueba Course-Navette, siendo resultados significativos, manifestando, por tanto, que la capacidad aeróbica estaría determinada en un 31% por los componentes grasa corporal y masa muscular. Estos resultados tienen similitud con la investigación de Bustos y col., (2021), quienes encontraron en su estudio realizado a aficionados de Crossfit, una relación significativa e inversa ($p < 0.05$ y $r = -0.94$) entre la masa grasa y el rendimiento físico aeróbico, mediante el test Course-Navette, donde manifiestan que mientras mayor es el porcentaje de grasa corporal, menor es la capacidad cardiorrespiratoria, disminuyendo por tanto el VO₂máx.

Del mismo modo en la investigación de Carreker y Grosicki (2020), encontraron que el porcentaje de grasa corporal tuvo una relación directa y significativa ($p < 0.05$ y $r = 0.718$), influyendo en el rendimiento del atleta aumentando el tiempo de finalización de la prueba Murph a mayor grasa corporal. Así mismo, Carbajal y Terrones (2018), encontraron en su estudio realizado a deportistas universitarios, que el porcentaje de grasa corporal guardaba relación ($p < 0.01$), con pruebas resistencia aeróbica en carrera de 2.4km, siendo una relación directa ($r = 0.679$), aumentando el tiempo de culminación cuando el deportista presentaba una mayor grasa corporal. Resultados parecidos son los hallados por Bardales y Conde (2021), quienes encontraron en su estudio realizado a jugadores de fútbol

amateur, que el porcentaje de grasa corporal tuvo relación ($p < 0.01$), de forma inversa respecto al test de Cooper, que valora la capacidad de resistencia aeróbica ($r = -0.629$), demostrando que, a mayor porcentaje de grasa corporal, menor sería el desempeño de la capacidad aeróbica en los deportistas.

Estos datos pueden ser complementados con el estudio de Martínez y col., (2020), quienes realizaron su investigación en personas con experiencia en crossfit, encontraron que la capacidad aeróbica mediante el VO2 máx. a partir de la prueba de carrera incremental tuvo una relación directa ($p < 0.05$) en todas las pruebas de crossfit, WOD 1, 2, 3, 4 y 5 ($r = 0.54, 0.53, 0.64, 0.62$ y 0.56).

En contra parte, Tibana y col., (2020), encontraron en practicantes de crossfit, con experiencia mayor a 6 meses, que la grasa corporal y pruebas de esfuerzo aeróbico como distancia de 2km de remo en ergómetro, no guardaban ninguna relación con el rendimiento de las pruebas físicas de Crossfit, esto puede explicarse debido a la naturaleza de la prueba, ya que la finalización de la prueba es corta, por ende, cuando el tiempo es menor la culminación de la prueba se vuelve accesible para los atletas, además, en su estudio no relacionaron el componente de masa grasa con el rendimiento aeróbico.

CORRELACIÓN MÚLTIPLE

Para este análisis se utilizó el modelo de regresión lineal múltiple y para verificar si el modelo lineal es significativo se decidió emplear el análisis de la varianza, se trata de relacionar una variable dependiente junto a diversas variables independientes, con esto se crea el supuesto que más de una variable tiene influencia con el resultado o valor de una tercera variable **(Montero, 2016)**.

En este apartado, se analizó la correlación entre dos indicadores de la variable independiente, es decir, el % de grasa corporal y el % de masa muscular, de forma simultánea con cada uno de los indicadores de las variables dependientes, esto es, el rendimiento físico.

Tabla 11

Regresión lineal: % grasa corporal y % masa muscular con fuerza de agarre de los deportistas elite de crossfit del Perú.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.491870902
Coeficiente de determinación R ²	0.241936984
R ² ajustado	0.185784168
Error típico	7.469443509
Observaciones	30

Tabla 12

Análisis de la varianza: % grasa corporal y % masa muscular con fuerza de agarre de los deportistas elite de crossfit del Perú.

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	480.769836	240.384918	4.3085458	0.02376959
Residuos	27	1506.39983	55.7925863		
Total	29	1987.16967			

Hipótesis planteada

Ho: El modelo lineal no es significativo.

Ha: El modelo lineal es significativo.

Criterio de decisión

La regla de decisión consiste en rechazar la hipótesis nula (Ho), cuando el valor de F sea mayor al valor crítico de F.

Si $F > F$ crítico se rechaza Ho.

Si $F < F$ crítico no se rechaza Ho.

Decisión y conclusión

En la Tabla 11 se puede verificar que el coeficiente de correlación múltiple es 0.49, lo que significa que la correlación es moderada, presentando un coeficiente de determinación de 0.24, indicando que el 24% de la variabilidad en la fuerza de agarre está determinado por el % de grasa corporal y % de masa muscular.

En la Tabla 12 se observa que el valor de F es mayor que el F crítico ($4.309 > 0.024$), por tanto, se rechaza la H_0 y esto permite confirmar, con un 95% de confianza, que el modelo lineal es significativo, llegando a la conclusión que las variables % de grasa corporal y % de masa muscular tienen una correlación directa moderada respecto al rendimiento de la fuerza máxima en isometría mediante la prueba del dinamómetro manual.

Tabla 13

Regresión lineal: % grasa corporal y % masa muscular con salto vertical de los deportistas elite de crossfit del Perú.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.301489528
Coefficiente de determinación R^2	0.090895935
R^2 ajustado	0.023554894
Error típico	3.88754448
Observaciones	30

Tabla 14

Análisis de la varianza: % grasa corporal y % masa muscular con salto vertical de los deportistas elite de crossfit del Perú.

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	40.7986103	20.3993052	1.349785	0.2762381
Residuos	27	408.051056	15.1130021		
Total	29	448.849667			

Hipótesis planteada

H_0 : El modelo lineal no es significativo.

H_a : El modelo lineal es significativo.

Criterio de decisión

La regla de decisión consiste en rechazar la hipótesis nula (H_0), cuando el valor de F sea mayor al valor crítico de F .

Si $F > F$ crítico se rechaza H_0 .

Si $F < F$ crítico no se rechaza H_0 .

Decisión y conclusión

En la Tabla 13 se puede comprobar que el coeficiente de correlación múltiple es de 0.30, indicando una correlación baja, presentando además un coeficiente de determinación de 0.09, esto significaría que sólo el 9% de la variabilidad en salto vertical está determinado por el % de grasa corporal y % de masa muscular del deportista.

En la Tabla 14 se observa que el valor de F es mayor que el F crítico ($1.349 > 0.276$), por tanto, se rechaza la H_0 y esto permite confirmar, con un 95% de confianza, que el modelo lineal es significativo, llegando a la conclusión que las variables % de grasa corporal y % de masa muscular tienen una correlación directa baja al rendimiento de la fuerza explosiva mediante la prueba Sargent, por lo cual no creemos que es suficiente para influir en el rendimiento físico del deportista.

Tabla 15

Regresión lineal: % grasa corporal y % masa muscular con VO_2 máx. de los deportistas elite de crossfit del Perú.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.563603107
Coefficiente de determinación R^2	0.317648462
R^2 ajustado	0.267103903
Error típico	4.058791167
Observaciones	30

Tabla 16

Análisis de la varianza: % grasa corporal y % masa muscular con VO2 máx. de los deportistas elite de crossfit del Perú.

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	207.059785	103.529893	6.284523	0.0057426
Residuos	27	444.792215	16.4737857		
Total	29	651.852			

Hipótesis planteada

Ho: El modelo lineal no es significativo.

Ha: El modelo lineal es significativo.

Criterio de decisión

La regla de decisión consiste en rechazar la hipótesis nula (Ho), cuando el valor de F sea mayor al valor crítico de F.

Si $F > F$ crítico se rechaza Ho.

Si $F < F$ crítico no se rechaza Ho.

Decisión y conclusión

En la Tabla 15 se verifica que el coeficiente de correlación múltiple es de 0.56, lo que significa que la correlación es fuerte, además, presenta un coeficiente de determinación de 0.31, esto indicaría que el 31% de la variabilidad del VO2 máx., está determinado por el % de grasa corporal y por el % de masa muscular del atleta.

En la Tabla 16 se observa que el valor de F es mayor que el F crítico ($6.285 > 0.006$), por tanto, se rechaza la Ho y esto permite confirmar, con un 95% de confianza, que el modelo lineal es significativo, llegando a la conclusión que las variables % de grasa corporal y % de masa muscular tienen una correlación directa fuerte respecto al rendimiento de la resistencia aeróbica mediante la prueba Course-Navette.

LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Una de las limitaciones que se puede reconocer es en relación al tamaño de la muestra, con un mayor número de participantes, incluso en diferentes competencias nacionales o internacionales que transcurren en el año, hubiera permitido en el presente estudio una mayor significancia en los resultados.
- Se realizaron algunas mediciones antropométricas y evaluaciones del rendimiento físico el mismo día de la competencia, situación desfavorable para el atleta debido a la interrupción de su concentración y riesgo de provocar alguna lesión, por tanto, se decidió llevar a cabo las evaluaciones en los días posteriores.
- No se tomó en cuenta en la presente investigación datos como la dieta, horas de sueño, nivel de hidratación ni consumo de suplementos deportivos que pudieran tener relación con los resultados de la evaluación física o composición corporal.

V. CONCLUSIONES

- Se encontró que el porcentaje de grasa corporal de los atletas elite de crossfit del Perú tuvo una relación inversa con el test del dinamómetro manual y el test Course-Navette.
- Se encontró que el test de dinamómetro manual y el test Course-Navette estaría determinada por la grasa corporal y la masa muscular en conjunto.
- Se identificó que la mayoría de los atletas elite de crossfit del Perú tienen baja cantidad de grasa corporal, mientras que los restantes fueron considerados con una grasa corporal media.
- Se identificó que la mayoría de los deportistas elite de crossfit del Perú tuvieron una excelente cantidad de masa muscular, seguido de una buena cantidad de masa muscular.
- Se encontró que el rendimiento físico de los atletas elite de crossfit del Perú, con el test de dinamómetro manual, la mayoría fueron denominados con una fuerza normal y en menor cantidad como fuertes.
- Se encontró con el test Sargent, que la mayoría de los participantes tuvieron una altura de salto por encima del promedio, mientras que los restantes tuvieron una altura de salto promedio.
- Se encontró con el test Course-Navette, que la mayoría de los evaluados presentaron una buena condición aeróbica, luego en menor cantidad, una condición aeróbica media y finalmente una mínima cantidad con una baja condición aeróbica y excelente condición aeróbica.

VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere para futuras investigaciones, mantener las pruebas físicas realizadas en el presente estudio, ya que consideramos fueron bien proyectadas para la disciplina de CrossFit.
- Se propone complementar las variables de fuerza, potencia y resistencia aeróbica con pruebas deportivas que se orienten principalmente hacia esas aptitudes respectivamente, luego correlacionarlo con la composición corporal.
- Se sugiere incluir mayor número de participantes mediante diversos campeonatos nacionales de Crossfit que tengan, en su proceso de selección, los mejores atletas, tal como se hizo en el presente estudio.
- Se sugiere realizar las mediciones antropométricas y las evaluaciones del rendimiento físico en los días posteriores de la competencia, cuando el atleta se encuentre, nuevamente preparado física y mentalmente.
- Se propone incorporar cuestionarios dietéticos y de actividad física para conocer el balance energético e ingesta de macronutrientes, así como de suplementación o ayudas ergogénicas que llevan los deportistas elite.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

American College of Sports Medicine. (2006). *Guides for Exercise Testing and Prescription*.

7ma ed. Philadelphia: Penns.

American Heart Association (1972). *Exercise Testing and Training of Apparently Healthy*

Individuals: A Handbook for Physicians., Nueva York, Estados Unidos.

Andrade, A. y Ruilova, F. (2022). *Relación entre los hábitos alimentarios y la composición*

corporal en personas que practican crossfit en el box Mirador Crossfit en el periodo

octubre 2021 a febrero 2022. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de

Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Arkinstall, M. (2010). *VCE Physical Education 2*. Macmillian Education Australia.

Bardales, L. y Conde, E. (2021). *Somatotipo y porcentaje de grasa en el rendimiento deportivo*

en jugadores de futbol de la Academia Cantolao, 2021. (Tesis de pregrado).

Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

Behnke, J., Feen, B. y Welham, W. (1942). The specific gravity of healthy men. *JAMA*. 118;495-

498.

Buitrago, P. y Agudelo, F. (2021). Fenómeno de interferencia en atletas de Crossfit.

(Monografía de pregrado). Universidad Santo Tomas. Bucaramanga. Colombia.

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.

Boeckh-Behrens, W. y Buskies, W. (2005). Entrenamiento de la Fuerza I. *Barcelona:*

Païdotribo. España.

- Bompa, T. y Buzzichelli, C. (2017). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Canda, A. (2017). Deportistas de alta competición con índice de masa corporal igual o mayor a 30 kg/m². ¿Obesidad o gran desarrollo muscular? *Apunts Sports Medicine*. 52(193): 29-36.
- Carbajal, O. y Terrones, A. (2018). Asociación entre porcentaje de grasa y rendimiento deportivo en deportistas universitarios de una universidad privada. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
- Carreker, J. D. y Grosicki, G. J. (2020). Physiological Predictors of Performance on the CrossFit "Murph" Challenge. *Sports (Basel, Switzerland)*. 8(7): 92.
- Castro, P. (2017). *Relación entre el nivel de rendimiento en 50 y 100 metros, con el porcentaje de grasa, en deportistas nadadores velocistas de alta competencia del club internacional, Arequipa 2015-2016*. (tesis de posgrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.
- Claudino, JG., Gabbett, TJ., Bourgeois, F. y col. (2018). Descripción general de Crossfit: revisión sistemática y metanálisis. *Sports Med – Abierto* 4, 11.
- Fernandez, R., Correas-Gómez, L., Álvarez, E y Alvero-Cruz, J. (2014). Importancia clínica, métodos diagnósticos y efectos del ejercicio físico sobre la grasa visceral. *Archivos de Medicina del Deporte*. 31(6); 414-421.
- Gallagher, D., Heymsfield, S., Heo, M., Jebb, S., Murgatroyd y Sakamoto Y. (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr*. 72:694–701.
- García, A. (2010). El Psicólogo del Deporte en el alto rendimiento: Aportaciones y retos futuros. *Papeles del Psicólogo*. 31(3), 259-268.
- García, G. y Secchi, J. (2014). Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una

- idea original que perdura 30 años. *Apunts Med Esport*. 4(183):93-103.
- Glassman, G. (2018). Guía de entrenamiento de nivel 1. CrossFit Journal. Obtenido en: http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_Level1_Spanish_Latin_American.pdf
- González, J. y Gorostíaga, E. (2002). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo. Barcelona: INDE.
- Heath, B. y Carter, J. (1967). A modified somatotype method. *Am J Phys Antrop*. 27:57-74.
- Herrera, A. (2004). *Cineantropometría: Composición corporal y somatotipo de futbolistas que desarrollan su actividad en la comunidad de Madrid*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- Ibáñez, M. (2022). *Biomecánica del musculo y el tendón. Análisis crítico de modelos teórico-numéricos*. Trabajo posgrado. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.
- Kerr, D.A. (1988). *Método antropométrico para el fraccionamiento de masa cutánea, adiposa, muscular, ósea y de tejido residual en hombres y mujeres de 6 a 77 años*. (Tesis doctoral). Simon Fraser University, Canadá.
- Kerr, D.A. y Ross, W.D. (1991). *Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva*. APUNTS; 18:175-187
- Komi, P. (2002). Strength and power in Sport. 2da edición. *Blackwell Scientific Publications*.
- La Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. (2019). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica*. <https://www.isak.global/>
- López, J. y Fernández, A. (2006). Fisiología del ejercicio. Editorial medica panamericana.
- 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.
- Manual de Usuario – Dinamómetro Electrónico Camry EH101. (s. f.). Obtenido en:

<http://www.generalasde.com/>

Martínez, N. y Vivas, A. (2014). *Estudio comparativo antropométrico y del somatotipo entre los jugadores del club nuevo talento de paradera y el club generaciones palmiranas de palmira, categoría prejuvenil*. (Tesis de pregrado). Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Martínez, R., Valenzuela, P., Lidia, A., Gil, J., Montalvo, A., Talavera, E., Lucia, A., Moral, S. y Barranco, D. (2020). Predictores fisiológicos del rendimiento competitivo en atletas de CrossFit. *Revista internacional de investigación ambiental y salud pública*, 17 (10), 3699.

Martínez, J., Urdampilleta, A., Mielgo, J. y Janci, J. (2012). Estudio de la composición corporal en deportistas masculinos universitarios de diferentes disciplinas deportivas. *Cuadernos de Psicología del Deporte*. 12, 1: 89-94.

Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*. 4; 223-230.

Mayer, S. (2018). Crossfit y funcional, los negocios fitness de moda. *Revista La cámara Lima*. 12-14.

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.

Mollinedo, H. (2014). *Influencia en la resistencia aeróbica e índice de masa corporal de un plan de actividad física terapéutica en la mujer adulta*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Montero, R. (2016). Modelos de regresión lineal múltiple. *Documentos de Trabajo en*

Economía Aplicada. Universidad de Granada. España.

Pila, E. (2021). Investigación bibliográfica impacto del ejercicio aeróbico sobre la función cognitiva en pacientes con enfermedad de Alzheimer. (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador.

Ramos, N. y 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 I). *PubliCE*

Ramos, Y. (2014). *Composición corporal, proporcionalidad corporal y biotipo en escolares de 12 a 18 años de la zona rural de el Collao llave – 2014*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Organización Mundial de la Salud. (2021). Obesidad y Sobrepeso. Obtenido en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Pacheco del Cerro, J. (2003). *Valoración antropométrica de la masa grasa en atletas de élite*. España: Consejo superior de Deportes. Obtenido en: [https://estaticos.csd.gob.es/csd/publicaciones/08 Metodos de estudio de composicion corporal en deportistas.pdf](https://estaticos.csd.gob.es/csd/publicaciones/08%20Metodos%20de%20estudio%20de%20composicion%20corporal%20en%20deportistas.pdf)

Platonov, V. N. y Bulatona, M. (2006). La preparación física. *Paidotribo*. España.

Sabio, V., Redondo, J. y Cuadrado, G. (2005). Valoración de la fuerza estática, mediante dinamometría manual, de la población escolar de Castilla y León. Revisión. Universidad de León, España.

Sáez, G., Ariz, A., Cardenal, J., Quintero, E. y Alarcón, A. (2018). Evaluación del VO₂max y composición corporal en futbolistas pre juveniles de futbol en Santander, 2018. *Revista peruana de ciencia de la actividad física y del deporte*. 6(3):779-788.

Saiz, L. (2017). CrossFit, entrenamiento a alta intensidad. *Webconsultas – Revista de salud y bienestar*. Obtenido en: <https://www.webconsultas.com/ejercicio-y->

deporte/actividades-fitness/que-es-el-crossfit

- Shapiro, S. S. y Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591–611. <https://doi.org/10.2307/2333709>
- Smoak, G. (2015). Planificación del Entrenamiento Funcional. *SadeCrativeASIN*. (2) B01F4CIU0U.
- Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology*, 15(1), 72–101. <https://doi.org/10.2307/1412159>
- Sucasaire, J. y Ticona, R. (2023). MÉTODOS ESTADÍSTICOS: Guía básica para el uso de la estadística inferencial en investigación. Concytec.
- Tibana, A., de Sousa, N., Sousa, N., Romeiro, C., Hanai, A., Brandão, H., Dominski, F. y Voltarelli, F. (2021). Local Muscle Endurance and Strength Had Strong Relationship with CrossFit Open 2020 in Amateur Athletes. *Sports (Basel)*. 6;9(7):98.
- Villa, J. y García, J. (2003). Test de Salto vertical (I): Aspectos funcionales. *Revista Rendimiento Deportivo.com*, no. 6:301960181.
- Wang, Z., Pierson, R. & Heymsfield, S. (1992). The five level method: a new approach to organizing body–composition research. *The American Journal Clinical Nutrition*. 56; 19-2
- Weineck, J. (2005). Entrenamiento total. *Paidotribo*.
- Yuhasz, M. (1974). *Physical Fitness Manual*. London: Ontario
- Zapardiel, J. (2014). *Valoración isocinética de los músculos rotadores del complejo articular del hombro en jugadores de balonmano playa*. (Tesis de posgrado). Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, España.
- Zamirullah, K., Naseem, A. y Hasaan. W. (2016). Kinanthropometric Profile and Physical Performance of Athletic Track Events in Relation to Different Runners. *IISTE*. 106(7).

Zubillaga, D. M. et al. (2015). Valoración de fuerza isométrica en extremidades inferiores y composición corporal en prematuros. *Anales de pediatría*. 83(4), pp. 229–235.

Zumárraga, J. (2019). *Ejercicio físico y mioquinas ¿Por qué el ejercicio es beneficioso para la salud?* (Trabajo fin de grado). Universidad de Sevilla. España.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES				METODOLOGÍA	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
La composición corporal podría influir en el rendimiento físico en deportistas elite de crossfit.	General	<p>Ho: No existe relación entre la composición corporal y el rendimiento físico en deportistas elite de crossfit.</p> <p>Ha: Existe relación entre la composición corporal y el rendimiento físico en deportistas elite de crossfit.</p>	Variable independiente				Población	Técnicas
	Determinar la relación entre la composición corporal con el rendimiento físico en deportistas elite de crossfit.		Composición corporal (2 compartimentos)	Masa muscular	Excelente	> 54.2%	Competidores de la categoría avanzados de crossfit del Perú.	-Mediciones antropométricas ISAK: fórmulas predictivas de masa muscular: 5 componentes por Deborah Kerr y William Ross 1988. Masa grasa: fórmula de Yuhazs 1974.
					Bueno	≤ 54.2%		
					Aceptable	≤ 50.8%		
					Bajo	≤ 43.9%		
				Masa grasa	Bajo	> percentil 90		
					Medio	Percentil 70 - 90		
	Masa grasa		Alto	< percentil 70	-Test Course-Navette: (VO2 máx.) fórmula de Leger et al. 1988.			
						-Salto vertical Test de Sargent.		
	Específicos			Variable dependiente				Muestra
<p>-Determinar el porcentaje de grasa corporal de los deportistas elite de crossfit.</p> <p>-Determinar el porcentaje de</p>	Rendimiento físico	Resistencia aeróbica VO2 máx.	Excelente	> 52	30 competidores elite de crossfit del evento "Desafío Perú 2022"	- Balanza de diagnóstico BEURER Bf105 con precisión de 100g. - Tallímetro de madera de 3 cuerpos validados por CENAN de 0.1 cm de exactitud.		
			Bueno	43 – 52				
			Medio	34 – 42				
			Bajo	25 – 33				
			Muy bajo	< 25				

	masa muscular de los deportistas elite de crossfit. -Medir el rendimiento físico de 3 aptitudes: resistencia aeróbica, fuerza y potencia de los deportistas elite de crossfit.			Fuerza de agarre (25 a 29 años)	Fuerte	> 57kg	Diseño de investigación	<ul style="list-style-type: none"> - Plicómetro Slim Glide 0.2 mm de precisión. - Segmómetro corto Cercof Innovare precisión 1mm. - Cinta antropométrica Luf Kin W606PM metálica. -Reproductor de sonido del test, cinta métrica de 10 metros y conos. -Dinamómetro electrónico Camry EH101, precisión de 100g. -Plancha de papel de 2m graduado en centímetros y tinta de huella. 	
					Normal	37.7 – 57.5kg			
					Débil	< 37.7kg			
				Altura de salto	Excelente	> 70cm			No experimental, descriptivo, correlacional y transversal.
					Por encima de la media	56 – 70cm			
					Promedio	41 – 55cm			
					Por debajo de la media	31 – 40cm			
					Pobre	≤ 30cm			

Anexo 2: 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 3: Valores de referencia de porcentaje 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 4: Fórmula de Kerr y Ross (1988).

$$SMU = (CAG + FAG + CTHG + CCAG + CCHG)$$

$$ZMU = ((SMU \times 170.18/HT) - 207.21) / 13.74$$

Donde:

207.21 = suma Phantom de los perímetros corregidos.

13.74 = suma Phantom de las desviaciones estándar para los perímetros.

CAGR = perímetro del brazo (relajado) corregido para el pliegue cutáneo del tríceps.

FAH = perímetro del antebrazo.

CTHG = perímetro de la pierna corregido para el pliegue cutáneo de la pierna frontal.

CCAG = perímetro de la pantorrilla corregido para el pliegue cutáneo de la pantorrilla medial.

CCHG = perímetro de la caja torácica corregido para el pliegue cutáneo subescapular.

HT = estatura de pie

$$\text{Musculo (Kg)} = \frac{((ZMU \times 5.4) + 24.5)}{\left(\frac{170.18}{HT}\right)^3}$$

Fuente: Kerr, D.A. y Ross, W.D. (1991).

Donde:

24.5 = masa muscular Phantom (kg).

5.4 = desviación estándar Phantom para el músculo.

Anexo 5: Valores de referencia de porcentaje 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 6: Ficha para recolección de datos antropométricos

Ficha de medidas antropométricas

Nombre completo:

Fecha:

Edad:

	TIPO DE MEDIDA	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICION 3	MEDIA
MEDIDAS BÁSICAS					
1	Peso (kg)				
2	Talla (m)				
PLIEGUES CUTÁNEOS					
3	Tríceps (mm)				
4	Subescapular (mm)				
5	Supraespinal (mm)				
6	Abdominal (mm)				
7	Muslo (mm)				
8	Pierna (mm)				
PERÍMETROS					
9	Brazo relajado (cm)				
10	Brazo en flexión y contraído (cm)				
11	Antebrazo (cm)				
12	Muslo medio (cm)				
13	Pierna (cm)				
14	Tórax (cm)				
DIÁMETROS					
15	Húmero (cm)				
16	Fémur (cm)				

Fuente: Elaboración propia.

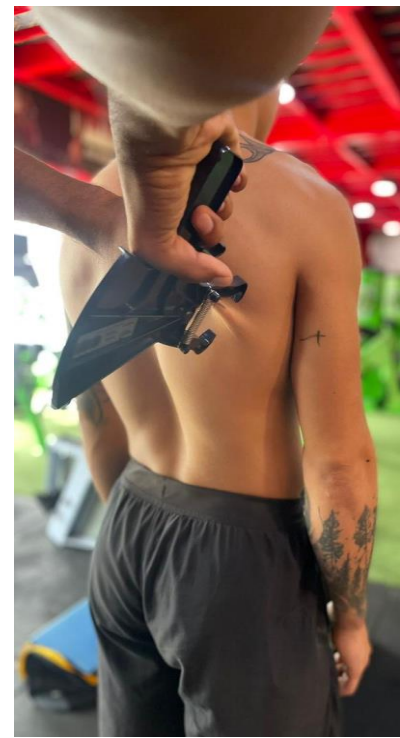
Anexo 7: Medición de pliegues cutáneos



Medición del pliegue cutáneo Tricipital.



Medición del pliegue cutáneo bicipital.



Medición del pliegue cutáneo Subescapular.



Medición del pliegue cutáneo Abdominal.



Medición del pliegue cutáneo supraespal.



Medición del pliegue cutáneo muslo medio.

Anexo 8: Medición de perímetros



Medición del perímetro del tórax.



Medición del perímetro del antebrazo.



Medición del perímetro del muslo medio.

Anexo 9: Ficha de recolección de datos de pruebas físicas

Ficha de pruebas físicas

Nombre	Resultado del "Test Course- Navette"	Resultado del "Test presión agarre" (kg)	Resultado del "Test Sargent" (cm)
	Periodo VFA	1 - 2	Hf - Hi : H
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: Cartilla del Test Course-Navette

Cartilla de medición del Test 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 11: Fórmula de Leger et al. (1988).

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

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

Donde:

VFA: Velocidad final alcanzada

Anexo 12: Valores de referencia del VO2 máx.

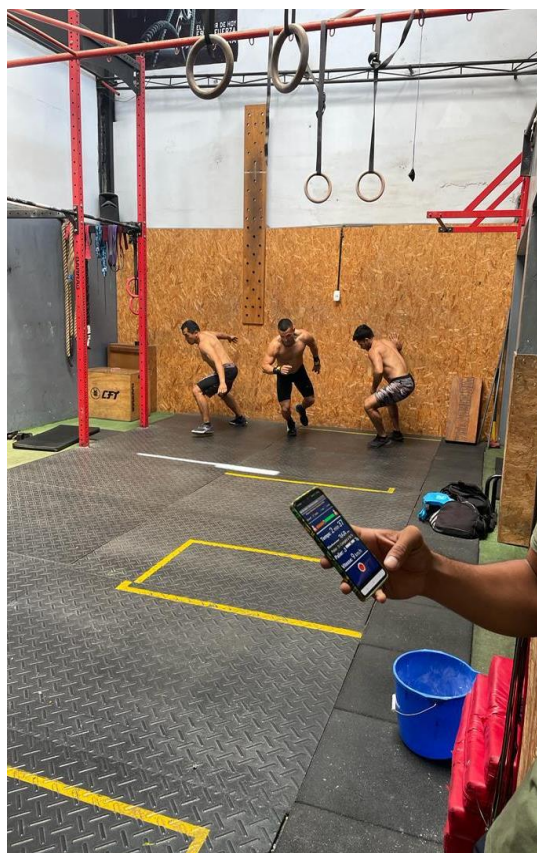
	Mujer	Hombre
Excelente	48 o más	52 o más
Bueno	38-48	43-52
Medio	31-37	34-42
Bajo	24-30	25-33
Muy bajo	24 o menos	25 o menos

Fuente: American Heart Association (1972).

Anexo 13: Evaluación del test Course-Navette



Línea de inicio de la prueba Course-Navette.



Línea final de la prueba Course-Navette.

Anexo 14: Valores de referencia de fuerza de dinamómetro de mano.

EDAD	HOMBRE			MUJER		
	Débil	Normal	Fuerte	Débil	Normal	Fuerte
10-11	<12.6	12.6-22.4	<22.4	<11.8	11.8-21.6	<21.6
12-13	<19.4	19.4-31.2	<31.2	<14.6	14.6-24.4	<24.4
14-15	<28.5	28.5-44.3	<44.3	<15.5	15.5-27.3	<27.3
16-17	<32.6	32.6-52.4	<52.4	<17.2	17.2-29.0	<29.0
18-19	<35.7	35.7-55.5	<55.5	<19.2	19.2-31.0	<31.0
20-24	<36.8	36.8-56.6	<56.6	<21.5	21.5-35.3	<35.3
25-29	<37.7	37.7-57.5	<57.5	<25.6	25.6-41.4	<41.4
30-34	<36.0	36-55.8	<55.8	<21.5	21.5-35.3	<35.3
35-39	<35.8	35.8-55.6	<55.6	<20.3	20.3-34.1	<34.1
40-44	<35.5	35.5-55.3	<55.3	<18.9	18.9-32.7	<32.7
45-49	<34.7	34.7-54.5	<54.5	<18.6	18.6-32.4	<32.4
50-54	<32.9	32.9-50.7	<50.7	<18.1	18.1-31.9	<31.9
55-59	<30.7	30.7-48.5	<48.5	<17.7	17.7-31.5	<31.5
60-64	<30.2	30.2-48	<48.0	<17.2	17.2-31.0	<31.0
65-69	<28.2	28.2-44	<44.0	<15.4	15.4-27.2	<27.2
70-99	<21.3	21.3-35.1	<35.1	<14.7	14.7-24.5	<24.5

Fuente: Manual de Usuario – Dinamómetro Electrónico Camry EH101

Anexo 15: Evaluación del dinamómetro manual



Medición de la fuerza de brazos con dinamómetro manual.



Medición de la fuerza de brazos con dinamómetro manual.

Anexo 16: Valores de referencia de salto del test Sargent

Género	Excelente	Encima de la media	Promedio	Por debajo de la media	Pobre
Hombre	>70cm	56-70cm	41-55cm	31-40cm	<30cm

Fuente: Arkinstall, M. (2010).

Anexo 17: Evaluación del test Sargent



Inicio de la prueba Sargent: posición con contramovimiento-



Final de la prueba Sargent: salto máximo con toque del dedo medio al papel métrico.

Anexo 18: Consentimiento informado del estudio

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Los investigadores Kevynn Herbozo Ampuero y Marco André Obregón Bravo, estudiantes de la universidad Le Cordon Bleu, quienes están trabajando en la investigación titulada “COMPOSICIÓN CORPORAL Y RENDIMIENTO FÍSICO EN DEPORTISTAS DE ELITE DE CROSSFIT, LIMA 2022”, le pedirán que realice pruebas de esfuerzo físico invitándolo a poner el máximo empeño en las 3 actividades planteadas, por otro lado realizarán mediciones antropométricas como peso, talla, pliegues cutáneos y diámetros de huesos, donde usted deberá permanecer en shorts y descubierto en la zona del torso durante el tiempo que dure la medición.

Dicho procedimiento no perjudicará al evaluado y la información recolectada será confidencial, con el único propósito de la investigación, por el cual solicitamos su autorización para dichas intervenciones.

Yo _____ autorizo a los investigadores a tomar medidas antropométricas y a estar a disposición para las pruebas de esfuerzo físico bajo las condiciones propuestas, para que los datos obtenidos sean utilizados con el propósito de la investigación.

Firma participante

DNI

Firma investigadores

DNI