



Brian Johan Bustos Viviecas
Rodrigo Ramírez Campillo
Carlos Enrique García Yerena
Rafael Arturo Orozco Medina

Perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad

Perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad

Perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad

Mg. Brian Johan Bustos-Viviescas
Instructor SENA Risaralda

PhD. Rodrigo Ramírez-Campillo
Docente Universidad Andrés Bello (Chile)

Mg. Carlos Enrique García Yerena
Docente Universidad del Magdalena

Mg. Rafael Arturo Orozco Medina
Docente Universidad de Pamplona



Perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad / Brian Johan Bustos-Viviescas, Rodrigo Ramírez-Campillo, Carlos Enrique García Yarena y Rafael Arturo Orozco Medina -- Pamplona; Universidad de Pamplona. 2024.
126 p. ; 17 cm x 24 cm.

ISBN (digital): 978-628-7656-33-8

© **Universidad de Pamplona**

Sede Principal Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga-
Ciudad Universitaria. Norte de Santander, Colombia.

www.unipamplona.edu.co

Teléfono: 6075685303

Perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad

Brian Johan Bustos-Viviescas
Rodrigo Ramírez-Campillo
Carlos Enrique García Yarena
Rafael Arturo Orozco Medina

ISBN (digital): 978-628-7656-33-8

Primera edición, agosto de 2024

Colección Bienestar y Salud

© Sello Editorial Unipamplona

Rector: Ivaldo Torres Chávez Ph.D

Vicerrector de Investigaciones: Aldo Pardo García Ph.D

Jefe Sello Editorial Unipamplona: Caterine Mojica Acevedo

Corrección de estilo: Andrea del Pilar Durán Jaimes

Diseño y diagramación: Laura Angelica Buitrago Quintero

Hecho el depósito que establece la ley. Todos los derechos reservados.
Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio, sin permiso del editor.

Prólogo

Elevar las posibilidades de obtener altos logros es un tema de interés creciente de diferentes investigadores, preparadores físicos y profesionales de las ciencias aplicadas al deporte, sin embargo, para lograr esto se debe tener una visión imparcial de las nuevas tendencias del acondicionamiento físico y fitness, dado a que, frecuentemente se vienen señalando a las mismas como contraproducentes y potencialmente lesivas cuando ni siquiera se han abordado los elementos más básicos desde la investigación aplicada.

Por ejemplo, una persona que se forma en las disciplinas relacionadas con la educación física, la medicina, la fisioterapia, la nutrición y otras afines al deporte no puede tener una mente cerrada, debido a que, el ámbito de las ciencias del deporte y la salud se encuentra en constante evolución por lo que el conocimiento sigue aumentando en cantidad y calidad.

Alguien que se encuentre dentro del campo del deporte y la educación física no puede ser totalmente cerrado ante las nuevas posibilidades de innovar el quehacer profesional, esto teniendo la salvedad de que se respeten los principios básicos del entrenamiento deportivo, las leyes de adaptación a la carga y sin lugar a dudas se fundamenta en las ciencias biomédicas.

Teniendo en cuenta lo anterior, clasificar de entrada al entrenamiento funcional de alta intensidad como una modalidad de ejercicio con una elevada prevalencia a lesiones y respuestas fisiológicas contraproducentes para todos los casos sería basarse en creencias y no en hechos comprobados, debido a que, la evidencia científica generada en los últimos años respecto a dicha modalidad sugiere que es una apuesta interesante para mejorar la condición física, el rendimiento físico y la salud, así como su aplicabilidad en diferentes poblaciones

sanas, clínicas y deportivas.

Sin lugar a dudas, abordar el entrenamiento funcional de alta intensidad desde el punto de vista investigativo puede generar diversas controversias desde su metodología y planificación, no obstante, lo imprevisible y los vacíos de conocimiento es aquello que nos debe de motivar a los excelentes profesionales de la salud y el deporte para seguir en el camino de la ciencia.

Carlos Enrique García Yerena
Brian Johan Bustos-Viviescas

Tabla de contenido

Capítulo 1

Introducción	21
Planteamiento y descripción del problema	22
Justificación	24

Capítulo 2

Marco teórico y conceptual	29
Antecedentes	36

Capítulo 3

Preguntas/hipótesis	43
Pregunta problema	43
Hipótesis de investigación	43
Objetivos	43
Objetivo general	43
Objetivos específicos	44
Descripción del área u objeto de estudio	44
Contexto (ambiente, sitio, evento, hecho)	44
Periodo	44
Materiales y métodos	44
Conceptualización para el paradigma	44
Diseño	45
Muestra	45
Procedimientos de recolección de los datos. Instrumento(s)	45
Dependencia, credibilidad, transferencia y confirmabilidad	61
Equipo de trabajo	61
Análisis de los datos	61
Cronograma: programación de tiempos	62
Normas éticas	63
Resultados	63
Discusión	79

Capítulo 4

Conclusiones	96
Propuesta	96

Referencias bibliográficas	97
----------------------------------	----

Lista de abreviaturas y siglas

HIFT High intensity functional training

WOD Workout of Day

Cm Centímetros

m Metros

Kg Kilogramos

Lb Libras

IMC Índice de Masa Corporal

App Aplicación móvil

ABK Salto Abalakov

CMJ Salto Contramovimiento

SJ Salto sentadilla

W Watts

N Newton

R Correlación

P P-Valor

Lista de tablas

Tabla 1. Cronograma de actividades	62
Tabla 2. Características generales	64
Tabla 3. Masa grasa y masa muscular	65
Tabla 4. Flexibilidad y repetición máxima en levantamiento olímpico	66
Tabla 5. Resistencia muscular	68
Tabla 6. Habilidades o skills	70
Tabla 7. Altura, fuerza, potencia y componentes del salto vertical ..	72
Tabla 8. Entrenamientos de referencia	74
Tabla 9. Fuerza prensil de la mano	76
Tabla 10. CrossFit® total	77

Lista de figuras

Figura 1. Distribución lógica de las pruebas funcionales	46
Figura 2. Realización de la bioimpedancia	47
Figura 3. Realización de la prueba de repetición máxima en arranque	48
Figura 4. Prueba de repetición máxima de cargada y envión	49
Figura 5. Prueba de repeticiones máximas estrictas en posición invertida	50
Figura 6. Prueba de repeticiones máximas de dominadas estrictas	51
Figura 7. Prueba de repeticiones máximas de sentadillas pistolas	51
Figura 8. Prueba de repeticiones máximas de pies a barra	51
Figura 9. Prueba de repeticiones máximas de flexiones con impulso en posición invertida	52
Figura 10. Prueba de repeticiones máximas de flexiones en dominada isométrica	52
Figura 11. Prueba de habilidades de propulsiones	53
Figura 12. Prueba de habilidades AMRAP de saltos dobles	54
Figura 13. Prueba de habilidades AMRAP de balanceos de pesa rusa	54
Figura 14. Prueba de habilidades AMRAP de burpees	54
Figura 15. Toma de datos fundamentales para la app My Jump	55
Figura 16. Pruebas de salto vertical	55
Figura 17. Análisis de las pruebas de salto vertical	56
Figura 18. Prueba WOD Benchmarck Grace	58
Figura 19. Prueba WOD Benchmarck Filthy 50	58
Figura 20. Prueba de fuerza prensil de la mano	59
Figura 21. Prueba de repetición máxima en sentadilla con barra...	60
Figura 22. Prueba de repetición máxima en sentadilla con barra ..	60
Figura 23. Prueba repetición máxima en press de hombros	60
Figura 24. Masa grasa y masa muscular por sexo y categoría	65
Figura 25. Flexibilidad por sexo y categoría	67
Figura 26. Perfil de resistencia muscular en hombres por categoría	68

Figura 27. Perfil de resistencia muscular en mujeres por categoría	69
Figura 28. AMRAP de saltos dobles, balanceos de pesa rusa y burpees por sexo y categoría	71
Figura 29. Entrenamiento de referencia Grace por sexo y categoría	74
Figura 30. Entrenamiento de referencia Filthy 50 por sexo y categoría	75
Figura 31. Fuerza prensil de la mano por sexo y categoría	76
Figura 32. Perfil de repetición máxima en hombres por categoría ..	78
Figura 33. Perfil de repetición máxima en mujeres por categoría ..	78
Figura 34. CrossFit Total® por sexo y categoría	79

Presentación

Introducción

El entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT) ha presentado un crecimiento considerable en los últimos, generando un amplio interés en los profesionales del deporte y la salud sobre su metodología de trabajo. No obstante, la literatura sobre el perfil fisiológico de sus practicantes es escasa.

Objetivo

Determinar el perfil fisiológico en practicantes de HIFT en Cúcuta, Colombia.

Metodología

Fue realizado un estudio exploratorio de enfoque cuantitativo con una muestra a conveniencia y un diseño de campo en el que participaron 10 hombres recreativos (edad $22,40 \pm 1,96$ años; talla $1,74 \pm 0,05$ m; masa corporal $76,07 \pm 10,71$ kg; experiencia en HIFT $20,40 \pm 11,45$ meses), 8 hombres avanzados (edad $26,50 \pm 4,02$ años; talla $1,68 \pm 0,06$ m; masa corporal $73,53 \pm 8,97$ kg; experiencia en HIFT $54,00 \pm 31,71$ meses), 4 mujeres recreativas (edad $24,75 \pm 5,25$ años; talla $1,64 \pm 0,07$ m; masa corporal $65,58 \pm 6,44$ kg; experiencia $25,50 \pm 31,51$ meses) y 4 mujeres avanzadas (edad $22,75 \pm 3,30$ años; talla $1,59 \pm 0,04$ m; masa corporal $57,75 \pm 5,12$ kg; experiencia $35,50 \pm 22,99$ meses), todos realizaron un conjunto de diferentes pruebas distribuidas en 4 días (composición corporal, fuerza muscular, resistencia muscular, flexibilidad, habilidades y entrenamientos de referencia). El análisis estadístico fue efectuado con un $p < 0,05$ para significancia (95% de confianza) en el paquete IBM SPSS V. 25 (Demo) aplicando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, y se

compararon los grupos avanzados con recreativos por medio del análisis de varianza de un factor (ANOVA) o la prueba de la U de Mann-Whitney.

Resultados

En hombres se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre avanzados y recreativos para la repetición máxima en arranque ($92,25 \pm 13,59$ kg vs $59,30 \pm 8,64$ kg), repetición máxima en cargada y envión ($119,38 \pm 15,91$ kg vs $87,10 \pm 11,05$ kg), repeticiones máximas en flexiones en posición invertida ($36,75 \pm 20,27$ reps vs $17,10 \pm 5,07$ reps), sentadillas pistola (pierna izquierda $22,75 \pm 4,71$ reps vs $5,60 \pm 4,43$ reps; pierna derecha $22,13 \pm 3,36$ reps vs $7,30 \pm 5,76$ reps), pies a barra ($30,13 \pm 3,48$ reps vs $19,30 \pm 5,44$ reps), prueba AMRAP de burpees (BUP; $47,13 \pm 15,62$ reps vs $33,30 \pm 8,50$ reps), tiempo en completar el WOD Grace ($238,30 \pm 40,00$ s vs $177,37 \pm 50,73$ s), repetición máxima en sentadilla con barra ($156,63 \pm 22,72$ kg vs $131,20 \pm 15,61$ kg), repetición máxima en press de hombros ($74,38 \pm 14,0$ kg vs $53,80 \pm 6,12$ kg) y CrossFit® Total ($391,63 \pm 52,91$ kg vs $327,80 \pm 25,08$ kg), respectivamente. En las mujeres, las diferencias significativas se presentaron entre avanzadas y recreativas para las repeticiones máximas en pies a barra ($16,75 \pm 1,50$ reps vs $9,00 \pm 2,16$ reps), el tiempo de la dominada isométrica ($58,50 \pm 13,48$ s vs $23,50 \pm 20,86$ s), y, en el salto CMJ para la altura ($31,15 \pm 3,87$ cm vs $23,70 \pm 4,28$ cm) y fuerza ($1654,75 \pm 249,41$ N vs $1410,25 \pm 144,75$ N), respectivamente.

Conclusión

Los hombres presentaron diferencias significativas en las pruebas de repetición máxima, repeticiones máximas, AMRAP de burpees y WOD Grace, mientras que las mujeres solamente para las repeticiones máximas en pies a barra, el tiempo de la dominada isométrica, y, la altura y fuerza para CMJ.

Palabras clave: Aptitud física, gimnasios, ejercicio físico, fisiología, rendimiento funcional físico (Fuente: Decs).



CAPÍTULO UNO

Introducción

La inactividad física representa un problema considerable en salud pública en todo el mundo, y como intento para promover una mayor adherencia hacia la práctica de la actividad física algunos métodos de entrenamiento que emplean poco tiempo de realización se encuentran ganando popularidad (Camargos et al., 2020), dado a que, un ejercicio de corta duración que cuenta con una intensidad suficiente puede generar adaptaciones favorables al entrenamiento (Menz et al., 2019), y esto se evidencia con el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) se ha convertido en una tendencia de acuerdo a los datos del American College of Sports Medicine (Colegio Americano de Medicina del Deporte) (Thompson, 2017).

No obstante, según Greenlee et al., (2017) el entrenamiento de la alta intensidad experimenta cambios en su estructura, en vista de que anteriormente se realizaban ejercicios específicos como correr o andar en bicicleta y ahora existe una transición por ejercicios funcionales como forma alternativa eficaz denominándosele entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT), esta forma de ejercicio de acuerdo con Alsamir Tibana et al., (2019) es relativamente nueva y se comercializa a una amplia gama de poblaciones físicamente activas (atletas, militares, entre otros) e inactivas.

Los protocolos de entrenamiento funcional de alta intensidad se caracterizan por estar compuestas por ejercicios multimodales y "funcionales" (Feito et al., 2018a; Feito et al., 2018c), del mismo modo, incorporan el entrenamiento de fuerza y resistencia en combinación de movimientos constantemente variados de situaciones del mundo real (Fealy et al., 2018), por lo que, se utilizan movimientos balísticos sucesivos que aumentan la fuerza y la resistencia (Weisenthal et al., 2014), estos realizados a altos volúmenes e intensidades de entrenamiento (Teixeira, 2020), y puede ser realizado de diversas modalidades y duraciones (Kluszczewicz et al., 2018).

Por otra parte, el HIFT ha crecido exponencialmente en las últimas dos décadas por la promoción de un estilo de vida físicamente más activo (Box et al., 2019), igualmente a su fácil acceso a la programación y un mayor disfrute con respecto a otras formas de entrenamiento tradicional (Heinrich et al., 2014; Wilke et al., 2019; Heinrich et al., 2020), a su vez permite desarrollar entrenamientos con menores tiempos durante la semana de forma atractiva (Heinrich et al., 2014; Kliszczewicz et al., 2017; Carnes & Mahoney, 2018), por esto, resulta en una propuesta interesante para la adherencia a largo plazo para la actividad física (Fisher et al., 2017).

Cabe mencionar que existen otras denominaciones al concepto de HIFT como los programas de acondicionamiento extremo, y, entre estos programas de acondicionamiento extremo se encuentran CrossFit®, Insanity®, Gym Jones® y P90X® (Knapik, 2015), sin embargo, el CrossFit® representa la forma más común del HIFT (Feito et al., 2018b), y por ello en el mundo es uno de los modos de HIFT de mayor crecimiento (Claudino et al., 2018), por lo que no resulta extraño que en sesiones de HIFT se tiendan a incorporar algunos aspectos del CrossFit® como lo es el caso de las sesiones populares de entrenamiento o Workout of Day (WOD).

Planteamiento y descripción del problema

A través de la historia las ciencias de la actividad física y el deporte se han inquietado de forma continua por investigar las características morfológicas del hombre y aquellos factores que inciden sobre ella (Padilla et al., 2020). Entre los temas de interés actual se destaca el perfil fisiológico en diferentes deportes, puesto que según Andreato et al., (2017) para realizar con mayor especificidad la organización y prescripción del entrenamiento es necesario conocer el perfil fisiológicos de los atletas del deporte.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta la popularidad creciente del HIFT se han desarrollado investigaciones que posibiliten conocer a mayor profundidad desde una perspectiva fisiológica este tipo de entrenamiento (Bellar et al., 2015), pero esta tarea ha sido bastante complicada para los diferentes investigadores dada las características

propias de esta práctica, ya que busca una naturaleza integral de esta metodología de entrenamiento no existe una especialización de un solo dominio de la aptitud física (Adami et al., 2020b), igualmente es un entrenamiento físico reciente que se basa en combinar el levantamiento olímpico, movimientos de peso corporal y modalidades cardiovasculares basadas en la variedad a una alta intensidad (Davies et al., 2016), y que fue diseñado para trabajar las formas ancestrales de ejercicio y movimiento (Fell & Geher, 2017).

Además, el HIFT presente una rápida difusión en los diferentes ámbitos de aplicación (rendimiento deportivo, militar, gimnasios, salud, entre otras) (Bustos-Viviescas et al., 2020a), puesto que es un ejercicio que desafía las habilidades de las personas para completar un trabajo mecánico colocando a prueba los sistemas corporales (Crawford et al., 2018), eso considerando que la incorporación de movimientos “funcionales” que permitirá un incremento de la capacidad de trabajo en varios dominios físicos (resistencia, fuerza, flexibilidad, velocidad, potencia, agilidad) (Haddock et al., 2016; Martínez-Gómez et al., 2020), del mismo modo, según su estructura son diseñados estos entrenamientos para promover adaptaciones mecánicas y metabólicas representativas (Carreker & Grosicki, 2020).

Por ende, existe la necesidad de mayor investigación en Crossfit dada su popularidad (Goings, 2014), inclusive, tanto ha sido el crecimiento del HIFT que algunas investigaciones han centrado su atención en comparar la aptitud física de practicantes de esta modalidad de entrenamiento de alta intensidad con otras poblaciones (Grier et al. 2015; De Sousa et al., 2016) u otras modalidades de entrenamiento funcional (Notarnicola et al., 2018), así como su aplicabilidad en adolescentes (Eather et al., 2016), sujetos inactivos (Dilber & Dođru, 2018; Sperlich et al., 2018; Wilke et al., 2019), sujetos físicamente activos (Schmidt et al., 2016; Barbieri et al., 2019; Mangine et al., 2020), personal militar (Grier et al., 2013; Haddock et al., 2016) y deportistas (Osipov et al., 2017; Yüksel et al., 2018; Falk Neto & Kennedy, 2019). En cuanto a estudios adelantados hasta la fecha que faciliten la comprensión fisiológica del HIFT encontramos que las respuestas agudas indican un entrenamiento de intensidad vigorosa (Kliszczewicz et al., 2014; Fernández Fernández et al., 2015; Kliszczewicz et al., 2015) y con altas concentraciones de lactato (Perciavalle et al., 2016; Brito

Vásquez et al., 2017; Tibana et al., 2018b), además que induce cambios en las concentraciones de hormonas (Mangine et al., 2018) y con niveles considerables de fatiga (Drum et al., 2017; Maté-Muñoz et al., 2018), por esta razón se evidencia un ejercicio físico de una intensidad alta y elevada complejidad para su prescripción.

Si bien existe un desafío constante para los entrenadores y médicos para dosificar la carga de entrenamiento suficiente para provocar una adaptación eficaz y que a su vez esta minimice la fatiga, la inhibición del rendimiento, el sobreentrenamiento y las lesiones (Halson, 2014; Jones et al., 2017), pero esta labor se puede dificultar para el HIFT sino existe un perfil fisiológico propio de los practicantes de esta modalidad, debido a que, los atletas más destacados en esta práctica destacan en todas las áreas de fitness (Serafini et al., 2018), y algunas de estas como importantes predictores del desempeño atlético (Barbieri et al., 2017).

Justificación

Es importante mencionar que esta práctica tuvo como génesis la mejora de la condición física, y ahora es considerada el "deporte del fitness" (Dexheimer et al., 2019), esto principalmente por su rápido crecimiento, popularidad y forma de competencia (Schlegel et al., 2020), hoy por hoy CrossFit® continua ganando adeptos en el mundo (Chacao et al., 2019), ya que cuenta con más de 5.000 gimnasios CrossFit® en todo el mundo y esta cifra incrementa cada año (Brisebois et al., 2017).

La importancia en la práctica del HIFT radica en que es una tendencia de vanguardia para la mejora del fitness por medio del entrenamiento funcional (Barrero y Suárez, 2018), teniendo en cuenta que durante estos entrenamientos se combinan capacidades aeróbicas y anaeróbicas (Bellar et al., 2015; Lichtenstein & Jensen, 2016), así como su modalidad competitiva que coloca a disposición premios lucrativos y monederos a sus competidores promoviendo una mayor participación (Haynes & DeBeliso, 2019).

La inclusión del HIFT en el deporte dio lugar a explorar aquellos determinantes asociados con su éxito (Teixeira et al., 2019), por ello, si hacemos énfasis en el ámbito del desempeño competitivo de HIFT los atletas de esta modalidad presentan características muy favorables con respecto a deportistas de rendimiento (Chacao et al., 2019), igualmente, los atletas de HIFT manifiestan unos componentes fisiológicos claves para muchas practicas físico-deportivas (Adami et al., 2020b).

Los atletas de HIFT intentan desarrollar un perfil de competidor donde pueden subir sus mejores marcas en medidas tradicionales de fuerza, potencia, rendimiento anaeróbico y aeróbico, así como algunos entrenamientos de referencia (Mangine et al., 2018a), aunque las investigaciones adelantadas sobre predictores fisiológicos en practicantes de HIFT evidencian la composición corporal (Tibana et al., 2017b; Chacao et al., 2019; Mangine et al., 2020), potencia anaeróbica (Adami et al., 2020a), capacidad anaeróbica (Feito et al., 2019), capacidad aeróbica (Bellar et al., 2015; Butcher et al., 2015; Crawford et al., 2018; Dexheimer et al., 2019), fuerza y potencia (Crawford et al., 2018; Tibana et al., 2018a; Martínez-Gómez et al., 2019), flexibilidad (Andrade et al., 2018; Luiz et al., 2020), eficiencia mecánica y estrategia técnica (Prater et al., 2011; Williamson et al., 2017), y la resistencia a esfuerzos intermitentes (Bustos-Viviescas, Acevedo-Mindiola y Merchán, 2021a), incluso estas diferencias fisiológicas son más marcadas en sujetos avanzados en esta modalidad (Adami et al., 2020a; Mangine et al., 2020a).

En razón de lo antes expuesto, los atletas de HIFT pueden emplear estos datos para entrenar de forma eficaz para la competencia (Mangine et al., 2020b), aunque, en el HIFT hasta el momento hace falta información respecto al monitoreo y control de las cargas de entrenamiento (Tibana & De Sousa, 2018c), de igual manera, a pesar de que los centros de HIFT o “Box” se basan en los mismos principios los entrenamientos para cada persona varia acorde a la condición física del participante y al entrenador de la sesión (Szeles et al., 2020), esto resulta preocupante dado a que La aplicación de la carga de entrenamiento adecuada es uno de los aspectos que permitirá obtener unas adaptaciones positivas así como el incremento del rendimiento en HIFT (Alsamir-Tibana et al., 2017).

El proceso de preparación física exige una visión cada vez más científica para lograr un buen rendimiento deportivo (Contreras, 2015), así mismo, las ciencias aplicadas al deporte trabajan constantemente en optimizar este rendimiento (Bustos-Viviescas et al., 2020), así pues, diversos autores sugieren que es importante realizar evaluaciones físicas para un adecuado control del entrenamiento (Lozano y Barajas, 2016; Acevedo-Mindiola y Bustos-Viviescas, 2017) y dentro de esta evaluación la especificidad es un componente relevante para analizar y caracterizar el deporte (Carminatti et al., 2013).

En el caso del HIFT esta labor se dificulta ya que los estudios desarrollados han evaluado una sola variable y aquellas que analizan la influencia de diferentes predictores fisiológicos varía de forma considerable las pruebas y protocolos, del mismo modo muchos de los test son aplicados en laboratorio reduciendo la posibilidad de los entrenadores de evaluar este perfil fisiológico del participante de HIFT, por ello evaluar las cualidades específicas del deporte posibilitará la progresión del entrenamiento y compara con datos normativos (Banoocy, 2018).



CAPÍTULO DOS

Marco teórico y conceptual

Composición corporal

La composición corporal en la literatura científica es uno de las variables que más se tienen en cuenta, debido a su importancia en el contexto de la salud, entrenamiento, sociedad y emoción. Por esto, conocer la composición corporal de un sujeto mediante la toma de medidas antropométricas le permite al evaluador determinar riesgos en la salud, problemas en el rendimiento físico deportivo del atleta y hasta posibles afecciones emocional según el estado en que se encuentre cada sujeto. Acorde con esto Pérez Miguelsanz et al., (2010) manifiesta que, la composición corporal está enfocado al estudio anatómico, molecular o tisular de los distintos componentes del cuerpo humano, y su estudio constituye el eje central de la valoración del estado nutricional (Sánchez y Adela, 2009).

Bioimpedancia eléctrica

Esta técnica se basa en la oposición por parte de las células, los tejidos o líquidos corporales al paso de una corriente eléctrica (Ellis, 2000). Por ejemplo, tejidos con grande cantidades de agua y electrolitos como la sangre o el musculo son altamente conductores, entre tanto la grasa, el hueso o los espacios de aire son altamente resistentes (Pietrobelli, Wang & Heymsfield, 1998), por ello resulta en un método electro-físico (Ricciardi & Talbot, 2007), del mismo modo, presenta poca dificultad técnica para ser realizada de forma no invasivo y a bajo costo para estimar la composición corporal (Kuriyan & Kurpa, 2008).

Porcentaje de grasa corporal

Dentro de las evaluaciones antropométricas que se aplican en los diferentes gimnasios y hasta en los centros de salud al inicio, intermedio o al final de una temporada, el sujeto conoce como inicia o como va su proceso de evolución en el entrenamiento después de un trabajo experimental. Por eso, dentro de las evaluaciones periódicas que se aplican a cuyos sujetos, sin importar cual es el interés u objetivo que tiene, ya sea bajar de peso, mejorar su composición corporal, u

potenciar su performance en un deporte, este tipo de evaluación son importante, debido que es ahí donde el entrenador conoce el porcentaje de grasa corporal en cada participante y partiendo de eso, modificará, aplicará, gestionará, ajustará y realizará las sesiones de entrenamientos o los métodos empleados para su mejora.

Por lo anterior mencionado, la grasa corporal es la principal forma de almacenamiento de fuentes de energía para el organismo (Díaz & Espinoza-Navarro, 2012), y el porcentaje de grasa corporal corresponde a la cantidad de masa grasa con respecto a la masa total del cuerpo.

Porcentaje de masa muscular

Para los niños, jóvenes, adultos, adultos mayores, atletas y demás, conocer el porcentaje de masa muscular es uno de los indicadores más importantes en el entorno de la salud y del entrenamiento deportivo. Este indicador se relaciona en primera medida con la salud, conocerlo te puede ayudar a determinar si el sujeto tiene un adecuado nivel de salud, si está en riesgo de sufrir algún tipo de caída, o si el atleta deportista debe mejorar sus niveles de masa muscular según el deporte que entrena. Por ello, el porcentaje de masa muscular se encuentra inversamente proporcional con el porcentaje de masa grasa, por ello a mayor cantidad de masa muscular menor masa grasa y viceversa (Moreiras et al., 1992).

Capacidades físicas

Las capacidades físicas desde hace muchos años se vienen evaluando en todas las etapas del ser humano, por ejemplo, en niños se evalúan las habilidades motrices básicas y en jóvenes y adultos las capacidades coordinativas y físicas, esta última permite al entrenador o profesor conocer ¿cuál es el estado actual que tiene el sujeto valorado? para lograr dicho estudio se aplican diferentes test de condición física que permiten determinar según sus capacidades el estado actual y como estos resultados afectan la salud, la movilidad y hasta el rendimiento deportivo de cada sujeto. Por lo tanto, de acuerdo con Guío (2010) las capacidades físicas pueden ser definidas como aquellas características individuales que se sustentan en las acciones mecánicas, procesos energéticos y metabólicos por parte de la musculatura voluntaria.

Capacidades físicas básicas

Según García y Gil (2010) la forma tradicional de clasificar las capacidades físicas básicas es aquella que considera los aspectos cuantitativos y cualitativos del movimiento (Resistencia, Fuerza, Velocidad y la Flexibilidad).

Las capacidades físicas básicas son las más evaluadas en el entorno de la salud, la mayor parte de los sujetos (a) evaluados en gimnasios multifuerzas, centros de salud, colegios, universidades y demás, son las que en primera medida brinda un bosquejo, una idea sobre la condición física que tiene cada sujeto. Partiendo de ahí, el profesor, entrenador ajusta sus planes y sesiones de clase o entrenamientos para mejorarla, buscando siempre estabilizar, mantener y potenciar la locomoción del sujeto.

Fuerza muscular

La fuerza muscular es una de las capacidades físicas con mayor determinación en el estado de salud, rendimiento deportivo y locomoción, por ello, los centros de entrenamientos, los gimnasios, los entrenadores personalizados, entre otros, buscan en primera medida, mejorar la fuerza, por medio de ella, se estabilizará la base funcional, muscular y esquelética de cada sujeto, y está en primera medida coadyuvará en la mejora significativas de todas funcionalidades. De esta manera, se puede mencionar que la fuerza muscular es aquella capacidad física del ser humano que posibilita vencer una resistencia u oponerse a esta por medio de un esfuerzo de la tensión muscular (Mirella, 2006).

Velocidad

Desde el campo deportivo, desarrollar la velocidad en los niños, jóvenes y adultos es importante, debido a que esta capacidad acompañada de la fuerza permite tener mayor potencia en los desplazamientos que ejecuta cada sujeto. Ahora bien, desde el ambiente de la salud, en los adultos mayores la evaluación del síndrome de fragilidad en los sujetos es un indicador importante para conocer si los sujetos están propensos a tener algún tipo de caída. Por esto, velocidad es la capacidad de reaccionar y desarrollar movimiento ante un estímulo definido, en el menor tiempo posible, con la mayor eficacia (Ortiz, 2004).

Resistencia

En el entorno del entrenamiento deportivo han existido varios debates relacionados con la capacidad que, primero se debe entrenar al inicio de una etapa de entrenamiento, en algunos puntos se habla de la fuerza y en otros la resistencia. Esta última es una capacidad importante, porque permite generar una base de sustentación para el mantenimiento de la actividad deportiva realizada. Por ello, se puede encontrar diferentes de resistencia, entre las que se destacan la resistencia aeróbica, resistencia a la fuerza, resistencia a la velocidad.

Es aquella capacidad que provee mayores posibilidades de contrarrestar los niveles de cansancio y por lo cual resistir a esfuerzos físicos prolongados (Salfrán y Figueredo, 2012).

Condición física

La condición física se puede definir como la capacidad para llevar a cabo actividades laborales, recreativas o las cotidianas, sin fatigarse en forma desmedida (Heyward, 2008).

La mentalidad de la sociedad ha cambiado, las personas han comprendido que tener una excelente condición física es importante para todo lo relacionado con su salud y con el desarrollo de sus actividades diarias. Por esto, y luego de una pandemia covid-19 la cual rompió los paradigmas de la importancia del ejercicio en la sociedad, está ha tomado importancia en todos los ámbitos de la sociedad, buscando la mejora o mantenimiento de la condición física en cada sujeto, sin importar su edad o género.

Entrenamiento funcional de alta intensidad

El HIFT se creó en 1995 por Greg Glassman, ex gimnasta y entrenador de Santa Cruz California (Estados Unidos) y se estableció como tal en el año 2000 (Tibana, Sousa & Prestes, 2017a), según Meyer, Morrison & Zuniga, (2017) inicialmente se produce con el fin de capacitar a personas en el ejército o cuyos trabajos requieren de una considerable aptitud física, debido a que, a través de este medio de entrenamiento estos individuos podían variar de menor a mayor intensidad de esfuerzo en segundos.

Es así como este tipo de entrenamiento se caracteriza por tener volúmenes e intensidades de entrenamiento altas, Teixeira (2020) nos aporta conocimiento sobre el objetivo de HIFT el cual consiste en aumentar las capacidades físicas de los individuos practicantes, sin embargo, nos aclara que para su práctica es necesaria la utilización de estrategias que permitan minimizar las tasas de lesiones y mejorar el rendimiento del individuo. Las sesiones de este tipo de entrenamiento consisten en ejercicios de levantamiento de pesas olímpicos (OLP), gimnasia y acondicionamiento metabólico, Weisenthal et al., (2014) mencionan el HIFT como un programa de acondicionamiento extremo que se centra en métodos balísticos consecutivos, con la propuesta de desarrollo de fuerza y resistencia, que atrae y crece exponencialmente.

Test

La definición de test lleva implícita la ejecución de una tarea a desarrollar idéntica para todos los sujetos, condiciones de aplicación estandarizadas, y una técnica precisa (Martínez, 2003). Los test se han venido desarrollando desde hace muchos años, todos buscando un objetivo en particular.

De esta manera, para los equipos profesional, para el atleta amateur, para los jueces, adultos y niños, conocer cuál es su estado de condición física específica es algo importante, debido a que partiendo desde el momento de su aplicación los entrenadores podrán aplicar modificaciones o nuevos métodos para la mejora de su condición física.

Baterías de test

El desarrollo científico a unido diferentes pruebas o test de condición física, buscando conformar baterías de test que permitan evaluar de forma integral a los deportistas o sujetos de una población en específica. Entre las baterías se destacan la Fuprecol y la Alfa fitness, estas enfocadas en evaluar la condición física en niños y jóvenes. Otra batería es la denominada batería Senior Fitness Test, encargada de conocer el riesgo de caída de los adultos mayores. Por lo anterior mencionado, las baterías de test han permitido tener una valoración integral de cualquier población objeto de estudio. Finalmente, las baterías de test sirven para medir diferentes cualidades, capacidades y condiciones (Rodríguez, González y López, 2007).

Instrumentos de evaluación

Test de repetición máxima (1 RM)

Se le considera el Gold Standard para valorar la fuerza muscular en condiciones fuera del laboratorio (Levinger et al., 2009), debido a que, permite evaluar la fuerza dinámica máxima de los grupos de músculos (Abdul-Hameed et al., 2012).

Fuerza prensil de la mano

La fuerza de agarre se puede utilizar como un indicador de la calidad de vida relacionada con la salud (Musalek & Kirchengast, 2017) por ende, la fuerza de agarre se ha utilizado popularmente para predecir la fuerza general del cuerpo en la población general y deportiva. (Mohamed et al., 2014), puesto que, es un parámetro que mide la fuerza muscular estática máxima (García et al., 2017).

Salto vertical

El movimiento de salto vertical es un componente principal utilizado en el diseño de muchos entrenamientos CrossFit® y es una medida común de rendimiento atlético y fatiga (Jordan, 2019), del mismo modo, posibilita analizar la capacidad de fuerza explosiva de miembros inferiores (Pääsuke et al., 2017), dada su alta asociación con las fibras rápidas musculares (Cadet, 2009).

Test de sit and reach

Es la prueba que se realiza con mayor frecuencia por parte de profesionales clínicos, entrenadores y preparadores físico-deportivos para estimar la flexibilidad de la musculatura isquiosural (Ayala et al., 2012).

Entrenamientos del día

Los entrenamientos del día o Workout of Day (WOD) se basan en la competición y se puntúan en función de la capacidad del atleta para completar una cantidad determinada de trabajo lo más rápido posible o para completar tanto trabajo como sea posible dentro de un período de tiempo determinado (Escobar et al., 2016).

Entre las principales formas de realizar un WOD se destacan:

- **An Many Reps and Possible (AMRAP).** En este entrenamiento el participante debe completar la mayor cantidad de repeticiones o rondas de los movimientos prescritos para el tiempo fijado (Kliszczewicz et al., 2014).
- **For time.** Es un entrenamiento en el cual se prescribe una determinada cantidad de trabajo mecánico y se busca culminarlo en el menor tiempo posible.
- **Fight gone bad.** Los participantes completan tres rondas de tareas de ejercicio multimodal (Drake et al., 2017).
- **Every Minute on Minute (EMOM).** Corresponde a sostener un ritmo de entrenamiento específico para un período de tiempo (Mangine et al., 2018a), para este entrenamiento cada periodo dura 1 minuto y se debe procurar completar el trabajo mecánico en el menor tiempo posible con la finalidad de descansar el tiempo residual.
- **Tabata.** Consiste en un entrenamiento intermitente exhaustivo con una duración de 4 minutos (8 series de 20 segundos de ejercicio/10 segundos de descanso) a una intensidad de alrededor del 170% de VO₂máx (Tabata et al., 1996).

Entrenamiento de referencia en CrossFit®

Los entrenamientos de referencia CrossFit® son aquellos entrenamientos comunes en CrossFit® que teóricamente representan una gama de variables de rendimiento aeróbico, anaeróbico y muscular (Butcher et al., 2015), por lo que los profesionales de CrossFit® suelen realizar un seguimiento del progreso mediante el seguimiento de su capacidad para completar una variedad de entrenamientos de referencia estandarizados dentro de un entorno de clase típico (Mangine et al., 2018a).

Antecedentes

La tesis de grado denominada “Impacto del entrenamiento funcional de intervalos de alta intensidad y del acondicionamiento físico militar sobre la determinación del estado físico” fue realizada por González y Verdugo (2012) fijando como objetivo determinar los efectos del entrenamiento clásico militar y del entrenamiento de intervalos de alta intensidad (tipo CrossFit®) sobre parámetros cardiopulmonares y determinantes del estado físico, para lograr esto, 13 soldados profesionales con la especialidad de paracaidistas, con un promedio de 21 años que fueron distribuidos en dos grupos (Entrenamiento clásico militar o CrossFit®) durante 4 semanas con una frecuencia de 3 entrenamientos semanales, con este trabajo pudieron evidenciar que el entrenamiento militar clásico permite mejorar la capacidad aeróbica y fuerza-resistencia, mientras que el grupo CrossFit® no presentó modificaciones significativas en la capacidad aeróbica pero si en fuerza-resistencia.

Gerhart (2013) desarrolló su tesis de maestría titulada “A Comparison of Crossfit Training to Traditional Anaerobic Resistance Training in Terms of Selected Fitness Domains Representative of Overall Athletic Performance”, como objetivo se planteó observar y recopilar información sobre rendimiento atlético en dos grupos diferentes de practicantes de ejercicio, para esto desarrolló un estudio de carácter transversal y los dominios de fitness evaluados incluyeron la composición corporal, flexibilidad, capacidad aeróbica, máxima fuerza, agilidad, máxima potencia y resistencia muscular, se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la máxima fuerza, el grupo de CrossFit® promedió $374 \pm 68,23$ libras, mientras que el grupo resistencia anaeróbica tradicional promedió $331,58 \pm 47,81$ libras, y concluyendo que, el grupo de Crossfit produjo resultados similares al grupo de resistencia anaeróbica tradicional, con una diferencia significativa encontrada en 1 de 7 dominios de fitness probados.

Por otro lado, (Bellovary, 2014) realizó su tesis de maestría denominada “The Perceived Demands of CrossFit” cuyo objetivo fue identificar los factores de riesgo primarios asociados con rhabdomiólisis durante CrossFit®, y los entrenamientos CrossFit® que podrían inducir un mayor riesgo para el desarrollo de urgencias, entre los principales

hallazgos se evidenció que los grupos CrossFit® y ACSM (American College of Sport Medicine) notificaron escalas de percepción del esfuerzo significativamente diferentes de $7,29 \pm 1,74$ y $5,52 \pm 1,35$ ($p < 0,001$), y realizaron días duros significativamente diferentes por semana de $3,99 \pm 1,07$ y $3,55 \pm 1,39$ ($p < 0,044$), respectivamente. Por lo que se concluyó que, el riesgo general de desarrollar urgencias puede ser mínimo, especialmente si un participante entiende las limitaciones de su cuerpo con respecto a la intensidad de CrossFit®.

Verdú (2015) presentó como tesis de grado “Análisis de la eficacia del CrossFit® como método de entrenamiento para la mejora de la condición física relacionada con la salud” en la cual se planteó como objetivo analizar el efecto crónico del entrenamiento CrossFit® sobre la condición física relacionada con la salud, este trabajo lo realizó con 3 participantes sin experiencia previa en esta modalidad durante 4 semanas de intervención, entre los principales hallazgos se identificó mejoras en el componente muscular (fuerza máxima, resistencia muscular y potencia), capacidad aeróbica y flexibilidad.

Del mismo modo, Gregory, (2016) desarrolló su tesis “A low-carbohydrate ketogenic diet combined with six weeks of CrossFit training improves body composition and performance” la cual tuvo como objetivo determinar si consumir una dieta cetogénica baja en carbohidratos de seis semanas y participar en un régimen de entrenamiento CrossFit® produce mejoras significativas en la composición corporal mientras se mantiene el rendimiento, para esto participaron veintisiete sujetos CrossFit no élites (media de edad SD a $34,58 \pm 9,26$ años) que fueron asignados al azar a una dieta cetogénica baja en carbohidratos (LCKD) (hombres, $n = 3$; mujeres, $n = 9$) o grupo control (CON) (hombres, $n = 2$; mujeres, $n = 13$). Entre los hallazgos se evidenció que en comparación con el grupo CON, el grupo LCKD disminuyó significativamente el peso ($0,18 \pm 1,30$, $-3,45 \pm 2,18$ kg), IMC ($0,07 \pm 0,43$, $-1,13 \pm 0,70$ kg/m²), porcentaje de grasa corporal (%GC) ($0,01 \pm 1,21$, $-2,60 \pm 2,14$ %), y la masa grasa (MG) ($0,06 \pm 1,12$, $-2,83 \pm 1,77$ kg), igualmente no se encontraron diferencias significativas en el tiempo total de rendimiento cambio entre el grupo CON y el grupo LCKD, concluyendo así, que una dieta cetogénica baja en carbohidratos combinado con 6 semanas de entrenamiento CrossFit® puede conducir a disminuciones significativas del porcentaje de grasa corpo-

ral, grasa corporal, masa corporal e índice de masa corporal mientras se mantiene masa corporal magra, igualmente, se pueden lograr mejoras significativas en el tiempo total de rendimiento y potencia.

Otro trabajo desarrollado por Bradley (2017) titulado “The Influence of Crossfit Training on Running Mechanics” se propuso como objetivo del estudio investigar la influencia que la capacitación de CrossFit® genera sobre la mecánica de carrera, para lograr este propósito 18 corredores recreativos entre las edades de 18-65 fueron reclutados en cada uno de los dos grupos: 9 corredores que también participan en CrossFit® 3 veces por semana, y 9 corredores que no hacen ningún entrenamiento de fuerza, seguidamente se evidenció una diferencia significativa entre el grupo CrossFit® y el grupo de solo corredores en todas las medidas de fuerza, con el grupo CrossFit® teniendo mayor fuerza, mientras que para el rango de movimiento de cadera, no hubo diferencias significativas entre los grupos, pero existieron diferencias significativas entre las condiciones, por lo que se concluye que, aunque había pocas diferencias entre los dos grupos, el principal hallazgo de este estudio es que el grupo CrossFit® fue significativamente más fuerte que el grupo de solo carrera.

Ceballos (2017) efectuó la tesis de grado “Comparación del efecto del CrossFit y el Aerobic Circuit Training sobre la fuerza muscular y la composición corporal en adultos jóvenes de 20 a 25 años” cuyo objetivo fue analizar la influencia de los entrenamientos CF y ACT sobre la fuerza muscular y la composición corporal en hombres y mujeres entre 20 y 25 años, en cuanto al grupo CrossFit® se presentó un aumento significativo en el test de burpees, fuerza prensil de la mano, salto largo y 1 RM en sentadilla, igualmente cambios significativos en el peso (3,1%), IMC (3,1%), masa muscular (7,6%) y grasa corporal (-4,4%).

Seguidamente, Marcos (2017) realizó como tesis doctoral la investigación titulada “Valoración de la carga interna en nuevos métodos de acondicionamiento físico” se plantearon como objetivos analizar la carga interna, así como los efectos a corto y largo plazo de sesiones de entrenamiento de CrossFit® y Entrenamiento en Suspensión, para ello, un total de 30 participantes (18 CrossFit; 12 entrenamiento en suspensión) fueron evaluados en variables como antropometría,

características del sueño, hematología, test funcionales de rendimiento, test de percepción de dolor muscular y esfuerzo percibido, al finalizar la intervención se concluyó que, el entrenamiento tipo CrossFit® presentó una intensidad moderada-alta de trabajo aeróbico-anaeróbico con modificaciones significativas en las variables estudiadas y sobre todo en las zonas de umbral ventilatorio 1 y la máxima tasa de oxidación de las grasas.

En el 2018, Sánchez realizó como tesis de maestría “Entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT) versus entrenamiento aeróbico de intensidad moderada (MICT) para mejorar la composición corporal, fuerza y capacidad aeróbica en mujeres con sobrepeso y obesidad”, en esta investigación se buscó conocer las mejoras a nivel de composición corporal, capacidad aeróbica, fuerza y resistencia muscular y perfil lipídico en el entrenamiento interválico funcional de alta intensidad (HIFT) y el entrenamiento aeróbico de intensidad moderada (MICT), fueron participantes 21 mujeres (Edad = $48,57 \pm 9,02$; IMC = $29,25 \pm 4,05$) distribuidas en 2 grupos (HIFT = 10; MICT = 11) realizando un entrenamiento de 3 días por semana durante 6 semanas, ambos grupos de entrenamiento notificaron mejoras en la capacidad aeróbica y disminución de la adiposidad corporal, aunque el grupo HIFT presentó cambios significativos para las variables de fuerza muscular y resistencia muscular.

Teixeira (2020) realizó su tesis de maestría denominada “Carga interna de treinamento, desempenho e assimetria entre membros inferiores em praticantes de treinamento funcional de alta intensidade” la cual tuvo como fin analizar la carga de entrenamiento interno, el rendimiento y la asimetría entre los miembros practicantes de HIFT, para esto participaron hombres y mujeres con diferentes niveles de fitness encontrando que sólo el grupo principiante mostró un mayor rendimiento sólo en salto vertical contra movimiento ($p = 0,016$) y potencia relativa ($p = 0,026$), y que existió una asimetría general del 9,5% en las mujeres y del 9,3% en los hombres, concluyendo de esta forma que solamente el grupo principiante mostro mejoras en el rendimiento durante el tiempo de evaluación y que el nivel de asimetría se encuentra en baja probabilidad de lesión.

Flórez y Díaz (2020) llevaron a cabo su trabajo de grado “Caracterización de los atletas de CrossFit en la Ciudad de Bucaramanga” cuyo objetivo fue caracterizar a los atletas de CrossFit® en la ciudad de Bucaramanga (Colombia), en este trabajo contaron con la participación de 43 atletas CrossFit con una media de edad de 29 años, 54% de género femenino, índice de masa corporal (IMC) de $24,97 \pm 2,6$ Kg/m² y 54% con un nivel de escolaridad de Tecnología, con respecto al entrenamiento el 95% lo realiza bajo la supervisión de un profesional, el 41% tienen de 1 a 2 años de experiencia y el 53,5% entrena en un promedio de 4 a 5 veces por semana, y las regiones principalmente afectadas por lesiones fueron el hombro (26%), la rodilla (16,2%) y la columna lumbar (14,5%), mientras que entre los tipos de lesiones más recurrentes se presentaron la tendinitis (55%) y el desgarro muscular (15%) indicando como causas prevalentes la incorrecta ejecución de la técnica (42%) y la fatiga muscular (39,5%).



CAPÍTULO TRES

Metodología

Preguntas/ hipótesis

Pregunta problema

Para orientar de forma idónea esta investigación, se ha estructurado una pregunta problema que posibilite determinar el perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad en Cúcuta, Colombia.

¿Cómo es el perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad en Cúcuta, Colombia?

Hipótesis de investigación

Existen diferencias significativas en el perfil fisiológico entre los practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad de mayor experiencia con respecto a los menos experimentados.

Hipótesis alternativa.

Si existen diferencias significativas en el perfil fisiológico entre los practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad de mayor experiencia con respecto a los menos experimentados.

Hipótesis nula.

No existen diferencias significativas en el perfil fisiológico entre los practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad de mayor experiencia con respecto a los menos experimentados.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad en Cúcuta, Colombia.

Objetivos específicos

- Caracterizar el perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad en Cúcuta, Colombia.
- Establecer las diferencias en el perfil fisiológico según la experiencia en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad en Cúcuta, Colombia.

Descripción del área u objeto de estudio

Contexto (ambiente, sitio, evento, hecho)

Este trabajo fue elegido dado al interés personal del investigador entorno al entrenamiento funcional de alta intensidad.

Periodo

La recolección de datos ocurrió entre marzo 2020 a mayo 2021; durante este periodo se recopilaron datos de los participantes y se aplicaron las pruebas funcionales.

Este trabajo fue realizado en dos centros de acondicionamiento físico enfocado al Entrenamiento Funcional de Alta Intensidad ubicados en el área metropolitana de la ciudad de Cúcuta, capital de Norte de Santander (Colombia).

Esta zona geográfica se encuentra ubicada a 320 metros sobre el nivel del mar y se categoriza como una región de clima Cálido (temperatura promedio de 27°C).

Materiales y métodos

Conceptualización para el paradigma

Este trabajo se planteó bajo un paradigma positivista el cual surgió en 1849 por Augusto Comte con su publicación el Discurso sobre el espíritu positivo (Hernández et al., 2010), se caracteriza principalmente por ser cuantitativo, racionalista, y empírico-analítico que tiene sus inicios en las ciencias exactas (físicas y naturales) (Ricoy, 2006).

En su dimensión metodológica se soporta en el método físico-matemático, la explicación causal y la predicción (Pérez, 2015), igualmen-

te, su dimensión epistemológica agrupa el empirismo con el racionalismo y la lógica deductiva con la lógica inductiva (Pérez, 2015), en consecuencia, todos sus hallazgos buscan ser reales y generalizables a toda la población (Guba & Lincoln, 2002).

Además, en la dimensión ética existe una percepción de que el conocimiento puede obtenerse de modo empírico a través de métodos y procedimientos adecuados libres de cualquier enjuiciamiento de valor (Urher y Bryant, 1992), igualmente, para su dimensión ontológica el saber científico es racional y objetivo basándose en aquello observable, manipulable y verificable (Cuenya y Ruetti, 2010).

Por otra parte, para la dimensión axiológica el investigador y el objeto de estudio son totalmente independientes (Ramos, 2015), así mismo, esta no se encuentra ligada a valores (Koeting, 1984), por este motivo, la realidad es objetiva, estática, única y dada.

Diseño

Estudio exploratorio de enfoque cuantitativo con una muestra a conveniencia y un diseño de campo (Arias, 2012).

Muestra

Sujetos físicamente activos con experiencia en el entrenamiento funcional de alta intensidad de la ciudad de Cúcuta, Colombia.

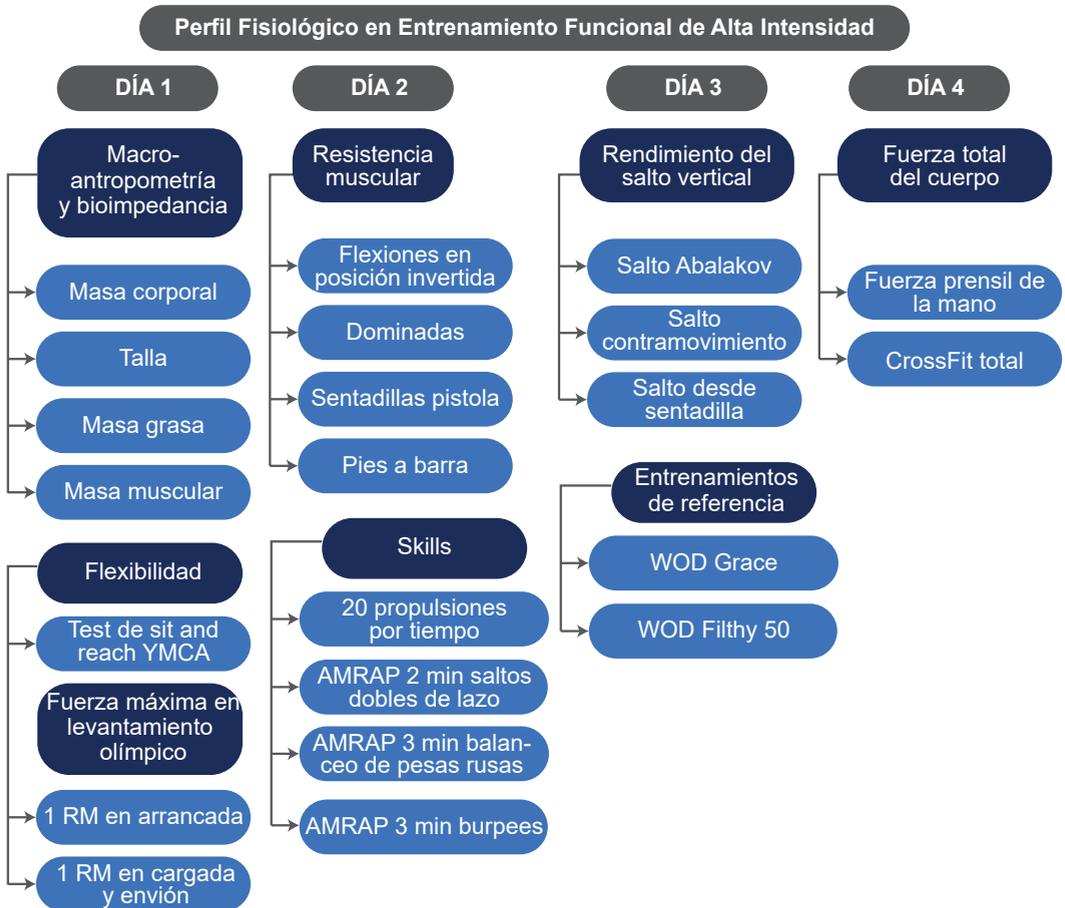
Todos los participantes firmaron un consentimiento informado el cual contenía el objetivo del estudio, la descripción de las pruebas y los riesgos de las mismas, así como los beneficios y los aportes que se obtendrían con el desarrollo del estudio.

Así mismo debían estar libres de cualquier contraindicación para efectuar ejercicio de intensidad moderada o vigorosa (American College of Sports Medicine, 2016), y fueron en recreativos y avanzados considerando los criterios establecidos por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (2009).

Procedimientos de recolección de los datos. Instrumento(s).

La valoración se llevará a cabo en 4 días consecutivos con un intervalo de 24-48 horas entre cada uno, la distribución logística de las pruebas se presenta en la Figura 1.

Figura 1
Distribución lógica de las pruebas funcionales.



Fuente: Elaboración propia.

DÍA 1:
Composición corporal, flexibilidad y rendimiento de levantamiento olímpico

Para la talla el sujeto se ubicaba descalzo permaneciendo de pie, erguido, con los brazos a lo largo del cuerpo y los talones juntos, de

modo que la espalda, los glúteos y los talones toquen la cinta métrica, luego se ubica la cabeza en un plano horizontal con respecto a la protuberancia superior del tragus del oído y el borde inferior de la órbita del ojo (Plano Frankfort), se empleó un tallímetro de pared SECA 206 (0-220 cm, precisión 1 mm).

Para obtener la masa corporal, masa grasa y masa muscular (relativa y absoluta) se utilizó la báscula OMRON BF-510LA (Imagen 1), en este caso los sujetos tuvieron en cuenta la siguiente serie de normas para esta evaluación (Lukaski et al., 1986): a) No comer ni beber en las 4 horas previas al test de bioimpedancia, b) No realizar ejercicio extenuante 12 horas antes, c) Orinar 30 min antes del test, d) No consumir alcohol 48 horas antes, e) No tomar diuréticos 7 días antes, f) No encontrarse en fase lútea (retención de líquidos), g) Retirarse todo elemento metálico del cuerpo (relojes, anillos, pulseras, pendientes, piercings, etc.).

Figura 2
Realización de la bioimpedancia.



Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó para la flexibilidad, el test de sentar y alcanzar (sit and reach) YMCA siguiendo las recomendaciones de la National Strength and Conditioning Association (NSCA) (Imagen 2), por lo tanto, se colocó una regla en el suelo y se marcó con un trozo de cinta adhesiva en los 38 cm en ángulo recto, el participante se sienta de forma que la regla quede entre sus piernas y debe mantenerlas extendidas en ángulo recto hacia la cinta adhesiva del suelo, los talones deben tocar el borde de la línea y estar separados unos 25-30 cm, a continuación se le pidió al participante inclinarse hacia delante forma lenta extendiendo los brazos y las manos lo más lejos posible mientras se superponen y

tocar la regla, para la puntuación se consideró el punto más distante que se haya alcanzado de dos intentos (Coburn y Malek, 2016).

Posteriormente, los participantes fueron analizados de acuerdo con el desempeño en los ejercicios de levantamiento olímpico de arrancada (Imagen 2) y cargada (con envión; Imagen 3). Para esto se realizó previamente un calentamiento de baja intensidad en una bicicleta estática o remo ergómetro durante cinco minutos, posteriormente se inició con 5 a 10 repeticiones de calentamiento a una intensidad leve o moderada y un minuto de descanso, a partir de este momento el participante incrementa el peso tratando de lograr el 1 RM entre 3 a 5 intentos con descansos entre cada intento de cinco minutos, por lo que, se registraba el peso máximo levantado en el último intento exitoso (Tibana et al., 2018a).

Figura 3

Realización de la prueba de repetición máxima en arranque.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4

Prueba de repetición máxima de cargada y envío.



Fuente: Elaboración propia.

DÍA 2: Resistencia muscular y skills

En primer lugar, para valorar la resistencia muscular se consideró las máximas repeticiones en un minuto y el máximo tiempo de resistencia, por lo que se tuvieron en cuenta las siguientes recomendaciones de la National Strength and Conditioning Association (NSCA): a) Vigilar al cliente y observar con atención su técnica, b) Dar por finalizada la prueba cuando el cliente no pueda mantener la técnica correcta, c) Registrar la duración de la prueba en aquellas pruebas cuyos resultados son en tiempo, y d) Pedirle al cliente que debe ejecutar el movimiento y sea lo más controlado posible (Coburn y Malek, 2016).

Los movimientos seleccionados para este estudio fueron las flexiones en posición invertida (handstand push ups) para el desempeño de empuje o extensión del miembro superior (Imagen 4), las dominadas (pull ups) para el rendimiento de tracción o flexión del miembro superior (Imagen 5), sentadillas pistola (pistol squats) para los flexores y extensores de rodilla (Imagen 6) y pies a barra (toes to bar) para la musculatura abdominal y flexora de cadera (Imagen 7), para los hombres se solicitó ejecución estricta en todos los ejercicios salvo en pies a barra, para las mujeres se permitió el balanceo o impulso (kipping handstand push up) en las flexiones invertidas (Imagen 8) y pies a barra, mientras que para el test de dominadas consistió en mantener el máximo tiempo posible colgado en posición alta (isometric pull up) (Imagen 9).

Figura 5

Prueba de repeticiones máximas estrictas en posición invertida.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6

Prueba de repeticiones máximas de dominadas estrictas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7

Prueba de repeticiones máximas de sentadillas pistolas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8

Prueba de repeticiones máximas de pies a barra.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9

Prueba de repeticiones máximas estrictas en posición invertida.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10

Prueba de repeticiones máximas de flexiones en dominada isométrica.



Fuente: Elaboración propia.

Se instruyó a los participantes que obtuvieran la mejor marca en el tiempo propuesto o soportar el mayor tiempo posible y solo se contabilizaron las repeticiones con la técnica correcta (Vaara et al., 2012), se fijó un tiempo de recuperación de 2 a 3 minutos entre cada intento y se seleccionó el mejor resultado de dos intentos.

Todos los ejercicios contaban con un estándar claro en esta modalidad de entrenamiento, por lo que, los participantes la conocen y no hay riesgo de una técnica diferente (por ejemplo, una gama de movimiento) (Schlegel et al., 2020).

Por otra parte, las skills o habilidades fueron evaluadas a través del entrenamiento propuesto por Feito et al., (2018c) el cual consiste en:

- Realizar 20 repeticiones en el menor tiempo posible de sentadillas con press de hombros o propulsiones (thrusters) (Imagen 10).

Figura 11

Prueba de habilidades de propulsiones.



Fuente: Elaboración propia.

- Continuando con tantas repeticiones como fuera posible (AMRAP) en saltos dobles de lazo (double unders) (2 min) (Imagen 11), balanceos de pesa rusa (kettlebell swings) (3 min) (Imagen 13) y burpees (3 min) (Imagen 12).

Figura 12

Prueba de habilidades AMRAP de saltos dobles.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13

Prueba de habilidades AMRAP de balanceos de pesa rusa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14

Prueba de habilidades AMRAP de burpees.



Fuente: Elaboración propia.

Las propulsiones fueron realizadas con un peso de 34 kg para las mujeres y 52 kg para los hombres, mientras que los balanceos de pesa rusa se llevaron a cabo con 16 kg para mujeres y 24 kg en hombres.

DÍA 3:

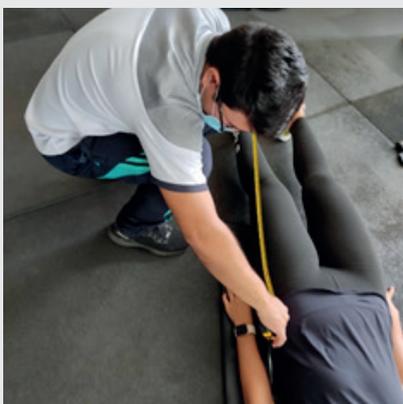
Salto vertical y entrenamientos de referencia (Benchmark Workout)

Las pruebas realizadas fueron el squat jump (SJ) o salto desde media sentadilla con manos en la cintura (involucra solamente el componente muscular), el countermovement jump (CMJ) o salto en contramovimiento con manos en la cintura (involucra el componente muscular y el componente elástico) y el salto Abalakov o salto con braceo (involucra los tres anteriores componentes), estas se basan en el test de Bosco (1994) y fueron evaluadas por medio de la app My Jump la cual ha sido previamente validada para valorar el rendimiento del salto vertical (Balsalobre-Fernández et al., 2015).

En primer lugar, se realizó previamente la toma de medidas fundamentales que requería la aplicación (Imagen 14), mientras que, para la evaluación del salto se utilizó un trípode para fijar el celular (Imagen 15), y finalmente se analizaron cada salto en la interfaz de la aplicación (Imagen 16).

Figura 15

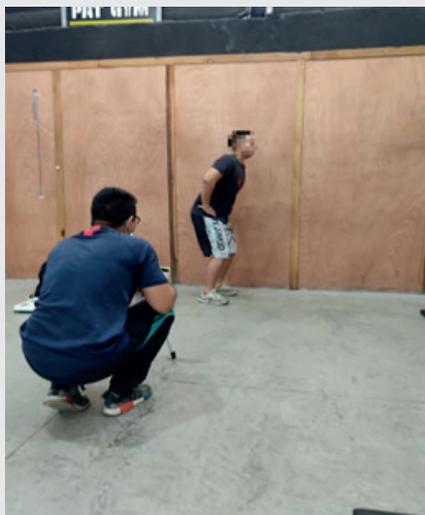
Toma de datos fundamentales para la app My Jump.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16

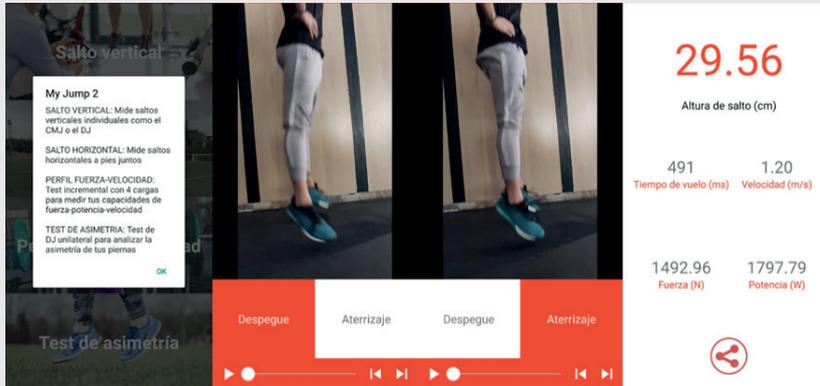
Pruebas de salto vertical.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17

Análisis de las pruebas de salto vertical.



Fuente: Elaboración propia.

Previo al inicio de los test de saltos todos los participantes realizaron un calentamiento de 10 minutos y se prosiguió a explicar la técnica de ambos saltos. Se utilizó la mejor marca entre los dos intentos de cada salto y se fijó un descanso de 3 minutos entre cada intento para evitar interferencias ocasionadas por el cansancio (Ferragut et al., 2003; Vila et al., 2012), para el análisis de este estudio se utilizó la altura obtenida en cm.

Además, Alba (2005) indica que es posible estudiar los siguientes componentes del salto vertical:

Componente coordinativo

Componente muscular

Componente elástico

Por ello, para calcular el porcentaje de contribución para cada componente a la altura del salto vertical se utilizaron las siguientes ecuaciones (Alba, 2005):

$$\% \text{ Contribución del componente muscular} = \frac{\text{Altura en SJ}}{\text{altura en Abalakov}} \times 100.$$

$$\% \text{ Contribución componente elástico} = \frac{(\text{Altura en CMJ} - \text{Altura en SJ})}{\text{Altura en Abalakov}} \times 100.$$

$$\% \text{ Contribución componente coordinativo} = 100 - (\% \text{ contribución del componente muscular} + \% \text{ contribución componente elástico}).$$

A continuación, se calculó el índice de elasticidad el cual es definido como la diferencia porcentual en la altura lograda entre el salto desde media sentadilla y el salto en contramovimiento o porcentaje de utilización del componente elástico (Alba, 2005), en la cual CMJ es el resultado del salto en contramovimiento (cm) y SJ es el resultado del salto desde media sentadilla (cm).

$$\text{Índice de Elasticidad (\%)} = (\text{CMJ} - \text{SJ}) / \text{SJ} \times 100$$

Dicho índice debe oscilar entre 10% y 30%; cuando está por debajo del 10% es recomendable desarrollar el componente muscular con respecto al elástico aplicando el entrenamiento pliométrico, y por encima del 30% indica un buen componente elástico con respecto al muscular recomendándose entrenar la fuerza máxima (Alba, 2005).

Por último, se determinó el porcentaje de utilización o contribución de los brazos, se utilizó la siguiente ecuación (Alba, 2005), en esta ABK es el salto vertical con braceo (cm) y CMJ es el salto en contramovimiento (cm).

$$\% \text{ Utilización de brazos} = (\text{ABK} - \text{CMJ}) / \text{CMJ} \times 100$$

Mangine et al., (2018) proponen unos valores normativos para los entrenamientos de referencia para hombres y mujeres de las categorías adolescente, individual y master, para esto, se seleccionaron los entrenamientos Grace (Imagen 17) y Filthy 50 (Imagen 18):

Figura 18

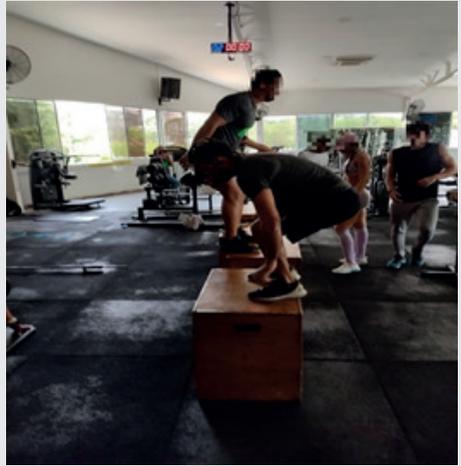
Prueba WOD Benchmark Grace.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19

Prueba WOD Benchmark Filthy 50.



Fuente: Elaboración propia.

- Grace. Consiste en ejecutar 30 repeticiones de cargada y envión (Clean and jerks) en el menor tiempo posible empleando un peso de 61,2 kg para hombres y 43,1 kg en mujeres.
- Filthy 50. Consiste en realizar un circuito de 10 ejercicios cada uno de 50 repeticiones, los ejercicios se efectúan en el siguiente orden: saltos a cajón de 0,6 m (box jumps), dominadas saltadas (jumping pull-ups), balanceos de pesas rusas de 16,4 kg, caminata tijera (walking lunge steps), rodillas a codos (knees-to-elbows), press de hombro (20,4 kg hombres y 13,6 kg mujeres) (push press), extensiones de espalda (back extensions), lanzamientos de balón medicinal (9,1 kg a 3 m hombres y 6,4 kg a 2,7 m mujeres) (wall ball shots), burpees, saltos dobles de cuerda.

Entre cada entrenamiento se permitió un descanso de 5 minutos con la finalidad de garantizar una recuperación adecuada y obtener la mejor marca en cada trabajo, por otro lado, estos fueron aplicados acorde a la guía desarrollada por Glassman (2004) y se recolectaron datos como la percepción subjetiva del esfuerzo, frecuencia cardiaca

y el tiempo en completar el trabajo físico.

Para categorizar el rendimiento de los participantes con estos entrenamientos de referencia se empleó los puntos de cohorte propuestos por Pollock et al., (2009): Muy malo ($\leq P20$), Malo ($>P20$ y $<P40$), Regular ($>P40$ y $<P60$), Bueno ($>P60$ y $<P80$) y Muy Bueno ($>P80$).

DÍA 4:

Fuerza prensil de la mano y CrossFit® Total

En el último día se evaluó la fuerza máxima, en un primer momento se evaluó la fuerza prensil de la mano por medio de un Dinamómetro digital Camry (fuerza de agarre de hasta 200 lb/90 kg, división de 0,2 lb/100 g), el participante se ubicaba de pie y firme con los brazos extendidos paralelos al tronco, de forma verbal se indicó al participante que aplicara la mayor fuerza de forma continua hasta que el dinamómetro no registrara incrementos durante unos segundos, no se permitió que el participante realizara ningún movimiento compensatorio y se repitieron dos ensayos por cada mano con un intervalo de 2 minutos (Imagen 19).

Figura 20

Prueba de fuerza prensil de la mano.



Fuente: Elaboración propia.

Luego, los participantes tuvieron 90 minutos para encontrar, bajo supervisión, su CrossFit® total o 1-repetición máxima (RM) en sentadilla trasera con barra (Imagen 20), press militar de hombro (Imagen 21) y peso muerto (Imagen 22) (Butcher et al., 2015), de igual modo se proporcionarán porcentajes de carga (Dexheimer et al., 2019), por lo que los participantes tendrán de 3 a 5 intentos para completar una repetición máxima (1 RM). Se registrarán los totales de las repeticiones individuales y combinadas para determinar la puntuación general (Rippetoe, 2006).

Figura 21

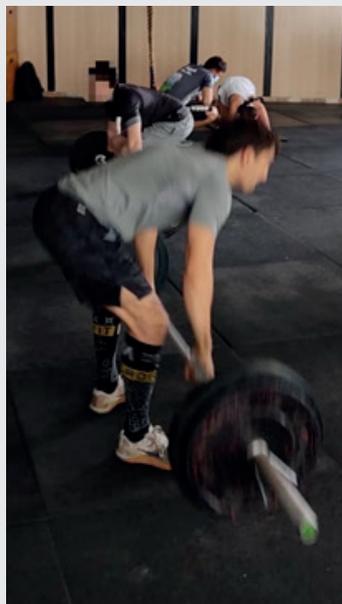
Prueba de repetición máxima en sentadilla con barra.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22

Prueba de repetición máxima en sentadilla con barra.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23

Prueba repetición máxima en press de hombros.



Fuente: Elaboración propia.

Cabe resaltar, que para el desarrollo de las pruebas se tomaron las recomendaciones sugeridas por Tibana, R, y Cols, a) suministrar a los participantes instrucciones específicas antes de la aplicación de las pruebas, a fin de concientizar al evaluado sobre la importancia de la recopilación fiable de los datos; b) capacitar al evaluado en la técnica correcta del ejercicio a realizar; c) seguir atentamente la postura adoptada por el evaluado al momento de la prueba; d) estimular verbalmente al evaluado con el fin de mantener un alto nivel de excitación de cara a la realización de la prueba (Tibana et al., 2017b; Tibana et al., 2018a), por lo que, para las pruebas de fuerza máxima se emplearon con barra (20 kg) y pesos (1-25 kg) (marca) de forma aleatoria.

Dependencia, credibilidad, transferencia y confirmabilidad

Se consultó con los coach/entrenadores sobre cuales otras pruebas funcionales podrían incluirse para la valoración en HIFT.

Equipo de trabajo

- Entrenadores/coach de los CAFF. Realizarán acompañamiento directo durante el desarrollo de las pruebas y entrenamientos de referencia.
- Coinvestigadores. Ayudarán durante la recolección de datos y serán licenciados en Educación Física con experiencia en el HIFT.

Análisis de los datos

Se realizó estadística descriptiva por medio de promedio y desviación estándar de las pruebas aplicadas con los participantes, del mismo modo fueron considerados gráficos de caja, barras y radial para la descripción del perfil de rendimiento.

Un análisis preliminar fue realizado para asegurar el supuesto de normalidad de los datos resultantes de la investigación, en este caso teniendo en cuenta el tamaño de la muestra se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Se aplicó una prueba de análisis de varianza de un factor (ANOVA) para comparar las pruebas entre los atletas recreativos y avanzados según su sexo, mientras tanto, la prueba de la U de Mann-Whitney se realizó cuando la suposición de normalidad no se cumplió.

El análisis estadístico se llevó a cabo en el paquete estadístico IBM SPSS V.25 (Demo) con un nivel de confianza del 95% y un p-valor de 0,05, cabe resaltar que los gráficos radiales fueron obtenidos utilizando Microsoft Excel 2007.

Cronograma: programación de tiempos

El trabajo constó de 9 fases o actividades distribuidas en 24 semanas, en la Tabla 1 se describe cada una de estas con mayor detalle en cuanto a intensidad semanal y duración.

Tabla 1
Cronograma de actividades

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
I	■	■						
II			■	■				
III					■	■	■	
IV					■	■	■	
V								■
Actividad	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
I								
II								
III								
IV								
V	■	■	■	■	■	■	■	■
Actividad	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24
V	■	■	■					
VI			■	■	■			
VII			■	■	■			
VIII						■	■	
IX								■

Descripción de las actividades del trabajo de grado	Intensidad semanal (Horas)	Semanas
I: Búsqueda de investigaciones previas respecto a la temática a desarrollar.	6	2
II: Recolección de información de diferentes fuentes bibliográficas y delimitación del problema.	8	3
III: Desarrollo de la hipótesis y objetivos del trabajo de grado (general y específicos)	4	3
IV: Diseñar la propuesta de grado (metodología)	10	3
V: Ejecutar el trabajo de campo (Evaluación funcional).	20	12
VI: Tabulación de los datos recolectados y análisis de los resultados obtenidos.	12	3
VII: Discusión de los resultados obtenidos con respecto a las literatura.	12	3
VIII: Escritura, revisión y retroalimentación del trabajo final de grado.	20	2
IX: Presentación del trabajo de grado.	-	1

Fuente: Elaboración propia.

Normas éticas

Este estudio se desarrolló teniendo en cuenta los parámetros establecidos para investigaciones con seres humanos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (2013), los estándares éticos establecidos para investigaciones en ciencias del deporte y del ejercicio (Harriss et al., 2017).

De la misma manera, a nivel nacional, esta investigación está sujeta a las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud establecidas en la resolución número 8430 de 1993 expedida por el Ministerio de Salud de Colombia (1993).

Resultados

En la Tabla 2 es posible evidenciar la edad, talla, masa corporal, índice de masa corporal (IMC) y experiencia en la práctica del HIFT en los participantes de este estudio por sexos y categorías.

Para los hombres existió diferencia significativa en la edad y experiencia ($p < 0,01$), y en las mujeres no se presentó diferencias significativas para ninguna variable ($p > 0,05$).

Tabla 2
Características generales

Hombres (n = 18)		Edad	Talla (m)	Masa corporal (Kg)	IMC (kg/m ²)	Experiencia en HIFT (meses)
Hombres recreativos (n = 10)	Promedio	22,40	1,74	76,07	25,06	20,40
	Desv. Est.	1,96	0,05	10,71	3,42	11,15
Hombres avanzados (n = 8)	Promedio	26,50	1,68	73,53	25,98	54,00
	Desv. Est.	4,02	0,06	8,97	2,98	31,71
Total	Promedio	24,06	1,73	75,93	25,52	37,33
	Desv. Est.	3,58	0,06	9,57	3,20	30,09
Mujeres (n = 8)		Edad	Talla (m)	Masa corporal (Kg)	IMC (kg/m ²)	Experiencia en HIFT (meses)
Mujeres recreativos (n = 4)	Promedio	24,75	1,64	65,58	24,55	25,50
	Desv. Est.	5,25	0,07	6,44	2,22	31,51
Mujeres avanzados (n = 4)	Promedio	22,75	1,59	57,75	23,00	35,50
	Desv. Est.	3,30	0,04	5,12	2,77	22,99
Total	Promedio	23,75	1,61	61,66	23,77	30,50
	Desv. Est.	4,20	0,06	6,82	2,47	26,09

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3 y Figura 2 es posible identificar que en hombres recreativos la masa grasa relativa ($20,55 \pm 6,57\%$ vs $18,66 \pm 4,44\%$) y absoluta ($16,19 \pm 7,52\%$ vs $14,35 \pm 4,93\%$) es mayor que los hombres avanzados, mientras que, la masa muscular relativa ($41,25 \pm 2,74\%$ vs $38,71 \pm 4,56\%$) y absoluta ($31,09 \pm 2,55$ kg vs $29,29 \pm 3,96$ kg) de los hombres avanzados es superior a la de los hombres recreativos, aunque dichas diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$).

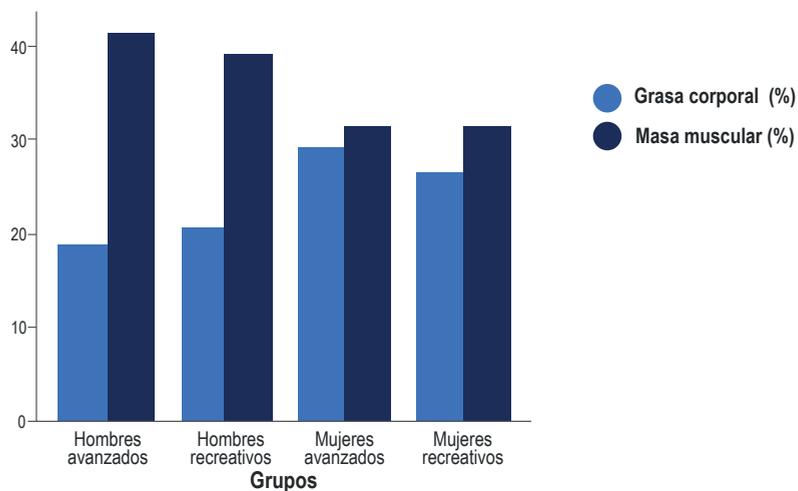
En el caso de las mujeres avanzadas con respecto a las mujeres recreativas la masa grasa no se diferencia notablemente en valores absolutos ($12,28 \pm 4,15$ kg vs $17,04 \pm 4,44$ kg) aunque en relativo si existe cierta relevancia ($29,63 \pm 4,68\%$ vs $26,53 \pm 8,59\%$), por otra parte, la masa muscular fue menor en las mujeres avanzadas ($31,18 \pm 2,00\%$; $17,94 \pm 0,86$ kg) con relación a las mujeres recreativas ($30,98 \pm 2,74\%$; $20,40 \pm 3,33$ kg), sin embargo, estas diferencias no reportan significación ($p > 0,05$).

Tabla 3
Masa grasa y masa muscular.

Hombres (n = 18)		Masa grasa (%)	Masa muscular (%)	Masa grasa (kg)	Masa muscular (%)
Hombres recreativos (n = 10)	Promedio	20,55%	38,71%	16,19	29,29
	Dev. Est.	6,57%	4,56%	7,52	3,96
Hombres avanzados (n = 8)	Promedio	18,66%	41,25%	14,35	31,09
	Dev. Est.	4,44%	2,74%	4,93	2,55
Total	Promedio	19,71%	39,84%	15,37	30,09
	Dev. Est.	5,65%	3,97%	6,39	3,44
Mujeres (n = 8)		Masa grasa (%)	Masa muscular (%)	Masa grasa (kg)	Masa muscular (%)
Mujeres recreativos (n = 4)	Promedio	26,53%	30,98%	17,04	20,40
	Dev. Est.	8,59%	2,74%	4,44	3,33
Mujeres avanzados (n = 4)	Promedio	29,63%	31,18%	17,28	17,94
	Dev. Est.	4,68%	2,00%	4,15	0,86
Total	Promedio	28,08%	31,08%	17,16	19,17
	Dev. Est.	6,61%	2,22%	3,98	2,61

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24
Masa grasa y masa muscular por sexo y categoría.



Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas de flexibilidad y repetición máxima en los movimientos de levantamiento olímpico permitieron identificar que los hombres avanzados (Flexibilidad $6,88 \pm 8,48$ cm; 1 RM en arranque $92,25 \pm 13,59$ kg; 1 RM en cargada y envión $119,38 \pm 15,91$ kg) obtuvieron mejores resultados que los hombres recreativos (Flexibilidad $-1,00 \pm 8,22$ cm; 1 RM en arranque $59,30 \pm 8,64$ kg; 1 RM en cargada y envión $87,10 \pm 11,05$ kg), la flexibilidad no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) y las diferencias en las pruebas de levantamiento fueron muy significativas ($p < 0,01$) (Tabla 4; Figura 3; Figura 10).

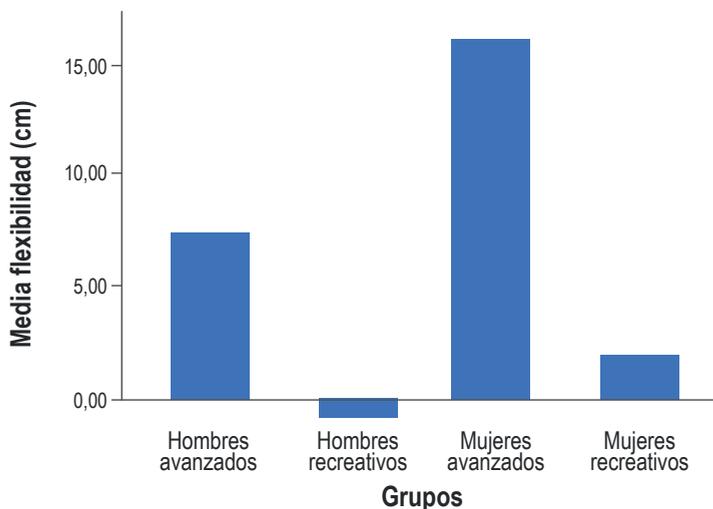
Igualmente, las mujeres avanzadas (Flexibilidad $16,25 \pm 6,25$ cm; 1 RM en arranque $43,50 \pm 12,87$ kg; 1 RM en cargada y envión $64,75 \pm 16,44$ kg) tuvieron mejor desempeño en estas pruebas con respecto a las mujeres recreativas (Flexibilidad $1,50 \pm 12,82$ cm; 1 RM en arranque $29,75 \pm 10,34$ kg; 1 RM en cargada y envión $43,50 \pm 14,46$ kg), además ninguna variable presentó diferencias significativas en las mujeres (Tabla 3; Figura 3; Figura 11).

Tabla 4
Flexibilidad y repetición máxima en levantamiento olímpico

Hombres (n = 18)		Flexibilidad (cm)	1 RM Arranque (kg)	1 RM Cargada y Envión (kg)
Hombres recreativos (n = 10)	Promedio	-1,00	59,30	87,10
	Desv. Est.	8,22	8,64	11,05
Hombres avanzados (n = 8)	Promedio	6,88	92,25	119,38
	Desv. Est.	8,48	13,59	15,91
Total	Promedio	2,50	73,94	101,44
	Desv. Est.	9,24	20,18	21,12
Mujeres (n = 8)		Flexibilidad (cm)	1 RM Arranque (kg)	1 RM Cargada y Envión (kg)
Mujeres recreativos (n = 4)	Promedio	1,50	29,75	43,50
	Desv. Est.	12,82	10,34	14,46
Mujeres avanzados (n = 4)	Promedio	16,25	43,50	64,75
	Desv. Est.	6,24	12,87	16,44
Total	Promedio	8,88	36,63	54,13
	Desv. Est.	12,22	13,07	18,29

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25
Flexibilidad por sexo y categoría.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5 para las pruebas de resistencia muscular los hombres avanzados obtuvieron mejores resultados que los hombres recreativos (Flexiones en posición invertida $36,75 \pm 20,27$ reps vs $17,10 \pm 5,07$ reps; dominadas $19,25 \pm 2,82$ reps vs $14,20 \pm 8,31$ reps; sentadilla pistola pierna izquierda $22,75 \pm 4,71$ reps vs $5,60 \pm 4,43$ reps; sentadilla pistola pierna derecha $22,13 \pm 3,36$ reps vs $7,30 \pm 5,76$ reps; Pies a barra $30,13 \pm 3,48$ reps vs $19,30 \pm 5,44$ reps), existieron diferencias muy significativas para todas las pruebas salvo las dominadas ($p < 0,01$) (Figura 4).

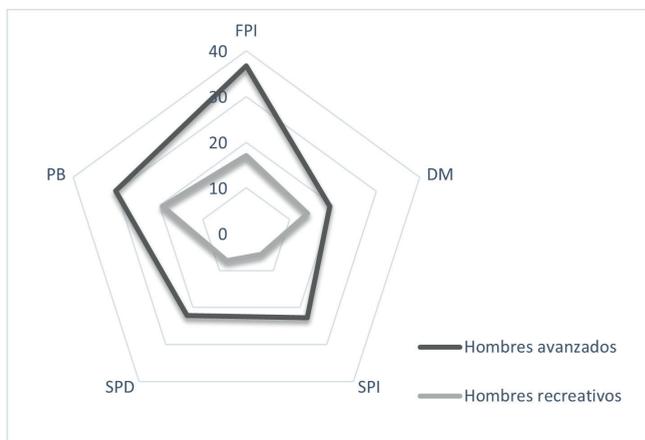
Esto mismo se presentó al comparar las mujeres avanzadas con las recreativas (Flexiones en posición invertida $26,00 \pm 4,55$ reps vs $16,50 \pm 7,59$ reps; Dominada isométrica $58,50 \pm 13,48$ seg vs $23,50 \pm 20,86$ seg; sentadilla pistola pierna izquierda $18,00 \pm 4,24$ reps vs $9,75 \pm 5,56$ reps; sentadilla pistola pierna derecha $19,00 \pm 4,83$ reps vs $9,75 \pm 6,65$ reps; Pies a barra $16,75 \pm 1,50$ reps vs $9,00 \pm 2,16$ reps), del mismo modo, existieron diferencias significativas para la dominada isométrica ($p < 0,05$) y muy significativas para los pies a barra ($p < 0,01$) (Tabla 5 y Figura 5).

Tabla 5
Resistencia muscular

Hombres (n = 18)		Flexiones en posición invertida - Estrictas (reps)	Dominadas estrictas (reps)	Sentadilla pistola izquierda (reps)	Sentadilla pistola derecha (reps)	Pies a barra (reps)
Hombres recreativos (n = 10)	Promedio	17,10	14,20	5,60	7,30	19,30
	Desv. Est.	5,07	8,31	4,43	5,76	5,44
Hombres avanzados (n = 8)	Promedio	36,75	19,25	22,75	22,13	30,13
	Desv. Est.	20,27	2,82	4,71	3,36	3,48
Total	Promedio	25,83	16,44	13,22	13,89	24,11
	Desv. Est.	16,84	6,82	9,82	8,92	7,16
Mujeres (n = 8)		Flexiones en posición invertida - Estrictas (reps)	Dominadas estrictas (reps)	Sentadilla pistola izquierda (reps)	Sentadilla pistola derecha (reps)	Pies a barra (reps)
Mujeres recreativos (n = 4)	Promedio	16,50	23,50	9,75	9,75	9,00
	Desv. Est.	7,59	20,86	5,56	6,65	2,16
Mujeres avanzados (n = 4)	Promedio	26,00	58,50	18,00	19,00	16,75
	Desv. Est.	4,55	13,48	4,24	4,83	1,50
Total	Promedio	21,25	41,00	13,88	14,38	12,88
	Desv. Est.	7,70	24,78	6,36	7,31	4,49

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26
Perfil de resistencia muscular en hombres por categoría.



Nota. FPI: Flexiones en posición invertida; DM: Dominadas estrictas; SPI: Sentadilla pistola pierna izquierda; SPD: Sentadilla pistola pierna derecha. PB: Pies a barra.
Fuente: Elaboración propia.

Figura 27

Perfil de resistencia muscular en mujeres por categoría.



*Nota.*FPI: Flexiones en posición invertida con impulso; DM: Dominada isométrica; SPI: Sentadilla pistola pierna izquierda; SPD: Sentadilla pistola pierna derecha. PB: Pies a barra. Fuente: Elaboración propia.

La prueba de propulsiones evidenció diferencias significativas al comparar mujeres avanzadas con recreativas ($35,12 \pm 2,58$ seg vs $57,50 \pm 16,34$ seg; $p < 0,05$), mientras tanto, en hombres avanzados las diferencias fueron muy significativas con respecto a los hombres recreativos ($42,60 \pm 12,64$ seg vs $100,60 \pm 7,70$ seg; $p < 0,01$) (Tabla 6).

Cuando se analizó las pruebas de saltos dobles (SD), balanceos de pesas rusas (BPR) y burpees (BUP) en hombres, se idéntico que los hombres avanzados obtuvieron mejor desempeño con respecto a los hombres recreativos (SD $160,50 \pm 81,75$ reps vs $105,60 \pm 59,96$ reps; BPR $73,63 \pm 32,32$ reps vs $68,20 \pm 19,36$ reps; BUP $47,13 \pm 15,62$ reps vs $33,30 \pm 8,50$ reps), aunque solamente se presentó diferencia significativa en la prueba de burpees ($p < 0,05$) (Tabla 6 y Figura 6).

Las pruebas AMRAP no fueron muy diferentes en cuanto a los resultados de mujeres avanzadas y recreativas (SD 76,25±35,66 reps vs 53,50±19,16 reps; BPR 85,75±19,35 reps vs 87,00±19,60 reps; BUP 39,50±8,43 reps vs 31,25±3,95 reps), aunque para ninguna de estas pruebas se obtuvieron diferencias significativas ($p>0,05$).

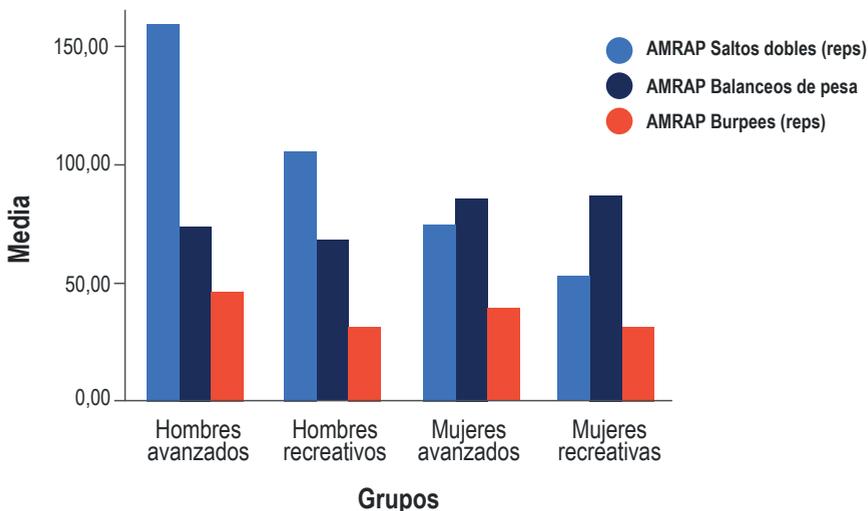
Tabla 6
Habilidades o skills

Hombres (n = 18)		Propulsiones (s)	AMRAP 2 min SD (kg)	AMRAP 3 min BPR (kg)	AMRAP 3 min BUP (kg)
Hombres recreativos (n = 10)	Promedio	100,60	105,60	68,20	33,30
	Desv. Est.	7,70	59,96	19,36	8,50
Hombres avanzados (n = 8)	Promedio	42,60	160,50	73,63	47,13
	Desv. Est.	12,64	81,75	32,32	15,62
Total	Promedio	74,82	130,00	70,61	39,44
	Desv. Est.	31,25	73,78	25,23	13,73
Mujeres (n = 8)		Propulsiones (s)	AMRAP 2 min SD (kg)	AMRAP 3 min BPR (kg)	AMRAP 3 min BUP (kg)
Mujeres recreativos (n = 4)	Promedio	57,50	53,50	87,00	31,25
	Desv. Est.	16,34	19,16	19,60	3,95
Mujeres avanzados (n = 4)	Promedio	35,12	76,25	85,75	39,50
	Desv. Est.	2,58	35,66	19,35	8,43
Total	Promedio	47,91	64,57	87,71	36,14
	Desv. Est.	16,14	29,16	18,04	7,52

Fuente: Elaboración propia.

Figura 28

AMRAP de saltos dobles, balanceos de pesa rusa y burpees por sexo y categoría.



Fuente: Elaboración propia.

Los datos de altura, fuerza, potencia y componentes en las pruebas de salto se presentan en la Tabla 7, aquí es posible evidenciar que los hombres presentan mejores resultados con respecto a las mujeres, sin embargo, al comparar entre categorías no se identificaron diferencias significativas al comparar hombres recreativos y avanzados para el salto ABK ($39,97 \pm 5,44$ cm vs $43,78 \pm 7,89$ cm; $2053,64 \pm 152,70$ N vs $1949,29 \pm 364,69$ N; $2875,21 \pm 348,63$ W vs $2859 \pm 721,41$ W), CMJ ($33,03 \pm 5,71$ cm vs $37,62 \pm 6,67$ cm; $1820,82 \pm 106,24$ N vs $1784,52 \pm 343,61$ N; $2314,33 \pm 283,06$ W vs $2432,14 \pm 636,38$ W), SJ ($32,69 \pm 5,13$ cm vs $36,41 \pm 7,54$ cm; $1808,84 \pm 86,43$ N vs $1767,42 \pm 409,17$ N; $2282,50 \pm 232,97$ W vs $2385,28 \pm 788,55$ W) ($p > 0,05$), mientras que, las mujeres no presentaron diferencias para el salto ABK ($29,89 \pm 7,29$ cm vs $30,46 \pm 3,45$ cm; $1602,25 \pm 264,16$ N vs $1645,25 \pm 323,44$ N; $1944,00 \pm 499,85$ W vs $2017,50 \pm 467,22$ W) y SJ ($24,74 \pm 3,30$ cm vs $29,40 \pm 6,48$ cm; $1455,75 \pm 108,78$ N vs $1610,25 \pm 265,86$ N; $1602,50 \pm 258,75$ W vs $1945,25 \pm 609,46$ W), pero

si diferencias significativas para la altura y fuerza para CMJ ($23,70\pm 4,28$ cm vs $31,15\pm 3,87$ cm; $1410,25\pm 144,75$ N vs $1654,75\pm 249,41$ N; $p < 0,05$).

Los componentes del salto sugieren que las mujeres avanzadas no emplean una adecuada contribución de los brazos, mientras tanto, para todos los grupos se obtuvo un índice de elasticidad medio inferior al 10%, por lo que, se evidencia un alto componente muscular y poca contribución del componente elástico.

Cabe resaltar que no se obtuvieron diferencias significativas para los componentes coordinativo, muscular y elástico, del mismo modo, para el índice de elasticidad y utilización de los brazos.

Tabla 7

Altura, fuerza, potencia y componentes del salto vertical

Salto vertical		Hombres recreativos (n = 10)	Hombres avanzados (n = 8)	Hombres total (n = 18)	Mujeres recreativos (n = 4)	Mujeres avanzados (n = 4)	Mujeres total (n = 8)
ABK (cm)	Promedio	39,97	43,78	41,67	29,89	30,46	30,18
	Desv. Est.	5,44	7,89	6,72	7,29	3,45	5,29
ABK (N)	Promedio	2053,64	1949,29	2007,26	1602,25	1645,25	1623,75
	Desv. Est.	152,70	364,69	264,49	264,16	323,44	274,35
ABK (W)	Promedio	2875,21	2859,58	2868,26	1944,00	2017,50	1980,75
	Desv. Est.	348,63	721,41	527,92	499,85	467,22	449,64
CMJ (cm)	Promedio	33,03	37,62	35,07	23,70	31,15	27,43
	Desv. Est.	5,71	6,67	6,41	4,28	3,87	5,49
CMJ (N)	Promedio	1820,82	1784,52	1804,68	1410,25	1654,75	1532,50
	Desv. Est.	106,24	343,61	234,39	144,75	249,41	229,61
CMJ (W)	Promedio	2314,33	2432,14	2366,69	1513,75	2039,25	1776,50
	Desv. Est.	283,06	636,38	461,30	194,95	313,17	370,43
SJ (cm)	Promedio	32,59	36,41	34,29	24,74	29,40	27,07
	Desv. Est.	5,13	7,54	6,41	3,30	6,48	5,37
SJ (N)	Promedio	1808,84	1767,42	1455,75	1455,75	1610,25	1533,00
	Desv. Est.	86,43	409,17	198,78	198,78	265,86	279,12
SJ (W)	Promedio	2282,50	2385,28	2328,18	1602,50	1945,25	1823,43
	Desv. Est.	232,97	788,55	536,22	258,75	609,46	470,58

Salto vertical		Hombres recreativos (n = 10)	Hombres avanzados (n = 8)	Hombres total (n = 18)	Mujeres recreativas (n = 4)	Mujeres avanzadas (n = 4)	Mujeres total (n = 8)
Componente coordinativo (%)	Promedio	16,78	13,94	15,52	19,36	-4,09	7,64
	Desv. Est.	12,73	4,08	9,73	9,32	22,76	20,40
Componente muscular (%)	Promedio	81,51	83,51	82,40	85,46	99,41	92,44
	Desv. Est.	5,88	9,69	7,62	16,94	34,65	26,33
Componente elástico (%)	Promedio	1,71	2,54	2,08	-4,82	4,68	-0,07
	Desv. Est.	10,64	9,35	9,80	12,16	17,41	14,80
Índice de elasticidad (%)	Promedio	1,99	4,16	2,95	-4,26	8,01	1,87
	Desv. Est.	13,59	4,16	12,62	12,25	15,12	14,33
Utilización de los brazos (%)	Promedio	23,06	16,43	20,11	25,27	-0,24	12,51
	Desv. Est.	21,33	5,53	16,28	14,49	22,66	22,27

Nota. ABK: Abalakov; CMJ: Contramovimiento; SJ: Salto desde sentadilla. Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 8 permite analizar el desempeño en los WOD de referencia, en este caso para el WOD Grace se evidenció diferencias considerables en hombres ($238,30 \pm 40,00$ seg vs $177,37 \pm 50,73$ seg; $p < 0,05$) y mujeres ($168,14 \pm 81,98$ seg vs $138,50 \pm 43,52$ seg; $p > 0,05$) al comparar recreativos con avanzados (Figura 7).

No obstante, para el WOD Filthy 50 no existió diferencia en hombres ($29,80 \pm 2,55$ min vs $24,38 \pm 1,66$ min; $p > 0,05$), igualmente, los valores fueron muy similares en las mujeres ($29,25 \pm 3,77$ min vs $28,14 \pm 3,32$ min; $p > 0,05$) (Figura 8).

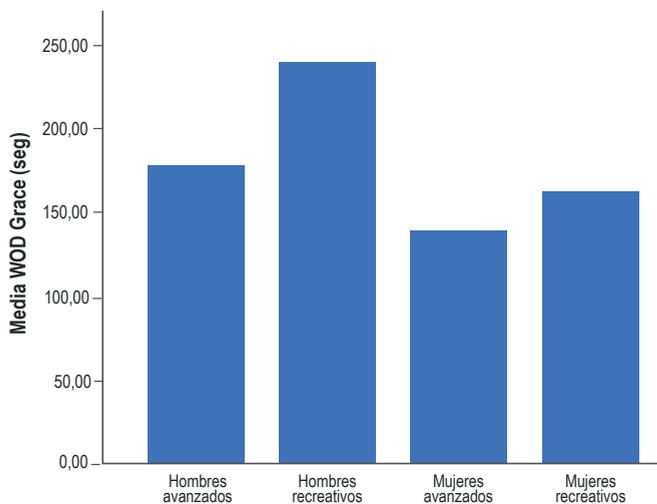
En cuanto a la clasificación de percentiles (P) para el WOD Grace los hombres recreativos se ubicaron en P20 y hombres avanzados en P60, mientras tanto las mujeres recreativas se ubicaron en P60 y mujeres avanzadas en P70, ahora bien, el WOD Filthy 50 presentó a los hombres recreativos en P10, hombres avanzados en P50, mujeres recreativas en P30 y mujeres avanzadas en P40.

Tabla 8
Entrenamientos de referencia

Hombres (n = 18)		WOD Grace (seg)	WOD Filthy 50 (min)
Hombres recreativos (n = 10)	Promedio	238,30	29,80
	Desv. Est.	40,00	2,55
Hombres avanzados (n = 8)	Promedio	177,37	24,37
	Desv. Est.	50,73	1,66
Total	Promedio	211,22	27,09
	Desv. Est.	53,63	3,54
Mujeres (n = 8)		WOD Grace (seg)	WOD Filthy 50 (min)
Mujeres recreativos (n = 4)	Promedio	168,14	29,25
	Desv. Est.	81,98	3,77
Mujeres avanzados (n = 4)	Promedio	138,50	28,14
	Desv. Est.	43,52	3,32
Total	Promedio	150,32	28,40
	Desv. Est.	62,06	2,76

Fuente: Elaboración propia.

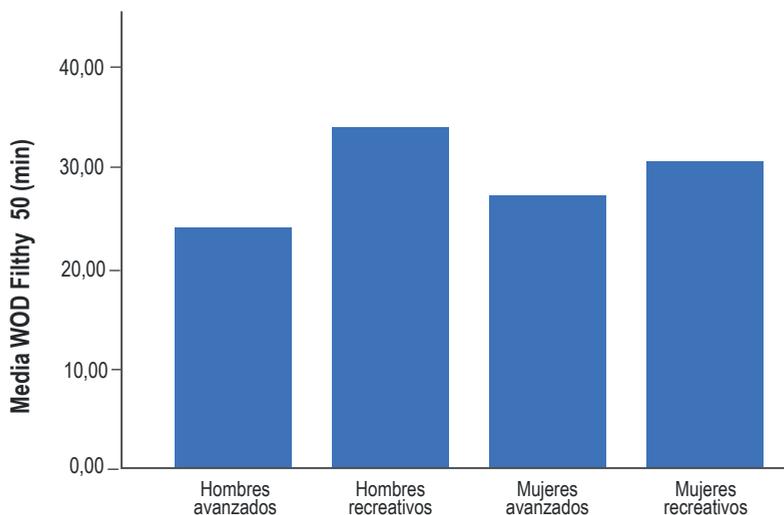
Figura 29
Entrenamiento de referencia Grace por sexo y categoría.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30

Entrenamiento de referencia Filthy 50 por sexo y categoría.



Fuente: Elaboración propia.

Los valores de fuerza prensil se evidencian en la Tabla 9, aquí se identificó que la fuerza de la mano dominante ($36,50 \pm 7,76$ kg vs $38,76 \pm 10,31$ kg) y no dominante ($35,53 \pm 7,93$ kg vs $36,50 \pm 7,76$ kg) en hombres avanzados no se diferencia notablemente de los recreativos ($p > 0,05$).

De la misma forma, la fuerza prensil de la mano dominante ($30,85 \pm 4,31$ kg vs $32,55 \pm 2,32$ kg) y no dominante ($29,40 \pm 3,71$ kg vs $32,75 \pm 4,61$ kg) en las mujeres avanzadas no presentó una diferencia importante con las mujeres recreativas ($p > 0,05$).

La fuerza prensil media de la mano en hombres ($36,02 \pm 7,79$ kg vs $38,88 \pm 10,93$ kg) y mujeres ($30,13 \pm 3,63$ kg vs $32,65 \pm 3,36$ kg) tampoco evidenció diferencias notables ($p > 0,05$) (Figura 9).

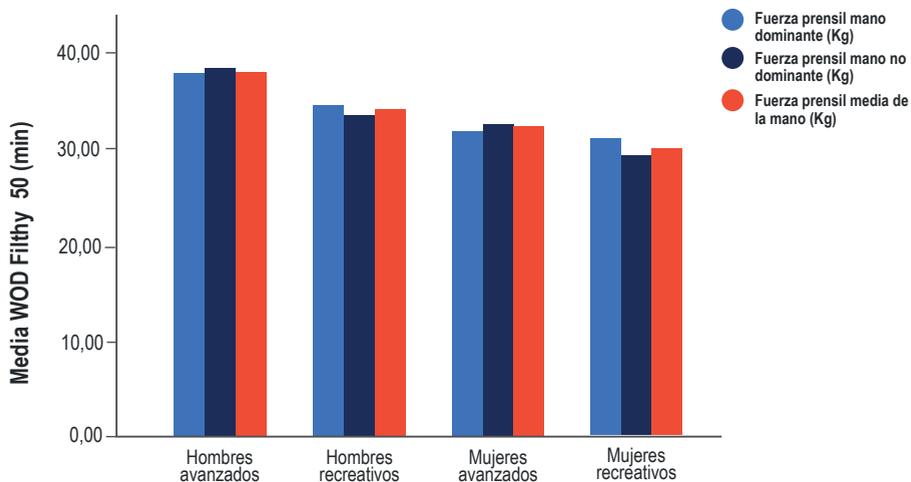
La diferencia entre la fuerza dominante y no dominante no fue mayor al 10% en ninguna categoría, por lo que, no existe asimetría significativa entre la fuerza prensil de la mano en ambos sexos.

Tabla 9
Fuerza prensil de la mano

Hombres (n = 18)		Fuerza mano dominante (kg)	Fuerza mano no dominante (kg)	Fuerza media de la mano (kg)	Diferencia (%)
Hombres recreativos (n = 10)	Promedio	36,50	35,53	36,02	3,53%
	Desv. Est.	7,76	7,93	7,79	3,99%
Hombres avanzados (n = 8)	Promedio	38,76	39,00	38,88	5,90%
	Desv. Est.	10,31	11,79	10,93	4,20%
Total	Promedio	37,51	37,07	37,29	4,59%
	Desv. Est.	8,77	9,68	9,13	4,14%
Mujeres (n = 8)		Fuerza mano dominante (kg)	Fuerza mano no dominante (kg)	Fuerza media de la mano (kg)	Diferencia (%)
Mujeres recreativos (n = 4)	Promedio	30,85	29,40	30,13	7,85%
	Desv. Est.	4,31	3,71	3,63	5,92%
Mujeres avanzados (n = 4)	Promedio	32,55	32,75	32,65	5,88%
	Desv. Est.	2,32	4,61	3,36	4,80%
Total	Promedio	31,70	31,08	31,39	6,87%
	Desv. Est.	3,33	4,27	3,51	5,10%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 31
Fuerza prensil de la mano por sexo y categoría.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 10 se evidencia que los hombres avanzados presentan una mayor fuerza total (CrossFit Total® 391,63±52,91 kg vs 327,80±25,08 kg; sentadilla con barra 156,63±22,72 kg vs 131,20±15,61 kg; peso muerto 160,63±23,37 kg vs 142,80±15,86 kg; press de hombros 74,38±14,0 kg vs 53,80±6,12 kg) con relación a los recreativos, aunque la diferencia no fue significativa en la repetición máxima del peso muerto ($p>0,05$) (Figura 10 y Figura 12).

Del mismo modo la fuerza total fue más alta en las mujeres avanzadas (CrossFit Total® 227,25±27,51 kg vs 191,50±46,89 kg; sentadilla con barra 94,75±10,50 kg vs 83,75±17,97 kg; peso muerto 101,25±11,81 kg vs 83,50±18,50 kg; press de hombros 31,25±6,29 kg vs 24,25±12,74 kg) al comparar con las recreativas, pero las diferencias no fueron significativas para ninguna prueba ($p>0,05$) (Figura 11 y Figura 12).

Tabla 10
CrossFit® Total

Hombres (n = 18)		1 RM en SB (kg)	1 RM en PM (kg)	1 RM en PH (kg)	CF Total (kg)
Hombres recreativos (n = 10)	Promedio	131,20	142,80	53,80	327,80
	Desv. Est.	15,61	15,86	6,12	25,08
Hombres avanzados (n = 8)	Promedio	156,63	160,63	74,38	391,63
	Desv. Est.	22,72	23,37	14,00	52,91
Total	Promedio	142,50	150,72	62,94	356,17
	Desv. Est.	22,60	21,00	14,53	50,50
Mujeres (n = 8)		1 RM en SB (kg)	1 RM en PM (kg)	1 RM en PH (kg)	CF Total (kg)
Mujeres recreativos (n = 4)	Promedio	83,75	83,50	24,25	191,50
	Desv. Est.	17,97	18,50	12,74	46,89
Mujeres avanzados (n = 4)	Promedio	94,75	101,25	31,25	227,25
	Desv. Est.	10,50	11,81	6,29	27,51
Total	Promedio	89,25	92,38	27,75	209,38
	Desv. Est.	14,84	17,22	10,02	40,40

Nota: Sentadilla con barra; PM: Peso muerto; PH: Press de hombros; CF: CrossFit. Fuente: Elaboración propia.

Figura 32

Perfil de repetición máxima en hombres por categoría.



Nota: AR: Arrancada; CE: Cargada y envi6n; SB: Sentadilla con barra; PM: Peso muerto. PH: Press de hombros. Fuente: Elaboraci6n propia.

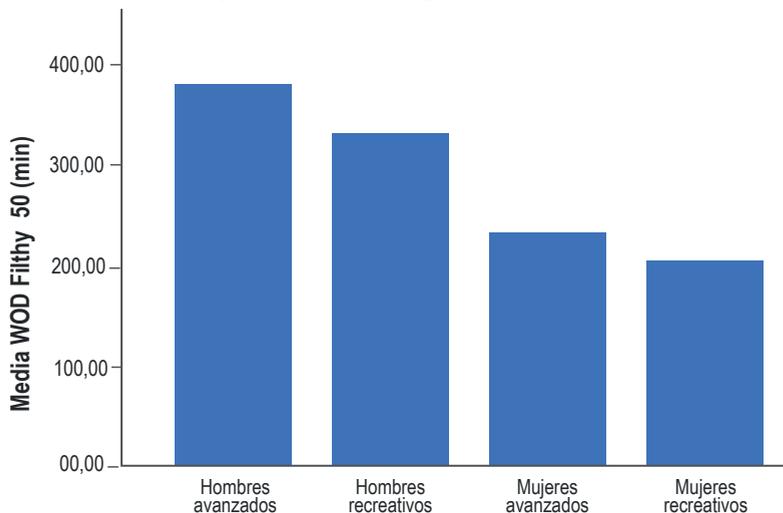
Figura 33

Perfil de repetici6n m6xima en mujeres por categori6.



Nota: AR: Arrancada; CE: Cargada y envi6n; SB: Sentadilla con barra; PM: Peso muerto. PH: Press de hombros.. Fuente: Elaboraci6n propia.

Figura 34
CrossFit Total® por sexo y categoría.



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Composición corporal

En este trabajo se evidenció que los hombres avanzados presentan un mejor componente muscular y menor componente grasa con respecto a los hombres recreativos, mientras que, las mujeres solamente la masa grasa no se diferencia considerablemente, pero si en la masa muscular.

Estudios similares que aplicaron la bioimpedancia han notificado porcentajes de grasa de $19,39\pm 4,8$ en hombres amateurs competitivos (Leitão et al., 2021), de la misma forma, en hombres atletas de CrossFit® de Italia presentaron una grasa corporal de $20,0\pm 4,3\%$ (Ballarin et al., 2020), y un porcentaje de grasa de $25,72\pm 4,69\%$ antes de la competencia y $24,61\pm 5,92\%$ después de la competencia en mujeres que participaron en los CrossFit® Games 2016 (Cervantes-Hernández et al., 2019).

Por evaluación antropométrica se ha evidenciado que los practicantes de HIFT presentan un porcentaje de grasa corporal de $16,30\pm 2,12\%$ en hombres y $19,77\pm 3,45\%$ en mujeres (Bustos-Viviescas et al., 2021b), del mismo modo, un porcentaje de grasa de $19,0\pm 3,75$ en mujeres y $12,7\pm 2,44$ en hombres atletas HIFT (Adami et al., 2020b), mientras, que los atletas elite presentan una menor grasa corporal con respecto a los amateurs ($12,6\pm 2,43\%$ vs $17,4\pm 6,00\%$) (Adami et al., 2020a).

Estos valores de grasa corporal son similares a los de hombres brasileños capacitados en CrossFit® ($16,5\pm 4,7\%$) (Chacao et al., 2019), por otra parte, en mujeres ($20,8\pm 3,0\%$) el valor es algo más elevado con respecto a hombres estadounidenses ($13,3\pm 3,8\%$) practicantes de CrossFit® (Feito et al., 2019).

Unas investigaciones recientes concluyeron que, los sujetos avanzados en CrossFit® presentan porcentaje una menor de grasa corporal y una mayor masa muscular en comparación a sujetos activos recreativamente (Cavedon et al., 2020; Mangine et al., 2020), aunque sin diferencias en la grasa corporal cuando se compara aquellos de mayor y menor fuerza (Tibana et al., 2018a).

Continuando, el trabajo de Tibana y Cols concluyó que, existen diferencias en el porcentaje de grasa corporal cuando se comparan los atletas de mejor rendimiento ($10,0\pm 2,1\%$) con relación a los de menor rendimiento ($16,4\pm 4,3\%$) (Tibana et al., 2017b),

Algunos trabajos aplicaron la absorciometría de rayos X de doble energía (DEXA) encontrando un porcentaje de grasa corporal de $17,45\pm 3,90$ en sujetos capacitados en CrossFit® (Carreker & Grosicki, 2020), igualmente, un estudio realizado con atletas experimentados en CrossFit® evidenció una grasa corporal de $15,8\pm 6,2\%$ (Mangine et al., 2020).

Otro trabajo con practicantes de CrossFit® se obtuvo una grasa corporal de $13,3\pm 3,8\%$ en hombres y $20,8\pm 3,0\%$ en mujeres por medio de la pletismografía por desplazamiento de aire (Bod-Pod) (Dexheimer et al., 2019), seguidamente, empleando este mismo instrumento se presentó una grasa corporal de $13,3\pm 6,4\%$ en

hombres y $21,1 \pm 2,6\%$ en mujeres recreativamente competitivos de HIFT (Dexheimer et al., 2020).

Por último, en un atleta profesional de CrossFit® tetracampeón Games 2011-2014 se determinó un porcentaje de grasa corporal de $4,13\%$ a través de un dispositivo de pesaje hidrostático (Phillips et al., 2016), esto sugiere que la composición corporal es un factor determinante para los atletas HIFT.

Flexibilidad

Los valores obtenidos en hombres avanzados ($6,88 \pm 8,48$ cm) y mujeres avanzadas ($16,25 \pm 6,25$ cm) fueron más elevados con relación a los hombres recreativos ($-1,00 \pm 8,22$ cm) y mujeres recreativas ($1,50 \pm 12,82$ cm), lo cual sugiere que existe cierta relevancia de la flexibilidad en practicantes avanzados de HIFT/CrossFit®.

Son muy pocos los trabajos que han considerado a la flexibilidad como un potencial predictor del rendimiento en CrossFit®, hasta la fecha solamente existe un trabajo que notifique que la flexibilidad en el test sit and reach obtuvo una asociación trivial ($r = 0,05$; $p = 0,90$) para una competición simulada de CrossFit® compuesta por los WOD Fran, Isabel y Kelly (Peña et al., 2021).

Por otro lado, Ludovino y Cols encontraron valores de $35 \pm 6,4$ cm en el test de Wells con practicantes de CrossFit® (Ludovino et al., 2021). Algunos trabajos que aplicaron CrossFit® han encontrado efectos en la flexibilidad en un mes para practicantes de esta modalidad (Fonseca Castro, 2016), ahora bien, el trabajo efectuado por Brisebois y Cols con sujetos sedentarios sin experiencia en HIFT concluyó que, 3 días a la semana de HIFT durante 8 semanas puede mejorar el puntaje en el test sit and reach (Pre: $30,36 \pm 11,36$ cm; Post: $32,14 \pm 9,66$ cm) (Brisebois et al., 2018).

6 meses puede mejorar muy significativamente el puntaje en el test sit and reach en sujetos con poca experiencia en HIFT (Pre: $30,7 \pm 10,4$ cm; Post: $32,5 \pm 9,9$ cm) y moderada experiencia en HIFT (Pre: $31,7 \pm 9,2$ cm; Post: $34,7 \pm 7,6$ cm) (Cosgrove et al., 2019).

Sin embargo, un trabajo realizado por Barfield & Anderson no presentó mejoras en la flexibilidad con la práctica del CrossFit® en sujetos capacitados de esta modalidad (Barfield & Anderson, 2014).

Hasta aquí como se pudo evidenciar los datos en cuanto a la flexibilidad de practicantes de CrossFit® es algo controversial, además, una revisión reciente concluyó que, la flexibilidad no es un componente fundamental de la aptitud física (Nuzzo, 2020), por lo cual, es necesario continuar investigando sobre la posible influencia de la flexibilidad en el rendimiento de estos atletas.

Fuerza máxima en levantamiento olímpico

La repetición máxima en levantamiento olímpico para los hombres avanzados (1 RM en arranque $92,25 \pm 13,59$ kg; 1 RM en cargada y envión $119,38 \pm 15,91$ kg) y las mujeres avanzadas (1 RM en arranque $43,50 \pm 12,87$ kg; 1 RM en cargada y envión $64,75 \pm 16,44$ kg) fue mayor a los valores obtenidos por los hombres recreativos (1 RM en arranque $59,30 \pm 8,64$ kg; 1 RM en cargada y envión $87,10 \pm 11,05$ kg) y mujeres recreativas (1 RM en arranque $29,75 \pm 10,34$ kg; 1 RM en cargada y envión $43,50 \pm 14,46$ kg), en consecuencia, los participantes más avanzados presentan mejor rendimiento en pruebas de repetición máxima en el componente de levantamiento de pesas.

En levantadores de pesas se ha identificado que la fuerza máxima isométrica y la tasa contráctil de desarrollo de la fuerza 15-20% y 13-16% mayor, esto con respecto a otros atletas de fuerza y potencia (Storey & Smith, 2012), es por ello, que en HIFT/CrossFit® el entrenamiento de los movimientos de levantamiento olímpico es un elemento importante de la periodización (Tibana et al., 2019).

Ahora bien, algunos trabajos determinaron valores de repetición máxima en arranque de $113,9 \pm 10,37$ kg y para la cargada y envión $141,5 \pm 14,41$ kg en CrossFitters checos de élite (Schlegel et al., 2020), igualmente, con atletas experimentados en CrossFit® se ha notificado un arranque de $86,4 \pm 17,3$ kg y una cargada y envión de 107 ± 21 kg (Mangine et al., 2020).

Por otra parte, la repetición máxima en arranque para un atleta profesional de CrossFit® tetracampeón Games 2011-2014 fue de 127,0 kg fuera de temporada y 129,3 kg en competición, mientras que la cargada y envión fue de 154,2 kg fuera de temporada y 165,6 kg en competición (Phillips et al., 2016).

De igual forma, en practicantes de CrossFit® de Brasil se ha determinado que existen diferencias significativas en la arrancada y cargada en hombres cuando se compara aquellos de mayor y menor fuerza (Tibana et al., 2018a), esto también fue identificado en el estudio de Serafini y Cols ya que las medidas autoinformadas estaban asociadas con el ranking en CrossFit®, en vista de que, los competidores de mejor ranking (Q1) presentaron mayores valores de repetición máxima en cargada y envión (hombres: $148,9 \pm 12,1$ kg; mujeres: $95,7 \pm 8,4$ kg), y arranque (hombres: $119,4 \pm 10,9$ kg; mujeres $76,5 \pm 7,6$ kg) con relación a los demás quintiles (Serafini, Feito & Mangine, 2018).

Un reciente trabajo identificó una asociación negativa y muy significativa de la repetición máxima en arrancada, y, cargada y envión con los WOD de referencia Fran ($r = -0,54$ y $-0,59$), Grace ($r = -0,24$ y $-0,31$) y Helen ($r = -0,39$ y $-0,45$) (Meier et al., 2021), por consiguiente, el levantamiento olímpico es un componente fundamental dentro del perfil fisiológico de practicantes HIFT, sin embargo, los valores encontrados en este trabajo son inferiores a los reportados previamente en atletas elite de HIFT/CrossFit®.

Resistencia muscular

Hasta este momento solamente se ha valorado la resistencia muscular en practicantes hombres de HIFT por medio de las dominadas y la flexión en posición invertida, por ello, cabe resaltar que para la prueba de pistol squats y toes to bar no existen unos valores de referencia en atletas de CrossFit® para realizar la comparación, al igual que para el test de flexión en posición invertida con impulso y la dominada isométrica propuesto para las mujeres.

Por ello, en este trabajo las flexiones en posición invertida fueron $17,10 \pm 5,07$ reps en hombres recreativos, $36,75 \pm 20,27$ reps en hombres avanzados, $16,50 \pm 7,59$ reps en mujeres recreativas y $26,00 \pm 4,55$ reps en mujeres avanzadas, mientras que en dominadas estrictas obtuvieron $14,20 \pm 8,31$ reps en hombres recreativos y $19,25 \pm 2,82$ reps en hombres avanzados, y, en dominada isométrica $23,50 \pm 20,86$ seg en mujeres recreativas y $58,50 \pm 13,48$ seg en mujeres avanzadas.

Siguiendo en el análisis, en CrossFitters checos de élite se identificó en flexiones en posición invertida de $21,5 \pm 6,32$ reps y para las dominadas estrictas $20,6 \pm 4,76$ reps (Schlegel et al., 2020).

Por otra parte, un reciente trabajo evidenció una mediana de 35 dominadas estrictas (Rango: 7–38) y una asociación negativa con el WOD Fran ($r = -0,59$; $p < 0,01$) en hombres competidores amateurs (Leitão et al., 2021), del mismo modo, se ha encontrado con practicantes de CrossFit® unas dominadas de 9 ± 6 reps (de Sousa et al., 2016).

Para comparar el tiempo en la dominada; en las practicantes de este estudio se evidencia un valor superior/inferior con respecto a mujeres cadetes ($41,6 \pm 16,7$ seg) y mujeres junior ($41,3 \pm 22,9$ seg) practicantes de Judo (Agostinho et al., 2018).

Por otro lado, un trabajo interesante desarrollado por Gómez-Landero y Frías-Menacho evaluó la resistencia muscular en abdominales (sit-ups) ($46,60 \pm 4,22$ reps) y dominadas ($18,87 \pm 5,05$ reps) en sujetos competidores de CrossFit®, encontrando una correlación negativa con el WOD Fran y "Donkey Kong", aunque solamente los abdominales se asociaron significativamente con el WOD Donkey Kong (Gómez-Landero & Frías-Menacho, 2020).

Otra investigación en el tema determinó que 6 meses puede mejorar en las pruebas de resistencia en sujetos con poca experiencia en HIFT (Flexiones $25,7 \pm 5,5$ reps vs $31,3 \pm 3,4$ reps; abdominales $39,2 \pm 13,0$ reps vs $41,6 \pm 14,7$ reps; sentadillas $40,3 \pm 10,8$ reps vs $41,8 \pm 11,5$ reps; dominadas $3,5 \pm 3,5$ reps vs $5,0 \pm 4,2$ reps) y moderada experiencia en HIFT (Flexiones $25,0 \pm 7,9$ reps vs $28,1 \pm 9,6$ reps; abdominales $41,0 \pm 7,2$ reps vs $41,6 \pm 6,7$ reps; sentadillas $45,3 \pm 5,3$ reps vs

46,8±5,6 reps; dominadas 6,5±3,9 reps vs 7,8±3,5 reps) (Cosgrove et al., 2019).

La resistencia muscular obtenida en la sentadilla pistola en hombres recreativos fue de 5,60±4,43 reps para la pierna izquierda y 7,30±5,76 reps para la pierna derecha, en hombres avanzados fue 22,75±4,71 reps para la pierna izquierda y 22,13±3,36 reps para la pierna derecha, mientras tanto en mujeres recreativas de 9,75±5,56 reps para la pierna izquierda y 9,75±6,65 reps para la pierna derecha, en mujeres avanzadas fue 18,00±4,24 reps para la pierna izquierda y 19,00±4,83 reps para la pierna derecha.

Por otro lado, la resistencia muscular en abdominales pies a barra fue de 19,30±5,44 reps en hombres recreativos y 30,13±3,48 reps en hombres avanzados, para las mujeres recreativas de 9,00±2,16 reps y mujeres avanzadas 16,75±1,50 reps.

Continuando, entre los ejercicios de categoría gimnásticos se encuentran los handstand push ups, pull ups, pistol squats y toes to bar (Weisenthal et al., 2014; Wagener et al., 2020), por ello, es importante mencionar que las sentadillas unilaterales se utilizan para evaluar el control transitorio y dinámico de las extremidades inferiores (Cheatham et al., 2018), y al igual que las toes to bar son ejercicios avanzados que se incluyen en las diferentes pruebas oficiales de CrossFit®, en consecuencia, se recomienda continuar incluyendo estos movimientos en la valoración de la resistencia muscular en próximas investigaciones.

Por último, un trabajo identificó que en comparación con escaladores deportivos los practicantes de CrossFit® presentan una mejor resistencia y recuperación muscular (Gawda et al., 2017), esto podría sugerir el buen resultado en las diferentes pruebas por parte de los participantes de este trabajo, inclusive en las pruebas de pistol squat y toes to bar que no habían sido previamente aplicadas en investigaciones de esta temática.

Salto vertical

En cuanto a la altura del salto vertical en HIFT/CrossFit® se refiere se han encontrado valores para el CMJ $38,1\pm 7,2$ cm y un SJ de $33,1\pm 8,71$ cm con hombres altamente capacitados (Peña et al., 2021), CMJ $39\pm 4,9$ cm en hombres atletas HIFT (Adami et al., 2020b), CMJ $41,08\pm 7,7$ cm con practicantes de CrossFit® (de Sousa et al., 2016), CMJ $28,9\pm 10,6$ cm y SJ de $29,9\pm 10,2$ cm en hombres atletas de CrossFit® (Ballarin et al., 2020) y CMJ $31\pm 3,4$ cm en mujeres atletas HIFT (Adami et al., 2020b).

Cuando se compara por nivel de fitness, en participantes recreativos de CrossFit® se evidenciaron diferencias significativas en el salto SJ de los sujetos con mejor rendimiento (39 ± 5 cm) y menor rendimiento (32 ± 3) (Martínez-Gómez et al., 2020).

Por otro lado, con respecto a valores de fuerza y potencia se identificaron valores en el salto CMJ para atletas HIFT se ha evidenciado en mujeres unos valores de 2700 ± 320 W y 1500 ± 220 N, mientras que en hombres fue 4500 ± 450 W y 2100 ± 280 N (Adami et al., 2020b), mientras que, Gómez-Landero y Frías-Menacho obtuvieron una potencia pico de $3908,04\pm 423,68$ W en CMJ para competidores de CrossFit® (Gómez-Landero & Frías-Menacho, 2020).

En sujetos físicamente activos se determinó que 8 semanas de entrenamiento CrossFit® podía mejorar la altura del salto Abalakov (Pre: $38,6\pm 7,7$ cm vs Post: $42,8\pm 8,2$ cm) y SJ (Pre: $30,9\pm 6,3$ cm vs Post: $34,1\pm 6,8$ cm) (Costa et al., 2021).

Es preciso señalar que hasta la fecha no se tiene conocimiento de algún trabajo que haya evaluado el salto Abalakov en practicantes de HIFT/CrossFit® ni tampoco considerado los componentes del salto (coordinativo, muscular y elástico), índice de elasticidad y contribución de los brazos como posibles predictores del rendimiento, por lo cual, sería una temática de investigación que hace falta abordar en próximos estudios, debido a que, ha sido postulado previamente como una forma de evaluar la fatiga muscular en sesiones HIFT (Maté-Muñoz et al., 2017).

Los valores negativos en el índice de elasticidad obtenidos en este trabajo indican que es necesario incluir algunos trabajos enfocados al entrenamiento pliométrico al igual que la fuerza máxima, debido a que, convencionalmente se ve en diferentes boxes de HIFT/CrossFit® una alta prioridad hacia el entrenamiento de la fuerza máxima, pero descuidan la fuerza pliométrica. Esto genera desequilibrios que podrían verse reflejados en un menor desempeño del atleta o posibles lesiones, en consecuencia, resultaría favorable ejecutar ciertos trabajos de fuerza pliométrica dentro de la programación de HIFT/CrossFit®, dado a que, se considera que el entrenamiento pliométrico contribuye de forma positiva al incremento de la fuerza excéntrica reflejado en una mejora de la habilidad de salto vertical (Stojanović et al., 2017).

Por otra parte, un reciente trabajo de Teixeira y Cols determinó que 6 semanas de entrenamiento HIFT mejora el salto vertical con diferentes volúmenes y frecuencias de entrenamiento (Teixeira et al., 2020), del mismo modo, otra investigación identificó que en comparación con escaladores deportivos los practicantes de CrossFit® presentan un menor desempeño en el salto vertical (Gawda et al., 2017).

Ahora bien, la literatura con relación al tema del entrenamiento de fuerza para mejorar el salto vertical sugiere emplear diferentes medios (levantamiento de pesas, pesas rusas, entre otros) (Suchomel et al., 2020), inclusive algunos estudios de revisión y meta-análisis han determinado que métodos específicos del entrenamiento de fuerza como el entrenamiento de contrastes (Pagaduan et al., 2019) y el entrenamiento complex (Pagaduan & Pojskic, 2020) pueden mejorar el desempeño del salto vertical, igualmente se ha documentado la efectividad del entrenamiento combinado de fuerza y pliometría para este objetivo (Zghal et al., 2019).

A partir de lo anterior, la naturaleza multimodal del HIFT/CrossFit® se asemeja a los métodos mencionados previamente ya que existen entrenamientos que combinan cargas altas y bajas (entrenamiento de contrastes), así mismo, incluyen ejercicios pliométricos (box jump, burpee over the bar, entre otros) junto con otros de fuerza de levantamiento o calisténicos/gimnásticos (entrenamiento combinado), y, para garantizar un buen desempeño los participantes deben ejecutar los

ejercicios a una velocidad alta (entrenamiento complejo) para terminar en el menor tiempo posible la prueba o acumular la mayor cantidad de trabajo mecánico con respecto a los demás competidores.

Por consiguiente, el entrenamiento HIFT/CrossFit® puede resultar favorable en la mejora del salto vertical en participantes recreativos y competitivos.

WOD basado en Habilidades (Skill-Based)

El trabajo desarrollado por Feito y Cols evidenció que 16 semanas de entrenamiento mejora el desempeño de las habilidades de HIFT, indicando que las pruebas obtuvieron cambios para las propulsiones (Hombres: Pre $1,66 \pm 0,29$ min vs Post $1,24 \pm 0,46$ min; Mujeres: Pre $1,53 \pm 0,66$ min vs Post $0,96 \pm 0,34$ min), saltos dobles (Hombres: Pre $62,11 \pm 64,98$ reps vs Post $71,22 \pm 68,30$ reps; Mujeres: Pre $59,88 \pm 73,68$ reps vs Post $74,88 \pm 72,24$ reps), balanceos de pesa rusa (Hombres: Pre $80,78 \pm 12,59$ reps vs Post $86,56 \pm 13,69$ reps; Mujeres: Pre $82,65 \pm 15,39$ reps vs Post $97,00 \pm 11,21$ reps), y burpees (Hombres: Pre $32,22 \pm 3,99$ reps vs Post $35,88 \pm 5,51$ reps; Mujeres: Pre $31,94 \pm 10,02$ reps vs Post $36,82 \pm 15,06$ reps) (Feito et al., 2018), aunque para ambos casos tanto hombres como mujeres presentaron un mejor desempeño con respecto a los de este trabajo, salvo para los balanceos de pesa rusa cuyos valores son muy similares.

Por otra parte, en esta investigación las habilidades evaluadas fueron también entrenadas dentro de la intervención tomando en cuenta un porcentaje importante dentro de la planificación (propulsiones: 10,2%; salto de lazo: 14,2%; balanceo de pesa rusa 11,7%; burpees: 15,6%) (Feito et al., 2018), por consiguiente, se vuelve evidente la importancia de incluir las habilidades a mejorar dentro de la periodización en HIFT.

Ahora, si se analiza de forma individual cada prueba para el AMRAP de 2 minutos de saltos dobles existe un trabajo efectuado por Maté-Muñoz y Cols que identificó un total de 88,03 repeticiones en un Tabata de saltos dobles en sujetos físicamente activos sin experiencia en HIFT (2 min 40 segundos efectivos; 8 sets de 20 seg/10 seg) (Maté-Muñoz et al., 2017), mientras que, en el AMRAP de 3 minutos de

burpees encontramos que en el test de 3 min de burpees se ha identificado una media de 56,69 repeticiones para hombres y 48,84 repeticiones en mujeres, aunque los mejores puntajes han sido 82 repeticiones en hombres y 73 repeticiones en mujeres (Podstawski et al., 2019).

Mientras que, para las propulsiones y balanceos de pesa rusa, no se encontraron trabajos similares dada la diferencia en los protocolos aplicados y/o cargas utilizadas, por consiguiente, no fue posible comparar estas pruebas de forma individual, sin embargo, se recomienda para futuros trabajos continuar aplicando dichas pruebas con este protocolo con el fin de valorar las habilidades en practicantes de HIFT/CrossFit®.

Entrenamientos de referencia (Benchmarks)

Previamente se ha identificado que los valores normativos para el WOD Grace corresponden de 64 segundos a 296 segundos en hombres y 89 segundos a 337 segundos en mujeres (Mangine et al., 2018).

Hasta la fecha las investigaciones han encontrado en atletas experimentados en CrossFit® un tiempo para el WOD Grace de $1,9 \pm 0,7$ min (Mangine et al., 2020), y en el estudio de Butcher y Cols con participantes de competencias CrossFit® Open y/o Regional se obtuvo un WOD Grace de 136 ± 32 seg (Butcher et al., 2015), del mismo modo, otro trabajo con practicantes de CrossFit® se presentó un tiempo para el WOD Grace de $171,6 \pm 38,0$ seg en hombres y $177,6 \pm 39,2$ seg en mujeres (Dexheimer et al., 2019), por lo que, los datos obtenidos con los participantes de este estudio en el WOD Grace son similares para los hombres y mujeres avanzados.

No obstante, para el WOD Filthy 50 esta diferencia se mantuvo solamente en hombres ($29,80 \pm 2,55$ min vs $24,38 \pm 1,66$ min) ya que los valores fueron muy similares en las mujeres ($29,25 \pm 3,77$ min vs $28,14 \pm 3,32$ min).

Por el contrario, los valores normativos para el WOD Filthy 50 corresponde de 16,76 minutos a 31,98 minutos en hombres y 18,49 minutos

mujeres a 36,17 minutos en mujeres (Mangine et al., 2018), por lo cual, los datos obtenidos en los hombres y mujeres participantes se ajustan a los valores normativos propuestos, sin embargo hasta este momento no existen estudios previos que analizaran este WOD.

Para esto, resulta fundamental resaltar que este WOD consta de una sola ronda de 500 repeticiones distribuidas en 10 ejercicios de 50 repeticiones de forma consecutiva, este entrenamiento de referencia se caracteriza por incluir movimientos de la modalidad calistenia/gimnásticos y otros de la modalidad de levantamiento olímpico empleando cargas ligeras para posibilitar que los participantes mantengan un ritmo de trabajo constante con un descanso mínimo entre ejercicios.

De la misma forma, CrossFit® es una de las disciplinas deportivas donde la resistencia juega un papel importante en el rendimiento (Schlegel & Křehký, 2020), es por ello que, un trabajo reciente identificó que cuando las pruebas consisten en múltiples rondas los competidores deben emplear un ritmo rápido y sostenible para mejorar el rendimiento, aunque también se pueden centrarse en uno o dos ejercicios clave (Mangine et al., 2021).

En consecuencia, sería interesante seguir analizando el entrenamiento de referencia Filthy 50 e como indagar sobre la fatiga y el ritmo de repetición en cada uno de los ejercicios, con el fin de establecer los ejercicios que presentan mayor ritmo de repetición, así como cuales provocan mayor fatiga en los participantes, esto con el fin de identificar cual es la mejor estrategia para mejorar el desempeño en esta prueba.

Fuerza prensil de la mano

Este trabajo evidenció que la fuerza prensil de la mano dominante, mano no dominante y media no se diferenciaron de manera importante entre sexos y categorías, así mismo con respecto a la diferencia en fuerza el nivel no es suficiente para clasificarse en una asimetría de los miembros superiores.

La literatura entorno a la fuerza prensil de la mano sugiere que no existe influencia con el rendimiento en CrossFit®, dado a que, en

sujetos competidores de CrossFit® se encontró una correlación negativa con el WOD Fran ($r = -0,219$) y "Donkey Kong" ($r = -0,506$) pero sin significación (Gómez-Landero & Frías-Menacho, 2020), mientras que, otro trabajo con mujeres practicantes de CrossFit® no obtuvo una asociación de la fuerza prensil con las calorías en bicicleta (Assault Bike), sentadillas y burpees, pero si con los abdominales (sit-ups) (Haynes & DeBeliso, 2019).

En cuanto a los valores obtenidos de fuerza prensil, se ha evidenciado una media de $54,10 \pm 6,50$ kg en sujetos competidores de CrossFit® (Gómez-Landero & Frías-Menacho, 2020), $52,0 \pm 6,2$ kg en hombres atletas de CrossFit® de Italia (Ballarin et al., 2020), igualmente, $50-53$ kg para la mano dominante y $50-58$ kg para la mano no dominante en un atleta profesional de CrossFit® tetracampeón Games 2011-2014 (Phillips et al., 2016), mientras tanto, en mujeres practicantes de CrossFit® se ha presentado una media de $29,69$ kg (Haynes & DeBeliso, 2019).

Por otra parte, para los efectos del entrenamiento HIFT en la fuerza prensil de la mano, un reciente trabajo de Teixeira y Cols determinó que 6 semanas de entrenamiento HIFT mejora la fuerza prensil de la mano con diferentes volúmenes y frecuencias de entrenamiento (Teixeira et al., 2020), por lo que, el entrenamiento HIFT podría mejorar los valores de fuerza prensil de la mano en practicantes recreativos y competitivos.

Aquí es crucial mencionar que el entrenamiento de la fuerza prensil de la mano resulta relevante para mejorar el desempeño en diferentes patrones de movimiento en distintas disciplinas deportivas y atléticas que impliquen la mano (Cronin et al., 2017), sin embargo, esta no se puede recomendar como un resultado alternativo del rendimiento funcional para todo tipo de programas de ejercicio como es el caso del entrenamiento multimodal (Labott et al., 2019), como el caso del HIFT/CrossFit®, debido a que, durante los ciclos de entrenamiento la combinación de diferentes tipos de fuerza y resistencia es esencial para el rendimiento en CrossFit® (Schlegel, 2020).

Por consiguiente, la fuerza prensil de la mano requiere mayores investigaciones en HIFT/CrossFit® para dar mayor claridad sobre su posible influencia en el rendimiento de esta modalidad.

CrossFit® total

En esta investigación se evidenció que los participantes avanzados presentan una mayor fuerza total con respecto a hombres recreativos (CrossFit Total® 391,63±52,91 kg vs 327,80±25,08 kg) y mujeres recreativas de HIFT (CrossFit Total® 227,25±27,51 kg vs 191,50±46,89 kg).

Por otra parte, en CrossFitters checos de élite se identificó un CrossFit® total de 489,2 kg (Sentadilla con barra 184,1±26,93 kg; peso muerto 217,9±24,32 kg; press de hombros 87,2±10,84 kg) (Schlegel et al., 2020).

En el estudio de Butcher y Cols con participantes de competencias CrossFit® Open y/o Regional se obtuvo un CrossFit® total de 401,5±83,1 kg (Sentadilla con barra 147,0±36,6 kg; peso muerto 185,4±32,8 kg; press de hombros 69,1±16,6 kg) (Butcher et al., 2015). Otro trabajo con practicantes de CrossFit® registró un CrossFit® total de 402,6±41,2 kg en hombres (Sentadilla con barra 151,0±21,2 kg; peso muerto 178,8±18,6 kg; press de hombros 72,7±9,5 kg) y 259,7±20,9 kg (Sentadilla con barra 98,5±9,4 kg; peso muerto 115,8±9,6 kg; press de hombros 45,5±5,1 kg) (Dexheimer et al., 2019). Igualmente, con mujeres que participaron en los CrossFit® Games 2016 se idéntico un porcentaje de grasa de 259,7±20,9 kg (Sentadilla con barra 83,59±18,99 kg; peso muerto 98,17±21,18 kg; press de hombros 36,96±4,48 kg) antes de la competencia y 259,7±20,9 kg (Sentadilla con barra 87,47±18,13 kg; peso muerto 99,46±16,53 kg; press de hombros 36,61±4,02 kg) después de la competencia (Cervantes-Hernández et al., 2019).

En el trabajo de Phillips y Cols con un atleta profesional de CrossFit® tetracampeón Games 2011-2014 evidenciaron que el CrossFit® Total varió fuera de temporada y en competición, dado a que estando fuera de temporada obtuvo 529,5 kg (Sentadilla con barra 199,6 kg; peso muerto 243,7 kg; press de hombros 86,2 kg) mientras que en competición fue de 529,5 kg (Sentadilla con barra 215,5 kg; peso muerto 251,7 kg; press de hombros 93,3 kg) (Phillips et al., 2016).

Respecto a los efectos del entrenamiento se ha identificado que 6

meses puede mejorar la fuerza total del cuerpo en sujetos con poca experiencia en HIFT (CrossFit Total® 157,8 kg vs 176,4 kg; sentadilla con barra 56,2±8,6 kg vs 64,7±13,8 kg; peso muerto 71,6±19,4 kg vs 79,0±27,9 kg; press de hombros 30,0±6,4 kg vs 32,7±9,3 kg) y moderada experiencia en HIFT (CrossFit® Total 168,6 kg vs 180,0 kg; sentadilla con barra 56,4±14,4 kg vs 60,3±15,0 kg; peso muerto 80,8±20,4 kg vs 86,6±19,8 kg; press de hombros 31,8±5,9 kg vs 33,1±6,2 kg), aunque solamente para ambos grupos fue significativo el aumento en la sentadilla con barra y el peso muerto (Cosgrove et al., 2019).

El CrossFit® Total fue empleado como prueba oficial en los CrossFit® Games 2018 y 2020, y su influencia con el rendimiento ha sido notificada previamente en diferentes investigaciones (Bellar et al., 2015; Butcher et al., 2015; Dexheimer et al., 2020; Zeitz et al., 2020). Por tal motivo, debe continuar su inclusión en las pruebas funcionales para valorar el perfil fisiológico en practicantes de HIFT/CrossFit®.



CAPÍTULO CUATRO

Conclusiones

- El perfil fisiológico de los practicantes de HIFT de esta investigación se destaca en hombres una baja grasa corporal, para ambos sexos se destaca buenos resultados para las pruebas de fuerza muscular, resistencia muscular, flexibilidad, habilidades y entrenamientos de referencia, así mismo, los sujetos avanzados obtuvieron mejores valores con respecto a los recreativos.
- En hombres se determinaron diferencias significativas para la experiencia en HIFT, repetición máxima en arranque, repetición máxima en cargada y envión, repeticiones máximas en flexiones en posición invertida, sentadillas pistola y pies a barra, prueba AMRAP de burpees, tiempo en completar en WOD Grace, repetición máxima en sentadilla con barra, repetición máxima en press de hombros y CrossFit® Total, mientras que, en las mujeres las diferencias significativas se presentaron para las repeticiones máximas en pies a barra, el tiempo de la dominada isométrica, y, la altura y fuerza para CMJ.

Propuesta

Se recomienda para próximos libros investigativos en HIFT/CrossFit® se valore una muestra mayor, así como estructurar unos baremos de las pruebas incluidas en este trabajo, ya que hasta la fecha solo existen percentiles para los entrenamientos de referencia.

Es crucial que en los Box y centros de acondicionamiento físico que se oferta esta modalidad de entrenamiento de alta intensidad se considere las pruebas realizadas en este trabajo para determinar el perfil fisiológico de sus practicantes según el nivel de desempeño (recreativo o competitivo) acorde a las categorías propuestas por edad y sexo.

En último lugar, recordar el papel importante que desempeña la medición y evaluación en la mejora del desempeño atlético, dado a que el entrenamiento funcional de alta intensidad no es la excepción a este caso, por lo que, es recomendable incluir estas valoraciones dentro de la planificación para garantizar la adecuada optimización de las cargas, prevención de lesiones y mejora del rendimiento.

Referencias

- Abdul-Hameed, U., Rangra, P., Shareef, M. Y. & Hussain, M. E. (2012). Reliability of 1-repetition maximum estimation for upper and lower body muscular strength measurement in untrained middle aged type 2 diabetic patients. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(4), 267–273. DOI: <https://doi.org/10.5812/asjasm.34549>
- Acevedo-Mindiola, A. A., y Bustos-Viviescas, B. J. (2017). Correlación entre la flexibilidad de la musculatura isquiosural con la altura del salto vertical en jugadores de balonmano selección del departamento Norte de Santander. *EDU-FÍSICA: Revista de Ciencias Aplicadas Al Deporte*, 9(20), 109–120. Recuperado de: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/edufisica/article/view/1198/957>
- Adami, P. E., Rocchi, J. E., Melke, N. & Macaluso, A. (2020a). Physiological comparison between competitive and beginner high intensity functional training athletes. *Journal of Human Sport and Exercise*, 17(3), 1–13. DOI: <https://doi.org/10.14198/jhse.2022.173.06>
- Adami, P. E., Rocchi, J. E., Melke, N. & Macaluso, A. (2020b). Physiological profile of high intensity functional training athletes. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(3), 1–14. DOI: <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.163.16>
- Agostinho, M. F., Junior, J. A. O., Stankovic, N., Escobar-Molina, R. & Franchini, E. (2018). Comparison of special judo fitness test and dynamic and isometric judo chin-up tests' performance and classificatory tables' development for cadet and junior athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(2), 244–252. DOI: <https://doi.org/10.12965/jer.1836020.010>

- Alba, A. L. (2005). *Test funcionales, cineantropometría y prescripción del entrenamiento en el deporte y la actividad física*. Editorial Kinesis.
- Alsamir-Tibana, R, Frade-de Sousa, N & Prestes, J. (2017). Crossfit® training load quantification through session-rate of perceived exertion: a case study and review. *Rev. Bras. Ciênc. Mov*, 25(3), 5–13. DOI: <https://doi.org/10.1080/05679320412347002>
- Alsamir Tibana, R., Manuel Frade de Sousa, N., Prestes, J., da Cunha Nascimento, D., Ernesto, C., Falk Neto, J. H., Kennedy, M. D. & Azevedo Voltarelli, F. (2019). Is Perceived Exertion a Useful Indicator of the Metabolic and Cardiovascular Responses to a Metabolic Conditioning Session of Functional Fitness?. *Sports*, 7(7), 161. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7070161>
- American College of Sports Medicine. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687–708. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
- American College of Sports Medicine. (2016). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (10th ed.)* Editorial LWW.
- Andrade, L. N. de, Teixeira, R. V. & Carlos, P. S. (2018). Relação entre a flexibilidade e a força entre praticantes de crossfit. *Motricidade*, 14(1), 279–283. Recuperado de:
- Andreato, L. V., Lara, F. J. D., Andrade, A. & Branco, B. H. M. (2017). Physical and Physiological Profiles of Brazilian Jiu-Jitsu Athletes: a Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 3(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-016-0069-5>
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica (6ª Edición)*. Editorial Episteme).
- Asociación Médica Mundial. (2013). *Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.17126/joralres.2013.009>

- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., de Ste Croix, M. y Santonja, F. (2012). Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach, revisión sistemática. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 5(2), 57–66. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-fiabilidad-validez-las-pruebas-sit-and-reach-X1888754612495328>
- Ballarin, G., Monfrecola, F., Alicante, P., Chierchia, R., Marra, M., Sacco, A. M & Scalfi, L. (2020). Raw Bioelectrical Impedance Analysis Variables (Impedance Ratio and Phase Angle) and Physical Fitness in Cross-Fit® Athletes. *Proceedings of the 8th International Conference on Sport Sciences Research and Technology Support (IcSPORTS 2020)*, 103–108. Recuperado de: <https://www.scitepress.org/Papers/2020/100660/100660.pdf>
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M. & Lockett, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Banoocy, N. K. (2018). Fitness testing battery for rugby league: Obtaining meaningful information from the data. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 26(7), 70–78. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/329884639_Fitness_Testing_Battery_Battery_for_Rugby_League_Obtaining_Meaningful_Information_From_Data
- Barbieri, J. F., Correia, R. F., Castaño, L. A. A., Brasil, D. V. C. & Ribeiro, A. N. (2017). Comparative and correlational analysis of the performance from 2016 crossfit games high-level athletes. *MTP&RehabJournal*, 15, 521. Recuperado de: <http://www.mtprehab.periodikos.com.br/journal/mtprehab/article/doi/10.17784/mtprehabjournal.2017.15.521>
- Barbieri, J. F., Figueiredo, G. T. da C., Castano, L. A. A., Guimaraes, P. dos S., Ferreira, R. R., Ahmadi, S., Gaspari, A. F. & de Moraes, A. C. (2019). A comparison of cardiorespiratory responses between crossfit® practitioners and recreationally trained

- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., de Ste Croix, M. y Santonja, F. (2012). Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach, revisión sistemática. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 5(2), 57–66. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-fiabilidad-validez-las-pruebas-sit-and-reach-X1888754612495328>
- Ballarin, G., Monfrecola, F., Alicante, P., Chierchia, R., Marra, M., Sacco, A. M & Scaffi, L. (2020). Raw Bioelectrical Impedance Analysis Variables (Impedance Ratio and Phase Angle) and Physical Fitness in Cross-Fit® Athletes. *Proceedings of the 8th International Conference on Sport Sciences Research and Technology Support (IcSPORTS 2020)*, 103–108. Recuperado de: <https://www.scitepress.org/Papers/2020/100660/100660.pdf>
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M. & Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Banoocy, N. K. (2018). Fitness testing battery for rugby league: Obtaining meaningful information from the data. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 26(7), 70–78. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/329884639_Fitness_Testing_Battery_Battery_for_Rugby_League_Obtaining_Meaningful_Information_From_Data
- Barbieri, J. F., Correia, R. F., Castaño, L. A. A., Brasil, D. V. C. & Ribeiro, A. N. (2017). Comparative and correlational analysis of the performance from 2016 crossfit games high-level athletes. *MTP&RehabJournal*, 15, 521. Recuperado de: <http://www.mtprehab.periodikos.com.br/journal/mtprehab/article/doi/10.17784/mtprehabjournal.2017.15.521>
- Barbieri, J. F., Figueiredo, G. T. da C., Castano, L. A. A., Guimaraes, P. dos S., Ferreira, R. R., Ahmadi, S., Gaspari, A. F. & de Moraes, A. C. (2019). A comparison of cardiorespiratory responses between crossfit® practitioners and recreationally trained

- Brisebois, M., Rigby, B. & Nichols, D. (2018). Physiological and Fitness Adaptations after Eight Weeks of High-Intensity Functional Training in Physically Inactive Adults. *Sports*, 6(4), 146. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports6040146>
- Brito Vásquez, V. E., Granizo Riquetti, H. A. & Calero Morales, S. (2017). Lactic acid study in crossfit: Application in four training sessions. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*, 36(3). Recuperado de: <http://www.revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/73/68>
- Bustos-Viviescas, B. J., Acevedo-Mindiola, A. A. y Lozano-Zapata, R. E. (2020). ¿Influye combinar diferentes distancias en la determinación de la velocidad crítica de nado? *Revista Iberoamericana de Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 9(2), 32–46. Recuperado de: <https://revistas.uma.es/index.php/riccafd/article/view/6620>
- Bustos-Viviescas, B. J., Acevedo-Mindiola, A. A. y Merchán Osorio, R. D. (2021a). Relación entre la velocidad aeróbica máxima continua e intermitente con el rendimiento del WOD CrossFit® Karen en sujetos físicamente activos: un estudio piloto. *Rev Cuba Invest Biomédicas*, 40(1). Recuperado de: <http://www.revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/822>
- Bustos-Viviescas, B. J., Alfredo, L., Luna, D., David, R., Osorio, M., Javier, A., Parra, O., y Acevedo-mindiola, A. A. (2021b). Entrenamiento funcional de alta intensidad: asociación de la grasa corporal con el fitness cardiorrespiratorio. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 50(2). Recuperado de: <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/910>
- Butcher, S., Neyedly, T., Horvey, K. & Benko, C. (2015). Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance? *Open Access Journal of Sports Medicine*, 241–247. DOI: <https://doi.org/10.2147/oajsm.s88265>
- Cadet Ochoa, J. (2009). Relación entre el despegue del salto vertical con carrera y la fuerza máxima en cuclilla profunda o sentadilla

en seis atletas del equipo de voleibol femenino de la Universidad de Ciencias Informáticas, UCI. *Revista Digital EFDeportes*, 14(137). Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd137/despegue-del-salto-vertical-en-voleibol-femenino.htm>

Camargos, G. L., Ribeiro, L. F. de O., Macedo Correa, A. A. & Domingues, S. F. (2020). Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade com exercícios calistênicos na capacidade cardiorrespiratória de homens. *RBPFEEX - Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício*, 13(82), 737–746. Recuperado de: <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1785>

Carminatti, L. J., Possamai, C. A. P., de Moraes, M., da Silva, J. F., de Lucas, R. D., Dittrich, N. & Guglielmo, L. G. A. (2013). Intermittent versus continuous incremental field tests: Are maximal variables interchangeable?. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(1), 165–170. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761763/pdf/jssm-12-165.pdf>

Carnes, A. J. & Mahoney, S. E. (2018). Polarized vs. High Intensity Multimodal Training in Recreational Runners. *International Journal of Sports Physiology and Performance Journal: International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1–28. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0040>

Carreker, J. D. & Grosicki, G. J. (2020). Physiological Predictors of Performance on the CrossFit “Murph” Challenge. *Sports (Basel, Switzerland)*, 8(7). DOI: <https://doi.org/10.3390/sports8070092>

Cavedon, V., Milanese, C., Marchi, A. & Zancanaro, C. (2020). Different amount of training affects body composition and performance in high-intensity functional training participants. *PLoS ONE*, 15(8 August), 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237887>

- Ceballos Zuloaga, A. (2017). *Comparación del efecto del Crossfit y el Aerobic Circuit Training sobre la fuerza muscular y la composición corporal en adultos jóvenes de 20 a 25 años (Tesis de Pregrado)*. Universidad del Valle.
- Cervantes-Hernández, N., Hernández Nájera, N., Carrasco, C. E., Candia Lujan, R. y Enríquez Del Castillo, L. A. (2019). Valoración de capacidades físicas, composición corporal y consumo de vitaminas en una competencia de CrossFit. *Rev. Ib. CC. Act. Fís. Dep.*, 8(2), 117–224. Recuperado de: <https://revistas.uma.es/index.php/riccafd/article/view/6696>
- Chacao, M., Dominski, F. H., Steclan, C., Filho, A. R. F. & Petreça, D. R. (2019). Perfil de composição corporal e de somatotipo de praticantes de Crossfit®. *RBPFEEX - Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício*, 13(82), 212–220. Recuperado de: <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1661>
- Cheatham, S. W., Stull, K. R., Fantigrassi, M. & Montel, I. (2018). Hip musculoskeletal conditions and associated factors that influence squat performance: A systematic review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(3), 263–273. DOI: <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0246>
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H. de S., Miranda, R. C., Mezêncio, B., Soncin, R., Cardoso Filho, C. A., Bottaro, M., Hernandez, A. J., Amadio, A. C. & Serrão, J. C. (2018). CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 4(1), 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>
- Coburn, J. W. y Malek, H. (2016). *Manual NSCA: Fundamentos del entrenamiento personal (2 ed.)*. Editorial Paidotribo.
- Contreras Jáuregui, F. A. (2015). Evaluación kinesiológica muscular y articular de los niños de la escuela de formación en fútbol de la Universidad de Pamplona. *Revista Actividad Física y Desarrollo Humano*, 1. Recuperado de:

http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/AFDH/article/view/2271

- Cosgrove, S. J., Crawford, D. A. & Heinrich, K. M. (2019). Multiple Fitness Improvements Found after 6-Months of High Intensity Functional Training. *Sports*, 7(9), 203. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7090203>
- Costa, F., Santiago, A., Feye, P. & Magallanes, C. (2021). Effects of traditional strength training vs CrossFit on different expressions of strength. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, 42, 182–188. DOI: <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86132>
- Crawford, D., Drake, N., Carper, M., DeBlauw, J. & Heinrich, K. (2018). Are Changes in Physical Work Capacity Induced by High-Intensity Functional Training Related to Changes in Associated Physiologic Measures?. *Sports*, 6(2), 26. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports6020026>
- Cuenya, L. y Ruetti, E. (2010). Controversias epistemológicas y metodológicas entre el paradigma cualitativo y cuantitativo en psicología. *Revista Colombiana de Psicología*, 19(2), 271–277. Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/67709>
- Davies, M., Coleman, L. & Stellino, M. B. (2016). The relationship between basic psychological need satisfaction, behavioral regulation, and Participation in CrossFit. *Journal of Sport Behavior*, 39(3), 239–254. Recuperado de: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-relationship-between-basic-psychological-need-Davies-Coleman/a31fcd9c6d9cb08036ac9fb332a6ef563d1fa1e8>
- De Sousa, A. F. M., dos Santos, G. B., dos Reis, T., Valerino, A. J. R., del Rosso, S. & Boullosa, D. A. (2016). Differences in physical fitness between recreational Crossfit® and resistance trained individuals. *Journal of Exercise Physiology Online*, 19(5), 112–122. Recuperado de: <https://www.semanticscholar.org/paper/Differences-in-Physical->

Fitness-between-CrossFit-%C2%AE-Baker-
Brock/1f6e4d4815290f53107c7cb5cb9088b7924ff221

- De Sousa A.F., dos Santos G.B., dos Reis T., Valerino A.J., D. R. S. & B. D. A. (2016). Differences in physical fitness between recreational CrossFit® and resistance trained individuals. *J. Exer. Physiol*, 19(5), 112–122. Recuperado de: https://www.asep.org/asep/asep/JEPonlineOCTOBER2016_Sou sa.pdf
- Dexheimer, Joshua D.; Brinson, Shane J.; Pettitt, Robert W. E., Schroeder, Todd; Sawyer, Brandon J. & Jo, E. (2020). Predicting Maximal Oxygen Uptake Using the 3-Minute All-Out Test in High-Intensity Functional Training Athletes. *Sports (Basel)*, 8(12), 155. DOI: <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.3390%2Fsports8120155>
- Dexheimer, J. D., Schroeder, E. T., Sawyer, B. J., Pettitt, R. W., Aguinaldo, A. L. & Torrence, W. A. (2019). Physiological Performance Measures as Indicators of CrossFit® Performance. *Sports*, 7(4), 93. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7040093>
- Díaz, J. & Espinoza-Navarro, O. (2012). Determinación Del Porcentaje De Masa Grasa, Según Mediciones De Perímetros Corporales. *Int. J. Morphol*, 30(4), 1604–1610. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022012000400054
- Dilber, A. O. & Dođru, Y. (2018). The Effect of High-Intensity Functional Exercises on Anthropometric and Physiological Characteristics in Sedantery. *Int J Sport Exer & Train Sci*, 4(2), 57–63. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.18826/useeabd.425483>
- Drake, N., Smeed, J., Carper, M. J. & Crawford, D. A. (2017). Effects of short-term CrossFit™ training: A magnitude-based approach. *Journal of Exercise Physiology Online*, 20(2), 111–133. Recuperado de: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-Short-Term-CrossFit-Training%3A-A-Approach-Baker->

Brock/fab2fade89ce46d1da2a97faa1579c5d995dee38

- Drum, S. N., Bellovary, B. N., Jensen, R. L., Moore, M. T. & Donath, L. (2017). Perceived demands and postexercise physical dysfunction in CrossFit® compared to an ACSM based training session. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(5), 604–609. DOI: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06243-5>
- Eather, N., Morgan, P. J. & Lubans, D. R. (2016). Improving health-related fitness in adolescents: the CrossFit Teens™ randomised controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 34(3), 209–223. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1045925>
- Ellis, K. (2000). Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev*, 80, 649–680.
- Emilija Stojanović, Vladimir Ristić, D. T. M. & Z. M. (2017). Effect of Plyometric Training on Vertical Jump Performance in Female Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47, 975–986. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6>
- Escobar, K. A., Morales, J. & Vandusseldorp, T. A. (2016). The Effect of a Moderately Low and High Carbohydrate Intake on Crossfit Performance. *International Journal of Exercise Science*, 9(3), 460–470. Recuperado de: <http://europepmc.org/article/PMC/5065325>
- Falk Neto, J. & Kennedy, M. (2019). The Multimodal Nature of High-Intensity Functional Training: Potential Applications to Improve Sport Performance. *Sports*, 7(2), 33. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7020033>
- Fealy, C. E., Nieuwoudt, S., Foucher, J. A., Scelsi, A. R., Malin, S. K., Pagadala, M., Cruz, L. A., Li, M., Rocco, M., Burguera, B. & Kirwan, J. P. (2018). Functional High Intensity Exercise Training Ameliorates Insulin Resistance and Cardiometabolic Risk Factors in Type 2 Diabetes. *Exp Physiol*, 103(7), 985–994. DOI: <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1113%2FEP086844>

Brock/fab2fade89ce46d1da2a97faa1579c5d995dee38

- Drum, S. N., Bellovary, B. N., Jensen, R. L., Moore, M. T. & Donath, L. (2017). Perceived demands and postexercise physical dysfunction in CrossFit® compared to an ACSM based training session. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(5), 604–609. DOI: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06243-5>
- Eather, N., Morgan, P. J. & Lubans, D. R. (2016). Improving health-related fitness in adolescents: the CrossFit Teens™ randomised controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 34(3), 209–223. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1045925>
- Ellis, K. (2000). Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev*, 80, 649–680.
- Emilija Stojanović, Vladimir Ristić, D. T. M. & Z. M. (2017). Effect of Plyometric Training on Vertical Jump Performance in Female Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47, 975–986. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6>
- Escobar, K. A., Morales, J. & Vandusseldorp, T. A. (2016). The Effect of a Moderately Low and High Carbohydrate Intake on Crossfit Performance. *International Journal of Exercise Science*, 9(3), 460–470. Recuperado de: <http://europepmc.org/article/PMC/5065325>
- Falk Neto, J. & Kennedy, M. (2019). The Multimodal Nature of High-Intensity Functional Training: Potential Applications to Improve Sport Performance. *Sports*, 7(2), 33. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7020033>
- Fealy, C. E., Nieuwoudt, S., Foucher, J. A., Scelsi, A. R., Malin, S. K., Pagadala, M., Cruz, L. A., Li, M., Rocco, M., Burguera, B. & Kirwan, J. P. (2018). Functional High Intensity Exercise Training Ameliorates Insulin Resistance and Cardiometabolic Risk Factors in Type 2 Diabetes. *Exp Physiol*, 103(7), 985–994. DOI: <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1113%2FEP086844>

Medicine and Physical Fitness, 57(9), 1227–1234. DOI: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06434-3>

Flórez Vera, J. P. y Díaz Quintero, G. (2020). *Caracterización de los atletas de CrossFit en la Ciudad de Bucaramanga (Tesis de pregrado)*. Unidades Tecnológicas de Santander.

Fonseca Castro, S. N. (2016). *Valorar el grado de flexibilidad de la musculatura isquio-sural en los deportistas que realizan crossfit mediante el test sit and reach al inicio del entrenamiento y posteriormente de un mes en “La Cueva” Fitness Center en los usuarios de 17 a 25 años de edad (Tesis de pregrado)*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

García López, A. y Gil Mármol, S. (2010). Las capacidades físicas básicas en primaria. *Revista Digital EFDeportes*, 145. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd145/las-capacidades-fisicas-basicas-en-primaria.htm>

García López, M., González Montero De Espinosa, M., Romero-Collazos, J. F., Prado Martínez, C., López-Ejeda, N., Villarino Marín, A. y Marrodán Serrano, M. D. (2017). Referencias para dinamometría manual en función de la estatura en edad pediátrica y adolescente. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*, 37(4), 135–139. DOI: <https://doi.org/10.12873/374glopez>

Gawda, P., Ginszt, M., Smółka, J., Paćko, M., Skublewska-Paszkowska, M., Łukasik, E. & Majcher, P. (2017). Difference in vertical jumping abilities, endurance and quickness of regeneration lower extremity muscle groups after physical effort between CrossFit and climbing athletes. *Polish Journal of Public Health*, 127(4), 168–172. DOI: <https://doi.org/10.1515/pjph-2017-0036>

Gerhart, H. D. (2013). *A Comparison of Crossfit Training to Traditional Anaerobic Resistance Training in Terms of Selected Fitness Domains Representative of Overall Athletic Performance (Tesis de maestría)*. Indiana University of Pennsylvania.

- Glassman, G. (2004). The New Girls. *CrossFit Journal*, 4, 1–2.
- Goings, J. M. (2014). *Physiological and performance effects of Crossfit (Tesis de Doctorado)*. University de Alabama.
- Gómez-Landero, Luis Arturo & Frías-Menacho, J. M. (2020). Analysis of Morphofunctional Variables Associated with Performance in Crossfit® Competitors. *J Hum Kinet*, 73, 83–91. DOI: <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2478%2Fhukin-2019-0134>
- González Rojas, L. A. y Verdugo Maldonado, M. E. (2012). *Impacto del entrenamiento funcional de intervalos de alta intensidad y del acondicionamiento físico militar sobre la determinación del estado físico (Tesis de pregrado)*. Universidad de Chile.
- Greenlee, T. A., Greene, D. R., Ward, N. J., Reeser, G. E., Allen, C. M., Baumgartner, N. W., Cohen, N. J., Kramer, A. F., Hillman, C. H. & Barbey, A. K. (2017). Effectiveness of a 16-Week High-Intensity Cardioresistance Training Program in Adults. In *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31 (9). DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001976>
- Gregory, R. M. (2016). *A low-carbohydrate ketogenic diet combined with six weeks of crossfit training improves body composition and performance (Tesis de maestría)*. James Madison University.
- Grier, T., Canham-Chervak, M., Anderson, M. K., Bushman, T. T. & Jones, B. H. (2015). The effects of cross-training on fitness and injury in women. *US Army Med Dep J.*, 33-41. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26101904>
- Grier, T., Canham-Chervak, M., McNulty, V. & Jones, B. H. (2013). Extreme conditioning programs and injury risk in a US Army Brigade Combat Team. *US Army Med Dep J .*, 36–47. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24146241/>
- Guba, E. & Lincoln, Y. (2002). Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa. In L. S. E. C. Sonora (Ed.), *Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en la investigación social* (pp. 113–145).

- Guío Gutiérrez, F. (2010). Conceptos y clasificación de las capacidades físicas. *Revista De Investigación Cuerpo, Cultura Y Movimiento*, 1(1), 77–86. Recuperado de: <http://revistas.usta.edu.co/index.php/rccm/article/view/1011>
- Haddock, C. K., Poston, W. S., Heinrich, K. M., Jahnke, S. A. & Jitnarin, N. (2016). Extreme conditioning programs and injury risk in a US Army Brigade Combat Team. *Military Medicine*, 181(11), e1508–e1514. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.7205/milmed-d-15-00503>
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44, 139–147. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Harriss, D. J., Macsween, A. & Atkinson, G. (2017). Standards for Ethics in Sport and Exercise Science Research: 2018 Update. *International Journal of Sports Medicine*, 38(14), 1126–1131. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0043-124001>
- Haynes, E. & DeBeliso, M. (2019). The relationship between CrossFit performance and grip strength. *Turk J Kinesiol*, 5(1), 15–21. DOI: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/684609>
- Heinrich, K. M., Crawford, D. A., Johns, B. R., Frye, J. & Gilmore, K. E. O. (2020). Affective responses during high-intensity functional training compared to high-intensity interval training and moderate continuous training. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 9(1), 115–127. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/spy0000159>
- Heinrich, K. M., Patel, P. M., O’Neal, J. L. & Heinrich, B. S. (2014). High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. *BMC Public Health*, 14, 789. DOI: <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1186%2F1471-2458-14-789>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. S. A. de C. V. Mcgraw-HILL / Interamericana Editores.

- Heyward, V. H. (2008). *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. (5ta Edición)*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Cronin, J., Lawton, T., Harris, N., Kilding, A. & McMaster, D. T. (2017). A Brief Review of Handgrip Strength and Sport Performance. *J Strength Cond Res.*, 31(11), 3187–3217. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002149>
- Jones, C. M., Griffiths, P. C. & Mellalieu, S. D. (2017). Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. In *Sports Medicine* (Vol. 47, Issue 5). Springer International Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0619-5>
- Jordan, B. (2019). *Vertical jump height as an indicator of lower-extremity muscular fatigue in recreational Crossfit athletes (Tesis de pregrado)*. Universidad de Nevada.
- Kluszczewicz, B, Snarr, R. & Esco, M. (2014). Metabolic and Cardiovascular Response To the Crossfit Workout “Cindy”: a Pilot Study. *J Sport Human Perf*, 2(2), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.12922/jshp.0038.2014>
- Kluszczewicz, Brian, Buresh, R., Bechke, E. & Williamson, C. (2017). Metabolic biomarkers following a short and long bout of high-intensity functional training in recreationally trained men. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(3), 710–718. DOI: <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.123.15>
- Kluszczewicz, Brian, John, Q. C., Daniel, B. L., Gretchen, O. D., Michael, E. R. & Kyle, T. J. (2015). Acute Exercise and Oxidative Stress: CrossFit™ vs. Treadmill Bout. *Journal of Human Kinetics*, 47(1), 81–90. DOI: <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0064>
- Kluszczewicz, Brian, Williamson, C., Bechke, E., McKenzie, M. & Hoffstetter, W. (2018). Autonomic response to a short and long bout of high-intensity functional training. *Journal of Sports Sciences*, 36(16), 1872–1879. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1423857>

del Test de Probst. *Revista Actividad Física y Desarrollo Humano*, 7. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.24054/16927427.v2.n2.2016.2414>

Ludovino, C. B., Iglesias, R., Borges, M. E., Casati, M. V., Melchior, R., De, L. E., Lima, M., Guedes, K. M., Junior, A. F., Pinto, D., Jr, G., Pereira, R. & Brasil, P. (2021). Efecto agudo de la liberación miofacial sobre la amplitud de movimiento , fuerza muscular y flexibilidad de practicantes de CrossFit®. *Revista Peruana de Ciencia de La Actividad Fisica y Del Deporte*, 8(3), 1181–1188. Recuperado de: <https://rpcafd.com/index.php/rpcafd/article/view/149>

Luiz Soares, C., Avayou Brito, M., Fernandes da Cunha, R., Almeida Pereira, A., Cristina Viola, J., dos Santos Guedes, U. I., Valério de Almeida, M., Freitas de Carvalho, A., Passos, R. P., de Barros Vilela Junior, G. & Politano, H. (2020). AGILIDADE E FLEXIBILIDADE EM PRATICANTES DE CROSSFIT. *Centro de Pesquisas Avançadas Em Qualidade de Vida - CPAQV Journal*, 12(3). Recuperado de: <http://www.cpaqv.org/revista/CPAQV/ojs-2.3.7/index.php?journal=CPAQV&page=article&op=view&path%5B%5D=562&path%5B%5D=pdf>

Lukaski, H., Bolonchuck, W., Hall, C. & Siders, W. (1986). Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol*, 60, 1327–1332. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.60.4.1327>

Mangine, G. T., Cebulla, B. & Feito, Y. (2018). Normative Values for Self-Reported Benchmark Workout Scores in CrossFit® Practitioners. *Sports Medicine - Open*, 4(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0156-x>

Mangine, G. T., Feito, Y., Tankersley, J. E., Mcdougale, J. M., & Kliszczewicz, B. M. (2021). *Workout Pacing Predictors of Crossfit® Open Performance : A Pilot Study. Journal of Human Kinetics*, 78, 89–100. DOI: <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0043>

- Knapik, J. J. (2015). Extreme Conditioning Programs: Potential Benefits and Potential Risks. *J Spec Oper Med*, 15(3), 108–113. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26360365/>
- Koeting, J. R. (1984). *Foundations of naturalistic inquiry: developing atheory base for understanding individual interpretations of reality*. Dallas, TX. AEFCT.
- Kuriyan, R., Thomas, T. & Kurpa, A. V. (2008). Total body muscle mass estimation from bioelectrical impedance analysis & simple anthropometric measurements in indian men. *Indian J Med Res*, 127(5), 441–446. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18653906/>
- Labott, B. K., Bucht, H., Morat, M., Morat, T. & Donath, L. (2019). Effects of Exercise Training on Handgrip Strength in Older Adults: A Meta-Analytical Review. *Gerontology*, 65(6), 686–698. DOI: <https://doi.org/10.1159/000501203>
- Leitão, L., Dias, M., Campos, Y., Vieira, J. G., Sant'ana, L., Telles, L. G., Tavares, C., Mazini, M., Novaes, J. & Vianna, J. (2021). Physical and physiological predictors of fran crossfit® wod athlete's performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18084070>
- Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D. & Selig, S. (2009). The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(2), 310–316. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.007>
- Lichtenstein, M. B. & Jensen, T. T. (2016). Exercise addiction in CrossFit: Prevalence and psychometric properties of the Exercise Addiction Inventory. *Addictive Behaviors Reports*, 3, 33–37. DOI: <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.abrep.2016.02.002>
- Lozano, R. y Barajas, Y. (2016). Análisis de la resistencia específica de los jugadores de la selección de fútbol de Costa Rica a través

- Mangine, G. T., Stratton, M. T., Almeda, C. G., Roberts, M. D., Esmat, T. A., VanDusseldorp, T. A. & Feito, Y. (2020). Physiological differences between advanced CrossFit athletes, recreational CrossFit participants, and physically-active adults. *PLoS ONE*, *15*(4), 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223548>
- Mangine, G. T., Tankersley, J. E., McDougale, J. M., Velazquez, N., Roberts, M. D., Esmat, T. A., VanDusseldorp, T. A. & Feito, Y. (2020). Predictors of CrossFit Open Performance. *Sports*, *8*(7), 102. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports8070102>
- Mangine, G., Van Dusseldorp, T., Feito, Y., Holmes, A., Serafini, P., Box, A. & Gonzalez, A. (2018). Testosterone and Cortisol Responses to Five High-Intensity Functional Training Competition Workouts in Recreationally Active Adults. *Sports*, *6*(3), 62. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports6030062>
- Marcos Serrano, M. (2017). *Valoración de la carga interna en nuevos métodos de acondicionamiento físico (Tesis de doctorado)*. Universidad de Extremadura.
- Martínez-Gómez, R., Valenzuela, P. L., Alejo, L. B., Gil-Cabrera, J., Montalvo-Pérez, A., Talavera, E., Lucia, A., Moral-González, S. & Barranco-Gil, D. (2020). Physiological predictors of competitive performance in CrossFit® athletes. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, *17*(10), 3699. DOI: <https://doi.org/10.1101/2019.12.16.877928>
- Martínez-Gómez, R., Valenzuela, P. L., Barranco-Gil, D., Moral-González, S., García-González, A. & Lucia, A. (2019). Full-Squat as a Determinant of Performance in CrossFit. *International Journal of Sports Medicine*, *40*(9), 592–596. DOI: <https://doi.org/10.1055/a-0960-9717>
- Martínez, E. (2003). La evaluación de la condición física en la educación física. Opinión del profesorado: opinión del profesorado. *European Journal of Human Movement*, *10*, 117–141.

- Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., García-Fernández, P., Garnacho-Castaño, M. V. & Domínguez, R. (2017). Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. *PLoS One*, 12(7), e0181855. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098884>
- Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., Cañuelo-Márquez, A. M., Guodemar-Pérez, J., García-Fernández, P., Lozano-Estevan, M. del C., Alonso-Melero, R., Sánchez-Calabuig, M. A., Ruíz-López, M., de Jesús, F. & Garnacho-Castaño, M. V. (2018). Cardiometabolic and muscular fatigue responses to different crossfit® workouts. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(4), 668–679. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30479537/>
- Meier, N., Rabel, S. & Schmidt, A. (2021). Determination of a CrossFit® Benchmark Performance Profile. *Sports (Basel)*, 9(80). DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/sports9060080>
- Menz, V., Marterer, N., Amin, S. B., Faulhaber, M., Hansen, A. B. & Lawley, J. S. (2019). Functional vs. Running low-volume high-intensity interval training: Effects on vo2max and muscular endurance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(3), 497–504. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6683610/pdf/jssm-18-497.pdf>
- Meyer, J., Morrison, J. & Zuniga, J. (2017). The Benefits and Risks of CrossFit: A Systematic Review. *Workplace Health & Safety*, 65(12), 612–618. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/2165079916685568>
- Ministerio de Salud de Colombia. (1993). *Resolución 8430 de 1993*. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RID/E/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Mirella, R. (2006). *Las Nuevas Metodologías Del Entrenamiento De La Fuerza, La Resistencia, La Velocidad y La Flexibilidad*.

Editorial Paidotribo.

- Mohamed M. A. R., Abdul Kadir Z., Md Yusof S., M. M. & A. M. A. (2014). Relationship Between Handgrip Strength on Muscular Strength Among Racquet Sport Athletes. In N. Adnan, R., Ismail, S. & Sulaiman (Ed.), *Proceedings of the International Colloquium on Sports Science, Exercise, Engineering and Technology 2014*. Springer, Singapore. DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-287-107-7_27
- Moreiras, O., Carbajal, A., Perea, I. & Varela-Moreiras, V. (1992). The influence of dietary intake and sunlight exposure on the vitamin D status in an elderly Spanish group. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 62(4), 303–307. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1291532/>
- Musalek, C. & Kirchengast, S. (2017). Grip strength as an indicator of health-related quality of life in old age—a pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(12). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph14121447>
- Notarnicola, A., Salatino, G., Napoletano, P., Monno, A., Moretti, B. & Tafuri, S. (2018). Does TRX training induce similar effects to crossfit? Study on the variation of body fat mass, endurance and explosive force. *Muscles, Ligaments & Tendons Journal*, 8(4), 520–525. Recuperado de: <http://www.mltj.online/does-trx-training-induce-similar-effects-to-crossfit-study-on-the-variation-of-body-fat-mass-endurance-and-explosive-force/>
- Nuzzo, J. L. (2020). The Case for Retiring Flexibility as a Major Component of Physical Fitness. *Sports Medicine*, 50, 853–870. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40279-019-01248-w>
- Ortiz Rodríguez, R. (2004). *Tenis: potencia, velocidad y movilidad*. Editorial INDE.
- Osipov, A., Kudryavtsev, M., Gatilov, K., Zhavner, T., Klimuk, Y., Ponomareva, E., Vapaeva, A., Fedorova, P., Gappel, E. & Karnaukhov, A. (2017). The use of functional training – Crossfit methods to improve the level of special training of athletes who

specialize in combat sambo. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(3). DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2017.03201>

- Pääsuke, M., Ereline, J. & Gapeyevs, H. (2017). La Fuerza del músculo extensor de la rodilla y las características de la ejecución del salto vertical en chicos pre- y post-púberes. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 27(1). Recuperado de: <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-fuerza-y-potencia/articulos/la-fuerza-del-musculo-extensor-de-la-rodilla-y-las-caracteristicas-de-la-ejecucion-del-salto-vertical-en-chicos-pre-y-post-puberes-1569>
- Padilla, J. R., Lozada, J. L., y Cortina, M. J. (2020). ¿La proporcionalidad corporal se relaciona con la velocidad del swing y la fuerza explosiva en jugadores de béisbol juvenil? In Fondo Editorial Universitario de la Universidad Nacional Experimental del Sur del Lago de Maracaibo Jesús María Semprún (Ed.), *Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria, Vol. 20* (pp. 329–352). Recuperado de: <https://www.cedinter.com/wp-content/uploads/2020/08/Ebook-Gestion-del-conocimiento-vol-20.pdf>
- Pagaduan, J. & Pojskic, H. (2020). A Meta-Analysis on the Effect of Complex Training on Vertical Jump Performance. *Journal of Human Kinetics*, 71(1), 255–265. DOI: <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0087>
- Pagaduan, J., Schoenfeld, B. J. & Pojskić, H. (2019). Systematic review and meta-analysis on the effect of contrast training on vertical jump performance. *Strength and Conditioning Journal*, 41(3), 63–78. DOI: <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000442>
- Peña, J., Moreno-Doutres, D., Peña, I., Chulvi-Medrano, I., Ortigón, A., Aguilera-Castells, J. & Buscà, B. (2021). Predicting the unknown and the unknowable. Are anthropometric measures and fitness profile associated with the outcome of a simulated crossfit® competition? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 1–10. DOI:

<https://doi.org/10.3390/ijerph18073692>

Perciavalle, V., Marchetta, N. S., Giustiniani, S., Borbone, C., Perciavalle, V., Petralia, M. C., Buscemi, A. & Coco, M. (2016). Attentive processes, blood lactate and CrossFit®. *Physician and Sportsmedicine*, 44(4), 403–406. DOI: <https://doi.org/10.1080/00913847.2016.1222852>

Pérez, J. (2015). El positivismo y la investigación científica. *Revista Empresarial*, 9, 29–34. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6419741.pdf>

Pérez Miguelsanz, M.^a J., Cabrera Parra, W., Varela Moreiras, G. y Garaulet, M. (2010). Distribución regional de la grasa corporal: Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *Nutrición Hospitalaria*, 25(2), 207–223. Recuperado de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000200003&lng=es&tlng=es

Phillips, M. B., Barfield, J. & Lockhart, J. (2016). A Case Study: Examining Strength and Physiological Variable Changes over an ECP Training Year. *Journal of Sport and Human Performance*, 4(3), 1–10. Recuperado de: <https://journals.tdl.org/jhp/index.php/JHP/article/view/84>

Pietrobelli, A., Wang, Z. & Heymsfield, S. (1998). Techniques used in measuring human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 1, 439–448. Recuperado de: https://journals.lww.com/clinicalnutrition/Abstract/1998/09000/Techniques_used_in_measuring_human_body.13.aspx

Podstawski, R., Markowski, P., Clark, C. C. T., Choszcz, D., Ihász, F., Stojiljković, S. & Gronek, P. (2019). International standards for the 3-Minute burpee test: High-intensity motor performance. *Journal of Human Kinetics*, 69(1), 137–147. DOI: <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0021>

Pollock, M. L., Wilmore, J. H., & Rocha, M. L. (2009). *Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e*

reabilitação. Editorial MEDSI.

- Prater, J. D., Smith, J. C. & Mclean, S. (2011). *The Effect of Kipping on the Performance of a Pull-up*. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/43630748.pdf>
- Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances En Psicología*, 23(1), 9–17. DOI: <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n1.167>
- Ricciardi, R. & Talbot, L. (2007). Use of bioelectrical impedance analysis in the evaluation, treatment, and prevention of overweight and obesity. *J Am Acad Nurse Pract*, 19(5), 235–241. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-7599.2007.00220.x>
- Ricoy, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Revista Do Centro de Educação*, 31(1), 11–22. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1171/117117257002.pdf>
- Rippetoe, M. (2006). The crossfit total. *CrossFit J*, 52, 1–4. Recuperado de: <https://journal.crossfit.com/article/cfj-the-crossfit-total>
- Rodríguez de la Cruz, J. C., González Pascual, M. y López Pastor, V. (2007). Los test físicos en secundaria: aproximación a un uso formativo. *Revista Digital EFDeportes*, 112. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd112/los-test-fisicos-en-secundaria.htm>
- Salfrán Vergara, C. M. y Figueredo Salfran, Y. (2012). La resistencia como capacidad condicional en el voleibol. *Revista Digital EFDeportes*, 164. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd164/la-resistencia-en-el-voleibol.htm>
- Sánchez Jaeger, A. y Adela Barón, M. (2009). Uso de la bioimpedancia eléctrica para la estimación de la composición corporal en niños y adolescentes. *An Venez Nutr*, 22(2). Recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-

07522009000200008

- Sánchez Martín, G. (2018). *Entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT) versus entrenamiento aeróbico de intensidad moderada (MICT) para mejorar la composición corporal, fuerza y capacidad aeróbica en mujeres con sobrepeso y obesidad (Tesis de maestría)*. Universidad de Zaragoza.
- Schlegel, P. (2020). CrossFit® training strategies from the perspective of concurrent training: A systematic review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(4), 670–680. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7675627/pdf/jssm-19-670.pdf>
- Schlegel, P. & Křehký, A. (2020). Anaerobic Fitness Testing in Crossfit. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 60(2), 217–228. DOI: <https://doi.org/10.2478/afepuc-2020-0018>
- Schlegel, P., Režný, L. & Fialová, D. (2020). Pilot study: Performance-ranking relationship analysis in Czech crossfitters. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(1), 1–12. DOI: <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.161.17>
- Schmidt, D., Anderson, K., Graff, M., & Strutz, V. (2016). The effect of high-intensity circuit training on physical fitness. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(5), 534–540. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25942012/>
- Serafini, P. R., Feito, Y. & Mangine, G. T. (2018). Self-Reported Measures Of Strength And Sport-Specific Skills Distinguish Ranking In An International Online Fitness Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*. DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001843>
- Sperlich, B., Hahn, L. S., Edel, A., Behr, T., Helmpobst, J., Leppich, R., Wallmann-Sperlich, B. & Holmberg, H. C. (2018). A 4-week intervention involving mobile-based daily 6-minute micro-sessions of functional high-intensity circuit training improves strength and quality of life, but not cardio-respiratory fitness of

- young untrained adults. *Frontiers in Physiology*, 9, 423. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00423>
- Storey, A. & Smith, H. K. (2012). Unique Aspects of Competitive Weightlifting. *Sports Med*, 42(9), 769–790. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/bf03262294>
- Suchomel, T. J., McKeever, S. M., McMahon, J. J. & Comfort, P. (2020). The effect of training with weightlifting catching or pulling derivatives on squat jump and countermovement jump force-time adaptations. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 5(2). DOI: <https://doi.org/10.3390/jfmk5020028>
- Szeles, P. R. de Q., Costa, T. S. da, Cunha, R. A. da, Hespanhol, L., Pochini, A. de C., Ramos, L. A. & Cohen, M. (2020). CrossFit and the Epidemiology of Musculoskeletal Injuries: A Prospective 12-Week Cohort Study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(3), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1177/2325967120908884>
- Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(10), 1327–1330. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1097/00005768-199610000-00018>
- Teixeira, R. V., de Queiros, V. S., Dantas, M. P., Assis, M. G., Dantas, P. M. S. & de Araújo Tinôco Cabral, B. G. (2019). Inter-limb performance asymmetry in amateur athletes involved in high intensity functional training. *Isokinetics and Exercise Science*, 1–7. DOI: <https://doi.org/10.3233/IES-194201>
- Teixeira, R. V., Batista, G. R., Mortatti, A. L., Dantas, P. M. S., & Cabral, B. G. de A. T. (2020). Effects of six weeks of high-intensity functional training on physical performance in subjects with different training volumes and frequencies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–13. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17176058>

- Teixeira, R. V. (2020). *Carga interna de treinamento, desempenho e assimetria entre membros inferiores em praticantes de treinamento funcional de alta intensidade (Tesis de maestria)*. Recuperado de: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/28555/1/Cargainternatreinamento_Teixeira_2020.pdf
- Thompson, W. R. (2017). World wide Survey of fitness trends for 2018: the CREP Edition. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 21, 10–19. https://journals.lww.com/acsm-healthfitness/Fulltext/2017/11000/WORLDWIDE_SURVEY_OF_FITNESS_TRENDS_FOR_2018__The.6.aspx
- Tibana, R. A., Sousa, N. M. F. & Prestes, J. (2017a). *Programas de condicionamento extremo: planejamento e princípios*. Editorial Manole.
- Tibana, Ramires Alsamir, Souza, N. M. F., Cunha, G. V., & Prestes, J. (2017b). Correlação das variáveis antropométricas e fisiológicas com o desempenho no Crossfit®. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia Do Exercício*, 11(70), 880–887.
- Tibana, R. A., de Farias, D. L., Nascimento, D. C., Da Silva-Grigoletto, M. E., & Prestes, J. (2018a). Relação da força muscular com o desempenho no levantamento olímpico em praticantes de CrossFit®. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 11(2), 84–88. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.11.005>
- Tibana, Ramires Alsamir, de Sousa, N. M. F., Prestes, J., & Voltarelli, F. A. (2018b). Lactate, heart rate and rating of perceived exertion responses to shorter and longer duration crossfit® training sessions. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 3(4). DOI: <https://doi.org/10.3390/jfmk3040060>
- Tibana, R. A. & Frade De Sousa, N. M. (2018c). Are extreme conditioning programmes effective and safe? A narrative review of high-intensity functional training methods research paradigms and findings. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 4(1). DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000435>

- Tibana, R. A, Sousa, N. M. F., Grigoletto, M. E., & Voltarelli, F. A. (2019). Periodização do treinamento aplicada aos programas de condicionamento extremo. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 12(3), 300–306. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.33155/j.ramd.2018.06.008>
- Urher, R. y Bryant, L. (1992). *La educación de adultos como teoría, práctica e investigación*. Editorial Morata.
- Vaara, J. P., Inen, Heikki Kyrö, LA, Nemi, J., Mmen, O. O., Kkinen, A. H., And, S. K. & Keijo, H. A. (2012). Associations of Maximal Strength and Muscular Endurance Test Scores With Cardiorespiratory Fitness and Body Composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2078–2086. DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31823b06ff>
- Verdú, S. (2015). *Análisis de la eficacia del CrossFit como método de entrenamiento para la mejora de la condición física relacionada con la salud (Tesis de pregrado)*. Universitas Miguel Hernandez.
- Vila, H., Manchado, C., Rodriguez, N., Abraldes, J., Alcaraz, P. & Ferragut, C. (2012). Anthropometric Profile, Vertical Jump, and Throwing Velocity in Elite Female Handball Players by Playing Positions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2146–2155. DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823b0a46>
- Wagener, S., Wilhelm, M., Hotfiel, T. & Engelhardt, M. (2020). CrossFit® – Development, Benefits and Risks. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 36, 241–249. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2020.07.001>
- Weisenthal, B. M., Beck, C. A., Maloney, M. D., DeHaven, K. E. & Giordano, B. D. (2014). Injury rate and patterns among crossfit athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(4), 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1177/2325967114531177>
- Wilke, J., Kaiser, S., Niederer, D., Kalo, K., Engeroff, T., Morath, C., Vogt, L. & Banzer, W. (2019). Effects of high-intensity functional circuit training on motor function and sport motivation in healthy,

- inactive adults. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 29(1), 144–153. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.13313>
- Williamson, C., Feito, Y. & Kliszczewicz, B. M. G. (2017). The Influence Of Pace On Performance During A Five-week Online Fitness Competition. *Med Sci Sport Exerc*, 49(5S), 963. DOI: <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000519628.28537.4b>
- Yüksel, O., Gündüz, B. & Kayhan, M. (2018). Effect of Crossfit Training on Jump and Strength. *Journal of Education and Training Studies*, 7(1), 121–124. DOI: <https://doi.org/10.11114/jets.v7i1.3896>
- Zeit, E. K., Cook, L. F., Dexheimer, J. D., Lemez, S., Leyva, W. D., Terbio, I. Y., Tran, J. R. & Jo, E. (2020). The Relationship between CrossFit® Performance and Laboratory-Based Measurements of Fitness. *Sports*, 8(8), 112. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports8080112>
- Zghal, F., Colson, S. S., Blain, G., Behm, D. G., Granacher, U. & Chaouachi, A. (2019). Combined resistance and plyometric training is more effective than plyometric training alone for improving physical fitness of pubertal soccer players. *Frontiers in Physiology*, 10, 1–11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01026>

Autores



Brian Johan Bustos–Viviescas

Instructor del SENA Risaralda, Tutor Universidad de Pamplona CREAD Cundinamarca, director del Instituto Incobida, y asesor científico de FS1 Nutrition Colombia

Técnico en Recuperación Física, Corporación Iberoamericana de Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano, Colombia. Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deporte, Universidad de Pamplona, Colombia. Especialista en Métodos y Técnicas de Investigación, Fundación Universitaria Claretiana, Colombia. Maestro en Actividad Física y Entrenamiento Deportivo, Universidad Montrer, México. Doctor en Salud Pública (en formación), Universidad Cuauhtémoc, México. bjbustos@sena.edu.co.

 <https://orcid.org/0000-0002-4720-9018>

Carlos Enrique García Yerena

Docente de la Universidad del Magdalena

Magíster en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, de la Universidad de Pamplona, Colombia; y es Especialista en Pedagogía Universitaria de la misma institución. Con una Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes, también de la Universidad de Pamplona. Además, es Entrenador de Fútbol Infantil certificado por ATFA en Argentina, con Licencia (A) como director técnico profesional. Profesor del Programa Profesional en Deportes de la Universidad del Magdalena, Investigador y coordinador del Semillero de Investigación en *Deportes, Salud, Inclusión y Entrenamiento Deportivo adscrito al grupo de investigación Salud Familiar*.

 <https://orcid.org/0000-0002-9973-552X>



Rodrigo Ramírez–Campillo

Docente de la Universidad Andrés Bello (Chile)

Investigador en ciencias del deporte y el ejercicio, en particular en el ejercicio pliométrico, con un enfoque secundario en sus fenómenos fisiológicos neuronales y musculoesqueléticos asociados. Tiene un pregrado en Educación Física por la Universidad de los Lagos (Chile), una maestría en fisiología del ejercicio por la Universidad Andrés Bello (Chile) y un doctorado en Ciencias de la salud por la Universidad Pública de Navarra (España). rodrigo.ramirez@unab.cl.

 <https://orcid.org/0000-0003-2035-3279>



Rafael Arturo Orozco Medina

Docente de la Universidad de Pamplona

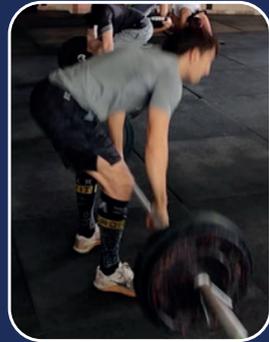
Magíster en Actividad física y Entrenamiento Deportivo, Unimontrer, Morelia Michoacán, México. Especialista en Entrenamiento Deportivo, Universidad de Pamplona, Colombia, Lic. en Educación Física, Universidad de Pamplona, Colombia, además entrenador nacional e internacional de Softbol, Colombia, Argentina, Perú y la Comunidad Valenciana de Beisbol y Softbol.

 <https://orcid.org/0000-0001-7617-4494>





UNIVERSIDAD
DE PAMPLONA



El libro Perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad presenta resultados de una investigación cuyo propósito fue determinar el perfil fisiológico en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad en Cúcuta, Colombia. Este trabajo describe los hallazgos principales de una investigación aplicada desde la perspectiva de la fisiología del ejercicio y el entrenamiento funcional de alta intensidad, por lo que, el contenido del presente documento se vuelve un elemento necesario para la consulta, investigación y aplicación por parte de educadores físicos, entrenadores deportivos, nutricionistas, fisioterapeutas, médicos y otros profesionales de la salud.

ISBN (Digital): 978-628-7656-33-8