

### **Información Importante**

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**Fenómeno de interferencia en atletas de CrossFit**

**Pablo Eduardo Buitrago Rueda y Gerson Fabián Agudelo Morantes**

**Monografía para optar por el título de Profesional en Cultura Física, Deporte y  
Recreación**

**Director:**

**Diana Marcela Aguirre Rueda**

**Doctora en Fisiología**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ciencias de la Salud**

**Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación**

**2021**

**Contenido**

	Pág.
Introducción.....	9
1 CrossFit.....	11
1.1 Historia del CrossFit .....	11
1.2 Concepto y Características.....	12
1.2.1 Acondicionamiento Metabólico.....	13
1.2.2 Gimnasia .....	14
1.2.3 Levantamiento de Pesas .....	14
1.3 CrossFit como Deporte .....	19
1.3.1 Los CrossFit Games y otras Competiciones .....	19
1.3.2 Características de los Atletas CrossFit y Participación en los Games .....	22
2 Beneficios y Lesiones de la Práctica del CrossFit .....	24
2.1 Beneficios .....	24
2.2 Lesiones en el CrossFit .....	25
3 Adaptación por El Entrenamiento .....	27
3.1 Concepto de Adaptación .....	27
3.2 Fuerza y sus Adaptaciones.....	29
3.2.1 Concepto .....	29
3.2.2 Músculo y Tipos de Fibras.....	31
3.2.3 Tipos de Fuerza.....	33

3.2.4 Resistencia .....	35
4 Entrenamiento Concurrente .....	36
4.1 Concepto .....	36
4.2 Fenómeno de Interferencia .....	37
4.3 Evitar el Fenómeno de Interferencia.....	41
5 Aporte en Deporte y Recreación.....	42
Referencias .....	45

**Lista de tablas**

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> <i>Plantilla de programación 1</i> .....	16
<b>Tabla 2.</b> <i>Plantilla de programación 2</i> .....	17
<b>Tabla 3.</b> <i>Aplicación de recomendaciones tomadas de las conclusiones</i> .....	44

**Lista de figuras**

	Pág.
<b>Figura 1.</b> <i>Ciclo de supercompensación después de una única carga.</i> .....	28
<b>Figura 2.</b> <i>Descripción grafica de fuerza: masa vs aceleración.</i> .....	30
<b>Figura 3.</b> <i>Relación entre fuerza con tipos de fibras y sistemas energéticos.</i> .....	33
<b>Figura 4.</b> <i>Resultados estudio Hickson.</i> .....	38

## Resumen

El CrossFit busca desarrollar la fuerza y la resistencia al mismo tiempo. Comparado con otros deportes que usan modelos de entrenamiento concurrente, en el CrossFit, la fuerza máxima es determinante del rendimiento, sin embargo, en los entrenamientos concurrentes, ocurre el fenómeno de interferencia, donde el desarrollo de la fuerza es afectado por la resistencia.

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de artículos científicos en inglés y en español entre los años 1980-2021 publicados en Google Scholar y Pubmed. El tipo de artículo seleccionado fueron metaanálisis y estudios clínicos y disponibilidad del texto fuera completo gratis. Las palabras clave empleadas para las búsquedas fueron extraídas del descriptor Medical Subject Headings MeHS fueron para la población: CrossFit athletes, healthy subjects; relacionados con la intervención y efecto: CrossFit training, crossfit, concurrent training, interference phenomenon. Se incluyeron descriptores booleanos “OR” dentro del grupo de palabras y “AND” para combinar los términos relacionados.

Para disminuir la interferencia, las sesiones de fuerza y resistencia deben estar separadas al menos por 6-24 horas, debe trabajarse cada capacidad con diferentes grupos musculares y se debe tener en cuenta la modalidad de ejercicio de resistencia.

*Palabras Clave:* Fuerza, CrossFit, Entrenamiento Concurrente, Fenómeno de interferencia.

### **Abstract**

CrossFit seeks to develop strength and endurance at the same time. Compared to other sports that use concurrent training models, in CrossFit, maximum strength is determinant of performance, however, in concurrent training, the phenomenon of interference occurs, where the development of strength is affected by resistance.

A bibliographic review of scientific articles in English and Spanish was carried out between the years 1980-2021 published in Google Scholar and Pubmed. The type of article selected was meta-analysis and clinical studies, and the full text was available free of charge. The keywords used for the searches were extracted from the descriptor Medical Subject Headings MeHS were for the population: CrossFit athletes, healthy subjects; related to intervention and effect: CrossFit training, crossfit, concurrent training, interference phenomenon. Boolean descriptors "OR" were included within the word group and "AND" to combine related terms.

To reduce interference, strength and endurance sessions must be separated by at least 6-24 hours, each capacity must be worked with different muscle groups and the resistance exercise modality.

*Key Words:* Strength, CrossFit, Concurrent Training, Interference Phenomenon.



### **Introducción**

El programa CrossFit fue desarrollado para aumentar las capacidades físicas de una persona y así mismo para alcanzar un rendimiento exitoso en desafíos físicos múltiples, diversos y aleatorios (Glassman,2010, p.06). En el año 2007 se lleva a cabo la primera competición de CrossFit: “Los CrossFit Games”, evento deportivo que desde entonces ha aumentado cada año en participación y popularidad atrayendo no solo atletas sino también patrocinadores y marcas. (AGUILAR, F. M., & GARCÍA, A. B., 2014, pp.05-06).

El desarrollo del CrossFit como un deporte ha permitido la generación de atletas en la disciplina, haciendo cada vez más necesaria una planificación de entrenamiento específica para cumplir con los requerimientos del deporte a nivel competitivo. (Aguilar, F. M., & García, A. B. 2014, p.16)

Para competir en CrossFit se requiere desarrollar muchas destrezas físicas, pero uno de los factores determinantes del rendimiento es la fuerza; la principal diferencia entre los atletas que participan en los CrossFit Games y los que no, es la Repetición Máxima (RM), es decir, la mayor cantidad de peso con la que pueden llevar a cabo una repetición de un ejercicio determinado. Es por ello por lo que el manejo del peso y el dominio de habilidades en los diferentes ejercicios establece las categorías en las competiciones. (Aguilar, F. M., & García, A. B. 2014, pp.15-16)

El CrossFit es un modelo de entrenamiento concurrente, es decir, que busca el desarrollo tanto de la fuerza como de la resistencia en su programa de entrenamiento. (Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C.-2012 pp.22-23). El problema es que el desarrollo de cada capacidad física tiene unos requerimientos fisiológicos y genera unas

adaptaciones determinadas, razón por la cual, en el entrenamiento concurrente pueden generarse interferencias en el desarrollo de una capacidad sobre la otra. (Coffey, V. G., & Hawley, J. A. 2017 pp.27-28).

Teniendo en cuenta lo anterior, esta monografía tiene como objetivo revisar literatura científica con el fin de determinar las causas que generan interferencia en el desarrollo de la fuerza máxima al entrenar bajo un modelo de entrenamiento concurrente como lo es el CrossFit y definir los parámetros que se deben tener en cuenta en la planificación para disminuir dicha interferencia.

El contenido temático de la monografía se divide en cuatro capítulos, iniciando con el CrossFit, su historia y sus características, en el segundo capítulo se profundizan los beneficios y lesiones que puede ocasionar la práctica del CrossFit. El capítulo 3 aborda las adaptaciones por el entrenamiento para finalmente, en el capítulo 4 analizar el entrenamiento concurrente, el fenómeno de interferencia y cómo disminuir el efecto interferencia que se ve plasmado en las conclusiones, las cuales, van de la mano con el aporte del profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación, el cual, abarca las recomendaciones que se deben tener en cuenta al momento de planificar para evitar el fenómeno de interferencia.

La importancia del presente trabajo radica en establecer las pautas que permitan planificar de manera más eficiente el entrenamiento de fuerza máxima dentro del modelo de entrenamiento concurrente en CrossFit para así poder formar atletas más competentes en la disciplina.

## **Contenido temático**

### **1 CrossFit**

#### **1.1 Historia del CrossFit**

El primer centro de entrenamiento de CrossFit fue creado en 1995 en Santa Cruz, California por Greg Glassman, quien ya tenía experiencia como coach de culturismo y gimnasia, pero que al observar que los resultados físicos de sus entrenados no eran los deseados decide incorporar los movimientos funcionales a alta intensidad obteniendo con ello mejores resultados (López Matas, C. – 2017, pp.6-7).

Posteriormente lo contrataron para entrenar al Departamento de Policía de Santa Cruz con quienes termino de perfeccionar su método. Debido a los resultados favorables obtenidos se fueron sumando también marines, bomberos y militares estadounidenses a la práctica de entrenamiento diseñado por Glassman (López Matas, C. – 2017, pp.6-7).

En el año 2001 aumentó la popularidad de CrossFit al crear junto con su esposa la página web [www.crossfit.com](http://www.crossfit.com) donde compartió sus experiencias, guías de ejercicios, videos y donde cualquier persona podía interactuar, creando así una comunidad en torno a CrossFit (López Matas, C. – 2017, pp.6-7).

Desde que se creó el CrossFit ha tenido un crecimiento a nivel global. En el 2005 había 18 gimnasios en todo el mundo certificados por CrossFit Inc., actualmente existen en el mundo 13.283 Box de CrossFit, 1.186 están ubicados en Latinoamérica y de éstos, 45 en Colombia (Flórez

Romero, 2017 p.18). Se estima que más de 3 millones de personas lo practican (Agudelo Viveros P.V. Uribe S.L. Pérez Carmona J. -2016, p.42).

## 1.2 Concepto y Características

El acondicionamiento físico es un proceso mediante el cual se establecen las condiciones idóneas para generar adaptaciones tanto neurológicas como morfo-fisiológicas en un sujeto con el propósito de mejorar las capacidades físicas del mismo (Foran, B. 2007- pp.11-12). El CrossFit es una marca registrada que establece un determinado método de acondicionamiento físico (Glassman, G. 2010 p.03), en el cual, se busca mejorar las capacidades físicas generales de resistencia cardiovascular / respiratoria, resistencia, fuerza, flexibilidad, potencia, velocidad, coordinación, agilidad, equilibrio y precisión (Glassman,2018, p.18).

El método de acondicionamiento físico del CrossFit está basado en 3 puntos principales: *“movimientos funcionales, constantemente variados y ejecutados a alta intensidad”* (Glassman, G. 2010 p.03) (Glassman, G. 2018 – p.34).

Los *“movimientos funcionales”* se entienden como un conjunto de ejercicios que enseña a manejar su peso corporal o pesos externos en los diferentes planos de movimiento: plano sagital, plano frontal y plano horizontal, de tal manera que aumentan las posibilidades de acción de las personas en el medio físico y social que les rodea (Smoak G. Y. -2015 pp.04-05). En el caso del entrenamiento deportivo, los movimientos funcionales preparan al atleta para su deporte; son siempre movimientos compuestos, es decir que involucran varias articulaciones y varios grupos musculares; los movimientos funcionales están dirigidos a trabajar eso, movimientos, no músculos aislados (Smoak G. Y. -2015 pp.04-05) (Diéguez P. J. 2007 y Boyle M., 2016 p.13).

Dentro de los movimientos funcionales se pueden encontrar por ejemplo las sentadillas que en relación con el medio físico son el equivalente al sentarse y ponerse de pie, (Glassman, G. 2010, p.15) y en el ámbito deportivo tiene transferencia al salto vertical he incluso a la carrera; (Ríos, L. J. C., Ríos, I. C., Sánchez, B. R., Fernández-Castanys, B. F., & Padial, P. – 2002, p.67). Otro ejemplo de ejercicio funcional es el peso muerto, el cual, en relación con el medio físico es el equivalente al recoger un objeto del suelo (Glassman, G -2010, p.15) y en el ámbito deportivo es un ejercicio que activa la cadena posterior del cuerpo fortaleciendo músculos isquiotibiales, glúteos, cuadrado lumbar entre otros, (Delavier F. -2011, p.105) favoreciendo la transmisión de fuerzas en esta cadena cinética.

Por el contrario, ejercicios clásicos de musculación como puede ser la extensión de rodilla en máquina, o el curl de bíceps en banco Scott, no son ejercicios funcionales, ya que, son ejercicios que no se llevan a cabo en movimientos naturales, son monoarticulares y no favorecen la transmisión entre músculos o cadenas sintéticas, estos ejercicios buscan aislar el trabajo de un único musculo (Delavier F. -2011, p.14).

Se hace referencia por “*constantemente variados*”, al dar el máximo de estímulos diferentes al cuerpo para que genere adaptaciones en todas las capacidades físicas y poder enfrentarse a cualquier tipo de reto físico aleatorio. (Glassman, G. 2018, p.5), por tanto, el CrossFit combina 10 habilidades físicas generales: resistencia respiratoria/cardiovascular, estamina, fuerza, flexibilidad, potencia, velocidad, coordinación, agilidad, equilibrio, exactitud (Glassman,2018, p.18) para implementarlo toma elementos de varias disciplinas que clasifica en 3 categorías:

### ***1.2.1 Acondicionamiento Metabólico***

El ciclismo, la carrera, el remo, natación. Estimulando en diferentes sesiones una u otra vía metabólica a partir de las distancias (100, 200, 400 metros son principalmente anaeróbicos; 1500 metros, la milla, los 2000 y 3000 metros son principalmente aeróbicos) o el entrenamiento en intervalos de alta intensidad o HIIT (High Intensity Interval Training, siglas en inglés) o el entrenamiento en intervalos de fuerza de alta intensidad o HIPT (High Intensity Power Training, siglas en inglés) (Marchante Domingo D., 2015, p.113) (Glassman,2018, pp.22-24).

### ***1.2.2 Gimnasia***

No solo incluye movimientos del deporte olímpico, como lo son la parada de manos o movimientos en anillas, sino que en el término engloba todos los ejercicios de calistenia dirigidos al control del peso corporal y dominio del cuerpo como son las pull ups, muscle ups, push ups, air squats, entre otros (Glassman,2018, pp.24-25).

### ***1.2.3 Levantamiento de Pesas***

Toma los movimientos de la halterofilia donde se ejecutan el snatch y el clean and jerk; los levantamientos de potencia como son el peso muerto, la sentadilla y el press banca además de incorporar herramientas como las Dumbbell, las kettebell, entre otros (Glassman,2018, pp.27-28).

La intensidad es el grado de energía con el que se realiza una acción. En el entrenamiento deportivo la intensidad depende del tipo de ejercicio que se lleva a cabo, por ejemplo, en el entrenamiento de fuerza se calcula el porcentaje de intensidad en relación con la máxima capacidad de generar fuerza o repetición máxima (1RM) (Marchante Domingo D. 2015, p.26). En trabajos

de resistencia la intensidad esta medida en relación con la capacidad máxima de consumo de oxígeno (VO2Max) (Billat V. 2002, pp.25-26).

En el caso del CrossFit, la medición de la intensidad está determinada por la potencia (Glassman,2018, p.36), el cual, es “la rapidez con la que se efectúa trabajo” (Young, Hugh D. Roger A. Freedman, 2009, p.181). El trabajo es una magnitud que relaciona la cantidad de fuerza por una determinada distancia. Por lo tanto, la potencia también puede entenderse como la aplicación de fuerza con rapidez; dicho en otras palabras, la potencia es la cantidad de fuerza que puede ser aplicada en una determinada distancia en un determinado tiempo (Glassman,2018, p.36) (Young, Hugh D. Roger A. Freedman, 2009 p.182).

Entonces, para medir la cantidad de potencia en CrossFit se planifica un determinado trabajo, por ejemplo, si se realiza “Fran” que es el nombre de un entrenamiento estandarizado de CrossFit, el cual, consiste en realizar en el menor tiempo posible 3 Series de 2 ejercicios: Thrusters (sentadilla + empuje) con un peso de 95 libras para hombres y 65 libras para mujeres y Pull Ups (dominadas), cada ejercicio tiene unos parámetros específicos en su ejecución; la primera serie se realizan 21 repeticiones de cada ejercicio, la segunda serie realizan 15 repeticiones de cada ejercicio y la última serie realizan 9 repeticiones de cada ejercicio.

Lo anterior corresponde al trabajo que debe realizarse, deben aplicar una fuerza en una determinada distancia, la distancia es en este caso la trayectoria que realizan los movimientos, para determinar la potencia se lleva el tiempo, en el cual, se completa dicho trabajo, así, si una persona realiza “Fran” con un tiempo 1, y posteriormente, supongamos 2 meses después vuelve y lo realiza y lo completa en un tiempo 2, el cual, es menor al tiempo 1, quiere decir que aumento la potencia (Glassman,2018, p.36).

La intensidad se aumentaría incrementando cualquiera de las variables de masa o de distancia, o condicionando la variable de tiempo, por ejemplo, se puede aumentar la intensidad aumentando el peso del ejercicio, ya no hacerlo con 95 lb sino con 110 lb, o por ejemplo aumentando el número de repeticiones, lo cual sería aumentar la distancia, ambas equivalen a aumentar la cantidad de trabajo que se debe realizar; la otra forma, condicionando la variable de tiempo, sería por ejemplo si se le dice al sujeto que dicho trabajo debe realizarlo en un tiempo de 10 minutos, puede ir a una velocidad x, si por el contrario se le dice que debe completarlo en un tiempo de 5 minutos debe aumentar la velocidad lo cual aumenta la potencia con la que realiza el trabajo y esto aumenta la intensidad del ejercicio (Glassman,2018, p.36).

Entonces, el “*ejecutados a alta intensidad*” hace referencia a que el individuo va a realizar lo más rápido posible el trabajo propuesto para la sesión según la modalidad de entrenamiento programado para el día (Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., de Sá Souza, H., Miranda, R. C., Mezêncio, B., ... & Serrão, J. C. 2018 p.2).

Por otra parte, para poder desarrollar su modelo teórico, CrossFit ha diseñado un modelo de planificación general, el cual, se expone en su guía de entrenamiento (Glassman,2018, pp.71-72). Este modelo está estructurado en microciclos de 12 días, utilizado un ratio de entrenamiento-descanso de 3:1 de la siguiente manera:

**Tabla 1.** *Plantilla de programación 1*

*Plantilla de programación*

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	M	G	M		G	W	G		W	M	W	
Modalidad		W	G	Libre		M	W	Libre		G	M	Libre
			W				M				G	

*Nota:* M= Acondicionamiento metabólico, G= Gimnasia, W= Levantamiento de pesas.



Se plantea que los días 1, 5 y 9, posterior al día de descanso, se trabaja una sola categoría, es decir que son los días donde cada capacidad se trabaja de manera específica; los días 2, 6 y 10 se combinan dos categorías, y los días 3, 7 y 11 se trabajan las tres categorías (Aguilar, F. M., & García, A. B. 2014 pp.6-8) (Glassman, 2018, p.72).

Si bien el anterior es el modelo ideal inicial que propone Crossfit, este no se sincroniza con la distribución semanal en la que se establecen los hábitos tanto laborales como sociales en la mayor parte del mundo y es por ello por lo que en su guía de entrenamiento Crossfit ofrece un modelo de cinco días de ejercicio y dos días libres, el cual, es el patrón que siguen los Box asociados con siguiente distribución (Glassman, 2018, p.72):

**Tabla 2.** *Plantilla de programación 2*

*Plantilla de programación*

Día	1	2	3	4	5	6	7
	M	G	M	M	W		
Semana 1		W	G	G		Libre	Libre
			W				
	G	W	G	G	M		
Semana 2		M	W	W		Libre	Libre
			M				
	W	M	W	W	G		
Semana 3		G	M	M		Libre	Libre
			G				

*Nota:* M= Acondicionamiento metabólico, G= Gimnasia, W= Levantamiento de pesas.

Una sesión de entrenamiento generalmente se divide en 4 momentos: un primer momento que es el calentamiento donde se prepara al cuerpo para el trabajo posterior, luego se trabaja una habilidad específica enfatizando en la técnica del movimiento, posteriormente, la parte principal de la sesión que se denomina WOD (Work Of the Day) o trabajo del día (Baz Madrazo 2016 p.7) (Glassman, 2018, p.71) y finalmente una vuelta a la calma que se realiza con estiramientos o ejercicios de movilidad (Franco Duque, A. C. 2017 pp.17-18).

Los WOD en CrossFit pueden ser de 4 modalidades:

- AMRAP (As Many Rounds As Possible): donde en un determinado tiempo (time cap) el atleta debe realizar la mayor cantidad de rondas que pueda de un trabajo específico.
- EMOM (Every Minute On a Minute): donde el atleta debe realizar un trabajo cada minuto durante un tiempo establecido.
- FOR TIME: Consiste en realizar el trabajo establecido en el menor tiempo posible.

TABATA: Consiste en 8 rondas de 20 segundos de trabajo con 10 segundos de descanso entre ronda, se pueden hacer varios TABATA y con diferentes ejercicios (Franco Duque, A. C. 2017 p.18).

CrossFit ofrece una serie de cursos de capacitación requeridos para poder certificarse de manera oficial como entrenador de CrossFit. El primero de los cursos es el certificado de entrenador de CrossFit nivel 1, el cual no tiene ningún prerrequisito. El curso de certificación nivel 2 requiere la certificación del nivel 1 y un mínimo de 6 meses de experiencia como entrenador de CrossFit. El curso de certificación nivel 3 requiere los dos cursos anteriores y un mínimo de 750 horas de experiencia como entrenador de CrossFit o 1500 horas de experiencia en preparación física general a un nivel universitario o superior. El ultimo nivel, el curso de certificación nivel 4 de CrossFit tiene como requisito todos los niveles anteriores (Waryasz, G. R., Suric, V., Daniels, A. H., Gil, J. A., & Ebersson, C. P. 2016 p.106).

CrossFit ofrece adicionalmente cursos especializados en resistencia, gimnasia, movilidad, en levantamiento de potencia, levantamiento olímpico entre otros aspectos involucrados en CrossFit (Waryasz, G. R., Suric, V., Daniels, A. H., Gil, J. A., & Ebersson, C. P. 2016 p.106).

### 1.3 CrossFit como Deporte

#### 1.3.1 *Los CrossFit Games y otras Competiciones*

En el año 2007 se llevaron a cabo por primera vez los CrossFit Games, un evento de Crossfit que pretende encontrar a la persona con mejor condición física del planeta, de lo cual, surge la concepción del CrossFit, no solo como un método de acondicionamiento sino también como un deporte (López Matas, C. – 2017, pp.6-7).

Se considera un deporte, ya que, cuenta con las características de lo que es un deporte “actitud lúdica y de afán competitivo de comprobación o desafío, expresada mediante el ejercicio corporal y mental dentro de disciplinas y normas preestablecidas” (Ley 181-1995). El tipo de deporte que es basados en cómo se desarrolla, según la Ley 181- 1995, puede encasillarse en deporte de alto rendimiento o deporte aficionado. (Ley 181-1995).

La primera competición contó con 70 atletas quienes realizaron 3 pruebas (Barbieri, J. F., Correia, R. F., Castaño, L. A. A., Brasil, D. V. C., & Ribeiro, A. N. 2017, p.1). En la medida en que fue aumentando la popularidad del CrossFit y de los CrossFit Games el formato de la competición cambio: ahora la competencia de los CrossFit Games tiene varios eslabones que deben aprobar los atletas antes de poder participar en las finales de la competencia (VanHouten, A. 2012 p.5).

La primera estancia es “*el open*”, el cual, dura cinco semanas, cada semana a través de las paginas oficiales de los CrossFit Games se publica un WOD, el cual, es una prueba física que combina diferentes movimientos y elementos de CrossFit todos estandarizados. Cualquier persona

con una conexión a internet puede inscribirse en la competición, desde su Box (gimnasios de CrossFit) debe grabarse realizando cada uno de los WODs, dependiendo del formato el atleta obtendrá un resultado en su ejecución el cual debe subir a la página oficial de los CrossFit Games junto con la evidencia del video realizándolo, se tienen unas fechas estipuladas para subir los resultados de los Wods (Box, A. G., Feito, Y., Petruzzello, S. J., & Mangine, G. T. 2018 p.2).

Dicha competición es actualmente el evento deportivo con más atletas involucrados. (Crossfit, 2019 p.1) En el 2011, se inscribieron 26.000 atletas en el “open”. Del 2012 al 2014, la participación fue de 69.000, 138.000, y 209.000, respectivamente (Hilary Achauer, 2014 párr.6); en el 2019 el total de participantes en el open fue de 350.000 atletas (Titan Box Wear 2019 párr.2).

La segunda instancia de la competencia era lo que antes del 2019 se conocía como “*los regionales*”. Los regionales eran competencias organizadas por CrossFit en diferentes partes de Estados Unidos y del mundo. A los regionales solo clasificaban los mejores resultados del *open* y los mejores resultados en los regionales obtenían un cupo para la tercera estancia de la competencia la cual es la final de los CrossFit Games (VanHouten, A. 2012 p.5).

Para el 2019 se cambió el formato y se crearon los “*Sanctional*”, las cuales, son competencias independientes de CrossFit, pero afiliadas a este, a diferencia de los regionales, a los *Sanctional* no se clasifica a través de los resultados del open, cualquier persona puede inscribirse y participar en un *Sanctional*, los mejores resultados obtienen un cupo para las finales de los CrossFit Games (VanHouten, A. 2012 p.5) (Crossfit, 2019 párr.4).

Existen 28 competencias en todo el mundo pertenecientes a los *Sanctionals* (Crossfit, 2019 párr.5). En Madison, Wisconsin, lugar donde se llevaron a cabo durante una semana la final de

los CrossFit Games en el 2019, clasificaron alrededor de 500 atletas con representaciones de 114 países (Crossfit, 2019 párr.3).

Además de las competencias que están asociadas y pertenecen a CrossFit, han surgido competencias independientes en cada país que aun cuando no hacen parte CrossFit, mantienen el mismo formato y que también tienen repercusiones en cuanto a impacto local y con premios económicos (Boxpodium 2020 párr.1) (Pukiebook 2020 párr.3). En Colombia resaltan Fitland llevada a cabo en la ciudad de Bogotá, (BalonCentral 2019 párr.1) Wodfest (El País 2017 párr.2), Revolution Games llevada a cabo en la ciudad de Medellín (BalonCentral 2020 párr.1), entre otras. En la ciudad de Bucaramanga resalta Wod & Rolla (Enlacetelevisión 2019, párr.2).

Cada competencia también cuenta con diferentes categorías abiertas que son: principiantes, intermedios, avanzados, RX, algunas competencias tienen la categoría teams, master o elite. Todas las categorías en hombres y mujeres (Boxpodium 2020 párr.2) (Pukiebook 2020 párr.1).

Con el aumento de patrocinadores y marcas, hoy en día hay atletas que se dedican de forma exclusiva para entrenar para las competencias, lo cual genera un incremento del rendimiento, mayores habilidades y por consecuencia, un baremo más alto en el que medirse (Aguilar, F. M., & García, A. B. 2014 p.10).

Como mencionaron Aguilar, F. M., & García, A. B. en el 2014, y hoy en día aún menos, el modelo de microciclo de 12 días inicial de Grassman ya no se ajusta a las necesidades de un atleta de CrossFit (Aguilar, F. M., & García, A. B. 2014 p.11). Incluso surgen necesidades diferentes según el nivel o categoría en el cual se encuentre cada atleta. Cada categoría tiene unos requerimientos mínimos inicialmente de habilidades (poder ejecutar los movimientos requeridos)

y requerimientos en cuanto a manejo de pesos en cada ejercicio. Las categorías son establecidas a partir de las habilidades y del manejo de los pesos en diferentes movimientos.

En el estudio realizado por Aguilar, F. M., & García, A. B. en el 2014 hacen la comparación entre los resultados y marcas de los atletas clasificados para ese año para los Crossfit Games, con los resultados y marcas de los atletas clasificados para ese mismo año para los regionales europeos y los resultados de los atletas españoles mejor clasificados en el open. Y como mencionan los autores:

“Si bien podemos apreciar diferencias significativas entre España y los clasificados para los regionales de Europa en casi todas las marcas, estas diferencias se ven reducidas cuando hacemos la comparativa entre los competidores europeos y el grupo clasificado para los Games. La gran diferencia se encuentra en las marcas de fuerza en las que los clasificados para los Games sacan a los europeos casi 20 Kg en todos los levantamientos, esto puede ser una pista de las cualidades más determinantes a la hora de tener un buen rendimiento en Crossfit” (Aguilar, F. M., & García, A. B. 2014, p.15).

### ***1.3.2 Características de los Atletas CrossFit y Participación en los Games***

Aun cuando los CrossFit Games son una competencia abierta en la que se pueden inscribir personas de todo el mundo, el primer puesto masculino solo una vez, en el 2009 fue ganado por un finlandés, Mikko Salo, de resto, el 2007, 2008 y desde el 2010 hasta el 2020, el primer puesto siempre ha sido ocupado por estadounidenses. En el caso de la categoría femenina, es un poco diferente, del 2007 al 2010 el primer lugar fue ganado por estadounidenses, desde entonces, el primer puesto ha estado entre Islandia con 4 victorias, Australia con 4 victorias, Inglaterra y

Canadá con 1 victoria. Nunca un atleta Latinoamericano ha llegado a pisar el pódium de la competencia (CrossFit Games - 2020).

Desde que surgió la primera competencia en el 2007 hasta el 2020, solamente en el 2019 han clasificado atletas colombianos y fue debido al formato de dicho año, donde el mejor resultado en el open de atleta masculino y femenino de cada país se le otorgaba un cupo. Si se analizan los resultados generales del open, tanto el atleta masculino como la atleta femenina que quedaron de primeros en Colombia, Bryan Hernández y María Camila Quintero, quedaron en la posición 478 en el open, lo cual quiere decir que de no ser por el formato de dicho año, con los resultados que obtuvieron no habrían alcanzado a clasificar a la siguiente etapa; de hecho, en el open del 2020 los primeros puestos de Colombia fueron la posición 157 para el masculino, Julián Serna, y la posición 156 para el femenino, Valentina Rangel, resultados mucho mejores que el año anterior pero sin cupo para la siguiente fase de la competencia debido a que nuevamente se cambió el formato de la competencia (CrossFit Games - 2020).

En el año 2020 debido a la emergencia sanitaria de la pandemia generada por el COVID-19 se cancelaron todos los eventos masivos entre ellos los *Sanctional*, por lo tanto, la única forma de clasificar a la segunda etapa fue a través de los resultados del *open*. La única representación de Latinoamérica y en general de habla hispana, fue la atleta argentina Melina Rodríguez quedando en la posición 17 en los CrossFit Games (CrossFit Games - 2020).

Diferentes autores han pretendido establecer las medidas fisiológicas determinantes del rendimiento, por ejemplo, Butcher, S. J., Neyedly, T. J., Horvey, K. J., & Benko, C. R. llevaron a cabo un estudio en 2015 donde escogieron 4 WODs de CrossFit establecidos como “benchmarks” por CrossFit, es decir, entrenamientos de referencia para medir el rendimiento. Los WODs

evaluados, “Fran”, “Cindy”, “Grace”, “CrossFit Total”, tienen cada uno predominancia en cierto sistema energético, niveles de fuerza y potencia. Tomaron una población de 14 personas (10 hombres, 4 mujeres) con más de 1 año de experiencia practicando CrossFit, para evaluar consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>Máx), umbral anaeróbico, umbral de compensación respiratoria, potencia y capacidad anaeróbica, 1 repetición máxima (1RM). La conclusión a la cual llegaron en dicho estudio es que, de los indicadores evaluados, solo a la fuerza máxima y el umbral anaeróbico pueden asociarse con el rendimiento en los WODs mencionados excepto por “Cindy” (Butcher, S. J., Neyedly, T. J., Horvey, K. J., & Benko, C. R. 2015 pp.241-246).

En general, la relación entre el rendimiento en CrossFit y las variables que lo determinan dependen del WOD que se analice en cuestión. Otros autores establecen el VO<sub>2</sub>Max como principal indicador del rendimiento en otros WODs “benchmarks” de CrossFit como “Nancy”. Sin embargo, la fuerza máxima siempre hace parte de los indicadores determinantes en la mayoría de los WODs (Dexheimer, J. D., Schroeder, E. T., Sawyer, B. J., Pettitt, R. W., Aguinaldo, A. L., & Torrence, W. A. 2019 p.11) (Martínez-Gómez, R., Valenzuela, P. L., Alejo, L. B., Gil-Cabrera, J., Montalvo-Pérez, A., Talavera, E., ... & Barranco-Gil, D. 2020 pp.1-11).

## **2 Beneficios y Lesiones de la Práctica del CrossFit**

### **2.1 Beneficios**

El primer beneficio que resalta de la práctica del CrossFit es que al ser una disciplina que requiere de actividad física por parte del practicante, por lo tanto, otorga todos los beneficios que cualquier práctica sistemática de actividad física proporciona, entre estas están la prevención de enfermedades cardiacas, respiratorias, diabetes, algunos desordenes metabólicos o enfermedades



relacionadas con funciones cognoscitivas (Rivera, J. L. V., Ángel, A. P., & Sánchez, M. S. V. 2020, p.2).

Otro beneficio del CrossFit es que es fácilmente adaptable a los diferentes objetivos físicos que puede tener el practicante, dichos objetivos pueden dividirse en 3 categorías: 1) relacionados con el mantenimiento de la salud, 2) relacionados con la estética corporal y 3) relacionado con el rendimiento físico enfocados a la competencia (Murcia, J. A. M., Gimeno, E. C., & Camacho, A. M. 2007, p.174) (JiMénez-Torres, M. G., GoDoy-izquierDo, D., & García, J. F. G. 2012, p.916).

El CrossFit además es efectivo, su práctica aumenta los niveles de fuerza general y fuerza máxima en los practicantes, mejora el consumo de oxígeno VO<sub>2</sub>Máx, mejora los parámetros de composición corporal, incluido el índice de masa corporal, la grasa corporal, la masa magra y la circunferencia de cintura (Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., & Devor, S. T. 2013, pp 3171) (Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., de Sá Souza, H., Miranda, R. C., Mezêncio, B., ... & Serrão, J. C. 2018 p.12) (Schlegel, P. 2020 p.672).

Es una metodología con amplia variedad de movimientos y combinaciones posibles entre estos, lo cual, puede ser atractivo para quienes se aburren de la monotonía de los ejercicios convencionales, además es un deporte social aumentando la adherencia a su práctica (López Matas, C. 2017, p.7).

## **2.2 Lesiones en el CrossFit**

Uno de los principales debates que surgen en torno al CrossFit, al ser catalogado como un programa de acondicionamiento extremo por su carácter de alta intensidad, son las repercusiones

negativas que puede generar. Se plantea que el alto volumen de entrenamiento con intervalos cortos de descanso puede provocar una fatiga más temprana, estrés oxidativo adicional, menos resistencia a la tensión del ejercicio posterior, mayor percepción del esfuerzo, ejecuciones de movimiento inseguras que conduzcan a lesiones agudas, teniendo en cuenta que hace uso de movimientos multiarticulares complejos que exigen técnicas precisas, equilibrio o fuerza considerable (Bergeron, M. F., Nindl, B. C., Deuster, P. A., Baumgartner, N., Kane, S. F., Kraemer, W. J., ... & O'Connor, F. G. 2011 p.384).

Sin embargo, se ha demostrado que la tasa de lesiones en el CrossFit es similar o incluso menor a la de otros deportes (Quiñones Serrano, V. 2017, pp 18; Klimek C., Ashbeck C., J. Brook and Durall C., 2016, p.298).

Un estudio realizado en 2019 que buscó determinar la prevalencia de lesiones asociadas con el CrossFit estableció que la prevalencia de lesiones entre los practicantes de CrossFit es del 36%, que la tasa de lesiones por cada 1.000 horas de entrenamiento es de 3,2. La probabilidad de lesión aumenta en la medida en que aumenta el periodo de práctica y el nivel de competencia de los atletas (da Costa, T. S., Louzada, C. T. N., Miyashita, G. K., da Silva, P. H. J., Sungaila, H. Y. F., Lara, P. H. S., ... & Arliani, G. G. 2019 p.4).

Otro estudio realizado en 2018 que también examina la incidencia de lesiones relacionada con la participación en CrossFit establece unos grupos con mayor riesgo de lesiones que son: primero los que están en su primer año de participación, segundo los que participan en esta modalidad de entrenamiento menos de 3 días a la semana o que participan en menos de 3 entrenamientos por semana (Feito, Y., Burrows, E. K., & Tabb, L. P. 2018 p.7).

Las lesiones más comunes en CrossFit son en la espalda baja, hombros y rodillas, estas son producto de una errónea ejecución, ya sea, de la planificación de cargas, de la falta de movilidad que no permite la correcta realización técnica o simplemente de la falencia en el aprendizaje de esta (Quiñones Serrano, V. 2017, pp.16-18) (Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., de Sá Souza, H., Miranda, R. C., Mezêncio, B., ... & Serrão, J. C. 2018 p.10).

### **3 Adaptación por El Entrenamiento**

#### **3.1 Concepto de Adaptación**

A partir de la teoría de la selección natural es que se habla de la adaptación. Cada individuo se ve enfrentado a un medio ambiente y a interacciones con otras especies de su hábitat que le establecen unos retos para poder sobrevivir siendo las características desarrolladas en la resolución de esos retos los generan cambios en el individuo y a esto se le conoce como una adaptación (Kropotkin, P. A. 2009 p.25).

Según lo anterior existen las adaptaciones genotípicas que son las que ocurren con el transcurso de las generaciones a nivel genético y que establecen los cambios heredables, pueden ser cambios de forma y función, y existen las adaptaciones fenotípicas, las cuales, son las que experimenta un individuo a lo largo de su vida en según los estímulos externos que reciba del medio (Quispe Peña, E. -2011 p.6).

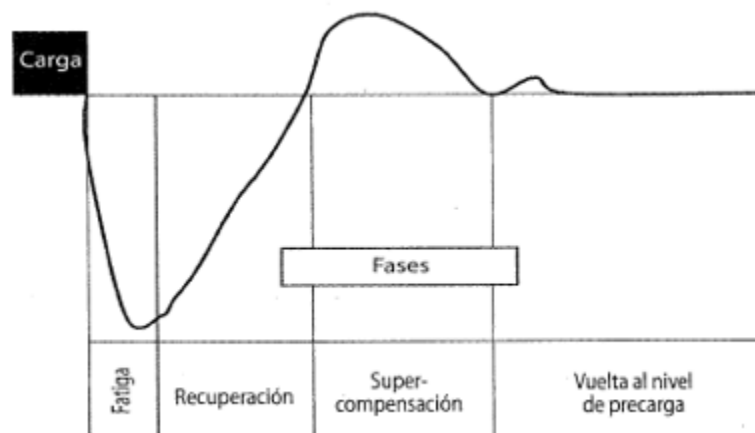
Las adaptaciones fenotípicas pueden ser de tipo neuronal, muscular, adaptaciones de los tejidos conjuntivos, adaptaciones endocrinas, adaptaciones de respuestas cardiovasculares, en fin,

cualquier estructura o sistema que se estimule tiende a adaptarse al estímulo (Haff G. G. & Triplett N. T. 2017 pp.208–254).

El entrenamiento deportivo se encarga de suministrar estímulos externos por medio de las cargas de entrenamiento en el atleta para generarle las adaptaciones fenotípicas deseadas según las necesidades del deporte, de tal manera que aumenten su rendimiento deportivo (Issurin, V. 2019 p.5).

Las adaptaciones ocurren como respuesta de recuperación a las cargas de entrenamiento y en esto se basa en principio de supercompensación (Issurin, V. 2019 p.30).

**Figura 1.** *Ciclo de supercompensación después de una única carga.*



Adaptado de Entrenamiento deportivo, Periodización en bloques.

Las cargas de entrenamiento generan un estado de fatiga en el organismo que disminuyen la capacidad de trabajo del atleta, posteriormente tras un periodo de recuperación se aumentan las capacidades del atleta, esta es la fase de supercompensación (Issurin, V. 2019 p.30).

Las respuestas a las cargas de entrenamiento, dependiendo de las características de estas, están mediadas por procesos fisiológicos los cuales son una serie de eventos de señalización

modulando las actividades de las proteínas (enzimas) y/o localizadores intracelulares que van a generar las bases moleculares de la adaptación (Coffey, V. G., & Hawley, J. A. 2017 p.2886).

Un único estímulo no genera una adaptación, ya que, posteriormente a esa fase de supercompensación el organismo tiende a volver a su estado de normalidad, es decir, al nivel de capacidad inicial, es por ello por lo que las cargas deben ser sistemáticas siendo lo ideal para el rendimiento deportivo, ya que, cada vez que ocurra la supercompensación se genera otra carga y así se crea un aumento progresivo de las capacidades (Issurin, V. 2019 p.31).

Basados en lo anterior, existen diferentes efectos al entrenamiento deportivo: 1) los efectos agudos, que es la respuesta inmediata del cuerpo a una carga, tales como el aumento de la frecuencia cardíaca, o la acumulación de lactato en sangre, la suma de los efectos agudos suministrados en una sesión de entrenamiento generan el estado de fatiga; 2) el efecto inmediato al entrenamiento, que son los cambios en el organismo tras una sesión de entrenamiento, incluye los efectos agudos del entrenamiento y su posterior recuperación, y por último, 3) el efecto acumulativo del entrenamiento, el cual, es la suma de varios efectos inmediatos al entrenamiento, es decir, el resultado de varias sesiones de entrenamiento, es el que va a permitir los cambios del estado del cuerpo y sus capacidades así como las adaptaciones en el organismo (Issurin, V. 2019 pp.53-54).

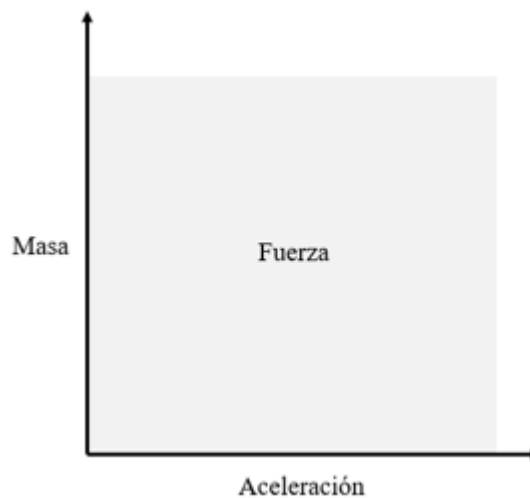
## **3.2 Fuerza y sus Adaptaciones**

### **3.2.1 *Concepto***

La fuerza para la física es una cantidad vectorial, por lo tanto, posee una determinada dirección y magnitud. La fuerza expresa una interacción entre dos cuerpos o entre un cuerpo y su ambiente, de esta manera pueden dividirse en fuerzas de largo alcance, como la que ejercen dos imanes o como la gravedad, y las fuerzas de contacto que realiza un cuerpo sobre otro, como pueden ser un empuje o un tirón, como la fuerza normal o como las fuerzas de rozamiento (Young, Hugh D. Roger A. Freedman 2009 p.108).

Su fórmula física es:  $F = M.A$  donde “F” es fuerza, “M” es masa y “A” es aceleración. La fuerza es la capacidad de generar una aceleración a una determinada masa, por lo que se puede aumentar la fuerza aumentando la cantidad de masa o aumentando la aceleración de dicha masa (Young, Hugh D. Roger A. Freedman, 2009 p.116).

**Figura 2.** Descripción grafica de fuerza: masa vs aceleración.



La fuerza en el entrenamiento deportivo es la capacidad física primordial, ya que, es la única de la cual, dependen todas las demás. Sin la aplicación de alguna fuerza es imposible que se produzca un movimiento (Thibudeau C. 2007 p.46).

Sin embargo, la forma como se manifiesta la fuerza, y los mecanismos fisiológicos necesarios para ejercerla en cada uno de los espectros posibles entre la cantidad de masa y la aceleración efectuada son diferentes, es por ello por lo que se generan diferentes clasificaciones de las manifestaciones de la fuerza y que se habla de diferentes capacidades condicionales (Ayllón, F. N. 2001 p.02).

### **3.2.2 *Músculo y Tipos de Fibras***

El generador de fuerza en el cuerpo es el músculo. Existen tres tipos de músculos: 1) liso, el cual, es involuntario y recubre la mayoría de los órganos huecos del cuerpo, 2) cardiaco, también involuntario, encargado de las contracciones del corazón y el 3) esquelético, el cual, sí es voluntario y permite el movimiento del cuerpo (Wilmore, J. H., & Costill, D. L. 2007, p.36).

El musculo esquelético por sí solo no ejerce fuerza contra el suelo o contra superficies, su acción es ejercida a través de los tendones sobre los huesos, su acción es la de contraerse o estirarse, lo cual a través de las articulaciones generan sistemas de palancas que permiten la versatilidad del movimiento y la manifestación de fuerzas de tracción o empuje sobre superficies y objetos externos (Haff G. G. & Triplett N. T. 2017, pp.26-29).

El musculo esquelético está conformado por fibras musculares, las cuales, pueden ser de diferentes tipos, todas estas tienen la capacidad de generar fuerza, pero no todas lo van a hacer de la misma manera (Haff G. G. & Triplett N. T. 2017, pp.41).

Los tipos de fibras musculares son las fibras tipo I, fibras tipo IIA y tipo IIB. Cada una de estas fibras posee unas cualidades diferentes en cuanto a su velocidad de contracción, tensión

muscular que resisten en un periodo determinado de tiempo, vascularización, fatigabilidad, y cada una va a tener predominancia en ciertas fuentes de energía del organismo (Haff G. G. & Triplett N. T. 2017, p.41). A continuación, se describe de manera general cada uno de estos tipos de fibras:

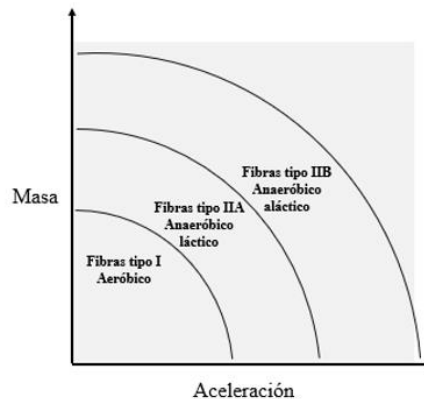
- Fibras tipo I: Son denominadas las fibras lentas, son aquellas implicadas en casi todas las tareas cotidianas como caminar, o realizar movimientos simples. Toman su energía de la fosforilación oxidativa, la ruta aeróbica. Tienen gran capacidad para resistir a la fatiga, por lo tanto, pueden realizar un trabajo durante un periodo de tiempo prolongado, pero no pueden ejercer una alta tensión mecánica (Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. 2004, p.75).

- Fibras tipo IIA: Son denominadas fibras rápidas. Toman su energía principalmente de la glucólisis, sistema de energía anaeróbico láctico. Tienen capacidad para generar alta tensión mecánica, pero durante periodos cortos de tiempo (Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. 2004, p.75).

- Fibras tipo IIB: Son denominadas también fibras rápidas, son aquellas involucradas en esfuerzos máximos. Toman su energía del sistema ATP-PC, sistema energético anaeróbico aláctico. Son las que mayor capacidad poseen para generar tensión mecánica pero el tiempo en que pueden ejercerlo es de tan solo unos segundos (Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. 2004, pp.75-76).

En los músculos, la principal adaptación relacionada con la fuerza es la hipertrofia que es un aumento del tamaño de fibras musculares (Haff G. G. & Triplett N. T. 2017 p.223). Un musculo más grande es un músculo potencialmente más fuerte (Thibaudeau C. 2007 p.24).



**Figura 3.** *Relación entre fuerza con tipos de fibras y sistemas energéticos.*

Basados en los tipos de fibras musculares y los sistemas energéticos que predominan según la cantidad de masa y aceleración, en la Figura 5 se pueden establecer 3 grandes áreas en las cuales se sitúan todos los tipos de fuerza y la resistencia.

### 3.2.3 Tipos de Fuerza

#### 3.2.3.1 Fuerza máxima y Fuerza Explosiva.

En el área donde hay predominancia de fibras tipo IIB y del sistema energético anaeróbico aláctico, en éste se encuentra, la fuerza máxima y la fuerza explosiva. En este cuadrante la principal adaptación ocurre en el sistema nervioso ya que este modula la activación de la unidad motora, su sincronización y la tasa de contracción de las unidades motoras (Thibaudeau C. 2007 p.24), se aumenta la coordinación intermuscular (Cometti, G. 2007 p.26), también ocurre hipertrofia miofibrilar o sarcométrica que es el aumento del tamaño del material contráctil de la célula.

La fuerza máxima expresa la mayor cantidad de masa que puede movilizarse, por lo tanto, su aceleración es muy baja. (Ríos, L. J. C., Ríos, I. C., Sánchez, B. R., Fernández-Castanys, B. F., & Padial, P. 2002 p.2). Se entrena con cargas cercanas al 1RM, como son los métodos sub máximos entre el 85% y el 90%, los métodos máximos cargas entre el 90% y 100% o los métodos supra-

máximos con cargas superiores al 100% por medio de repeticiones parciales, o contracciones únicamente excéntricas (Thibaudeau C. 2007 p.47) (Marchante Domingo D. 2015 p.76).

La fuerza explosiva es aquella que produce la tensión neuromuscular más grande posible en el menor tiempo posible para una trayectoria dada (Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. 2004 p.162). El área de máxima potencia es el punto intermedio entre la máxima cantidad de masa y la máxima aceleración posible, implica un equilibrio entre producción de fuerza y producción de velocidad máximo (Balsalobre-Fernández, C., del Campo-Vecino, J., GONZÁLEZ, C. M. T., & Curiel, D. A. 2012 p.64).

### **3.2.3.2 Fuerza-Resistencia.**

En el área donde hay predominancia de fibras tipo IIA y del sistema energético anaeróbico láctico, en este se encuentra la fuerza- resistencia. El principal efecto acumulativo al entrenamiento en este caso es la hipertrofia sarcoplasmática, la cual, está relacionada con el aumento del volumen muscular, como pueden ser reservas de glucógeno, o acumulación de líquidos. Este tipo de hipertrofia permite una mayor resistencia a la fuerza, es decir, va a permitir que las fibras tipo IIA aumenten la cantidad de tiempo que pueden realizar tensión mecánica. En relación con el 1RM, este cuadrante maneja intensidades entre el 60% y el 85% (Marchante Domingo D. 2015 pp.49-76).

La fuerza-resistencia es la capacidad para mantener niveles de tensión muscular con disminución mínima de eficacia durante periodos prolongados de tiempo, puede expresarse de manera dinámica cuando se demandan ejercicios cíclicos en los que se repite sin interrupción la tensión durante cada ciclo del movimiento (p. ej., carreras, la natación, el remo); y con ejercicios

acíclicos que se ejecutan repetitivamente (p. ej., sotos o lanzamientos) (Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. 2004 pp.175-176).

La fuerza- resistencia también puede manifestarse de manera estática cuando se demanda ejercer una tensión isométrica de intensidad y duración variables (Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. 2004 p.176).

### **3.2.4 Resistencia**

En el área donde hay predominancia de fibras tipo I y del sistema energético aeróbico, en esta se encuentra la resistencia la cual es la capacidad para mantener un rendimiento por un periodo prolongado de tiempo (Shephard, R. J., & Åstrand, D. 2007 p.37). Existen dos tipos de resistencia, la resistencia aeróbica y la resistencia anaeróbica. La principal diferencia entre las dos radica en si el aporte de oxígeno es suficiente o insuficiente en los músculos para resistir el trabajo, siendo en el caso de la resistencia aeróbica suficiente dicho suministro de oxígeno mientras que en la resistencia anaeróbica no (Bresso, Y. S. 2019 p.05).

La resistencia muscular y la capacidad cardiorrespiratoria van de la mano, la una tiene transferencia positiva a la otra (Tudor O. Bompá. 2004 p.29).

El efecto acumulativo del entrenamiento de resistencia aumenta el VO<sub>2</sub>máx, la concentración intramuscular de las enzimas succinato deshidrogenasa (SDH) y fosfofructoquinasa (PFK), la superficie ocupada por fibras lentas aumenta mientras que la de fibras rápidas disminuye (Billat V. 2002 pp 35), aumenta la biogénesis mitocondrial y ocurren cambios en el metabolismo

del sustrato que favorecen los combustibles basados en lípidos en lugar de carbohidratos (Coffey, V. G., & Hawley, J. A. 2017 pp.2884).

## **4 Entrenamiento Concurrente**

### **4.1 Concepto**

Se entiende como entrenamiento concurrente a cualquier metodología de entrenamiento que integre de manera simultánea el desarrollo de la resistencia y de la fuerza (Beltrán Reyes, M. 2019 p.07).

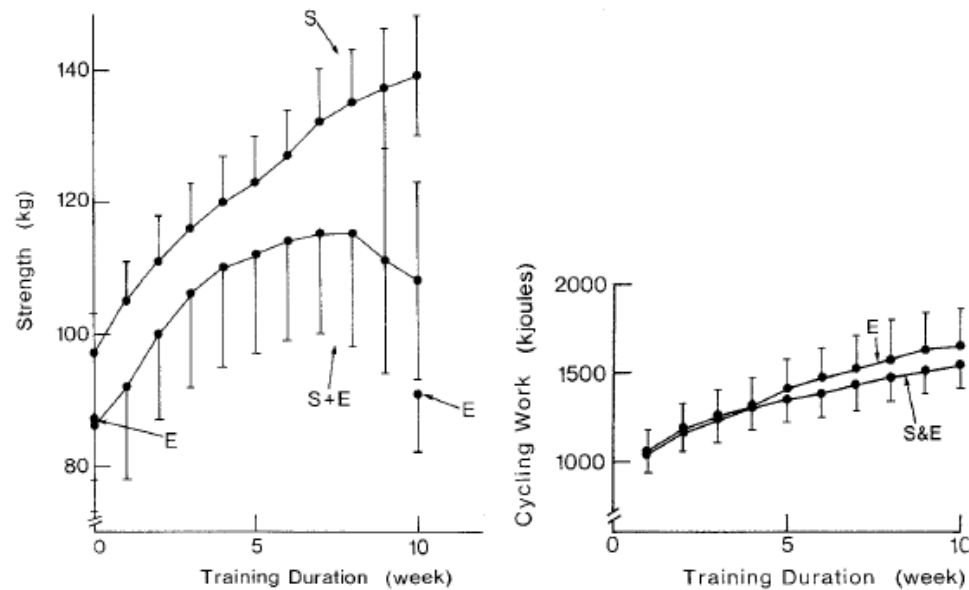
La mayoría de los deportes de conjunto requieren del desarrollo de ambas capacidades y se ven favorecidos por el entrenamiento concurrente (Beltrán Reyes, M. 2019 pp 07), de hecho, en las planificaciones tradicionales y contemporáneas se trabajan bajo el concepto del efecto residual del entrenamiento el cual hace referencia al “mantenimiento de los cambios inducidos por unas cargas sistemáticas más allá de cierto período de tiempo después de cesar el entrenamiento” lo que permite focalizar por periodos de tiempo una u otra capacidad (Issurin, V. 2019 p.163).

Sin embargo, aun cuando son muchos los deportes donde se requiere de fuerza y resistencia al mismo tiempo son pocos donde la fuerza máxima es condicionante del rendimiento de manera específica como ocurre en el CrossFit (Aguilar, F. M., & García, A. B. 2014, pp.15-16), ya que el CrossFit toma elementos de deportes propiamente de fuerza, como es el powerlifting y la halterofilia (Glassman,2018, pp.27-28).

Cada capacidad física tiene unas adaptaciones específicas, en el caso de la fuerza y la resistencia son incluso opuestas, es por ello por lo que pueden producirse procesos de interferencia al buscar progresarlas al mismo tiempo (Varela Sanz, A. 2014 p.98).

## **4.2 Fenómeno de Interferencia**

El primer autor en hablar el fenómeno de interferencia fue Hickson, R. C. en 1980, quien quería identificar si era posible crear las adaptaciones propias del entrenamiento de fuerza, y las adaptaciones del entrenamiento de resistencia de manera simultánea, para lo cual llevo a cabo un estudio el cual contenía tres grupos de trabajo, un grupo que trabajo únicamente entrenamiento de fuerza (7 hombres y 1 mujer entre los 18 y 27 años de edad), un grupo que trabajo únicamente realizando entrenamiento de resistencia (5 hombres y 3 mujeres entre los 19 y 36 años de edad) y el tercer grupo que trabajo de manera simultánea fuerza y resistencia ( 5 hombres y 2 mujeres entre los 18 y 36 años de edad). Algunos de los sujetos eran activos y practicaban deportes de manera recreacional, pero ninguno de ellos había estado inmerso en un programa de entrenamiento por al menos 3 meses de anterioridad al comienzo del estudio (Hickson, R. C., 1980 p.256).

**Figura 4.** Resultados estudio Hickson.

Adaptado de Interference of Strength Development by Simultaneously Training for Strength and Endurance (Hickson, 1980).

El resultado es que, los grupos que trabajaron únicamente una cualidad aumentaron significativamente en dicha capacidad. El grupo que trabajó de manera concurrente en cuanto a resistencia las primeras 4 semanas obtuvieron ganancias similares al grupo de solo resistencia, a partir de la quinta semana su progreso fue menor, pero manteniendo el incremento de la capacidad. En cambio, al comparar el grupo de fuerza con el grupo concurrente se ve que el grupo de fuerza desde la primera semana tiene un aumento superior de la capacidad, aun así, el grupo concurrente presenta un aumento de la fuerza las primeras 8 semanas de entrenamiento, a partir de la octava semana empieza a decrecer la fuerza (Hickson, R. C., 1980 p.258-259).

Según el estudio de Hickson, el efecto de interferencia no ocurre en el desarrollo de la resistencia, por lo tanto, para un atleta que está interesado únicamente en el desarrollo de resistencia, hacer trabajos de fuerza no va a tener ninguna contra indicación. Por otro lado, en el desarrollo de la fuerza, si se llega a un punto en el que ocurre la interferencia en el desarrollo de

la capacidad, es decir, que al atleta que le interesa únicamente el desarrollo de la fuerza si se verá afectado su rendimiento por el entrenamiento de resistencia.

Aun así, es pertinente primero tener en cuenta la fecha de publicación del artículo, y segundo que no se puede extrapolar ese protocolo de entrenamiento concurrente donde se manejó un alto volumen diario de los mismos grupos musculares (repeticiones al fallo) con el modelo de entrenamiento concurrente desarrollado en Crossfit.

Existen diferentes factores que pueden generar interferencia, se plantean 3 hipótesis al fenómeno de interferencia: una hipótesis aguda, que tiene como fundamento la acumulación de fatiga y el gasto de los depósitos energéticos; una hipótesis crónica, relacionada con la diferencia de las vías de señalización molecular de cada capacidad física, y la tercera hipótesis es el sobreentrenamiento (Ortega R. 2017 párr.03-05).

El sobreentrenamiento ocurre cuando no se permite al organismo la regeneración del estado de fatiga transitoria que genera la carga de entrenamiento, por lo tanto, no ocurre el efecto de adaptación que conlleva a la supercompensación y por lo tanto se produce un descenso del rendimiento (Suay, F., & Salvador, A. S., 2007 p.22).

La hipótesis aguda hace referencia al gasto de los sustratos energéticos. En un estudio llevado a cabo por Bentley, D. J., Smith, P. A., Davie, A. J., & Zhou, S. en el 2000 evaluaron en diez sujetos, todos ciclistas entrenados masculinos, la contracción voluntaria máxima isométrica antes, 10 minutos después y seis horas después de completar un entrenamiento de resistencia: 30 minutos de ejercicio en un cicloergómetro estacionario a una intensidad correspondiente al 80% del  $VO_2Máx$ , seguido de cuatro períodos de 60 segundos al 120% del  $VO_2Máx$ . Los autores observaron que se afectaron los mecanismos centrales y periféricos de generación de fuerza en los

extensores de rodilla durante el periodo de 6 horas (Bentley, D. J., Smith, P. A., Davie, A. J., & Zhou, S., 2000 p.297).

La hipótesis crónica hace referencia a las vías de señalización molecular. Cuando se entrena la resistencia se activa la ruta AMPK la cual está relacionada con el catabolismo. Cuando se entrena la fuerza se activa la ruta mTOR, la cual está relacionada con el anabolismo. Lo que dice esta hipótesis es que una vía de señalización se opone a la otra (Coffey, V. G., & Hawley, J. A. 2017 p.2886).

En un estudio realizado por Nader, G. A., & Esser, K. A. en el 2001 sometieron a grupos de ratas a protocolos diferentes de electroestimulación muscular, un grupo bajo el protocolo de alta frecuencia, simulando el estímulo de una carga propia de la fuerza, un grupo bajo un protocolo de estimulación de baja frecuencia simulando la carga propia de un entrenamiento de resistencia y el tercer grupo fue sometido a protocolos de carrera (Nader, G. A., & Esser, K. A., 2001 p.1936).

Los resultados del estudio demostraron que diferentes protocolos de ejercicio dan como resultado la activación selectiva de vías de señalización intracelular específicas, que pueden determinar las adaptaciones específicas inducidas por diferentes formas de ejercicio. El entrenamiento de fuerza da como resultado un aumento de la masa muscular, hipertrofia de las fibras y aumento de la fuerza. Por el contrario, el entrenamiento de resistencia da como resultado un aumento de la densidad mitocondrial, el suministro de capilares, cambios en las enzimas metabólicas clave y un aumento de la absorción máxima de oxígeno (Nader, G. A., & Esser, K. A., 2001 pp.1937-1938).

La regulación positiva de AMPK interfiere con la señalización de mTOR. La perturbación energética provocada por el ejercicio aeróbico favorece la adaptación mitocondrial y,



teóricamente, anula la señalización del crecimiento (Thomson, D. M., Fick, C. A., & Gordon, S. E. en 2008 p.630).

Un metaanálisis realizado por Wilson, J. M. y colaboradores demuestra que, aunque algunas personas experimentan disminuciones de fuerza después del entrenamiento concurrente, otras experimentan ganancias sustanciales. Lo cual indica que los procesos de interferencia pueden disminuirse o evitarse (Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C. 2012 p.2304).

### **4.3 Evitar el Fenómeno de Interferencia**

Lo primero que hay que tener en cuenta es que el fenómeno de interferencia se acrecienta en la medida en que el atleta se especializa, es decir, una persona novata, que esté comenzando a entrenar no va a experimentar interferencia, los mecano-sensores y por lo tanto la mecano-transducción de la señal adaptativa no diferencian los estímulos de fuerza y de resistencia (Coffey, V. G., & Hawley, J. A. -2017 p.2889). Es en la medida en que se genera una respuesta crónica al ejercicio, es decir, con el entrenamiento durante meses a años, que se comienza a generar la especificidad de la adaptación y la transformación del fenotipo del músculo esquelético y donde se hace necesario hablar de interferencia (Coffey, V. G., & Hawley, J. A. -2017 p.2889).

Para evitar interferencia por carencia de sustratos energéticos, las sesiones de resistencia y fuerza deben estar separadas por 6-24 horas, y deben utilizarse estrategias que minimicen el volumen general de ejercicio (Murach, K. A., & Bagley, J. R., 2016 p.08). Cuando no se pueden separar las sesiones y se va a realizar entrenamiento concurrente en la misma sesión se debe priorizar el trabajo, la capacidad física que se desea potenciar debe trabajarse primero.

La interferencia ocurre a nivel local, no sistémica, se ven afectados los grupos musculares involucrados en la realización de un ejercicio, (Wilson, J. M. y col -2012 p.2304) por lo tanto, para evitar la interferencia se pueden intercalar grandes grupos musculares, generalmente se dividen entre extremidades inferiores y superiores, por ejemplo, si se realiza una actividad aeróbica como correr o montar bicicleta, se puede evitar la interferencia haciendo el siguiente trabajo de fuerza dirigido a las extremidades superiores, como puede ser un trabajo de press banca (Fyfe, J. J., Bartlett, J. D., Hanson, E. D., Stepto, N. K., & Bishop, D. J. – 2016 p.12).

La modalidad de ejercicio también puede tenerse en cuenta a la hora de evitar interferencias, la carrera en comparación con el ciclismo, aun siendo ambos ejercicios aeróbicos, tiene mayores repercusiones en disminución de fuerza e hipertrofia, el ciclismo es biomecánicamente similar a los ejercicios de fuerza, además se especula que los tipos de contracciones influyen en las diferencias del efecto que generan, correr tiene un componente principalmente excéntrico, generando más daño muscular, mientras que el ciclismo es una actividad principalmente concéntrica (Wilson, J. M. y col -2012 p.2304-2305).

## **5 Aporte en Deporte y Recreación**

Cuando se lleva a cabo entrenamiento concurrente el efecto de interferencia ocurre únicamente en el desarrollo de la fuerza, el desarrollo de la resistencia no se ve comprometido, por el contrario, la resistencia siempre se verá potenciada por el desarrollo de la fuerza de manera positiva.

El efecto interferencia ocurre entre mayor sea la especialización del atleta, esto quiere decir que los atletas novatos no van a experimentar interferencia. Por lo tanto, en atletas avanzados se

recomienda separar las sesiones enfocadas al desarrollo de fuerza máxima y trabajar dicha capacidad sola. Para evitar interferencia por carencia de sustratos energéticos, las sesiones de fuerza máxima y resistencia o mixtas deben estar separadas por 6-24 horas. Si no pueden separarse las sesiones debe trabajarse la fuerza máxima primero.

La interferencia ocurre a nivel local, no sistémica, para evitar la interferencia se recomienda intercalar grandes grupos musculares entre capacidades físicas desarrolladas, ya sea entre sesiones consecutivas o en una misma sesión de entrenamiento.

La carrera tiene mayor implicación en el efecto de interferencia, por lo tanto, debe se recomienda realizarse en sesiones donde solo se trabaje la resistencia y donde la siguiente sesión de entrenamiento no sea fuerza máxima, en las sesiones mixtas o donde la siguiente sesión sea de fuerza máxima se recomienda que el componente de resistencia aeróbica se lleve a cabo con bicicleta o remo.

Hay que resaltar que las diferentes recomendaciones llevadas a cabo a partir de las conclusiones resultantes de la monografía no proponen ningún tipo de planificación específica, se plantean como herramientas para tenerlas en cuenta en cualquier tipo de planificación con el propósito de disminuir el fenómeno de interferencia entre las capacidades físicas y deben ajustarse según sea el tipo de planificación escogida por el entrenador en cuestión.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta un ejemplo de cómo incorporar las recomendaciones en una semana de entrenamiento según las características del modelo de planificación de Glassman, no se prescribe intensidades ni volumen, se plasman los momentos idóneos y los grupos musculares para el trabajo de fuerza máxima junto con diferentes ejercicios que pueden cumplir con dicho propósito.

**Tabla 3.** *Aplicación de las recomendaciones tomadas de las conclusiones*  
*Aplicación de las recomendaciones tomadas de las conclusiones*

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
W	M G	W M G	W M	G
Trabajo de fuerza máxima con ejercicios de transferencia fuerza explosiva.	Trabajo metabólico:	Trabajo de fuerza máxima extremidades inferiores:	Fuerza máxima de las extremidades superiores:	Trabajo de gimnasia:
	Bicicleta	Back Squat	Press banca	Muscle up
	Natación	Front Squat	Shoulder press	Pull ups
	Carrera	Squat Clean Squat Snatch	Push press Push Jerk	Toes to bar GHD Sit ups
	Gimnasia de extremidades inferiores:	Trabajo metabólico:		Box jump
	Air Squat	Remo	Trabajo metabólico:	
	Pistol Squat	Gimnasia extremidades superiores:	Bicicleta	
Box Jump	Hand Stand push ups Push ups	Remo		

*Nota:* Se presenta según las categorías W: Levantamiento de pesas, M: trabajo metabólico, G: gimnasia.

El lunes, trabajo de cuerpo completo de Fuerza Máxima con ejercicios de transferencia a los levantamientos olímpicos. El martes trabajo metabólico, en este caso como han transcurrido cerca de 24 horas del último entrenamiento y van a transcurrir cerca de 24 horas para la siguiente sesión se puede incorporar la carrera como ejercicio metabólico, se combina con trabajo de extremidades inferiores de gimnasia. El miércoles se comienza con el trabajo de fuerza máxima de extremidades inferiores, el trabajo para el trabajo metabólico se escoge el remo ya que permite mayor implicación de las extremidades superiores y finalmente ejercicios de gimnasia de las

extremidades superiores. El jueves se trabaja fuerza máxima de las extremidades superiores, y trabajo metabólico de extremidades inferiores como la bicicleta. Y finalmente el viernes un entrenamiento de gimnasia general.

### Referencias

Agudelo Viveros P.V. Uribe S.L. Pérez Carmona J. (2016) Estudio de viabilidad para la creación de un centro de entrenamiento físico Crossfit ubicado en la comuna 17 del municipio de Santiago de Cali- Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium- Facultad de ciencias empresariales- Administración de empresas- Santiago de Cali.

AGUILAR, F. M., & GARCÍA, A. B. (2014). Propuesta de planificación y periodización para un competidor de Crossfit de alto nivel.

Ávila A. (2018) Quien es Greg Glassman – Anabel Ávila – Recuperado el día 05/09/2020 de la página web: <https://anabelavila.com/greg-glassman/>

Ayllón, F. N. (2001). Entrenamiento de la fuerza con pesas: cómo determinar la intensidad del esfuerzo y los diferentes tipos de fuerza a entrenar. Revista Digital, 6, 29

BalonCentral (2019) Fitland: ¡competencia fitness en Bogotá! – Recuperado el día 11 -01- 2021 de la página Web: <https://baloncentral.com/2019/07/01/fitland-competencia-fitness-en-bogota/>

BalonCentral (2020) Revolution Games 2020: una competencia que año a año sorprende – Recuperado el día 11 -01- 2021 de la página Web: <https://baloncentral.com/2020/02/17/revolution-games-una-competencia-que-ano-a-ano-sorprende/>

- 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. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*, 1-4.
- Baz Madrazo (2016) A. Propuesta de planificación del sistema de preparación física CrossFit®= Proposal for planning the system of physical preparation CrossFit®.
- Beltrán Reyes, M. (2019). Revisión bibliográfica entrenamiento concurrente y su aplicación en deportistas.
- Bentley, D. J., Smith, P. A., Davie, A. J., & Zhou, S. (2000). Muscle activation of the knee extensors following high intensity endurance exercise in cyclists. *European journal of applied physiology*, 81(4), 297-302.
- Bergeron, M. F., Nindl, B. C., Deuster, P. A., Baumgartner, N., Kane, S. F., Kraemer, W. J., ... & O'Connor, F. G. (2011). Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. *Current sports medicine reports*, 10(6), 383-389.
- Billat V. (2002) *Fisiología y metodología del entrenamiento de la teoría a la práctica*. Editorial Paidotribo.
- Box, A. G., Feito, Y., Petruzzello, S. J., & Mangine, G. T. (2018). Mood state changes accompanying the Crossfit Open™ competition in healthy adults. *Sports*, 6(3), 67.
- Boxpodium (2020) Events leaderboards – Recuperado el día 11-01-2021 de la pagina web <https://boxpodium.com/>
- Bresso, Y. S. (2019). La resistencia aeróbica en jugadores de fútbol.

Buskies W. Boeckh Beherns W.U. (2000). Entrenamiento de la fuerza. Editorial Paidotribo.

Butcher, S. J., Neyedly, T. J., Horvey, K. J., & Benko, C. R. (2015). Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance?. *Open access journal of sports medicine*, 6, 241.

Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., de Sá Souza, H., Miranda, R. C., Mezêncio, B., ... & Serrão, J. C. (2018). CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports medicine-open*, 4(1), 1-14.

Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., de Sá Souza, H., Miranda, R. C., Mezêncio, B., ... & Serrão, J. C. (2018). CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports medicine-open*, 4(1), 1-14.

Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2017). Concurrent exercise training: do opposites distract?. *The Journal of physiology*, 595(9), 2883-2896.

Cometti, G. (2007). Los métodos modernos de musculación. Editorial Paidotribo.

Crossfit (2019) Global Community, Global Competition- Recuperado el día 05-09-2020 de la página Web: <https://www.crossfit.com/sport/global-community-comp>

Crossfit (2019)- The 2020 CrossFit Sanctionals Season- Recuperado el día 05-09-2020 de la página Web: <https://www.crossfit.com/sport/2020-sanctionals-season>

CrossFit Games (2020) Leaderboard – Recuperado de la pagina web: <https://games.crossfit.com/leaderboard/open/2020?view=0&division=1&scaled=0&sort=0&page=4> el día 02 – 11 - 2020

da Costa, T. S., Louzada, C. T. N., Miyashita, G. K., da Silva, P. H. J., Sungaila, H. Y. F., Lara, P. H. S., ... & Arliani, G. G. (2019). CrossFit®: Injury prevalence and main risk factors. *Clinics*, 74.

Delavier F. (2011) Guía de movimientos de musculación descripción anatómica- Sexta edición - Editorial Paidotribo -

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.

Diéguez P. J. (2007) Entrenamiento Funcional en programas de fitness. INDE publicaciones- Barcelona España.

El País (2017) Llega a Cali Wodfest Colombia, competencia Fitness que recibirá a más de 500 atletas – Recuperado el día 11-01-2021 de la página web: <https://www.elpais.com.co/deportes/llega-a-cali-wodfest-colombia-competencia-fitness-que-recibira-a-mas-de-500-atletas.html>

Enlacetelevisión (2019) 6 deportistas barranquilleros en el torneo Wod and Rolla Crossfit- Recuperado el día 11-01-2021 de la pagina Web <https://enlacetelevision.com/2019/03/12/6-deportistas-barranquenos-en-el-torneo-won-and-rolla-crossfit/>

Feito, Y., Burrows, E. K., & Tabb, L. P. (2018). A 4-year analysis of the incidence of injuries among CrossFit-trained participants. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 6(10), 2325967118803100.



- Flórez Romero (2017). Análisis y propuesta de posicionamiento de actividad deportiva crossfit en la ciudad de Santiago de Cali (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).
- Foran, B. (2007). Acondicionamiento físico para deportes de alto rendimiento. Editorial Hispano Europea.
- Franco Duque, A. C. (2017). Vestuario crossfit: top deportivo para mejorar el rendimiento y protección (Bachelor's thesis, Escuela Arquitectura y Diseño).
- Fyfe, J. J., Bartlett, J. D., Hanson, E. D., Stepto, N. K., & Bishop, D. J. (2016). Endurance training intensity does not mediate interference to maximal lower-body strength gain during short-term concurrent training. *Frontiers in physiology*, 7, 487.
- Glassman, G. (2010). The crossfit training guide. *CrossFit Journal*, 30(1), 1-115.
- Glassman, G. (2018). Guía de entrenamiento del nivel 1. *CrossFit Journal*.
- Haff G. G. & Triplett N. T. (2017) Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico- NSCA – Editorial Paidotribo-
- Hickson, R. C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 45(2-3), 255-263.
- Hilary Achauer- 2014- Rise of the Open- Recuperado el día 05-09-2019 de la página Web: <https://games.crossfit.com/article/209585-rise-open>
- Issurin, V. (2019). Entrenamiento deportivo.: Periodización en bloques. Paidotribo.

- JiMénez-Torres, M. G., GoDoy-izquierDo, D., & García, J. F. G. (2012). Relación entre los motivos para la práctica físico-deportiva y las experiencias de flujo en jóvenes: diferencias en función del sexo. *Universitas Psychologica*, 11(3), 909-920
- Klimek C., Ashbeck C., J. Brook and Durall C.- (2016) Are injuries more common with Crossfit training than other forms of exercise?- *Journal of sport Rehabilitation*- Vol 27- Pages 295-299
- Kropotkin, P. A. (2009). *La selección natural y el apoyo mutuo*. Editorial CSIC-CSIC Press.
- Ley 181 de Enero 18 de 1995- Por la cual se dictan disposiciones para el fomento del deporte, la recreación, el aprovechamiento del tiempo libre y la educación física y se crea el sistema nacional del deporte. Congreso de Colombia.
- López Matas, C. (2017). *Gimnàs Crossfit* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Marchante Domingo D. (2015) *Entrenamiento eficiente, explota tus límites*. Editorial Luhu Alcoi S.L
- Martínez-Gómez, R., Valenzuela, P. L., Alejo, L. B., Gil-Cabrera, J., Montalvo-Pérez, A., Talavera, E., ... & Barranco-Gil, D. (2020). Physiological Predictors of Competition Performance in CrossFit Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3699.
- Murcia, J. A. M., Gimeno, E. C., & Camacho, A. M. (2007). Validación de la Escala de Medida de los Motivos para la Actividad Física-Revisada en españoles: Diferencias por motivos de participación. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 23(1), 167-176
- Nader, G. A., & Esser, K. A. (2001). Intracellular signaling specificity in skeletal muscle in response to different modes of exercise. *Journal of applied physiology*, 90(5), 1936-1942.

Ortega R. (2017) Claves para reducir la interferencia fuerza-cardio. Recuperado el día 06-09-2020 de la página web: <https://powerexplosive.com/claves-para-reducir-la-interferencia-fuerza-cardio/>

Pukiebook (2020) Eventos – Recuperado el día 11-01-2021 de la pagina web: <https://events.pukiebook.com/events>

Quiñones Serrano, V. (2017). LAS LESIONES MÁS FRECUENTES EN LA PRÁCTICA DEPORTIVA DE CROSSFIT EN DEPORTISTAS DEL BOX COSTA BLANCA DE SAN VICENTE DEL RASPEIG Y ESSENTIAL BOX DE TOMELLOSO.

Quispe Peña, E. (2011). ADAPTACIONES HEMATOLÓGICAS DE LOS CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS QUE VIVEN EN ZONAS DE ELEVADAS ALTITUDES HAEMATOLOGICAL ADAPTATIONS OF SOUTH AMERICAN CAMELIDS LIVING AT HIGH ALTITUDE. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 5(1), 01-26.

Ríos, L. J. C., Ríos, I. C., Sánchez, B. R., Fernández-Castanys, B. F., & Padial, P. (2002). Efecto de diferentes métodos de entrenamiento de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en un salto vertical. European Journal of Human Movement, (8), 47-71.

Ríos, L. J. C., Ríos, I. C., Sánchez, B. R., Fernández-Castanys, B. F., & Padial, P. (2002). Efecto de diferentes métodos de entrenamiento de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en un salto vertical. European journal of human movement, (8), 47-71.

Rivera, J. L. V., Ángel, A. P., & Sánchez, M. S. V. (2020). LOS BENEFICIOS DEL CROSSFIT EN ADULTOS MIEMBROS DE UN BOX DE CALI. ACTIVIDAD FÍSICA Y DESARROLLO HUMANO, 10.

- Schlegel, P. (2020). CrossFit® Training Strategies from the Perspective of Concurrent Training: A Systematic Review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(4), 670.
- Shephard, R. J., & Åstrand, D. (2007). *La resistencia en el deporte* (Vol. 2). Editorial Paidotribo.
- Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. (2004). *Superentrenamiento* (Vol. 24). Editorial Paidotribo.
- Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., & Devor, S. T. (2013). Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *J Strength Cond Res*, 27(11), 3159-3172.
- Smook G. Y. (2015) *Planificación del Entrenamiento Funcional – Segunda edición– SadeCrative-*  
ASIN: B01F4CIU0U
- Suay, F., & Salvador, A. S. (2007). Marcadores hormonales del síndrome de sobreentrenamiento. *Revista de Psicología del deporte*, 6(1).
- Thibaudeau C. (2007). *El libro negro de los secretos de entrenamiento*. Editorial F. Lepine.
- Thomson, D. M., Fick, C. A., & Gordon, S. E. (2008). AMPK activation attenuates S6K1, 4E-BP1, and eEF2 signaling responses to high-frequency electrically stimulated skeletal muscle contractions. *Journal of applied physiology*, 104(3), 625-632
- TITAN BOX WEAR (2019) *CrossFit Games 2019 – Párr 02*
- Tudor O. Bompa.(2004) *Periodización del entrenamiento deportivo*. Editorial Paidotribo.
- VanHouten, A. (2012). *Organizing and conducting sporting events online: A study of the 2011 CrossFit Games*. Royal Roads University (Canada).

- Varela Sanz, A. (2014). Efectos del entrenamiento concurrente, polarizado y tradicional, sobre la condición física saludable.
- Vásquez, V. E. B., Riquetti, H. A. G., & Morales, S. C. (2017). Estudio del ácido láctico en el crossfit: Aplicación en cuatro sesiones de entrenamiento. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(3), 1-13.
- Waryasz, G. R., Suric, V., Daniels, A. H., Gil, J. A., & Ebersson, C. P. (2016). CrossFit® instructor demographics and practice trends. *Orthopedic reviews*, 8(4).
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2007). *Fisiología Del Esfuerzo Y Del Deporte*. editorial Paidotribo. Sexta edición.
- Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2293-2307
- Young, Hugh D. Roger A. Freedman (2009) *Física Universitaria volumen 1*. Decimosegunda edición. Pearson Educación. México.