

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

Anderson Ceballos Zuloaga

Universidad del valle

Instituto de educación y pedagogía

Licenciatura en Educación Física y Deportes

Santiago de Cali

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

Anderson Ceballos Zuloaga

Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Educación Física y Deportes

Director:

Santiago Adolfo arboleda franco (PhD)

Universidad del valle

Instituto de Educación y Pedagogía

Licenciatura en Educación Física y Deportes

Santiago de Cali

2017

Contenido

DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTOS	7
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	8
LISTA DE TABLAS.....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. MARCO TEÓRICO.....	19
3.1 Beneficios del ejercicio físico	19
3.2 Riesgos para la salud del ejercicio físico en general y de los entrenamientos de alta intensidad	26
3.3 El Fitness y sus componentes (fuerza, composición corporal, resistencia muscular, resistencia cardiorrespiratoria y flexibilidad)	30
3.4 Sobreentrenamiento y teoría de la fatiga central.....	33
3.5 Entrenamiento de Crossfit y Aerobic Circuit Training	37
3.6 Capacidad y Potencia Aeróbica y su relación con la fuerza y la composición corporal	43
4. OBJETIVOS	46

4.1 Objetivo General	46
4.2 Objetivos Específicos	46
5. METODOLOGÍA	47
5.1 Diseño	47
5.2. Hipótesis.....	47
5.2.1 Hipótesis Nula.....	47
5.2.2 Hipótesis Alterna.....	48
5.3 Población y definición del estudio	48
5.3.1. Reclutamiento de los participantes.....	49
5.3.2. Criterios de selección	50
5.3.3. Criterios de exclusión.....	50
5.4 Aspectos Éticos	51
5.5 Definición de las variables.	51
5.5.1. Variables independientes:	51
5.5.2. Variables dependientes:	51
5.5.3. Variables extrañas:	52
5.6 Materiales, métodos y recolección de la información.....	52
5.6.1. Peso, Talla e IMC.....	52
5.6.2. Composición Corporal	53
5.6.3. Dinamometría Manual	54

5.6.4. Salto largo sin Impulso.....	55
5.6.5. Fuerza máxima (1RM)	56
5.6.6. Test de Burpees	57
5.6.7. Programa de entrenamiento.....	57
5.7 Control de sesgos	58
5.8 Análisis Estadístico	59
6. RESULTADOS	60
6.1 Análisis de la línea de base de las variables estudiadas	60
6.2 Efectos de los entrenamientos CF y ACT sobre la composición corporal.....	62
6.3 Efectos de los entrenamientos CF y ACT sobre los test de fuerza	63
6.4 Comparación de los porcentajes de cambio en la composición corporal y los test de fuerza.....	65
7. DISCUSIÓN	67
8. CONCLUSIONES	74
REFERENCIAS.....	76

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia, al eterno apoyo y amor de mis padres Jacqueline Zuloaga Torres, Miguel Antonio Ceballos y a mi hermana Natalia Ceballos Zuloaga. A mis compañeros de semestre, compañeros del Grupo de Investigación INCIDE.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de investigación INCIDE por todo el apoyo brindado en el proceso de aprendizaje para el desarrollo de este estudio.

A mi lugar de academia, el plan de Educación física y Deporte de la Universidad del Valle por haberme inquietado, por darme la oportunidad de aprender y enseñar.

A muchos compañeros y compañeras, colegas del Área de Educación Física y Deporte de la Universidad del Valle, por lo compartido, lo tolerado y lo aprendido en este camino.

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

ACT	Aerobic Circuit Training
CC	Composición corporal
CF	Crossfit
EF	Entrenamiento funcional
FM	Fuerza muscular
FPM	Fuerza de prensión manual
GC	Grasa corporal
IMC	Índice de masa corporal
MM	Masa magra
RM	Repetición máxima
RMS	RM sentadilla
SL	Salto largo sin impulso
TF	Tests de fuerza
TB	Test de Burpee

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 características generales de los sujetos	49
Tabla 2 Descripción antropométrica inicial de los sujetos.....	60
Tabla 3 Resultados iniciales de tests de fuerza (TF) CF y ACT	61
Tabla 4 Comparación PRE - POST de CC por grupo	62
Tabla 5 Comparación PRE - POST de los resultados de los Tests de Fuerza	64
Tabla 6 Porcentajes de cambio en CC y TF	65

RESUMEN

Objetivo: el objetivo de este estudio fue analizar la influencia de los entrenamientos CF y ACT sobre la FM y la CC en hombres y mujeres entre 20 y 25 años.

Métodos: participaron 28 individuos sanos (20 hombres y 8 mujeres), lo cuales fueron divididos en dos grupos, CF y ACT, ambos sometidos a 12 semanas de entrenamiento. Se aplicaron tests para medir la FM (TB, FPM, SL y RMS) y se realizaron medidas antropométricas de talla y peso para determinar el IMC, y por medio de Bioimpedancia se obtuvieron los resultados a evaluar de la CC (MM y % de GC).

Resultados: en el grupo CF hubo incrementos significativos ($p < 0,01$) en los valores de Peso, IMC y MM, y una reducción significativa ($p < 0,05$) en el % de GC, mientras que en el grupo ACT hubo un aumento significativo ($p < 0,01$) en la MM y una reducción significativa ($p < 0,01$) en % de GC. En cuanto a los TF aplicados, el grupo CF tuvo un aumento significativo ($p < 0,1$) en el TB y aumentos significativos ($p < 0,01$) en el test de FPM, SL y RMS. El grupo ACT tuvo incrementos significativos ($p < 0,01$) en el TB, FPM, SL y un aumento significativo ($p < 0,1$) en el RMS. En el grupo CF hubo porcentajes de cambio con diferencias significativas ($p < 0,1$) para el peso (3,1%), IMC (3,1%), MM (7,6%) y FPM (4,3%), de $p < 0,05$ para % de GC (- 4,4%) y de $p < 0,01$ para RMS (11,1%). En el grupo ACT hubo porcentaje de cambio significativo ($p < 0,05$) para el % de GC (-3,3%).

Conclusiones: Ambos tipos de entrenamiento (CF y ACT) logran mejoras leves y/o significativas en los resultados de los TF aplicados, siendo también los resultados más a favor del entrenamiento CF, o sea que se notan mejores cambios en los resultados habiendo aplicado este

tipo de entrenamiento. Estos valores son importantes puesto que se podrían convertir en un factor determinante a la hora de una persona querer empezar a ejercitarse. Ya está en el gusto de cada individuo por cuál tipo de entrenamiento optar.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to analyze the influence of CF and ACT training on FM and CC in men and women between 20 and 25 years old.

Methods: 28 healthy subjects (20 men and 8 women), were divided into two groups, CF and ACT, both of whom underwent 12 weeks of training. Tests were used to measure FM (TB, FPM, SL and RMS) and anthropometric measures of height and weight were taken to determine the BMI, and by Bioimpedance the results to be evaluated from the CC (MM and% of GC) were measured.

Results: CF group showed significant increases ($p < 0.01$) in Weight, BMI and MM values, and a significant reduction ($p < 0.05$) in the% of CG, whereas the ACT group showed a significant increase ($p < 0.01$) in MM and a significant reduction ($p < 0.01$) in% GC. Regarding the TF applied, the CF group showed a significant increase ($p < 0.1$) in TB and significant increases ($p < 0.01$) in the FPM, SL and RMS test. The ACT group had significant ($p < 0.01$) increases in TB, FPM, SL and a significant increase ($p < 0.1$) in RMS. In the CF group, there were percentages of change with significant differences ($p < 0.1$) for weight (3.1%), BMI (3.1%), MM (7.6%) and FPM), $P < 0.05$ for % of GC (-4.4%) and $p < 0.01$ for RMS (11.1%). In the ACT group there was a significant percentage of change ($p < 0.05$) for the % of GC (-3.3%).

Conclusions: Both types of training (CF and ACT) achieved slight and / or significant improvements in the results of the applied TF, being also the results more in favor of the CF training, that is to say that better changes in the results have been noticed having applied this Training Type. These values are important since they could become a determining factor when a

person wants to start exercising. It is already in the taste of each individual for which type of training to choose.

INTRODUCCIÓN

Suelen existir confusiones entre el tipo de entrenamiento CF y el ACT, por esta razón con este trabajo se busca estipular las diferencias principales entre los mismos tomando como base algunas características de la CC (MM y % de GC) y TF aplicados (RMS, SL, FPM y TB) en individuos, hombres y mujeres, tomando como base los resultados obtenidos antes y después de 12 semanas de entrenamiento, para poder comparar entre uno y otro grupo y así determinar qué tipo de beneficios a nivel de estas variables puede lograr el CF en comparación al ACT. Para ello se evaluaron dos grupos de individuos, cada uno en su respectivo programa de entrenamiento (CF y ACT), durante el tiempo mencionado, para así mirar los cambios y las mejoras que se pudieron obtener. El motivo principal de lo anterior es el poder aclarar de forma objetiva para qué podría servir uno u otro tipo de entrenamiento en términos estéticos (CC) y de rendimiento deportivo (TF), para que así las personas puedan tener una base que les permita escoger a cuál programa de entrenamiento someterse.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un deficiente acondicionamiento físico inicial y el poco o nulo conocimiento sobre el CF y el ACT podrían generar más problemas que beneficios a nivel estético, de rendimiento físico y/o de salud en general a la hora de practicarlos. Existe además una especie de confusión entre el CF y el ACT u otro tipo de entrenamiento de alta intensidad que se pueda plantear con un circuito de ejercicios tanto de estructura cíclica como acíclica con y sin cargas externas (entre el 30% y 50% del RM o a un nivel de RM mayor), debido a que muchas personas suelen pensar que son lo mismo y por ende se cree que los resultados a obtener a nivel estético, de rendimiento deportivo y salud serán iguales con la práctica de uno u otro tipo de entrenamiento o rama deportiva (Chin A Paw, van Poppel, Twisk, & van Mechelen, 2004).

Al mismo tiempo muchos individuos suelen presentar cierta confusión o establecer una connotación un tanto errónea de lo que significa EF puesto que se lo suele relacionar solamente con aquellos tipos de entrenamiento en donde los ejercicios aplicados no involucran cargas externas o donde algunas veces se involucran unas cargas poco elevadas (entre el 30% y 50% del valor de la RM) y que donde lo que prima son los desplazamientos, una alta variedad de ejercicios y una ejecución a máxima potencia de los mismos, en donde además la persona suele transpirar mucho y mantiene su ritmo cardíaco en todo momento muy elevado (muy por encima del 75% de su frecuencia cardíaca máxima). Así pues al EF se lo suele llamar de esta manera (Entrenamiento Funcional) por su popularidad actual pero en realidad este concepto no debería

ser aplicado, ya que realmente todo lo mencionado a este tipo de entrenamiento hace referencia a lo que nace desde muchos años atrás y es titulado como Aerobic Circuit Training (Chtara, 2008).

Además, para aclarar lo relacionado a la parte funcional, se podría definir a la Capacidad Funcional como la capacidad de una célula, de un órgano, de un sistema o de un cuerpo para poder mantener la homeostasis (equilibrio del medio interno del organismo) dentro de sus estrechos límites de supervivencia en respuesta a un estrés especificado, como por ejemplo aquel generado como causa del trabajo físico aplicado por medio de distintas rutinas de entrenamiento. De lo anterior se podría concluir hasta aquí que todo tipo de entrenamiento físico (ACT, CF, PowerLifting, entre otros) tiene un objetivo funcional puesto que el punto en sí sería el de mejorar esa capacidad funcional por medio de adaptaciones fisiológicas positivas, optimizando los principales componentes del Fitness que además se relacionan con el estado de salud los cuales vienen a ser la fuerza, la resistencia muscular, la resistencia cardiorrespiratoria, la flexibilidad y la composición corporal (Caspersen et al, 1985).

El CF y el ACT se presentan como dos modalidades de entrenamiento que involucran distintos aspectos o áreas, desde el trabajo físico que solo hace uso como carga a vencer la masa corporal del individuo (autocarga), hasta otros trabajos físicos funcionales que involucran cargas externas en algunos casos utilizando aparatos o maquinaria poco comunes a lo que se podría encontrar en un gimnasio tradicional. A pesar que en un principio el CF fue establecido para el entrenamiento de los militares de países desarrollados, principalmente de USA, y de que el ACT fue también creado con el mismo propósito, estas modalidades presentan beneficios físicos desde

el punto de vista estético y también en cuanto a la mejora de las capacidades que abarca el término “Fitness”, todo con el fin de mejorar la Capacidad Funcional del practicante y optimizar las variables o componentes del fitness ya mencionados, logrando así adaptaciones fisiológicas positivas en el organismo. No obstante, un inadecuado plan de entrenamiento, planes nutricionales deficientes y técnicas de recuperación pobres o nulas, pueden traer riesgos para la integridad física de los Crossfitters (personas que practican CF) y de los practicantes de ACT. Y claro, estos riesgos también aplicarían a personas que practiquen otro tipo de entrenamiento o deporte (Melorose, Perroy, & Careas, 2015).

Es pertinente indagar cómo el CF y el ACT influyen sobre componentes del Fitness como la fuerza y la CC para darle más importancia a la práctica de estas modalidades, ya que la posible influencia positiva sobre estos componentes del Fitness (aumento de la fuerza, aumento de la masa muscular y disminución de la GC) muy probablemente podrían estar muy arraigados a poder cumplir con mayor eficiencia actividades cotidianas y relativamente moderadas (caminar, subir escaleras, cargar objetos relativamente livianos, etc.) y también actividades de una mayor intensidad (trotar, levantar objetos más pesados, practicar deportes, etc.) (Kula, 2012).

Con todo lo anterior este estudio se formula a partir de la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto del CF en comparación con el ACT sobre la FM y la CC en adultos jóvenes de 20 a 25 años de edad?

2. JUSTIFICACIÓN

Es importante dar a entender las diferencias entre un entrenamiento CF y un ACT estipulando la incidencia a nivel de la CC y la FM (por medio de los TF aplicados), y el efecto que cada uno de ellos podría generar en adultos sanos de ambos sexos en edades comprendidas entre los 20 y 25 años. Todo esto con el fin de guiar a las personas que desconocen del tema y que quieren empezar a ejercitarse para que puedan escoger el tipo de entrenamiento que más se pueda acomodar a los objetivos que se quieran lograr a mediano o largo plazo, tanto a nivel estético como de rendimiento deportivo y de salud general.

Los resultados obtenidos en las variables de CC y TF permitirán mostrar de manera objetiva las diferencias entre uno y otro tipo de entrenamiento, para que así cada individuo sea capaz de sacar sus propias conclusiones a la hora de decidir con cuál programa de entrenamiento probar para poder aumentar su nivel de MM y/o reducir su porcentaje de GC, y también para buscar mejoras en los TF en caso de que el objetivo sea también en cuanto a la mejora del rendimiento físico. Por supuesto, las mejoras en las variables mencionadas también podrían afectar de manera positiva el estado de salud y bienestar general de cada persona.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Beneficios del ejercicio físico

El ejercicio físico juega un papel importante mejorando la sensibilidad o regulación de la insulina en la sangre ayudando a revertir la resistencia a esta hormona puesto que promueve a que el organismo estimule su secreción por parte del páncreas, con lo cual la síntesis de glucosa en forma de glucógeno para su consiguiente almacén en el hígado y el tejido muscular esquelético es posible. Además, este glucógeno es luego degradado cuando el cuerpo lo requiera para alimentar al cerebro, sistema nervioso y fibras musculares esqueléticas, principalmente las tipo IIA que son tanto glucolíticas como oxidativas y tipo IIB que son 100% glucolíticas. Con repetidas rutinas de ejercicio físico, no solamente rutinas tipo CF o de ACT, el reclutamiento de distintas fibras musculares esqueléticas deriva en adaptaciones que optimizan la síntesis de componentes clave (transportadores intercelulares y enzimas) necesarias para la absorción y metabolismo de la glucosa. Como complemento a lo anterior mencionado, cabe señalar que el ejercicio de tipo aeróbico ejecutado a intensidades moderadas deriva en un decrecimiento de la secreción de insulina durante el ejercicio y en una merma en la glucosa sanguínea y por supuesto en los niveles insulínicos. Entonces, la absorción de glucosa es estimulada por una activación previa de las fibras musculares esqueléticas cuando la sensibilidad a la insulina ha sido mejorada gracias a la práctica constante de ejercicio (Pratik, 2012).

También existen otros beneficios con relación con la mejora de la densidad ósea (componente de la composición corporal) que se atribuyen gracias a los estímulos constantes que un organismo puede recibir por medio de ejercicios de impacto, lo que obliga a su estructura ósea a tener que regenerarse y fortalecerse, todo esto aminorando el riesgo de sufrir osteoporosis u otro tipo de cuadro patológico relacionado con el sistema óseo, aunque cabe resaltar que en esto tiene que ver mucho también la parte nutricional puesto a que los entrenamientos de alta intensidad se encargarían de obligar al organismo a que dé órdenes para ejecutar cambios adaptativos positivos dentro de él, pero si no cuenta con los recursos para cumplir con estas órdenes, en este caso hablando de los nutrientes macro (proteínas, grasas, carbohidratos) y micro (vitaminas y minerales), no podrá lograr el cometido (Nybo et al., 2010).

En un estudio aplicado a 28 mujeres posmenopáusicas sanas, se determinaron cambios positivos en factores que determinan la composición corporal, entre ellos destacando la densidad ósea, gracias a los ejercicios de alta intensidad en circuito, siendo tanto el CF como el ACT catalogados como entrenamientos que involucran ejercicios de alta intensidad que puede adquirir la característica de ser aplicado en circuito. Estas mujeres fueron divididas en tres grupos, de los cuales uno fue entrenado con ejercicios de baja intensidad pero de bajo volumen y más descanso entre series; de modo que eran de corta duración por cada serie de cada ejercicio: 2-4 series de 6-20 repeticiones con ejercicios isométricos sin carga externa y muy liviana. El segundo grupo de mujeres fue entrenado con ejercicios de alta intensidad de bajo volumen pero con menor descanso entre series de ejercicios con y sin cargas externas. El tercer grupo determinado grupo control no fue sometido a entrenamiento alguno. Luego de 12 semanas de entrenamiento, con una intensidad de trabajo de 4 días semanales por 30 minutos cada día, se demostró que los

cambios en la composición corporal, principalmente en la MM y densidad ósea (variables de la composición corporal), y otros factores del fitness como la fuerza y flexibilidad, mejoraron significativamente ($p < 0,05$) con respecto al grupo control (Brentano et al., 2008).

En un estudio realizado en 23 hombres y 20 mujeres sometidos a entrenamientos tipo CF por 10 semanas seguidas, donde se involucraban ejercicios como la sentadilla libre con barra, peso muerto, arrancada, press tras nuca, y ejercicios propios gimnásticos, se demostró que el nivel de GC tanto en hombres como en mujeres se redujo significativamente ($p < 0,05$), y en cuanto al consumo de oxígeno éste tuvo un incremento también significativo. También se encontró una correlación directa entre el aumento en la composición corporal por parte de la MM y el aumento del consumo de oxígeno, es decir que a mayor porcentaje de masa muscular se experimentó una mayor capacidad de consumo de oxígeno (Smith, Sommer, Starkoff, & Devor, 2013), lo cual reduce los adipocitos, que pueden acumular grandes cantidades de grasa (Gil, 2002).

Después de cierto límite determinado por el índice de masa corporal, un exceso de GC puede convertirse en Obesidad, una enfermedad crónica no transmisible, lo que le atribuye a la persona una cantidad muy alta cantidad de GC adiposa y visceral casi a nivel mórbido y que por ende puede comprometer su estado de salud y bienestar, no solo a nivel estético sino también la funcionalidad del paciente, imposibilitándole realizar actividades cotidianas con facilidad. Por supuesto todos estos factores negativos pueden repercutir con alto peso en la parte psicológica y emocional relacionada con la autoestima (Puhl & Heuer, 2009).

La alta saturación del plasma sanguíneo a causa del aumento de la glucosa circulante como factor derivado de la obesidad, puede desencadenar tarde o temprano otra enfermedad crónica no transmisible conocida como hipertensión, dado a que esta saturación excesiva del plasma sanguíneo conlleva a que éste deba ejercer una mayor presión sobre las paredes arteriales cuando circula. Esto además dificulta o ralentiza el transporte de oxígeno y nutrientes a las distintas células del organismo, porque la sangre aumentará considerablemente su viscosidad, no solo porque ya de por sí estaría muy saturada por toda la glucosa libre circulante, sino también porque las malas condiciones de salud general y la hipertensión como tal obligan a que haya un aumento del ritmo cardíaco y muchas veces de la temperatura corporal, lo cual genera mayores pérdidas de agua corporal. Todo esto es algo que se puede presentar no solo en edades adultas sino también en edades juveniles y pre-juveniles (Comite Nacional de Medicina del Deporte Infanto-Juvenil, 2005).

Distintos estudios realizados con personas que padecían hiperglucemia y tolerancia a la glucosa alterada, demostraron que los malos hábitos nutricionales y sobretudo el sedentarismo, eran factores que o bien desencadenaban el desarrollo de la Diabetes Mellitus tipo 2, o eran algo que agravaba la situación bien sea de esta misma enfermedad o como un posible desencadenante de Obesidad y por ende de otras enfermedades relacionadas a los altos niveles de GC como lo son las del tipo cardiovascular. Un estudio realizado en Finlandia entre los años 1993 y 2000 en 552 personas de entre 49 y 65 años que presentaban obesidad y baja tolerancia a la glucosa, demostró que cambios de vida en la parte nutricional y también en cuanto a incluir un programa de entrenamiento acorde a cada persona, logró disminuir considerable los cuadros patológicos mencionados (Valenciaga R, Luis J, Navarro D, Cepero D, Cepero F, Orestes, 2003).

Por lo anterior hay que tener en cuenta que la Diabetes viene a ser una enfermedad crónica no transmisible que se manifiesta de manera más frecuente, y no necesariamente surge como un derivado de la obesidad ya que una persona con bajos niveles de GC puede desarrollarla, aunque sea en niveles no peligrosos para la salud, si su alimentación es alta en carbohidratos simples de un bajo valor nutricional a nivel micro, o sea aquellos alimentos que suelen ser sometidos a diferentes procesos industriales para así adquirir buena apariencia, olor y sabor, pero que a su vez tienden a tener un bajo o nulo aporte de vitaminas y minerales en comparación al alto aporte de azúcares simples y grasas saturadas o trans, esta última denominación utilizada para referirse a aquellas grasas fabricadas a través de procesos industriales, recalcando entonces que todos estos alimentos pueden causar muchos efectos adversos para la salud, siendo los más graves las enfermedades relacionadas con el sistema cardiovascular, como la ya mencionada hipertensión, y otras falencias como bradicardia, taquicardia, infartos al miocardio, entre otras (Mozaffarian, Katan, Ascherio, Stampfer, & Willett, 2006).

Algunas personas que llevan una alimentación deplorable desarrollan tanto diabetes como obesidad, otras desarrollan primero una y después la otra, y otras personas desarrollan solo una de éstas, y a veces también viene acompañada de la hipertensión arterial, teniendo en cuenta que el factor obesidad suele aumentar la producción de Lipoproteínas de Baja de Densidad (LDL) mismas que se encargan de erradicar el exceso de colesterol del hígado, llevándolo hacia las arterias donde se irá acumulando. Entonces, la obesidad en sí producto de una malnutrición y sedentarismo a su vez causa que el cuerpo no pueda crear buenas cantidades de Lipoproteínas de

Alta Densidad (HDL) mismas que se encargarían de eliminar este exceso de colesterol arterial. Todo esto por supuesto afecta la circulación de la sangre, la tensión arterial y la salud en general (Rankinen et al., 2006).

En la década de los 40, el profesor Jean Vague de la Universidad de Marsella presentó unas observaciones clínicas sugiriendo que la topografía del tejido adiposo era una variable importante relacionada con las enfermedades a causa de la obesidad. Él sugirió que la obesidad en la parte inferior del cuerpo tenía menores repercusiones negativas sobre la salud, mientras que la obesidad en la parte superior del cuerpo estaba asociada a enfermedades como la diabetes, gota y aterosclerosis. 30 años más tarde se mostró el primer estudio científico que evidenciaba la relación entre la distribución de GC y la tolerancia a la glucosa, teniendo como resultado que en personas con obesidad en la parte superior mostraron mayores cantidades de glucosa en el plasma sanguíneo en comparación a aquellas con obesidad solo en la parte inferior de sus cuerpos. También se demostró una correlación entre el desarrollo de la resistencia a la insulina y altos niveles de triglicéridos en el plasma sanguíneo cuando la obesidad se presentaba en la parte superior del cuerpo (Nash, 2002).

La Anemia es otra enfermedad que afecta considerablemente la salud de quien la padece ya que distintos estudios han demostrado que esta enfermedad reduce la capacidad de transporte de oxígeno a las distintas células del organismo, lo cual se vuelve un catalizador en el desarrollo de enfermedades de tipo cardiorrespiratorio y un agravante para aquellas personas que padecen ya enfermedades cardiovasculares. Un estudio clínico realizado en 193 pacientes demostró que

existe un riesgo de empeoramiento de las capacidades de trabajo del miocardio en personas que padecen anemia, aunque claramente se deja remarcado que no se trata de un riesgo muy alto o a nivel fatal (Tang & Katz, 2008). La Anemia suele presentarse principalmente por una malnutrición que lleve a una deficiencia de hierro y vitaminas como la B12 y B9. Estas vitaminas participan en la creación de nuevos eritrocitos o también conocidos como glóbulos rojos, en un proceso conocido como eritropoyesis. Los eritrocitos se encargarían del transporte de oxígeno a las distintas células del organismo, pero si además en la alimentación existe una deficiencia de hierro, no habrá suficiente hemoglobina la cual es la proteína dentro de los eritrocitos que se encarga de almacenar temporalmente el oxígeno mientras es transportado por el eritrocito (Freire, 1998). A pesar de que existen distintos tipos de Anemia que derivan de una malnutrición y que se clasifican dependiendo de la deficiencia de cada vitamina o mineral, usualmente el sedentarismo es un catalizador para el desarrollo de estos tipos de anemia, puesto a que uno de los puntos del ejercicio físico es el de estimular cambios adaptativos positivos en el organismo, y uno de ellos suele ser el de estimular la eritropoyesis por medio del aumento en la síntesis natural de testosterona y otras hormonas del tipo anabólico, lo cual a su vez genera cambios positivos en componentes del Fitness como la composición corporal, la fuerza y posiblemente la resistencia cardiorrespiratoria relacionada al consumo de oxígeno. Sin embargo, también existen otros tipos de Anemia que tiene que ver con factores genéticos con relación a enfermedades heredadas que apuntan a alteraciones en la médula ósea, mientras que otras enfermedades heredadas obligan a que genéticamente no haya una buena producción de hemoglobina o que de hecho haya una producción anormal de esta proteína, lo que se conoce como Talasemia (Muñiz A, Puig A, Cabrera M, Fernández J, 2000).

En cuanto a la Osteoporosis que se presenta por la alteración de uno de los factores que afecta al componente Fitness de la Composición corporal, en este caso la densidad ósea, lo cual podría generar muchos riesgos para la salud, el sedentarismo, con el paso del tiempo, puede ser un catalizador crucial para el desarrollo esta enfermedad tanto en hombres como en mujeres por la falta de estímulos constantes y adecuados que obliguen a la remineralización ósea, o explicado de una forma simple, esta enfermedad suele presentarse porque los huesos no ven la necesidad de fortalecerse simplemente porque no están recibiendo estímulos adecuados para ello. Por supuesto en la aparición de esta enfermedad también entran a jugar factores como la edad y la malnutrición, pero en sí la práctica de ejercicios físicos que involucren impacto, como aquellos que se incluyen en los entrenamientos tipo CF, el ACT, entre otros, y un buen plan nutricional, pueden mermar considerablemente los riesgos de padecer osteoporosis, aun en las mujeres quienes son las más propensas a desarrollarla (Tony, n.d.)

3.2 Riesgos para la salud del ejercicio físico en general y de los entrenamientos de alta intensidad

Son muchos los apartados que ponen en riesgo la salud general de una persona, desde factores externos relacionados con el medio ambiente hasta otros acontecimientos ajenos al control y voluntad del ser humano como la herencia genética y lo relacionado a los sistemas de salud públicos y privados. Existen otros aspectos a tener presentes que podrían poner en riesgo la salud de las personas, éstos vendrían a ser factores del Fitness que son afectados de forma negativa como por ejemplo la composición corporal liderada por un exceso de GC que se puede ocasionar

por diversas causas como el sedentarismo y un plan nutricional inadecuadamente hipercalórico, lo cual desencadena lo que se conoce comúnmente como sobrepeso, o más concretamente como sobrepeso graso, que en palabras simples es el aumento considerable de GC, o visto desde un punto de vista más concreto esto viene a verse como el ensanchamiento de las células del tejido adiposo o sea de los adipocitos, que pueden acumular grandes cantidades de grasa (Gil, 2002).

Generalmente los riesgos para la salud que se pueden desarrollar por la práctica de ejercicios o rutinas de entrenamiento de alta intensidad no tienen que ver en sí con su práctica sino con su mala práctica, mala alimentación, pocas horas y mala calidad de sueño, malos hábitos de vida y muchas veces también a causa de la no aplicación oportuna de técnicas de recuperación muscular como los estiramientos, masajes, hidroterapia, crioterapia, entre otras. Realmente son más los beneficios que los perjuicios que la práctica de ejercicios de alta intensidad, entre ellos el CF y el ACT, pueden traer a una persona. Aunque cabe resaltar que aquí estamos hablando de personas que no presentan obesidad mórbida puesto a que su condición corporal y de salud general no les permite realizar este tipo de entrenamientos de una forma óptima y sin riesgos para su salud y bienestar general (Ritland & Rodriguez, 2014).

Aunque técnicamente los pueden realizar pero no será lo adecuado puesto a que los altos niveles de GC que presentan y a su vez las complicaciones y otras enfermedades que derivan de ello a causa de la mala condición de los componentes del Fitness, no les permitirá desempeñarse bien en una rutina de entrenamiento de alta intensidad, teniendo en cuenta además que el objetivo de una persona con obesidad debería ser reducir considerablemente sus niveles de GC,

por lo cual una sesión de entrenamiento de alta intensidad, sea CF, ACT o de otro tipo, elevará considerablemente su ritmo cardíaco lo cual provocaría la conexión de sistemas energéticos anaeróbicos por lo cual se disminuirá considerablemente la acción de la lipólisis, o lo que se conoce comúnmente como “quema” de grasa, simplemente porque las grasas de reservas o triglicéridos, más concretamente los ácidos grasos que las componen, son sustratos energéticos aeróbicos (que requieren de oxígeno para “combustionar”). De todo lo anterior puede que la sesión de entrenamiento tipo CF o de ACT en una persona con obesidad mórbida no sea adecuada para lo que en principio se busca cumplir (reducción de la GC), y en algunos casos pueden derivar problemas como fatiga localizada, lesiones, alteraciones en el sistema inmune, rabdomiólisis, entre otros (Hargreaves et al., 1998).

La investigación de los mecanismos propuestos implicados en lesiones durante o después de una sesión de entrenamiento CF o de ACT requiere explorar los diferentes aspectos que constituyen el sistema como tal de estas ramas del entrenamiento físico. Las lesiones que se pueden presentar afectan de una manera negativa a los componentes del Fitness como la fuerza, la resistencia cardiorrespiratoria, la flexibilidad y la composición corporal. El CF utiliza una selección aleatoria de múltiples ejercicios que deberá ser completada en rangos de tiempo variados usualmente con cargas externas retadoras, y el ACT utiliza un sistema similar aunque con cargas externas más livianas. Los ejercicios pueden incluir levantamientos del tipo funcional, tales como la sentadilla, peso muerto, arrancada y envión que son métodos derivados de la potencia y el levantamiento de pesas o halterofilia (Long, Iskat, & Tran, 2015). Los ejercicios, principalmente hacia el lado del CF, también pueden incorporar técnicas de gimnasia, como el trabajo en anillos, los esfuerzos en barras, soportes de mano y subidas de cuerda. Por otra parte,

las “explosiones” cortas de esfuerzos cardiovasculares pueden ser incluidas por medio de ejercicios tales como sprints, remo, ciclismo y natación a máxima velocidad (Mcnamara, 2012).

De todo lo anterior se deduce que tanto el ACT y principalmente el CF, envuelven muchos ejercicios que de ser mal ejecutados en cuanto a su técnica y a la vez con exagerados pesos, puede aumentar en una persona el riesgo de padecer algún tipo de lesión y por ende incidir de manera negativa sobre los componentes del Fitness como la fuerza, resistencia cardiorrespiratoria, flexibilidad y composición corporal que a su vez están muy relacionados con el estado de salud y bienestar general. Si a esto le sumamos el sobreentrenamiento en donde una recuperación óptima no se pudo llevar a cabo por distintos factores, y por ende se afronta un nuevo entrenamiento de esta manera, el riesgo de lesión en distintas áreas del cuerpo al practicar Crossfit se incrementa considerablemente o una lesión existente se puede agravar (Silva, 2013).

La Rabdomiólisis es un síndrome que deriva en la liberación al torrente sanguíneo de una gran cantidad de productos intracelulares. Cuando el músculo sufre algún tipo de daño, la mioglobina (proteína del tejido muscular esquelético) es secretada en el torrente sanguíneo y luego pasa a ser filtrada fuera del cuerpo gracias a los riñones. Es frecuente observar también el desarrollo de falla renal aguda a causa de este cuadro patológico puesto a que la mioglobina se descompone en sustancias que pueden dañar las células renales, por lo cual entonces la Rabdomiólisis constituye el principal factor de morbilidad en estos pacientes. La Rabdomiólisis aumenta considerablemente el riesgo de lesión general del practicante puesto a que es un síndrome causado por la lesión o laceración previa de un músculo esquelético luego de haber pasado por

una posible fase de sobreentrenamiento y/o malnutrición o por un ejercicio incorrectamente ejecutado (Garcia de Vinuesa & Ahijado, 1992).

Entre las causas más frecuentes de padecer Rhabdomiólisis se destacan los traumatismos, la compresión muscular o la realización de ejercicio físico intenso y a la vez prolongado sumando una mala técnica de ejecución de los movimientos, malnutrición, insuficiente descanso nocturno, etc. Son casos que se reconocen fácilmente al realizar una adecuada historia clínica. Sin embargo, cuando no se tiene definido un desencadenante claro, el diagnóstico es difícil y por esta razón se suele requerir un alto grado de sospecha. Se deben investigar patrones relacionados al consumo de drogas y fármacos, infecciones, trastornos o déficit de electrolíticos y determinados defectos enzimáticos en los que el músculo es incapaz de utilizar la energía disponible de forma eficiente (Toledo, López, Martín, Torres, & Frutos, 2009).

3.3 El Fitness y sus componentes (fuerza, composición corporal, resistencia muscular, resistencia cardiorrespiratoria y flexibilidad)

Muchos autores definen el término Fitness simplemente como un conjunto de ejercicios específicos aplicados con el fin de mejorar cualidades motrices y de rendimiento deportivo como la fuerza, resistencia, cardiorrespiratoria, la flexibilidad y composición corporal (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). No obstante, el Fitness como tal realmente significa la aptitud o conjunto de aptitudes (habilidades) que se pueden adquirir y mejorar para determinado fin. Por esta razón es que el Fitness se lo puede definir como la habilidad de poder llevar a cabo distintas

actividades físicas de manera satisfactoria con base a ciertos estándares. Es decir que si una persona puede caminar sin caerse podría estipularse a esta cualidad como un “Fitness Walking” (habilidad para caminar), aunque también sería posible añadir otros niveles de dificultad como por ejemplo hacer que una persona pueda caminar en línea recta sin perder el equilibrio durante determinada distancia, y ahí entonces la habilidad para caminar podría verse combinada con la capacidad para resistir por mucho tiempo ese movimiento cíclico, y además podría ser añadida la variable de velocidad, es decir recorrer un extenso tramo en línea recta sin perder el equilibrio en el menor tiempo posible (SN et al., 1995). Ahora bien, la expresión “be Fitness” que traducida al español significaría “Sé apto”, podría quedarse corta en ciertos campos del entrenamiento deportivo. En un gimnasio por ejemplo debería ser complementada con alguno de los componentes del Fitness que se pueden relacionar tanto con el estado de salud como con el rendimiento deportivo. Por ejemplo: “be Fitness to lift lot of weight”, o que traducido significaría “Sé apto para alzar mucho peso”. De aquí entonces que la fuerza se cataloga como uno de los componentes del Fitness que a su vez pueden estar relacionados con el estado de salud de una persona, puesto que con la fuerza también se implica la salud del miocardio (Bouchard & Stephens, 1994).

Un aumento en la masa muscular magra, o lo que se conoce como hipertrofia muscular, puede repercutir de manera positiva sobre el Strenght Fitness (capacidad de fuerza) de una persona, o en este caso más concretamente sobre su habilidad o capacidad para alzar o mover cargas externas, lo cual también estaría directamente relacionado con la capacidad del miocardio de poder bombear más sangre para poder “activar” y hacer funcionar de la manera más óptima posible toda esta musculatura esquelética hipertrofiada. Este componente del Fitness (la fuerza)

repercute de forma positiva sobre el estado de salud de un individuo porque con los estímulos aplicados para desarrollarla, se logran generar cambios adaptativos positivos a nivel hormonal que repercuten en una optimización funcional de todos los procesos metabólicos del organismo, a la vez que se produce un aumento metabólico basal considerablemente lo cual aumenta el gasto de kilocalorías durante el entrenamiento y en períodos de relativo reposo, todo esto repercutiendo tanto en la composición corporal (otro de los componentes del Fitness) como en el estado de salud (Allen, 2005).

Por medio de la práctica de Crossfit u otro tipo de entrenamiento de alta intensidad es posible lograr buenos resultados de este tipo, siempre y cuando se tengan en cuenta variables que permitan establecer un buen plan de entrenamiento y plan nutricional (Blair, Kohl, Gordon, & Paffenbarger, 1992). Un aumento de la masa muscular y por supuesto de la fuerza músculo-esquelética puede ayudar a reducir el riesgo de padecer enfermedades del tipo cardiovascular, y también ayuda a que el metabolismo basal de una persona aumente, con lo cual el estado de lipólisis cuando se está en reposo y cuando se realizan entrenamientos a umbrales aeróbico o mixtos (aeróbicos/anaeróbicos) puede aumentar considerablemente. En palabras simples se puede decir que aumentaría de una forma indirecta la “quema” de grasa gracias al aumento de la hipertrofia muscular, esto conllevando consigo también mejoras en otros sistemas como el sistema óseo, sistema inmune, sistema endocrino, entre otros (Rantanen, Era, Kauppinen, & Haikkinen, 1994).

La práctica de ejercicios de alta intensidad o rutinas de entrenamiento a umbrales mixtos (aeróbicos/anaeróbicos) o meramente anaeróbicos, como por ejemplo las rutinas de entrenamiento tipo Crossfit y las rutinas de Aerobic Circuit Training, promueven notablemente cambios adaptativos positivos a nivel del transporte de oxígeno y nutrientes a las distintas células del organismo, también se puede notar una disminución ante los riesgos de padecer resistencia a la insulina, y si ya se la padece tratar de aminorar sus efectos, y por supuesto se puede presentar una merma en los niveles de GC gracias al aumento metabólico basal que se puede generar por medio de la hipertrofia muscular que los entrenamientos de alta intensidad pueden ocasionar, y por su puesto a un gasto kilocalórico pronunciado durante la sesión de entrenamiento.

Si tenemos en cuenta que la flexibilidad o capacidad de elongación de un músculo estaría arraigada a la fuerza del mismo, entonces el CF y el ACT se convierten en un complemento esencial para mejorar este componente del Fitness que en algunas ocasiones puede ser infravalorado o pasar desapercibido. Y es que la capacidad de un músculo de volver a su estado inicial luego de ser “deformado” (elongado) es lo que le confiere una característica de fuerza. En otras palabras podríamos decir que “un músculo flexible es un músculo fuerte” (Sibley, 2012).

3.4 Sobreentrenamiento y teoría de la fatiga central

El síndrome de sobreentrenamiento es una condición bastante compleja que se caracteriza por un variado grupo de síntomas y anormalidades fisiopatológicas que inciden en el bajo rendimiento de los atletas y que usualmente comprometen el período de recuperación entre

entrenamientos. El sobreentrenamiento frecuentemente se manifiesta como una respuesta sostenida a causa de un entrenamiento de alta intensidad cuando a esto se suman además otros factores relacionados que pueden aumentar considerablemente el nivel de estrés del individuo (viajes, profesión, familia, pareja, etc.). En los atletas de alto rendimiento, este síndrome suele presentarse a causa de dos razones principales, siendo una de ellas la relación entre el volumen de entrenamiento y la capacidad volitiva del atleta lo que puede obligarle a exigirse cada vez más a veces hasta llegar a un punto muy exagerado. La otra razón tiene que ver con la anterior pero apuntaría más a aumentar las cargas de cada sesión de entrenamiento simplemente con el objetivo de lograr vencer alguna marca o algún resultado previo, lo cual puede resultar en una fatiga general, muscular y del sistema nervioso (Foster, 1998).

El sobreentrenamiento es descrito como un desequilibrio entre la formación y la recuperación muscular y por lo general resulta en una disminución en el rendimiento durante una sesión de entrenamiento. Durante un período de sobreentrenamiento los almacenes de glutamina en el tejido muscular esquelético tienden a agotarse más rápido de lo que el cuerpo los puede reponer. Los atletas de resistencia sobreentrenados normalmente sufren de bajos niveles crónicos de glutamina plasmática (Budgett, 1998). Los investigadores han correlacionado con eficacia el síndrome de sobreentrenamiento a los desequilibrios de aminoácidos. Disminución del rendimiento, disminución del estado de ánimo, y el aumento de la incidencia de las infecciones caracterizan a estos desequilibrios de aminoácidos causados por el sobreentrenamiento, siendo la glutamina uno de los más abundantes en el organismo (Hsu et al., 2011). Los atletas que se ejercitan mucho y están sufriendo del sobreentrenamiento pueden llegar a ser inmuno-suprimidos lo cual conduce al aumento del riesgo de padecer infecciones principalmente a nivel del tracto

respiratorio superior. La suplementación con glutamina en polvo o cápsulas con el fin de mantener los niveles normales de glutamina por vía intramuscular es crítico para mantener un sistema inmune fuerte y para ayudar a la prevención de la degradación del tejido muscular esquelético o lo que se conoce también como atrofia muscular (Mujalli, Zakarneh, & Aloyoun, 2016).

Ha habido un creciente interés en el mecanismo detrás de la fatiga central y la influencia de los aminoácidos de cadena ramificada en la fatiga durante y después del ejercicio. La teoría de la fatiga central sugiere que el ejercicio prolongado reduce la concentración de aminoácidos de cadena ramificada en el plasma sanguíneo a través de la oxidación de los mismos y aumenta la concentración plasmática de ácidos grasos libres (Meeusen, Watson, Hasegawa, Roelands, & Piacentini, 2006). El aumento de los ácidos grasos libres compite con el triptófano para enlazarse a la albúmina que es una proteína de transporte. Este efecto en última instancia conduce a un aumento en los niveles de triptófano libre en el cerebro, donde el triptófano se convierte en el neurotransmisor serotonina. La serotonina puede tener un efecto sedante en el sistema nervioso central y poner en peligro el rendimiento atlético (Braun et al., 2009).

Durante el ejercicio exhaustivo prolongado, se han sugerido dos mecanismos para contribuir a un desequilibrio entre los aminoácidos de cadena ramificada y el triptófano. En los últimos momentos del ejercicio prolongado, un bajo nivel de azúcar en la sangre estimula la gluconeogénesis, que es la síntesis de nueva glucosa a partir de fuentes diferentes a carbohidratos o aminoácidos. Los BCAA's (Branched-chain amino acids) se descomponen o degradan para ser

utilizados como sustratos energéticos. Cuando esto ocurre, la relación de aminoácidos de cadena ramificada / triptófano será reducida dejando un nivel relativamente alto de triptófano para entrar en la barrera hematoencefálica y convertirlo a serotonina (van Hall, Raaymakers, Saris, & Wagenmakers, 1995).

Los ácidos grasos también se degradan y acumulan en mayores cantidades en el plasma sanguíneo a medida que el glucógeno se agota durante el ejercicio de resistencia y alta intensidad. Los ácidos grasos libres son solubles en agua y por lo tanto se unen a la albúmina para poder ser transportados a través del plasma sanguíneo. El triptófano también se une con la albúmina. Debido a que existe una competición entre el triptófano y los ácidos grasos para poder unirse a los sitios de enlace de la albúmina, el exceso de triptófano libre atraviesa la barrera hematoencefálica para convertirse posteriormente en serotonina lo que fomenta la reducción del rendimiento físico considerablemente (Bellovary, 2014).

Los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) juegan un papel muy importante en la respuesta inmune después del ejercicio. Los investigadores han llegado a la conclusión de que la administración de aminoácidos de cadena ramificada puede mejorar los niveles de glutamina en el tejido muscular esquelético, lo cual conduce a una menor incidencia de contraer alguna enfermedad después del ejercicio. A raíz de un triatlón de distancia olímpica o 30 Km, Basset (2000) estudió la respuesta inmune en un grupo al que se le suministró aminoácidos de cadena ramificada (BCAA's) en comparación con un segundo grupo al cual se le suministró un placebo. Los resultados indican que la suplementación con BCAA recupera la concentración de glutamina

en el plasma. Años después se llevó a cabo un estudio de seguimiento de nuevo reafirmó el beneficio de la suplementación con BCAA's durante el ejercicio en relación con la función inmunológica. Doce triatletas de elite nadaron 1.5 km, pedalearon 40 km, y corrieron 10 km (triatlón olímpico) en la competencia internacional de Triatlón celebrada en Sao Paulo, Brasil, en abril de 1997 y abril de 1998. En ambos eventos, seis atletas recibieron aminoácidos de cadena ramificada y los otros recibieron un placebo. Los atletas de grupo BCAA tenían los mismos niveles de glutamina plasmática, antes y después de la prueba, mientras que los del grupo placebo mostraron una reducción del 22,8% en la concentración de glutamina en plasma después de la competición. El grupo BCAA's mostró una reducción en incidencias infecciosas del 33,8% debido a la mejora en la respuesta inmune después del ejercicio sobre el grupo placebo. (Gleeson, 2007).

3.5 Entrenamiento de Crossfit y Aerobic Circuit Training

La primera vez que se desarrolló un entrenamiento de alta intensidad y donde se utilizó un concepto para definirlo fue en la Universidad de Leeds ubicada en el Reino Unido, en el año 1953, y fue estipulado por R.E. Morgan y G.T. Anderson. Este tipo de entrenamiento fue nombrado como Aerobic Circuit Training puesto a que involucraba un trabajo en circuito, más concretamente un trabajo por estadios o estaciones de ejercicios de estructura cíclica a intensidades aeróbicas, donde se realizaba un ejercicio tras otro. En estos principios un Aerobic Circuit Training consistía en realizar de 9 a 12 estaciones, y cada estación representaba un ejercicio, todos diferentes entre sí. No obstante, hoy en día existen sesiones de Aerobic Circuit

Training con menor número de estaciones y con una cantidad variable de ejercicios puesto a que se involucran ejercicios de estructura tanto cíclica como acíclica con y sin cargas externas, y no solamente los ejercicios de estructura cíclica con autocarga como se hacía en sus orígenes. En cada estación se debía ejecutar un ejercicio o bien con un tiempo límite, o bien con un número de repeticiones a cumplir. El trabajo en cada estación oscilaba entre los 30 y 60 segundos, tiempo que variaba de acuerdo al tipo de ejercicio y al nivel de condición física de los participantes. Luego de finalizar el tiempo en una estación se procedía a pasar a la siguiente estación y empezar el ejercicio determinado en la misma. No había un descanso estipulado entre estaciones, sin embargo se podían utilizar descansos mínimos de acuerdo a las condiciones de cada practicante, pero el objetivo era descansar el menor tiempo posible entre estaciones. En otras palabras se podría decir que se trataba de un descanso activo casi efímero y de tipo aeróbico, mientras se hacía un desplazamiento de una estación a otra (Chtara, 2008).

Las especificaciones anteriores en cuanto al Aerobic Circuit Training han venido cambiando con el paso de los años, porque por ejemplo ahora se pueden reducir las estaciones de trabajo y también se pueden incluir ejercicios de distintas áreas o tipos de entrenamiento en estas estaciones, ejercicios tomados del boxeo, de la gimnasia, halterofilia, entre otros. Una década después del primer desarrollo de un Aerobic Circuit Training, apareció un nuevo concepto o tipo de entrenamiento denominado Peripheral Heart Action (PHA) o Acción Periférica del corazón por su traducción al español, desarrollado por el doctor Arthur Steinhaus. Y aunque usualmente se lo confunde con el Aerobic Circuit Training, ambos tienen objetivos diferentes ya que los ejercicios estipulados en el PHA se enfocan en obligar en todo momento a que el flujo sanguíneo sea llevado de manera fuerte y continuada desde el músculo más interno y cercano al miocardio

hacia los músculos más distales del cuerpo, y esto usualmente se logra por medio de los ejercicios estructura cíclica y acíclica con cargas externas, aunque también se pueden utilizar otros tipos de ejercicios ejecutados siempre a una intensidad demarcada por encima del 75% de la frecuencia cardíaca máxima o por encima del 30% del RM de cada quien, realizando un alto número de repeticiones (Lombardi, 1997).

En un estudio realizado con 90 hombres adultos sanos sedentarios se evaluó el efecto de 12 semanas seguidas de entrenamiento en circuito con el manejo de cargas externas bajas (30% - 40% del RM). Se dividieron a los 90 hombres en tres grupos, uno evaluado por medio del entrenamiento en circuito con cargas externas bajas, uno al que se le aplicó un entrenamiento de resistencia sin cargas externas, y otro grupo determinado como grupo control. Todos los hombres de todos los grupos (excepto los del grupo control) fueron entrenados 3 veces por semana con una intensidad diaria promedio de 40 minutos donde la frecuencia cardíaca se mantuvo entre el 70% y 80% de la frecuencia cardíaca máxima propia. Los resultados arrojaron incrementos significativos entre las variables de la FM, resistencia y consumo de oxígeno para los grupos sometidos a trabajos en circuito tanto con carga externa baja como sin ésta, siendo significativamente mejores los resultados del grupo de hombres sedentarios sometidos a trabajos en circuito con cargas externas relativamente bajas (Kaikkonen, 2000).

Con todo lo expuesto hasta el momento, a la fecha podríamos considerar el Crossfit como una relativa nueva tendencia de entrenamiento que combina especificidades del Aerobic Circuit Training y del PHA, que apunta hacia al acondicionamiento físico y también a la obtención de un

resultado físico/estético y de rendimiento deportivo, por medio de la mejora en los componentes del Fitness como la fuerza, resistencia cardiorrespiratoria, resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal de los practicantes. El Crossfit es un programa que se enfoca principalmente en el desarrollo de la fuerza relativa y absoluta de cada individuo, y por ende exige y desarrolla un alto nivel de acondicionamiento físico por lo cual en principio también exige un alto grado de resistencia cardiorrespiratoria, y con todo combinado son posibles las mejoras también en la composición corporal y probablemente en la flexibilidad de los practicantes. La intención original del Crossfit era la de ser un programa de capacitación para el personal de emergencia y primeros auxilios (militares, bomberos, policías, etc.) de los Estados Unidos, para poder prepararles para cualquier situación posible que tuvieran que afrontar. Glassman (2005) señala que ningún modo único de ejercicio prepara adecuadamente para todos y cada uno de los retos que se presentan en la vida, y por lo tanto a los atletas de una sola disciplina deportiva no se los puede definir como "en forma". Un individuo "en forma", de acuerdo con las normas del CrossFit, *es alguien que no es excelente en ningún campo de la actividad física, pero que es "competente" en cada uno de ellos*. Según Glassman, su especialidad es la no especialización (Glassman, 2005).

En la Guía de Crossfit, éste es definido como un “tipo de entrenamiento que combina una gran serie de movimientos y ejercicios funcionales con constantes variaciones y ejecuciones a alta intensidad”. Se definen los movimientos de tipo funcional como comandos universales enfocados hacia la activación psico-motriz; se realizan en una onda de contracción que empieza en el centro del cuerpo y se distribuye por todos los tejidos involucrados en los ejercicios físicos, y termina en los miembros inferiores y superiores; son movimientos que involucran una gran

cantidad de articulaciones y músculos esqueléticos en distintos rangos de movimiento. Pero se señala que el aspecto más importante es su capacidad de mover grandes cargas en largas distancias y hacerlo de forma rápida, o al menos aun si se trata de mover o empujar el propio peso corporal siempre se tienen en cuenta las variables de distancia y velocidad en su máxima expresión (Glassman, 2013). El CrossFit es un programa de entrenamiento que incluye ejercicios de powerlifting, levantamientos olímpicos, strongman, gimnasia, ejercicios pliométricos, carrera, entre otros. Dichos ejercicios pueden ser combinados de una manera aleatoria con un alto grado de relativa complejidad, y con un número muy variable de series y repeticiones a ejecutar y tiempos a vencer, esto con el objetivo de simular los desafíos inesperados a los que usualmente los servicios de emergencia pueden tener que enfrentarse (Cooperman, 2005).

La percepción de la eficacia de un programa de entrenamiento tipo Crossfit y de un Aerobic Circuit Training no debe medirse por la fatiga o cansancio que se sintió después del entrenamiento, ya que esto puede conducir a un sobreentrenamiento que no induzca a una adecuada supercompensación, que además produzca dolores incapacitantes relacionados al ejercicio extremo y también genere la aparición excesiva de lesiones, y por tal aumentaría el riesgo de la disminución temporal en los valores de alguno de los componentes del Fitness como la fuerza, resistencia cardiorrespiratoria, flexibilidad o composición corporal, mismos componentes que se relacionan de una forma directa con la salud y bienestar general de un individuo. En otras palabras se puede decir que no puede dictaminarse a una sesión de entrenamiento tipo Crossfit o de Aerobic Circuit Training como eficaz simplemente porque al final de la misma y horas después la fatiga es increíblemente alta a nivel músculo esquelético y del sistema nervioso. No debe ser calificada como una sesión de entrenamiento buena o eficiente

simplemente porque luego se manifiesten dolores musculares intensos, ya que esto puede aumentar el riesgo de lesiones en cada oportunidad de entrenamiento y aun en medio de la realización de ejercicios o actividades físicas cotidianas (Nybo et al., 2010).

El Crossfit y el Aerobic Circuit Training promueven la camaradería y el trabajo en equipo y esto puede promover también bienestar a nivel psicológico; las personas a menudo se animan a esforzarse en exceso tal vez por no quedar mal ante sus compañeros o ante sí mismos, así que esto puede derivar en algo negativo o positivo dependiendo de cómo se afronte este tipo de sesiones de entrenamiento. La percepción del atleta en cuanto a la relación riesgo-beneficio podría ser un factor que contribuye a algún tipo de lesión o por el contrario a lograr adaptaciones fisiológicas positivas en su organismo afectando de forma positiva los componentes del Fitness como la fuerza, resistencia cardiorrespiratoria, resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal, los cuales estarían estrechamente relacionados con el estado de salud. Una mayor percepción de esfuerzo puede llevar a sentimientos de fatiga prematura y técnica de movimiento disminuida como consecuencia de la naturaleza del alto volumen y complejidad de estos programas de acondicionamiento que pueden considerarse por muchos como extremos (Bellovary, 2014).

Los programas de acondicionamiento extremos, como el Crossfit y el Aerobic Circuit Training, se caracterizan por el uso de la alta intensidad o sea donde el ritmo cardíaco siempre la mayor parte del tiempo permanece muy por encima del 75% de la frecuencia cardíaca máxima de cada persona, porque el nivel de consumo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) también suele mantenerse

por encima del 75%, y se caracterizan también por ser entrenamientos agresivos con altos volúmenes de cargas externas a mover o levantar y por los tiempos a vencer en cada serie, y el número máximo de repeticiones que puedan ser ejecutadas en un límite de tiempo estipulado, con períodos cortos de descanso entre las series (Babiash, 2013).

3.6 Capacidad y Potencia Aeróbica y su relación con la fuerza y la composición corporal

La Capacidad Aeróbica puede ser analizada desde tres puntos de vista, siendo el primero lo relacionado con la capacidad que tiene el organismo de una persona para captar más oxígeno por medio del aire respirado para así volver eficiente el trabajo físico aeróbico; el segundo punto de vista estaría relacionado con el uso de los sustratos energéticos aeróbicos gracias a este oxígeno captado, en este caso haciendo referencia a la glucosa y los ácidos grasos éstos últimos obtenidos a través de los triglicéridos o grasas de reserva. El tercer punto de vista para abordar la capacidad aeróbica y así intentar definirla tiene que ver con la mejora en el transporte no solo de oxígeno sino también de nutrientes a las distintas células del organismo, todo esto gracias a la mejora en la calidad del plasma sanguíneo que se produce como consecuencia de trabajos de estructura cíclica de característica aeróbica y/o de característica mixta (aeróbica/anaeróbica) realizados en distintas rutinas de entrenamiento, siendo el Crossfit una rama deportiva que puede involucrarlos (Martínez, 2010).

En lo relacionado a la mejora de la Potencia Aeróbica, esta parte tiene que ver más hacia la velocidad y el volumen con que el oxígeno y los nutrientes son transportados hacia las células de

todos los tejidos y sistemas que conforman un organismo humano vivo, por lo cual esta capacidad de transportar más rápidamente, en mayor volumen y de forma eficaz todo lo mencionado, tiene que ver con la mejora en la eficiencia de trabajo del miocardio a la hora de bombear sangre a los distintos órganos sin la necesidad de tener que latir más veces por minuto. Esta potencia aeróbica se mejora con trabajos interválicos por medio de ejercicios tanto de estructura cíclica como acíclica, en donde por algunos segundos o minutos se sube o se baja la intensidad del ejercicio ejecutado, llevando por determinados tiempos al organismo a entrar en umbrales de trabajo mixtos (aeróbicos/anaeróbicos) y a veces meramente anaeróbicos, en donde se aumenta el consumo de oxígeno pero se reduce considerablemente el aporte energético por medio de las grasas, y en otros tiempos dentro de la misma sesión de entrenamiento se lleva al cuerpo a permanecer en umbrales meramente aeróbicos (Pallarés, J.G.; Morán-Navarro, 2012).

El Crossfit y el Aerobic Circuit Training son modalidades de entrenamiento que combinan ejercicios de estructura cíclica y acíclica que se pueden manejar a distintas intensidades acordes al nivel de acondicionamiento físico de cada quien y a los objetivos específicos personales. De aquí entonces se estipula al Crossfit y al Aerobic Circuit Training como métodos de entrenamiento en pro de mejorar la Capacidad Aeróbica de una persona que incide principalmente en la mejora de la utilización de sustratos energéticos oxidativos, en este caso tratándose de la glucosa, algunos aminoácidos, ácido láctico y de los ácidos grasos provenientes de los triglicéridos, para evitar o reducir los riesgos de enfermedades crónicas no transmisibles como la obesidad, hipertensión y diabetes, y por supuesto esto incide en el aspecto estético o sea mejorando aspectos de la composición corporal, en este caso principalmente tratándose de la reducción de GC. Al estimular la Capacidad Aeróbica también se mejora la calidad del plasma

sanguíneo con lo cual el transporte de oxígeno y nutrientes a las distintas células del organismo será más eficiente (Ziemann et al., 2011). En cuanto a la Potencia Aeróbica, este tipo de entrenamientos estimulan la acción periférica del corazón, o sea los músculos que rodean al miocardio para así cada vez volver más eficiente el bombeo sanguíneo hasta el músculo más distal de cada miembro superior e inferior del cuerpo, sin la necesidad de que el miocardio deba latir más veces por minuto. La fuerza que se relaciona tanto con la calidad muscular, la respuesta del sistema nervioso y la cantidad de MM (componente de la composición corporal), estaría también muy relacionada con la potencia aeróbica, puesto que se estaría hablando tanto de la fuerza de bombeo por parte del miocardio como la acción de los músculos proximales y distales al mismo que le obligan a realizar esta acción al miocardio con un mayor vigor (Ziemann et al., 2011)

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Analizar la influencia del entrenamiento Crossfit y Aerobic Circuit Training sobre la fuerza muscular y la composición corporal en adultos jóvenes entre 20 y 25 años.

4.2 Objetivos Específicos

Establecer posibles cambios en la masa muscular y porcentaje de grasa corporal como consecuencia de los entrenamientos tipo Crossfit y Aerobic Circuit Training.

Comprobar posibles mejoras en la fuerza máxima, la potencia y la resistencia de la fuerza, como consecuencia de los entrenamientos implementados.

Determinar el alcance de cada uno de los métodos de entrenamiento aplicados sobre las variables estudiadas.

5. METODOLOGÍA

5.1 Diseño

Se realizó un estudio cuasi-experimental con 28 individuos de ambos sexos divididos de forma no aleatoria en dos grupos cada uno de 10 hombres y 4 mujeres. El primer grupo tuvo un entrenamiento de CF durante al menos 3 meses de manera continuada, con una intensidad de entrenamiento de 4 a 5 días a la semana, cada entrenamiento con una duración de entre 30 a 45 minutos. El otro grupo fue sometido a entrenamientos tipo ACT aplicando algunos ejercicios que no involucraran cargas externas y otros ejercicios que sí, trabajados entre el 30% y 50% de su RM para cada ejercicio, con la misma cantidad de días y minutos de entrenamiento que el grupo CF. En las rutinas tipo CF los ejercicios se aplicaban con cargas variables entre el 70% y el 100% del RM. Al final de las 12 semanas solamente terminaron el estudio 24 individuos, el resto de participantes abandonó el estudio por distintas razones (falta de dinero, desmotivación, carga académica universitaria). Los entrenamientos se realizaron en el gimnasio CrossCamp de la ciudad de Cali, entre los meses Julio y Octubre de 2016.

5.2. Hipótesis

5.2.1 Hipótesis Nula

No habrá mejoras en las variables de FM según los TF aplicados ni en las variables de CC con ninguno de los entrenamientos (CF y ACT), con base a las medidas PRE y POST del estudio, ni tampoco habrá diferencias significativas entre uno y otro tipo de entrenamiento con base a las mismas variables de CC y TF.

5.2.2 Hipótesis Alterna

El CF y el ACT permitirán un aumento considerable en la FM, con base a los resultados de los TF aplicados, y también mejoras en la CC de personas de ambos sexos en edades comprendidas entre los 20 y 25 años de edad, sometidas a 3 meses de entrenamiento continuado, con una mejoría significativa a favor del CF en todos los resultados de CC y TF aplicados.

5.3 Población y definición del estudio

Participaron 28 individuos sanos de edades comprendidas entre los 20 y 25 años, de los cuales 20 eran hombres y 8 mujeres. Se trató de individuos activos algunos de los cuales llevaban más de 3 meses entrenando de forma constante y otros con menor tiempo de entrenamiento. Las características generales de los sujetos que participaron en el estudio, con su valor promedio, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1
características generales de los sujetos

	Edad (años)	Talla (m)	Peso (Kg)	IMC (Kg/m ²)
CF	22,6 (1,0)	1,76 (0,5)	74,7 (8,7)	23,9 (1,1)
ACT	22,6 (1,5)	1,74 (0,08)	72 (9,2)	23,5 (1,0)

Datos presentados como media (desviación estándar). CF: Crossfit. ACT: Aerobic Circuit Training

5.3.1. Reclutamiento de los participantes

Los individuos reclutados para este estudio forman parte de los grupos de entrenamiento del gimnasio CrossCamp ubicado en la ciudad de Cali. Se procedió a asistir algunos días para observar los entrenamientos, las características y el desempeño de los sujetos. Luego se habló con el entrenador de cada clase o tipo de entrenamiento (CF y ACT) para al final de la misma comentarles a todas las personas sobre el tipo de intervención que se quería realizar, para lo cual en principio accedieron algunos voluntarios y luego se procedió a hablar personalmente para intentar convencer a quienes en principio no habían levantado la mano ni se habían expresado de manera alguna. Luego en otro día se los citó para realizar los cuestionarios PAR-Q y FANTASTICO y otro día para la toma de medidas antropométricas (incluyendo la CC) y para realizar los TF.

5.3.2. Criterios de selección

Hombres y mujeres sanos es decir que no presentaran complicaciones relacionadas con algún tipo de enfermedad crónica no transmisibles o al menos no complicaciones graves, ni tampoco problemas en sus órganos, para lo cual se realizó una breve serie de preguntas para corroborarlo por medio de los cuestionarios PAR-Q (Shephard, 1988) y FANTASTICO (Wilson, Nielsen, & Ciliska, 1984). También se tuvo en cuenta que no tuvieran algún tipo de discapacidad física ni mental. Al mismo tiempo se tuvo en cuenta la firma del documento de consentimiento informado.

5.3.3. Criterios de exclusión

Personas con algún problema grave o considerable relacionado a alguna enfermedad crónica no transmisible. Personas que afirmaran consumir o inyectarse esteroides anabólicos anabolizantes. Mujeres que afirmaran estar utilizando algún método de planificación. Personas que afirmaran estar consumiendo algún tipo de suplemento termogénico o diurético. Personas que afirmaran estar involucradas en algún tipo de tratamiento con medicamentos que afectaran directamente el sistema endocrino.

5.4 Aspectos Éticos

A los sujetos evaluados se les explicó desde un principio, de una forma detallada, cuáles eran los objetivos de este estudio para evitar malos entendidos en cuanto a la información personal. Para la ejecución de cada toma de cada medida antropométrica, se tuvo extremo cuidado para evitar pormenores sobre todo en aquellas tomas que requerían el uso de la menor cantidad de ropa posible. También se explicó de forma detallada la forma correcta de realizar cada uno de los TF aplicados para evitar algún tipo de lesión. Al mismo tiempo se tomó extrema precaución en cada sesión de entrenamiento en llevar a cabo las fases de calentamiento, los entrenamientos en sí y las fases de recuperación o vuelta a la calma para evitar algún tipo de lesión o alguna otra molestia que obligara de manera voluntaria o forzada a abandonar el estudio. En general se tuvieron en cuenta todos los aspectos éticos mencionados en la Declaración de Helsinki (Aso-, 2002).

5.5 Definición de las variables.

5.5.1. Variables independientes: Los sistemas de entrenamiento CF y ACT.

5.5.2. Variables dependientes: Resultados de los TF aplicados. Variables de la CC.

5.5.3. Variables extrañas: Contagio de alguna enfermedad por alguna complicación del sistema inmunológico. Calamidad doméstica, problemas personales.

5.6 Materiales, métodos y recolección de la información

Las medidas antropométricas de talla, MM, % de GC, los resultados de los tests de dinamometría, salto en longitud con pies juntos con balanceo de brazos, el test de RM para sentadilla Libre con barra y el test de Burpee fueron tomados una semana antes y una semana después de estos 3 meses de entrenamiento tipo Crossfit y Aerobic Circuit Training realizados de forma continua.

5.6.1. Peso, Talla e IMC

Se tomó la talla de cada participante con un Tallímetro Mecánico Universal de pared con precisión de 1 milímetro estando cada participante sin calzado ni medias. Se dieron indicaciones claves para una buena toma de la talla, como evitar respirar de manera profunda y el no aguantar la respiración. La persona que realizaba cada medición a cada participante debió trazar una línea imaginaria que pasara por el borde inferior de la órbita ocular y el punto más alto del conducto auditivo externo (Tragion) de la persona a medir, procurando que esta línea imaginaria fuera paralela al suelo formando a su vez un ángulo recto (90°) con el eje longitudinal del cuerpo. Al mismo tiempo cada participante medido debió permanecer de pie con la espalda recta, tratando de que su cola y la parte superior de la espalda y la cabeza permanecieran “pegadas” al Tallímetro hasta finalizar la medición.

5.6.2. Composición Corporal

Para hallar el porcentaje de GC y la MM mediante impedancia Bioeléctrica se utilizó una Báscula Tanita de la marca Sport Fitness que requiere como datos básicos la edad y talla de la persona a ser medida. Cada persona tuvo que acatar las siguientes recomendaciones antes de la valoración en la Tanita, para así asegurar la exactitud de la predicción de los valores: no haber comido alimentos ni bebido líquidos en las 3 horas previas al test de Bioimpedancia, para lo cual se optó por realizar esta valoración en estado de ayuno; no haber realizado ejercicios de intensidad alta en las 12 horas antes del test; haber orinado alrededor de 30 minutos antes del test; no haber bebido alcohol 48 horas antes del test; no haber tomado diuréticos 7 horas antes del test; haber retirado todo elemento metálico del cuerpo (anillos, relojes, pendientes, piercings, etc.) antes del test.

Luego de haber acatado las recomendaciones anteriores, cada persona prosiguió a quedarse en ropa interior y colocarse en bipedestación sobre la Tanita, con las piernas separadas casi al ancho de los hombros y los brazos extendidos hacia adelante en ángulo recto respecto a la línea vertical imaginaria del cuerpo, sin doblar los codos, mientras sostenían los mangos de la Tanita.

5.6.3. Dinamometría Manual

El mismo día en horas de la tarde y por supuesto luego de haber ingerido alimentos, cada participante prosiguió a realizar el test de dinamometría con un dinamómetro electrónico GMB con precisión de 0,1 Kilogramos, para lo cual se debieron seguir las siguientes recomendaciones: estar totalmente de pie. El codo debió estar en toda su extensión y al mismo tiempo se evitó el contacto del dinamómetro con cualquier parte del cuerpo, salvo con la mano que se estuvo midiendo. El examinador mostró la forma correcta de ejecución antes de que el participante procediera a realizar el primer intento. Se ajustó la medida de agarre de acuerdo con el tamaño de la mano de cada participante. El test se realizó dos veces para cada mano y el mejor resultado fue el registrado para cada mano. El procedimiento fue el siguiente: El participante apretó el dinamómetro poco a poco y de forma continuada hasta la mayor fuerza posible generada, durante al menos 2 segundos, realizando el test en dos ocasiones (alternativamente con las dos manos) con el ajuste óptimo de agarre según el tamaño de la mano y permitiendo un breve descanso de no más de 1 minuto entre las medidas. Fue importante tener en cuenta los resultados de este test puesto a que la FM estaría inversamente asociada a los riesgos de enfermedades de tipo cardiovascular, siendo la fuerza uno de los componentes del fitness relacionados con el estado de salud.

5.6.4. Salto largo sin Impulso

El mismo día y luego de realizado el test anterior (dinamometría manual), y luego de haber ejecutado un breve calentamiento con movilidad articular y ejercicios de flexibilidad, cada participante prosiguió a realizar el Salto de Longitud a Pies Juntos con balanceo de brazos. Primero el examinador procedió a marcar un punto de referencia con una línea para cada participante ubicarse antes de realizar el salto, sobre una superficie dura no deslizante. Luego se delimitó un carril por donde cada participante debió realizar cada salto. Se debió seguir el siguiente procedimiento para realizar este test: cada participante se colocó de pie tras la línea de salto (rozando esta línea con la punta de los zapatos), y con una separación de pies igual a la anchura de sus hombros. Debió doblar las rodillas manteniendo los brazos delante del cuerpo y paralelos al suelo. Desde esa posición balanceó los brazos, empujó con fuerza y saltó lo más lejos posible. Luego se tomó contacto con el suelo con los dos pies simultáneamente y en posición vertical y debió quedarse totalmente quieto hasta que el examinador tomara la distancia del salto. Cada participante realizó el test dos veces con descanso de no más de tres minutos entre tomas, y se tomó en cuenta el mejor resultado. Es importante tener muy en cuenta los resultados de este test ya que la FM está inversamente asociada con factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, dolores de espalda y enfermedades relacionadas con el sistema óseo. También es importante destacar que las mejoras de la FM se asocian inversamente con los cambios en la adiposidad total.

5.6.5. Fuerza máxima (1RM)

Luego de unos minutos de haber ejecutado el test anterior y habiendo realizado un calentamiento previo adecuado, se procedió a realizar el Test de RM para sentadilla libre con barra el cual fue establecido por medio de una fórmula utilizando primero un peso moderado para la realización de cierto número de sentadillas, y luego tomando como resultado este peso más el máximo número de repeticiones realizadas con el mismo. Para el cálculo del 100% (1RM) se utilizó la siguiente fórmula puesto que el número de repeticiones realizadas con el peso moderado fue mayor a 10: $1RM = (PesoModerado \times 0,0333 \times Num\ reps\ hasta\ fallo) + Peso\ levantado$ (Whisenant MJ, 2003). Primero se utilizó el peso moderado para realizar el número máximo de repeticiones con éste. Luego se procedió a realizar el cálculo del 1RM por medio de la fórmula mencionada. Pasados al menos 3 minutos se procedió a que la persona realizara la sentadilla con el peso calculado por medio de la fórmula. Este procedimiento se realizó antes y después de los 3 meses que duró la intervención. Después de los tres meses de entrenamiento se utilizó el mismo peso Moderado para por medio de la fórmula mencionada calcular el nuevo valor del RM. Los valores arrojados por la fórmula fueron aproximados a un valor por defecto, es decir que si por ejemplo un resultado arrojado por la fórmula era de 126,6Kg, este valor era aproximado a 126 o a 125Kg dependiendo de disponibilidad de discos en el gimnasio.

5.6.6. Test de Burpees

En este mismo día y minutos después de haber realizado el test anterior se procedió a ejecutar el test de Burpee en cada participante. Luego de un calentamiento con movilidad articular se somete a cada participante, uno tras otro, a la ejecución del test de Burpee por un minuto. Primero se explican los pasos para ejecutar cada burpee de una forma adecuada y en su máximo rango de movimiento. Los pasos para ejecutar cada burpee son los siguientes: Primero se empieza en posición prono con las puntas de los pies, las manos, el pecho y cadera tocando el suelo, luego se coloca de pie y se procede a realizar un leve salto cuyo objetivo sea simplemente despegar totalmente los pies del suelo (o sea que no se deberá realizar un salto a máxima capacidad), al mismo tiempo las manos se deben llevar por encima de la cabeza, y luego se cae quedando en posición agachada o cuclilla, para seguidamente quedar de nuevo en posición prono con las manos, pies, pecho y cadera tocando el suelo (piernas totalmente extendidas) para empezar un nuevo burpee. Se tomó el número de Burpees que cada participante pudo realizar durante un minuto.

5.6.7. Programa de entrenamiento

Los ejercicios utilizados en el entrenamiento CF fueron la Sentadilla Libre con Barra, Envién, Peso Muerto (Deadlift), Zancadas (Lunges) con y sin desplazamientos con y sin cargas externas, Burpees, Dominadas, Flexiones de brazo con parada de manos (Hand Stand Push ups), Abdominales colgado en barra, Saltos sobre bancos de distintas alturas, Sentadillas con una sola

pierna (Pistols) y Arrancadas. Los ejercicios utilizados en los entrenamientos CF se aplicaron con cargas externas retadoras (cercanas al RM y No inferiores al 70% del RM) sobre todo en ejercicios como la sentadilla libre con barra, Peso muerto, Enviones y Arrancadas. En las rutinas de ACT se realizaron ejercicios como Flexiones de brazo en decúbito prono, Burpees, Cuclillas con y sin salto, zancadas con desplazamiento con y sin cargas externas, abdominales colgados en barra, skipping con y sin desplazamiento, ejercicios de desplazamiento en distintas direcciones con y sin cargas externas. En algunos ejercicios en las rutinas de ACT se utilizaron cargas externas muy livianas o moderadas (entre el 30% y el 50% del RM) ya que el punto principal era el poder realizar muchas repeticiones y poder completar cada circuito o ciclo de ejercicios para mejorar la resistencia a la fuerza, la resistencia anaeróbica y la potencia. En otros días de entrenamiento de ACT se realizaban rutinas con ejercicios sin cargas externas en absoluto pero entonces se agregaban más ejercicios de los ya mencionados y varios ciclos o circuitos de ejercicios combinados (Desplazamientos con saltos, Lunge con burpees, Abdominales colgado en barra con Flexiones de brazo, etc.).

5.7 Control de sesgos

Se procuró para la medida de cada una de las variables (CC y TF) el tener siempre a tres evaluadores para optimizar el tiempo de toma de datos y también para corroborar los resultados obtenidos. Para cada toma de cada variable antropométrica y de TF se explicó muy bien cómo se procedería a realizar cada test o cada medida y al mismo tiempo se revolvieron dudas que se pudieran presentar durante la ejecución de los TF y la toma de medidas de CC. Siempre había un

apoyo motivacional por parte del resto de sujetos como de los mismos evaluadores cuando cada participante se disponía a realizar algún test para que pudiera dar el máximo de sí. El horario para realizar las medidas de CC y los TF se procuró que fueran los mismos en cada uno de los días de la semana previa al inicio del estudio y al final del mismo. La información recolectada fue procesada por una persona diferente al equipo de evaluadores.

5.8 Análisis Estadístico

Luego de haber terminado el trabajo de campo, se procedió a realizar la tabulación y sistematización de los datos obtenidos en los tests en una hoja de cálculo. La información obtenida se procesó inicialmente con la prueba de Shapiro-Wilks con el fin de conocer la normalidad en la distribución de los datos. Se realizó estadística descriptiva presentando la información como media y desviación y estándar o mediana y rango intercuartílico según el caso. Aunque se encontró que la distribución fue normal en la mayoría de las variables, dado el número de casos a comparar en las evaluaciones pre y post (12 por grupo), se optó por procesar la información con pruebas no paramétricas. De este modo las comparaciones intragrupo fueron realizadas con la prueba no paramétrica de Wilcoxon y las comparaciones intergrupos de las ganancias porcentuales de cada una de las variables estudiadas se realizaron con la prueba no paramétrica para dos muestras independientes, U de Mann Whitney. Todas las comparaciones fueron hechas con un nivel de significancia $P < 0.05$. Se utilizó el programa Microsoft Excel para la conformación de la base de datos y las pruebas estadísticas se realizaron con el programa SPSS/PC versión 21 para Windows.

6. RESULTADOS

6.1 Análisis de la línea de base de las variables estudiadas

Un primer análisis de los resultados del estudio llevó a comparar las líneas de base de los dos grupos entrenados con el fin de constatar la similitud o diferencia que pudieran presentar esos grupos al inicio del estudio. En este sentido, la tabla 2 muestra las condiciones antropométricas de los sujetos antes de ser sometidos a las 12 semanas de entrenamiento.

Tabla 2
Descripción antropométrica inicial de los sujetos

	Edad (años)	Talla (m)	Peso (Kg)	IMC (Kg/m)	% de grasa	Masa Magra (Kg)
CF	22,6 (1,1)	1,76 (0,08)	74,7 (8,7)	23,9 (1,1)	16,1 (1,5)	39,6 (1,0)
ACT	22,6 (1,4)	1,74 (0,08)	72 (9,2)	23,5 (1,0)	17,7 (4,4)	38,8 (2,0)

Datos presentados como media (desviación estándar); CF: Crossfit; ACT: Aerobic Circuit Training

Según lo observado en la Tabla 2 y de acuerdo con el análisis por medio de la prueba U-Mann-Whitney, no hubo diferencias significativas entre los grupos en ninguna de las variables antropométricas comparadas, lo cual determina que ambos comenzaron el programa de entrenamiento en las mismas condiciones. La tabla 3 muestra los valores iniciales de los test de fuerza tomados en los sujetos antes de ser sometidos a las 12 semanas de entrenamiento.

Tabla 3
Resultados iniciales de tests de fuerza (TF) CF y ACT

	Burpees (# reps)	FPM (Kg)	Salto Largo (cm)	RM Sentadilla (Kg)
CF	39,5 (2,0)	40,9 (2,2)	185,5 (9,3)	90,0 (10,0)
ACT	36,5 (9,0)	41,1 (9,8)	187,5 (21,0)	85,0 (20,0)

Datos presentados como mediana (rango intercuartílico); CF: Crossfit; ACT: Aerobic Circuit Training; FPM: fuerza de prensión manual

Según lo observado en la tabla 3 y similar al caso de las variables antropométricas, tampoco se observaron diferencias significativas entre uno y otro grupo de entrenamiento en las comparaciones de los tests de fuerza aplicados antes de la intervención, con lo cual se estipula dos grupos normales o con igual condición física en cuanto a fuerza en principio a pesar que al ejercicio de Burpee se lo relacione principalmente con la resistencia anaeróbica de cada individuo. En la RM para sentadilla libre con barra se observa un valor muy cercano entre uno y otro grupo lo cual es de esperarse puesto que los individuos de cada uno de los grupos solían realizar entrenamientos “tradicionales” con pesas antes de someterse a uno u otro tipo de entrenamiento (CF o ACT), entre los cuales incluían el ejercicio mencionado (Sentadilla libre con barra). En el SL a simple vista se observa una mayor cobertura de salto en el grupo ACT, aunque dada su alta DE se estipula que el grupo estuvo algo disperso de la media de este resultado por lo cual no se puede determinar a simple vista que todos sus integrantes lograron buenos resultados.

6.2 Efectos de los entrenamientos CF y ACT sobre la composición corporal

La comparación de los efectos de los entrenamientos implementados se resume en la tabla 4 donde se muestran por grupo los cambios en la composición corporal antes (PRE) y después (POST) de las 12 semanas.

Tabla 4
Comparación PRE - POST de CC por grupo

	Peso (PRE)	Peso (POST)	IMC (PRE)	IMC (POST)	% grasa (PRE)	% grasa (POST)	Masa magra (PRE)	Masa magra (POST)
CF	74,7 (8,7)	77,0 (8,2)***	23,9 (1,1)	24,7 (1,2)***	16,1 (1,5)	15,4 (1,2)**	39,6 (1,0)	42,5 (1,4)***
ACT	72,0 (9,2)	72,1 (9,7)	23,5 (1,0)	23,5 (1,2)	17,7 (4,4)	17,0 (4,3)***	38,8 (2,0)	39,8 (2,0)***

Datos presentados como media (desviación estándar). CF: Crossfit. ACT: Aerobic Circuit Training.

* Diferencias significativas $p < 0,1$ ** Diferencias significativas $p < 0,05$ *** Diferencias significativas $p < 0,01$

Según lo observado en la Tabla 4, en relación con el Peso el grupo CF presentó al final de las 12 semanas de entrenamiento un valor significativamente mayor ($p = 0,002$) en comparación al grupo ACT en el cual no obtuvo diferencias significativas. Este aumento en el peso del grupo CF se reflejó en un cambio igualmente significativo del IMC ($p = 0,002$) que también fue mayor al final del programa. Cabe anotar que en el mismo sentido, se puede observar que en la MM

también se observó un aumento significativo en los dos grupos de entrenamiento ($p = 0,002$), cambio que pudo reflejarse en el aumento en peso inicialmente descrito para el grupo CF. Por otra parte, debe observarse que al mismo tiempo hubo una reducción en cuanto al porcentaje de grasa en su valor POST, una reducción también significativa ($p = 0,018$) en los dos grupos de entrenamiento.

6.3 Efectos de los entrenamientos CF y ACT sobre los test de fuerza

La comparación de los efectos de los entrenamientos implementados se presenta en la tabla 5 donde se muestran los cambios en los resultados de los test de fuerza antes (PRE) y después de las 12 semanas (POST) de cada uno de los entrenamientos por grupo.

Tabla 5
Comparación PRE - POST de los resultados de los Tests de Fuerza

	Burpees (PRE)	Burpees (POST)	FPM (PRE)	FPM (POST)	Salto largo (PRE)	Salto largo (POST)	RM Sentadilla (PRE)	RM Sentadilla (POST)
CF	38,5 (5,3)	39,3 (5,1)*	40,0 (2,9)	41,2 (3,0)***	184,9 (5,7)	188,5 (5,7)***	90,0 (7,0)	100,0 (8,4)***
ACT	35,6 (4,9)	39,6 (5,5)***	38,4 (5,6)	39,9 (5,4)***	183,9 (10,9)	187,6 (10,4)***	84,1 (10,4)	86,6 (10,5)*

Datos presentados como media (desviación estándar). CF: Crossfit. ACT: Aerobic Circuit Training.

* Diferencias significativas $p < 0,1$ ** Diferencias significativas $p < 0,05$ *** Diferencias significativas $p < 0,01$

De acuerdo a lo presentado en la Tabla 5, se puede observar que todas las variables de fuerza cambiaron en el post entrenamiento para ambos grupos, obteniéndose diferencias significativas en todos los casos. Se puede resaltar, eso sí, que la magnitud de las diferencias es distinta en función del grupo de entrenamiento como se verá en el análisis posterior. De este modo, el aumento en el número de Burpees fue mayor en el grupo ACT que en el CF; pero los cambios en FPM y SL fueron muy similares entre los grupos. En el caso de la RM en sentadilla el grupo ACT tuvo el menor aumento en comparación al grupo CF.

6.4 Comparación de los porcentajes de cambio en la composición corporal y los test de fuerza

Se realizó una comparación entre los porcentajes de cambio que se presentaron tanto en las variables de composición corporal como en los resultados de los tests de fuerza aplicados. En la tabla 6 se muestra los valores de la mediana y el rango intercuartílico de esos porcentajes de cambio por cada una de las variables estudiadas

Tabla 6
Porcentajes de cambio en CC y TF

	Peso (%)	IMC (%)	Grasa (%)	Masa magra (%)	Burpees (%)	FPM (%)	Salto largo (%)	RM Sentadilla (%)
CF	3,1 (1,9)*	3,1 (1,9)*	4,4 (2,8)**	7,6 (3,8)*	2,5 (5,1)	4,3 (4,9)*	1,8 (1,6)	11,1 (4,7)***
ACT	1,1 (2,7)	1,1 (2,7)	3,3 (2,7)**	2,2 (2,4)	12,1 (8,2)	2,1 (4,5)	2,0 (1,4)	2,7 (5,9)

Datos presentados porcentaje de cambio (rango intercuartílico). CF: Crossfit. ACT: Aerobic Circuit Training.

* Diferencias significativas $p < 0,1$ ** Diferencias significativas $p < 0,05$ *** Diferencias significativas $p < 0,01$

De acuerdo a como se ilustra en la Tabla 6 se puede observar que los cambios en composición corporal (Peso, IMC, MM y porcentaje de grasa) que se presentaron como producto de ambos entrenamientos, fueron significativamente mayores para el grupo CF en comparación con el ACT. Por otra parte no hubo diferencias significativas en los porcentajes de cambio de los test de Burpee y SL lo cual significa que los efectos de los dos entrenamientos fueron similares en estas

dos variables. En la FPM y la RM en sentadilla los porcentajes de cambio fueron mayores para el grupo CF en comparación con el ACT.

7. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar y analizar la influencia de 12 semanas entrenamientos de CF y ACT sobre la CC y TF en adultos jóvenes. Primero, cabe destacar que en el análisis de la línea de base se encontró similitud en todas las variables para los dos grupos intervenidos. En el caso del IMC los sujetos estaban dentro de un rango normal tomando como referencia las tablas de la OMS, lo que indica un buen estado inicial de salud y características de vitalidad, buen nivel de energía y de condición física (Dom, 2012), que se corroboró con los tests aplicados antes y después de las 12 semanas de entrenamiento. En el caso del porcentaje de GC según la edad de los evaluados y teniendo en cuenta que el rango normal de % de GC en mujeres de 10 a 30 años de edad debe ubicarse entre el 20% y 26%, y en hombres del mismo rango de edad entre el 12% y 18%, los casos de nuestro estudio también se encontraban en rangos normales lo cual los alejaba de ser catalogados con obesidad o sobrepeso.

Acerca del efecto de los entrenamientos sobre las variables antropométricas y la CC, se encontró que en el grupo CF el Peso y el IMC (24,7 Kg/m²) fueron mayores y tuvieron cambios significativos luego de las 12 semanas de entrenamiento. Sin embargo, los valores del IMC no se encontraron dentro del rango de sobrepeso para la edad promedio de los participantes, según la tabla de la OMS. Un efecto positivo a resaltar es el aumento significativo en la MM y la reducción igualmente significativa en el porcentaje de GC luego de las 12 semanas de entrenamiento CF y ACT, lo cual aumentó esa condición de valores saludables de CC en los sujetos estudiados según las tablas de la OMS (Ginebra, S, 2005).

En cuanto al IMC que relaciona la talla con el peso corporal total (que involucra tanto MM, GC, densidad ósea, tejido residual y fluidos corporales), podemos resaltar que su aumento no afectó la ejecución de los tests de fuerza aplicados, más concretamente con los resultados del test de Burpee. Un efecto contrario se halló en el estudio de Podstawski, Kasietczuk, Boraczyński, Boraczyński, & Choszcz, (2012) donde se observó que en mujeres entre los 19 y 23 años de edad, cuando su IMC aumentaba en un 1%, el número de Burpees ejecutados en 3 minutos decrecía en un 0,93%.

En nuestro estudio el grupo CF incrementó su IMC del 3,1% y el grupo ACT en 1,1% y se observó que se pudo realizar un mayor número de Burpees en 1 minuto, un aumento del 2,5% para el grupo CF y del 12,1% para el grupo ACT. No obstante, estos porcentajes de cambio estarían relacionados, posiblemente, al hecho de que se trata de grupos con predominancia masculina si tenemos en cuenta todas las diferencias antropométricas que existen entre ambos sexos donde se estipula que en mujeres sanas no deportistas, el porcentaje de MM suele estar entre el 30% y 35% mientras que en los hombres este porcentaje se ubica en el rango de 40% - 45%, con lo cual uno podría estipular que a mayor MM mayor FM, mayor resistencia muscular y por ende una mayor obtención de resultados en tests de fuerza aplicados (Cruz, J, 2008); más concretamente en este caso hablando del test de Burpee, si comparamos los resultados con el estudio mencionado donde solamente fueron evaluadas en este test, mujeres. Por su puesto también se debe tener en cuenta los factores de talla y la densidad ósea que siempre suelen ser mayores en los hombres.

Por otra parte, debe considerarse que cada uno de los sujetos evaluados tuvo un reto personal no solamente en cuanto a lo que se relaciona con el entrenamiento, sino también con otros hábitos de vida que les permitan potenciar las demandas energéticas y por ende las exigencias de cada sesión de entrenamiento para lograr buenos resultados a nivel de rendimiento y a nivel estético, si tenemos en cuenta que por ejemplo para lograr una fase de supercompensación y así poder evitar lo que coloquialmente se conoce como “estancamiento” o “sobreentrenamiento”, y al mismo tiempo promover adaptaciones fisiológicas positivas. Para esto, uno de los importantes factores a tener en cuenta es permitir la recuperación óptima de los almacenes de glucógeno, algo que se recupera en un tiempo de al menos 24 horas (William D. McArdle, 2008). De aquí entonces que la parte nutricional juega un papel muy importante para lograr este aspecto y por supuesto esto se refleja en los buenos resultados a nivel de composición corporal y de los tests de fuerza aplicados.

En cuanto al ejercicio de Burpees, a pesar que en la tabla 4 se puede observar que hubo una diferencia significativa entre el valor PRE y POST de cada grupo por separado, según el análisis porcentual de la tabla 5 donde se determina el cambio global comparando ambos grupos, no hubo diferencias significativas en el número de Burpees realizados. Sin embargo, es de resaltar que la mayor variación se presentó en el grupo ACT. En este estudio se asumió esta prueba como un test de resistencia de la fuerza y en la medida que esta variable se relaciona más con el componente aeróbico, era previsible que el grupo que se entrenó más en este tipo de régimen de

trabajo muscular tuviera una tendencia a mejorar más en esa prueba específica, como se observó en nuestros resultados.

En el test de RMS se demostró que quienes trabajaron durante sus sesiones de entrenamiento con cargas más cercanas a 1RM, aun ejecutando menos repeticiones (grupo CF), mejoraron este resultado de manera significativa en comparación a quienes ejecutaron este mismo ejercicio con porcentajes menores más alejados del 100% de 1RM (grupo ACT). No obstante, este estudio no pretende dar una aclaración certera de cómo se debe entrenar para mejorar el valor de la RM en cualquier tipo de ejercicio, puesto que esta variable sería trabajada con postulaciones específicas de acuerdo a cada individuo y la modalidad deportiva que practique (Seymour et al., 2002).

Además, en un estudio realizado en hombres de entre 20 y 23 años de edad, se demostró que en 10 semanas de entrenamiento tipo Crossfit hubo una reducción significativa en la GC, aumento en el valor del RM para sentadilla, también hubo un aumento en la MM y se encontró una correlación directa entre el aumento de MM y el aumento de consumo de oxígeno, algo que en sí estaría arraigado a la merma de GC puesto que la oxidación de las grasas está estrechamente relacionada con la capacidad de un organismo para consumir y utilizar oxígeno en reacciones energéticas (Smith et al., 2013).

En cuanto a los resultados obtenidos en el test de SL sin impulso, se puede observar claramente que los entrenamientos con cargas externas podrían no influir de forma significativa para mejorar la distancia de salto y por ende la potencia en las piernas. Con lo anterior se podría estipular que si se quiere mejorar una marca sobre algún test o ejercicio en concreto, se debería

entrenar para este fin, o sea que si se quiere mejorar una marca en el SL a dos pies sin impulso, simplemente se deben seguir realizando saltos de forma constante hasta ir logrando mejores marcas por medio de la mejora de la técnica (Seyfarth, Friedrichs, Wank, & Blickhan, 1999), algo que es fundamental, y entonces los otros ejercicios que se puedan aplicar como por ejemplo la sentadilla libre con barra, las cuclillas con saltos, las pistols (sentadillas a una piernas), entre otros, se tornarían ejercicios complementarios que se encargarían de mejorar la tonicidad muscular y la hipertrofia del tejido muscular esquelético (Swinton, Lloyd, Keogh, Agouris, & Stewart, 2012), pero que en sí no influyen sobre la técnica del ejercicio (SL) ni para mal ni para bien.

Un aspecto a comentar es el hecho que la RMS y el SL mejoraron en ambos grupos, pero al comparar estas mejoras entre los grupos, el porcentaje de ganancia sólo fue significativamente mayor en el grupo CF para la RM. No es claro porque si este grupo tuvo una ganancia superior a las del grupo ACT en fuerza máxima, la misma no se viera reflejada en la potencia, donde la mejora de ambos grupos fue similar, aún cuando en los dos ejercicios se involucran los mismos grupos musculares. Podría decirse que en el caso de lo realizado como entrenamiento de este estudio, los ejercicios con cargas externas cercanas al RM para el trabajo de los miembros inferiores no afectaron los resultados en un test que claramente involucra solo la autocarga (saltar la mayor distancia posible), por lo cual también se podría estipular que en la comparación de los efectos de los entrenamientos CF y ACT, no se pudo establecer una relación directa entre fuerza absoluta y potencia, al menos no para el caso de los músculos de la parte inferior del cuerpo.

Con relación a la fuerza de prensión manual (FPM) los resultados de este estudio arrojan que ambos tipos de entrenamiento (CF y ACT) lograron una mejora significativa en esta variable. Pero por esta misma razón es pertinente indicar que probablemente un trabajo directo sobre esta variable con ejercicios que involucren la prensión manual directa (apretar y soltar anillas, resortes, pelotas de goma, etc.) podría lograr una mejoría mayor en los resultados, o sea que tal vez los sujetos podrían lograr tener una fuerza de agarre más sólida (Pérez, Bernier, Lagos, & Didier, 2008), por así decirlo. No obstante, cabe aclarar que ésta es solo una especulación y que requiere de un mayor análisis y por ende de un estudio de mayor tiempo y que involucre más ejercicios. Aun así, puesto que la fuerza de prensión manual estaría relacionada con la salud del miocardio, y que en sí los ejercicios de fuerza y resistencia muscular también lo están, era de esperar una correlación directa entre los ejercicios aplicados en los entrenamientos CF y ACT y la mejora en los resultados del test de FPM (Escalona D'A., Naranjo O., Lagos S., & Solís F., 2009).

En la Fuerza de Prensión Manual (FPM) se observaron cambios significativos en ambos grupos con un porcentaje de cambio mayor para el grupo CF (4,3%) con lo cual podría estipularse que los ejercicios con cargas externas altas cercanas al RM (entre el 70% y el 100% del RM, el cual aplicó el grupo CF) mejoraron de forma significativa la FPM si lo comparamos con el grupo ACT el cual trabajó con ejercicios con y sin pesas, aplicando cargas entre el 30% y 50% del RM en algunos ejercicios variados. Sin embargo es preciso aclarar que la mejora en la FPM puede interpretarse más como un reflejo de las mejoras obtenidas en las demás manifestaciones de la fuerza, que por un efecto de ejercicios específicos localizados que

constituyeran el programa, esto, en tanto la fuerza es una capacidad que también está determinada por un componente neural que podría verse favorecido en esa medición específica.

Con base al RM en sentadilla libre con barra se observó un aumento significativo en el grupo CF según el porcentaje de cambio del 11,1% que equivale a 10,0 Kg en comparación a los 2,5 Kg equivalentes al 2,7% en el grupo ACT. Esto era de esperarse puesto que en las sesiones de entrenamiento de ACT no se realizaban repeticiones de este ejercicio con cargas muy cercanas al RM. Ahora, como era de esperarse, en el grupo CF hubo un aumento significativo en la MM equivalente a 3,0 Kg (7,6%) en comparación a los 0,8 Kg (2,2 %) de MM que experimentó el grupo ACT. Pero aun así en ambos grupos hubo una reducción significativa en el porcentaje de grasa, siendo del 4,4% para el grupo CF y del 3,3% en el grupo ACT. Todo lo anterior explica el aumento de 0,79 Kg/m² en el IMC (equivalente al 3,1%) por parte del grupo CF, que no entró en el rango que lo califica como sobrepeso o sea como riesgoso para la salud.

Con todo lo anterior, puede decirse que los resultados de este estudio confirman la hipótesis alterna, de modo que los entrenamientos CF y el ACT permitieron un aumento considerable en la FM, y también mejoras en la CC de personas de adultos jóvenes entre los 20 y 25 años de edad. También se confirmó el hecho que hubo una mejoría significativa a favor del CF en todos los resultados de CC y TF aplicados.

8. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten establecer las siguientes conclusiones:

- Ambos tipos de entrenamiento (CF y ACT) son aptos para mejorar aspectos de la CC, más concretamente en relación con el aumento de MM y reducción de la GC, los cuales podrían tener un efecto favorable sobre el estado de salud de una persona. No obstante, parece conseguirse un mayor efecto sobre estas variables con el entrenamiento CF.

- Ambos tipos de entrenamiento (CF y ACT) logran mejoras leves y/o significativas en los resultados de las manifestaciones de la fuerza estudiadas. Estas mejoras también resultan ser mayores en el caso del entrenamiento CF, lo que puede ser importante frente a los objetivos que un practicante se plantee al momento de elegir un determinado tipo de entrenamiento a realizar o en la decisión de un entrenador sobre cuál método utilizar en función de la capacidad de su entrenado.

- Las mejoras encontradas en cada uno de los métodos de entrenamiento estudiados parecen ser específicas a sus características de cada uno, de modo que en CF se ganó más en cambios de composición corporal por aumento de masa magra y en el ACT en resistencia de la fuerza, disminución de tejido graso y estabilidad en el peso. Este estudio confirma lo que se ha documentado sobre el alcance de esos métodos de entrenamiento.

9. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Para interpretar los resultados de este estudio deben tenerse en cuenta las siguientes limitaciones:

- Se trata de un estudio cuasi-experimental por la no aleatoriedad de los grupos escogidos para realizar la intervención, la falta de cegamiento en varios de los procesos y el con número reducido de sujetos, aunque los grupos fueron similares en la línea de base de todas las variables.

- Los métodos de evaluación empleados fueron pruebas indirectas que como tales tienen una sensibilidad limitada para determinar estados de cambio en muchas de las variables estudiadas. No obstante es preciso aclarar que el diseño y los métodos empleados en este estudio fueron escogidos por limitaciones de tipo presupuestal.

- En general debe considerarse que este estudio es una aproximación a los cambios que se pueden obtener con los entrenamientos de CF y ACT en las variables de CC y TF aplicados en hombres y mujeres de un rango de edad específico (20 a 25 años). Es pertinente sugerir un estudio experimental que verifique diferentes tiempos de duración de los programas de entrenamiento, con otros grupos etarios. Se puede indagar por efectos en otros indicadores antropométricos y quizá también en otros TF, lo que permitirá brindar mayor información a nivel a los distintos tipos de personas que busquen empezar a entrenar y que quieran escoger uno u otro tipo de entrenamiento para los objetivos que deseen lograr

REFERENCIAS

- Allen, E. (2005). Killer workouts. *CrossFit J.* Retrieved from https://scholar.google.es/scholar?start=10&q=crossfit+hard&hl=es&as_sdt=0,5#0
- Aso-, D. D. H. De. (2002). Apéndice F Declaración de Helsinki, 203–206.
- Babiash, P. (2013). Determining the energy expenditure and relative intensity of two crossfit workouts. *Vasa*, 1–42. Retrieved from <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Bellovary, B. (2014). The perceived demands of CrossFit. Retrieved from <http://commons.nmu.edu/theses/3/>
- Blair, S. N., Kohl, H. W., Gordon, N. F., & Paffenbarger, R. S. (1992). How Much Physical Activity is Good for Health? *Annual Review of Public Health*, 13(1), 99–126. <http://doi.org/10.1146/annurev.pu.13.050192.000531>
- Bouchard, C. S. R. J., & Stephens, T. (1994). Physical activity, fitness and health: the model and key concepts. *Physical Activity, Fitness, and Health: International Proceedings and Consensus Statement*, 77–88. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=EX9xQgAACAAJ>
- Braun, H., Koehler, K., Geyer, H., Kleinert, J., Mester, J., & Schänzer, W. (2009). Dietary Supplement Use Among Elite Young German Athletes, 97–109.
- Brentano, M. A., Cadore, E. L., Da Silva, E. M., Ambrosini, A. B., Coertjens, M., Petkowicz, R., ... Kruel, L. F. M. (2008). Physiological Adaptations to Strength and Circuit Training in

Postmenopausal Women With Bone Loss. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6). Retrieved from http://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2008/11000/Physiological_Adaptations_to_Strength_and_Circuit.14.aspx

Budgett, R. (1998). Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, 32(2), 107–110. <http://doi.org/10.1136/bjsm.32.2.107>

Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126–131. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1424733/>

Chin A Paw, M. J. M., van Poppel, M. N. M., Twisk, J. W. R., & van Mechelen, W. (2004). Effects of resistance and all-round, functional training on quality of life, vitality and depression of older adults living in long-term care facilities: a “randomized” controlled trial [ISRCTN87177281]. *BMC Geriatrics*, 4(1), 5. <http://doi.org/10.1186/1471-2318-4-5>

Comite Nacional de Medicina del Deporte Infanto-Juvenil, S. de E. (2005). Consenso sobre factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en pediatría ., 103(5), 450–463.

Cooperman, S. (2005). Getting fit, even if it kills you. *New York Times*. Retrieved from http://crossfittoppsfield.typepad.com/my_weblog/files/NYTArticle.pdf

Dom, M. (2012). Año 2012.

FOSTER, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(7), 1164–1168. <http://doi.org/10.1097/00005768-199807000-00023>

Freire, W. B. (1998). La anemia por deficiencia de hierro: Estrategias de la OPS/OMS para combatirla. *Salud Publica de Mexico*, 40(2), 199–205. <http://doi.org/10.1590/S0036-36341998000200012>

Garcia de Vinuesa, S., & Ahijado, F. J. (1992). Rabdomiolisis Y Fracaso Renal Agudo. *Nefrologia*, 12(SUPPL. 4), 165–171.

Gil, Á. (2002). Obesidad y genes. *Vox Paediatrica*, 2(10), 40–45.

Glassman, G. (2005). CrossFit induced rhabdo. *CrossFit J*. Retrieved from https://scholar.google.es/scholar?q=crossfit+hard&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5#0

Glassman, G. (2013). A Theoretical Template for CrossFit's Programming. *The Crossfit Jornal*, (6), 1–5. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:A+Theoretical+Template+for+CrossFit+?+s+Programming#0>

Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *Journal of Applied Physiology*, 103(2), 693–9. <http://doi.org/10.1152/jappphysiol.00008.2007>.

Hargreaves, M., McKenna, M. J., Jenkins, D. G., Warmington, S. a, Li, J. L., Snow, R. J., & Febbraio, M. a. (1998). Muscle metabolites and performance during high-intensity, intermittent exercise. *Journal of Applied Physiology*, 84(5), 1687–1691. <http://doi.org/10.1111/cei.12293>

Hsu, M. C., Chien, K. Y., Hsu, C. C., Chung, C. J., Chan, K. H., & Su, B. (2011). Effects of BCAA, arginine and carbohydrate combined drink on post-exercise biochemical response and psychological condition. *Chinese Journal of Physiology*, 54(2), 71–78. <http://doi.org/10.4077/CJP.2011.AMK075>

Kula, K. J. (2012). Athletes Competing in the “ Sport of Fitness .” *Yearbook of Structural Integration*, 1(1), 131–138.

Lombardi, G. (1997). Peripheral Heart Action Training. *Strength & Conditioning Journal*, 19(3). Retrieved from http://journals.lww.com/nsca-scj/Fulltext/1997/06000/Peripheral_Heart_Action_Training_.4.aspx

Long, Z., Iskat, J., & Tran, H. (2015). Analyzing the Handstand Position Identifying and correcting range-of-motion, stability and technique issues will pay dividends when athletes are upside down, 1–8.

Martínez, L. (2010). La capacidad aerobica. *Educación Física Y Deporte*, 7(1, 2), 71–77.

Mcnamara, R. (2012). High Intensity Interval Training and the WPI Community.

Meeusen, R., Watson, P., Hasegawa, H., Roelands, B., & Piacentini, M. F. (2006). Central Fatigue. *Sports Medicine*, 36(10), 881–909. <http://doi.org/10.2165/00007256-200636100-00006>

Melorse, J., Perroy, R., & Careas, S. (2015). No Title No Title. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*, 1. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Mozaffarian, D., Katan, M. B., Ascherio, A., Stampfer, M. J., & Willett, W. C. (2006). Trans Fatty Acids and Cardiovascular Disease. *New England Journal of Medicine*, 354(15), 1601–1613. <http://doi.org/10.1056/NEJMr054035>

Mujalli, M. F., Zakarneh, M. Z., & Aloyoun, A. K. A. (2016). Common Sports Injuries among Physical Activities Practitioners at the Physical Fitness Centers in Jordan (Comparative Study). *Asian Social Science*, 12(5), 24. <http://doi.org/10.5539/ass.v12n5p24>

Muñiz A, Puig A, Cabrera M, Fernández J, M. G. (2000). Marcadores Genéticos En Pacientes Con Anemia Drepanocítica De La Provincia De Cienfuegos : Haplotipos Del Bloque Beta Y Alfa Talasemia. *Rev Cubana Hematol Ogía, Inmunol Ogía Y Hemoterapia*, 16(2), 142–144.

Nash, D. T. (2002). and Cardiovascular Disease, 287(11), 20–21.

Nybo, L., Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Mohr, M., Hornstrup, T., Simonsen, L., ... Krstrup, P. (2010). High-intensity training versus traditional exercise interventions for promoting health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(10), 1951–1958.
<http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d99203>

Pallarés, J.G.; Morán-Navarro, R. (2012). Propuesta metodológica para el entrenamiento de la resistencia cardiorespiratoria. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2), 113–128.

Pérez, C. B., Bernier, J. H., Lagos, O., & Didier, P. (2008). Fuerza prensil y desarrollo puberal, 19–28.

Pratik, P. (2012). the Influence of a Crossfit Exercise Intervention on Glucose Control in Overweight and Obese Adults, 1–46.

Puhl, R., & Heuer, C. (2009). The stigma of obesity: a review and update. *Obesity*, 17(5), 941–964. <http://doi.org/10.1038/oby.2008.636>

Rankinen, T., Zuberi, A., Chagnon, Y. C., Weisnagel, S. J., Argyropoulos, G., Walts, B., ... Bouchard, C. (2006). The human obesity gene map: the 2005 update. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 14(4), 529–644. <http://doi.org/10.1038/oby.2006.71>

Rantanen, T., Era, P., Kauppinen, M., & Heikkinen, E. (1994). Maximal Isometric Muscle Strength and Socioeconomic Status, Health, and Physical Activity in 75-Year-Old Persons. *Japa*, 2(3), 206–220.

Ritland, R., & Rodriguez, L. (2014). The influence of antiobesity media content on intention to eat healthily and exercise: A test of the ordered protection motivation theory. *Journal of Obesity*, 2014. <http://doi.org/10.1155/2014/954784>

Seyfarth, A., Friedrichs, A., Wank, V., & Blickhan, R. (1999). Dynamics of the long jump. *Journal of Biomechanics*, 32(12), 1259–1267. [http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(99\)00137-2](http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0021-9290(99)00137-2)

Shephard, R. J. (1988). PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and Exercise Screening Alternatives. *Sports Medicine*, 5(3), 185–195. <http://doi.org/10.2165/00007256-198805030-00005>

Sibley, B. A. (2012). Using Sport Education to Implement a CrossFit Unit. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 83(8), 42–48. <http://doi.org/10.1080/07303084.2012.10598829>

Silva, C. (2013). A Profile of Injuries Among Participants at the 2013 CrossFit Games in Durban By Master ' s Degree in Technology : Chiropractic Durban University of Technology.

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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11). Retrieved from

<http://journals.lww.com/nsca->

[jscr/Fulltext/2013/11000/Crossfit_Based_High_Intensity_Power_Training.30.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2013/11000/Crossfit_Based_High_Intensity_Power_Training.30.aspx)

SN, B., HW, K., III, CE, B., RS, P., Jr, ... CA, M. (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*, 273(14), 1093–1098.

<http://doi.org/10.1001/jama.1995.03520380029031>

Swinton, P. A., Lloyd, R., Keogh, J. W. L., Agouris, I., & Stewart, A. D. (2012). A Biomechanical Comparison of the Traditional Squat, Powerlifting Squat, and Box Squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7). Retrieved from

<http://journals.lww.com/nsca->

[jscr/Fulltext/2012/07000/A_Biomechanical_Comparison_of_the_Traditional.10.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2012/07000/A_Biomechanical_Comparison_of_the_Traditional.10.aspx)

Tang, Y.-D., & Katz, S. D. (2008). The prevalence of anemia in chronic heart failure and its impact on the clinical outcomes. *Heart Failure Reviews*, 13(4), 387–392.

<http://doi.org/10.1007/s10741-008-9089-7>

Toledo, R., López, V., Martín, G., Torres, A., & Frutos, M. A. (2009). Rabdomiólisis por déficits enzimáticos musculares.

Tony, M. (n.d.). MULTIPLE SCLEROSIS AND CROSSFIT—ONE MAN'S JOURNEY. *Crossfitkop.com*. Retrieved from <http://www.crossfitkop.com/downloads/multiple.pdf>

van Hall, G., Raaymakers, J. S., Saris, W. H., & Wagenmakers, A. J. (1995). Ingestion of branched-chain amino acids and tryptophan during sustained exercise in man: failure to affect performance. *The Journal of Physiology*, 486 (Pt 3, 789–94. Retrieved from

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1156566&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

Whisenant MJ, Panton LB, East WB, and Broeder CE (2003). Validation of submaximal prediction

equations for the 1 repetition maximum bench press test on a group of collegiate football

players. *J Strength Cond Res* 2003; 17: 221-227

Wilson, D. M. C., Nielsen, E., & Ciliska, D. (1984). Lifestyle Assessment: Testing the FANTASTIC Instrument. *Canadian Family Physician*, 30, 1863–1866. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2154238/>

Ziemann, E., Grzywacz, T., Luszczuk, M., Laskowski, R., Olek, R. A., & Gibson, A. L. (2011). Aerobic and Anaerobic Changes with High-Intensity Interval Training in Active College-Aged Men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4). Retrieved from http://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2011/04000/Aerobic_and_Anaerobic_Changes_with_High_Intensity.31.aspx