

Efectos en la composición corporal, frecuencia cardiaca de reposo y consumo máximo de oxígeno cuando se aplica un método de entrenamiento físico HIIT en jóvenes universitarios entre 19 y 34 años aparentemente sanos

Darwin Humberto Rodríguez Mosquera, ✉ darwinbrando17@gmail.com

Eddie Rafael Rivadeneira Toro, ✉ riva1089@hotmail.com

Juan Esteban Martínez Arboleda, ✉ juanes3410@hotmail.com

Trabajo de Grado presentado para optar al título de Tecnólogo en Entrenamiento Deportivo

Asesor: Marvyn Giovanni Moya Ortega, Magíster (MSc) en Fisiología del ejercicio



Universidad de San Buenaventura Colombia

Facultad de Educación

Tecnología en Entrenamiento Deportivo

Bello, Colombia

2018

Citar/How to cite	(Rodríguez, Rivadeneira, & Martínez, 2018) ... (Rodríguez et al., 2018)
Referencia/Reference	Rodríguez, D., Rivadeneira, E., & Martínez, J. (2018). <i>Efectos en la composición corporal, frecuencia cardiaca de reposo y consumo máximo de oxígeno cuando se aplica un método de entrenamiento físico HIIT en jóvenes universitarios entre 19 y 34 años aparentemente sanos.</i> (Trabajo de grado Tecnología en Entrenamiento Deportivo). Universidad de San Buenaventura Colombia, Facultad de Educación, Medellín.
Estilo/Style: APA 6th ed. (2010)	



Bibliotecas Universidad de San Buenaventura



Biblioteca Digital (Repositorio)
<http://bibliotecadigital.usb.edu.co>

- Biblioteca Fray Alberto Montealegre OFM - Bogotá.
- Biblioteca Fray Arturo Calle Restrepo OFM - Medellín, Bello, Armenia, Ibagué.
- Departamento de Biblioteca - Cali.
- Biblioteca Central Fray Antonio de Marchena – Cartagena.

Universidad de San Buenaventura Colombia

Universidad de San Buenaventura Colombia - <http://www.usb.edu.co/>

Bogotá - <http://www.usbbog.edu.co>

Medellín - <http://www.usbmed.edu.co>

Cali - <http://www.usbcali.edu.co>

Cartagena - <http://www.usbctg.edu.co>

Editorial Bonaventuriana - <http://www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co/>

Revistas - <http://revistas.usb.edu.co/>

Tabla de Contenido

1	Formulación de problema.....	9
1.1	Pregunta.....	9
2	Justificación.....	10
3	Objetivos	11
3.1	Objetivo general	11
3.2	Objetivos específicos.....	11
4	Marco teórico	12
4.1	Entrenamiento Interválico de alta intensidad HIIT	12
4.2	Fc en reposo	14
4.3	Composición Corporal	16
5	Marco referencial	19
6	Hipótesis.....	24
6.1	Hipótesis Nula.....	24
6.2	Hipótesis Alterna.....	24
7	Diseño metodológico.....	25
7.1	Tipo de investigación	25
7.2	Diseño de investigación	25
7.3	Población.....	25
7.4	Entrenamiento interválico de alta intensidad	25
7.5	Entrenamiento normal	25
8	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos	26
8.1	Análisis de los datos	26
9	Resultados	27
9.1	Presentación de resultados	27

10 Conclusiones32

11 Recomendaciones.....33

Referencias34

Lista de Tablas

Tabla 1. Características generales de la población de estudio N: 8	27
Tabla 2. Comparación de las variables antes de la intervención (prueba T de dos promedios independientes).....	27
Tabla 3. Comparación de las variables antes y después.....	28
Tabla 4. Comparación de las variables antes y después.....	29
Tabla 5. Comparación de las variables después de la intervención.	29

Lista de figuras

Figura 1. HIIT antes vs. después	30
Figura 2. Entrenamiento continuo antes Vs. Después.....	30
Figura 3. HIIT vs continuo después de la intervención y resultados (prueba de hipótesis).....	31

Resumen

El propósito de esta investigación fue conocer si el método de entrenamiento HIIT es eficiente a la hora de realizar entrenamiento deportivo. La muestra estuvo constituida por 8 personas, entre 19 y 34 años de edad, dividido en grupo control y grupo experimental, cada uno de estos es de 4 personas, 3 hombres y una mujer por cada grupo. El objetivo de la investigación fue establecer los cambios sobre la composición corporal, frecuencia cardiaca de reposo y consumo máximo de oxígeno cuando se aplica un entrenamiento físico HIIT. Este trabajo es de tipo cuasi - experimental, porque hay dos grupos, un grupo experimental al cual se le aplico un método HIT durante 10 sesiones y un grupo control que siguió con su entrenamiento continuo convencional. La asignación a cada grupo fue por conveniencia, se aplicó mediciones antes y después de la intervención. Los resultados indican que no hubo diferencias significativas en las variables evaluadas.

Palabras clave: Entrenamiento de alta intensidad, Frecuencia cardiaca, Composición corporal, Consumo máximo de oxígeno, Rendimiento deportivo

Abstract

The purpose of this research was to know if the method of HIIT training is efficient when it comes to sports training. The sample consisted of 8 people between 19 and 34 years of age, divided into group control and experimental group, each of these is of 4 people, 3 men and one woman for each group. The objective of the research was to establish the changes in body composition, heart rate in rest and maximum consumption of oxygen when applied physical training HIIT. This work is quasi - experimental, because there are two groups, an experimental group which was applied a HIT during 10 sessions method and a control group that followed with its conventional continuous training. The allocation to each group was for convenience, applied measurements before and after the intervention. The results indicate that significant differences in the variables evaluated there are.

Keywords: Training of high-intensity, heart rate, body composition, maximum consumption of oxygen, sports performance

1 Formulación de problema

Cada vez es más fuerte la evidencia que indica que el método HIIT (por sus siglas en inglés; High Intensity Interval Training), que es aquel entrenamiento en intervalos de alta intensidad, presenta beneficios en términos de salud y rendimiento deportivo haciendo alusión a que trabajar con intensidades elevadas generan adaptaciones más rápido que trabajar a intensidades medias.

Según las nuevas tendencias del entrenamiento físico los centros de entrenamiento venden la idea de hacer ejercicio en menos tiempo lo que nos lleva a indagar en los beneficios que trae implementar un método de entrenamiento HIIT, que se basa en la intensidad de sus trabajos con una duración corta de trabajo, comparándolo así con el entrenamiento convencional.

El HIIT es una nueva forma de planificar ejercicios bien sea en fitness o en musculación, las principales características del HIIT es que se trabaja a una intensidad muy alta y el tiempo de trabajo utilizado es corto, por todo esto se puede decir que con solo de 15 a 20 minutos de ejercicio se pueden lograr mejoras significativas en el rendimiento cardiovascular de la persona.

Se puede llegar a pensar esto teniendo en cuenta el tiempo empleado, las cargas y las mejoras que se pueden presentar, con base a esto se realizó el siguiente estudio, con la intención de demostrar los beneficios que tiene trabajar el método de entrenamiento HIIT y las mejoras que se pueden presentar en el consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardiaca (Fc) de reposo y composición corporal después de aplicar las sesiones de entrenamiento.

1.1 Pregunta

¿Qué efecto se presenta en la composición corporal, Fc de reposo y consumo máximo de oxígeno cuando se aplica un método de entrenamiento HIIT en jóvenes universitarios entre 19 y 34 años aparentemente sanos?

2 Justificación

El motivo por el cual se efectuó este estudio de investigación fue el de establecer los efectos sobre la composición corporal, Fc de reposo y consumo máximo de oxígeno cuando se aplica un entrenamiento físico HIIT en jóvenes universitarios entre 19 y 34 años aparentemente sanos, con esta investigación se pretendió determinar los efectos del método HIIT y los beneficios que puede llegar a tener en las personas si se toma como una rutina de trabajo en el entrenamiento de actividad física.

Con la implementación de este estudio de investigación se podrá dar pautas a las personas a la hora de realizar ejercicio físico, y de igual forma mostrar los beneficios que se pueden adquirir realizando el método de entrenamiento HIIT que se ejecuta con menor tiempo de trabajo, pero logrando los mismos resultados de cuando se realiza ejercicio convencional.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Establecer los cambios sobre la composición corporal, Fc de reposo y consumo máximo de oxígeno cuando se aplica un entrenamiento físico HIIT en jóvenes universitarios entre 19 y 34 años aparentemente sanos.

3.2 Objetivos específicos

- Medir el consumo máximo de oxígeno de los jóvenes universitarios.
- Evaluar la composición corporal de los jóvenes universitarios
- Medir la Fc en reposo en jóvenes universitarios
- Diseñar un programa de entrenamiento físico con base en la metodología HIIT.

4 Marco teórico

4.1 Entrenamiento Interválico de alta intensidad HIIT

El entrenamiento HIIT es una forma de ejercitación muy usada en la actualidad. Por medio de este tipo de entrenamiento los deportistas mejoran sus funciones metabólicas, cardiorrespiratorias y neuromusculares con volúmenes menores de entrenamiento.

El HIIT se trata de ejercicios que se realizan en series breves e intermitentes con actividad energética alta que se intercala con etapas de descanso o ejercicios de intensidad baja. El HIIT, tiene variables que dependen de factores tales como “la naturaleza precisa del estímulo del ejercicio (es decir la intensidad, duración y número de intervalos realizados, así como los patrones de duración y actividad durante la recuperación)” (Gibala, Hawley, Little, & MacDonald, 2013, párr. 2).

Para Laursen (2012) citado por Fader (2013)

Es típicamente definido como periodos repetidos de ejercicio de alta intensidad desarrollado por encima del punto de retorno de lactato (un esfuerzo percibido “duro” o superior), intercalados con periodos de ejercicio de baja intensidad o reposo absoluto. El beneficio asumido de realizar entrenamiento de intervalos es la acumulación de mayor cantidad de un estímulo de ejercicio de alta intensidad, en comparación con la situación alternativa en la que es posible realizar una tasa sostenida de alta intensidad de trabajo para toda la sesión de ejercicio. El entrenamiento de intervalos está asociado con un elevado grado de esfuerzo físico, fatiga y malestar agudo, pero cuando es aplicado consistentemente con la recuperación adecuada, se ha demostrado que produce mejoras relativamente rápidas en el rendimiento de resistencia durante un periodo de 2-4 semanas (párr. 6).

Este método de entrenamiento combina ejercicios explosivos con nivel alto de intensidad, que involucran varios grupos de músculos en series cortas y tiempo mínimo de recuperación entre las series. Con lo que este tipo de entrenamiento “tiene variados beneficios para la salud, presentando como principal ventaja el corto periodo de tiempo que se necesita para completar el

entrenamiento, requiriendo un mínimo de equipamiento y adaptaciones físicas” (Cofré-Bolados, Sánchez-Aguilera, Zafra-Santos, & Espinoza-Salinas, 2016, p. 278).

Según Tabata et al. (1996) citado por Peña et al (2013)

Quien durante 6 semanas analizó el efecto sobre la capacidad anaeróbica y el volumen de oxígeno máximo (VO_{2max}) de dos experimentos con deportistas de rendimiento ($n=7$) donde se realizaron entrenamientos en cicloergómetro a intensidad moderada ($70\%VO_{2max}$) con un volumen de entrenamiento de 60 minutos cinco días a la semana y otras 6 semanas de entrenamiento de alta intensidad ($170\%VO_{2max}$) realizando 6-7 series de 20 segundos con 10 segundos de recuperación también durante 5 días a la semana, concluyendo que 6 semanas de entrenamiento a intensidad moderada no afectó de manera significativa a la capacidad anaeróbica y que por el contrario el entrenamiento de alta intensidad de forma intermitente puede mejorar la capacidad anaeróbica y el VO_{2max} (párr. 4).

Dado que el trabajo citado anteriormente se realizó con personas entrenadas estos valores serían difícil extrapolarlos a una población sedentaria, en la misma medida las mejoras en este grupo de personas van a ser más difíciles porque ya tienen un periodo de desarrollo alto. Otros estudios realizados en población sedentaria de Alarcón Hormazábal et al (2016), mostraron que hubo mejoría en la funcionalidad muscular y que “la glicemia basal en esta investigación de 8 semanas de duración fue la que presentó la variación porcentual mayor: disminuyó un 5,52% sus niveles, produciendo valores de estabilización en cada uno de los sujetos tratados” (p. 286).

Otro estudio realizado con mujeres diagnosticadas con artritis reumatoide por Sandstad et al. (2015) citados por (Berlanda & Chicharro, 2015), evidenciaron “mejoras significativas en los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular. (...) mejoraron su VO_{2max} y recuperación de la frecuencia cardiaca (...) Otras variables asociadas al riesgo de enfermedad cardiovascular como la composición corporal (...) también mejoraron significativamente con el HIT” (p. 28).

Con relación a las personas no entrenadas con sobrepeso y obesidad, Boutcher (2013) menciona que

El ejercicio intermitente de alta intensidad tiene el potencial para ser un protocolo económico y eficaz para reducir la grasa de individuos con sobrepeso. Los protocolos de ejercicio intermitente de alta intensidad varían considerablemente pero típicamente involucran piques repetidos a intensidad máxima seguidos por ejercicio de baja intensidad o pausa. La duración del tiempo de ejercicio y de pausa varía entre 6 segundos a 4 minutos. La mayoría de los piques son hechos en bicicleta estática a una intensidad del 90% del máximo consumo de oxígeno (VO₂ máximo) (párr. 2).

Con todo lo anterior, el HIIT no solo es un tipo de entrenamiento para deportistas de alto rendimiento, sino que también es funcional para la población sedentaria y con diversas patologías que puede ayudar a mejorar las condiciones de salud. A su vez, es importante señalar que en el HIIT debe medirse la intensidad, la duración y la frecuencia que deben fijarse de acuerdo con los objetivos específicos del entrenamiento.

Por tanto, una de las principales medidas que se deben tomar es la frecuencia cardíaca en reposo.

4.2 Fc en reposo

La Fc en reposo se establece tomando la Fc mientras no se está realizando ninguna actividad física. Es común medir la Fc en reposo en la mañana, cuando aún se está acostado en la cama. En general, se cree que la Fc en reposo mide el estado físico y la recuperación, así si ésta es menor significa que se tiene un buen estado físico y, por el contrario, cuando no se está recuperado, la frecuencia en reposo será más alta (Baker, 2002, p. 94).

Igualmente, Kent (1998) afirma que:

La frecuencia cardíaca media en reposo se sitúa en 60-80 latidos por minuto. El entrenamiento de fondo regular reduce la frecuencia cardíaca en reposo a menos de 40 latidos por minuto. Durante el entrenamiento inicial, la frecuencia cardíaca en reposo de personas antes sedentarias se reduce 1 latido por minuto y semana. Un

aumento de la frecuencia cardíaca en reposo indica estrés por sobreentrenamiento (p. 344).

En el caso de la medición de la Fc en reposo en estudios relacionados con el HIIT, Estepa Palacios (2014) señala varios estudios en los que se toma este dato:

Trine Moholdt et al. (2011) citados por Estepa Palacios (2014) “midieron la frecuencia cardíaca tanto en reposo como en recuperación post-ejercicio. (...). En ambos programas se ha reducido la frecuencia cardíaca en reposo” (p. 23). Por su parte, Nórton Luís Oliveira et al. (2014), citados por Estepa Palacios (2014):

Incluyeron la variable de frecuencia cardíaca en reposo (...) la midieron con una grabadora RR bajo respiración controlada. (...) Esta información también se muestra como una Fc en pulsaciones por minuto en las muestras registradas. Los resultados en el estudio después de 8 semanas no muestran cambios significativos entre los grupos en los índices de FC (p. 23).

Fernando Riveiro et al. (2012), citados por Estepa Palacios (2014), “estudiaron la variable de FC tanto en reposo como en recuperación a través de pruebas hemodinámicas. (...) [mejorando] la hemodinámica en reposo, (...) y la recuperación del ritmo cardíaco (...). En el grupo control no se observaron cambios significativos” (p. 23). Y el estudio de Steven J. Keteyian et al. (2014), citados por Estepa Palacios (2014), “obtuvieron que los cambios en la frecuencia cardíaca en reposo en las pruebas de seguimiento fueron similares para ambos grupos (HIIT y MCT)” (p. 23).

Cómo se comporta la Fc frente a periodos de adaptación al entrenamiento físico.

El corazón, las venas y las arterias conforman el sistema cardiovascular, que se encarga de llevar la sangre a todas las partes del cuerpo. El corazón, es entonces el principal órgano que impulsa o bombea la sangre para que ésta haga su recorrido por el organismo y su eficiencia puede darse mediante la práctica deportiva. Sin embargo, ésta debe darse de manera progresiva y adaptativa, con el fin de dar equilibrio a las funciones vitales que se dan con la actividad física y evitar daños en el metabolismo o fisiológicos, ya que en la práctica deportiva el corazón se encarga de mantener un nivel de equilibrio en el cuerpo y se adapta al nuevo estado activo, así aumenta la

Fc según el ejercicio físico que se realice y su intensidad, ya que las células necesitan más oxígeno, agua y nutrientes, mientras que metabólicamente se eliminan toxinas y otros residuos. Pero la Fc depende de factores como la edad, la temperatura, el sexo, las emociones, el sueño, la alimentación, el nivel de acondicionamiento físico, etc. (Bagnara, 2010).

En un estudio hecho por Pulido, Donís, Dávila, Hernández, y Odreman (2016) cuya muestra abarcó a 113 sujetos, “dividida en tres grupos: un grupo I de 36 personas sedentarias (grupo Control), Grupo II 39 atletas maratonistas de alta competencia, Grupo III 38 atletas pesistas de alta competencia (de potencia exclusivos y levantadores de pesas olímpicas)” (p. 60). En los resultados entregados se evidenció que la Fc más baja se presentó en el grupo II con relación al grupo I y III, también, “expresaron una recuperación de la Fc al primer y segundo minuto adecuada, con magnitudes superiores a estos dos últimos grupos; lo que nos permite sugerir que su tono vagal esta aumentado, asociado a un aumento de los diámetros ventriculares” (p. 62). E incluso se encontró que:

Al evaluar la respuesta de la FC como expresión de reserva vagal en los primeros 10 segundos del ejercicio dinámico, los atletas pesistas presentaron una mayor elevación de la Fc en esta fase, lo que permite inferir una adecuada expresión de retirada parasimpática al inicio del ejercicio que podría corresponder a un fenómeno de compensación, asociado a una recuperación de la Fc al primer minuto y segundo minuto del ejercicio dinámico menores a los maratonistas y muy similares a los sedentarios (p. 63).

Con lo anterior, se puede afirmar que el comportamiento de la Fc frente a periodos de adaptación al entrenamiento físico es un indicador que muestra la adaptación del organismo al entrenamiento físico y que, dependiendo de la práctica deportiva, mejora considerablemente su respuesta en el periodo de activación y en el de recuperación.

4.3 Composición Corporal

La composición corporal es el estudio del cuerpo humano que por medio de la toma de medidas y evaluaciones de su tamaño, forma, proporcionalidad, composición, maduración biológica y funciones corporales ofrecen información esencial para comprender los procesos

implicados en el funcionamiento del cuerpo y su relación con la actividad deportiva. La composición corporal está genéticamente determinada y la afectan diversos factores como los hábitos alimenticios, la cultura y hasta la estética, además de las enfermedades que pueda contraer una persona.

Para Santana y Espinoza (2003) la composición corporal es:

Un sistema de teorías y modelos físicos, matemáticos y estadísticos, expresiones de cálculo, y métodos analíticos orientados a comprender cómo está constituido el ser humano, y cómo interactúan entre sí los distintos elementos o compartimientos componentes a lo largo del ciclo biológico del ser humano, y en cada una de las facetas del proceso salud-enfermedad (p. 26).

De igual forma, Calbet, García y Cabrero (2003) afirman que:

La valoración de la composición corporal y, en especial, del componente graso del organismo ha recabado la atención de numerosos investigadores en los últimos 50 años. La valoración de la composición corporal resulta de interés en el estudio de alteraciones endocrinas y nutricionales, así como de las adaptaciones al entrenamiento deportivo, tanto en adultos como en niños. Asimismo, la determinación del porcentaje de grasa corporal (%G C), es crucial en estudios epidemiológicos y en los ámbitos de la Rehabilitación, de la Medicina del Deporte y del entrenamiento deportivo. En el mundo del rendimiento deportivo, el objetivo de la valoración de la composición corporal es obtener información que permita decidir si es conveniente actuar sobre la composición corporal de un deportista, de cara a mejorar su rendimiento o a conseguir su ubicación en una determinada categoría de peso (p. 57).

De esta forma, el entrenamiento HIIT, practicado regularmente, puede contribuir positivamente sobre la composición corporal y mejorar la Fc en reposo, mejorando entre otras la potencia aeróbica y favoreciendo la salud.

Después de aplicar HIIT tres “veces por semana durante 3 meses, se obtuvieron mejoras significativas en el porcentaje de masa grasa y otros parámetros de la composición corporal” (Tjonna et al., 2009, citado por Camacho-Cardenosa et al., 2016, p. 7)

5 Marco referencial

A continuación, nos apoyaremos en los siguientes artículos que son de vital importancia para desarrollar de la mejor manera la investigación comparativa.

El estudio desarrollado por Etxebarria, Anson, Pyne y Ferguson (2015) sobre “El entrenamiento intervalado de alta intensidad de ciclismo aumenta el rendimiento durante las etapas de ciclismo y running de triatletas” aborda:

El desarrollo de un entrenamiento de ciclismo eficaz para los triatlones es un desafío para los entrenadores. Comparamos los efectos de dos variantes de entrenamiento Intervalado de alta intensidad de ciclismo (HIIT) sobre las etapas de ciclismo y carrera (*running*) específicas de un triatlón. Catorce triatletas masculinos moderadamente entrenados (VO_{2max} $58,7 \pm 8,1$ mL kg^{-1} min^{-1} ; Media \pm SD) realizaron en ocasiones separadas un test incremental máximo (VO_{2max} y potencia aeróbica máxima), 16 esprints x 20 seg de ciclismo y ejercicios de ciclismo específico de triatlón durante 1h seguidos inmediatamente por una prueba contrarreloj de carrera de 5 km. Luego los participantes fueron divididos en dos y fueron asignados al azar a una intervención de entrenamiento de ciclismo de alta intensidad de larga duración (LARGO) (6-8 esfuerzos x 5 min) o a un entrenamiento intervalado de ciclismo de alta intensidad de corta duración (CORTO) (9-11 esfuerzos x 10, 20 y 40 s). Se completaron seis sesiones de entrenamiento a lo largo de 3 semanas antes de que los participantes repitieran la evaluación realizada al inicio del estudio. Ambos grupos presentaron un aumento de ~7% en el VO_{2max} (CORTO 7,3%, $\pm 4,6\%$; media, $\pm 90\%$ límites de confianza; LARGO 7,5%, $\pm 1,7\%$). Se observó una mejora moderada en la potencia tanto del grupo de entrenamiento CORTO (10,3%, $\pm 4,4\%$) como en el grupo de entrenamiento LARGO (10,7%, $\pm 6,8\%$) durante los últimos ocho esprints de 20 s. (párr. 1).

Nuestra investigación va muy de la mano con esta ya que siguen el mismo objetivo, pero con diferentes fines, ya que nuestra investigación se evaluó las siguientes variables: composición corporal, Fc en reposo, VO2 máximo. Y en este evaluó, entrenamiento de alta intensidad en ciclismo y carrera (*running*) específicas de un triatlón.

Por otra parte, la investigación sobre los “Efectos de 2 tipos de entrenamiento Interválicos de alta intensidad en la habilidad para realizar esfuerzos máximos (RSA) durante una pretemporada de fútbol” de Rodríguez Fernández, Sánchez Sánchez, y Villa Vicente (2014) presentan que:

El trabajo de pretemporada persigue mejorar el rendimiento del futbolista tanto en lo referente a la habilidad para realizar esfuerzos máximos como a su capacidad aeróbica y de recuperación. El objetivo de este estudio fue comparar durante una pretemporada los efectos de 2 programas de entrenamiento interválicos con series de diferente duración en la habilidad de repetir sprints (RSA). Diecinueve jugadores de fútbol con valores medios \pm SD de $20,9 \pm 1,6$ años de edad; $68,8 \pm 5,1$ Kg de peso; $176,1 \pm 5,1$ cm de altura; y $9,6 \pm 2,4\%$ de grasa corporal fueron asignados al azar al grupo de Speed Endurance Training (SET) para realizar 2×10 min con 10, 15 y 20 s al 100% con 30, 45 y 60 s de recuperación ($n = 9$), o al grupo High Interval Training (HIIT) para realizar 4×4 min al 95% $F_{c\text{máx}}$ ($n = 10$). Un test RSA de 8×30 m con 25 s de recuperación activa fue realizado antes y después de la intervención (10 sesiones de entrenamiento) junto con un Yo-Yo Intermittent Recovery Test level 1 en la evaluación inicial. Tanto SET como HIIT ven incrementado su rendimiento de forma significativa ($p < 0,05$) en RSAmejor (3,12% y 3,59% respectivamente) y muy significativamente ($p < 0,01$) en RSAmedia (3,00% y 3,91%) y RSAtotal (3,12% y 4,08%), pero sin cambios significativos en los índices de fatiga (Sdec y Change). Estos resultados demuestran que tanto la intervención SET como HIIT se han mostrado útiles para aumentar el rendimiento en algunas de las variables determinantes en el test RSA, durante el periodo de pretemporada (p. 251).

Este estudio va muy de la mano del nuestro ya que realizaron 10 sesiones de entrenamiento HIIT, solo que ellos lo combinaron con un Yo-Yo Intermittent Recovery Test level 1 en la evaluación inicial. Mientras que nuestro estudio solo está enfocado en el HIIT con intervención de unas variables: F_c en reposo, composición corporal y V_{O2} máximo.

Otro estudio realizado por Álvarez, Ramírez, Flores, Zúñiga, & Celis-Morales (2012) denominado “efectos del ejercicio físico de alta intensidad y sobrecarga en parámetros de salud metabólica en mujeres sedentarias, pre-diabéticas con sobrepeso u obesidad” cuyo objetivo es

determinar los efectos de tres programas de ejercicios sobre marcadores antropométricos y metabólicos en mujeres con sobrepeso, sedentarias y pre diabéticas.

Material y Métodos: 43 mujeres fueron adscritas a cuatro grupos con el índice de masa corporal y la grasa corporal: intervalos de alta intensidad (HIIT, n = 12), resistencia (R, n = 8), grupo combinado (HIIT + R, n = 10) y grupo de control (CG, n = 13). Los participantes completaron 12 semanas de intervención.

Se midieron el índice de masa corporal, la circunferencia de la cintura, el porcentaje de masa grasa medido por impedanciometría, la presión arterial, la glucosa en ayunas, la insulina y la homeostasis para la resistencia a la insulina (HOMAIR) y la aptitud evaluada usando la prueba de marcha de dos km al inicio y después del período de entrenamiento.

Resultados: no se observaron cambios en las variables antropométricas y de composición corporal. Sin embargo, en los grupos HIIT y R, se observaron reducciones significativas en la glucosa en ayunas (5,4 y 16,6% respectivamente), insulina (18,6 y 43,4% respectivamente) y HOMAIR (24,1 y 55,4% respectivamente) 72 horas después de la intervención. No se encontraron cambios significativos en los valores observados en los grupos combinado y control.

Conclusiones: el HIIT y el entrenamiento de resistencia mejoran el control glucémico y la sensibilidad a la insulina en mujeres con alto riesgo metabólico (Álvarez et al., 2012).

Con lo anterior, el estudio de esta investigación es muy diferente, ya que esta combina tres métodos de entrenamiento que son HIIT, Resistencia, combinado(HIIT-R), mientras que nuestro estudio se basa solamente en el HIIT en el cual utilizamos unas variables para saber si hay cambios significativos en este.

Por su parte, Álvarez et al. (2013) en su estudio sobre “Respuestas metabólicas inducidas por ejercicio físico de alta intensidad en mujeres sedentarias con glicemia basal alterada e hipercolesterolemia” demostró que el entrenamiento de alta intensidad podría ser una forma efectiva de mejorar la salud de los individuos con alto riesgo metabólico.

Objetivo: investigar los efectos de una intervención de entrenamiento de alta intensidad en marcadores metabólicos en mujeres sedentarias con alto riesgo metabólico.

Material y métodos: 46 mujeres sedentarias con un índice de masa corporal (IMC) superior a 25 kg / m² fueron asignadas a cuatro grupos, según su perfil metabólico; Hiperglucemia (H, n = 12), hiperglucemia / hipercolesterolemia (HH, n = 13), normo glucemia (N, n = 10) y normo glucemia / hipercolesterolemia (NH, n = 11). Durante 12 semanas y cinco días a la semana, los sujetos realizaron siete intervalos de entrenamiento de alta intensidad (20 a 30 segundos) durante una sesión de entrenamiento de 20 minutos. Se midieron antropométrica (peso corporal, índice de masa corporal (IMC), circunferencia de la cintura) y variables metabólicas (glucosa, colesterol total, LDL, HDL y TG) al inicio del estudio, a las 6 y 12 semanas de intervención.

Resultados: el IMC y la circunferencia de la cintura disminuyeron significativamente después de 12 semanas de intervención. Del mismo modo, la glucosa disminuyó significativamente después de 12 semanas de intervención en todos los grupos. La reducción fue de mayor magnitud en los grupos con hiperglucemia (H = -16%, HH = -22%, N = -7,5%, NH = -9,6%). Sin embargo, el perfil lipídico (TG, colesterol total, LDL y HDL) mejoró significativamente sólo en los grupos hipercolesterolémicos.

Conclusiones: los programas de actividad física que incorporan entrenamiento de alta intensidad pueden mejorar el perfil de glucosa y lípidos en mujeres con trastornos metabólicos. Además, este beneficio es mayor en aquellos individuos con mayor carga metabólica (Álvarez et al., 2013).

Para la investigación de Peña et al. (2013) sobre “generalidades del ‘HIIT’ aplicado a esfuerzos cardiovasculares en los programas de salud y fitness” se evidenció que:

Durante la última década han venido emergiendo numerosas investigaciones que han estudiado distintos formatos de ejercicio con predominio cardiorrespiratorio e intensificación de esfuerzos intermitentes. (...) cuya característica común es la realización de repetidas series de esfuerzos de corta a larga duración, realizados a alta intensidad e intercalados por períodos de recuperación. Los formatos HIIT son un potente estímulo de ejercicio cardiovascular con efectos agudos y crónicos prometedores para distintos marcadores de salud y del rendimiento cardiorespiratorio. Conocer estos efectos puede ayudar a vislumbrar las posibles aplicaciones y utilidades en poblaciones sanas y con patologías cardio metabólicas.

Además, estos formatos pueden ser una alternativa atractiva y eficaz al ejercicio continuo de intensidad moderada con similares o superiores efectos, pero con la ventaja añadida que supone requerir un menor volumen de entrenamiento total y por tanto el ahorro de tiempo concomitante (Sección de Resumen, párr. 1).

El anterior estudio es el que va más de la mano con el que se expone en este escrito, ya que en cierta parte nos basamos en él, realizando cambios, ya que en éste el HIIT se puede trabajar de varias maneras y nos basaremos en una de ellas que es un minuto de trabajo por uno de descanso.

6 Hipótesis

6.1 Hipótesis Nula

No hay diferencias significativas entre el método HIIT y el método continuo cuando se evalúa la Fc en reposo, el consumo máximo de oxígeno y la composición corporal después de una intervención de 10 sesiones.

6.2 Hipótesis Alterna

Hay diferencia significativa cuando se compara el método HIIT con el entrenamiento continuo al evaluar la Fc en reposo, el consumo máximo de oxígeno y la composición corporal después de una intervención de 10 sesiones.

7 Diseño metodológico

7.1 Tipo de investigación

Este trabajo es de tipo cuasi - experimental, porque hay dos grupos, un grupo experimental al cual se le aplico un método HIIT durante 10 sesiones y un grupo control que siguió con su entrenamiento continuo convencional. La asignación a cada grupo fue por conveniencia, se aplicó mediciones antes y después de la intervención.

7.2 Diseño de investigación

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, puesto que se va hacer una recolección de datos para probar hipótesis, posterior a esto se realizará un análisis estadístico.

7.3 Población

7.4 Entrenamiento interválico de alta intensidad

La muestra de estudio estuvo conformada por estudiantes pertenecientes a la Universidad de San Buenaventura, en un total de 8 personas, dividido en grupo control y grupo experimental, cada uno de estos es de 4 personas, 3 hombres y una mujer por cada grupo. (Edad $24 \pm 6,78$ grupo HIIT), (edad $22,25 \pm 1,25$ grupo control). Peso del grupo HIIT ($76,55 \pm 16,09$) y el grupo control ($68,675 \pm 7,52$).

Se realizó un entrenamiento HIIT de alta intensidad, en el que se trabajaron 10 sesiones de entrenamiento de 8 repeticiones por un minuto de trabajo a una intensidad del 80-90% y un minuto de descanso entre ejercicio. Las sesiones de entrenamiento se realizaron 3 veces por semana.

7.5 Entrenamiento normal

Se evaluaron las variables (Fc en reposo, IMC, % de grasa, % muscular y VO2 max) al principio de la intervención y al final. Los integrantes de este grupo siguieron su entrenamiento habitual.

8 Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos

Para iniciar el proceso de investigación se obtuvo un consentimiento informado de todos los estudiantes que participaron voluntariamente en la investigación para que conocieran la naturaleza de la misma y tener una mayor disposición.

En segunda medida se procedió a dividir el grupo en dos por conveniencia, cada grupo estuvo conformado por 4 personas, 3 hombres y una mujer, para tomar la medición de la Fc se utilizó un pulsímetro de marca Polar FT 4, para obtener la composición corporal de los participantes se utilizó la báscula de bioimpedancia Omron Ref. HBF-510, para obtener el consumo de oxígeno de manera indirecta se realizó una prueba en cicloergómetro de marca Monark Ergomedic 829E.

8.1 Análisis de los datos

Los resultados se ingresaron en Excel 2016. Inicialmente se procesaron los datos de las evaluaciones de las variables de la Fc en reposo, composición corporal (IMC, % de Grasa y % Muscular) y VO2 máximo. Antes y después de la intervención.

9 Resultados

9.1 Presentación de resultados

Se evaluaron en total 8 estudiantes de género masculino y femenino con edades promedio ($24 \pm 6,78$) y ($22,25 \pm 1,25$) años, dividido en dos grupos de 4 personas por conveniencia, grupo HIIT y grupo control.

Tabla 1. *Características generales de la población de estudio N: 8*

Variables	Grupo HIIT	Grupo control
N	4	4
Edad (años)	$24 \pm 6,78$	$22,25 \pm 1,25$
Peso(kg)	$76,55 \pm 16,09$	$68,675 \pm 7,52$

Nota: valoración expresada en medias \pm desviación estándar

En todas las variables evaluadas (FC en reposo, IMC, % de Grasa, % Muscular y VO2 Máx.). No se encontraron diferencias significativas globalmente, entre los dos grupos ($p < 0.05$), antes de la intervención como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. *Comparación de las variables antes de la intervención (prueba T de dos promedios independientes)*

Variables	Grupo HIIT	Grupo Control	Valor de (p<0> 0,05)
FC reposo	$68,5 \pm 6,24$ ppm	$70,5 \pm 8,81$ ppm	0,20
IMC	$25,375 \pm 5,80$	$25,125 \pm 3,51$	0,47
% de Grasa	$22,75 \pm 11,73$	$27,325 \pm 9,47$	0,27
% Muscular	$37,275 \pm 8,10$	$35,25 \pm 6,44$	0,34
VO2 máx.	$33,4375 \pm 3,55$ ml	$34,19 \pm 7,74$ ml	0,44

A continuación, se presenta e interpreta el análisis estadístico inferencial de las variables de respuesta implícitas en el entrenamiento deportivo.

9.2 Entrenamiento HIIT (Experimental)

Las variables (FC en Reposo, IMC, % de Grasa, % Muscular y VO₂ Máx.). La FC en reposo se tomaba 7 minutos antes de la intervención tumbado quieto y respirar con calma. Estas medidas se tomaron de cada uno de los 4 estudiantes en dos periodos de tiempo: antes y después de recibir el tratamiento HIIT.

En virtud de ello, se procede a realizar pruebas estadísticas para inferir si hay diferencias significativas entre las variables de los estudiantes antes y después del método de entrenamiento deportivo. Y se puede evidenciar que en la tabla 3 no hubo diferencias significativas globales en las variables evaluadas.

Tabla 3. *Comparación de las variables antes y después*

Variab les	Grupo HIIT Antes	Grupo HIIT Después	Valor de (p<0> 0,05)
FC reposo	68,5 ± 6,24ppm	67,75 ± 6,94ppm	0,45
IMC	25,375 ± 5,80	24,8 ± 6,29	0,45
% De Grasa	22,75 ± 11,73	21,8 ± 10,34	0,43
VO ₂ máx.	33,4375 ± 3,55ml/kg/min	33,485 ± 3,61ml/kg/min	0,49

No se encontró diferencias significativas en el grupo HIIT antes y después de la intervención de manera global, sin embargo, algunas de sus variables presento un leve incremento, pero esta no afecto de manera significativa.

9.3 Entrenamiento continuo (Control)

Al grupo control se le evaluaron las variables (FC en Reposo, IMC, % de Grasa, % Muscular y VO₂ Máx.) que al grupo HIIT o experimental, los estudiantes del grupo control siguieron con su entrenamiento continuo habitual. Se pudo evidenciar en la tabla 4, que no presentaron diferencias significativas antes y después de ser intervenidos.

Tabla 4. *Comparación de las variables antes y después*

	Grupo Control Antes	Grupo Control Después	Valor de (p<0> 0,05)
FC reposo	70,5 ± 8,81	69,5 ± 9,32	0,43
IMC	25,125 ± 3,34	24,375 ± 3,06	0,39
% De Grasa	27,325 ± 9,47	26,8 ± 10,73	0,47
VO2 máx.	34,19 ± 7,74	34,8075 ± 4,41	0,44

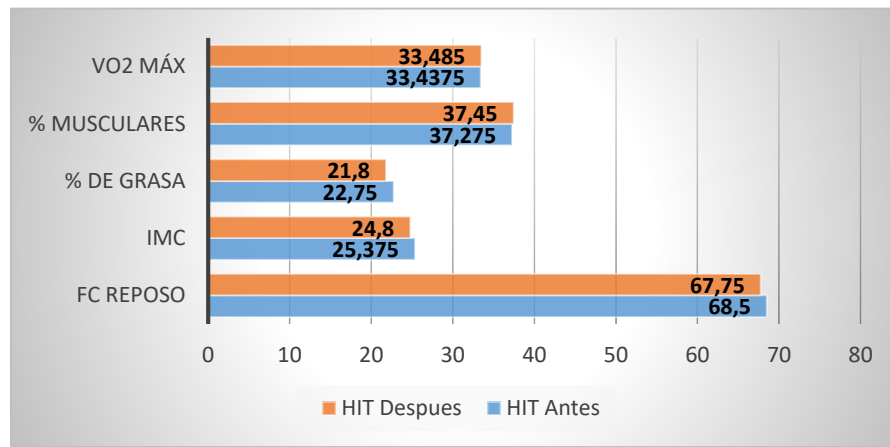
Cuando se evaluó el grupo control antes y después de la intervención se pudo observar que no hubo diferencias significativas en dichas variables. Sin embargo, en algunas de estas hubo un leve incremento que no afectó a la misma en su intervención.

Tabla 5. *Comparación de las variables después de la intervención.*

	Grupo Control Después	Grupo HIIT Después	Valor de (p<0> 0,05)
FC reposo	69,5 ± 9,32	67,75 ± 6,94ppm	0,37
IMC	24,375 ± 3,06	24,8 ± 6,29	0,44
% De Grasa	26,8 ± 10,73	21,8 ± 10,34	0,30
% Muscular	35,95 ± 7,14	37,45 ± 7,49	0,40
VO2 máx.	34,8075 ± 4,41	33,485 ± 3,61ml/kg/min	0,22

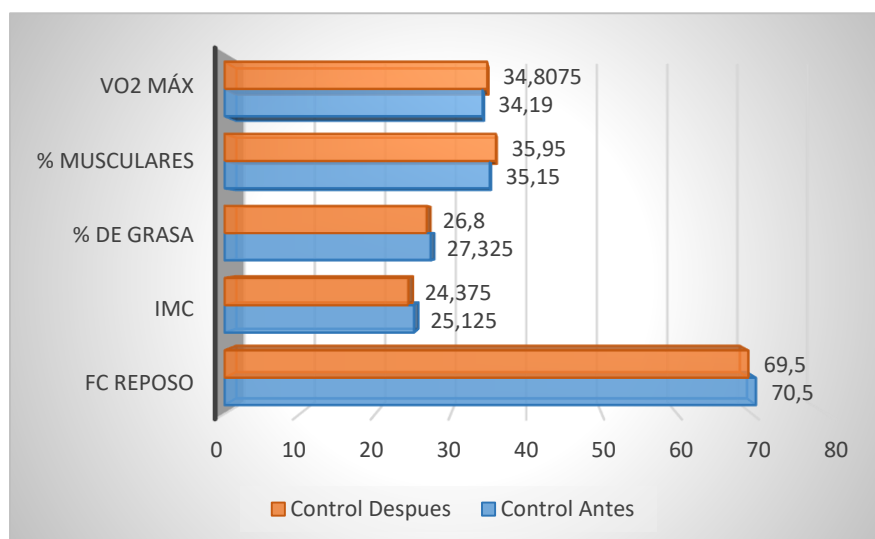
En el grupo control vs el grupo HIIT después de la intervención no hubo diferencias significativas a nivel general, sin embargo, en algunas de las variables tuvo un leve incremento que no afectó a la misma en su intervención.

Figura 1. HIIT antes vs. después



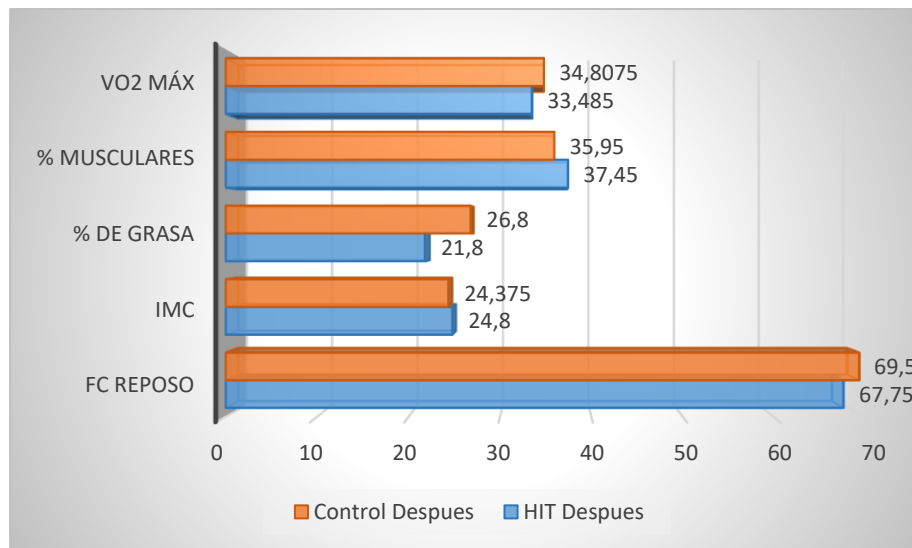
En el HIIT antes y después de la intervención no se encontró diferencias significativas de manera global pero en algunas de las variables evaluadas hubo un pequeño incremento que no fue significativo.

Figura 2. Entrenamiento continuo antes Vs. Después



En el grupo control antes y después de la intervención no se encontró diferencia significativas de manera global pero en algunas de las variables evaluadas hubo un pequeño incremento que no fue significativo.

Figura 3. HIIT vs continuo después de la intervención y resultados (prueba de hipótesis)



Después de la intervención no se encontró diferencia significativas de manera global pero en algunas de las variables evaluadas hubo un pequeño incremento que no fue significativo.

10 Conclusiones

Al evaluar estas variables podemos concluir que, La FC de Reposo presento un mayor incremento en el grupo control, antes y después de la intervención a diferencia del HIIT y esta no fue significativa. Lo mismo ocurre con el % de grasa, el % muscular y el VO2 Máx. A diferencia del IMC, donde se presentó mayor incremento en el HIIT, antes y después de la intervención aunque no fue significativa.

Según los datos arrojados con la evaluación de las variables se puede concluir que se cumple la hipótesis nula que dice que no hay diferencias significativas entre el método HIIT y el método continuo, ya que al analizar las variables antropométricas se dice que es homogéneo.

11 Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda que haya un número mayor de personas para así tener un mejor control de la alimentación y de otras actividades que realicen en su vida cotidiana a nivel deportivo y a su vez tener un mayor número de intervenciones para así obtener mejores resultados.

Referencias

- Alarcón Hormazábal, M., Delgado Floody, P., Castillo Mariqueo, L., Thuiller Lepelegy, N., Bórquez Becerra, P., Sepúlveda Mancilla, C., & Rebolledo Quezada, S. (2016). Efectos de 8 semanas de entrenamiento intervalado de alta intensidad sobre los niveles de glicemia basal, perfil antropométrico y VO₂ máx de jóvenes sedentarios con sobrepeso u obesidad. *Nutrición Hospitalaria*, 33(2), 284-288. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309245773015>
- Álvarez, C., Ramírez, R., Flores, M., Henríquez-Olguín, C., Campos, C., Carrasco, V., . . . Celis-Morales, C. (2013). Respuestas metabólicas inducidas por ejercicio físico de alta intensidad en mujeres sedentarias con glicemia basal alterada e hipercolesterolemia. *Revista médica de Chile*, 141(10), 1293-1299. Obtenido de <https://goo.gl/1HgaZc>
- Álvarez, C., Ramírez, R., Flores, M., Zúñiga, C., & Celis-Morales, C. (2012). Efectos del ejercicio físico de alta intensidad y sobrecarga en parámetros de salud metabólica en mujeres sedentarias, pre-diabéticas con sobrepeso u obesidad. *Revista médica de Chile*, 140(10), 1289-1296. Obtenido de <https://goo.gl/RMP5uW>
- Bagnara, I. (2010). Adaptaciones cardiovasculares al ejercicio físico: Una revisión de la literatura. *EFDeportes*, 15(148). Obtenido de <https://goo.gl/4vOnc>
- Baker, A. (2002). *Medicina del ciclismo*. Barcelona: Paidotribo.
- Berlanda, L., & Chicharro, J. (2015). *Actualizaciones en Fisiología del Ejercicio 2015*. Madrid: Exercise Physiology & Training.
- Boutcher, S. (2013). *Ejercicio intermitente de alta intensidad y pérdida de grasa*. Obtenido de PubliCE: <https://goo.gl/LU1D4e>
- Calbet, L., García, D., & Cabrero, C. (2003). Evaluación de la composición corporal mediante absorciometría fotónica dual de rayos x: aplicaciones y limitaciones en el ámbito del deporte. En M. d. Consejo Superior de Deportes, *Métodos de estudio de composición corporal en deportistas* (págs. 55-79). Madrid: Consejo Superior de Deportes. Obtenido de <https://goo.gl/NedKTz>
- Camacho-Cardenosa, A. B.-S.-C.-S. (2016). Efecto de un protocolo de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre masa grasa corporal en adolescentes. *Revista Española de Salud Pública*, 90(21), 1-9. Obtenido de <https://goo.gl/FPCPHW>

- Cofré-Bolados, C., Sánchez-Aguilera, P., Zafra-Santos, E., & Espinoza-Salinas, A. (2016). Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: historia y fisiología clínica del ejercicio. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 48(3), 275-284. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343846574002>
- Estepa Palacios, T. (2014). *Efectos de la actividad física en un programa de rehabilitación cardíaca tras sufrir un infarto agudo de miocardio: revisión bibliográfica. (Tesis de pregrado)*. Jaén: Universidad de Jaén. Facultad de Ciencias de la Salud. Obtenido de <https://goo.gl/Wjwcib>
- Etxebarria, N., Anson, J., Pyne, D., & Ferguson, R. (2015). *El Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad de Ciclismo Aumenta el Rendimiento Durante las Etapas de Ciclismo y Running de Triatletas*. Obtenido de PubliCE: <https://goo.gl/gQYrhP>
- Fader, F. (2013). *Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad (HIIT) en Corredores: Consideraciones Generales*. Obtenido de PubliCE: <https://goo.gl/JM3pTX>
- Gibala, M., Hawley, J., Little, J., & MacDonald, M. (2013). *Adaptaciones fisiológicas al entrenamiento intervalado de alta intensidad y bajo volumen en la salud y la enfermedad*. Obtenido de PubliCE: <https://goo.gl/t7SnXR>
- Peña, G., Heredia, J., Segarra, V., Mata, F., Isidro, F., Martín, F., & Silva, D. (Noviembre de 2013). Generalidades del 'HIT' aplicado a esfuerzos cardiovasculares en los programas de salud y fitness. *EFDeportes*, 18(183). Obtenido de <https://goo.gl/vYUxKs>
- Pulido, T., Donís, J. H., Dávila, D. F., Hernández, C., & Odreman, R. (2016). Evaluación de la frecuencia cardíaca y su relación con el remodelado ventricular en respuesta al ejercicio dinámico como indicador de función autonómica en atletas, pesistas y maratonistas. *Avances en Biomedicina*, 5(2), 57-65. Obtenido de <https://goo.gl/d9aKZ8>
- Rodríguez Fernández, A., Sánchez Sánchez, J., & Villa Vicente, J. G. (2014). Efectos de 2 Tipos de Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad en la Habilidad para Realizar Esfuerzos Máximos (RSA) Durante una Pretemporada de Fútbol. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 9(27), 251-259. Obtenido de <https://goo.gl/F4Qq32>
- Santana, S., & Espinoza, A. (2003). Composición corporal. *Acta Médica*, 11(1), 26-37. Obtenido de <https://goo.gl/gxBkzV>

SPSS

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Fc de reposo antes * GrupoE	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%
Fc de reposo depues * GrupoE	4	100.0%	0	.0%	4	100.0%

Fc de reposo antes * GrupoE Crosstabulation

Count

		GrupoE				Total
		1	2	3	4	
Fc de reposo antes	60.0	1	0	0	0	1
	69.0	0	0	0	1	1
	70.0	0	0	1	0	1
	78.0	0	1	0	0	1
Total		1	1	1	1	4

Fc de reposo después * GrupoE Crosstabulation

Count

		GrupoE				Total
		1	2	3	4	
Fc de reposo depues	50.0	0	0	0	1	1
	54.0	0	1	0	0	1
	55.0	1	0	0	0	1
	61.0	0	0	1	0	1
Total		1	1	1	1	4