



universidad  
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Curso Académico 2016/2017

ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD CON EL  
PROPIO PESO CORPORAL (*FREELETICS BWT*<sup>®</sup>) EN POBLACIÓN  
UNIVERSITARIA: EFECTOS EN LA FUERZA MUSCULAR

*Body weight high intensity interval training (Freeletics BWT<sup>®</sup>) in college-  
aged students: Effects on muscle strength*

Autor: Mario Sandúa Escribano

Tutor: Dr. José Gerardo Villa Vicente

Catedrático de Universidad. Dpto. de Educación Física y Deportiva

Fecha: 03/07/2017

VºBº TUTOR

VºBº AUTOR

## ÍNDICE

<b>1.- RESUMEN DEL TRABAJO.....</b>	<b>2</b>
1.1.- Resumen.....	2
1.2.- Abstract .....	2
<b>2.- JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.- CONTEXTUALIZACIÓN.....</b>	<b>3</b>
3.1.- La Condición Física: Fuerza en relación con la Salud (sociedad actual).....	3
3.2.- Métodos de Entrenamiento.....	6
3.2.1.- Entrenamiento de resistencia: Continuo vs Intermitente.....	7
3.2.2.- Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT) .....	8
3.2.3.- Calistenia: fuerza muscular.....	9
3.3.- Freeletics BWT® .....	12
<b>4.- OBJETIVOS DEL TRABAJO Y COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....</b>	<b>13</b>
<b>5.- METODOLOGÍA .....</b>	<b>13</b>
5.1.- Revisión de la literatura científica.....	13
5.2.- Sujetos .....	14
5.3.- Procedimiento .....	15
5.4.- Diseño general del estudio .....	16
5.5.- Material y Métodos.....	16
5.5.1.- Tests de Fuerza Explosiva, Fuerza Resistencia y Fuerza Máxima .....	17
5.5.2.- Test de Composición corporal.....	18
5.6.- Programa de entrenamiento Freeletics BWT®.....	19
5.7.- Análisis de datos .....	20
<b>6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>7.- CONCLUSIONES Y APLICACIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>8.- VALORACIÓN PERSONAL.....</b>	<b>24</b>
<b>9.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>10.- ANEXOS (10.1.; 10.2.; 10.3.; 10.4.; 10.5.).....</b>	<b>30</b>

## 1.- RESUMEN DEL TRABAJO

### 1.1.- Resumen

**Objetivos:** Realizar una revisión bibliográfica del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) y la calistenia, y valorar los cambios producidos en los niveles de fuerza para distintos movimientos y grupos musculares tras un programa de entrenamiento con el propio peso corporal (*Freeletics BWT*<sup>®</sup>) de 9 semanas de duración en población universitaria, con el fin de justificar y discutir los resultados obtenidos. **Métodos:** Mediante test 1RM en press de banca (Velowin<sup>®</sup>v.1.0), batería de Bosco (SportJump System Pro<sup>®</sup>) y tests específicos de *Freeletics BWT*<sup>®</sup>, se analizaron valores de fuerza de 9 sujetos (3 hombres y 6 mujeres) clasificados previamente como 'Recreativamente Entrenados', entre un total de 32 sujetos participantes. **Resultados:** Aumento del 4.58% en SJ, 2.85% en CMJ y 7.33% en Abalakov (fuerza explosiva tren inferior); del 11.56% en 1RM press de banca (fuerza máxima tren superior); 27.61% en Sit-Ups (fuerza resistencia abdominal) y 29.78% en Test de Burpee 1 min (fuerza resistencia general). **Conclusiones:** El entrenamiento HIIT con el propio peso corporal de tipo *Freeletics BWT*<sup>®</sup> es eficaz y eficiente para lograr a corto plazo aumentos de la fuerza muscular y de la condición física en población universitaria.

**Palabras clave:** Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad, Calistenia, Fuerza, Salud.

### 1.2.-Abstract

**Objectives:** To carry out a bibliographic review of the High-Intensity Interval Training (HIIT) and body weight training, and to assess changes in strength levels for different movements and muscle groups after 9 weeks training program based on *Freeletics BWT*<sup>®</sup> in college-aged students, in order to justify and discuss the obtained results. **Methods:** 1RM bench press (Velowin<sup>®</sup> v.1.0), Bosco battery (SportJump System Pro<sup>®</sup>) and *Freeletics BWT*<sup>®</sup> specific tests were used to analyze the physical fitness of 9 subjects (3 men and 6 women) previously classified as recreationally trained, among a total of 32 subjects. **Results:** there were an increase of 4.58% in SJ, 2.85% in CMJ and 7.33% in Abalakov (lower explosive force); 11.56% in 1RM bench press (maximum upper train strength); 27.61% in Sit-Ups (strength abdominal resistance) and 29.78% in Burpee Test-1 min (general strength). **Conclusions:** The body weight high intensity interval training (*Freeletics BWT*<sup>®</sup>) is effective and efficient to achieve short-term muscle strength and physical fitness in college-aged students.

**Key Words:** High-Intensity Interval Training, Body weight training, Strength, Health.

## **2.- JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO**

La decisión de abordar esta temática vino determinada por mi interés en el entrenamiento, ya sea relacionado con el ámbito de la salud como del rendimiento deportivo. Sobre todo en este último curso, he descubierto mi pasión por esta vertiente profesional del ejercicio físico y del deporte. Las asignaturas relacionadas con este ámbito y los profesores responsables, entre los que se encuentra mi tutor J. Gerardo Villa Vicente, han despertado en mí el interés en ampliar mi formación y no quedarme en la teoría realizando sólo revisiones bibliográficas, ejecutando y llevando a la práctica un trabajo experimental que implicase enfrentarme a liderar este tipo de retos dentro mi formación en las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Concretamente he liderado, planificado, programado y controlado un programa de entrenamiento para un grupo de personas (compañeros que me han permitido entrenarles), además de haber llevado a cabo la evaluación de sus cualidades físicas y enfrentarme a la práctica real más allá de la teoría, donde tienes que lidiar con el trato persona a persona de un grupo amplio de entrenamiento.

Además, siento la necesidad de aplicar mis conocimientos sobre actividad física para la salud e intentar cambiar aspectos en la vida de personas que carecen de experiencia y conocimiento en este ámbito, y que por ende tienen más probabilidades de sufrir problemas relacionados con la inactividad física en un futuro (Cardinal, 2016). Así, este trabajo busca también la concienciación en la población universitaria sobre la importancia del entrenamiento físico, atacando el sedentarismo mediante la facilitación de un método de entrenamiento que implica poco material y menos tiempo que otros para lograr mejorar algunas de las cualidades físicas relacionadas con la salud (Garzón, Porcel y Ruiz, 2005).

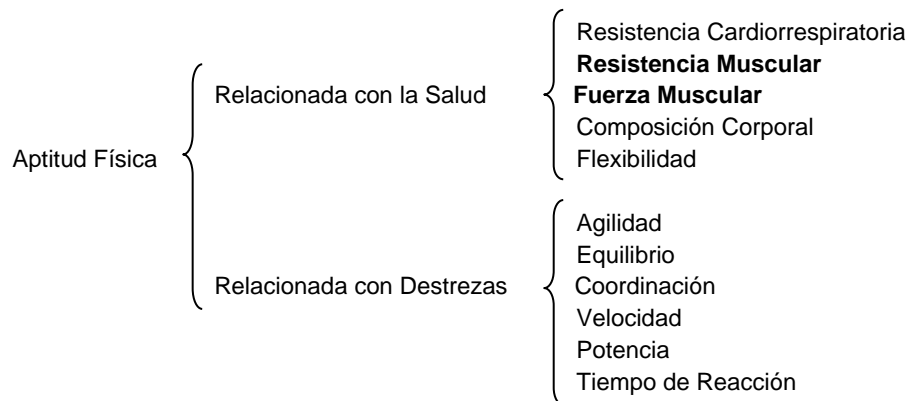
## **3.- CONTEXTUALIZACIÓN**

### **3.1.- La Condición Física: Fuerza en relación con la Salud (sociedad actual)**

La condición física puede definirse como la capacidad de llevar a cabo las tareas diarias con vigor y alerta, sin fatiga excesiva, con suficiente energía para disfrutar de actividades de ocio y para hacer frente a emergencias imprevistas (Caspersen, Powell y Christenson, 1985), o simplemente como la capacidad de una persona para la actividad física o ejercicio físico, incluyendo un conjunto de funciones y componentes, reflejados en la Figura 1, implicados en el movimiento entre los cuales se encuentra la fuerza y resistencia muscular, que a su vez supone una medida directamente relacionada con el estado general de salud, especialmente de los sistemas óseo-articular, cardiovascular y metabólico (Santana y Fukuda, 2011).

Descrita por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1946, la salud se concibe como “el estado completo de bienestar físico, psicológico y social, y no la simple ausencia de enfermedad” (Garzón et al., 2005, p. 146). En relación con la misma, hoy en día se conoce

que el nivel de condición física constituye un importante indicador biológico de salud y de calidad de vida desde la infancia (Santana y Fukuda, 2011) así como uno de los mejores predictores de la expectativa de vida (Garzón, 2007). Además, una mejora de la condición física no sólo afecta positivamente a la salud física, sino también a la salud mental, como han demostrado numerosos estudios, mostrando que el ejercicio influye positivamente sobre la autoimagen, autoestima, depresión y ansiedad (Garzón, 2007).



**Figura 1.** Componentes de la aptitud física (Caspersen et al., 1985).

Resulta posible mejorar la salud y el buen estado físico evitando conductas de riesgo que aceleran la manifestación de enfermedades relacionadas con el envejecimiento, y adoptando hábitos que se benefician de una fisiología que es inherentemente modificable (por ejemplo, ejercicio y dieta sana) (Garzón et al., 2005).

El ejercicio físico se propone actualmente como un método muy eficaz para el tratamiento y prevención de las principales causas de morbilidad en los países occidentales. Este tipo de intervención debe tener como objetivo principal la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria y la mejora de la fuerza muscular, debiendo ser complementado con un entrenamiento para la mejora de la coordinación global y la movilidad articular (Garzón et al., 2005). Numerosas investigaciones han demostrado una relación inversa entre la forma o aptitud física y algunas enfermedades: cardiovasculares, obesidad, diabetes, osteoporosis, ansiedad, depresión, cáncer de mama, colon y pulmón (Garzón et al., 2005).

Más concretamente, en la Tabla 1 se señalan los beneficios relacionados directamente con el entrenamiento de fuerza, que han sido catalogados por la Sociedad Americana de Medicina del Deporte (ACSM) como un elemento esencial de cualquier programa para el incremento de la condición física en adultos sanos de cualquier edad (Garzón et al., 2005; Westcott, 2012). Además, “influye positiva y directamente en las tareas cotidianas, dotando a la persona de mayor autonomía, evitando caídas y mejorando la independencia, aspectos de gran importancia socioeconómica, sobre todo a medida que la edad aumenta” (Garzón et al., 2005, p. 152).

**Tabla 1.** Beneficios del entrenamiento de Fuerza Muscular (Garzón et al., 2005; Westcott, 2012).

- Aumento de masa magra
- Aumento de metabolismo basal
- Prevención primaria y secundaria de enfermedad cardiovascular
- Prevención y reducción de osteoporosis
- Mejora de condición de diabetes y resistencia a la insulina
- Prevención y tratamiento de sarcopenia
- Prevención y rehabilitación ortopédica
- Prevención y mejora de lumbalgia
- Salud mental: beneficios en depresión y ansiedad
- Disminución del peso graso y la grasa visceral: obesidad
- Disminuye la presión arterial en reposo
- Mejora del perfil lipídico
- Disminuye malestar asociado a artritis y fibromialgia

A pesar de que es incuestionable que vivir una vida prolongada, en buena condición física y mental y sin enfermedades es importante para la inmensa mayoría de las personas (Garzón et al., 2005), y del indudable beneficio que representa la práctica de ejercicio sobre estos aspectos, la mayoría de la población sigue apostando por unos hábitos de vida sedentarios (Garzón et al., 2005). Lo que tiene una estrecha relación con las enfermedades hipocinéticas, enfermedades asociadas al desuso y la inactividad física (Cardinal, 2016). Las enfermedades cardiovasculares, la diabetes mellitus, la hipertensión y la obesidad son algunas de las más representativas (Cardinal, 2016). Como noticia alentadora se sabe que, por lo menos en parte, estas condiciones médicas pueden prevenirse y/o mitigarse con la práctica regular de la actividad física (Cardinal, 2016).

En relación con el sedentarismo, las personas atribuyen a la falta de tiempo como la principal razón de su falta de práctica de ejercicio físico de forma regular, independientemente de su etnia, sexo, edad o estado de salud (Jung, Bourne, y Little, 2014). Esto demuestra la necesidad de diseñar estrategias de ejercicio que promuevan los beneficios para la salud, con un compromiso de tiempo requerido reducido y que se perciban por los participantes como atractivas (Jung et al., 2014), para así poder combatir la inactividad física, importante factor de riesgo de morbilidad y mortalidad (concretamente cuarta causa de muerte a nivel mundial), de una manera eficiente y efectiva (López, Cerrato y Varela, 2017). Como explican Zaragoza, Serrano y Generelo (2005, p. 208):

No existen todavía, indicadores precisos sobre el nivel de aptitud física necesario para mejorar la salud, aunque gracias a los estudios sobre la sinergia entre aptitud física y salud, podemos hoy en día hacer recomendaciones de actividad física, apoyadas en sólidas bases científicas, sobre todo respecto al efecto protector de ésta en las enfermedades coronarias, y con menor precisión en otros factores como la reducción de osteoporosis, depresión, etc.

Pero si atendemos a las recomendaciones del ACSM, ya por 2011 se recomendaban al menos treinta minutos de actividad física de intensidad moderada cinco días a la semana, o veinte minutos de actividad más vigorosa tres días por semana, pudiéndose combinar ambos tipos. Además, debe realizarse entrenamiento de fuerza un mínimo de dos días por semana con ejercicios que impliquen a todos los grupos musculares principales (Kravitz, 2011). Sin embargo, el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (MSSSI, 2015) español es más ambicioso, recomendando un mínimo de setenta y cinco minutos de actividad aeróbica a la semana, si es de intensidad vigorosa, complementado con al menos dos sesiones semanales de entrenamiento de fuerza de grandes grupos musculares, que incluyan 8-12 ejercicios por cada uno. El United States Department of Health and Human Services (USDHHS), aumenta y concretiza un poco más las recomendaciones de los organismos señalados previamente y propone trabajar la fuerza muscular dos o más días a la semana, incluyendo 8-10 ejercicios por sesión y realizando 2-3 series de cada uno a una intensidad del 8-12 RM (Estévez-López, Tercedor y Delgado-Fernández, 2012). Por último, señalar que la OMS establece las mismas recomendaciones de ejercicio aeróbico que el MSSSI y el USDHHS en el plano del entrenamiento de la fuerza, respectivamente (World Health Organization, 2010).

### 3.2.- Métodos de Entrenamiento

En términos de ejercicio físico para la salud, el concepto método de entrenamiento es entendido como modo de realizar algo ordenadamente con el fin de lograr un efecto, sobre el sistema corporal relacionado con mejoras en la condición física y salud (Heredia-Elvar, García-Orea, Campillo, Isidro y Crespo, 2016). De este modo, el definir un método de entrenamiento de fuerza muscular y resistencia cardiovascular está asociado con la respuesta fisiológica relacionada con los elementos desarrollados en la Tabla 2 y la Tabla 3 (Heredia-Elvar et al., 2016).

**Tabla 2.** Propuesta de actualización de los métodos de entrenamiento de la resistencia en programas de acondicionamiento físico (Heredia-Elvar et al., 2016).

Métodos Entrenamiento Resistencia	Selección, organización y distribución de variables de entrenamiento			+	Orden y organización de ejercicios seleccionados	Métodos Continuos (MC)	MCU
							MCV
	Vol.	Int.	Den.	Métodos Fraccionados (MF)	MFIv	MFIIm	MFR

Nota: *Vol.* = Volumen; *Int.* = Intensidad; *Den.* = Densidad; *MCU* = Método Continuo Uniforme (Carga-intensidad); *MCV* = Método Continuo Variable (Carga-Intensidad); *MFIv* = Método Fraccionado Interválico; *MFIIm* = Método Fraccionado Intermitente; *MFR* = Método Fraccionado de Repeticiones; *MFM* = Método Fraccionado Modelado (Recreativo).

**Tabla 3.** Propuesta de actualización de métodos de entrenamiento de la fuerza (Heredia-Elvar et al., 2016).

<b>Métodos Entrenamiento Fuerza</b>	Selección, organización y distribución de variables de entrenamiento	+	Orden y organización de ejercicios seleccionados	Métodos progresión Vertical	Organización Circular	OCG
						OCC
						OCB
					Agrupamiento de Ejercicios para una misma Serie (AES)	A2ES
						A3ES
					A4ES	
					A5ES	
				Métodos Progresión Horizontal	Agrupamiento de Series para un mismo Ejercicio (ASE)	Intensidad Uniforme
						Intensidad Variable
						Intensidad Variable
		Intensidad Creciente				
		Intensidad Decreciente				
	Vol. Int. Den.					

Nota: *Vol.* = Volumen; *Int.* = Intensidad; *Den.* = Densidad; *OCG* = Organización Circular General; *OCC* = Organización Circular Concentrada; *OCB* = Organización Circular en Bloques; *A2ES* = 2 Ejercicios; *A3ES* = 3 Ejercicios; *A4ES* = 4 Ejercicios; *A5ES* = 5 Ejercicios.

### 3.2.1.- Entrenamiento de resistencia: Continuo vs Intermitente.

Es conocido que la mejora de la aptitud cardiovascular puede producir beneficios para la salud y que el Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT) es una manera eficiente de desarrollarla. En adultos sanos y jóvenes de mediana edad éste entrenamiento y el entrenamiento de resistencia tradicional, de menor intensidad y más continuo y prolongado, provocan mejoras en el consumo máximo de oxígeno, indicador de la aptitud cardiovascular; aunque el HIIT genera un beneficio adicional con respecto al  $VO_{2máx}$  (Milanović, Sporiš, y Weston, 2015).

HIIT y entrenamiento continuo de moderada intensidad (tradicional) inducen un gasto energético similar tras 24 horas de haber terminado el entrenamiento, explicando así los cambios comparables entre ambos tipos de entrenamiento en la composición corporal a pesar del menor volumen total de entrenamiento y menor compromiso de tiempo del HIIT. Por otro lado, se sabe que el gasto energético asociado a una sola sesión de HIIT es en general más bajo, aunque la intensidad sea mayor; esto es explicado por las diferencias en el tiempo total de ejercicio, que es menor. Sin embargo, se ha sugerido que el HIIT induce un mayor Exceso de Consumo de Oxígeno Post-ejercicio (EPOC) que el entrenamiento continuo de moderada intensidad debido a la alta intensidad (Skelly, Andrews, Gillen, Martin, Percival, y Gibala, 2014).



### 3.2.2.- Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT).

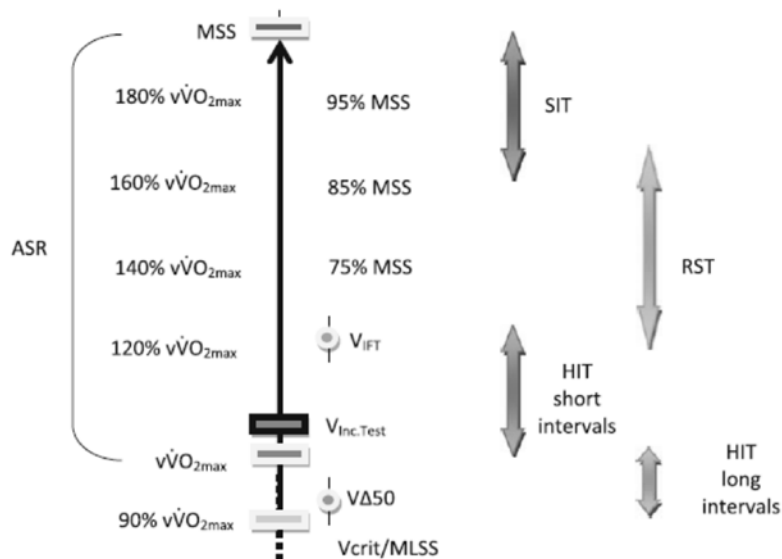
El HIIT es un tipo de entrenamiento caracterizado por intervalos repetidos de esfuerzo de alta intensidad seguidos de tiempos de recuperación de duración variada. Los períodos de trabajo intensos pueden variar en cuanto a duración entre 5 s y 8 min; y se ejecutan a una intensidad del 80-95% de la frecuencia cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>) (Cassidy, Thoma, Houghton y Trenell, 2017; Kravitz, 2011).

**Tabla 4.** Formatos de HIIT (Buchheit y Laursen, 2013).

Tipo	Esfuerzo	Recuperación
SIT	30 s	2-4 min
RST	3-7 s	<60 s
HIIT Intervalos Cortos	≤60 s	≤60 s
HIIT Intervalos Largos	≥60 s	>3-4 min

Nota: *SIT*= Entrenamiento Interválico de Sprints Cortos; *RST*= Entrenamiento de Sprints Repetidos; *HIIT* = High-Intensity Interval Training; s = segundos; min = minutos.

Los períodos de recuperación pueden tener una duración bastante variada en función de los objetivos pretendidos, aunque normalmente se realizan generalmente hasta alcanzar entre el 40% y el 50% de la FC<sub>máx</sub> (Cassidy et al., 2017; Kravitz, 2011). La duración total de una sesión HIIT puede ir desde los 5 hasta los 40 min, incluyendo recuperación (Buchheit y Laursen, 2013). Actualmente se describen varios formatos de entrenamiento dentro del HIIT (Tabla 4 y Figura 2).



**Figura 2.** Rangos de intensidad para los diversos formatos HIIT (Buchheit y Laursen, 2013, p.317). Nota: ASR = Reserva de Velocidad Anaeróbica; MSS= Velocidad Máxima de Sprint; MLSS = Máximo Estado de Lactato; RST = Entrenamiento de Sprints Repetidos; SIT = Entrenamiento Interválico de Sprints; HIT = Hig-Intensity Interval Training; VO<sub>2max</sub> = Consumo máximo de Oxígeno; vVO<sub>2max</sub> = velocidad mínima de ejecución necesaria para obtener VO<sub>2max</sub>; V<sub>Δ50</sub> = velocidad a medio camino entre vVO<sub>2max</sub> y MLSS; V<sub>crit</sub> = Velocidad crítica; V<sub>IFT</sub> = Velocidad máxima alcanzada al final de la prueba de aptitud intermitente 30-15; V<sub>Inc.Test</sub> = velocidad de prueba pico incremental.

La alta intensidad que conlleva practicar este tipo de entrenamiento podría tener el inconveniente de resultar desagradable al poder experimentarse falta de aire, dolor muscular y gran fatiga asociada, haciendo que esta modalidad pueda ser menos tolerable que el entrenamiento continuo de moderada o baja intensidad en ciertas poblaciones y que pueda desencadenar un cese de la actividad (Jung et al., 2014; Thum, Parsons, Whittle y Astorino, 2017). En principio, “a velocidades de trabajo superiores al segundo umbral ventilatorio (VT2), que son características del HIIT, las sensaciones personales se vuelven más incómodas debido a la aparición una mayor contribución del metabolismo anaeróbico al suministro de ATP” (Thum et al., 20217, p. 2). Por todos estos matices aparentemente negativos en cuanto a sensaciones, podemos intuir que la práctica de HIIT sólo será una alternativa viable a programas tradicionales de ejercicio continuo si se percibe como una actividad agradable y placentera. En esta línea, un estudio llevado a cabo por Bartlett y colaboradores (2011) se observó que el disfrute percibido de un ejercicio consistente en 6 intervalos de alta intensidad y 3 min de duración, al 90% del  $VO_{2máx}$ , fue mayor que el percibido durante un entrenamiento basado en correr de forma continuada al 70% del  $VO_{2máx}$  durante 50 min de duración (Jung et al., 2014). También existen referencias demostrando que actividades cortas de alta intensidad pueden hacer frente a otro factor limitante de la práctica general de actividad física, como es la falta de motivación, ya que puede ser una opción más llamativa de ejercicio que el entrenamiento más prolongado al obtener pequeños logros o alcanzar metas en intervalos más cortos de tiempo (Weston, Wisløff y Coombes, 2014).

Hoy en día el HIIT se considera un método muy efectivo no sólo para mejorar el rendimiento físico deportivo (Buchheit y Laursen, 2013) sino también en el ámbito de la salud. Las principales adaptaciones en este sentido quedan señaladas en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Beneficios del entrenamiento HIIT sobre la condición física en relación con la salud y en rendimiento (Skelly et al., 2014).

HIIT y Salud:	HIIT y Cualidades Físicas (Rendimiento):
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la presión sanguínea</li> <li>• Mejora de la salud cardiovascular</li> <li>• Mejora de la sensibilidad a la insulina</li> <li>• Mejora de los perfiles de colesterol</li> <li>• Disminución de la masa grasa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la cualidad aeróbica</li> <li>• Mejora de la cualidad anaeróbica</li> </ul>

### 3.2.3.- Calistenia: fuerza muscular.

El entrenamiento de fuerza muscular, entendido como método especializado de acondicionamiento de un individuo que trabaja frente a una amplia variedad de cargas resistivas para mejorar la salud, la condición física y el rendimiento (Lloyd et al., 2014) incluye como una de las formas de entrenamiento más básicas el entrenamiento con el

propio peso corporal (BWT, acrónimo del inglés *Body Weight Training*), donde es el peso corporal del individuo el que proporciona la resistencia (Haff, Berninger, y Caulfield, 2015).

La calistenia es un método de entrenamiento con el propio peso corporal. Se trata de una forma de ejercicio dinámico que consiste en una variedad de movimientos simples, a menudo rítmicos, generalmente usando mínimo equipo o aparatos (Probst et al., 2011).

Flexiones, dominadas, abdominales, o sentadillas son actividades típicas en el BWT que imitan los patrones de movimiento fundamentales (Kalym, 2014). Es un entrenamiento funcional al permitir trabajar en tres dimensiones moviendo el cuerpo contra la fuerza gravitatoria y las fuerzas de reacción del suelo (Harrison, 2010). Los cuatro pilares del movimiento humano son la locomoción, los cambios de nivel, empujar y tirar, y la rotación (Santana, 2015); y el BWT tiene en cuenta estas particularidades, por lo que mediante la realización del mismo se promueve un entrenamiento útil para la vida diaria de la persona, a la vez que beneficioso para su salud y rendimiento deportivo (Suchomel, Nimphius, y Stone, 2016). El entrenamiento con fines físicos y estéticos trata más sobre entrenar músculos, mientras que el entrenamiento con fines funcionales versa más sobre entrenar movimientos (Contreras, 2014); éste es el caso de la calistenia, que puede mejorar la fuerza muscular usando diferentes variaciones progresivas que mantienen los principios del entrenamiento (Kotarsky, 2016). En la Tabla 6 se muestran los resultados relacionados con la fuerza y otras cualidades físicas de varias investigaciones en las que el tipo de entrenamiento llevado a cabo estuvo basado en una combinación de HIIT y calistenia.

La calistenia es un método probado para alcanzar y mantener la forma física (Thompson, 2012) usando diferentes variaciones progresivas que mantienen los principios del entrenamiento. Permite mejorar la fuerza muscular del tren superior (Kotarsky, 2016) y la fuerza muscular general (del Rio Alijas y Díaz Torre, 2015; World Calisthenics Organization, 2016) y relativa (Harrison, 2010) induciendo beneficios para la salud.

En el ámbito deportivo una mayor fuerza muscular se asocia fuertemente con mejores características de fuerza-tiempo que contribuyen al rendimiento general deportivo, como la capacidad de realizar habilidades generales deportivas. Además, una mayor fuerza muscular permite al deportista desarrollar potencia antes y en mayor medida, pero también disminuye el riesgo de lesiones (Suchomel et al., 2016). En una época de crisis económica, el BWT o calistenia, cuyas ventajas e inconvenientes quedan reflejados en la Tabla 7, puede ser una buena opción para sentirse y verse bien sin una gran inversión financiera, utilizando un equipo mínimo y realizando ejercicios básicos durante no más de 30 minutos generalmente (Thompson, 2012; 2015).

**Tabla 6.** Investigaciones sobre Calistenia (BWT) y HIIT en población joven sana.

Autor	Población	Sesiones/ Semana	Duración (Semanas)	Tipo de trabajo	Efectos beneficiosos
McRae et al., 2012	Mujeres Activas (20.3 ± 1.4 años)	4	4	8x20s con 10s descanso de 1 ejercicio de calistenia	VO <sub>2</sub> máx (8%) Resistencia muscular: • Extensión cuádriceps (40%) • Press banca (207%) • Sit-Ups (64%) • Flexiones (135%) • Ext. de espalda (75%)
Myers, Schneider, Schmale y Hazell, 2015	Mujeres sedentarias (20.9 ± 6.2 años)	3	5	Circuito de resistencia aeróbica con BW (5 ejercicios)	VO <sub>2</sub> máx (11%) Capacidad anaeróbica: • PPR (5%) • PMR (3,2%) Fuerza muscular: • 1 RM pecho (20,6%) • 1 RM isquiotibiales (8,3%)
Lipecki y Rutowicz, 2015	Mujeres no deportistas profesionales (21-23 años)	4-5	10	HIIT + BWT (12-36 min/ sesión)	VO <sub>2</sub> máx (33,3%) Fuerza explosiva tren inferior (5,6%) Fuerza-resistencia del tronco (10,7%)
Kotarsky, 2016	Hombres moderadamente entrenados (23 ± 6.8 años)	3	4	Entrenamiento calistenia progresivo PUSH (empuje)	1 RM press banca Progresión Push-Up
Díaz, 2015	Hombres y mujeres en edad universitaria (19-28 años)	3-4	18	HIIT + Calistenia	Tren superior: • Fuerza máxima (50%) • Fuerza resistencia (25%) Fuerza resistencia abdominal (13,16%)

Nota: s = segundos; VO<sub>2</sub>máx= Consumo máximo de oxígeno; PPR= Pico Potencia Relativa; PMR= Potencia Media Relativa.

**Tabla 7.** Ventajas e inconvenientes del entrenamiento con el propio peso corporal o Calistenia.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Específico para cada individuo: longitud de las extremidades, inserción del músculo/tendón, y peso corporal (Harrison, 2010)</li> <li>• Funcionalidad en su práctica y objetivos, la mayoría de ejercicios son de cadena cinética cerrada involucrando varios grupos musculares simultáneamente (Harrison, 2010)</li> <li>• Económico y versátil, aprovechamiento de espacios urbanos o materiales (del Río Alijas y Díaz Torre, 2015; Harrison, 2010)</li> <li>• Favorece relaciones sociales y desarrollo de la creatividad (del Río Alijas y Díaz Torre, 2015)</li> <li>• Accesible para población mayor y niños (World Calisthenics Organization, 2016)</li> <li>• Bajo riesgo de lesión (Santos et al., 2015)</li> <li>• Tiende hacia el entrenamiento de cuerpo entero, lo que permite desarrollar un físico y fuerza armónicas (Contreras, 2014)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiende claramente hacia movimientos de empuje frente a tracción, ya que los ejercicios de tracción suelen requerir de material específico (Contreras, 2014)</li> <li>• Puede ser fácil lesionarse si existe un sobreuso de ejercicios, o por realizarlos con una técnica pobre (Kalym, 2014)</li> </ul>

### **3.3.-Freeletics BWT®**

La encuesta anual de novedades/tendencias en entrenamiento deportivo realizada por el ACSM ha recogido durante los últimos 5 años dentro de su TOP 3 tanto al BWT como al HIIT, estando en este año 2017 situadas en los puestos segundo y tercero respectivamente, sólo superadas por la tecnología utilizable para monitorizar el ejercicio y seguidas de cerca por los profesionales certificados y experimentados de la actividad física (Thompson, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016).

Combinar ejercicios con el propio peso corporal y el HIIT configura un modo de entrenamiento “eficiente en tiempo” al requerir un volumen de entrenamiento total menor (Gillen y Gibala, 2014). Teniendo en cuenta las citadas recomendaciones sobre actividad física de la ACSM, las características del estilo de vida y necesidades de la población actual anteriormente señaladas, los beneficios patentados del HIIT y del BWT, a nivel de salud y rendimiento deportivo, y las tendencias ACSM de los últimos años, en cuanto a actividad física y ejercicio, llegamos a la conclusión de que puede ser interesante y atractivo llevar a cabo un sistema de entrenamiento que combine todos estos ingredientes.

*Freeletics BWT®* es un sistema de entrenamiento que combina el HIIT con el BWT. Surgió en Alemania a principios del 2013 con el objetivo de ofrecer un soporte para entrenar sin limitaciones de espacio, material, tiempo ni dinero, a través de una simple aplicación móvil. No obstante, para que se puedan llevar a cabo algunos de los ejercicios que propone, es necesaria una barra de dominadas o una pared (Freeletics GmbH, 2017).

Dentro de su aplicación recoge numerosas rutinas de entrenamiento estandarizadas, aunque con posibilidad de adaptarlas a cada nivel de condición física, y cuyos ejercicios (Anexo 10.2.) se presentan meticulosamente explicados en cuanto a ejecución mediante videos y breves instrucciones en forma de texto en los mismos.

Actualmente, la versión más exclusiva de la aplicación cuenta con un ‘Coach’ que programa entrenamientos individuales al usuario en función de los objetivos deseados por él, su disponibilidad de tiempo o frecuencia de entrenamiento semanal deseada, y de parámetros de condición física previamente evaluados en una batería de test inicial. La carga externa que supone cada entrenamiento queda registrada en la aplicación, así como la percepción subjetiva de esfuerzo que ha supuesto la misma para el sujeto. Con esto, una vez completado cada ciclo de entrenamiento, el coach vuelve a programar automáticamente el siguiente teniendo en cuenta la información recogida previamente y los nuevos objetivos y preferencias del usuario para el siguiente periodo.

Basándonos en todo lo expuesto sobre las necesidades y particularidades de la población en la actualidad y los beneficios que suponen unos buenos niveles de fuerza muscular sobre

la salud de las personas, he considerado como muy interesante estudiar los posibles beneficios de este método de entrenamiento que, dadas sus características, parece ser una opción real para la mejora de la fuerza muscular requiriendo poco tiempo, espacio y dinero.

#### **4.- OBJETIVOS DEL TRABAJO Y COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

Los objetivos del presente trabajo son principalmente:

1. Realizar una revisión bibliográfica de la literatura actual relacionada con el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), la calistenia y los beneficios para la salud de las personas del entrenamiento de fuerza, de cara a contextualizar el posterior trabajo experimental.
2. Valorar los cambios producidos en los niveles de fuerza para distintos movimientos y grupos musculares tras un programa de 9 semanas de entrenamiento interválico de alta intensidad con el propio peso corporal (*Freeletics BWT®*) en población universitaria recreativamente entrenada (no sedentaria ni habituada al entrenamiento).

En cuanto a las competencias que se pretenden desarrollar en el Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (FCAFD Universidad de León, 2017), este trabajo ha fomentado en mí el desarrollo de, entre otros:

- Aprendizaje de los conocimientos aplicados:
  - Promover y evaluar la formación de hábitos de práctica de la actividad física y del deporte orientados al mantenimiento y mejora de la condición física y salud.
  - Planificar, desarrollar y controlar el proceso de entrenamiento en los distintos niveles y la realización de programas de actividades físico-deportivas.
- Competencias específicas:
  - Diseñar una planificación del entrenamiento para un deportista o grupo concreto, y aplicar diferentes metodologías para el control de las cargas de preparación y competición.
  - Interpretar resultados y controlar variables utilizando diferentes métodos y técnicas instrumentales de medición o estimación, tanto de laboratorio como de campo, y aplicarlas en sus futuras tareas profesionales en diferentes grupos de población: docencia, salud, entrenamiento y rendimiento deportivo.

#### **5.- METODOLOGÍA**

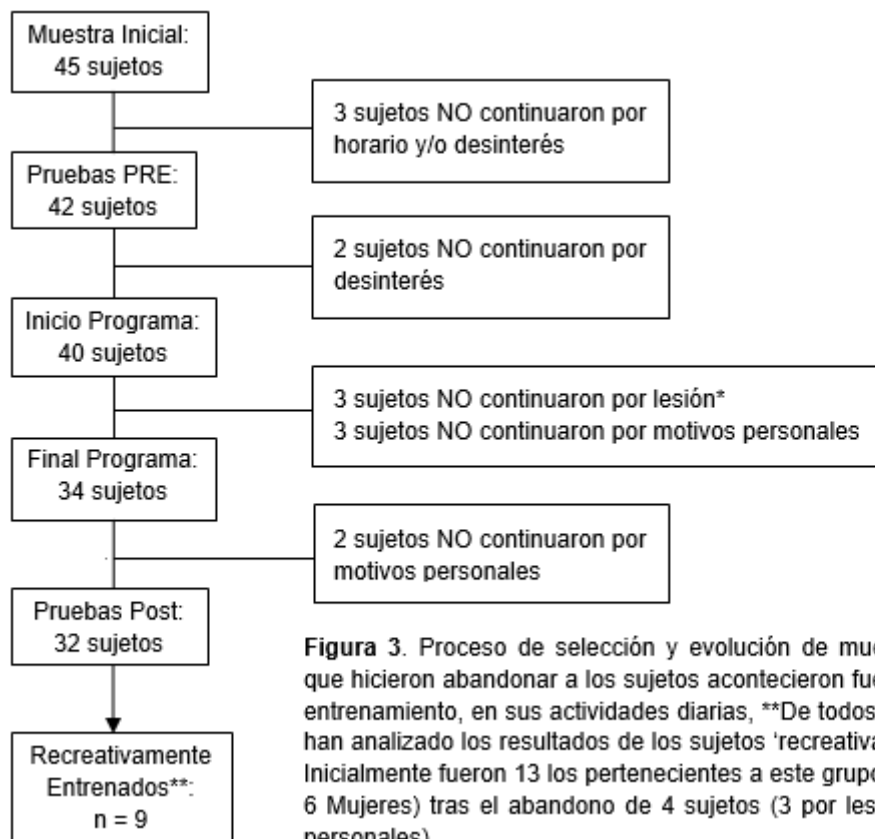
##### **5.1.- Revisión de la literatura científica**

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de la literatura más actual (2010-2017), sobre el HIIT, el entrenamiento de fuerza con el propio peso corporal y su repercusión en indicadores

relacionados con la salud, bajo las palabras claves: “*high intensity*”, “*high-intensity interval training*”, “*HIIT*”, “*HIT*”, “*muscle strength*”, “*muscle endurance*”, “*Calisthenics*”, “*Body Weight Training*” y “*physical fitness*”, así como sus traducciones al español. Principalmente la revisión se centró en investigaciones publicadas en inglés, haciendo especial hincapié en metaanálisis, revisiones e intervenciones que mostraban condiciones de trabajo similares (HIIT, calistenia y población joven). De todos los archivos revisados, finalmente solo se tuvieron en cuenta 5 estudios o investigaciones para discusión con los resultados obtenidos en el presente trabajo por ser los únicos en cumplir las características señaladas anteriormente. Si bien es verdad, más de veinte artículos relacionados con la temática de una u otra forma fueron utilizados para contextualización del trabajo, además de ser consultadas otras fuentes tales como libros y páginas webs de interés científico con el fin de complementar la información encontrada en las bases de datos SportDiscus, Dialnet y PubMed, entre otras.

## 5.2.- Sujetos

Inicialmente 45 sujetos participaron de manera voluntaria en el programa tras firmar un consentimiento informado (Anexo 10.5) conociendo previamente las características y particularidades del mismo, incluyendo posibles beneficios y riesgos para su salud. Todo el proceso de selección y evolución de la muestra queda resumido en la Figura 3.



La manera de proceder para su colaboración consistió en realizar un comunicado a la comunidad universitaria enunciando la existencia del estudio que íbamos a llevar a cabo, sus características, y la necesidad de participantes. Los sujetos interesados fueron convocados en una reunión para ser informados sobre las características, requerimientos y procedimientos del estudio. Se tuvo en cuenta, además, la disponibilidad horaria de los sujetos, facilitada por los mismos en la reunión, para elaborar el cuadrante horario y semanal de entrenamientos. Tras realizar una prueba de esfuerzo ergoespirométrica con análisis de gases espirados y monitorización de la frecuencia cardiaca tanto mediante electrocardiografía como con un pulsómetro PolarTeam-2, y realizar las pruebas físicas específicas de que consta este trabajo, y descritas en Material y Métodos, finalmente sólo se obtuvieron datos válidos de 32 participantes. Tras el análisis de los mismos y su relación con el nivel de entrenamiento se procedió a su distribución en 3 grupos: sedentarios, recreativamente entrenados, y entrenados.

Los criterios de inclusión y exclusión para formar el grupo de 'Recreativamente Entrenados' fueron: no padecer enfermedad ni lesión que les impida realizar este tipo de entrenamientos; no realizar ninguna otra actividad físico-deportiva o entrenamiento (salvo las prácticas de asignaturas en aquellos que estudien CAFyD), no tomar medicación ni sustancias que afecten a los parámetros de registro ni al rendimiento en los ejercicios y pruebas, y asistir como mínimo al 80% de las 32 sesiones programadas, además de realizar la totalidad de las pruebas objetos del trabajo y portar en las sesiones el pulsómetro para monitorización del esfuerzo. El grupo inicialmente se constituyó con 11 personas teniendo en cuenta los valores reflejados en la Tabla 10, si bien atendiendo a los criterios expuestos la muestra final fue de 9 personas.

### **5.3.- Procedimiento**

Realizamos nuestra programación teniendo en cuenta las recomendaciones de optar por frecuencia sobre volumen, es decir, preferible entrenar 4 días/semana durante 30 min que 2 días/semana durante 60 min. Además, es recomendable si se realizan rutinas de cuerpo entero, como en nuestro caso, ofrecer un descanso suficiente antes de la próxima sesión. Por ejemplo, entrenando 4 días por semana, intercalar 3 días de descanso en la semana (Contreras, 2014).

El grupo inicial fue dividido en tres niveles de condición física: no entrenados (G1), recreativamente entrenados (G2) y entrenados (G3). Esta división fue realizada con el objetivo de respetar el principio de estímulo eficaz mediante una encuesta facilitada en el grupo público de Facebook "Freeletics León" (elaborado para este estudio) que buscaba conocer la experiencia previa de entrenamiento con el propio peso corporal en los



participantes y los resultados obtenidos en una serie de pruebas de evaluación de la condición física previa al comienzo del programa de entrenamiento con este fin (Tabla 10), entre las que se encuentran las pruebas de evaluación de la fuerza muscular y cuyos resultados se analizan en este trabajo. Todos los sujetos participaron en al menos una de las sesiones de familiarización previas al inicio del programa con el fin de conocer la ejecución técnica de los ejercicios y evitar riesgos de lesión.

#### 5.4.- Diseño general del estudio

Todos los participantes evaluados al final (32 en total), que de los cuales 9 componen la muestra válida para este trabajo, completaron un programa de 9 semanas de duración, con 4 sesiones de entrenamiento semanal. La línea temporal o cronograma de todo el proceso del estudio se muestra resumido en la Figura 4, así como las pruebas de evaluación llevadas a cabo en la Tabla 8.



Figura 4. Línea temporal resumen de investigación (2016-2017).

Tabla 8. Componentes y parámetros de la condición física evaluados, y test de evaluación.

Componentes	Parámetro	Test
Fuerza-Explosiva	Fuerza explosiva/potencia de extremidades inferiores	Squat Jump-SJ (cm)
		Counter Movement Jump-CMJ (cm)
		Abalakov (cm)
Fuerza-Máxima	Fuerza máxima tren superior	1 RM press de banca (kg)
Fuerza-Resistencia	Fuerza resistencia abdominal	Sit-Ups (s)
	Fuerza resistencia general	Test de Burpees (nº)
Composición Corporal	Peso corporal, porcentaje de grasa, masa libre de grasa y agua corporal	Báscula de Bioimpedancia (Tanita BC-418 MA®)

#### 5.5.- Material y Métodos

Referente a las pruebas de evaluación, realizadas antes del inicio del programa (Pre) entre los días 16 y 30 de enero según disponibilidad de los participantes, tanto en horario de mañana como de tarde y generalmente en grupos de entre 3 y 4 personas. De igual forma se procedió en la evaluación tras la finalización del programa (Post) entre los días 17 y 26 de abril. Las pruebas Pre tuvieron lugar en el pabellón y el gimnasio de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (FCAFD), mientras que las Post fueron

realizadas en el pabellón multiusos de las instalaciones del Servicio de Deportes de la Universidad de León “Hansi Rodríguez” y en el gimnasio de la FCAFD. La prueba para evaluación de composición corporal se realizó en el laboratorio de valoración de la condición física del grupo de investigación VALFIS la FCAFD. Se muestra una tabla resumen de todos los test (Tabla 9), así como de los calentamientos realizados previamente a cada uno (Anexo 10.3.). Todas las pruebas se realizaron con el permiso de las autoridades competentes (Decanato FCAFD, Conserjería FCAFD, Servicio de Deportes de la Universidad y Tutor del TFG).

### **5.5.1.- Tests de Fuerza Explosiva, Fuerza Resistencia y Fuerza Máxima.**

La fuerza explosiva de tren inferior, o potencia de salto, fue evaluada mediante el protocolo de Bosco (Squat Jump, Counter Movement Jump y Abalakov Jump, realizados en ese orden), método probado y validado para evaluar el rendimiento muscular de los miembros inferiores (Ruiz et al., 2006). De cada salto se realizaban 3 mediciones consecutivas separadas por aproximadamente 1 min de descanso. Primeramente, se realizaba una breve explicación de la prueba y de la técnica correcta para realizar cada uno de los saltos que la componían. Los sujetos practicaban una vez cada salto antes de realizar los saltos válidos para las mediciones, llevadas a cabo mediante la plataforma de contacto optoeléctrico SportJump System Pro®, sistema válido y fiable para medir saltos verticales (García-López, Rodríguez-Marroyo, Pernía, Ávila y Villa, 2008), que mide tiempo de vuelo del saltador para determinar la altura del salto. Si un salto no se ejecutaba técnicamente bien no se daba por válido y se procedía a realizar otro intento más.

Fuerza resistencia de musculatura abdominal (Safrit, Zhu, Costa y Zhang, 1992) (25 Sit-Ups) y resistencia muscular general (Podstawski, 2015) (Test de Burpee – 1 min), ambas pruebas elegidas por su especificidad y con ejercicios muy presentes durante todo el programa de entrenamiento. Estas 2 pruebas se realizaban a continuación de las pruebas de fuerza explosiva del tren inferior (pruebas de carácter neural, metabolismo anaeróbico aláctico) para respetar una correcta secuenciación que no afectase de forma negativa a ninguna prueba. El test de Burpee se realizaba antes de los Sit-Ups. Pruebas:

- Test de Burpee – 1 min: consiste en realizar durante un minuto el mayor número de Burpees posibles, con la particularidad de no realizar flexión de brazos en la ejecución del ejercicio (Podstawski, Bernard, Tomasz, Michał y Dariusz, 2013), para determinar el grado de resistencia muscular del sujeto (Podstawski y Choszcz, 2014; Podstawski et al., 2015a; Podstawski et al., 2015b). La exactitud y fiabilidad de esta prueba motora ha sido confirmada por numerosos estudios (Pilicz, 1997 y Szopa et al., 1998 en Podstawski et al., 2015).

- Sit-Ups - 25 repeticiones.: prueba extraída de la aplicación *Freeletics BWT*<sup>®</sup>, requerida en la misma para evaluar a los participantes antes de iniciar sus programas. El test consistió en medir el tiempo que cada sujeto tardaba en realizar 25 Sit-Ups, concretamente del ejercicio estandarizado por *Freeletics BWT*<sup>®</sup>, que en posición decúbito supino, con rodillas flexionadas y pies apoyados consiste en una flexión de tronco en la que las manos tocan el suelo por encima de la cabeza cuando estamos en extensión y por delante de la línea marcada por los talones cuando realizamos la flexión. Se sujetó los pies a cada participante para evitar que se desplazase y se utilizó un cronómetro manual (Bq Aquaris E5s<sup>®</sup>) para medir el tiempo de realización de la prueba.

La fuerza máxima fue determinada mediante la medición del 1RM (Repetición Máxima) en el movimiento de press banca a través del análisis de la velocidad media propulsiva (VMP) de desplazamiento de cargas mediante un Encóder Optoelectrónico sin cable (Velowin v.1.0<sup>®</sup>) para valorar la fuerza máxima de tren superior en movimiento de empuje. Se utilizó una máquina Smith o multipower para realizar la medición, con una barra que ofrecía una resistencia de 17 kg y discos adecuados.

Se procedió al levantamiento de varias cargas en progresión hasta alcanzar una carga que supusiese una elevada intensidad para cada sujeto, cercana a su 1RM. Con la VMP de la última carga levantada se procedía a la determinación del 1RM para este movimiento a través de la ecuación (Figura 5) que permite la estimación del mismo a partir de la velocidad de desplazamiento de una carga y del valor de la misma en kilogramos, ya que se conoce la existencia de una relación intensidad-velocidad máxima en el movimiento de press banca, que permite hallar el 1RM (Sánchez-Medina et al., 2010 en Marchante, 2015).

$$1RM = \frac{p \cdot 100}{11,4196v^2 - 81,904v + 114,03}$$

**Figura 5.** Ecuación para cálculo de 1RM a partir de la VMP o  $v$  (en m/s) y carga o  $p$  (en kg) (Modificado de Sánchez-Medina et al., 2010 en Marchante, 2015).

En sujetos inexpertos se recomienda el cálculo del 1RM con cargas submáximas extrapolables al 1RM mediante el empleo de fórmulas (Marchante, 2015).

### **5.5.2.- Test de Composición corporal.**

Para la prueba de composición corporal se pidió a todos los sujetos que acudieran en horario de mañana a pesarse en una báscula de Bioimpedancia eléctrica (Tanita BC-418 MA<sup>®</sup>) cumpliendo las siguientes condiciones estandarizadas: pesarse descalzo y en ropa interior 2-3 h después de haberse levantado, sin tomar líquidos 3-4 h antes, sin tomar alcohol 12-24 h antes, sin ejercicio vigoroso 12 h antes, habiendo orinado al menos 30 min

antes y sin portar objetos metálicos. Prueba validada por el Grupo Español de Cineantropometría para tal fin (Alvero et al., 2009). Previamente se midió la talla, con el propósito de poder calcular a posteriori el IMC, mediante un tallímetro (SECA, precisión 2 milímetros).

#### **5.6.- Programa de entrenamiento Freeletics BWT®**

No parece estar estandarizada la mejor relación dosis-respuesta de este tipo de estímulos, sobre todo en cuanto a intensidad y volumen mínimo y óptimo. Debe ser establecida para cada cohorte de población y objetivo (Peña, 2014). No obstante, se ha propuesto que la mínima dosis de ejercicios calisténicos de alta intensidad que es necesaria para aumentar el rendimiento muscular se encuentra en o por debajo de 4 minutos al día 4 días por semana, usando un método de 10 segundos de recuperación por 20 de trabajo (McRae et al., 2012).

Respetando la estructura de los entrenamientos tipo *Standard* clasificados por *Freeletics BWT®*, se llevaron a cabo adaptaciones en función del nivel de condición física de cada grupo modelando así la carga de entrenamiento para que fuese equilibrada.

El modo de entrenamiento está basado, en BWT y HIIT con ejercicios característicos (Anexo 10.2.). Consiste en completar una serie de ejercicios en el menor tiempo posible. Los ejercicios combinaban diferentes capacidades físicas, y variaban de una sesión a otra. Cada sesión comprendió varios grupos de ejercicios, dependiendo de las áreas físicas que se pretendiesen desarrollar, siempre realizados a una alta intensidad con un descanso mínimo, aunque cada participante marcaba su ritmo de ejecución, como recomiendan en estos casos Hak, Hodzovic y Hickey (2013).

La intensidad media de entrenamiento se verificaba tras el mismo para que respetara las indicaciones requeridas para ser considerado HIIT, es decir, ejecutarse al 80-95% FC<sub>máx</sub> según Cassidy et al. (2017) y Kravitz (2011), lo que se confirmaba gracias a la monitorización de la Frecuencia Cardíaca (FC) de los participantes durante las sesiones de entrenamiento a través de pulsómetros Polar Team-2 (Polar Team®. Polar® Electro Oy, Finland) y su posterior análisis con su correspondiente software, teniendo como referencia la FC<sub>máx</sub> medida en prueba de esfuerzo ergoespirométrica máxima previa realizada con el mismo pulsómetro. Además, se tenía en cuenta la Percepción Subjetiva del Esfuerzo como otro factor predictor de la intensidad de entrenamiento, método validado y utilizado para tal fin en multitud de ámbitos de entrenamiento (Silva-Grigoletto et al., 2013). En función de todos estos datos se llevaba a cabo la planificación y programación del entrenamiento de la forma más adecuada posible y asegurar el cumplimiento de los principios de entrenamiento.

La duración de las sesiones fue de 5 hasta 30 minutos, en función de cada tipo de sesión y sujeto. Se recogió el tiempo de entrenamiento de todos los sujetos en todas las sesiones. La

recuperación o intervalos siguieron los criterios programados por los propios entrenamientos de *Freeletics BWT*®. Todas las sesiones fueron supervisadas, en concreto, cada uno de los tres grupos fue supervisado por una persona, siendo yo mismo quién supervisó al grupo de Recreativamente Entrenados, cuyos datos se analizan en este trabajo.

Tanto la programación completa como las características de cada sesión quedan recogidas en el Anexo 10.1., además de los datos recogidos en una sesión de las realizadas durante las 9 semanas de entrenamiento, de un total de 32 realizadas, que se muestran también en dicho Anexo (Anexo 10.1.).

### 5.7.- Análisis de datos

Todos los datos cumplieron con los requisitos de normalidad y homocedasticidad (prueba de Shapiro-Wilk y de Levene), comprobados mediante el software SPSS versión 24.0 para Microsoft (SPSS Inc., Chicago, IL, Estados Unidos). Se realizó un análisis descriptivo (medias -M- y desviaciones estándar -DE-) para todos los conjuntos de datos y se determinó el tamaño del efecto de muestras correlacionadas, método que permite determinar diferencias sin influencia del tamaño muestral (Hopkins, 2007), en una hoja de cálculo diseñada por Lackens (2013), salvo el nivel de significación, fijado en  $p < 0.05$ , que fue hallado mediante el software SPSS. Atendiendo a las recomendaciones de Lakens (2013), se reportó la  $g$  de Hedges ( $g_{av}$  cuando las comparaciones son intra-sujeto). Se consideraron los siguientes valores de tamaño del efecto:  $< 0.2$  trivial,  $0.2-0.5$  pequeño,  $0.5-0.8$  moderado,  $> 0.8$  grande (Cohen, 1988).

## 6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros de composición corporal y antropométricos de los 9 estudiantes universitarios (6 mujeres y 3 hombres) participantes se muestran en las Tabla 9 y Tabla 11 respectivamente, siendo grupo homogéneo en edad, y con valores normales de IMC, masa grasa y masa libre de grasa para población universitario no muy entrenada (Alvero et al., 2009) y con amplio rango en algunos parámetros como el metabolismo basal, en relación a ser un grupo con integrantes de ambos géneros.

<b>Tabla 9.</b> Parámetros de composición corporal de la muestra: Grupo 2 (n = 9).		
<b>Parámetros</b>	<b>Media (DE)</b>	<b>Rango</b>
Masa grasa (%)	23.13 (6.04)	13.50 – 29.60
Masa libre de grasa (%)	76.91 (6.04)	70.40 – 86.50
Agua corporal (%)	56.31 (4.37)	51.60 – 63.30
Metabolismo Basal (Kcal/día)	1562.11 (313.86)	1315.00 – 2163.00

Nota: Valores medios y desviación estándar (DE) y rango (valor mínimo-valor máximo); *IMC* = Índice de Masa Corporal.

**Tabla 10.** Resultados en pruebas Pre para clasificación de sujetos en los grupos G1, G2 y G3.

Sujetos G2	Sexo	Test Burpee 1' (reps)	10 BP (s)	10 PuU (s)	25 MC (s)	25 SU (s)	Vel. máx 20m (s)	SJ (cm)	CMJ (cm)	ABK (cm)	VO <sub>2máx</sub> (L/min)	VO <sub>2máx</sub> R (ml/kg/min)	Vel. máx PEM(km/h)
1	M	30.00	26.18	17.00	10.09	37.00	3.45	28.80	30.30	32.10	2.68	47.00	14.00
X	H	27.00	25.60	13.03	8.55	27.20	3.25	29.90	31.50	35.50	4.82	50.00	15.00
2	M	26.00	27.70	16.40	12.05	30.00	3.36	26.30	29.90	31.60	2.73	48.00	14.50
3	H	25.00	26.70	16.30	9.82	32.11	2.95	30.00	34.40	42.00	3.80	44.00	16.00
4	H	31.00	22.31	11.40	11.44	38.39	3.11	33.70	41.10	45.20	3.20	42.00	14.50
5	M	23.00	28.70	20.30	13.20	40.40	3.33	20.40	25.70	26.20	2.64	44.00	13.90
X	M	17.00	29.20	18.75	13.20	34.80	3.09	23.80	27.70	30.30	2.34	41.00	14.10
6	H	22.00	30.69	12.80	9.36	40.99	3.04	31.10	33.90	41.80	3.51	46.00	16.00
7	M	22.00	31.56	17.90	13.28	35.84	3.14	29.80	31.80	38.00	3.03	50.00	15.00
X	M	21.00	32.80	14.30	11.10	33.00	3.40	23.50	26.10	30.50	2.74	40.00	14.00
8	M	21.00	32.97	17.20	15.90	46.52	3.39	28.10	30.80	35.50	2.45	42.00	13.60
X	H	16.00	29.30	15.00	12.30	54.60	2.96	31.30	39.40	45.90	3.69	44.00	16.70
9	M	18.00	38.50	16.70	12.50	44.50	3.59	22.90	23.30	29.40	2.50	42.00	14.30
PROMEDIO G2	-	23.42	28.64	15.85	11.69	37.50	3.21	28.06	31.88	36.22	3.14	44.83	14.78
PROMEDIO G1	-	28.83	23.29	11.84	10.78	29.28	3.02	31.31	35.78	42.23	3.94	54.42	17.32
PROMEDIO G3	-	15.29	53.93	29.77	14.99	74.13	3.69	20.39	22.99	26.11	2.17	37.10	12.42

Nota: BP = Burpees; PuU = Push-Ups; MC = Mountain Climbers; SU = Sit-Ups; SJ = Squat Jump; CMJ = Counter Movement Jump; ABK = Abalakov; VO<sub>2máx</sub> = Consumo máximo de oxígeno valor absoluto; VO<sub>2máx</sub> R = Consumo máximo de oxígeno valor relativo; PEM = Prueba de Esfuerzo Maximal (ergoespirometría en tapiz rodante); M = Mujer; H = Hombre; X = sujetos que no entraron en la muestra final; G2 = Grupo compuesto por sujetos clasificados como 'Recreativamente Entrenados' muestra del trabajo; G1 = Grupo compuesto por sujetos clasificados como 'Entrenados' participantes en el programa pero no incluidos como muestra; G3 = Grupo compuesto por sujetos clasificados como 'No Entrenados' participantes en el programa pero no incluidos como muestra.

**Tabla 11.** Parámetros antropométricos de la muestra: Grupo 2 (n = 9).

Parámetros	Media (DE)	Rango
Edad (años)	20.44 (1.74)	18.00 – 24.00
Sexo	-	3 hombres/6 mujeres
Altura (cm)	169.56 (9.45)	156.00 – 182.00
Peso (Kg)	65.99 (11.03)	56.60 – 88.40
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	22.82 (1.87)	20.73 – 27.17

Nota: Valores medios y desviación estándar (DE) y rango (valor mínimo-valor máximo); *IMC* = Índice de Masa Corporal.

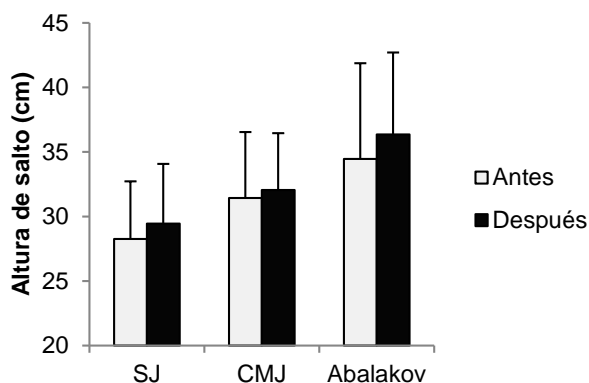
El lenguaje común del tamaño del efecto indica que después de controlar las diferencias individuales, la probabilidad de que una persona obtenga resultados más altos en la prueba Post que en la prueba Pre para SJ es del 70% y según la convención de Cohen puede decirse que es moderado. Sin embargo, si atendemos al nivel de significación estadística, encontramos que en SJ, CMJ y ABK no se han encontrado cambios significativos ( $p = <0.05$ ) a pesar de existir un 4.58, 2.85 y 7.33% de mejora respectivamente.

**Tabla 12.** Efectos del programa *Freeletics BWT*<sup>®</sup> en el grupo universitarios Recreativamente Entrenados.

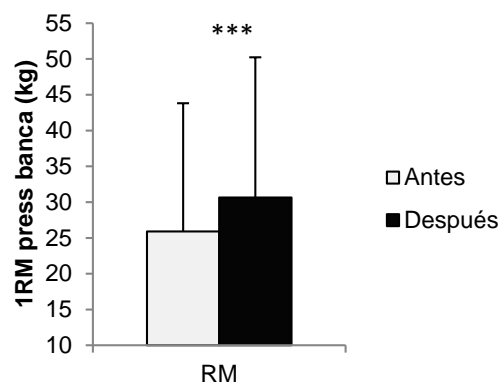
n=9	Pre M(DE)	Post M(DE)	%Cambio	t	p	$g_{av}$ de Hedges	LC tamaño del efecto	IC 95%
<i>Fuerza explosiva tren inferior</i>								
SJ	28.26 (4.47)	29.45 (4.63)	4.58	1.57	0.15	0.24	0.70	-0.55;2.94
CMJ	31.43 (5.11)	32.06 (4.40)	2.85	0.61	0.56	0.12	0.58	-1.77;3.03
ABK	34.46 (7.41)	36.36 (6.35)	7.33	1.15	0.28	0.25	0.65	-1.89;5.69
<i>Fuerza máxima tren superior – empuje</i>								
RM	25.91 (17.90)	30.65 (19.59)	11.56	5.98	0.00	0.23	0.98	2.91;6.57
<i>Fuerza resistencia abdominal</i>								
Sit-Ups	38.39 (5.40)	27.67 (4.71)	27.61	7.66	0.00	1.91	1.00	7.49;13.95
<i>Fuerza resistencia general</i>								
Test-Burpee	24.22 (4.24)	29.78 (4.60)	24.43	4.46	0.00	1.14	0.93	2.68;8.44

Nota:  $n$  = número de sujetos;  $M$  = Valor medio de las diferencias relacionadas;  $DE$  = desviación estándar;  $t$  = estadístico de la prueba  $t$  de Student;  $p$  = valor de significación, nivel de significación  $p < 0.05$ ;  $g_{av}$  de Hedges = tamaño del efecto;  $LC$  = lengua común;  $IC$  95% = intervalo de confianza para la diferencia de medias al 95%, expresado como límite inferior, límite superior;  $gl$  = grados de libertad;  $SJ$  = Squat Jump;  $CMJ$  = Counter Movement Jump;  $RM$  = Repetición Máxima.

Los valores Pre-Post para todas las pruebas de Bosco se encuentran expresados gráficamente en la Figura 6. Los resultados obtenidos en cuanto a mejora de la potencia del tren inferior, del 4.58% en SJ y del 2.85% En CMJ, son similares aunque algo superiores a los expuestos por Lipecki y Rutowicz (2015) en una intervención parecida en duración, tipo, duración de las sesiones de entrenamiento y edad de la muestra (aunque ésta estaba compuesta sólo por mujeres), donde se mostró una mejora del 2.00% para la misma cualidad medida mediante SJ, y del 1.90% en CMJ.

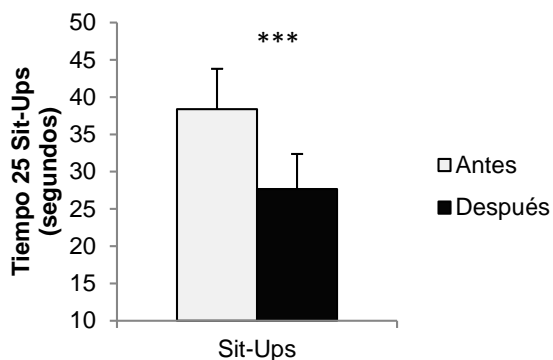


**Figura 6.** Valores en pruebas de salto SJ, CMJ y Abalakov antes y después del programa de entrenamiento de 9 semanas.

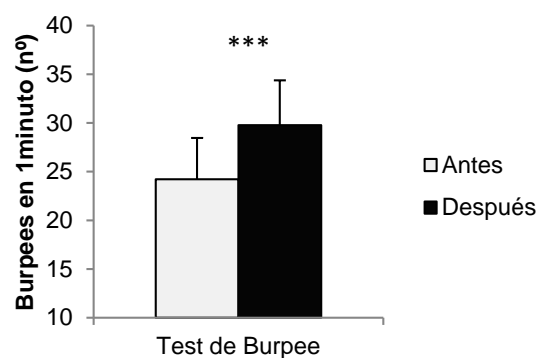


**Figura 7.** Valores en pruebas de 1RM en Press Banca antes y después del programa de entrenamiento de 9 semanas. Diferencias significativas entre Antes y Después: \*\*\* =  $p < 0.001$ .

En cambio, como se muestra en las figuras 7, 8 y 9 las pruebas 1 RM, Sit-Ups-25 y test de Burpees - 1 min, no sólo el tamaño del efecto es grande sino que los cambios son muy significativos ( $p < 0.001$ ). En el caso de la prueba del 1RM en press de banca, la media en la prueba Post fue mayor que la media Pre (Tabla 12) y el tamaño del efecto indica que después de controlar las diferencias individuales, la probabilidad de que una persona obtenga resultados más altos en la prueba Post que en la prueba Pre para 1RM es del 98%. Además, si atendemos al nivel de significación estadística, encontramos que si existen cambios significativos ( $p = < 0.001$ ) y una media del 11.56% de mejora (Figura 7).



**Figura 8.** Valores en prueba de Sit-Ups antes y después del programa de entrenamiento de 9 semanas. Diferencias significativas entre Antes y Después: \*\*\* =  $p < 0.001$ .



**Figura 9.** Valores en test de Burpee antes y después del programa de entrenamiento de 9 semanas. Diferencias significativas entre Antes y Después: \*\*\* =  $p < 0.001$ .

En cuanto a la mejora de la fuerza-resistencia abdominal (27.61%), los resultados del presente estudio son superiores a los obtenidos por Lipecki y Rutowicz (2015), donde se obtuvieron unas mejoras del 10.70%, y a los presentados por Díaz (2015), con valor de 13.16%. Sin embargo, son inferiores a los expuestos por McRae et al. (2012), donde obtuvieron un 64.00% de mejora para esta cualidad. Cabe destacar que las pruebas usadas



en estos estudios precedentes son distintas a la utilizada en esta investigación, siendo la que más se parece la utilizada por Lipecki y Rutowicz (2015), basada en el número de repeticiones (Sit-Ups) en treinta segundos.

Por último, la mejora en la prueba de 1RM en press banca, correspondiente a un 11.56% tras las 9 semanas de entrenamiento, es inferior a las mejoras obtenidas en los estudios de Myers et al. (2015), con un 20.60% de mejora en 5 semanas, Kotarsky (2016) y Díaz (2013), con una mejora del 50.00% en 18 semanas.

No se tiene constancia de estudios anteriores similares donde se utilizase el Test de Burpee.

En el Anexo 10.4. se recogen los porcentajes (%) Pre-Post de mejora y/o empeoramiento a nivel individual en cada una de las pruebas realizadas para la investigación.

## **7.- CONCLUSIONES Y APLICACIONES**

El programa de entrenamiento de 9 semanas adaptado del método *Freeletics BWT*<sup>®</sup>, llevado a cabo en población universitaria recreativamente entrenada, basado en ejercicios calisténicos realizados de forma intervalada y a alta intensidad, aumenta la condición física y más concretamente la fuerza muscular. Finalmente, las mejoras no significativas pero moderada probabilidad de repetitividad de la mejora (de entre un 60-80%) han sido de un 4.58% en SJ, 2.85% en CMJ y de un 7.33% en Abalakov, pruebas predictoras de la fuerza explosiva del tren inferior; mientras que las mejoras han sido muy significativas y con alta probabilidad de repetitividad en la mejora (>90%) de un 11.56% en la fuerza máxima del tren superior para movimiento de empuje; de un 27.61% en la fuerza resistencia abdominal y; de un 29.78% en la fuerza resistencia general.

Con esto, puede decirse que el entrenamiento interválico de alta intensidad con ejercicios calisténicos es una medida eficaz y eficiente para lograr aumentos de la forma física y, más concretamente, una mejora de la fuerza muscular, parámetro directamente relacionado con la calidad de vida y la salud de las personas, empleando menos tiempo, materiales y espacio que otros tipos de entrenamiento.

## **8.- VALORACIÓN PERSONAL**

Este trabajo ha supuesto la experiencia más enriquecedora pero a la vez más compleja y exigente de mi paso por el Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León. He experimentado y he llevado a la práctica multitud de conocimientos teóricos sobre un grupo de personas estupendo, lo que me ha supuesto un gran reto y a la vez crecer como, espero, futuro entrenador. Sin duda, este tipo de trabajos son los que

pueden formar a los alumnos en lo que de verdad quieren lograr y corroboran la importancia del aprendizaje autónomo bien orientado.

**Agradecimientos:** a los compañeros, en especial a Javier de los Ríos Calonge, que han depositado la confianza en mí y que han hecho posible este trabajo, a David Suárez Iglesias, Becario FPU del Dpto. de Educación Física y Deportiva por toda la ayuda que me ha proporcionado de principio a fin siempre que la he necesitado, y al grupo de investigación VALFIS por asesorarme, y enseñarme el necesario trabajo en equipo para completar mi formación en el Grado e iniciar mi formación continua mediante trabajos que verifiquen la realidad de lo que se hace y propone.

## 9.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvero Cruz, J. R., Cabañas Armesilla, M. D., Herrero de Lucas, A., Martínez Rianza, L., Moreno Pascual, C., Porta Manzañido, J., ...y Sirvent Belando, J. E. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Archivos de medicina del deporte*, (131), 166-179.
- Batterham, A. M., y Hopkins, W. G. (2006). Making meaningful inferences about magnitudes. *International journal of sports physiology and performance*, 1(1), 50-57.
- Buchheit, M., y Laursen, P. B. (2013). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle: Part I: Cardiopulmonary Emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338.
- Buchheit, M., y Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine*, 43(10), 927-954.
- Cardinal, B. J. (2016). Toward a greater understanding of the syndemic nature of hypokinetic diseases. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 14(2), 54-59.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., y Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, 100(2), 126-131.
- Cassidy, S., Thoma, C., Houghton, D., y Trenell, M. I. (2017). High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. *Diabetologia*, 60(1), 7-23.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates, 2.
- Contreras, B. (2014). *Bodyweight strength training anatomy*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- del Río Alijas, R., y Díaz Torre, A. H. (2015). Calistenia: Volviendo a los orígenes. *EmásF: Revista Digital de Educación Física*, (33), 87–96.
- Díaz García, C. (2015). *Modificación de la condición física inducida por un entrenamiento de alta intensidad: Freeletics*. Universidad de León, León.
- Estévez-López, F., Tercedor, P. y Delgado-Fernández, M. (2012). Recomendaciones de actividad física para adultos sanos. *Journal of Sport and Health Research*. 4(3):233-244.
- FCAFD Universidad de León (2017) Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte Universidad de León. León, España: fcafd. Recuperado de <https://www.fcafd.com/grado-cafd>
- Freeletics GmbH. (2017) Freeletics. Munich, Alemania: Freeletics. Recuperado de <https://www.freeletics.com/es/bodyweight/workouts>
- García-López, J., Rodríguez-Marroyo, J. A., Pernía, R., Ávila, M. C., y Villa, J. G. (2008). El tipo de plataforma de contacto influye en el registro de la altura de salto vertical estimada a partir del tiempo de vuelo. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 21, 1-15.
- Garzón, M. (2007). La condición física es un componente importante de la salud para los adultos de hoy y del mañana. *Selección*, 17(1), 2-8.
- Garzón, M. J. C., Porcel, F. B. O., y Ruiz, J. R. (2005). Mejora de la forma física como terapia antienvjecimiento. *Medicina Clínica*, 124(4), 146-155.
- Gillen, J. B., y Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(3), 409–412.
- Haff, G., Berninger, D., y Caulfield, S. (2015). Exercise technique for alternative modes and nontraditional implement training. In G. G. Haff y N. T. Triplett (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (pp.409–438). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hak, P. T., Hodzovic, E., y Hickey, B. (2013). The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *Journal of strength and conditioning research*.
- Harrison, J. S. (2010). Bodyweight training: A return to basics. *Strength and Conditioning Journal*, 32(2), 52–55.
- Heredia-Elvar, J. R., García-Orea, G. P., Campillo, J. A., Isidro, F., y Crespo, B. (2016) “Métodos” de entrenamiento: revisión y actualización para su aplicación a programas de acondicionamiento físico saludable (fitness). Recuperado de <https://g-se.com/es/salud-y-fitness/blog/metodos-de-entrenamiento-revision-y-actualizacion-para-su-aplicacion-a-programas-de-acondicionamiento-fisico-saludable-fitness>
- Hopkins, W. G. (2007). A spreadsheet for deriving a confidence interval, mechanistic inference and clinical inference from a P value. *Sportscience*, 11, 16-21.

- Jung, M. E., Bourne, J. E., y Little, J. P. (2014). Where does HIT fit? An examination of the affective response to high-intensity intervals in comparison to continuous moderate-and continuous vigorous-intensity exercise in the exercise intensity-affect continuum. *PLoS One*, 9(12), e114541.
- Kalym, A. (2014). *Complete calisthenics: the ultimate guide to bodyweight exercise*. Chichester, West Sussex: Lotus Publishing.
- Kotarsky, C. J. (2016). *Effect of progressive calisthenic push-up training on muscle strength and thickness*. North Dakota State University.
- Kravitz, L. (2011). ACSM information on high-intensity interval training. *American College of Sports Medicine*, 1-2.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in psychology*, 4(863), 1-12.doi: 10.3389/fpsyg.2013.00863
- Lipecki, K. y Rutowicz, B. (2015). The impact of ten weeks of bodyweight training on the level of physical fitness and selected parameters of body composition in women aged 21-23 years. *Pol. J. Sport Tourism*, 22, 64-68.
- Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., ...y Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 498–505.
- López, A. P., Cerrato, D. V., y Varela, J. B. (2017). Sedentarismo y actividad física. *Revista de Investigación y Educación en Ciencias de la Salud (RIECS)*, 2(1), 49-58.
- Marchante, D. (2015). Powerexplosive. *Entrenamiento Eficiente*. Madrid: Luhu Editorial.
- McRae, G., Payne, A., Zelt, J. G., Scribbans, T. D., Jung, M. E., Little, J. P., y Gurd, B. J. (2012). Extremely low volume, whole-body aerobic–resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(6), 1124-1131.
- Milanović, Z., Sporiš, G., y Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO<sub>2</sub>max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports medicine*, 45(10), 1469-1481.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2015) Actividad física para la salud y reducción del sedentarismo. Recomendaciones para la población. Madrid, España. Recuperado de [https://www.msssi.gob.es/en/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Estrategia/docs/Recomendaciones\\_ActivFisica\\_para\\_la\\_Salud.pdf](https://www.msssi.gob.es/en/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Estrategia/docs/Recomendaciones_ActivFisica_para_la_Salud.pdf)
- Myers, T. R., Schneider, M. G., Schmale, M. S., y Hazell, T. J. (2015). Whole-body aerobic resistance training circuit improves aerobic fitness and muscle strength in sedentary young females. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(6), 1592-1600.

- Peña García-Orea, G. (2014). HIT aplicado a ejercicios calisténicos. Recuperado 14 noviembre, 2016, de <https://g-se.com/es/salud-y-fitness/blog/hit-aplicado-a-ejercicios-calistenicos>
- Podstawski, R., y Choszcz, D. (2014). The legitimacy of physical education classes for university students. *PEC*, 58, 118-26.
- Podstawski, R., Bernard, K., Tomasz, B., Michał, B., y Dariusz, C. (2013). Relationship Between BMI and Endurance-Strength Abilities Assessed by the 3 Minute Burpee Test. *International Journal of Sports Science*, 3(1), 28-35.
- Podstawski, R., Mankowski, S., Choszcz, D., Honkanen, A., Boraczynski, T., y Boraczynski, M. (2015). Physical fitness classification standards for Polish early education teachers. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 37(1), 113-130.
- Podstawski, R., Markowski, P., Choszcz, D., y Klimczak, J. (2015). Anthropometric indicators and motor abilities of university students performing various types of physical activities (martial arts, volleyball, bodybuilding/fitness, jogging followed by sauna, golf, general PE classes). In *Proceedings of the 1st World Congress on Health and Martial Arts in Interdisciplinary Approach* (pp. 139-148).
- Probst, V. S., Kovelis, D., Hernandez, N. A., Camillo, C. A., Cavalheri, V., y Pitta, F. (2011). Effects of 2 exercise training programs on physical activity in daily life in patients with COPD. *Respiratory Care*, 56(11), 1799–1807.
- Rosa-Guillamón, A., y García-Cantó, E. (2017). Relación entre fuerza muscular y otros parámetros de la condición física en escolares de primaria. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 6(1), 107-116.
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Gutierrez, A., Meusel, D., Sjöström, M., y Castillo, M. J. (2006). Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: a European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *Journal of Public Health*, 14(5), 269-277.
- Safrit, M. J., Zhu, W., Costa, M. G., y Zhang, L. (1992). The difficulty of sit-ups tests: An empirical investigation. *Research quarterly for exercise and sport*, 63(3), 277-283.
- Santana, J. C., y Fukuda, D. H. (2011). Unconventional methods, techniques, and equipment for strength and conditioning in combat sports. *Strength & Conditioning Journal*, 33(6), 64-70.
- Santana, J. C. (2015). *Functional training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Santos, D. de S., Oliveira, T. E., Pereira, C. A., Evangelista, A. L., Sales Bocalini, D., Rica, R. L., ...y Teixeira, L. S. (2015). Does a calisthenics-based exercise program applied in school improve morphofunctional parameters in youth? *Journal of Exercise Physiology Online*, 18(6), 52–61.

- Silva-Grigoletto, D., Viana-Montaner, B. H., Heredia, J., Mata Ordóñez, F., Peña, G., Brito, C. J., ...y García-Manso, J. M. (2013). Validación de la escala de valoración subjetiva del esfuerzo OMNI-GSE para el control de la intensidad global en sesiones de objetivos múltiples en personas mayores. *Kronos*, 12(1), 32-40.
- Skelly, L. E., Andrews, P. C., Gillen, J. B., Martin, B. J., Percival, M. E., y Gibala, M. J. (2014). High-intensity interval exercise induces 24-h energy expenditure similar to traditional endurance exercise despite reduced time commitment. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(7), 845-848.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., y Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419–1449.
- Thompson, W. R. (2012). Worldwide survey of fitness trends for 2013. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 16(6), 8–17.
- Thompson, W. R. (2013). Now trending: worldwide survey of fitness trends for 2014. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 17(6), 10–20.
- Thompson, W. R. (2014). Worldwide survey of fitness trends for 2015: what's driving the market. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 18(6), 8–17.
- Thompson, W. R. (2015). Worldwide survey of fitness trends for 2016: 10th anniversary edition. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 19(6), 9–18.
- Thompson, W. R. (2016). Worldwide survey of fitness trends for 2017. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 20(6), 8-17.
- Thum, J. S., Parsons, G., Whittle, T., y Astorino, T. A. (2017). High-Intensity Interval Training Elicits Higher Enjoyment than Moderate Intensity Continuous Exercise. *PloS one*, 12(1), e0166299.
- Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current sports medicine reports*, 11(4), 209-216.
- Weston, K. S., Wisløff, U., y Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 48(16), 1227-1234.
- World Calisthenics Organization. (2016). Street Sport. Recuperado 29 Noviembre, 2016, de <http://www.worldcalisthenics.org/streetsport>
- World Health Organization. (2010) Recomendaciones Mundiales sobre Actividad Física para la Salud. Ginebra, Suiza. Recuperado de [http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977\\_spa.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf?ua=1)
- Zaragoza Casterad, J., Serrano Ostariz, E., y Generelo Lanaspá, E. (2005). Dimensiones de la condición física saludable: evolución según edad y género. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 4(15), 204-221.

## 10.- ANEXOS

### 10.1.- Programación 9 semanas y ejemplo de sesión (Datos Sesión 6)



























Semana	Sesión	Entrenamiento	Día	Carga Total Ejercicios
S1	1	Metis	07/02/2017	45 SPW + 45 MC
S1	2	Hermes	08/02/2017	12 x (2x20m) R + REST
S1	3	3/6 Centauros	09/02/2017	2 x (2x20 LW) + 2 x (2x20 BF) + 40 J
S1	4	Persephone	11/02/2017	60 L + 60 SPW + 60 HHLL + REST
S2	5	Hades	13/02/2017	50 SPW + 30 JPIU + 30 KPuU + 50 SPW + 2 x (2x40m) R
S2	6	<b>Krios</b>	<b>15/02/2017</b>	<b>45 JPIU + 45 SQ + 30 SU</b>
S2	7	Prometheus	16/02/2017	110 MC + 39 KPuU + 110 SU + 110 SQ + 250 JJ + REST
S2	8	Morpheus	18/02/2017	34 PuU + 70 L + 140 JJ
S3	9	Aphrodite	20/02/2017	60 SPW + 40 BP + 100 SQ + 100 SU
S3	10	Zeus	22/02/2017	40 PK + 40 JPIU + 60 PuU + 120 SU + 140 SQ + REST
S3	11	Dione	23/02/2017	300 JJ + 75 BP + 75 SLL + 75 SU + 75 SPW
S3	12	Athena + Hermes	25/02/2017	75 CL + 75 SU + 75 SQ + 6 x (2x20m) R + 40 PuU + REST
S4	13	Ares	27/02/2017	35 JPIU + 35 SU + 5 x (2x40m) R + REST
S4	14	½ Gaia + ½ Poseidón	01/03/2017	200 JJ + 150 J + 100 MC + 50 STU + 25 JPIU + 25 PuU
S4	15	Thanatos	02/03/2017	40 PuU + 60 SU + 200 MC + 40 STU + 60 BP + REST
S4	16	Hyperion	04/03/2017	50 PK + 125 SQ + 125 J + REST
S5	17	Atlas	06/03/2017	2km R + 50 SQ + 50 BP + 50 MC + 50 LL + 100 HK
S5	18	1/3 Apollon	07/03/2017	25 BP + 800m R + 50 SQ
S5	19	Tritón	08/03/2017	21 PK + 45 JPIU + 60 PU + REST
S5	20	Metis x 2	11/03/2017	(45 SPW + 45 MC) x 2
S6	21	Persephone	13/03/2017	60 L + 60 SPW + 60 HHLL + REST
S6	22	Zeus	15/03/2017	40 PK + 40 JPIU + 60 PuU + 120 SU + 140 SQ + REST
S6	23	Centauros	16/03/2017	2 x (2x20 LW) + 2 x (2x20 BF) + 40 J
S6	24	Morpheus	18/03/2017	34 PuU + 70 L + 140 JJ
S7	25	Prometheus	20/03/2017	110 MC + 39 KPuU + 110 SU + 110 SQ + 250 JJ + REST
S7	26	Thanatos	22/03/2017	40 PuU + 60 SU + 200 MC + 40 STU + 60 BP + REST
S7	27	Hades	23/03/2017	50 SPW + 30 JPIU + 30 KPuU + 50 SPW + 2 x (2x40m) R
S7	28	Persephone	25/03/2017	60 L + 60 SPW + 60 HHLL + REST
S8	29	Hermes + BP	27/03/2017	12 x (2x20m) R + 40 BP + 80 PuU + REST
S8	30	Athena + JPIU + PuU	29/03/2017	75 CL + 75 SU + 75 SQ + REST + 30 JPIU + 60 PuU
S8	31	Aphrodite	30/03/2017	60 SPW + 40 BP + 100 SQ + 100 SU
S9	32	Centauros	03/04/2017	2 x (2x20 LW) + 2 x (2x20 BF) + 40 J
S9	33	Poseidón	05/04/2017	50 JPIU + 50PuU
S9	34	2/3 Apollon	06/04/2017	50 BP + 800m R + 100 SQ + 800m R

Nota: S = Semana; SPW = Sprawls; MC= Mountain Climbers; R= Correr; REST = Descanso; LW = Lunge; BF = Burpee Frogs; J = Jumps; L= Lunges; HHLL = HH Leg Levers; JPIU = Jumping Pullups; KPuU = Knee PushUps; SQ= Squats; SU = Sit-Ups; JJ = Jumping Jacks; BP = Burpees; PK = Pikes; SLL = Straight Leg Levers; CL = Climbers; STU = Stand Ups; LL = Leg Levers; HK = High Knees




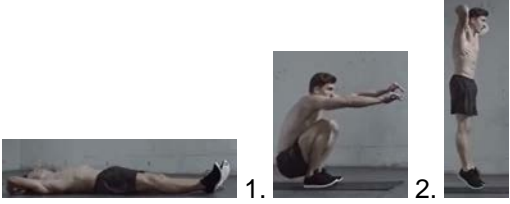

Ejemplo datos recogidos en sesión Krios 17/02/2017 (Sesión 6)					
Muestra			Tiempo Entrenamiento	FCmed Entrenamiento	
Sujeto	Sexo	FCmáx	Tiempo (h:min:s)	FCmed	%FCmáx
1	M	212	0:06:21	193	91
2	M	195	0:08:38	155	79
3	H	187	0:09:35	134	72
4	H	200	0:08:37	163	82
5	M	194	0:11:30	165	85
6	H	197	0:07:33	174	88
7	M	189	0:10:33	147	78
8	M	198	0:09:59	172	87
9	M	189	0:09:40	167	88
<b>Media Grupo</b>			0:08:48	162,6	83
Notas: <i>FCmed</i> = Frecuencia Cardiaca Media; <i>FCmáx</i> = Frecuencia Cardiaca Máxima medida en prueba de esfuerzo máxima; <i>M</i> = Mujer; <i>H</i> = Hombre.					



## 10.2.- Ejercicios más representativos del método de entrenamiento Freeletics BWT®

Ejercicio	Evolución de ejecución en fotos				
Burpee Frogs					
Burpees					
Climbers					
Jumping Jacks					
Jumps					
Handstand Push-Ups					
Lunges					
Pullups					

Notas: fotos extraídas de Freeletics GmbH (2017)

Ejercicio	Evolución de ejecución en fotos
<b>Push-Ups</b>	
<b>Sit-Ups</b>	
<b>Squats</b>	
<b>Stand-Ups</b>	
<b>Straight Leg Levers</b>	

Notas: fotos extraídas de Freeletics GmbH (2017)

### 10.3.- Calentamientos estandarizados para pruebas de evaluación

<b>Fuerza Explosiva y Fuerza Resistencia</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. En campo de voleibol 4 diagonales carrera continua suave y 4 diagonales en progresión de menos a más intensidad.</li><li>2. 50 jumpings jacks.</li><li>3. 10 elevaciones de hombro en cuadrupedia con cada brazo.</li><li>4. 10 giros de tronco en posición de zancada, en ambos lados.</li></ol>
<b>Fuerza Máxima</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Repeticiones de press banca en máquina multipower sin carga adicional hasta estar 4-5 por debajo del fallo muscular.</li><li>2. Movilidad articular libre 2 minutos.</li><li>3. 10 flexiones de brazos o Push-Ups.</li></ol>

#### 10. 4.- Mejora individual porcentual en los sujetos del Grupo 2

Mejora individual porcentual.							
Sujetos	Sexo	SJ	CMJ	Abalakov	RM	Sit-Ups	Test Burpee
Sujeto 1	M	-3.47	-4.29	0.62	19.68	21.00	-3.33
Sujeto 2	M	0.76	-5.70	3.34	28.55	11.93	0.00
Sujeto 3	H	0.60	3.20	4.05	18.09	30.33	36.00
Sujeto 4	H	5.34	-7.06	-8.63	12.96	42.38	29.03
Sujeto 5	M	6.86	0.78	-4.20	25.00	29.23	30.43
Sujeto 6	H	14.15	10.91	2.87	8.50	32.72	31.82
Sujeto 7	M	-8.72	-8.49	1.84	13.04	30.86	18.18
Sujeto 8	M	7.83	11.36	54.51	45.25	34.26	33.33
Sujeto 9	M	17.90	24.89	11.56	32.73	15.75	44.44
<i>Promedio Grupo</i>		4.58	2.85	733	22.64	27.61	24.43
<i>Desviación Estándar</i>		8.35	11.06	18.55	11.56	9.61	16.33

Nota: SJ = Squat Jump; CMJ = Counter Movement Jump; RM = Repetición Máxima; M = mujer; H = hombre.

## 10.5.- Consentimiento informado



Dr. José Gerardo Villa Vicente.  
Catedrático de Universidad. Responsable del grupo de investigación VALFIS  
Médico especialista en Medicina de la E.F. y Deporte. Col. Nº 2403703  
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte  
Campus Universitario Vegazana. Universidad de León. 24071 León  
e.mail: jg.villa@unileon.es. Tfños: 987293017 / 09

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO "FREELETICS" DEL GRUPO DE INVESTIGACION VALFIS-Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Fecha de Cumplimentación: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

NOMBRE Y APELLIDOS de la persona a evaluar: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ DNI: \_\_\_\_\_

Tfño: \_\_\_\_\_ E.mail: \_\_\_\_\_

He sido informado a cerca de todas las pruebas que se me requieren realizar para participar en el estudio "Freeletics", me han permitido familiarizarme con ellas, me las han explicado y doy mi consentimiento para participar y realizar las mismas, tanto al inicio como al final del estudio. Además, me comprometo a realizarlas todas, así como a participar en el programa de entrenamiento de alta intensidad con el propio peso corporal "Freeletics". A la finalización del entrenamiento y su valoración me informan y acepto que recibiré los resultados de las pruebas efectuadas.

También declaro estar en condiciones físicas y médicas para poder realizar las pruebas que se me van a realizar así como el programa de entrenamiento "Freeletics", ya que me han informado de la intensidad y duración de las mismas.

Doy mi consentimiento a realizar todas las pruebas de valoración (tests de rendimiento, pruebas ergométricas de laboratorio en tapiz rodante con análisis de gases, ejercicios funcionales,...). Se me ha informado de los riesgos de las mismas como fatiga extrema, lesiones, y la posibilidad de aparecer síntomas como palpitaciones, mareo, cansancio y/o calambres en las piernas, cambios en presión arterial, y otros riesgos infrecuentes propios de la prueba de esfuerzo que se informan y se dará su consentimiento específico antes de realizarla

Se minimizarán estos riesgos mediante la evaluación de la información preliminar referente a tu estado de salud y a tu estado físico, y también por medio de observaciones que tienen lugar durante las mismas. Comprendo que se harán todos los esfuerzos por minimizar estos riesgos a través de una estricta supervisión durante el procedimiento, con la presencia de un supervisor y realización y recuperación de las pruebas, y de un médico durante toda la prueba de esfuerzo.

Manifiesto que soy responsable de aportar toda la información que poseo sobre mi estado de salud o experiencias anteriores de sensaciones inusuales o extrañas que lleven consigo un esfuerzo físico podrá afectar a mi seguridad. Soy responsable de decir esa información (estado de tu salud actual, antecedentes médicos tanto personales como familiares).

Con mi firma declaro que he leído la hoja informativa que me ha sido entregada y que he tenido oportunidad de efectuar preguntas que he considerado oportunas acerca del estudio y sus procedimientos y resultados, y me informan que en todo momento puedo seguir haciéndolas. He recibido respuestas satisfactorias. He recibido suficiente información en relación con el estudio. Entiendo que mi participación es voluntaria. También he sido informado de forma clara, precisa y suficiente de los siguientes extremos que afectan a los datos personales que se contienen en este consentimiento. Estos datos serán tratados y custodiados con respeto a mi intimidad y a la vigente normativa de protección de datos. Doy mi permiso a que de forma anónima se utilicen para tener resultados en los trabajos de investigación para los cuales participo en este estudio. Sobre estos datos me asisten los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección de contacto que figura en este documento. Estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso y no lo otorgo en este acto.

Declaro que he leído y conozco el contenido del presente documento, comprendo los compromisos, procedimientos y riesgos y malestares posibles que asumo y los acepto expresamente. Y, por ello, firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para manifestar mi deseo de participar en este estudio de investigación hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Si lo solicito recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

**Firma del participante en el estudio:**

Firma, DNI y nombre y apellidos del evaluado: