



# Universidad Zaragoza

## **Máster universitario en evaluación y entrenamiento físico para la salud**

Efectos del entrenamiento MICT vs HIFT:

Sobrepeso/obesidad, síndrome metabólico y condición física en militares  
del Ejército de Tierra Español.

-

MICT vs HIFT training effects:

Overweight/obesity, metabolic syndrome and physical conditioning in  
Spanish Army's personnel

**Autor:** Javier Tocino Sandín

**Tutora:** Dra. Alba María Gómez Cabello (Educación física y deportiva)

Facultad de ciencias de la salud y del deporte (13/12/2019)

## RESUMEN

**-Objetivos:** Comparar los resultados de un entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT) con los de un entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT), en cuanto a la presencia de sobrepeso/obesidad, síndrome metabólico y condición física, en militares del Ejército de Tierra Español.

**-Métodos:** La muestra ( $n=13$ ) participó en un estudio de intervención, controlado, no aleatorizado y fue sometida a los 2 tipos de entrenamiento durante 3 meses, con una frecuencia de 2 sesiones por semana. Distribuida de la siguiente forma: MICT  $n=5$  y HIFT  $n=8$ , cuya edad era de: MICT  $44\pm 7,42$  años y HIFT  $45,5\pm 8,16$ . Todos ellos presentaban inicialmente un IMC superior a 25. En ambos grupos tanto la duración como la intensidad de trabajo se incrementaron de forma progresiva: HIFT- Duración 10-20', Intensidad 8-10 (escala de Borg adaptada); MICT- Duración 30-45', Intensidad 70-80%FCmx.

**-Resultados:** El entrenamiento HIFT mostró diferencias significativas en sus resultados en una mejora de 4,42ml/Kg/min del  $VO_{2max}$  ( $p$  value = 0,021), reducción de la presión sistólica-12,13mmHg ( $p$  value = 0,002) y de la glucosa basal -11,88mg/dl ( $p$  vlue = 0,004). En cuanto al grupo MICT, solo se observó una mejora de la reducción de masa grasa de -3,34Kg ( $p$  value = 0,048) y -2,5% masa grasa ( $p$  value = 0,026).

**-Conclusión:** En aquellos sujetos que presenten sobrepeso u obesidad con presencia de síndrome metabólico, es más recomendable realizar un entrenamiento tipo HIFT. Sin presencia de síndrome metabólico, ambos tipos de entrenamiento mejoran la presencia de sobrepeso u obesidad, no obstante el entrenamiento MICT es más reductor a nivel graso. La condición física de manera relacionada con la capacidad cardiorrespiratoria, mostró mejores resultados en el entrenamiento HIFT. El entrenamiento HIFT es más eficiente en cuanto a tiempo empleado.

**Palabras clave:** Entrenamiento de Alta Intensidad, Esfuerzo Físico, Síndrome Metabólico, Condición Física, Sobrepeso.

## ABSTRACT

**-Aims:** To compare the effects of high-intensity functional training (HIFT) versus moderate-intensity continuous training (MICT) on overweight/obesity, metabolic syndrome and physical conditioning, in the military Spanish Army.

**-Methods:** Thirteen subjects participated in a controlled, non randomized, intervention trial and subduced to both training types along 3 months, 2 days/week. It was distributed as: MICT n=5 y HIFT n=8, with the age of: MICT  $44 \pm 7,42$  and HIFT  $45,5 \pm 8,16$  years. All of them with BMI > 25. In both groups, work time and intensity was increased progressively: HIFT- Duration 10-20', Intensity 8-10 (Borg scale adapted); MICT- Duration 30-45', Intensity 70-80%HRmx.

**-Results:** HIFT training shows significant differences in the results: +4,42 ml/Kg/min VO<sub>2</sub>máx (p value = 0,021), systolic pressure -12,13mmHg (p value = 0,002) and fasting glucose -11,88mg/dl (p value = 0,004). Regarding MICT group, it just had an improvement in fat mass -3,34Kg (p value = 0,048) and -2,5% fat mass (p value = 0,026).

**-Conclusions:** Those who have overweight or obesity, with metabolic syndrome, is more effective to do a HIFT training. By the same, to those without metabolic syndrome, both types of training have shown the same redactor power of overweight or obesity, despite MICT is better to fat lost. Physical fitness related with cardiorespiratory capacity is increased by HIFT, moreover, HIFT is the most efficient about time expended.

**Key words:** High-Intensity Interval Training, Physical Exertion, Metabolic Syndrome, Physical Fitness, Overweight.

**INDICE**

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	5
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	5
3.1. Participantes.....	5
3.2. Diseño del estudio.....	6
3.3. Mediciones.....	6
3.3.1. Extracción de sangre.....	7
3.3.2. Presión arterial.....	7
3.3.3. Composición corporal y antropometría.....	7
3.3.4. Fuerza de agarre.....	7
3.3.5. Chester Step Test.....	7
3.3.6. Sobrepeso/Obesidad.....	8
3.3.7. Síndrome metabólico.....	8
3.4. Métodos de entrenamiento.....	9
3.4.1. Entrenamiento MICT.....	10
3.4.2. Entrenamiento HIFT.....	10
3.5. Análisis estadístico.....	11
4. RESULTADOS.....	11
4.1. Resultado intergrupar (Pre-Post) Intervención.....	12
4.2. Grupo MICT .....	13
4.3. Grupo HIFT.....	14
4.4. Obesidad/Sobrepeso, SM, Condición física.....	15
5. DISCUSIÓN.....	16
6. LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO.....	17
7. CONCLUSIONES.....	18
8. AGRADECIMIENTOS.....	18
9. BIBLIOGRAFIA.....	18
10. ANEXOS.....	23
10.1. Anexo 1.....	23
10.2. Anexo 2.....	24
10.3. Anexo 3.....	25

## **LISTADO DE ABREVIATURAS**

RROO -Reales Ordenanzas para las Fuerzas Armadas

IMC -Índice de Masa Corporal

SM -Síndrome metabólico

HDL -High Density Lipoprotein

EMOM -Every Minute On a Minute

AMRAP -As Many Rounds As Posible

MICT -Moderate Intensity Continuos Training

HIIT -High Intensity Interval Training

HIFT -High Intensity Functional Training

ET -Ejército de Tierra

EMMOE –Escuela Militar de Montaña y Operaciones Especiales

ATP III -Adult Treatment Panel III

IDF -International Diabetes Federation

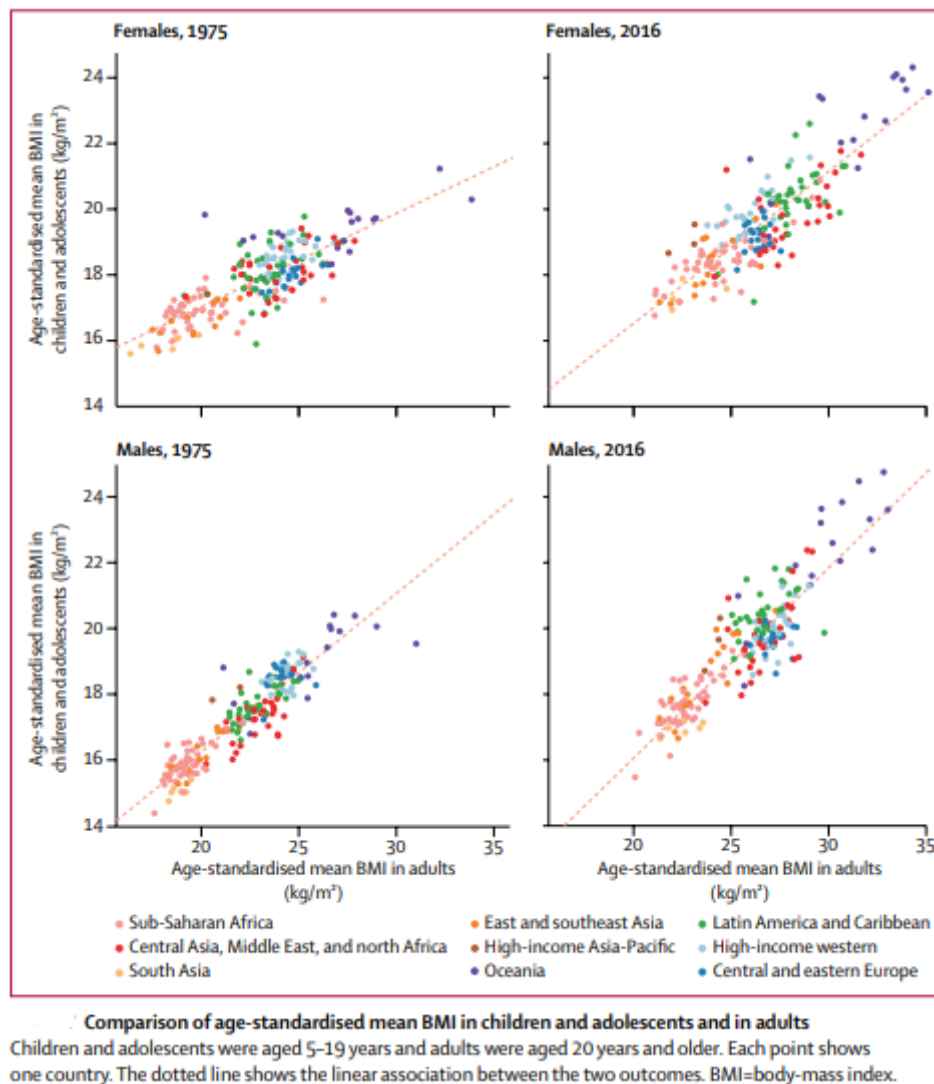
FCmáx -Frecuencia Cardíaca Máxima

VO2máx -Consumo máximo de oxígeno

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el estilo de vida ha cambiado drásticamente hacia un estilo que nada tiene que ver con las demandas a las que el organismo se ha adaptado durante su evolución, así, tanto una dieta no equilibrada como la falta de actividad física ha contribuido a que se disparen los niveles de población que padecen obesidad y/o sobrepeso (**Tabla 1**), hasta tal punto de considerarse epidemia mundial (1).

**Tabla 1. Incremento del BMI 1975-2016.(1)**



Este estilo de vida es el desencadenante de enfermedades graves para la salud como pueden ser la hipercolesterolemia, diabetes mellitus tipo II, hipertensión, fragilidad física o incluso la muerte(2).

Esta tendencia al alza de la presencia de sobrepeso y obesidad se ha trasladado hasta el personal del ejército de tierra, lo que supone un hándicap para ellos a la hora de desarrollar su trabajo, pues no se encuentran en una adecuada forma física para realizar su trabajo y

presentan mayor riesgo de sufrir síndrome metabólico (SM), enfermedad del calor o lesiones, suponiendo un lastre para las estructuras de defensa, de hecho, en un estudio realizado en la armada estadounidense, revela que el 16% de los militares que participaron en el estudio presentaban 3 o más factores de riesgo del SM(3).

El golpe de calor, puesto que suele tener lugar al realizar ejercicio físico, es otra posibilidad de riesgo importante a tener en cuenta en militares, en los cuales se ha observado un aumento del 70% de riesgo relativo de sufrir golpe de calor en aquellos militares con exceso de grasa corporal frente a los que estaban dentro de los parámetros normales(4).

Esto se resume en una mala condición física, la cual no es aceptada dentro del régimen militar, ya que la labor que realizan requiere de una buena condición física, lo que se recoge en el artículo 40 del REAL DECRETO 96/2009, de 6 de febrero, de las Reales Ordenanzas para las Fuerzas Armadas (RROO) sobre el cuidado de la salud.

*“Prestará especial atención y cuidado a todos los aspectos que afecten a la salud y a la prevención de conductas que atenten contra ella. Considerará la educación física y las prácticas deportivas como elementos básicos en el mantenimiento de las condiciones psicofísicas necesarias para el ejercicio profesional y que, además, favorecen la solidaridad y la integración.”*

Algunos de los problemas de salud, presentes en los militares con sobrepeso u obesidad, han sido hipertensión, diabetes, apnea del sueño, e incluso mayor índice de depresión y síndrome postraumático. Además, los soldados con un IMC>34 (Índice de Masa Corporal) dentro del primer año dentro del ejército, se han asociado con un mayor riesgo de baja prematura por todas las causas y por causas médicas(5).

Todas estas alteraciones forman parte del denominado como SM(6). El SM indica el riesgo que tiene la persona de padecer enfermedades como la diabetes tipo II o cardiovasculares entre otras (7), este tiene lugar en la presencia de factores como el exceso de adiposidad central, elevación de glucosa en sangre en ayunas, elevada presión sanguínea, niveles elevados de triglicéridos en sangre y bajos de HDL (High Density Lipoprotein).

Para su evaluación existen varios métodos de evaluación del síndrome metabólico con sus respectivas variaciones a lo largo del tiempo, en compás a los progresos que se realizan en la investigación al respecto, como puede verse en la **tabla 2**. Así los criterios de diagnóstico han ido variando (8).

**Tabla 2. Criterios del Síndrome Metabólico (8).**

WHO, 1998	EGIR, 1999	NCEP-ATPIII, 2001	AACE, 2003	IDF, 2006
IGT or IFG or diabetes and/or IR (estimated with the euglycemic hyperinsulinemic clamp method) plus two or more of the following:	IR (defined as hyperinsulinemia measured by top 2.5% of the fasting insulin values among non-diabetic individuals) and two or more of the following:	Three or more of the following:	IGT and two or more of the following:	Central obesity as defined by ethnic/racial, specific WC, but can be assumed if BMI $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup> and two or more of the following:
BP $\geq 140/90$ mmHg	FPG $\geq 110$ mg/dl	FPG $\geq 100$ mg/dl* or on treatment for DM	FPG $\geq 100$ mg/dl or on treatment for DM	FPG $\geq 100$ mg/dl or on treatment for DM
Abdominal obesity: WHR $> 0.9$ for men and $> 0.85$ for women and/or BMI $> 30$ kg/m <sup>2</sup>	BP $\geq 140/90$ mmHg or on anti-hypertensives	BP $\geq 130/85$ mmHg	BP $\geq 130/85$ mmHg	BP $\geq 130/85$ mmHg or on anti-hypertensives
Triglycerides $\geq 150$ mg/dl or on treatment	WC: $\geq 94$ cm for men, $\geq 80$ cm for women	WC: $\geq 102$ cm for men, $\geq 88$ cm for women	BMI: $\geq 25$ kg/m <sup>2</sup>	
HDL-C: $< 35$ mg/dl for men and $< 39$ mg/dl for women	Triglycerides $\geq 178$ mg/dl or on treatment	Triglycerides $\geq 150$ mg/dl or on treatment	Triglycerides $\geq 150$ mg/dl	Triglycerides $\geq 150$ mg/dl or on lipid lowering agent
Urine albumin excretion rate $\geq 20$ $\mu$ g/min or urine albumin to creatinine ratio $\geq 30$ mg/g	HDL-C: $< 39$ mg/dl or on treatment	HDL-C: $< 40$ mg/dl for men, $< 50$ mg/dl for women	HDL-C: $< 40$ mg/dl for men, $< 50$ mg/dl for women	HDL-C: $< 40$ mg/dl for men, $< 50$ mg/dl for women or on treatment for dyslipidemia
FPG $\geq 100$ mg/dl* modified in 2004 according to the IDF definition of impaired fasting glucose. The 2001 definition of NCEP-ATPIII identified FPG $\geq 110$ mg/dl as elevated				
American Association of Clinical Endocrinologists (AACE), body mass index (BMI), European Group for the study of insulin resistance (EGIR), fasting plasma glucose (FPG), impaired fasting glucose (IFG), impaired glucose tolerance (IGT), insulin resistance (IR), International Diabetes Federation (IDF), National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel (NCEP/ATP-III), waist circumference (WC), waist to hip (W/H) ratio, World Health Organization (WHO)				

Según el ATP III Panel, con 3 factores presentes de los expuestos en la tabla, el riesgo de enfermedad cardiovascular y diabetes se incrementa entre 1,5 y 2 veces(9)(10).

A la vez, son muchos los estudios que abalan los múltiples beneficios para la salud en aquellas personas que realizan actividad física con frecuencia, tanto a nivel preventivo como de mejora, sobre todo al hablar de pérdida de peso, esto es hasta tal punto, que el ejercicio



físico se considera la mejor polipildora para enfermedades crónicas como el síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, el cáncer y el alzheimer, además sin necesidad de sufrir los efectos secundarios de medicamentos y de una forma mucho más barata para el sistema sanitario(11)(12). Especialmente en prevención, tiene gran importancia la actividad física en enfermedades cardiovasculares(13) y diabetes tipo II(14).

Otras aportaciones que las investigaciones han confirmado en varias ocasiones es que el ejercicio físico en general, así como programas de entrenamiento específicos producen pérdida de peso, de masa grasa y descenso en los niveles de los parámetros sanguíneos relacionados con la obesidad, y consecuentemente con las enfermedades relacionadas con esta (15).

Dentro de los diferentes tipos de entrenamiento, los más comunes en la actualidad son el entrenamiento continuo de intensidad moderada y el entrenamiento interválico de alta intensidad. Así, en el 2019, el entrenamiento HIIT (High Intensity Interval Training) sigue ocupando el tercer puesto en nuevas tendencias a nivel global (16). Ambos tipos de entrenamiento han sido estudiados a fondo ya que algunos estudios mostraban una pérdida de grasa superior en los entrenamientos HIIT frente al MICT (Moderate Intensity Continuous Training) (17), aunque los últimos estudios, realizados parecen mostrar beneficios similares entre ambos grupos en la mejora de los parámetros del síndrome metabólico en personas con sobrepeso u obesidad(18)(19)(20).

En el ejército de tierra estadounidense, se han estudiado los beneficios del HIFT (High Intensity Functional Training), resultando en entrenamientos más cortos de tiempo y volumen, en concreto la reducción de volumen de entrenamiento respecto a los entrenamientos tradicionales en el ejército, es de un 25%-80% menor. Reduce potencialmente el aburrimiento y mejora la adaptación como consecuencia de los constantes cambios. En cuanto al riesgo de lesión, es menor que en los entrenamientos de resistencia de alta intensidad. Además presenta un estrés oxidativo más reducido que en los entrenamientos de resistencia y mejora la fuerza (21).

Teniendo en cuenta esta información y debido a la presencia aparente de una mala condición física en militares de cierto sector del ET (Ejército de Tierra), se decidió llevar a cabo un estudio de 3 meses de duración, con una frecuencia semanal de 2 sesiones, martes y jueves, dividiendo a los militares que se presentaron voluntariamente al estudio en dos grupos, por un lado, un grupo realizaría un entrenamiento MICT y el otro, un entrenamiento HIFT.

## 2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Un programa de entrenamiento funcional de alta intensidad podría tener mayor eficacia que un plan tradicional de ejercicio aeróbico en la mejora de la composición corporal, condición física y la salud de los militares con sobrepeso u obesidad de una unidad de montaña del Ejército de Tierra.

Los objetivos específicos de este estudio son:

1-Evaluar y comparar la eficacia de dos programas de entrenamiento físico de 3 meses de duración sobre la composición corporal y la condición física de los militares con sobrepeso-obesidad destinados en una unidad de montaña del ET.

2-Evaluar y comparar los efectos de dos programas de entrenamiento físico de 3 meses de duración sobre la presencia de SM.

## 3. MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1. Participantes

Este Trabajo Fin de Máster se enmarca dentro del proyecto *Entrenamiento aeróbico vs. Entrenamiento funcional de alta intensidad. ¿Cuál es más eficiente en la lucha contra el sobrepeso y obesidad en los militares del Ejército de Tierra?*, financiado por el Centro Universitario de la Defensa y la Universidad de Zaragoza (UZCUD2018-BIO-01).

Todo el conjunto de sujetos participantes del estudio (**Tabla 7**) fueron reclutados en la base militar de Jaca y son pertenecientes al Regimiento de Infantería “Galicia” 64 de Cazadores de Montaña y a la Escuela Militar de Montaña y Operaciones Especiales (EMMOE). La participación fue voluntaria para aquellos que en el reconocimiento médico anual hubieran sido valorados con sobrepeso u obesidad.

Los criterios de exclusión del estudio fueron los siguientes: presentar restricciones médicas para la práctica de ejercicio físico; presentar un Índice de Masa Corporal (IMC) menor a 25kg/m<sup>2</sup> y; estar realizando una dieta hipocalórica. Es decir, se pedía como factores condicionantes para poder participar tener un IMC>25kg/m<sup>2</sup>, ser mayor de 18 años y pertenecer al Regimiento de Infantería “Galicia” 64 de Cazadores de Montaña o la EMMOE, independientemente de ser varón o mujer.

A todos ellos primeramente se les informó del estudio, así como de los posibles riesgos y beneficios por participar en el mismo y se les entregó un consentimiento informado (**Anexo 1**) que tuvieron que firmar como requisito para poder participar.

El proyecto fue autorizado por el Coronel Director de la EMMOE, así como por el Comandante médico del Regimiento.

### **3.2. Diseño del estudio**

Se trata de un estudio de intervención controlado no aleatorizado, pues los propios sujetos eligieron a cuál de los dos grupos pertenecer, al HIFT o al MICT.

En primer lugar, tal y como se ha indicado anteriormente, se realizó una charla informativa para todos los interesados, en la cual se les comentó la línea de investigación y sus objetivos, así como los posibles riesgos.

Una vez conocidos todos aquellos que cumplían los requisitos que se les exigía se repartieron de forma voluntaria en función de la conveniencia en ambos grupos de entrenamiento, de forma y manera que estuvieran equilibrados en relación al número de sujetos. En una segunda charla se explicó de manera exhaustiva los tipos de entrenamiento, así como la ejecución correcta de los movimientos del programa de entrenamiento funcional.

Inicialmente se comenzó el entrenamiento con un total de 29 sujetos, 23 hombres y 6 mujeres, repartidos de la siguiente manera: 14 MICT y 15HIFT.

Varios sujetos no se tuvieron en cuenta a la hora de analizar los resultados por las siguientes causas:

- Abandono del programa: 8 sujetos
- No presentados a las mediciones finales por causas laborales: 6 sujetos
- Realizar ambos tipos de entrenamiento: 1 sujeto
- Comenzar el entrenamiento demasiado tarde: 1 sujeto

Por todo ello, la repartición final de los grupos quedó de la siguiente manera:

- Grupo MICT: 5 sujetos
- Grupo HIFT: 8 sujetos

Ambos programas de entrenamiento tenían una duración de 12 semanas efectivas, con 2 sesiones de entrenamiento por semana, martes y jueves.

La intensidad del entrenamiento MICT fue monitorizada con dispositivos "Polar M400" que fueron repartidos a todos los participantes y explicado su funcionamiento, mientras que en el entrenamiento HIFT, se realizó a través de la escala adaptada de Borg (22). En ambos tipos de entrenamiento la intensidad, al igual que la duración, era progresiva, pues se tuvo en cuenta que la mayoría de los participantes tenían escaso contacto con el deporte.

### **3.3. Mediciones**

En cuanto a las evaluaciones que se les realizaron con la finalidad de conocer la eficacia de dichos entrenamientos, fueron llevadas a cabo tanto pre- como post- intervención, dentro de la semana anterior y posterior al inicio y finalización de la intervención respectivamente, para evitar en lo posible el sesgo. Todas ellas se realizaron a primera hora de la mañana en ayunas.

### **3.3.1. Extracción de sangre**

Mediante punción seca directa, y analizadas posteriormente en el Centro Inmunológico de Alicante, se extrajeron para este estudio los parámetros sanguíneos de: HDL, triglicéridos y glucosa basal.

### **3.3.2. Presión arterial**

Se tomó la presión arterial, sistólica y diastólica, de los sujetos con un medidor de presión arterial clínico, para ello, los sujetos se encontraban sentados y con el brazo dominante, en el cual se les realizó la medición, reposando prácticamente a la altura del corazón y se anotó la frecuencia cardíaca basal.

### **3.3.3. Composición corporal y antropometría**

Para conocer su composición corporal, se utilizó la bioimpedancia eléctrica (TANITA MC-780-4MA), de la cual extrajimos el peso, masa grasa, en kg y en %, y masa magra en kg. Las mediciones de talla se realizaron con un tallímetro (Modelo 216, SECA, Hamburgo, Alemania) y el perímetro de cintura con una cinta antropométrica.

### **3.3.4. Fuerza de agarre**

Para su evaluación se utilizó un dinamómetro manual (TKK 5401, Takei, Niigata, Japón) y cada participante realizó dos mediciones de agarre con cada brazo, de tal manera que se dejó un tiempo de recuperación completo entre la repetición del mismo miembro. El dato que se escogió para realizar el posterior análisis estadístico fue el mejor de cada brazo.

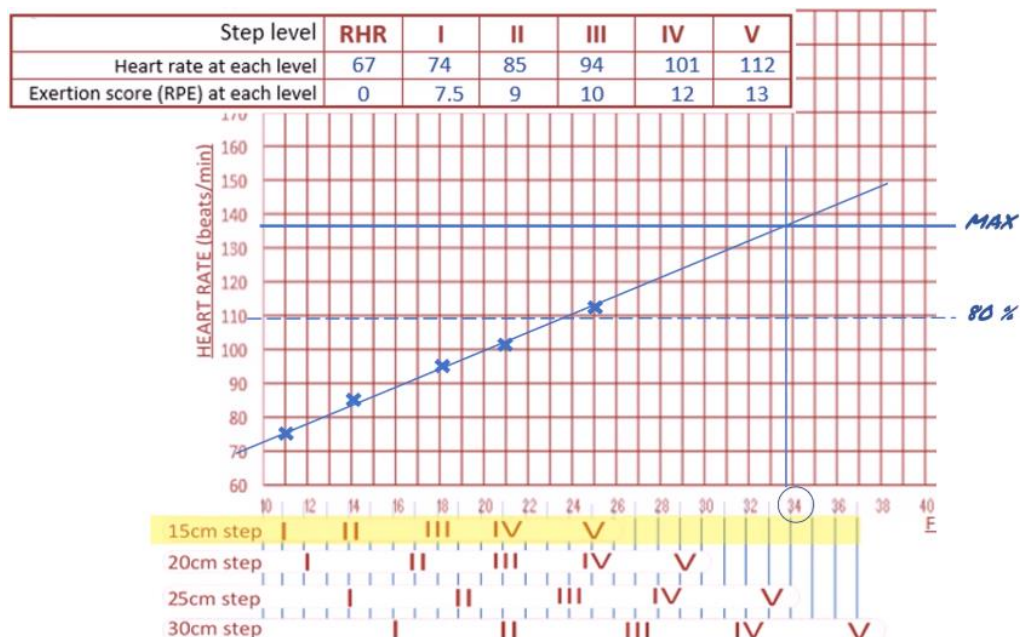
### **3.3.5. Chester Step Test**

El VO<sub>2</sub>máx es considerado como el parámetro principal que nos permite observar cualquier evolución en la condición física como respuesta a un entrenamiento y que está íntimamente ligado con el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares(23). Para su medición se utilizó el “*Chester Step Test*”(24), junto con la escala de Borg original (25) para conocer la percepción del esfuerzo. Antes de comenzar el test se calculó la FC máxima de cada sujeto según la fórmula de “Fox y Haskell” (26)y se anotó el 80% de esta.

El test consiste en subir y bajar repetidamente, a un ritmo marcado en función de estadio, un escalón que en este caso era de 20 cm de altura, ya que es la altura indicada para personas que tienen menos de 40 años, que no suelen realizar actividad física o para aquellos que presentan ligero sobrepeso. Las repeticiones se incrementan conforme aumenta el estadio, con un máximo de 5 estadios.

Al finalizar cada estadio se anota la frecuencia cardíaca, monitorizada con “Polar m400” y la percepción de la intensidad que tienen los sujetos según la “escala de Borg”. Se dará por finalizada la prueba al alcanzar el 80% de su frecuencia cardíaca o cuando terminen el último estadio. Una vez finalizada la prueba, se calcula el VO<sub>2</sub>máx conforme a la **Tabla 3**.

**Tabla 3. Cálculo de VO<sub>2</sub>máx.**



### 3.3.6. Sobrepeso/Obesidad

A lo largo de la historia de la salud, se ha utilizado con frecuencia el término IMC de cierta manera controvertida, pues tiene ciertas limitaciones. Estrictamente viene a decirnos la relación existente entre el peso de un individuo y su altura al cuadrado, con el fin de tratarse como un índice de adiposidad, aunque actualmente empieza a establecerse como un índice de riesgo de accidente cardiovascular (27).

Las referencias establecidas son: <18,5 bajo peso; 18,5-25 normopeso; 25-30 sobrepeso(28).

La presencia de sobrepeso/obesidad en este estudio, no solo se evaluó con respecto del IMC, sino que además, respecto al porcentaje de masa grasa (29) y perímetro cintura (30).

### 3.3.7. Síndrome metabólico

Como ya se explicó en la introducción, el SM es un conjunto de afecciones o trastornos en ciertos parámetros corporales, que en su manifestación conjunta pueden dar lugar al desarrollo de enfermedades cardíacas, accidente cerebrovascular, diabetes tipo dos... La

evaluación de estos parámetros indica el riesgo que tiene la persona de sufrir dichas enfermedades(7).

De los métodos de evaluación expuestos en la **tabla 2**, existen dos que por los criterios que utilizan, fueron susceptibles de utilizar en la investigación, ya que dichos criterios habían sido extraídos a los sujetos: ATP III y el IDF.

El IDF está más indicado para pacientes sometidos a cirugía bariátrica ya que discrimina la alta presión sanguínea, glicemia y dislipidemia pues indica como requisito indispensable la presencia de alta adiposidad central. Por otro lado el diagnóstico por el método ATP III simplemente indica que se requieren 3 requisitos de los 5 que expone, sin que necesariamente uno sea el perímetro de cintura, ya que hay personas de cintura delgada que presentan niveles más elevados en los otros parámetros (31). Además, el ATP III evalúa independientemente del origen étnico, mientras que el IDF hace diferencia según este, aplicando unos criterios u otros (32). Para el estudio se aplicaron los criterios de diagnóstico tanto del ATP III y del IDF que aparecen en la **tabla 2**.

### 3.4. Métodos de entrenamiento

Para ambos tipos de entrenamiento se diseñó un mismo calentamiento de unos 13-15 minutos y una vuelta a la calma de 20 minutos que incluía una tabla de estiramientos. Ambos fueron explicados para su correcta ejecución, realizando especial inciso en mantener los estiramientos durante 30" y la importancia de realizar una vuelta a la calma.

**Tabla 4. Calentamiento general.**

<b>Calentamiento</b>		
-5' Movimiento articular de todo el cuerpo en el siguiente orden:	Cuello	-Flexión/Extensión (30") -Circunferencia en ambos sentidos (30"/Sentido)
	Brazos - Codos	- Circunferencia de brazos acompasadas simultáneamente con flexo/extensión de codo (30")
	Muñecas	- Circunferencia en ambos sentidos (20"/Sentido)
	Cadera	- Circunferencia en ambos sentidos (30"/Sentido)
	Rodillas	- Flexión/Extensión (30")
	Tobillos	-Circunferencia en ambos sentidos con cada tobillo, apoyando la punta de los pies en el suelo. (30"/Sentido) -Caminar de puntillas(30")
-5' Carrera a trote suave		
-3' Salto a la comba suave		

**Tabla 5. Vuelta a la calma general.**

<u>Vuelta a la calma</u>
-5´Carrera a trote suave
-5´Andando a paso ligero
-10´Tabla de estiramientos. 30"/Ejercicio*

### 3.4.1. Entrenamiento MICT

El entrenamiento MICT se podía realizar en cualquier modalidad, ya que había sujetos con el peso elevado y otros con problemas de rodilla, por lo que este aspecto fue elegido libremente por los participantes.

La intensidad se estableció conforme a la FC<sub>máx</sub>, la cual fue calculada con la estimación superficial de "Fox y Haskell" (26), 220-edad. Comenzó trabajando la intensidad al 70% de la FC<sub>máx</sub> y se llegó a alcanzar el 85% de la FC<sub>máx</sub>. En cuanto a la duración, las primeras semanas estaba en torno a los 30 minutos, siendo la duración máxima 45 minutos. (**Anexo 3**)

Para evitar la monotonía y a su vez conseguir mayores mejoras se aplicó el entrenamiento continuo intensivo, ya que mejora la oxidación de grasas y desplaza el umbral aeróbico. También se usó entrenamiento continuo variable con el objetivo de incrementar el VO<sub>2</sub>máx(33).

### 3.4.2. Entrenamiento HIFT

Respecto al entrenamiento HIFT, la metodología usada en su desarrollo fue el trabajo EMOM (Every Minute On a Minute) y AMRAP (As Many Rounds As Posible), este último asociado a la escala de Borg adaptada (0-10) de percepción de esfuerzo para medir la intensidad. La progresión del trabajo de intensidad fue de 8 a 10 en la escala de Borg adaptada(22) y el tiempo de trabajo osciló entre 10 y 20 minutos.

EMOM hace referencia a la realización de las repeticiones indicadas de cada ejercicio por minuto, si te sobra tiempo descansas hasta completar el minuto, inmediatamente finalizado este, repetimos la acción y así sucesivamente hasta completar el período de tiempo global establecido.

AMRAP, como bien dice la traducción de sus siglas en inglés, consiste en realizar tantas vueltas seguidas como puedas al circuito establecido, hasta finalizar el tiempo establecido.

En dicho entrenamiento, a parte de la explicación dada en la charla acerca de la ejecución de los ejercicios, se les dio en formato papel una lista con los ejercicios, la descripción de la ejecución, precauciones a llevar a cabo y diversas adaptaciones de cada ejercicio, ya que cada sujeto estaba en un nivel diferente (**Anexo 3**).

El objetivo era trabajar todo el cuerpo y puesto que no había máquinas de ejercicio guiadas y algunos sujetos no solían realizar ejercicio con frecuencia, para disminuir el riesgo de lesión se decidió realizar ejercicios con el propio peso corporal que fueran ejecutablemente asequibles para todos los participantes a la vez que se pudiera realizar variaciones tanto para aumentar como para disminuir su dificultad.

De esta manera, los ejercicios que se les indicó fueron los siguientes: Squat, push-ups, push-up and release, burpees, jumping jacks, crunch, sit ups, hanging knee raise, mountain climbers, ropejumps, superman, lunge.

### 3.5. Análisis estadístico

Inicialmente, el objetivo primero fue conocer la normalidad de la distribución de la muestra, para ello, y puesto que el número de sujetos era inferior a 30, se realizó el “*test de Shapiro-Wilk*” para corroborarlo.

El siguiente paso inmediato fue la realización de la prueba “*t de Student para muestras independientes*”, en los datos contenidos en el apartado pre- y por separado se repitió con los datos del apartado post-, de esta forma, se obtuvieron los datos de las variables con sus respectivas medias, desviaciones y el p valor. Con los datos obtenidos del apartado pre-, el objetivo era conocer la homogeneidad inicial de la prueba, mientras que con los del post-, el objetivo era distinto, se pretendía observar si existía diferencia entre los datos obtenidos del entrenamiento HIFT y los resultados obtenidos del entrenamiento MICT.

Posteriormente, para conocer las diferencias intragrupalas pre- y post- intervención se aplicó “*ANOVA de medidas repetidas*” con la muestra segmentada en función del grupo. Este test nos da a conocer si los datos finales obtenidos, tienen una diferencia estadísticamente significativa respecto a los iniciales dentro de un mismo grupo, es decir, si los 3 meses del entrenamiento HIFT o el MICT han tenido un resultado real respecto al objetivo inicial.

Dicho análisis fue llevado a cabo mediante el programa estadístico “*IBM SPSS Statistics 25*” y en todos los procesos, se estableció como límite de la significación el “*p-value < 0,05*”.

## 4. RESULTADOS

La **tabla 6** muestra las características iniciales de los sujetos. En ella se aprecia una diferencia significativa inicial en la presión sanguínea, tanto sistólica como diastólica, y en la fuerza de agarre de ambas manos. Por lo tanto no se puede decir que ambos grupos fueran completamente homogéneos.



**Tabla 6. Características iniciales de los sujetos.**

Variable	G.MICT(n=5)	G.HIFT(n=8)	P value
Edad-años	44±7,4	45,5±8,2	0,745
Talla-cm	175,3±7,3	169,6±10,1	0,303
Peso-kg	93,4±6,3	89,4±10,5	0,411
IMC-kg/m <sup>2</sup>	30,4±1,4	31,2±3,6	0,669
Masa Grasa-Kg	24,9±2,7	28,1±7,5	0,287
Masa Grasa-%	26,6±1,1	31,5±7,4	0,107
Masa Magra-Kg	68,6±3,8	61,3±9,8	0,147
PerCint-cm	97,6±5,7	94,2±8,0	0,426
HDL-mg/dl	46,2±11,6	51,4±10,6	0,427
GlcBasal-mg/dl	93,8±10,2	101,1±10,6	0,246
Trigliceridos-mg/dl	127,0±51,1	112,4±51,3	0,628
Sistólica-mmHg	128,6±5,6	142,9±12,1	<b>0,032</b>
Diastólica-mmHg	75,4±8,8	88,3±8,6	<b>0,025</b>
FcBasal-ppm	58,2±4,8	66,6±9,1	0,084
Dinam.D-Kg	51,2±6,9	36,6±7,8	<b>0,006</b>
Dinam.I-Kg	51,9±6,7	36,5±9,9	<b>0,011</b>
Vo2máx-ml/kg/min	43,7±9,7	43,9±14,7	0,98

#### 4.1. Resultado intergrupar (Pre-Post)-Intervención

Al finalizar el entrenamiento se aprecian diferentes variaciones respecto al principio, ya que hay un único parámetro en el que se aprecie diferencia significativa intergrupar, la fuerza de agarre del lado derecho, con un p value = 0,019.

Si nos fijamos en la **tabla 6**, en la cual inicialmente había diferencia significativa en la presión sanguínea y en la fuerza de agarre de ambos lados, de estos 4 parámetros, coincide que al finalizar el entrenamiento (**tabla 7**), el único parámetro con diferencia significativa es uno de ellos, esto quiere decir que 3 parámetros han dejado de tener dicha diferencia, o dicho de otro modo que la muestra es aún más homogénea que al inicio.

Así la media de la presión sistólica del grupo HIFT (142,9±12,1mmHg), inicialmente se encontraba significativamente más elevada respecto a los valores del grupo MICT (128,6±5,6mmHg), esto es en 14,28 mmHg, mientras que al finalizar el entrenamiento, si vemos la tabla9, la diferencia es de 6,55mmHg, debido a que pese ambos grupos descendieron sus niveles, el grupo que más lo hizo fue el grupo HIFT.

En cuanto a la presión diastólica inicial, existía una diferencia significativa intergrupar de 12,85mmHg, siendo esta más alta en el grupo HIFT. Una vez concluido el entreno la diferencia descendió a 5,45mmHg gracias al descenso del grupo HIFT, ya que el grupo MICT mantuvo los mismos valores.

La fuerza de agarre derecha se mantuvo significativamente diferente al igual que al principio.

Por último, la fuerza de agarre izquierda varió los resultados, pues inicialmente la diferencia era significativa (15,5Kg) y en los datos extraídos post-intervención el análisis nos da que no hay significancia en esta (10,66Kg). Si se interpretan los datos, ningún grupo aumentó la fuerza de agarre con el entrenamiento, sino que se debe a que el grupo MICT disminuyó levemente su fuerza.

**Tabla 7. Resultados Post-Intervención.**

T Student Post-Intervención			
Variable	G.MICT(n=5)	G.HIFT(n=8)	P Value
Peso-kg	89,4±3,9	87,7±10,6	0,748
IMC-kg/m <sup>2</sup>	29,2±2,4	30,7±3,7	0,443
Masa magra-Kg	67,9±2,9	61,45±10,3	0,131
Masa Grasa-%	24,1±0,8	29,9±9,1	0,116
Masa Grasa-Kg	21,5±1,28	26,3±8,9	0,176
PerCint-cm	94,9±6,4	92,9±7,9	0,633
HDL-mg/dl	44,4±9,2	51,3±7,2	0,159
GlcBasal-mg/dl	82±19,3	89,3±7,1	0,110
Trigliceridos-mg/dl	122,2±34,5	120,9±37,2	0,950
Sistólica-mmHg	124,2±9,0	130,8±9,9	0,258
Diastólica-mmHg	75,8±6,2	81,3±4,5	0,094
FcBasal-ppm	57,8±6,2	68,4±12,1	0,084
Dinam.D-Kg	49,2±7,6	36,9±7,9	<b>0,019</b>
Dinam.I-Kg	47,8±8,2	37,1±10,8	0,086
Vo2mx-ml/kg/min	53,4±7,8	46,7±15,5	0,392

#### 4.2. Grupo MICT

En dicho grupo la única diferencia significativa presente era la reducción de masa grasa de -3,3Kg (p value = 0,048), lo que supone una reducción de un 2,5% (p value = 0,026) de la masa grasa

Por otro lado, esta pérdida de masa grasa tampoco se traduce en una pérdida de aquellos parámetros del perfil lipídico aquí recogidos, que se engloban en el SM, ni del peso.

**Tabla 8. Resultados Pre-Post-Intervención grupo MICT.**

ANOVA Grupo MICT (n=5) Pre-Post			
Variable	PRE	POST	p Value
Peso (Kg)	93,4±6,3	89,4±3,9	0,104
Masa magra (Kg)	68,6±3,8	67,9±2,9	0,417
Masa grasa (Kg)	24,9±2,7	21,5±1,3	<b>0,048</b>
Masa grasa (%)	26.6±1,1	24,1±0,8	<b>0,026</b>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	30,4±1,4	29,2±2,4	0,1
Per_Cintura (cm)	97,6±5,7	94,9±6,4	0,101
Din_D (KG)	51,2±6,9	49,2±7,6	0,486
Din_I (KG)	51,9±6,7	47,8±8,2	0,184
Sistólica (mmHg)	128,6±5,6	124,2±9,0	0,451
Diastólica (mmHg)	75,4±8,8	75,8±6,3	0,897
FC_Basal (ppm)	58,2±4,8	57,8±7,4	0,865
Vo2mx (ml/kg/min)	43,7±9,7	53,4±7,8	0,1
HDL (mg/dl)	46,2±11,6	44,4±9,2	0,436
Glc_Basal (mg/dl)	93,8±10,2	82,0±19,3	0,098
Trigliceridos (mg/dl)	127,0±51,1	122,2±34,5	0,881

### 4.3. Grupo HIFT

Los resultados de los participantes del entrenamiento HIFT son más variados (**tabla 9**).

Por un lado se observa una mejoría en la condición física, concretamente en el Vo2mx, con un aumento en los resultados post-intervención de 4,42 ml/Kg/min. No sucede lo mismo en la prueba de dinamometría manual, en la cual ambos grupos mantienen en ambos brazos, datos prácticamente similares a los iniciales.

En cuanto a los factores que son tenidos en cuenta por el síndrome metabólico, se producen dos cambios, ambos significativos estadísticamente:

- Reducción de la presión sistólica (-12,13mmHg)
- Reducción de la glucosa basal (-11,88mg/dl)

**Tabla 9. Resultados Pre-Post-Intervención grupo HIFT.**

ANNOVA Grupo HIFT (n=8) Pre-Post			
Variable	PRE	POST	p Value
Peso (Kg)	89,4±10,5	87,7±10,6	0,141
Masa magra (Kg)	61,3±9,8	61,5±10,3	0,689
Masa grasa (Kg)	28,1±7,5	26,3±8,9	0,094
Masa grasa (%)	31,5±7,4	29,9±9,1	0,119
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	31,2±3,6	30,6±3,8	0,12
Per_Cintura (cm)	94,2±8,0	92,9±7,9	0,197
Din_D (KG)	36,6±7,8	36,9±7,9	0,723
Din_I (KG)	36,5±9,9	37,1±10,8	0,547
Sistólica (mmHg)	142,9±12,1	130,8±9,9	<b>0,002</b>
Diastólica (mmHg)	88,3±8,6	81,3±4,5	0,073
FC_Basal (ppm)	66,6±9,1	68,4±12,1	0,681
Vo2mx (ml/kg/min)	43,9±14,7	48,4±15,9	<b>0,021</b>
HDL (mg/dl)	51,4±10,6	51,3±7,2	0,966
Glc_Basal (mg/dl)	101,1±10,6	89,3±7,1	<b>0,004</b>
Trigliceridos (mg/dl)	112,4±51,3	120,9±37,2	0,666

#### 4.4. Obesidad/Sobrepeso, SM, Condición física

En cuanto evolución del sobrepeso y la obesidad (**Tabla 9**), se ha observado que siendo este evaluado respecto al IMC, no se presentan cambios en ninguno de los grupos. Sin embargo, si se evalúa respecto al % de masa grasa, existe mejoría en ambos grupos, en el grupo MICT se mantiene el número de personas total con una de las dos definiciones, pero en particular las que presentaban obesidad, ahora tienen simplemente sobrepeso. En el grupo HIFT, con esta medición, al inicio del programa de entrenamiento, había 7 sujetos con sobrepeso u obesidad, mientras que al finalizar, sólo eran 3, es decir, habían mejorado ambos grupos, el de sobrepeso y el de obesidad. Si se evalúa su presencia conforme al perímetro de cintura, la presencia de obesidad central también disminuye después de la intervención.

**Tabla 10. Presencia de Sobrepeso u Obesidad.**

		MICT		HIFT	
		Pre	Post	Pre	Post
<b>IMC</b>	Sobrepeso	3	3	4	4
	Obesidad	2	2	4	4
<b>% masa grasa</b>	Sobrepeso	3	5	3	2
	Obesidad	2	0	4	1
<b>Perímetro cintura</b>	Obesidad central	2	1	3	2

Como resultado del análisis de la presencia de SM mediante los sistemas IDF y ATP III, explicados anteriormente, se obtuvieron los datos en la siguiente tabla:

**Tabla 11. Presencia Síndrome Metabólico.**

<b>S.METABÓLICO</b>				
<b>ENTRENO</b>	<b>IDF</b>		<b>ATP III</b>	
	PRE	POST	PRE	POST
<b>MICT(n=5)</b>	1	1	1	1
<b>HIFT(n=8)</b>	3	1	1	0

En el entrenamiento MICT con ambas metodologías existe un sujeto que presenta síndrome metabólico pre- y post-intervención, por lo que podría interpretarse, que dicho entrenamiento no ha resultado efectivo para disminuir el síndrome metabólico.

En cuanto al HIFT, con ambas metodologías se reduce la presencia del síndrome metabólico tras la intervención. Esto es consecuencia de la reducción significativa de ciertos parámetros del síndrome metabólico, en concreto de la presión sistólica y de la glucosa basal.

En lo que respecta a la condición física, solo se ha observado una mejoría en el VO<sub>2</sub>máx, en el grupo HIFT (**Tabla 9**).

## 5. DISCUSIÓN

La intervención refleja una mejora en el grupo HIFT en cuanto a los parámetros del SM, de la presión sistólica y la glucosa basal, los cuales no mejoraron en el grupo que realizó el entrenamiento MICT. Esto se refleja en lo expuesto en la **tabla 11**, en la cual se evalúa la presencia de síndrome metabólico en ambos grupos mediante dos métodos de evaluación, el IDF y el ATP III.

En la literatura científica, se ha observado cómo el entrenamiento HIFT tiene una mayor mejora en la presión sistólica (34)(35) y de la glucosa basal (36), por lo tanto corrobora nuestros resultados en este ámbito.

Por otro lado, pese a que en nuestro estudio no se observó diferencia en la presencia de sobrepeso/obesidad evaluado respecto al IMC, sí que se obtuvo una diferencia al calcularlo con el % de masa grasa y con el perímetro de cintura. En aquellos estudios en los cuales los sujetos entrenaban, al menos 3 veces por semana, en vez de 2, si obtuvieron diferencias tanto pre- como post-intervención al evaluarlo respecto del IMC, aunque, como sucedió en nuestro estudio, sin tener significancia intergrupala (37)(38).

Por la intensidad de trabajo recogida en la metodología HIFT, se aprecia un incremento del Vo2máx en ambos tipos de entrenamiento, aunque solo es significativo en dicho grupo. Aunque en otros estudios se ha observado también una mejora significativa en el grupo MICT, siempre ha sido superior con el entrenamiento HIFT (35)(39)(37)(40)(41). Además esta mejora del Vo2máx podría estar relacionado con una disminución de la presión sanguínea, ya que estas variables están directamente relacionadas, y es por ello que tiene una mayor disminución en la presión sanguínea el grupo HIFT (42).

## **6. LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO**

Destacar que en el lugar en el que fue llevado a cabo, todos los participantes disponían tanto de acceso a material e instalaciones suficientes como de tiempo para realizar los entrenamientos, ya que diariamente, disponían de una hora de su jornada laboral para realizar ejercicio físico.

Por otro lado, existen ciertas limitaciones que han surgido a lo largo del desarrollo de este estudio:

En primer lugar, inicialmente la muestra no se encontraba equilibrada, pues pese a que en el momento de reparto de los sujetos entre los dos grupos, quedaron estos igualados, no todos terminaron el estudio. De esta forma el grupo MICT presentaba una muestra de 5 sujetos y el grupo HIFT de 8. Esto, a efectos estadísticos se traduce en que para que haya diferencia significativa en algún parámetro dentro del grupo MICT, sea necesario que dicha diferencia sea mucho más amplia que las registradas en el HIFT.

Además la muestra no presentaba homogeneidad en las evaluaciones pre-intervención, ya que existía diferencia en los factores de presión sanguínea, tanto sistólica ( $p$  value = 0,032) como diastólica ( $p$  value = 0,025), y en la fuerza de agarre con ambas manos (Derecha-  $p$  value= 0,006; Izquierda-  $p$  value =0,011).

Varios sujetos dijeron haber cambiado hábitos alimenticios, tanto en cantidad como en calidad y frecuencia de comidas, pese a que se les había dicho que no variasen los hábitos.

En el tema deportivo se les pidió que siguieran haciendo su rutina, en caso de que la tuviesen, pero que a mayores hicieran el entrenamiento que se les indicó, lo cual no podemos saber si lo hicieron así o suprimieron la rutina para hacer dicho entrenamiento.

La frecuencia semanal era de 2 sesiones, los martes y jueves. Puesto que los estudios existentes en relación con el tema indican que los mejores resultados se obtienen con entrenamientos de 3 días a la semana, esta era la idea inicial, pero no pudo aplicarse por el desarrollo de su trabajo.

Los sujetos escogidos habían realizado mínimo el 65% del programa lo cual, al no haber realizado el 100%, no se reflejan con claridad los resultados en las mediciones.

## **7. CONCLUSIONES**

Por lo tanto, conforme a la literatura relacionada con los términos tratados y los resultados de esta investigación, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El entrenamiento MICT de 12 semanas de duración produce una mayor pérdida de masa grasa corporal que el HIFT. No obstante, ambos mejoran la presencia de sobrepeso u obesidad cuando es evaluada con el % de masa grasa y el perímetro de cintura.

- El entrenamiento HIFT es un buen reductor de la presión sanguínea, más concretamente de la presión sistólica, y de los niveles de glucosa basal. Por lo tanto, para aquellas personas con presión sanguínea elevada y con índices de glucemia prediabéticos, resulta más interesante recetarles un entrenamiento tipo HIFT, ya que ello conlleva una mejor respuesta al SM.

- En cuanto a la mejora de la condición física, el HIFT aumenta de manera muy superior la condición cardiorrespiratoria. Ninguno de los dos entrenamientos realizados produce variaciones en cuanto a la fuerza de agarre.

## **8. AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a los miembros de la EMMOE de Jaca, que nos permitieron acceder a la muestra en la cual queríamos realizar la investigación y a los participantes pertenecientes al Regimiento de Infantería “Galicia” 64 de Cazadores de Montaña que finalizaron el estudio con implicación e interés. Especial consideración a la Dra. Alba María Gómez Cabello por su implicación como tutora de este estudio y a Roberto Pazos Santos, compañero en la realización de este, y en general al resto de profesores y compañeros de clase del “Máster Universitario en Evaluación y Entrenamiento Físico para la Salud”.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Bentham J, Di Cesare M, Bilano V, Bixby H, Zhou B, Stevens GA, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017 Dec 16;390(10113):2627–42.
2. Leiva AM, Martínez MA, Cristi-Montero C, Salas C, Ramírez-Campillo R, Martínez XD, et al. El sedentarismo se asocia a un incremento de factores de riesgo cardiovascular y metabólicos independiente de los niveles de actividad física. *Rev Med Chil*. 2017 Apr 1;145(4):458–67.
3. Meyer S, Cole R. Army Body Composition Program Study Results Concerning: Enrollees Are More Over Fat Than Expected. *Mil Med*. 2019 Mar 1;184(Supplement\_1):400–8.
4. Bedno SA, Li Y, Han W, Cowan DN, Scott CT, Cavicchia MA, et al. Exertional Heat Illness Among Overweight U.S. Army Recruits In Basic Training. *Aviat Space Environ Med*. 2010 Feb 1;81(2):107–11.
5. Rush T, LeardMann CA, Crum-Cianflone NF. Obesity and associated adverse health outcomes among US military members and veterans: Findings from the millennium cohort study. *Obesity*. 2016 Jul 1;24(7):1582–9.
6. Vasileva L V., Marchev AS, Georgiev MI. Causes and solutions to “globesity”: The new fa(s)t alarming global epidemic. *Food Chem Toxicol*. 2018 Nov;121:173–93.
7. Meigs JB. Metabolic syndrome- In search of a clinical role. *Diabetes Care*. 2004;27(11):2761–3.
8. Zafar U, Khaliq S, Ahmad HU, Manzoor S, Lone KP. Metabolic syndrome: an update on diagnostic criteria, pathogenesis, and genetic links. Vol. 17, *Hormones*. Springer; 2018. p. 299–313.
9. Bray GA, Bellanger T. Epidemiology, Trends, and Morbidities of Obesity and the Metabolic Syndrome. *Endocrine*. 2006;29(1):109–18.
10. Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet*. 2005 Apr;365(9468):1415–28.
11. Pareja-Galeano H, Garatachea N, Lucia A. Exercise as a Polypill for Chronic Diseases. In 2015. p. 497–526.
12. Fiuza-Luces C, Garatachea N, Berger NA, Lucia A. Exercise is the Real Polypill.



- Physiology. 2013 Sep;28(5):330–58.
13. Löllgen H, Bachl N. Kardiovaskuläre Prävention und regelmäßige körperliche Aktivität. *Herz*. 2016 Dec 14;41(8):664–70.
  14. Teixeira-Lemos E, Nunes S, Teixeira F, Reis F. Regular physical exercise training assists in preventing type 2 diabetes development: focus on its antioxidant and anti-inflammatory properties. *Cardiovasc Diabetol*. 2011;10(1):12.
  15. Zguira MS, Slimani M, Bragazzi NL, Khrouf M, Chaieb F, Saïag B, et al. Effect of an 8-Week Individualized Training Program on Blood Biomarkers, Adipokines and Endothelial Function in Obese Young Adolescents with and without Metabolic Syndrome. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Mar 1;16(5):751.
  16. Thompson WR. WORLDWIDE SURVEY of FITNESS TRENDS for 2019. *ACSM's Heal Fit J*. 2018 Nov 1;22(6):10–7.
  17. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes (Lond)*. 2008 Apr;32(4):684–91.
  18. Martins C, Kazakova I, Ludviksen M, Mehus I, Wisloff U, Kulseng B, et al. High-Intensity Interval Training and Isocaloric Moderate-Intensity Continuous Training Result in Similar Improvements in Body Composition and Fitness in Obese Individuals. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2016 Jun;26(3):197–204.
  19. Ramos JS, Dalleck LC, Borrani F, Beetham KS, Wallen MP, Mallard AR, et al. Low-Volume High-Intensity Interval Training Is Sufficient to Ameliorate the Severity of Metabolic Syndrome. *Metab Syndr Relat Disord*. 2017 Sep;15(7):319–28.
  20. Fisher G, Brown AW, Bohan Brown MM, Alcorn A, Noles C, Winwood L, et al. High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*. 2015;10(10):e0138853.
  21. Haddock CK, Poston WSC, Heinrich KM, Jahnke SA, Jitnarin N. The Benefits of High-Intensity Functional Training Fitness Programs for Military Personnel. *Mil Med*. 2016 Nov;181(11):e1508–14.
  22. Arney BE, Glover R, Fusco A, Cortis C, de Koning JJ, van Erp T, et al. Comparison of RPE (Rating of Perceived Exertion) Scales for Session RPE. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018 Dec 20;14(7):994–6.

23. Joyner MJ, Lundby C. Concepts about VO<sub>2</sub>max and Trainability Are Context Dependent. Vol. 46, Exercise and Sport Sciences Reviews. Lippincott Williams and Wilkins; 2018. p. 138–43.
24. Bennett H, Parfitt G, Davison K, Eston R. Validity of Submaximal Step Tests to Estimate Maximal Oxygen Uptake in Healthy Adults. Vol. 46, Sports Medicine. Springer International Publishing; 2016. p. 737–50.
25. BORG GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sport Exerc. 1982 May;14(5):377–381.
26. Fox SM, Naughton JP. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. Prev Med (Baltim). 1972;1(1–2):92–120.
27. Antonopoulos AS, Oikonomou EK, Antoniadou C, Tousoulis D. From the BMI paradox to the obesity paradox: the obesity–mortality association in coronary heart disease. Vol. 17, Obesity Reviews. Blackwell Publishing Ltd; 2016. p. 989–1000.
28. Flegal KM, Kit BK, Orpana H, Graubard BI. Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. Vol. 309, JAMA - Journal of the American Medical Association. 2013. p. 71–82.
29. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: An approach for developing guidelines based on body mass index. Am J Clin Nutr. 2000;72(3):694–701.
30. Cerhan JR, Moore SC, Jacobs EJ, Kitahara CM, Rosenberg PS, Adami HO, et al. A pooled analysis of waist circumference and mortality in 650,000 adults. Mayo Clin Proc. 2014;89(3):335–45.
31. Rodríguez-Ortiz D, Reyes-Pérez A, León P, Sánchez H, Mosti M, Aguilar-Salinas CA, et al. Assessment of two different diagnostic guidelines criteria (National Cholesterol Education Adult Treatment Panel III [ATP III] and International Diabetes Federation [IDF]) for the evaluation of metabolic syndrome remission in a longitudinal cohort of patients undergoing Roux-en-Y gastric bypass. Surg (United States). 2016 Apr 1;159(4):1121–8.
32. Kassi E, Pervanidou P, Kaltsas G, Chrousos G. Metabolic syndrome: Definitions and controversies. BMC Med. 2011 May 5;9.
33. Shrier I. Aerobic high-intensity intervals improve more than moderate training. Yearb Sport Med. 2008 Jan;2008:92.

34. Arboleda-Serna VH, Feito Y, Patiño-Villada FA, Vargas-Romero AV, Arango-Vélez EF. Effects of high-intensity interval training compared to moderate-intensity continuous training on maximal oxygen consumption and blood pressure in healthy men: A randomized controlled trial. *Biomédica*. 2019 Sep 1;39(3):524–36.
35. Costa EC, Hay JL, Kehler DS, Boreskie KF, Arora RC, Umpierre D, et al. Pressure in Adults with Pre- to Established Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. Vol. 48, *Sports Medicine*. Springer International Publishing; 2018. p. 2127–42.
36. Dun Y, Thomas RJ, Smith JR, Medina-Inojosa JR, Squires RW, Bonikowske AR, et al. High-intensity interval training improves metabolic syndrome and body composition in outpatient cardiac rehabilitation patients with myocardial infarction. *Cardiovasc Diabetol*. 2019 Dec;18(1).
37. Su LQ, Fu JM, Sun SL, Zhao GG, Cheng W, Dou CC, et al. Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLoS One*. 2019 Jan 1;14(1).
38. Wewege M, van den Berg R, Ward RE, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2017 Jun;18(6):635–46.
39. Gomes Neto M, Durães AR, Conceição LSR, Saquetto MB, Ellingsen Ø, Carvalho VO. High intensity interval training versus moderate intensity continuous training on exercise capacity and quality of life in patients with heart failure with reduced ejection fraction: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2018 Jun 15;261:134–41.
40. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. Vol. 42, *Sports Medicine*. 2012. p. 489–509.
41. Dias KA, Ingul CB, Tjonna AE, Keating SE, Gomersall SR, Follestad T, et al. Effect of High-Intensity Interval Training on Fitness, Fat Mass and Cardiometabolic Biomarkers in Children with Obesity: A Randomised Controlled Trial. *Sports Med*. 2018 Mar;48(3):733–46.
42. Hussain SR, Macaluso A, Pearson SJ. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training in the prevention/management of cardiovascular disease. Vol. 24, *Cardiology in Review*. Lippincott Williams and Wilkins;

2016. p. 273–81.

## 10. ANEXOS



### **Anexo 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO PROYECTO:**

**“Entrenamiento aeróbico vs. Entrenamiento funcional de alta intensidad. ¿Cuál es más eficiente en la lucha contra el sobrepeso y obesidad en los militares del Ejército de Tierra?”**

Yo, \_\_\_\_\_

He sido informado acerca de los fines y pruebas del estudio.

He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1) cuando quiera
- 2) sin tener que dar explicaciones
- 3) sin que esto suponga ninguna repercusión

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y acepto que las muestras derivadas de este proyecto puedan ser utilizadas en futuras investigaciones.

Doy mi conformidad para que mis datos clínicos sean revisados por personal ajeno al centro, para los fines del estudio, y soy consciente de que este consentimiento es revocable.

Firma del participante:

Fecha:

.....  
.....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al participante mencionado.

Firma del Investigador:

Fecha:

.....  
.....

La información y datos recogidos en este estudio respetarán siempre lo establecido por la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal.

## Anexo 2. Entrenamiento MICT.

Semana	Martes	Jueves
1	Fc Mx 70% - 30´	Fc Mx 70% - 30´
2	Fc Mx 70% - 35´	Fc Mx 70% - 35´
3	Fc Mx 75% - 35´	Fc Mx 75% - 35´
4	Fc Mx 70% 10´ Fc Mx 80% 10´ Fc Mx 70% 10´	Fc Mx 70% 10´ Fc Mx 80% 10´ Fc Mx 70% 10´
5	Fc Mx 75% - 40´	Fc Mx 75% - 40´
6	(Fc Mx 70% 10´/Fc Mx 80% 10´) X2	(Fc Mx 70% 10´/Fc Mx 80% 10´) X2
7	Fc Mx 75% - 45´	Fc Mx 75% - 45´
8	Fc Mx 80% - 35´	Fc Mx 80% - 35´
9	Fc Mx 70% 10´ Fc Mx 85% 10´ Fc Mx 70% 10´	Fc Mx 70% 10´ Fc Mx 85% 10´ Fc Mx 70% 10´
10	(Fc Mx 70% 5´/Fc Mx 85% 5´) X3	(Fc Mx 70% 5´/Fc Mx 85% 5´) X3
11	Fc Mx 70% 15´ Fc Mx 80% 15´ Fc Mx 70% 15´	Fc Mx 70% 15´ Fc Mx 80% 15´ Fc Mx 70% 15´
12	(Fc Mx 70% 10´/Fc Mx 85% 10´) X2	Fc Mx 70% 10´/Fc Mx 85% 10´) X2

**Anexo 3. Ejercicios HIFT (EMOM-AMRAP).****Ejercicios a utilizar en el HIFT****Squat**

- **Descripción:** Brazos paralelos al suelo, echamos el culo hacia atrás manteniendo la espalda recta, sacamos pecho y bajamos hasta tener los muslos paralelos al suelo y ascendemos retirando el pecho hacia atrás y empujando la pelvis hacia adelante.
- **Precauciones:** No formar curvaturas en la espalda. Evitar juntar las rodillas al bajar, han de estar fijas.
- **Adaptación:** Si nos cuesta mantener la estabilidad al bajar, nos agarraremos a una superficie que nos permita realizar el movimiento correctamente.

### Push-Ups



- **Descripción:** Tumbados en el suelo, pies juntos y manos apoyadas en el suelo al lado de los hombros. Descendemos, flexionando los codos y manteniendo recta la espalda, hasta casi tocar el suelo y subimos.
- **Precauciones:** No formar curvaturas en la espalda, ni dejar el culo arriba mientras bajamos. El cuello se deberá mantener alineado con la columna.



- **Adaptación:** Si nos resulta excesivamente costoso realizar la flexión normal procedemos a realizarla apoyando las rodillas en el suelo y elevando los pies, cruzados entre sí.

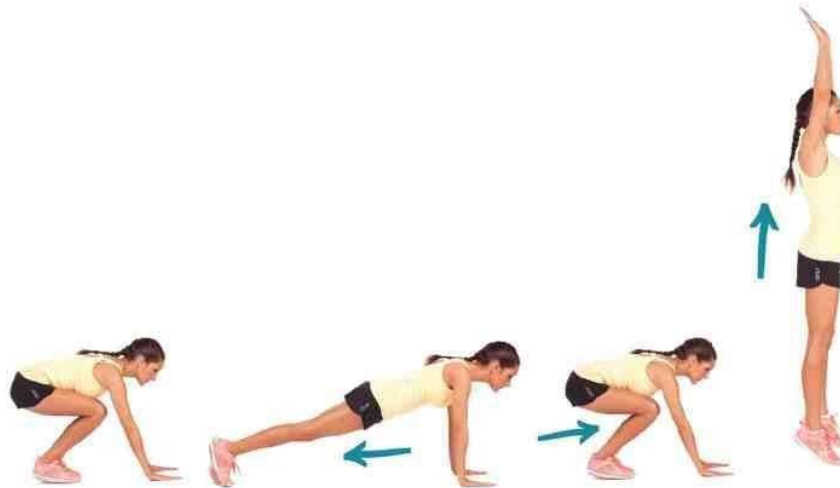
**Push-up and release**

- **Descripción:** Siguiendo el mismo procedimiento que en la Push-Up normal, procedemos a apoyar el pecho en el suelo una vez hayamos bajado y retirar los codos hacia atrás, separando manos del suelo
- **Precauciones:** No formar curvaturas en la espalda, ni dejar el culo arriba mientras bajamos. El cuello se deberá mantener alineado con la columna.
- **Adaptación:** Si nos resulta excesivamente costoso realizar la flexión normal procedemos a realizarla apoyando las rodillas en el suelo y elevando los pies, cruzados entre sí.

**Burpees**

- **Descripción:** Situados de pie, nos agachamos hasta encontrarnos en posición de cuclillas y con las manos apoyadas al lado de los hombros. Damos un salto hacia atrás con los pies para realizar una extensión del cuerpo hasta la posición de partida de flexión, a continuación realizaremos esta y de un salto de nuevo, recogemos los pies a posición de cuclillas. Saltamos, llevando los brazos por encima de la cabeza y receptionamos la caída de pies.
- **Precauciones:** En la posición de flexión, no formar curvaturas en la espalda, ni dejar el culo arriba mientras bajamos. El cuello se deberá mantener alineado con la columna.



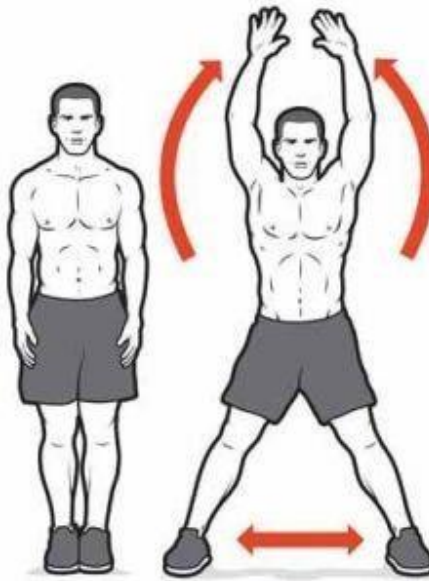


- **Adaptación:** Si nos resulta excesivamente intenso, evitamos realizar la flexión.



- **Adaptación:** Si nos sigue resultando excesivamente intenso, eliminamos a mayores el salto final, pasando de la posición de cuclillas a levantarnos a posición de pie.

### Jumping jacks



- **Descripción:** En posición de pie, saltamos abriendo piernas y elevando brazos por encima de la cabeza para recepcionar. Seguidamente saltamos de nuevo para juntar piernas y bajar brazos.
- **Precauciones:** Mantener todo el tiempo el cuerpo en plano frontal.

### ABS

#### Crunch



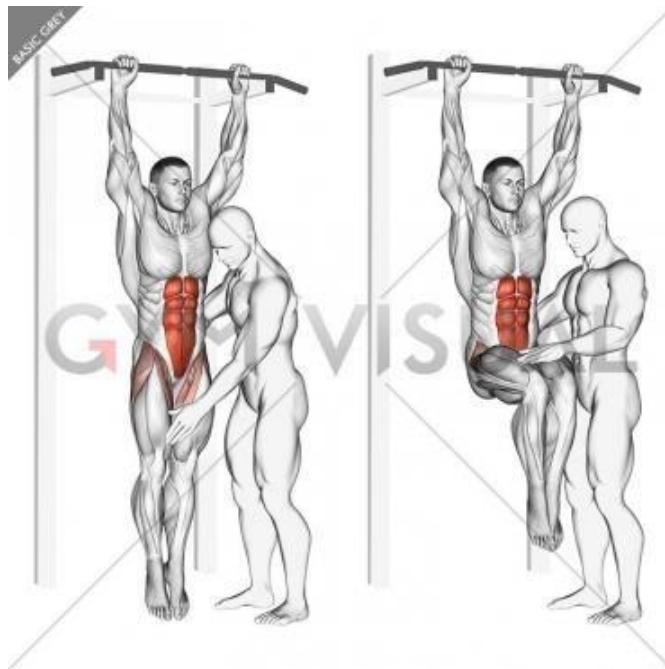
- **Descripción:** Manos colocadas detrás de la cabeza. Haremos fuerza con nuestros abdominales para atraer el pecho hacia la pelvis, sin elevar la zona abdominal.
- **Precauciones:** No empujar con las manos la cabeza, ya que solo están colocadas ahí con la intención de no realizar impulso con los brazos. Despegar del suelo exclusivamente el pecho.

### Sit Ups



- **Adaptación:** Si se requiere más intensidad, realizaremos el siguiente ejercicio.  
Colocamos los brazos cruzados sobre los hombros y despegamos toda la espalda recta, como si de una tabla se tratase, hasta tocar con los codos en las rodillas. Se puede colocar los pies debajo de una espaldera o mancuernas para contrarrestar el impulso de los pies.

### Hanging knee raise



- **Descripción:** Colgados de una barra o espaldera, elevaremos las rodillas intentando juntarlas con el pecho lo que podamos.
- **Precauciones:** No formar curvaturas en la espalda, ni separar la espalda de las espalderas.
- **Adaptación:** Si nos resulta poco intenso, podemos elevar las piernas estiradas hasta formar un ángulo de 90°.

### Mountain climbers



- **Descripción:** En posición de flexión, despegamos un pie del suelo, acercamos la rodilla hasta el pecho y volvemos a colocarnos. Se alternan ambas piernas.
- **Precauciones:** No formar curvaturas en la espalda, ni elevar el glúteo.

### Rope jumps



- **Descripción:** Voltar la cuerda alrededor del cuerpo y saltarla cuando pasa a la altura del suelo.
- **Precauciones:** Ajustar la cuerda a nuestra altura, para ello pisamos la cuerda con un pie y la agarramos a la altura en la que la cuerda esté tensa y nuestros codos formen un ángulo de 90°.

### Superman



- **Descripción:** Tumbados bocabajo en el suelo. Con las punteras apuntando hacia atrás. El cuerpo tenso. Elevamos simultáneamente la pierna y brazos contrarios, hasta donde podamos y alternamos con la otra pierna y brazo.
- **Precauciones:** No desviar el brazo o la pierna de la perpendicular.

### Lunge



- **Descripción:** De pies, adelantamos una pierna y bajamos el centro de gravedad, dejando una pierna atrasada, hasta casi tocar el suelo con esta última.
- **Precauciones:** No desviarse hacia los lados.
- **Adaptación:** Si nos resulta poco intenso, podemos sujetar en las manos unas mancuernas.