



**UNIVERSIDAD DE MURCIA**  
**FACULTAD DE MEDICINA**

**Efectos del Ejercicio Físico y la Dieta sobre el  
Riesgo Cardiovascular y el Peso en Sujetos  
con Sobrepeso y Obesidad**

**D. Andrés José Sánchez Polo**  
**2015**





UNIVERSIDAD DE  
MURCIA



FACULTAD DE MEDICINA DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

# **Efectos del ejercicio físico y la dieta sobre el riesgo cardiovascular y el peso en sujetos con sobrepeso y obesidad.**

Tesis Doctoral de Andrés José Sánchez Polo

Dirigida por la catedrática Antonia Gómez Conesa

Murcia, 2015



## **AGRADECIMIENTOS**

A la directora de la tesis Dra Antonia Gómez Conesa, por saber aunar didáctica, diversión y compañerismo, solo su persona supera su profesionalidad.

Al sr Antonio Amaurandi del departamento de estadística de la UM, sin su colaboración este trabajo no hubiera visto la luz.

Quiero aprovechar la ocasión para dedicar unas palabras a las personas que más significan para mí. A mis padres Loli y Andrés ejemplos del triunfo, tanto en lo familiar como en lo profesional. La estela que dejan es mi guía. Me siento afortunado de ser hijo vuestro.

Y sobre todo a mi mujer Elisa, la tesis es otro ejemplo de nuestro proyecto en común, juntos somos invencibles.

A mi hijo Andrés por cederme horas y horas que deberían haber sido en común, y aun así siempre que te necesito estás ahí.

Por último a todos los participantes en el trabajo, sin su colaboración no hubiera sido posible.



# ÍNDICE

página

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Epidemiología de la obesidad y el sobrepeso	2
1.2. Conceptos	5
1.3. Actuaciones del ejercicio físico y la dieta	10
<b>2. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b>	41
2.1. Justificación	41
2.2. Hipótesis	42
2.3. Objetivos	43
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	45
3.1. Diseño, muestra, criterios de inclusión y exclusión y aspectos éticos	45
3.2. Evaluación	49
3.3. Prescripción del ejercicio físico y la dieta para los grupos intervención y descripción de la sesión de ejercicio físico	54
3.4. Análisis estadístico	64
<b>4. RESULTADOS</b>	65
4.1. Características de la muestra	65
4.2. Resultados en la pre intervención	67
4.3. Resultados en la post intervención	69
4.4. Resultados durante la intervención	71

<b>5. DISCUSIÓN</b>	93
5.1. Sobre los resultados en la pre intervención	94
5.2. Sobre los resultados en la post intervención	99
<b>6. CONCLUSIONES</b>	119
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	121
<b>8. RESUMEN</b>	131
<b>9. ANEXOS</b>	133



## Abreviaturas

ACSM	Colegio Americano de medicina deportiva
AF	Actividad física
ANCOVA	Análisis de covarianza
ANOVA	Análisis de varianza
CDC	Centro de prevención y control de enfermedades
CI	Cardiopatía isquémica
CT	Colesterol total
DM	Diabetes mellitus
DM2	Diabetes tipo 2
ECA	Estudio clínico aleatorizado
ECC	Enfermedad cardíaca coronaria
ECNT	Enfermedades crónicas transmisibles
ECV	Enfermedades cardiovasculares
EF	Ejercicio físico
EFA	Ejercicio físico aeróbico
EFC	Ejercicio físico continuo
EFI	Ejercicio físico interválico
EFu	Entrenamiento de fuerza
ENRICA	Estudio de Nutrición y Riesgo Cardiovascular en España, 2011.
FC	Frecuencia cardíaca

FCMAX	Frecuencia cardiaca máxima
FCr	Frecuencia cardiaca reposo
FRCV	Factores de Riesgo Cardiovasculares
HDL	Colesterol de alto peso molecular
HTA	Hipertensión arterial
IM	Infarto miocardio
IMC	Índice de Masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )
kcal	kilocalorías
LDL	Colesterol de bajo peso molecular
lpm	Latidos por minuto
MOF	Máxima oxidación grasa
PA	Presión arterial
PAD	Presión arterial diastólica
PAS	Presión arterial sistólica
RHC	Rehabilitación cardiaca
RM	Trabajo de fuerza en que solo puede ejecutar el ejercicio una sola vez
SEEDO	Sociedad Española para el estudio de la Obesidad
TG	Triglicéridos
USA	Estados Unidos de América
VLDL	Colesterol de muy bajo peso molecular
VO2MAX	Consumo máximo de oxígeno (ml/kg/min); capacidad funcional

# 1. INTRODUCCIÓN

---

Según la Sociedad Española para el estudio de la obesidad (SEEDO)<sup>1</sup> la obesidad es una enfermedad metabólica que ha crecido considerablemente y que continua incrementándose de forma alarmante en nuestra sociedad, así como en países de economía en transición, adquiriendo proporciones epidémicas.

En nuestro país los datos más recientes de prevalencia en adultos, surgidos del estudio de nutrición y riesgo cardiovascular en España (ENRICA-2011)<sup>2</sup>, aportaron una prevalencia de obesidad del 22,9% y del sobrepeso del 39,4% sobre una población de 12036 personas entrevistadas.

En el desarrollo de la obesidad están involucrados factores ambientales que implican un menor gasto energético por falta actividad física y un mayor consumo de energía, ayudado todo ello por una ingesta de alimentos de gran valor calórico y de proporciones cada vez mayores. También los factores genéticos y hormonales implicados en la regulación de la ingesta y gasto energético descritos en los últimos años han ayudado a comprender algo mejor la complejidad de esta enfermedad.

Teniendo en cuenta que la obesidad va aparejada a otros problemas de salud como la diabetes, la enfermedad cardiovascular o cáncer, entre otros, las líneas terapéuticas deben integrar diferentes aspectos del manejo dietético, de implementación de ejercicio físico, intervención conductual y tratamiento farmacológico enfocado a la pérdida de peso y mantenimiento a largo plazo del peso perdido<sup>1</sup>.

## 1.1. Epidemiología de la obesidad y el sobrepeso

Al menos 2,8 millones de personas mueren en el mundo cada año como resultado de presentar sobrepeso u obesidad, y se estima que 35,8 millones (2,3%) de los años de vida ajustados por discapacidad a nivel global son causados por el sobrepeso o la obesidad<sup>3</sup>.

Finucane et al.<sup>4</sup> realizaron una revisión sistemática de los estudios epidemiológicos sobre la media poblacional del índice de masa corporal (IMC;  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) publicados desde 1980 a 2008 en 960 países que incluyeron a 9.1 millones de sujetos. En 2008 se estimó que 1.46 billones de personas en el mundo presentaron sobrepeso ( $\text{IMC} \geq 25 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) y alrededor de 205 millones de hombres (de 193 a 217 millones), y 297 millones mujeres (de 280 a 315 millones) presentaron obesidad ( $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg}/\text{m}^2$ ). A nivel mundial el IMC se ha incrementado en los hombres  $0.4 \text{ kg}/\text{m}^2$  por década [95% intervalo de confianza (IC), de  $0,2$  a  $-0,6 \text{ kg}/\text{m}^2$ ], y en las mujeres  $0,5 \text{ kg}/\text{m}^2$  por década (95% IC, de  $0,3$  a  $-0,7 \text{ kg}/\text{m}^2$ ). En 2008 Estados Unidos de América (USA) presentó la media de IMC más alta de todas  $28,4 \text{ kg}/\text{m}^2$  (95% CI, de  $27,9$  a  $28,7 \text{ kg}/\text{m}^2$ ), la cual se alejaba sensiblemente de la media mundial que fue de  $23,8 \text{ kg}/\text{m}^2$  (95% CI, de  $23,6$  a  $24,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) en hombres y  $24,1 \text{ kg}/\text{m}^2$  (95% CI, de  $23,9$  a  $24,4 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) en mujeres. USA mostró un incremento mayor del 100% en su IMC medio por década que fue de  $1,1 \text{ kg}/\text{m}^2$  (95% CI, de  $0,9$  a  $1,3 \text{ kg}/\text{m}^2$ ), al compararlo con países europeos como Suiza, Italia y Francia donde el incremento del IMC fue de  $0,3-0,4 \text{ kg}/\text{m}^2$  o donde incluso se registraron descensos, como fue el caso de las mujeres Italianas quienes disminuyeron en IMC por década en  $0,1-0,2 \text{ kg}/\text{m}^2$ , este hecho también se registró en la mujeres de Singapur. Respecto a la prevalencia de la obesidad a nivel mundial se estimó un 9,8% (95% CI, de 9,2% a 10,4%) en hombres y un 13,8% (95% CI, 13,1% a 14,7%) en mujeres, USA de nuevo presentó prevalencias mayores al compararse con el resto de países, con un 36,4% (95% CI, de 32,8% a 39,9%) de obesidad en mujeres y un 29,2% (95% CI, de 26,7% a 31,8%) en hombres, según el estudio ENRICA<sup>2</sup> que se detalla más adelante, España presentó en 2011 una prevalencia de obesidad intermedia entre las mencionadas, que fue del 23% y contrariamente a lo observado por Finucane et al.<sup>4</sup> es mayor en hombres (26,7%), que en mujeres (25,9%) al menos hasta los 65 años de edad. En Murcia la prevalencia de la obesidad en el año 2001 fue del 23,7% en las mujeres y del 17,3% en los hombres según Martínez-Ros et al.<sup>5</sup>.

El estudio ENRICA<sup>2</sup> se realizó por el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid y fue patrocinado por el Ministerio de Sanidad y Política social y la Generalitat de Catalunya, es un estudio transversal de la población no institucionalizada de 18 años o más. En concreto recogió

información de 11.991 personas en el periodo de junio de 2008 a octubre de 2010. La información se recogió en los domicilios de las personas mediante tres actividades secuenciales en el tiempo:

- a. Entrevista telefónica, para obtener información mediante cuestionario estructurado sobre estilos de vida, conocimiento y actitudes sobre los factores de riesgo, y signos y síntomas de alerta sobre eventos cardiovasculares, entre otras variables de interés.
- b. Obtención de muestras biológicas (sangre y orina) en el domicilio.
- c. Antropometría y medición de presión arterial, recogida de historia dietética y conductas alimentarias en el domicilio.

El informe describe factores de riesgo cardiovasculares ligados a los estilos de vida, como el tabaco, la actividad física y la alimentación. También proporciona información sobre factores biológicos de riesgo cardiovascular, como el exceso de peso, el síndrome metabólico, la hipertensión arterial o la diabetes mellitus (DM).

Sobre el sedentarismo y la actividad física se observa que la población española, es muy sedentaria en su tiempo libre, el 44,6% de los españoles no realiza la actividad física recomendada en su tiempo libre (al menos 150 minutos semanales de actividad de intensidad moderada, o 60 minutos semanales de actividad vigorosa). De acuerdo a un índice de actividad física que incluye tanto actividad en el trabajo como en el tiempo libre, solo el 14% de los españoles puede considerarse activo. Los hombres son más activos que las mujeres.

La ingesta de grasas saturadas supone el 12% de la ingesta total de energía, por lo que es un poco mayor de la recomendada por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (7% a 8%). Los hombres ingieren casi 400 mg/día de colesterol, lo que excede ampliamente a la ingesta recomendada (<300 mg/día). En cambio, el consumo de hidratos de carbono totales representa el 42% de la ingesta total de energía, por lo que es inferior al recomendado (50% al 55%). Además, se ingieren 23 g/día de fibra, que resulta ligeramente inferior a lo recomendado (>25 g/día). Solo un pequeño porcentaje de la población alcanza los consumos recomendados de verduras y hortalizas, frutas, leche y derivados. El 12% de la población había cambiado su dieta en el último año, y el principal motivo fue adelgazar.

Al hablar sobre los factores biológicos de riesgo cardiovascular los datos son alarmantes, el exceso de peso es un problema de salud muy frecuente en España, el 62% de la población tiene exceso de peso; en concreto, el 39% tiene sobrepeso y el 23% obesidad. La

frecuencia de la obesidad es mayor en hombres que en mujeres (excepto en los 65 años o más), y aumenta con la edad.

La prevalencia de síndrome metabólico es del 23%. La frecuencia de este problema de salud es ligeramente mayor en los hombres que en las mujeres y aumenta con la edad, de forma que afecta a casi el 40% de la población de más de 65 años.

Según el estudio, el 33% de la población española es hipertensa, de ellos, casi dos tercios conocen que lo son. Entre estos, el 79% está tratado con fármacos antihipertensivos y finalmente entre los tratados, el 46% tiene la presión arterial controlada.

Uno de cada dos adultos en España es hipercolesterolémico. De ellos, el 50% lo saben, y de estos el 42% está tratado con fármacos para reducir el colesterol. Finalmente el 53% de los hipercolesterolémicos están controlados. Casi la mitad de los españoles, concretamente el 46%, tiene el colesterol de bajo peso molecular (LDL) elevado, y el 57% de los sujetos tratados está controlado.

La prevalencia de DM es del 6,9%. El 80% de los diabéticos sabe que lo es. De ellos, el 86% está tratado con antidiabéticos orales o insulina. Finalmente, el 69% de los tratados están controlados, es decir casi la mitad de los diabéticos.

Las personas con factores biológicos de riesgo cardiovascular usan los servicios sanitarios con frecuencia. En concreto, el 82% de los hipertensos, el 77% de los hipercolesterolémicos y el 91% de los diabéticos, acuden al médico de atención primaria al menos una vez al año. Y el 19% de los hipertensos, el 13% de los hipercolesterolémicos y el 30% de los diabéticos lo hacen más de una vez al mes<sup>1</sup>.

## 1.2. Conceptos

Antes de adentrarnos en el marco teórico hemos considerado conveniente explicar algunos conceptos que aparecen de manera reiterada a lo largo del texto, y que son importantes para la comprensión del trabajo.

### **Actividad Física (AF)<sup>6</sup>**

Se considera actividad física cualquier movimiento corporal capaz de producir un gasto energético por encima del metabolismo basal.

### **Caloría o kilocaloría (kcal)<sup>7</sup>**

Es una medida de la energía del alimento, expresa la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 kg (1 litro de agua) 1 grado centígrado, por ello una caloría se expresa mejor como kilocaloría. Por ejemplo una hamburguesa de cualquier restaurante fast food puede tener 300 kcal, es decir, esa hamburguesa tiene la energía calorífica equivalente para elevar un grado centígrado 300 litros de agua.

### **Capacidad funcional, o consumo de oxígeno, o VO<sub>2</sub>MAX<sup>7</sup>**

Capacidad máxima para el consumo de oxígeno por parte del cuerpo durante la realización de esfuerzos máximos. Señala la capacidad de una persona para sintetizar ATP de forma aeróbica, el ejercicio realizado por encima del VO<sub>2</sub>MAX solo puede tener predominantemente la transferencia de energía por medio de la glucólisis anaeróbica.

### **Cuestionario de frecuencia semanal de consumo de alimentos<sup>8</sup>**

Método utilizado para estimar el consumo habitual de los sujetos. Refleja el consumo a largo plazo, habitualmente en el último año. Se compone de dos secciones; la primera es una lista de alimentos en la que se especifican sus correspondientes porciones y la segunda recoge la frecuencia de consumo de cada uno de los alimentos de la lista. El formato habitual incluye hasta 10 categorías desde <nunca o una vez al mes> hasta <seis o más veces al día>. Recibe el nombre de semicuantitativo, ya que especifica el tamaño de la porción de alimento como parte de la pregunta de la frecuencia, (por ejemplo, se pregunta con qué frecuencia se consume un vaso de leche, que equivale a 200 mililitros). La especificación de las porciones y de su frecuencia permite calcular la cantidad total ingerida. En el ANEXO III se muestra el cuestionario.

**Dieta hipocalórica<sup>9</sup>**

Una dieta hipocalórica (en general se entiende por la que contiene más de 800 kcal al día, y menos de las que cubre las energías necesarias por día), debe ser equilibrada en su composición, y se tiende a usar de 1000 a 1400 kcal/día, dado que dietas con menor contenido calórico, incluso siendo equilibradas, pueden resultar a largo plazo deficitarias.

**Dieta de muy bajo contenido calórico<sup>9</sup>**

Habitualmente aportan entre 400 y 800 kcal/día. El término se refiere generalmente a fórmulas comerciales que aportan, además los requerimientos mínimos necesarios diarios energéticos, las vitaminas y minerales recomendados.

**Ejercicio Físico (EF)<sup>6</sup>**

Se considera ejercicio físico a toda actividad física planificada y estructurada que se realiza con la intención de mantener o mejorar uno o varios aspectos de la condición física. Y entendemos por condición física el desarrollo o adquisición de las capacidades físicas básicas, es decir, resistencia cardiovascular, flexibilidad, fuerza muscular, equilibrio y coordinación, además de composición corporal.

**Ejercicio o entrenamiento físico aeróbico (EFA)<sup>10</sup>**

Entrenamiento que mejora la eficacia de los sistemas de producción de energía aeróbica y que puede mejorar la resistencia cardiovascular.

**Ejercicio o entrenamiento físico continuo (EFC)<sup>10</sup>**

Entrenamiento con actividad continua sin intervalos de reposo, variando desde actividades continuas de alta intensidad y duración moderada, hasta actividades de baja intensidad y larga duración.

**Ejercicio o entrenamiento físico interválico<sup>10</sup>**

Sesiones breves, repetidas y rápidas de ejercicios con breves intervalos de reposo entre ellas.

**Entrenamiento de fuerza o de resistencia (EFu)<sup>10</sup>**

Entrenamiento diseñado para incrementar la fuerza, la potencia y la resistencia muscular.



---

## **Factores de riesgo cardiovasculares (FRCV)<sup>11</sup>**

1. Tabaquismo
2. Hipertensión arterial (presión arterial sistólica  $\geq 140$  mmHg o presión arterial diastólica  $\geq 90$  mmHg o paciente tratado con fármacos antihipertensivos)
3. Valores limítrofes de elevado riesgo de colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad; LDL (130-159 mg/dl), y con  $\geq 2$  de otros factores de riesgo cardiovascular, o valores de elevado riesgo de colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad ( $\geq 160$  mg/dl).
4. Valores bajos de colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad; HDL ( $\leq 35$  mg/dl).
5. Disminución de la tolerancia a la glucosa en ayunas (glucosa plasmática en ayunas de 110 a 125 mg/dl).
6. Historia familiar de enfermedad cardíaca coronaria prematura (infarto de miocardio, o muerte súbita del padre, u otro familiar masculino de primer grado antes de los 55 años de edad, o de la madre u otro familiar femenino de primer grado antes de los 65 años de edad).
6. Edad  $\geq 45$  años en el caso del varón y  $\geq 55$  años o situación de menopausia en el caso de la mujer.

Los pacientes que presentan  $\geq 3$  de los mencionados factores de riesgo cardiovascular tienen un elevado riesgo absoluto y necesitan, además del tratamiento para reducir peso, manejo clínico de los factores de riesgo.

7. Otros factores de riesgo: inactividad física e hipertrigliceridemia (triglicéridos séricos; TG  $> 200$  mg/dl):

Cuando están presentes se considera a los pacientes en una situación de riesgo absoluto superior al determinado a partir de los factores de riesgo precedentes. Su presencia aumenta la necesidad de reducción de peso en las personas obesas.

## **Frecuencia cardíaca de reposo (FCr)<sup>10</sup>**

Es la frecuencia cardíaca que en reposo tiene un promedio de 60 a 80 latidos por minuto.

**Frecuencia cardiaca máxima (FCMAX)<sup>10</sup>**

El valor de la frecuencia cardiaca más alto que se puede lograr durante un esfuerzo total hasta el punto del agotamiento.

**Grados de Evidencia<sup>12</sup>**

A. Ensayos controlados aleatorios. Existen muchos estudios aleatorizados con gran tamaño de las muestras. Son extremadamente recomendables.

B. Ensayos controlados aleatorios. Existen pocos estudios aleatorizados además son de tamaño pequeño y de resultados inconsistentes. Moderadamente recomendables, los beneficios superan a los perjuicios.

C. Ensayos no aleatorizados, u observacionales, o no controlados. Ni recomendable ni desaconsejable, los beneficios igualan a los perjuicios, por tanto debe valorarse de forma individual.

D. Consenso de expertos. Evidencia insuficiente, no se sabe el balance entre perjuicio y beneficio.

**Índice de masa corporal o IMC (kg/m<sup>2</sup>)<sup>7</sup>**

Es el cociente entre la masa corporal (kg) y el cuadrado de la altura (en centímetros).

Clasificación	Bajo peso	< 18,5 kg/m <sup>2</sup>
	Normal	18,5 / 24,9 kg/m <sup>2</sup>
	Sobrepeso	25 / 29,9 kg/m <sup>2</sup>
	Obesidad	30 / 34,9 kg/m <sup>2</sup> (clase I), 35 / 39,9 kg/m <sup>2</sup> (clase II)
	Obesidad extrema	>40 kg/m <sup>2</sup>

Un IMC elevado está ligado a un riesgo mayor de fallecimiento por todas las causas, además de asociarse con frecuencia a hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular, dislipemias, diabetes, apnea del sueño, artrosis, e infertilidad femenina.

**Metabolismo Basal<sup>7</sup>**

Son las necesidades energéticas mínimas necesarias para mantener las funciones corporales cuando el individuo está en reposo.

## Síndrome metabólico<sup>7</sup>

Regulación alterada de la glucosa o DDM o resistencia a la insulina (definida como una captación de glucosa por debajo del cuartil inferior para la población en estudio, bajo condiciones de hiperinsulinemia y euglucemia. Además de 2 o más de:

TA elevada	140/90 mmHg
TG elevados	>150 mg/dl
HDL bajo	<35 mg/dl
Obesidad central	IMC>30 kg/m <sup>2</sup> o relación cintura cadera >0,85♀, o >0,9♂
Microalbuminuria	excreción 20 mg/min o más

## Tensión arterial y sus valores (TA)<sup>12</sup>

Blood Pressure Category	Systolic Blood Pressure (mm Hg)		Diastolic Blood Pressure (mm Hg)
Optimal	<120	and	<80
Normal	120–129	and	80–84
High normal	130–139	or	85–89
Stage 1 hypertension	140–159	or	90–99
Stage 2 hypertension	160–179	or	100–109
Stage 3 hypertension	≥180	or	≥110

La pre hipertensión arterial se establece cuando la Tensión arterial sistólica (TAS) presenta valores entre 120 mmHg a 139 mmHg, y la tensión arterial diastólica entre 80 mmHg a 89 mmHg. Con niveles de pre hipertensión arterial ya existe relación con las enfermedades cardiovasculares (ECV), e incluso antes, de hecho el riesgo se dobla por cada incremento de 20/10 mmHg.

## Umbral anaeróbico<sup>10</sup>

Punto en el que las demandas metabólicas del ejercicio ya no pueden ser satisfechas por las fuentes aeróbicas disponibles y en el que se produce un aumento en el metabolismo anaeróbico, reflejado por un incremento en la concentración de lactato.

### 1.3. Actuaciones del ejercicio físico y la dieta

Desde la antigüedad el EF se ha considerado como un aliado para mejorar y conservar la capacidad física y mental. Son vastos los tratados rubricados por grandes sabios como Aristóteles y Platón en la antigua Grecia, o Galeno de Pérgamo, año 130 d.C, cuyas teorías perduraron en la medicina europea durante más de mil años.

Las primeras publicaciones contemporáneas sobre los efectos del EF en la salud, datan de 1953. Morris et al.<sup>13,14</sup>, describieron por primera vez la epidemiología de la enfermedad cardiaca coronaria (ECC) entre los chóferes de autobuses y los cobradores de billetes, hallando riesgo de infarto de miocardio (IM) y cardiopatía isquémica (CI) casi del doble en los conductores. Los cobradores de billetes en aquellos tiempos subían y bajaban las escaleras de los autobuses durante toda la jornada laboral y atribuyeron al EF la menor prevalencia e incidencia de enfermedad cardiovascular en ellos, al compararlos con los chóferes.

Pero no es hasta el año 1978 cuando se publica el primer consenso sobre el EF<sup>15</sup> por el American College of Sport Medicine (ACSM, fundada en 1954) que considera al EF como un aliado fundamental en la prevención y tratamiento de las enfermedades cardiovasculares. El gran hito de andar 30 minutos a intensidad moderada la mayoría o todos los días de la semana para mantener unos hábitos saludables y prevenir enfermedades cardiovasculares (ECV) en la población adulta, fue publicado por el ACSM conjuntamente con el Center for Disease Control and Prevention (CDC) en el año 1995<sup>16</sup>.

El EF es fundamental para interactuar entre los componentes de salud del sujeto, para prevenir patologías y recuperar al mismo de multitud de enfermedades<sup>17</sup>.

Uno de los mayores problemas de salud pública son las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como la hipertensión arterial (HTA), la diabetes mellitus tipo 2 (DM2), las dislipemias, resistencia a la insulina, enfermedad isquémica coronaria, etc., las cuales se relacionan estrechamente con patologías psicológicas, aislamiento social y disminución de la capacidad física formado un círculo vicioso difícil de romper. Estas enfermedades se previenen y tratan, fundamentalmente, desde la modificación de los hábitos dietéticos, el control del peso corporal y la práctica de EF<sup>18</sup>. A la hora de argumentar el origen de las ECNT, varios autores ponen su punto de mira en el aumento de la maquinaria de trabajo en post de la mano de obra, el aumento de la población mundial, la urbanización, los hábitos dietéticos inadecuados y el sedentarismo<sup>19-22</sup>. Blair et al.<sup>23</sup> concluyen que la inactividad física

es un problema de salud pública, representando un factor etiológico para las distintas enfermedades crónicas representando un consumo excesivo de recursos sanitarios.

El EF, unos hábitos dietéticos saludables y el control del peso son medidas terapéuticas eficientes, eficaces y reproducibles para luchar contra las ECNT fundamentalmente contra las ECV y sus relaciones con otras entidades patológicas donde cabe destacar el cáncer. Los estudios sobre los efectos del EF en los procesos neoplásicos se centran en las entidades epidemiológicamente más frecuentes en prevalencia e incidencia, las cuales son el cáncer de colon y recto, el cáncer de mama y el de próstata principalmente, las enfermedades psiquiátricas (depresión y ansiedad) también se favorecen de la práctica de EF mejorando el proceso psíquico per se y la calidad de vida de los pacientes <sup>19,24-33</sup>.

Shaw et al.<sup>33</sup> realizaron una revisión sistemática para Cochrane, publicada en 2009, con el título EF para el sobrepeso y la obesidad orientada a evaluar los efectos del EF con y sin dieta en sujetos adultos con sobrepeso y obesidad, principalmente sobre el peso e IMC y secundariamente sobre la TA, los lípidos sanguíneos, la glucemia en ayunas y la sensibilidad a la insulina. Incluyeron 43 ensayos controlados aleatorizados que sumaban 3476 sujetos. Los estudios incluían una o más intervenciones de actividad física o dieta, el peso fue controlado al inicio y durante los respectivos programas al menos en un 15% de los participantes. Al analizar los resultados hallaron que el EF por si solo y comparado con grupo control producía pequeñas pérdidas de peso (menores de 5 kilos) lo cual no lo consideraron como éxito, pero sí conseguía disminuciones significativas de la presión arterial diastólica (PAD) (-2 mmHg; 95% IC, de -4 a -1 mmHg), los triglicéridos (-0,2 mmol/L; 95% IC, de -0,3 a -0,1 mmol/L), y la glucosa en ayunas (-0,2 mmol/L; 95% IC, de -0,3 a -0,1 mmol/L). Al analizar la dosis de ejercicio, el EF de alta intensidad mostró los mismos resultados anteriores y mejoró el descenso de la glucemia en ayunas (-0,3 mmol/L; 95% IC, de -0,5 a -0,2 mmol/L) al compararlo con el EF de baja intensidad. Por otro lado, la combinación EF más dieta produjo mayor reducción de peso, aunque de forma modesta, que la dieta por si sola (-1 kg; 95% IC, de -1,3 a -0,7 kg), y el EF por si solo. A la hora de analizar EF más dieta considerando la dosis de ejercicio, a mayor intensidad mayor pérdida de peso (-1,5 kg; 95% IC, de -2,3 a -0,7 kg). También se hallaron reducciones significativas de la PAS, los lípidos, los triglicéridos y los niveles de glucosa en ayunas. No se encontraron eventos adversos sobre la calidad de vida, la morbilidad y mortalidad en ninguno de los estudios. Finalmente concluyeron que tanto la dieta como el EF disminuyeron los FRCV, la dieta produce reducciones  $\geq 5\%$  del peso corporal y mejora clínicamente los FRCV, el EF produce descenso del peso, pero de forma modesta al compararlo con la dieta y mejora los FRCV de forma independiente, la combinación de dieta y EF no consigue disminuir

significativamente el peso al compararlo con la dieta, pero mejora la percepción en la calidad de vida, aumenta la capacidad funcional (VO<sub>2</sub>MAX), y consigue modificar el estilo de vida en mayor proporción al compararlo con la dieta, que es el objetivo final en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad. Para resumir el EF por si solo es efectivo para mejorar los FRCV pero no para la reducción de peso. La combinación de EF más dieta es la mejor estrategia para reducir el peso y los FRCV.

Queda claro que el EF más dieta se recomiendan como estrategia para conseguir reducciones de peso y disminuir los FRCV, pero sobre qué tipo de ejercicio físico es el más recomendable no hay tanta rotundidad. A este respecto, se realizó una revisión bibliográfica sobre el tema en cuestión en las bases de datos COCHRANE, WEB OF SCIENCE y PUBMED. En una primera fase identificamos todas las citas utilizando los descriptores: EXERCISE AND OVERWEIGHT OR OBESITY y se obtuvieron 569.586 citas de las cuales, 219.716 se localizaron en PUBMED, 341.389 en WEB OF SCIENCE y 8.481 en COCHRANE. Además de una cita manual.

Posteriormente acotamos la búsqueda y para ello utilizamos nuevos descriptores: exercise AND OR continuos AND OR interval, AND NOT diet AND OR Overweight AND OR Obesity AND systematic review; limitamos el tiempo a la última década: incluyendo solo trabajos publicados desde 2005 a marzo de 2015; y filtramos la edad de las muestras: mayores de 14 años. La reducción de las citas fue sensible y pasó a 2.203, concretamente 1.116 en PUBMED, 903 en WEB OF SCIENCE y 184 en COCHRANE.

En una segunda fase se excluyeron 2.145 trabajos y se seleccionaron 58 artículos. Se excluyeron los estudios que incluían las siguientes patologías: cardíacas, renales, reumáticas, pulmonares, procesos neoplásicos, intervenciones quirúrgicas, tratamientos farmacológicos, dietas especiales, o estudios que solo comparaban dietas entre sí, mujeres con problemas de fertilidad, o en terapia hormonal sustitutiva, o estudios que no abordaban la comparación entre diferentes tipos de EF con o sin dieta asociada para tratar o prevenir el sobrepeso, la obesidad, o los FRCV. De los 58 artículos seleccionados a texto completo, finalmente se incluyeron 47, de los cuales 14 fueron revisiones sistemáticas y metaanálisis, 20 ECA, 2 guías clínicas, 3 consensos, 3 estudios de cohorte, 4 estudios epidemiológicos y 1 estudio observacional. Los artículos excluidos a texto completo y los motivos se muestran en la figura 1, que es el diagrama de flujo donde se detalla el proceso.

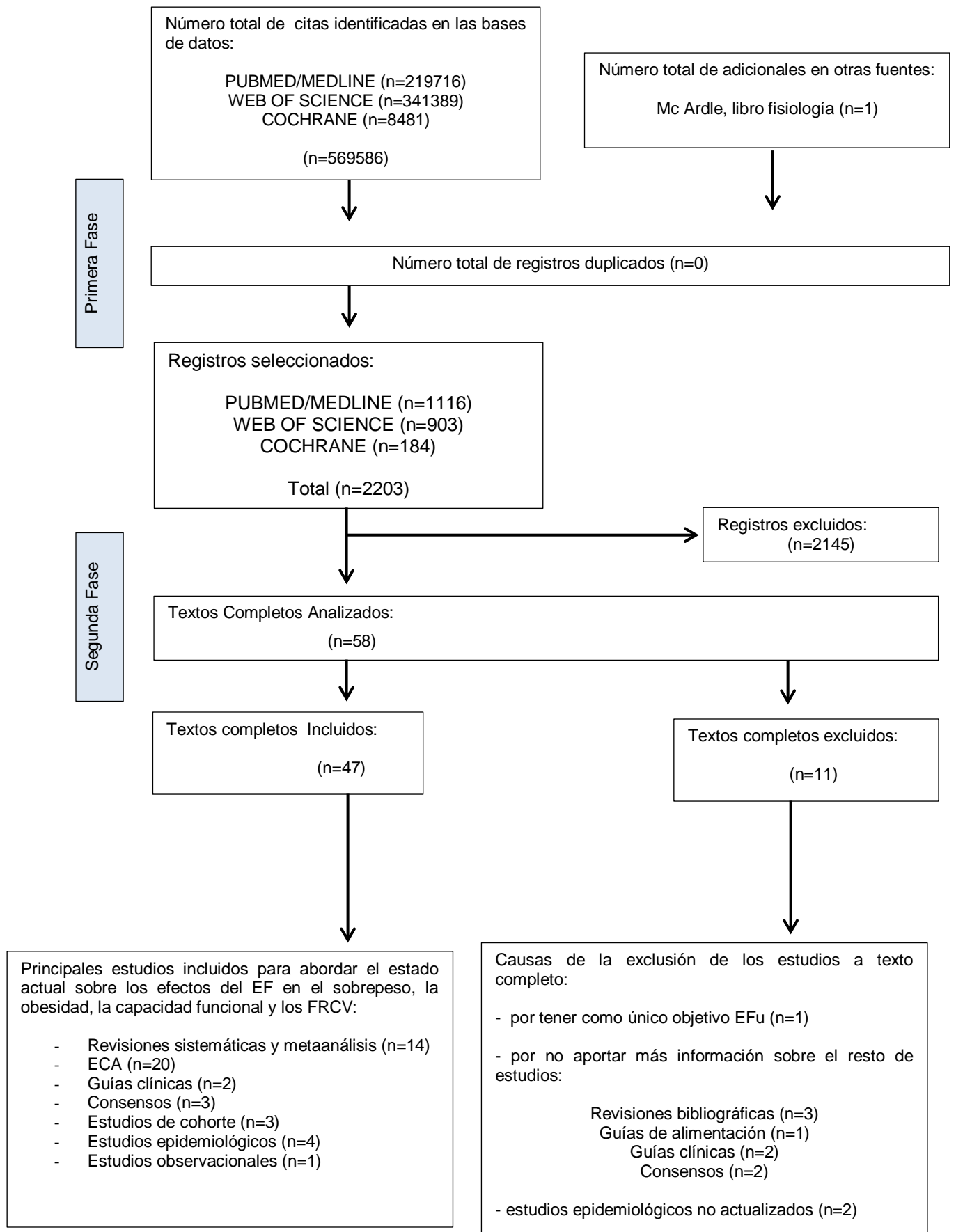


Figura 1. Diagrama de flujo de la revisión bibliográfica realizada para obtener la información sobre qué tipo de EF es el más recomendable para disminuir el peso y mejorar los FRCV. Adaptado de PRISMA<sup>34</sup>.

Intentando responder a la pregunta, ¿qué tipo de ejercicio físico es el más recomendable para perder peso, mejorar la capacidad funcional y mejorar los FRCV? Vanhees et al.<sup>35</sup> reflexionaron al respecto y argumentaron que muchos estudios habían demostrado la importancia de la AF regular para reducir la ECV y los FRCV, como la obesidad, la grasa abdominal, la PA elevada, los factores de riesgo metabólicos, y la inflamación sistémica. Sin embargo, en la actualidad no está claro qué tipo de AF, o qué tipos de EF son los más adecuados (ejercicios de resistencia, ejercicios aeróbicos, o ambos), o las características del mismo (frecuencia, intensidad, tiempo, volumen y duración) para producir un mayor beneficio en cada factor de riesgo independientemente.

Vanhees et al.<sup>36</sup> realizaron una revisión sistemática en donde analizaron un total de 8 metaanálisis desde enero 2008 a octubre de 2011 incluyendo a más de 100.000 personas, también consideraron los estudios de cohorte en dicho periodo para proporcionar información complementaria. En el primer artículo de los tres que realizaron se analiza la importancia y las características de la AF y el EF en la población general. Su objetivo fue ofrecer una guía dirigida a médicos, profesionales de la salud, fisioterapeutas, políticos vinculados a la salud pública, y a otros responsables políticos y a la población en general. En el primer artículo de su trilogía concluyeron que el nivel de actividad física y la capacidad aeróbica del individuo están inversamente asociados al riesgo de ECV y muerte por evento cardiovascular. En el segundo artículo<sup>35</sup> realizaron recomendaciones sobre el tipo de AF y las características del EF para mantener la salud cardiovascular en sujetos con FRCV, y en el tercero<sup>37</sup> trataron la misma problemática pero en sujetos diagnosticados de patología cardiovascular.

Una reducción del peso entre el 5% y el 10% se asocia con beneficios para la salud, tales como una disminución de la resistencia a la insulina, de la DM2, de la ECV, y mejoras en el perfil lipídico, en el metabolismo óseo, y en la PA<sup>33,35</sup>. Por lo que dichos objetivos debería contemplarse en toda intervención destinada a la mejora de los FRCV y a la pérdida de peso. La recomendación de conseguir descensos del peso  $\geq 5\%$  ya fue realizada por la Guidelines of the National Heart, Lung, and Blood Institute y recogida por el ACSM en su revisión sistemática publicada en 2009 y titulado *Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults*<sup>38</sup> en donde puede leerse que hay que fomentar una reducción del 10% del peso corporal, aunque considerando la bibliografía existente con reducciones del 3% y del 5% ya se produce un descenso clínicamente significativo de los FRCV.



A continuación se realiza una síntesis de los estudios en función de las características del entrenamiento que abordaron.

### **Entrenamiento aeróbico en la mejora de los FRCV y la pérdida de peso**

Para conseguir efectos con el EF, la intensidad y el volumen (duración y frecuencia) deben ser apropiadas a la vez de seguras<sup>35,37,39</sup>. Además el ejercicio debe ser motivador para conseguir adherencia a los programas y llegar a los objetivos que se persiguen<sup>35,40</sup>.

**Intensidad.** Responde a la cuestión ¿qué tipo de EF y dosis es el más recomendable para mejorar los FRCV y perder peso?

Schjerve et al.<sup>39</sup> realizaron un estudio con el objetivo de comprobar qué tipo de EF conseguía mejoras en la salud cardiovascular de adultos con obesidad. Compararon EF de resistencia o EFu, con EFC y con EFI. Contaron con una muestra de 40 voluntarios con un IMC entre 34,4 y 36,6 kg/m<sup>2</sup> que distribuyeron de forma aleatoria entre los tres grupos, grupo EFu n=13, grupo EFC n=13 y grupo EFI n=14. La duración del estudio fue de 12 semanas y ninguno de los grupos realizó dieta. El entrenamiento de fuerza consistió en trabajo de cuádriceps, 3 serie de 1 repetición al 90% del 1RM, trabajo de abdominales y lumbares, 3 series de 30 repeticiones, y descansos entre series de 30 segundos. El entrenamiento aeróbico consistió en EFC a intensidad moderada (caminar en cinta al 60%-70% de la FCMAX durante 47 minutos), y para el EFI de alta intensidad se prescribió un calentamiento al 50%-60% de la FCMAX, seguido de intervalos 4x4 minutos (con intensidad máxima al 85%-90% de la FCMAX y descanso activo al 50%-60% de la FCMAX). Al analizar los datos obtuvieron un aumento significativo del VO<sub>2</sub>MAX del 10%, 16% y 33% (todos p<0,01) en los grupos, EFu, EFC y EFI respectivamente, como puede observarse el entrenamiento interválico de alta intensidad tuvo mayor efecto que los entrenamientos de fuerza y de EFC a intensidad moderada. Estos resultados están en la misma línea de ensayos similares, ya sea con muestras de pacientes post infartados o con individuos sanos. Respecto a marcadores bioquímicos observaron un descenso significativo en la oxidación del LDL (p<0,05) en los grupos EFu y EFC, sin embargo, en el grupo que entrenó con EF interválico de alta intensidad no hubo descenso significativo. Respecto a los TG, y el colesterol de alto peso molecular (HDL) no observaron cambios significativos en ninguna de las intervenciones. Al analizar el peso corporal encontraron descensos del 3% (-8 kg; p<0,005) y del 2% (-7 kg; p<0,04) en los grupos EFC y EFI de alta intensidad, en cambio no hubo descenso significativo en el grupo que entrenó la fuerza muscular. El IMC mostró los mismos resultados, descenso significativo para los grupos EFC (de 36,7±1,4 a 35,6±1,4

kg/m<sup>2</sup>; p<0,007) y EFI de alta intensidad (de 36,6±1,2 a 36±1,2 kg/m<sup>2</sup>; p<0,04), y en el grupo que entrenó fuerza muscular no mostró descenso significativo del IMC. A la hora de analizar la PA no encontraron cambios en la PAS en ninguno de los grupos, sin embargo en la PAD encontraron descenso significativo (p<0,02) del 9% en el entrenamiento continuo de intensidad moderada y del 7% (p<0,002) en el entrenamiento interválico de alta intensidad, no hubo cambios en el grupo que entrenó la fuerza muscular.

La intensidad del ejercicio se considera como un factor fundamental para conseguir aumentar la capacidad aeróbica y revertir los FRCV<sup>39</sup>.

La capacidad aeróbica mejora cuando la intensidad del EF está por encima del umbral aeróbico y dentro de la zona de entrenamiento aeróbico, es decir entre el 40% y el 80% del VO2MAX<sup>35</sup>. La figura 2 muestra la zona de entrenamiento aeróbico.

	INTENSIDAD	LACTATO (mmol/L)	VO2MAX (%)	FCMAX (%)	Escala Borg
Umbral aeróbico	Baja	2-3	28-39	45-54	10-11
ZONA ENTRENAMIENTO	Moderada	4-5	40-59	55-69	12-13
	Alta	6-8	60-79	70-89	14-16
	Muy alta	8-10	>80	>89	17-19
Umbral Anaeróbico					

VO2MAX, consumo máximo de oxígeno. FCMAX, frecuencia cardiaca máxima.

Figura 2. Zona de entrenamiento aeróbico y umbrales. Adaptado de Vanhees et al.<sup>35</sup>

En la revisión sistemática que realizó el ACSM acerca del ejercicio físico y la DM2<sup>28</sup> diferenció los efectos agudos y crónicos del EFA sobre los niveles de glucemia. Respecto a los efectos agudos se recomienda el EF de intensidad moderada para conseguir disminuir los niveles de glucosa basales en individuos con niveles normales de glicemia, ya que en estos el consumo de glucosa se produce a expensas de la glucosa disponible en sangre, la cual proviene en primera instancia de la disponibilidad inmediata y posteriormente del glucógeno hepático y de la gluconeogénesis, en este caso los niveles de glucemia no

descienden hasta la hipoglucemia al existir equilibrio entre el glucógeno almacenado, la gluconeogénesis hepática y el consumo muscular, a no ser que el EF sea prolongado y se produzca una repleción del glucógeno. En los DM2 el consumo muscular se incrementa por encima de la producción hepática produciéndose descensos de la glucemia basal, que pueden llevar al sujeto a hipoglucemia durante el entrenamiento. En cambio el EF de alta intensidad produce un aumento significativo de las catecolaminas produciendo un incremento notable de la producción hepática de glucosa, y por tanto aumentos significativos de la glucemia y disponibilidad muscular de la misma, es decir, que en individuos con síndrome metabólico, o con DM2 se recomiendan sesiones de entrenamiento de alta intensidad en lugar de intensidad moderada con una duración intermedia, de 30 a 60 minutos según la condición física del sujeto. Al analizar los efectos crónicos tanto la alta como la moderada intensidad, producen descensos de la glucemia en ayunas, es decir ambas intensidades son beneficiosas tanto para sujetos con normo glicemia, como para sujetos con niveles elevados. Por tanto el ACSM recomendó entrenamiento de alta intensidad en sujetos con niveles de glucemia basal elevados, o con resistencia a la insulina, tanto por sus efectos agudos como crónicos.

Klonizakis et al.<sup>41</sup> compararon diferentes tipos de EFA a diferentes dosis y sin dieta restrictiva, concretamente EFC de moderada intensidad con EFI de alta intensidad. Para ello contaron con una muestra de 22 mujeres postmenopáusicas de entre 55 y 58 años de las cuales 18 terminaron el estudio. La distribución al azar repartió la muestra en n=7 para el grupo EFC y n=11 para el grupo EFI. Entrenaron durante 2 semanas a 3 sesiones semana y de forma supervisada, la AF fue de 40 minutos al 65% del VO<sub>2</sub> pico para el EFC y de 10x10 intervalos de 1 minuto cada uno con descanso activo; no informado y ejercicio máximo al 100% del VO<sub>2</sub> pico. Como FRCV midieron la función endotelial macroscópica (con la medición de la dilatación media debido al flujo sanguíneo a nivel de la arteria braquial) y microscópica (medida con la hiperemia local a nivel de la piel), también midieron el VO<sub>2</sub>MAX. Los resultados que obtuvieron fueron aumentos significativos del VO<sub>2</sub> pico (2,2 ml/kg/min; p<0,01) en grupo EFI, y sin cambios en el grupo EFC. Respecto a la función endotelial medida tanto macroscópica como microscópicamente no se observaron cambios en ninguno de los grupos.

Sorprende que el grupo EFC no aumentara de forma significativa el VO<sub>2</sub>MAX, los autores no discutieron este aspecto, pero podríamos atribuir este resultado a la corta duración del programa, ya que, según Kessler et al.<sup>42</sup> el EFI consigue aumentar el VO<sub>2</sub>MAX a partir de la

segunda semana, a diferencia del EFC que lo consigue a partir de las 4 semanas de entrenamiento.

Dorien et al.<sup>43</sup> realizaron un estudio para comparar diferentes intensidad y encontrar el rango de máxima oxidación grasa (MOF), definido como el consumo de oxígeno al cual la fuente de energía predominante son los lípidos. Compararon EFC de baja intensidad (40% del VO2MAX), con EFC de intensidad media (70% del VO2MAX), y con grupo control. La muestra estaba formada por 24 hombres obesos, con IMC entre 31,6 y 32,1 kg/m<sup>2</sup>, repartidos al azar en 3 grupos, grupo control n=8, grupo EFC baja intensidad n=8 y grupo EFC de media intensidad n=8. Entrenaron 12 semanas, a razón de 3 sesiones por semana durante 20 minutos en cicloergómetro de forma supervisada y sin dieta. Midieron la tasa metabólica de consumo graso por medio de calorimetría indirecta antes, durante y tras 2 semanas de intervención, el VO2MAX y el IMC pre y post intervención. Los resultados que obtuvieron en el grupo que entrenó a baja intensidad mostraron aumento significativo del (40%;  $p < 0,05$ ) en la oxidación grasa durante el ejercicio, estos datos los dedujeron de la observación de la oxidación grasa por parte del músculo definida por los autores por la oxidación del colesterol de muy bajo peso molecular (VLDL), la oxidación de los TG, y el aumento de la oxidación plasmática de ácidos grasos. No encontraron cambios en el aumento de la tasa metabólica en la post intervención. Al analizar el grupo que entrenó al 70% del VO2MAX no se observaron cambios en la oxidación total grasa durante el EF, sin embargo en la post intervención se observó aumento significativo de la tasa metabólica grasa, medido en este caso exclusivamente a partir del aumento de la oxidación de ácidos grasos plasmáticos ( $p < 0,05$ ). Respecto del VO2MAX se encontraron aumentos significativos tanto en el grupo que entrenó con EFC al 70% VO2MAX ( $p < 0,05$ ;  $7,7 \pm 3,7$  ml/kg/min), como en el grupo que entrenó al 40% del VO2MAX ( $p < 0,05$ ;  $5,1 \pm 5,7$  ml/kg/min), las diferencias significativas fueron al comparar los grupos intervención con el grupo control, ya que no hubo diferencias significativas entre los grupos que realizaron EF. No se encontraron diferencias significativas en el IMC en ninguno de los grupos. Los autores concluyeron que el EFC de baja intensidad aumentó el consumo de grasas durante la práctica del mismo pero no aumentó la tasa metabólica tras un entrenamiento de 12 semanas, lo contrario ocurrió con el EFC de moderada a alta intensidad. Podríamos deducir que lo más adecuado en un programa de EF cuyo fin es quemar grasas, es que se debería iniciar con baja intensidad y posteriormente alcanzar la intensidad moderada.

Sin embargo 3 años más tarde, en 2005, el grupo de investigación encabezado por Venables et al.<sup>44</sup> realizaron otro estudio, con el objetivo de determinar qué parámetros eran los predictores del rango de MOF en ambos sexos, ya que, los trabajos hasta la fecha proponían que la intensidad del EF era el mejor predictor del rango de MOF, y los autores proponían otros, como fueron el sexo, el nivel previo de AF del sujeto y la grasa corporal. Hicieron un estudio con 300 individuos sanos, 143 mujeres y 157 hombres. La intervención consistió en una prueba de esfuerzo de tipo incremental hasta la extenuación en cinta. Midieron la tasa de consumo metabólico de las grasas por medio de la calorimetría indirecta, el VO<sub>2</sub>MAX, y la FC, principalmente. Los resultados que obtuvieron fueron que la MOF plasmática (de ácidos grasos) fue de  $(7,8 \pm 0,13 \text{ mg/kg})$ , al  $61,5\% \pm 0,6$  de la FC<sub>MAX</sub>, y al  $48,3 \pm 0,9 \text{ ml/kg/min}$  del VO<sub>2</sub>MAX. En la discusión argumentaron que los hombres presentaron una tasa de oxidación grasa más baja que las mujeres y por tanto cambian antes que ellas al consumo de hidratos de carbono como fuente de energía dominante. La conclusión del estudio fue que el nivel de AF, el VO<sub>2</sub>MAX, el sexo, y la grasa corporal que presenta el individuo solo explican el 12% de la variabilidad interindividual de la MOF, y por tanto no deben considerarse como factores predictores, por lo que saber por qué existe tanta variabilidad en la MOF necesita de muchos estudios para su explicación.

Por lo tanto, tan solo con 3 años de diferencia los resultados de Dorian et al.<sup>43</sup> perdieron fuerza dentro del mundo de la AF y la salud, y eso que los resultados obtenidos tenían su lógica, (iniciar con baja intensidad los programas encaminados a la pérdida de peso, para posteriormente alcanzar intensidad moderada), aunque como hemos comentado a Venables et al.<sup>44</sup> esos resultados no les cuadraron y propusieron que la prescripción del EF era algo más que pautar una dosis, hecho que fue corroborado unos años más tarde (2010) por el ACSM<sup>28</sup> que como ya hemos dicho recomendó el entrenamiento de alta intensidad en sujetos con niveles de glucemia basal elevados, o con resistencia a la insulina, tanto por sus efectos agudos como crónicos. Es decir, lo contrario que propusieron Dorian et al.<sup>43</sup> en el años 2002.

En un metaanálisis de 2015, Ramos et al.<sup>45</sup> compararon el impacto del EFI de alta intensidad con el EFC de intensidad moderada sobre la función vascular. Realizaron una búsqueda de estudios aleatorizados hasta mayo de 2014 en las bases de datos PUBMED, EMBASE Y MEDLINE. De los 283 estudios inicialmente incluidos solo 7 fueron admitidos, con un total de 182 pacientes con o sin hipertensión arterial (HTA), síndrome metabólico, enfermedad coronaria, DM2, postmenopausia y obesidad. Los estudios incluidos

compararon el EFC de intensidad moderada con EFI de alta intensidad (4x4 minutos; ejercicio máximo al 85%-95% de la FC<sub>MAX</sub> y descanso activo al 60%-70% de la FC<sub>MAX</sub>), este intervalo es de los repetidos en los estudios que pretenden conseguir mejoras en los FRCV a través del EF. Respecto a la duración de las intervenciones incluidas en el metaanálisis fueron de 12 a 16 semanas, con una frecuencia media de 3 sesiones por semana. Para medir la función vascular se basaron en la vasodilatación mediada por el flujo y medido con ecografía a nivel de la arteria humeral, técnica no invasiva y de reciente aparición para identificar a los individuos con riesgo elevado de sufrir enfermedad cardiovascular, ya que un mal resultado en la ecografía se correlaciona con disfunción endotelial, arterioesclerosis y patología coronaria<sup>46</sup>. Y es importante destacar que la función endotelial muestra una potente relación lineal con la capacidad funcional o VO<sub>2</sub>MAX.

Al analizar los resultados encontraron que tanto el EFI de alta intensidad, como el EFC moderado mejoraron la función vascular de forma significativa ( $p < 0,05$ ; 4,31% y 2,15% respectivamente) y que no hubo diferencias significativas entre ambos entrenamientos. Respecto a la capacidad funcional encontraron aumentos significativos en el VO<sub>2</sub>MAX ( $p < 0,05$ ; 16% y 5%, para EFI y el EFC respectivamente). También encontraron cambios significativos en los FRCV, ambos entrenamientos disminuyeron la PA de forma significativa y no hubo diferencias significativas entre ambos, aunque al analizar la PAD el EFC consiguió descenso de -9 mmHg y el EFI descenso de -2mmHg, y al analizar la PAS los resultados fueron a la inversa, mayores descensos con el EFI -12mmHg y menores de -4,5 mmHg con el EFC. Respecto a los lípidos, no encontraron cambios significativos en el colesterol total (CT), ni en los TG salvo en uno de los estudios donde se informa de descensos significativo ( $p = 0,11$ ; del  $-2,1 \pm 1,2$  mmol/L para el EFI y del  $-1,2 \pm 0,4$  mmol/l para el EFC) en pacientes con DM2. Respecto del HDL encuentran aumentos significativo en pacientes que habían sufrido evento cardiovascular ( $p = 0,20$ ;  $1,2 \pm 0,4$  mmol/L para el EFI y de  $1,3 \pm 0,3$  mmol/L para el EFC). El LDL no muestra descensos significativos en 2 estudios, sin embargo en 4 estudios si encontraron descenso significativo en los sujetos que entrenaron con EFI respecto a los que entrenan con EFC y en un estudio donde la muestra son sujetos obesos se informa de lo contrario<sup>39</sup>, es decir, descenso significativo en los individuos que entrenaron con EFC y no en los que entrenaron con EFI. Los resultados de los efectos sobre la sensibilidad a la insulina, medidos con el test de sobrecarga oral a la glucosa, antes y después del EF, o con la medición de la hemoglobina glicosilada también son contradictorios, ya que 2 estudios informaron de mejoras con el entrenamiento interválico, y sin embargo en el resto de estudios no se encuentran mejoras con ninguno de los dos tipos de entrenamientos. Por último, la masa grasa, medida en casi todos los

estudios con bioimpedancia, mostraron descensos significativos del -2,5% en el EFI y del -2,2% en el EFC, por lo que el EFI produce mayor descenso de la grasa corporal que el EFC, aunque esta diferencia no es significativa.

Kessler et al.<sup>42</sup> realizaron una revisión sistemática en 2012 de los efectos del EFI de alta intensidad sobre los FRCV bajo la justificación de que el síndrome metabólico definido como el aumento del perímetro de la cintura abdominal, aumento de los TG, de la glucemia en ayunas, y de la PA más el descenso del HDL, afecta al 34% de la población norteamericana y que el EFI se postula como el mejor tipo de EF para este tipo de población, ya que EFI produce mayores o al menos los mismos beneficios que el EFC de moderada intensidad sobre los FRCV teniendo en cuenta que el EFI produce menos percepción de esfuerzo y por tanto permitiendo trabajar a intensidades más altas que con el EFC. La revisión se realizó en las bases de datos MEDLINE, OVI MEDLINE y SPORTdiscus hasta marzo de 2011, como palabras claves utilizaron high-intensity interval training or highintensity interval exercise combined with weight loss, obesity, body fat, diabetes, glucose, insulin, metabolic syndrome and lipids. Se incluyeron 24 artículos aleatorizados y transversales donde las muestras incluían humanos y animales. Los sujetos estudiados abarcaron desde individuos sanos, o atléticos, a personas con sobrepeso u obesidad, o con síndrome metabólico, o con patología cardiovascular. La edad incluida fue desde los 14 años a la edad avanzada (no informada). No se incluyeron estudios en niños o estudios que combinaran EF más dieta. La duración de las intervenciones iban desde las 2 semanas a los 6 meses. Analizaron los efectos del EFI de alta intensidad cuya pauta más utilizada en los diferentes estudios incluidos fue de 4x4 (escalón máximo  $\geq 90\%$  del VO<sub>2</sub>MAX o de la FCMAX y descanso activo a baja intensidad). El EFI se comparó con grupo control o con EFC de moderada intensidad. Las variables analizadas fueron glucemia en ayunas, resistencia a la insulina, VO<sub>2</sub>MAX, IMC, perímetro de la cintura abdominal y lípidos (HDL, LDL, VLDL y CT). Los resultados que obtuvieron fueron que tanto el EFI, como el EFC presentan descensos significativos en la resistencia a la insulina (medido con el test de sobrecarga oral a la glucosa o con los niveles de la hemoglobina glicosilada), al compararlos con un grupo control, pero no existieron diferencias significativas entre los dos tipos de ejercicio. En individuos con síndrome metabólico, el EFI consigue descensos significativos de la resistencia a la insulina al compáralo con el EFC, por tanto, el EFI es altamente recomendado en esta patología. Al analizar los niveles de glucemia en ayunas los resultados son inconsistentes, 3 estudios no mostraron descensos significativos ni con el EFI, ni con el EFC en individuos que presentaron niveles de glucemia normal, borderlide o elevados, y sin embargo 2 estudios

informaron de descensos significativos con EFI y con EFC. Respecto a los cambios antropométricos en individuos con sobrepeso u obesidad tanto el EFI como el EFC consiguen descensos significativos en el peso e IMC sin encontrarse diferencias significativas entre ambos tipos de EF, aunque el EFI es más tiempo-eficiente consiguiendo los beneficios antes que el EFC.

Moreira et al.<sup>33</sup> realizaron un estudio experimental comparando EFI con EFC y sin dieta, sobre los efectos en el IMC, el perímetro de la cintura abdominal, y la glucemia en ayunas. La intensidad fue prescrita a partir del umbral anaeróbico, y esto es lo original de este estudio, prescribir de la intensidad de entrenamiento a partir del umbral anaeróbico hallado en la prueba de esfuerzo pre intervención y no a partir de los diferentes % respecto al VO<sub>2</sub> pico de la prueba<sup>35</sup>, que es lo que se realiza en la inmensa mayoría de estudios entre los que debemos incluir el nuestro. Contaron con 23 hombres de media edad, sanos y con sobrepeso repartidos al azar en 3 grupos, n=7 en el grupo EFI, quienes entrenaron 60 minutos por sesión a intervalos 20x2, (20 escalones al 20% del VO<sub>2</sub>MAX y 2 escalones de trabajo máximo cuya intensidad fue la del umbral anaeróbico), n=8 en el grupo EFC (que entrenaron al 10% del umbral anaeróbico durante 60 minutos por sesión), y n=7 en el grupo control. El entrenamiento fue en cicloergómetro, 3 sesiones a la semana, durante 12 semanas. Encontraron descensos significativos de la glucemia en ayunas del -13% en el grupo EFI y del -15% en el grupo EFC al compararlos con el grupo control. El IMC mostró descensos significativos en el grupo EFI del -1,4% y del 1,5% en el grupo EFC, y también encontraron descensos significativos en el perímetro de la cintura pélvica del -2,5% en el grupo EFI y sin cambios en el EFC.

Nybo et al.<sup>48</sup> realizaron un estudio experimental durante 12 semanas para comparar el EFI con el EFC y con un grupo control. Los sujetos del estudio no realizaron dieta. Las variables que analizaron fueron el peso corporal, el % de materia grasa abdominal (mediante la técnica Dual-absorciometría de energía de rayos X), y el peso de la materia magra (con bioimpedancia), la resistencia a la insulina (medido con el test de sobrecarga oral a la glucosa), la glucemia en ayunas, los lípidos séricos (LDL y HDL principalmente), el VO<sub>2</sub>MAX, la TAS, TAD y la FCr. La muestra fue de 36 adultos jóvenes, con edad media de 31 años (rango entre 20 y 43 años), sin patologías cardiometabólicas conocidas, y con grasa abdominal media del 24,3%.

Tras la introducción del estudio de Nybo et al.<sup>48</sup> es interesante plantearnos, ¿qué se considera exceso de grasa abdominal? Según López-Jiménez y Cortés-Bergoderi<sup>49</sup> de la clínica Mayo en Minnessota, USA, se considera exceso de grasa valores >30-35% en



mujeres y >20-25% en varones. El estudio de Nybo et al.<sup>34</sup> fue original por investigar los cambios del EF sobre la grasa corporal y el peso, aunque es una pena que no informarán sobre el IMC para poder relacionar los cambios en la grasa corporal con cambios en el IMC. Ya que como indican López-Jiménez y Cortés-Bergoderi<sup>49</sup> se ha demostrado que varones con un peso normal pero con grasa corporal >23%, tienen hasta 4 veces más probabilidades de presentar síndrome metabólico y mayor prevalencia de DM2, HTA, dislipemias y ECV, de esta manera se puede ser obeso y tener peso normal. En el caso de las mujeres con peso normal y grasa corporal >33%, tienen casi 2 veces más probabilidades de morir respecto de las que presentan peso y % de grasa corporal normales. Lo anterior nos hace reflexionar sobre el hecho de que, perder peso y bajar el IMC se puede conseguir exclusivamente con dieta o con dieta y EF, postulándose esta última como mejor opción, ya que el EF consigue una mejor redistribución de la grasa corporal y menor concentración abdominal, además de aumentar la capacidad funcional en comparación con solo realizar dieta<sup>50,51</sup>.

Los 36 sujetos del estudio de Nybo et al.<sup>48</sup> fueron repartidos alzar en 4 grupos, n=8 para el grupo EFI, n=9 para el grupo EFC, n=9 para el grupo EFu, y n=11 para el grupo control. El grupo EFI entrenó en cinta 3 sesiones a la semana durante 12 semanas con intervalos de 5x2 (5 escalones de ejercicio máximo corriendo 2 minutos al 95% de la FCMAX, seguidos de 2 minutos de caminata rápida) durante 20 minutos. El grupo EFC entrenó 60 minutos al 65% del VO2MAX que correspondían al 80% de la FCMAX. El grupo EFu realizó de 3 a 4 series de sentadillas, press de banca, isquiotibiales y extensores de rodilla de 12-14 repeticiones cada una de ellas cuya carga fue al 1 RM. Los resultados que obtuvieron en las variables antropométricas fueron descenso significativo del peso y de la grasa abdominal ( $p<0,05$ ;  $22,6\pm 1,7\%$ ) solo en el grupo EFC, por el contrario hubo aumento significativo del peso corporal en el grupo EFu atribuible al aumento del peso magro y al aumento la grasa abdominal, aunque este último no fue significativo. En este punto nos hemos preguntado si los sujetos que entrenaron con EFu y ganaron masa magra, tanto como para aumentar el peso corporal, ¿mejoraron la definición del contorno muscular? En nuestra opinión no. Un sujeto puede exhibir un contorno muscular definido cuando el % de grasa corporal se sitúa por debajo del 20%<sup>53</sup>, y estos sujetos terminaron el estudio con más del 24%. Como ejemplo en jugadores de fútbol profesionales de la comunidad de Madrid el % de grasa corporal encontrado fue de  $10,42\pm 0,70\%$  y un culturista antes de una competición puede llegar al 3% y al 4% de grasa corporal, valores que se relacionan con patologías hidroeléctricas, como por ejemplo hiperpotasemias que ponen en riesgo la vida del sujeto<sup>52</sup>.

Siguiendo con el VO2MAX encontraron aumentos significativos, tanto el grupo EFI como en el EFC y que el grupo EFI obtuvo los mayores resultados al compararlo con el resto de

grupos. La TAS descendió significativamente en los grupos EFI y EFC, y la TAD descendió solo con el EFC. La FCr solo se redujo significativamente en el grupo que trabajó con EFC. Respecto a las variables séricas encontraron descensos significativos de la glucemia en ayunas del -9% en los grupos EFI y EFC. No encontraron cambios significativos en los TG, ni en el HDL.

Retomando la revisión sistemática de Kessler et al.<sup>42</sup> de los efectos del EF en la glucemia en ayunas, recordemos que los autores encontraron 3 estudios que no mostraron descensos significativos y 3 que sí, nos queda por comentar el tercero de estos últimos tras haber comentado a Moreira et al.<sup>47</sup> y Nybo et al.<sup>48</sup>, en donde ambos grupos de investigación encontraron descenso significativo de la glucemia en ayunas tras el programa de AF tanto con EFI como con EFC y comparados con grupo control.

Tjonna et al.<sup>35</sup> también encontraron descenso significativo de la glucemia en ayunas tras un programa de AF. En su estudio compararon el EFI (n=20), con grupo control (n=22), y como variables analizaron la glucemia en ayunas, la sensibilidad a la insulina, el HDL y el IMC. Contaron con una muestra de 42 adolescentes obesos de 14 años, que entrenaron en cinta 2 veces por semana durante 12 semanas a intervalos de 4x4 (ejercicio máximo al 95% de la FCMAX y descanso activo que consistió en caminar rápido) durante 40 minutos. El grupo control recibió 3 sesiones, 1 sesión al mes, sobre recomendaciones de EF y actividad física. El grupo EFI consiguió descenso significativo de la glucemia en ayunas (-6%), aumentos significativos de la sensibilidad a la insulina (24%), aumentos significativos del HDL (9,7%), y descenso significativo del IMC (-2,7%). Respecto del grupo control no se encontraron cambios significativos en ninguna de las variables analizadas.

Es interesante remarcar que Kessler et al.<sup>42</sup> también analizaron los efectos del EFI de baja intensidad, remarcamos en este punto que nuestro estudio se realizó para contrastar los efectos del EFI de moderada intensidad respecto al EFC también de moderada intensidad y con grupo control, análisis que hasta la fecha no hemos encontrado que se haya realizado. El EFI de baja intensidad se define como aquel consistente en escalones de ejercicio máximo al 90% del VO2MAX de 1 minuto de duración seguidos de escalones de recuperación activa a intensidades muy bajas pero muy duraderos, esta intensidad suele emplearse en las fases iniciales de los programas de rehabilitación cardiaca que incluyen a pacientes de medio a alto riesgo, los efectos que observaron fueron que el EFI de baja intensidad no consigue descender significativamente los niveles de glucemia en ayunas al compararlo con el EFI de alta intensidad, con EFC o con grupo control, pero si consiguen aumentos significativos de la capacidad funcional, incluso al compáralo con el EFC de

intensidad moderada, por tanto el EFI de baja y alta intensidad consiguen aumentos significativos del VO<sub>2</sub>MAX respecto del EFC y el EFC respecto de un grupo control, pero además de aumentar más el VO<sub>2</sub>MAX lo aumenta antes, ya que a partir de las 2 semanas de intervención consigue aumentar el VO<sub>2</sub>MAX en comparación del EFC que lo consigue a partir de las 4 semanas de entrenamiento, cuantitativamente con 1,5 horas/semana de EFI, ya sea de baja o alta intensidad frente a 4,5 horas/semana de EFC de moderada intensidad se consigue aumentar la capacidad funcional.

Respecto al efecto del EF sobre los lípidos, existe suficiente evidencia a favor de que el EF como única intervención no aumenta los niveles de HDL al menos en 12 semanas de intervención, exceptuando los estudios de Musa et al.<sup>55</sup>, Wislow et al.<sup>40</sup> y Tjonna et al.<sup>54</sup>, este último comentado con anterioridad, que informaron de aumentos significativos del HDL medido mediante técnica de refracción en intervenciones de al menos 8 semanas y en adultos jóvenes. Concretamente Musa et al.<sup>55</sup> entrenaron durante 8 semanas a 36 hombres sedentarios, sanos y con los niveles lipídicos séricos normales, de entre 21 a 36 años, que repartieron al azar entre grupo control n=16, el cual no realizó ningún tipo de EF ni dieta, y grupo experimental n=20, que entrenó con EFI (1x1, EF máximo al 90% de la FC<sub>MAX</sub> y descanso activo entre picos) en cinta, 3 días a la semana, con un consumo energético aproximado de 423 kcal por sesión y sin dieta. Obtuvieron aumentos significativos del HDL y descenso del índice de ateroesclerosis (TC/HDL) en cambio no hubo cambios en los niveles de CT.

Wislow et al.<sup>40</sup> también informaron de aumentos del HDL atribuidos al EF. En su ensayo compararon el EFI con el EFC y con grupo control, ninguno de los grupos realizó dieta. La muestra fue de 27 pacientes con insuficiencia cardiaca y edad media de 75,5±11,1 años, los cuales no habían presentado en los últimos 12 meses evento cardiovascular adverso y estaban en tratamiento farmacológico. La intervención se desarrolló durante 12 semanas a razón de 3 sesiones de EF a la semana para los grupos intervención. La asignación al azar distribuyó la muestra en n=9 para el grupo control, el cual siguió con su vida habitual, n=9 para el grupo EFI y n=9 para el grupo que entrenó con EFC. El entrenamiento interválico consistió en un calentamiento de 10 minutos al 50%-60% del VO<sub>2</sub> pico, posteriormente 28 minutos interválicos, 4 minutos al 90%-95% del VO<sub>2</sub> pico seguidos de 3 minutos al 50%-70% del VO<sub>2</sub> pico. El EFC consistió en 47 minutos al 50%-70% del VO<sub>2</sub> pico, ambos tipos de EF se realizaron en cinta. Los autores encontraron que el EFI mejoró los niveles de HDL, TG, VO<sub>2</sub>MAX y glucemia en ayunas respecto a los grupos EFC y grupo control.

Para Kessler et al.<sup>42</sup> el LDL, y los TG no mejoran con EFI, ni con EFC como única intervención, al menos en 12 semanas de entrenamiento. Los autores concluyen que estos resultados son bastantes consistentes y para conseguir descensos del LDL, y los TG se deben conseguir cambios en la composición corporal. Al analizar los efectos del ejercicio sobre la PA obtuvieron que el EFI de alta intensidad y el EFC mostraron descensos significativos de la PAD en 12-16 semanas de entrenamiento en individuos de media edad con sobrepeso u obesidad y sin tratamiento farmacológico. También se observaron descensos significativos de la PAS y la PAD con ambos tipos de ejercicio en individuos con síndrome metabólico pero a partir de las 16 semanas de intervención. Concluyeron que el EFI y el EFC disminuyen de forma significativa la PAS en individuos con pre hipertensión arterial pero se necesitan más estudios para demostrar su efectividad en individuos con HTA con o sin tratamiento farmacológico. Respecto de los cambios antropométricos se atribuyen más al gasto energético total que al tipo de EF en sí, el EFI de alta y baja intensidad logran el mismo gasto energético pero en menos tiempo que el EFC. Por tanto son los más recomendados en los programas de pérdida de peso. Aun así, existe suficiente evidencia a favor para afirmar que tanto el EFI como el EFC producen cambios antropométricos; en peso, IMC y perímetro de la cintura abdominal.

Es interesante observar como Kessler et al.<sup>42</sup> afirmaron con rotundidad en el año 2012 que para mejorar el HDL, el LDL, y los TG el EF como única intervención no es suficiente siendo necesario disminuir el peso corporal además de realizar EF. Tan solo 5 años atrás Halverstadt et al.<sup>56</sup> afirmaban que el EF producía aumentos en el HDL y descensos en el LDL y los TG independientemente de la dieta y de los cambios en el peso corporal. Realizaron un estudio con una muestra de 100 sujetos voluntarios, sedentarios y sanos, 58 mujeres y 42 hombres de entre 50 y 70 años durante 24 semanas. Todos los sujetos realizaron dieta, la cual no se detalla ni se informa de la restricción calórica realizada, y EF que prescribieron fue entrenar 3 sesiones a la semana, con incremento progresivo del VO2MAX y el tiempo por sesión; de la semana 1 a la 12 entrenaron 20 minutos al 50% del VO2MAX, de la semana 12 a la 14 entrenaron 40 minutos al 70% del VO2MAX y de la semana 15 a la 24 entrenaron 60 minutos al 75% del VO2MAX. Los resultados que obtuvieron a las 24 semanas fueron aumento del VO2MAX en un 15%, descenso del peso en  $1,3 \pm 0,2$ kg, aumento del HDL de  $1,9 \pm 0,5$ mg/dl, descenso del LDL en  $39 \pm 6,1$ mg/dl y descenso de los TG en  $17 \pm 3,5$ mg/dl. Los autores atribuyeron los resultados al EF, y no a la dieta o al descenso del peso corporal basándose en que dichos resultados se hallaron tras el análisis de covarianza o ANCOVA. Ante lo expuesto debemos tener presente que el estudio de Kessler et al.<sup>42</sup> es una revisión sistemática y el de Halverstadt et al.<sup>56</sup> es un

estudio clínico no aleatorizado y sin grupo control, por lo que los resultados de Kessler et al.<sup>42</sup> acumulan mayor evidencia a favor.

Insistiendo sobre los efectos del EF en la PA, Whelton et al.<sup>57</sup> realizaron un metaanálisis donde incluyeron 72 estudios controlados y aleatorizados, 105 grupos de entrenamiento y 3936 sujetos. Al analizar los resultados obtuvieron que con EFC de intensidad moderada (65% FC<sub>MAX</sub>), en sesiones de 40 minutos y 3 sesiones a la semana se producen descensos significativos ( $p < 0,001$ ) en la PAS -3 mmHg (-4.0 a -3.0 mmHg), y en la PAD -2,4 mmHg (-3,1 a -1,7 mmHg), estos cambios fueron mayores en individuos hipertensos que en normotensos. Es importante remarcar que este estudio es de 2002 y a partir del presente metaanálisis y similares se afirma que el EF disminuye la PA, en contraposición a lo referido por Kessler et al.<sup>42</sup> que en 2012 afirmaron en su revisión sistemática, que se necesitan más estudios para demostrar la efectividad del EF en individuos con HTA. Esta falta de congruencia se explica porque hacia principios del siglo XXI existían suficientes estudios sobre los efectos del EFC en los FRCV como para realizar un metaanálisis al respecto, sin embargo el EFI empieza a estudiarse a partir de entonces y la revisión sistemática de Kessler et al.<sup>42</sup> fue de las primeras enfocadas a analizar el EFI de alta intensidad. A fecha de hoy están saliendo algunos metaanálisis sobre los efectos del EFI en los FRCV, que iremos comentando más adelante. Whelton et al.<sup>57</sup> compararon diferentes frecuencias de entrenamiento para encontrar cuál de ellas es la óptima para disminuir la PA, incluyeron estudios de 3-4-5-6 y 7 sesiones a la semana y no encontraron diferencias significativas entre ellas, de hecho, está ampliamente aceptado que una única sesión produce descenso de la PA durante todo ese día. Al comparar las diferentes duraciones de las sesiones trabajando al 70% VO<sub>2</sub>MAX tanto con 10, 15, 30 y 45 minutos se consiguen descensos significativos de la PA y no hay diferencias significativas entre las duraciones. Respecto a la práctica del EF ya sea en cicloergómetro, cinta, carrera o caminar no se encuentran diferencias significativas entre ellos.

Neter et al.<sup>58</sup> realizaron una revisión sistemática para analizar los efectos de la pérdida de peso sobre la PA, incluyen 25 estudios aleatorizados con una muestra total de 4874 sujetos, con una media de edad de 37 a 66 años, la mitad de la muestra presentaba hipertensión al inicio de los estudios y la otra mitad no, y el 24% estaba en tratamiento con antihipertensivos. Respecto a los cambios en el peso corporal según el tipo de intervención:

dieta, EF o combinación de ambos, la pérdida de peso medio fue de -6,7 kg (95% CI, -8,27 a -5,11 kg), de -3,1 kg (95% CI, -4,5 a -1,75 kg), y de -6,2 kg (95% CI, -7,87 a 4,55 kg) respectivamente. La edad, el IMC pre intervención, el sexo y el tipo de intervención no tuvieron influencia significativa sobre los cambios en la PAS y PAD, pero sí sobre la pérdida de peso al realizar el análisis univariable (ANOVA). Para pérdidas de peso en torno a 5 kilos independientemente del tipo de intervención (dieta, EF o combinación de ambos), la reducción de la PAS fue de 4,44 mmHg (95% CI, -5,93 a -2,95 mmHg), y la de PAD fue de -3,57 mmHg (95% CI, -4,88 a -2,25 mmHg). Expresado en relación de por cada kg perdido la reducción de la PAS y PAD disminuyó en -1,05 mmHg (95% CI, -1,43 a -0,66 mmHg), y en -0,92 mmHg (95% CI, -1,28 a -0,55 mmHg) respectivamente. Estos descensos en la PA aumentaron cuando las pérdidas de peso fueron >5 kg con descensos de -2,44 mmHg por kilo de peso perdido (95% CI, -4,38 a -0,49 mmHg) para la PAS, y de -1,97 mmHg (95% CI, -3,71 a -0,21 mmHg) para la PAD. Los autores aclararon que al realizar el análisis multivariante el efecto sobre la PAD es mayor cuando la reducción del peso corporal se produce por el EF que por la dieta, estos resultados confirman que la AF reduce la PA por mecanismos diferentes a la pérdida de peso y siguen la línea de pensamiento que el EF mejora los FRCV independientemente de los cambios en la composición corporal.

En un ensayo clínico aleatorizado (ECA) de 2015 realizado por Ross et al.<sup>59</sup> comprobaron los efectos de la intensidad del EF sobre la grasa abdominal y la tolerancia a la glucosa, en una muestra de 300 individuos obesos, que repartieron al azar en 4 grupos, grupo control n=75, los cuales no realizaron EF o siguieron con su AF habitual no considerada como EF entrenamiento. Otro grupo entrenó a baja intensidad y volumen n=73, quienes realizaron sesiones de EFA al 50% del VO<sub>2</sub>MAX hasta llegar a un consumo energético de 180 kcal o 300 kcal/sesión según fueron mujeres u hombres. Otro grupo entrenó a baja intensidad y alto volumen n=76, que entrenaron con EFA al 50% del VO<sub>2</sub>MAX hasta llegar a un consumo energético de 360 kcal o 600 kcal/sesión según mujeres u hombres, y finalmente un grupo que entrenó a alta intensidad y volumen n=76, quienes realizaron EF al 70% del VO<sub>2</sub>MAX hasta consumir 360 kcal o 600 kcal por sesión según mujeres u hombres respectivamente. Durante las 24 semanas de intervención se les prescribió una dieta equilibrada pero no restrictiva. A las 8, 16 y 24 semanas de intervención midieron el perímetro abdominal, a las 16 y 24 semanas, y a las 36 y 48 horas tras cada sesión comprobaron la tolerancia a la glucosa mediante el test de tolerancia oral que consistía en administrar 75 gr de glucosa y medir la curva de tolerancia oral. Por último también midieron el VO<sub>2</sub> pico mediante pick flow en los mismos momentos del test de tolerancia oral a la glucosa. Las conclusiones que

obtuvieron fueron que el EF independientemente de la intensidad disminuye la obesidad abdominal. Solo el EF de alta intensidad disminuye la tolerancia a la glucosa. El EF de alta intensidad mejora significativamente los factores de riesgo cardiometabólico al compararlo con el aumento de la cantidad de EF a intensidad moderada. Acumular 150 minutos a la semana de EF de baja intensidad no mejora la tolerancia a la glucosa, coincidiendo con la asociación Americana de la DM que sugiere que para mejorar la tolerancia a la glucosa hay que perder entre 5% y 10% del peso corporal y realizar  $\geq 150$  minutos a la semana de EF de baja intensidad.

**Volumen de entrenamiento:** responde a la cuestión ¿qué cantidad de AF se considera necesaria para mejorar los FRCV y reducir el peso?

La bibliografía al respecto señala que el volumen se maneja, de forma general, manipulando la duración de la sesión, o la frecuencia de las sesiones a la semana, o el incremento de la intensidad o el incremento de la duración de las sesiones de semana en semana.

**Frecuencia:** responde a la cuestión ¿cuántos días a la semana se consideran necesarios para mejorar los FRCV y reducir el peso?

En la revisión sistemática para Cochrane, comentada anteriormente, Shaw et al.<sup>33</sup> encontraron en todos los estudios incluidos que la frecuencia de entrenamiento varió de 3 a 5 días a la semana, la duración fue de 20 a 60 minutos cuando se administraba EF de alta intensidad y de 10 a 60 minutos cuando se administraba EF de baja intensidad. Con estos parámetros, los autores concluyeron que el EF mejora de forma significativa e independientemente, es decir sin asociar otras intervenciones como por ejemplo dieta, el peso, el VO<sub>2</sub>MAX y los FRCV, y puntualizaron que tanto la baja como la alta intensidad disminuyeron de forma significativa la glucemia en ayunas y no hay diferencias significativas entre ambos, recordemos que para Ross et al.<sup>59</sup> solo el EF de alta intensidad disminuyó la tolerancia a la glucosa. Por lo tanto, el aumento de la intensidad no mejora el descenso de la glucemia en ayunas, pero si incrementa la mejora clínica de los FRCV.

El ACSM analizó las frecuencias de entrenamiento y sus efectos sobre la TA en su revisión sistemática acerca del ejercicio físico y la HTA<sup>12</sup>. Incluyeron estudios con frecuencias de entrenamiento de entre 1 a 7 sesiones por semana donde la pauta más utilizada en los estudios revisados fue de 3 sesiones a la semana con intensidades de entrenamiento que fueron del 30% al 70% del VO<sub>2</sub>MAX. Concluyeron con un nivel de evidencia A que el

entrenamiento aeróbico disminuyó la PA tanto en individuos normotensos como en hipertensos, y en estos últimos la PA disminuye más con un nivel de evidencia B.

En otra revisión sistemática del ACSM se analizaron diferentes frecuencias de entrenamiento en sujetos con DM2<sup>28</sup>. Se concluyó que incluso con una sola semana de entrenamiento aeróbico se puede mejorar la sensibilidad a la insulina en individuos con DM2. Tanto el entrenamiento aeróbico como el de resistencia mejoran la acción de la insulina, el control de los niveles de glucemia y la oxidación de grasas almacenadas en el músculo.

Whatley et al.<sup>60</sup> consideraron que 5 días por semana es lo ideal para perder peso y mejorar los FRCV. Para llegar a esta conclusión realizaron una intervención de EF más dieta. Compararon un grupo control con 2 grupos intervención. El grupo control realizó dieta pero no EF y los grupos intervención realizaron EF más dieta, entrenaron con EFC de intensidad moderada pero un grupo entrenó 3 días a la semana, y el otro entrenó 5 días a la semana. Los 2 grupos intervención iniciaron las sesiones con una duración de 30 minutos por sesión y posteriormente se incrementó el volumen de entrenamiento añadiendo 5 minutos a la sesión de semana en semana. Para todos los individuos la dieta fue muy restrictiva (802 kcal al día) durante toda la intervención. La muestra estuvo formada por 33 mujeres voluntarias y obesas, que presentaron un IMC entre 30 y 42 kg/m<sup>2</sup> y no presentaron ninguna otra patología. Como FRCV analizaron el peso, el IMC y la materia grasa (kg), también analizaron el VO<sub>2</sub> pico (L/min). La distribución fue al azar, grupo control n=7, grupo EFC con entrenamiento 3 días semana n=8, y grupo EFC con entrenamiento de 5 días a la semana n=8. La AF fue monitorizada y consistió en caminar en cinta al 50%-60% de la FC<sub>MAX</sub> empezando con sesiones de 30 minutos durante la primera semana, las sesiones incrementaron la duración en 5 minutos de semana en semana, de esta manera las mujeres del grupo EFC 3 días/semanas acumularon 90 minutos caminando al finalizar la primera semana y en la última semana (semana 12) llegaron a 210 minutos. El grupo EFC 5 días/semana acumuló durante la primera semana 150 minutos de caminata y la semana 12, 400 minutos. Los resultados mostraron una reducción significativa del peso (p<0,05) en todos los grupos, el grupo control que realizó solo dieta perdió (-13,1±2,4 kg), el grupo EFC 3 días/semana más dieta perdió (-15,8±4,2 kg) y el grupo EFC 5 días/semana más dieta perdió (-19±4,2 kg). Hubo reducción significativa de la materia grasa (p<0,05) en los tres



grupos, el grupo control perdió (-9,3±3,1 kg), el grupo EFC 3 días/semana (-12,9±3,8 kg) y el grupo EFC 5 días/semana (-15,7±4,5 kg). Respecto del VO<sub>2</sub> pico no hubo aumento significativo del mismo en ninguno de los grupos. Resultado que sorprende ya que el VO<sub>2</sub> pico aumenta en todos los estudios revisados salvo en este.

**Duración:** responde a la cuestión ¿cuánto tiempo hay que entrenar para mejorar los FRCV y reducir el peso?

Los programas de EF sin dieta donde se realizaron menos de 150 minutos a la semana no muestran descensos significativos del peso. Los programas que acumularon entre 150 minutos y 220 mostraron pérdidas de peso entre 2 y 3 kilos a largo plazo, y los programas que acumulan entre 224 y 420 minutos semana mostraron pérdidas de entre 5 y 7,5 Kg<sup>35</sup>, por tanto, se recomienda la práctica de EF aeróbico de intensidad moderada durante 150 a 250 minutos a la semana para mantener el peso corporal y prevenir la ganancia de peso y entre 200 y 300 minutos a la semana para perder peso a largo plazo. Es decir, el volumen de entrenamiento para conseguir disminuir los niveles de glucosa en sangre y mejorar los FRCV son menores a los requeridos para disminuir el peso. Con un nivel de evidencia C se requieren hasta 60 minutos al día de EFA de intensidad moderada para la pérdida de peso, estos volúmenes se pueden disminuir si se combina con dieta<sup>38</sup>.

Glowacki et al.<sup>61</sup> realizaron un estudio con el objetivo de responder a la pregunta; ¿cuánto EF es necesario para aumentar el VO<sub>2</sub> pico, producir cambios en el peso y la materia grasa, aumentar el 1 RM y otros parámetros de la fuerza muscular?. Compararon 3 tipos de entrenamiento, EFA de intensidad moderada, con EFu y con la combinación de ambos EFA+EFu. Contaron con una muestra de 41 voluntarios universitarios de entre 18 y 40 años, los cuales se repartieron al azar en, n=12 para el grupo EFA, n=13 para el grupo EFu, y n=16 para el grupo combinado. La intervención fue durante 12 semanas y no se incluyó dieta. Las variables medidas de interés fueron peso, % de materia grasas, VO<sub>2</sub> pico y 1 RM. Respecto de la dosis de EF el grupo EFA entrenó la semana 1 al 65% de la FC<sub>MAX</sub> durante 20 minutos en cinta, posteriormente incrementaron el volumen de entrenamiento añadiendo 2,5 minutos de semana en semana y 2,5% la FC<sub>MAX</sub> con el objetivo de mantener la intensidad prescrita desde el inicio al final del programa. El grupo EFu entrenó cuádriceps y press de banca y también fue variando el volumen de entrenamiento durante el programa, la 1 y 2 semanas realizaron 3 series de 10 repeticiones al 75% del 1RM. La 3 y 4 semanas 3

series de 8 repeticiones al 80% del 1RM. La 5 y 6 semanas 3 series de 6 repeticiones al 85% del 1RM. La 7 y 8 semanas 3 series de 10 repeticiones al 75% del 1RM, la 9 y 10 semanas 3 series de 8 repeticiones al 80% del 1RM, y la 11 y 12 semanas 3 series de 6 repeticiones al 85% del 1RM. El grupo EFA+EFu combinó ambos entrenamientos. Los resultados que obtuvieron fueron aumento significativo del peso en los grupos EFu y combinado del 4,1% y 3,4% respectivamente, lo que coincide con lo observado por Nybo et al.<sup>48</sup> quienes atribuyeron el aumento del peso al aumento de la materia magra. El grupo EFA redujo el peso en -1.1 kg de media pero no fue un descenso significativo. El % de materia grasa disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) en los grupos EFA (-1,5 kg) y combinado (-1,3 kg), no se hallaron diferencias significativas entre ambos, estos resultados difieren de los encontrados por el grupo de Nybo et al.<sup>48</sup>, ya que solo encontraron descenso del % de la grasa corporal con el EFC. El VO<sub>2</sub> pico aumentó de forma significativa ( $p < 0,001$ ) hasta el 8% en el grupo EFA y no hubo cambios en los grupos EFu y combinado. Respecto del 1 RM aumentó de forma significativa ( $p < 0,05$ ) en los tres grupos. El 1 RM del cuádriceps aumentó 20,7% en el grupo EFA, 40,8% en el EFu y 39,4% en el grupo que combinó ambos ejercicios y en el 1 RM del press de banca aumentó en 7,5% en el EFA, 30,5% en el grupo EFu y 21,2% en el combinado. Este estudio se realizó en 2004 y unos años más tarde, en 2011, Vannhes et al.<sup>35,36,37</sup> en su revisión sistemática lo enuncian como ejemplo a la hora de cómo aumentar el volumen en un programa de EF cuyo objetivo es disminuir los FRCV.

En el año 2009 el ACSM publicó una revisión sistemática sobre las estrategias apropiadas para la prevención y la pérdida de peso en adultos<sup>38</sup>, todo un referente para los profesionales involucrados en el mundo de la AF. El documento ofrece recomendaciones sobre cómo detectar a los individuos que más se pueden beneficiar con este tipo de intervención, qué peso se recomienda perder, recomendaciones dietéticas, recomendaciones sobre el tipo de EF más indicado, uso de fármacos, uso de psicoterapia y otros tipos de intervenciones. Esta actualización revisa toda la literatura disponible hasta la fecha la cual básicamente son ensayos diseñados para prevenir la ganancia de peso, o bajar peso cuando hay sobrepeso u obesidad, o prevenir la ganancia de peso una vez que este se ha perdido, en adultos mayores de 18 y hasta por encima de los 65 años. A la pregunta, ¿qué cantidad de peso hay que perder para que sea clínicamente significativo, es decir, para conseguir mejoras en los FRCV? el ACSM se apoya en 3 estudios, en el primero de ellos St Jeor et al.<sup>62</sup> realizaron un estudio prospectivo observacional donde registraron y relacionaron la ingesta calórica, la presencia de obesidad y de FRCV, durante 5 años en una

muestra inicial de  $n=508$  sujetos y final de  $n=385$ . Observaron que el 46% de los sujetos mantuvieron el peso  $\pm 5$  libras, el 34% ganaron peso  $>5$  libras y el 20% perdieron peso.

Sherwood et al.<sup>63</sup> realizaron un estudio transversal y prospectivo durante 3 años relacionando la ingesta calórica de macronutrientes, la práctica de AF y el IMC en sujetos voluntarios y sin patologías crónicas. La edad de la muestra fue de 20 a 45 años y estuvo formada por  $n=826$  mujeres y  $n=218$  hombres. Tras los 3 años clasificaron a los sujetos en 3 grupos, en el 1 los sujetos que perdieron peso, con una media de pérdida a los 3 años de  $-6,9\pm 0,6$  kg en hombres y de  $-7,3\pm 0,3$  en mujeres. En el grupo 2 incluyeron a los sujetos que mantuvieron el peso corporal definido por un aumento de  $0,2\pm 0,2$  kg y de  $0,3\pm 0,4$  kg para mujeres y hombres respectivamente, y en el grupo 3 a los sujetos que ganaron peso  $7,1\pm 0,2$  kg y  $5,9\pm 0,3$  kg en mujeres y hombres respectivamente. Los autores concluyeron que los sujetos que perdieron y mantuvieron el peso durante los 3 años del estudio mostraron menor ingesta calórica y mayor cantidad de AF realizada, independientemente de que fuera de alta o moderada intensidad, comparados con los sujetos que ganaron peso. Un detalle interesante es que los autores relacionaron la AF de alta intensidad con mayor pérdida de peso en las mujeres siendo indiferentes en los hombres.

Donnelly et al.<sup>38</sup> concluyeron en la revisión sistemática para el ACSM que los programas que consiguen disminuciones del peso por debajo de 2,3 kg o 5 libras deben recomendarse para prevenir el sobrepeso.

El tercer estudio en el que se apoya el ACSM para responder a la pregunta ¿qué cantidad de peso hay que perder para conseguir mejoras en los FRCV?, es el de Stevens et al.<sup>64</sup> quienes argumentaron que los programas que consiguieron cambios corporales a lo largo del tiempo del -3% son los más indicados para prevenir el sobrepeso, y aquellos que consiguieron cambios  $\geq$  al -5% son los que consiguen mejoras clínicas significativas y son los que se deberían recomendar para disminuir los FRCV y producir pérdida de peso. Aun así estos datos deben tomarse con cautela ya que las variaciones interindividuales son muy importantes, por lo que es el prescriptor del EF quien debe adaptarse al individuo e individualizar el programa según los objetivos perseguidos tras el profundo estudio de la cuestión. Para llegar a estas conclusiones Stevens et al.<sup>64</sup> realizaron una revisión bibliográfica desde 1999 a 2006 sobre la definición que dieron los diferentes trabajos incluidos, de pérdida de peso y de control del peso corporal. Incluyeron 35 estudios donde destacan las definiciones propuestas por en Institut of Medicine Guidelines, o las propuestas por el National Weight Loss Registry study, ambas instituciones con un peso

indiscutible dentro del mundo de la obesidad y el sobrepeso. Hay que destacar el estudio CARDIA<sup>65</sup> dentro de los 35 trabajos incluidos y de hecho se analizará más adelante.

Durante la discusión del ensayo que realizaron Sherwood et al.<sup>63</sup> en el año 2000 se preguntaron si ¿realizar EF de alta intensidad logra los mismos beneficios pero en menor tiempo que el EF moderado, ya que el primero gasta más energía por sesión? Pregunta que surgió de sus resultados que recordemos fueron que, los sujetos que presentaron menor ingesta calórica y mayor cantidad de AF realizada, independientemente de que fuera de alta o moderada intensidad, mantuvieron el peso corporal y presentaron menores FRCV a lo largo de 3 años. Aunque matizaron que la AF de alta intensidad provocó mayor pérdida de peso en mujeres, respecto a los hombres en los que tanto el EF de alta como de moderada intensidad provocaron pérdida de peso sin diferencias significativa entre ambos. En el año 2008 Schjerve et al.<sup>39</sup> reafirman lo observado por Sherwood et al.<sup>63</sup> considerando la intensidad del EF como el factor fundamental para aumentar el VO2MAX, mejorar los FRCV y perder peso, lo original de Scherve et al.<sup>39</sup> fue comparar diferentes tipos de EF: EFI de alta intensidad, con EFC de moderada intensidad y con EFu. Los resultados que obtuvieron fueron que el EFI de alta intensidad mejoró significativamente el VO2MAX respecto al EFC de moderada intensidad, y que ambos provocaron pérdidas de peso, sin encontrar diferencias entre ellos. En el año 2011 aparecieron estudios determinantes para responder a la cuestión planteada, Vannhes et al.<sup>35</sup> en su metaanálisis concluyeron que existía suficiente evidencia a favor para asegurar que la intensidad del EF es el factor fundamental para aumentar el VO2MAX y disminuir los FRCV, lo cual no fue ninguna novedad, lo realmente novedoso fue estimar esa intensidad y sus repercusiones. Enmarcaron la dosis de EF dentro de la zona de entrenamiento aeróbico (40% vs 80% del VO2MAX), por lo que para Vannhes et al.<sup>35</sup> tanto la alta intensidad como la intensidad moderada producen mejoras clínicas significativas en los FRCV sin diferencias significativas entre ambas intensidades. O dicho de otra manera, el tipo de EF no es relevante, lo importante es la prescripción de la intensidad.

Olmedo<sup>66</sup> comparó el EFI de alta intensidad (15 tandas de 1 minuto al 90% del VO2MAX seguidos de 1 minuto de descanso pasivo), con el EFC (30 minutos al 60% del VO2MAX), sobre tapiz rodante, en 10 estudiantes universitarios, sin patologías, con edad media de  $23 \pm 2,8$  años, para averiguar qué tipo de EF produce mayor gasto de energía. Los resultados que obtuvo fueron que el EFI, produce mayor gasto energético total (durante el ejercicio y en la recuperación) que el EFC para tiempos y cargas de trabajo iguales, ( $p=0,038$ ). Midió el gasto calórico que fue de  $398,5 \pm 98,5$  kcal para el EFI y de  $343, \pm 75,3$  kcal para el EFC. Como conclusión expone que con su estudio demuestra que el EFI debe ser tenido en

cuenta a la hora de programar EF para la pérdida de peso. Pero este resultado se lo atribuye de nuevo a la intensidad y no al tipo de EF, argumentado que el mayor gasto calórico se relaciona con el aumento de la temperatura corporal conforme aumenta la intensidad, se alcanzaron temperaturas de 39 °C a intensidades  $\geq 75\%$  del VO<sub>2</sub>MAX, y de 38 °C a intensidades del 50% del VO<sub>2</sub>MAX.

También en 2012 Kessler et al.<sup>42</sup> en su metaanálisis comentado anteriormente, y cuyo objetivo fue comparar el EFI con el EFC, concluyeron que el EFI produce en al menos 12 semanas de intervención mejoras antropométricas en individuos con sobrepeso y obesidad, las cuales son similares a las producidas por el EFC, pero el EFI las produce en menos tiempo.

Pues bien ahora si estamos en condiciones de poder responder la pregunta planteada por Sherwood et al.<sup>63</sup> 11 años atrás ¿el EF de alta intensidad logra los mismos beneficios pero en menor tiempo que el EF moderado? Sí, pero tanto la alta como la moderada intensidad producen mejoras cardiometabólicas y pérdida de peso, siempre y cuando estén dentro de la zona de entrenamiento aeróbico<sup>35</sup>, y una vez dentro de esa zona lo que prima es el tipo de EF, concretamente el EFI, el cual, provoca más gasto calórico durante la sesión de EF y tras ella, con un mayor gasto energético total<sup>66</sup>, por lo tanto se ha demostrado que el EFI consigue las mismas pérdidas de peso pero en menor tiempo que el EFC<sup>42</sup>.

La relación entre el IMC y los FRCV se analizaron exhaustivamente en el estudio CARDIA<sup>65</sup>, el cual con una cohorte de 5115 mujeres y hombres seguidos durante 15 años, concluye que el sobrepeso y la obesidad siguen aumentando y que los individuos que mantenían un IMC estable a lo largo del tiempo, presentaron menos FRCV (menores niveles de LDL, de TG, de CT, y mayores niveles de HDL respecto de los que no habían mantenido el IMC de forma estable), todo ello teniendo en cuenta los cambios fisiológicos del envejecimiento. La dieta por si sola produce descensos significativos del peso, y al combinarse con EF no se consigue aumentar significativamente la pérdida de peso, pero se siguen disminuyendo los FRCV y se añade el aumento de la capacidad funcional. Se recomienda que los programas de pérdida de peso incrementen el gasto energético en unas 2000 kcal por semana, este gasto de energía plus se puede conseguir incrementando exclusivamente la AF, para lo cual se recomiendan de 250 a 300 minutos de AF moderada (entre el 65% y el 80% del VO<sub>2</sub>MAX) a la semana, o inclinando la ecuación del balance energético, exclusivamente con dieta, o combinando dieta y EF. Como podemos ver la actividad física como única estrategia

para perder peso es poco efectiva, ya que se necesitan intensidades de trabajo altas y volúmenes importantes para conseguir modestas pérdidas de peso, en cambio la dieta como estrategia única si consigue descensos significativos del peso, y además a mayor restricción calórica mayor pérdida de peso y más rápida. Pero recordemos que lo más aconsejable es perder peso a largo plazo para asegurar que la pérdida de peso conseguida se cronifique en el tiempo<sup>38</sup>, y además debería ir acompañada por el aumento de la capacidad funcional para maximizar el descenso de los FRCV. El estudio CARDIA<sup>65</sup> concluye que la combinación de EF más dieta consigue pérdidas de peso modestas al compararse con la dieta como única intervención, pero el aumento de la capacidad funcional y la mejora de los FRCV mejoran significativamente respecto a solo hacer dieta restrictiva.

En una revisión sistemática fechada en 2014, Johns et al.<sup>67</sup> compararon hasta 8 estudios aleatorizados y controlados que sumaron una muestra de 1022 sujetos, mayores de 18 años y con un IMC mayor de 25 kg/m<sup>2</sup>. Analizaron los cambios en el peso corporal a los 3, 6 y 12 meses comparando programas de pérdida de peso cuyas intervenciones fueron solo dieta, solo EF, o dieta más EF. Los resultados al comparar dieta más EF con solo dieta mostraron a los 3 y 6 meses que no hubo diferencia significativa entre ambas intervenciones [95% CI, -0,62 kg (1,67 a -0,44 kg)]. En cambio a los 12 meses encontraron descenso significativo en el grupo que realizó dieta más EF respecto del que solo hizo dieta [95% CI, -1,72 kg (-2,80 a -0,64 kg)]. Cuando compararon el grupo que realizó dieta más EF con el que solo realizó EF encontraron descenso significativo a los 3 meses en los sujetos que combinaron dieta más EF respecto a los que solo realizaron EF [95% CI, -5,33 kg (-7,6 a -3,04 kg)], a los 12 meses obtuvieron el mismo resultado con mayor descenso del peso [95% CI, -6,29 kg (-7,33 a -5,25 kg)].

Foster-Schubert et al.<sup>50</sup> realizaron un ensayo cuya duración fue de 12 meses, con el objetivo de comparar los efectos de una dieta baja en grasa, con los efectos del EF de intensidad moderada, y con los efectos de la combinación de ambos, además de con un grupo control, sobre la composición corporal, el VO<sub>2</sub>MAX, las calorías totales consumidas al día y el % de grasa ingerido al día. La muestra estuvo formada por 439 mujeres postmenopáusicas, de 50 a 75 años, con IMC mayor a 25 kg/m<sup>2</sup>, y con AF de base menor a 100 minutos de EF de intensidad moderada a la semana. Repartieron la muestra al azar en 4 grupos, solo dieta n=118, EF moderado-intenso n=117, combinado (dieta más EF) n=117 y grupo control n=87.

En el grupo que realizó solo dieta, se redujo la ingesta calórica en un 30% (de 2000 a 1200 kcal/día), una vez que redujeron el 10% del peso de partida la dieta fue de mantenimiento. El grupo EF realizó 5 sesiones a la semana, al menos 3 de ellas fueron monitorizadas, constaban de 45 minutos a intensidad moderada-elevada, 15 minutos al 60%-75% de la FC<sub>MAX</sub> y 30 minutos al 70-80% de la FC<sub>MAX</sub>, acumularon más de 225 minutos a la semana. El grupo que combinó EF más dieta realizó las dos intervenciones descritas anteriormente. Al grupo control no se le indicó ninguna intervención y solo se le midieron las variables a estudiar tanto en la pre como en la post intervención. Los resultados que obtuvieron fueron sin cambios significativos en el grupo control para ninguna de las variables. Al analizar el peso obtuvieron que el grupo que siguió solo dieta mostró descenso significativo del -8,5% con una  $p < 0,0001$  al compararse con el grupo control y con grupo EF y con una  $p < 0,03$  al compararse con el grupo combinado. El grupo EF perdió -2,4% del peso con una  $p < 0,03$  al compararse con grupo control y con  $p < 0,0001$  al compararse con grupo dieta y el combinado. Y el grupo EF más dieta perdió un -10,8% con una  $p < 0,0001$  al compararse con grupo control y con el grupo EF, y una  $p < 0,03$  al compararse con el grupo que solo hizo dieta. Al analizar el IMC el grupo que realizó dieta mostró descenso del -8,6% con una  $p < 0,0001$  al compararse con grupo control y grupo EF, y una  $p < 0,02$  al compararse con el grupo combinado, el grupo EF disminuyó el IMC en -2,4% con una  $p < 0,017$  al compararse con grupo control, y  $p < 0,0001$  al compararse con los grupos dieta y combinado, y el grupo que combinó dieta más EF disminuyó el IMC en -10,8% con una  $p < 0,0001$  al compararse con el grupo control y grupo EF, y una  $p = 0,02$  al compararse con el grupo que realizó solo dieta. Respecto del VO<sub>2</sub>MAX el grupo que realizó dieta disminuyó de forma significativa la media -1,0 con  $p < 0,0001$  al compararse con los grupos EF y combinado, este descenso no fue significativo al compararse con el grupo control, ya que el grupo control no aumentó su capacidad funcional. Este resultado refuerza la conclusión vista en el estudio CARDIA<sup>65</sup>; es mejor perder peso combinando EF+dieta aunque añadir EF a la dieta no consigue mayor pérdida de peso, pero si consigue aumentar la capacidad funcional y mayores mejoras en los FRCV.

El grupo que realizó solo EF aumentó el VO<sub>2</sub>MAX de forma significativa un 8,9% con una  $p < 0,0001$  respecto de los grupos control y dieta, y  $p < 0,38$  respecto del grupo combinado. El grupo combinado mostró un aumento significativo del 6,5% con  $p = 0,0007$  al compararse con el grupo control,  $p = 0,38$  al compararse con grupo EF y  $p < 0,0001$  al compararse con el grupo que hizo la dieta.

Nos ha parecido interesante contrastar los resultados entre la ingesta calórica total al día con el aporte calórico de las grasas, en los grupos que realizaron dieta (grupo EF más dieta

y solo dieta), y los grupos que no realizaron dieta (grupo control y solo EF) ya que en el análisis pre y post intervención, no hubo disminución significativa de la ingesta calórica total en ninguno de los grupos. Cosa que sorprende ya que insinúa que hacer dieta o no hacerla, no modifica la ingesta calórica total.

Como hemos señalado anteriormente en los grupos que realizaron dieta, una vez conseguido el -10% del peso inicial la dieta no fue restrictiva sino de mantenimiento, y el descenso final fue del -13%, es decir la pérdida de peso se incrementó un 3% aún sin realizar dieta restrictiva.

Al analizar la cantidad de calorías aportadas por las grasas, si se encontraron diferencias significativas, el grupo que realizó solo dieta mostró un descenso significativo del -18% ( $p < 0,0001$ ) al compararlo con grupo control y grupo EF, y sin cambios significativos respecto al grupo combinado. En el grupo que solo realizó EF no hubo descenso significativo, y el grupo que realizó EF más dieta disminuyó de forma significativa la ingesta grasa en -20% ( $p < 0,0001$ ), respecto a los grupos control y EF, y sin cambios respecto del grupo solo dieta. Es decir, según Foster-Shubert et al.<sup>50</sup>, hacer un programa de pérdida de peso exclusivamente con dieta, o solo con EF, o combinando ambos, o simplemente no hacer nada, no produce cambios en el consumo calórico total, ahora bien, un programa de dieta o combinando EF más dieta provoca que el sujeto ingiera menos grasas y por tanto pierda peso, aunque la ingesta calórica total sea la misma en la pre y post intervención. Los autores lo atribuyeron al hecho de que al realizar dieta con o sin EF asociado educa al sujeto en unos hábitos dietéticos adecuados consumiendo la proporción adecuada de macronutrientes, lo cual es suficiente para perder peso, al menos por un corto periodo de tiempo.

Nieman et al.<sup>51</sup> realizaron un estudio para determinar la influencia de la dieta, del EF o de la combinación de ambos durante 12 semanas, sobre los lípidos séricos y las lipoproteínas. Contaron con una muestra de 102 mujeres con sobrepeso y obesidad, con IMC entre 25 y 45 kg/m<sup>2</sup> y sin ningún otro problema de salud conocido, la edad comprendida fue de 25 a 75 años. Repartieron la muestra al azar entre 4 grupos, grupo control n=22, grupo dieta n=26, grupo EF n=21 y grupo combinado n=22, el cual realizó EF más dieta. El grupo control fue al gimnasio durante 4 días a la semana para realizar sesiones de estiramiento y flexibilización, se le monitorizó la FC, la cual no pasó de 100 latidos por minuto (lpm) en todas las sesiones, el grupo dieta realizó un registro de los alimentos ingeridos durante 3 días previos a la



intervención y posteriormente se les pautó una dieta de 1200 a 1300 kcal durante las 12 semanas del estudio. Los sujetos del grupo EF realizaron 60 sesiones en total, a razón de 4 sesiones a la semana, las cuales fueron monitorizadas y cuya duración fue de 45 minutos, la intensidad del entrenamiento fue entre el 60% y el 80% de la FC<sub>MAX</sub>, el incremento del volumen se realizó manipulando tiempo e intensidad; de las semanas 1 a la 3 trabajaron de 25 a 30 minutos y del 60% al 65% de la FC<sub>MAX</sub>. De la semana 4 a la 12 aumentaron progresivamente los minutos de los 31 a los 45 y la FC de entrenamiento se incrementó del 70% al 80% de la FC<sub>MAX</sub>, el EF lo realizaron en cinta o en cicloergómetro. El grupo combinado realizó la dieta y el programa de EF descritos anteriormente. Las variables de interés analizadas a las 12 semanas fueron; el peso, el IMC y el VO<sub>2</sub>MAX y en las semanas 3 y 12 se analizaron los TG, el HDL, el LDL y la glucemia en ayunas. Los resultados respecto del peso corporal mostraron descenso significativo en el grupo dieta (-7,8±0,7 kg) y en el grupo combinado (-8,1±0,6 kg) y sin cambios significativos en los grupo control y EF [F(6,174)=43,76; p<0,001]. Al analizar el IMC encontraron los mismos resultados, descenso significativo en el grupo dieta y en el grupo combinado y sin cambios en los grupos control y EF, los estadísticos no fueron informados. Respecto del VO<sub>2</sub>MAX encontraron aumento significativo en el grupo EF (14%), y en el grupo combinado (8%), y sin cambios significativos en los grupos control y dieta [F(3,87)=8,87;p<0,001]. Al analizar los TG se observaron descensos significativos a las 3 y 12 semanas en el grupo dieta (de 1,63±0,18 mmol/L; a 1,34±0,13 mmol/L; y a 1,44±0,13 mmol/L en la semana 12; p=0,011), y en el grupo combinado el descenso se observó solo en la semana 12 (de 1,54±0,14 mmol/L; a 1,29±0,10 mmol/L; p=0,011). El HDL mostró un descenso significativo, lo cual a priori es contraproducente, en el grupo dieta a las 3 semanas (de 1,18±0,05 mmol/L a 1,07±0,06 mmol/L; p=0,001), pero a las 12 semanas no hubo cambios, ante estos datos los autores reflexionaron y atribuyeron el descenso del HDL a la pérdida de peso. No hubo cambios en el resto de los grupos. El LDL mostró cambios significativos a las 3 semanas en el grupo dieta (de 3,34±0,18 mmol/L; a 3,13±0,15 mmol/L; p=0,005) y sin cambios en la semana 12, sin embargo el grupo EF más dieta presentó cambios significativos a las 3 y a las 12 semanas (de 3,49±0,15 mmol/L; a 3,09±0,16 mmol/L; y a 2,96±0,13 mmol/L; p=0,005), en cuanto a los grupos control y EF no se encontraron cambios significativos. La glucemia en ayunas mostró descenso significativo a las 3 semanas y a las 12 semanas tanto en el grupo que realizó dieta (de 5,22±0,17 mmol/L; a 4,92±0,12 mmol/L, y a 4,84±0,09 mmol/L; p=0,054), como en el grupo combinado (que pasó de 5,33±0,18 mmol/L; a 5,02±0,11 mmol/L; y finalmente a 4,91±0,12 mmol/L; p=0,054). Los grupos control y EF no mostraron cambios significativos. Los autores concluyeron que con modestas reducciones del peso se

consigue disminuir el LDL en un corto periodo de tiempo, 3 semanas con dieta o con EF más dieta.

Rice et al.<sup>68</sup> realizaron un estudio para comparar los efectos de realizar solo dieta, o dieta más EF administrado de forma aeróbica, o entrenando la fuerza muscular, sobre parámetros antropométricos y metabólicos. De las variables analizadas las más relevantes para nosotros fueron, el peso, el IMC, y la glucosa en ayunas. Para ello contaron con una muestra n=29 repartidos al azar en 3 grupos, dieta más EFA n=10, dieta más EFu n=10 y solo dieta n=9. Los sujetos del grupo solo dieta realizaron una dieta de 1000 kcal, los sujetos del grupo dieta más EFA realizaron la misma dieta y EF durante 12 semanas, a razón de 5 sesiones por semana, inicialmente las sesiones duraron 19 minutos y la intensidad fue del 50% de la FCMAX, finalmente las sesiones duraban 60 minutos trabajando al 80% de la FCMAX. El % de la FCMAX se determinó por prueba de esfuerzo realizada en la pre intervención y no a partir de la fórmula de Karvonen. Los individuos del grupo dieta más EFu realizaron la misma restricción dietética pero entrenaron de forma diferente, hicieron 3 sesiones a la semana, que consistieron en un calentamiento de 5 a 10 minutos en cicloergómetro y posteriormente trabajaron la fuerza muscular en cuádriceps, bíceps femoral, press de banca, bíceps y tríceps braquiales. Los autores concluyeron que los 3 grupos; dieta, dieta más EFA y dieta más EFu, disminuyeron de forma significativa ( $p < 0,05$ ) el peso y el IMC en  $-12 \pm 3\%$ ,  $-11 \pm 4\%$  y  $-13 \pm 4\%$ , respectivamente. Es interesante destacar que Rice et al.<sup>68</sup> encontraron que la dieta combinada con el EF independientemente del tipo de EF, produjeron pérdidas de peso, lo cual se contrapone a lo que observaron Nybo et al.<sup>48</sup>, y Glowaki et al.<sup>61</sup>, en sus respectivos estudios, cuyos resultados mostraron que el EFu aumentó el peso corporal, estos autores atribuyeron los resultados a que el ejercicio de fuerza aumenta la materia magra y por tanto el peso ponderal. Respecto a la glucemia en ayunas también se encontraron descensos significativos de  $0 \pm 7\%$ , de  $-3 \pm 5\%$  y de  $-1 \pm 10\%$  para los grupos dieta, dieta más EFA y dieta más EFu respectivamente. Respecto a los niveles de insulina en ayunas también se encontraron descensos significativos, del  $-18 \pm 9\%$ , de  $-41 \pm 12\%$  y de  $-33 \pm 23\%$  respectivamente.

## 2. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

---

### 2.1. Justificación

El sobrepeso y la obesidad son entidades patológicas muy prevalentes, tanto que la OMS los considera como una de las epidemias del siglo XXI, se relacionan directamente con los FRCV y consumen recursos sanitarios de forma importante. Dentro del abordaje terapéutico el EF y la dieta se consideran como terapias esenciales en la prevención y el tratamiento de estas entidades. La mejora en los cambios antropométricos consigue mejoras clínicamente significativas sobre los FRCV.

Los profesionales especializados dentro del mundo de la AF para la salud pueden ayudar a los sujetos que buscan perder peso y mejorar sus FRCV. En este sentido la fisioterapia aúna las competencias para tratar la patología por medio de modalidades de terapia física, siendo la AF un componente fundamental para el fisioterapeuta en este contexto.

En la revisión de la literatura realizada sobre los efectos del EF con o sin dieta asociada, hemos comprobado como la prescripción del EF se realiza principalmente con EFC de intensidad moderada o con EFI de alta intensidad, ambos han demostrado ser eficaces para conseguir cambios en la composición corporal, principalmente cuando van asociados a dieta. Existe evidencia de que el EFI de alta intensidad consigue mejores resultados o al menos los mismos que el EFC, además de conseguirlos en menos tiempo, con menor percepción de esfuerzo, y estar considerado como más motivador por parte de los que lo practican<sup>40,69</sup>. Realizar EF a intensidad elevada puede disuadir al individuo y presentar menor adherencia a los programas de pérdida de peso<sup>59</sup>, ya que, la sensación de esfuerzo es mayor. Por lo tanto es interesante comprobar si el EFI de intensidad moderada produce los mismos efectos que el EFC también de intensidad moderada, cosa que actualmente no se ha comprobado.

Por ello nos proponemos realizar un estudio aleatorizado, con grupo control y dos grupos intervención que realicen EF más dieta, para comparar el EFC con el EFI, ambos de moderada intensidad, y evaluar sus efectos sobre la composición corporal, la capacidad funcional y los FRCV.

## 2.2. Hipótesis

Apoyándonos en la consulta bibliográfica realizada nos proponemos disminuir el peso, aumentar la capacidad funcional y mejorar los FRCV con EF de intensidad moderada más dieta de 1300 a 1400 kcal.

Nos basamos en que la intensidad del ejercicio se considera como un factor fundamental para conseguir aumentar la capacidad aeróbica y revertir los FRCV<sup>35,39</sup>. Estos beneficios se consiguen entrenando a intensidades que están por encima del umbral aeróbico y dentro de la zona de entrenamiento aeróbico, es decir, entre el 40% y el 80% del VO2MAX<sup>35</sup>. Además consideramos a la intensidad como predictor fundamental de los efectos del EF sobre las variables a estudio sin involucrar el tipo de EF, continuo versus interválico.

Así mismo nuestra hipótesis se fundamenta en que la mejor estrategia para perder peso es inclinando la ecuación del balance energético, exclusivamente con dieta, o combinando dieta y EF<sup>38</sup>.

Esperamos que el EFA de intensidad moderada más dieta, independientemente del tipo (continuo o interválico) produzca mejoras en las variables a estudio si lo comparamos con la ausencia de tratamiento y esperamos que no hayan diferencias entre los efectos de ambos tipos de ejercicio.

## 2.3. Objetivos

### Objetivo general

Evaluar el efecto de un programa de EFC y EFI más dieta de 1300 a 1400 kcal en pacientes diagnosticados de sobrepeso y obesidad sobre la composición corporal, la capacidad aeróbica y los FRCV.

### Objetivos específicos

- ✓ Evaluar comparativamente los efectos de los programas de EF más dieta de 1300 a 1400 kcal sobre la composición corporal (peso e IMC) en sujetos con sobrepeso y obesidad.
- ✓ Evaluar comparativamente los efectos de los programas de EF más dieta de 1300 a 1400 kcal sobre la capacidad funcional (VO2MAX) en sujetos con sobrepeso y obesidad.
- ✓ Evaluar comparativamente los efectos de los programas de EF más dieta de 1300 a 1400 kcal sobre las siguientes variables cardiovasculares; PAS, PAD y FCr en sujetos con sobrepeso y obesidad.
- ✓ Evaluar comparativamente los efectos de los programas de EF más dieta de 1300 a 1400 kcal sobre los siguientes parámetros bioquímicos; HDL, LDL, TG y glucemia en ayunas en sujetos con sobrepeso y obesidad.



## 3. MATERIAL Y MÉTODOS

---

### 3.1. Diseño, muestra, criterios de inclusión y exclusión y aspectos éticos

#### Diseño

Estudio experimental, longitudinal, prospectivo y aleatorio con un grupo control y dos grupos de intervención. Se realizó evaluación en la pre intervención y al primer mes (4 semanas), a los dos meses (8 semanas), y a los tres meses (12 semanas) post intervención.

#### Muestra

El estudio se llevó a cabo en un centro privado dedicado al tratamiento de las patologías del Aparato Locomotor, en Palma de Mallorca. Durante los años 2010 y 2013.

Los sujetos acudieron de forma voluntaria. La captación de participantes se llevó a cabo mediante publicidad repartida en buzones, derivación por parte de médicos de varias fuentes y la recomendación boca oreja. Todas las personas que acudieron a recepción fueron consideradas como reclutadas y se les informaba del programa en sí, del coste del tratamiento, del consentimiento informado y de la ley de protección de datos. Muchas de estas personas fueron excluidas directamente porque ellas mismas declinaron la oferta de participar o porque grosso modo cumplían algún criterio de exclusión de los que figuraba en el consentimiento informado (ANEXO I). Cuando el sujeto decidía participar en el estudio lo formalizaba con la firma del consentimiento informado, y se asignaba de forma aleatoria por sobre opaco, a uno de los 3 grupos, grupos 1 o Control, grupo 2 o EFC, y grupo 3 o EFI, los grupo 2 y 3 realizaron dieta además del EF. El grupo control pasaba a lista de espera iniciando el tratamiento al finalizar el estudio. Durante el estudio los sujetos del grupo control siguieron con sus hábitos habituales y fueron evaluados en los momentos asignados a tal efecto. Hay que destacar que los individuos del grupo control no han sido contabilizados dentro de los grupos intervención una vez que iniciaron su programa de entrenamiento y dieta. Los grupos 2 y 3 recibieron la intervención asignada.

Acudieron 491 sujetos interesados en el programa, de los cuales 331 fueron excluidos. 128 individuos no estaban interesados, básicamente por el coste del programa, por imposibilidad de horarios, o por no querer comprometerse con el cumplimiento del programa. Y 203

sujetos quedaron fuera del programa por no cumplir los criterios de selección (criterios de inclusión y exclusión). De los 160 que aceptaron realizar el estudio, la asignación aleatoria los distribuyó de la siguiente manera; 61 al grupo control, de los cuales 12 no terminaron el estudio, 3 por motivo laboral, cuyas últimas mediciones fueron realizadas a los 2 meses en los 3 casos. 3 sujetos abandonaron sin dar explicaciones, cuyas últimas mediciones fueron; un sujeto solo realizó las pruebas pre intervención y dos abandonaron en los tiempos post intervención 1, es decir, a las 4 semanas. Dos sujetos argumentaron falta de interés y sus medias post intervención se registraron en a las 4 y 8 semanas respectivamente. Tres sujetos abandonaron por motivos de fuerza mayor; uno por duelo y solo se registraron sus pruebas pre intervención y dos por enfermedad, en donde un individuo solo registró las pruebas pre intervención y 1 a las 8 semanas. Finalmente un sujeto no completó la evaluación pre intervención. Por lo que el número de sujetos que terminaron el programa en el grupo control fue de 48 personas. Respecto al grupo EFC 56 sujetos fueron asignados al mismo, de los cuales, ocho no terminaron el ensayo. Un sujeto alegó motivos laborales y su única medición fue la de la pre intervención, otro sujeto lo abandonó sin dar explicaciones y su última medición fue la de las 4 semanas, cinco sujetos argumentaron pérdida de interés y sus últimas mediciones fueron; en un sujetos solo se midieron las variables pre intervención y a cuatro de ellos se les registraron las variables hasta el tiempos post 2 (a las 8 semanas de programa). Por último, un sujeto abandonó por motivos de fuerza mayor (baja laboral) y solo se registraron las variables en la pre intervención. Por lo que los individuos que finalizaron el programa en el grupo EFC fueron 48. En el grupo EFI, 43 sujetos fueron asignados al azar, de los cuales, 6 no terminaron el programa; tres por motivos laborales y cuyas últimas mediciones fueron; en dos sujetos solo se les midieron las variables en el momento pre intervención, y a un sujeto a las cuatro semanas. Un individuo abandonó sin dar explicaciones, y se le registraron las variables en el momento pre intervención. Un sujeto alegó motivos de fuerza mayor (por cambio de domicilio) y se registraron las variables hasta el momento post intervención 2 (8 semanas). Y por último un individuo argumentó pérdida de interés, cuyo último registró de las variables fue a las 4 semanas de intervención. Por lo tanto en el grupo EFI 37 individuos finalizaron en programa.

En la figura 3 se presenta el diagrama de flujo que resume el proceso descrito.



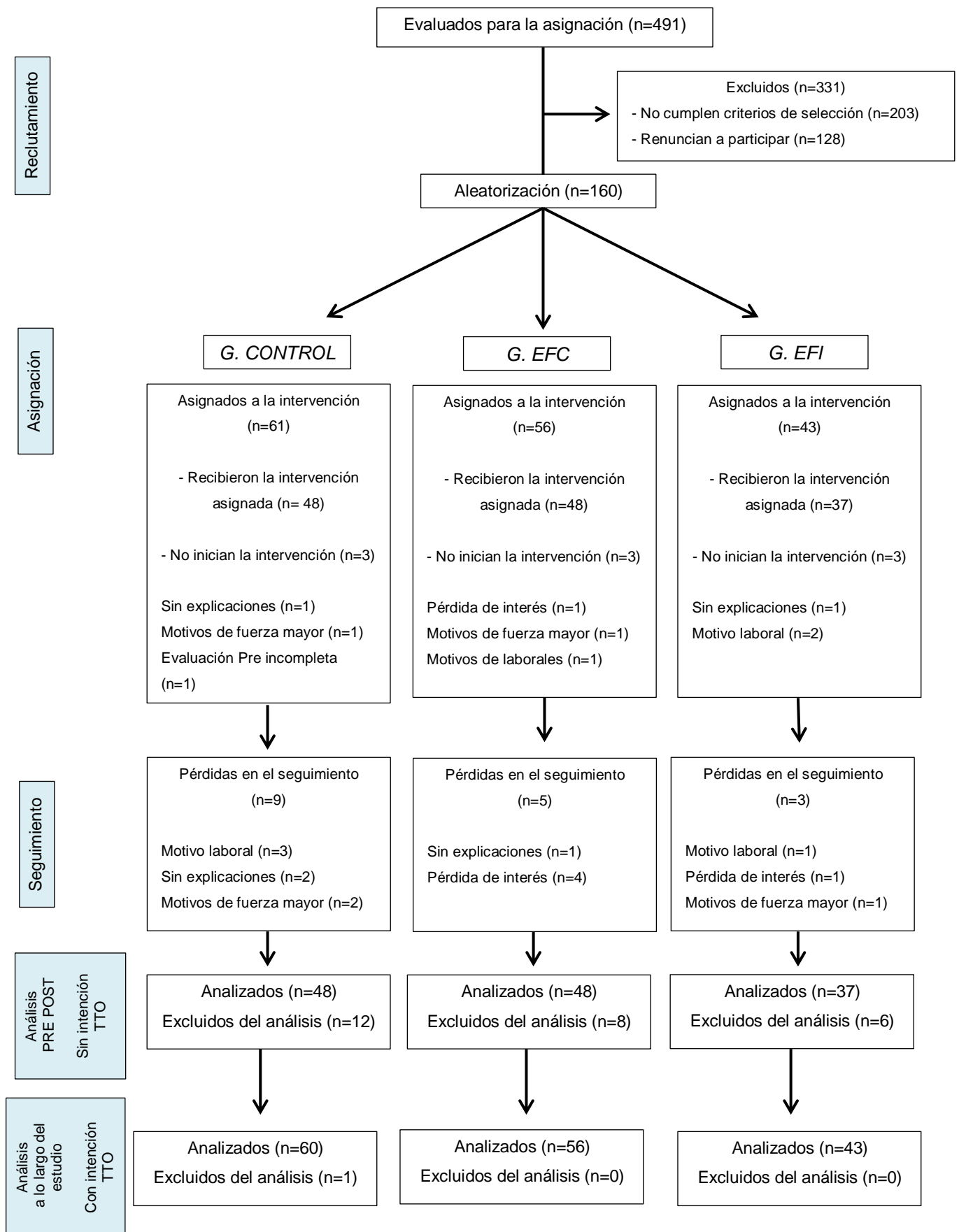


Figura 3. Diagrama de flujo del progreso a través de las fases del estudio aleatorizado de tres grupos. Reclutamiento, asignación de la intervención, seguimiento y análisis. Adaptado de Consort 2010<sup>52</sup>.

### **Criterios de inclusión**

- Todos los individuos participaron de forma voluntaria y firmaron un consentimiento informado. Anexo I.
- Tener 18 años o más.
- Estar diagnosticado de sobrepeso u obesidad.

### **Criterios de exclusión**

Que cumpliendo los criterios de inclusión presentaran algunas de las siguientes características:

- Practicar algún tipo de deporte o AF extra laboral en los últimos 6 meses.
- Seguir algún tipo de dieta previa al inicio del programa en los últimos 6 meses o querer realizar una dieta diferente a la prescrita por la nutricionista del centro.
- Presentar patología aguda en el momento de la intervención (tendinitis, dolor articular, infección respiratoria, malestar general).
- Haber padecido ICTUS, enfermedad coronaria o estar diagnosticado de alguna patología cardíaca, o haberse sometido a proceso quirúrgico con estancia hospitalaria mayor a 5 días en los últimos 6 meses.
- Presentar prueba de esfuerzo compatible con angina de pecho o infarto previo.
- Individuos en tratamiento farmacológico con antihipertensivos, anticolesterolémicos, antidiabéticos orales o insulina y fármacos que reduzcan la FC.
- Presentar algún impedimento ortopédico para la práctica del ejercicio físico.
- No tener realizada al completo la evaluación pre intervención.

## Aspectos Éticos

Respecto al consentimiento informado (anexo I), se redactó según la ley general de sanidad (ley 14/1986 de 25 abril), e incluyó información completa y continuada, verbal y escrita, diagnóstico, pronóstico y alternativas al tratamiento que se aplicó.

Los datos de los participantes quedaron protegidos según la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

## 3.2. Evaluación

Todos los individuos del estudio fueron evaluados en las mismas condiciones durante todas las fases del estudio. La evaluación se llevó a cabo en cuatro momentos: antes de iniciar el estudio, a las 4 semanas, a las 8 semanas y al finalizar el mismo (12 semanas). Ningún profesional del equipo multidisciplinar sabía a qué grupo pertenecía cada sujeto, salvo la nutricionista, cuyo conocimiento fue saber si el sujeto pertenecía al grupo control o no, y el doctorando, quien conocía a qué grupo fue asignado cada participante.

### Variables medidas en la Pre Intervención

A todos los sujetos se les registraron los datos de afiliación; asignación de número de historia, nombre y apellidos, dirección postal y correo electrónico, teléfono de contacto y fecha de nacimiento. El consentimiento informado se agregó a la historia.

- *Antropometría*: Peso e IMC. Para calcular el peso se utilizó la báscula Seca® 760 y para calcular el IMC ( $\text{peso}/\text{talla}^2$ ) se utilizó el tallímetro Seca® 202 y la báscula Seca® 760.

- *Capacidad funcional y Variables Cardiovasculares*: VO<sub>2</sub>MAX, PAS, PAD y FCr. Para calcular el VO<sub>2</sub>MAX se realizó una prueba de esfuerzo en cicloergómetro que consistía en un test incremental, de 20 vatios/minuto hasta la extenuación, debían alcanzar como mínimo el 85% de la FC máxima teórica para considerar la prueba válida. Durante la prueba se registraron la actividad cardiaca mediante electrocardiograma de 12 derivaciones, y el intercambio de gases minuto a minuto con medición directa. Para medir la capacidad funcional y la FCr se utilizaron un cicloergómetro ergoline® 900, un ergoespirómetro de medical Graphics®/CPX, y un electrocardiógrafo medical Graphics®. Para medir la PAS y la PAD se utilizó un fonendoscopio Litman® y un esfigmomanómetro Rieslyn®, cuyas cámaras

midieron 23 centímetros de largo si el perímetro del brazo del sujeto era < 33 centímetros, o de 30 a 32 centímetros si dicho perímetro era >33 centímetros. La colocación fue a 2-3 centímetros proximales a la fosa antecubital (ANEXO V). Se realizaron 3 mediciones sobre la arteria braquial, la primera se descartó y se hacía un promedio entre las dos últimas, siempre y cuando no presentara una diferencia >5 mmHg, de ser así se volvía a medir la PA hasta que no se diera tal diferencia<sup>70</sup>. Los individuos siempre se sentaban en una silla destinada a la toma de PA y todas las pruebas de esfuerzo y mediciones de la PA se realizaron por la tarde, normalmente de entre las 17:30 y las 20:00 horas.

- *Bioquímica plasmática*: HDL, LDL, TG y glucemia en ayunas. Todos los sujetos fueron en ayunas y a primera hora de la mañana al Centre d'Anàlisis Biològiques S.A, sito en Palma de Mallorca, el cual disponía del Analizador Uni-cel DxC Beckman para obtener los resultados necesarios.

- *Hábitos nutricionales*: A todos los sujetos se les pasó una encuesta dietética utilizando un método semicuantitativo (ANEXO III), consistente en un cuestionario de frecuencias semanales de consumo, compuesto por 53 ítems alimentarios durante 2 semanas previas a la intervención<sup>71</sup>.

#### **Variables medidas a las 4 semanas y a las 8 semanas de iniciar el tratamiento**

A todos los individuos se les registraron el peso, el IMC, la PAS, PAD, FCr, HDL, LDL, TG y glucemia en ayunas.

#### **Variables medidas en la Post intervención. Al finalizar el ensayo, semana 12**

A todos los individuos se les registraron el peso, el IMC, VO<sub>2</sub>MAX, PAS, PAD, FCr, HDL, LDL, TG y glucemia en ayunas.

En la figura 5 se muestra la ficha utilizada para el registro de las variables de cada participante.

NOMBRE:

Ficha PRE & POST Intervención

FECHA:

PRE intervención

PESO	IMC	HDL	LDL	TG	TAS	TAD	FCr	VO <sub>2</sub> MAX

1º ANALÍTICA/ ss 16

PESO	IMC	HDL	LDL	TG	TAS	TAD	FCr

2º ANALÍTICA/ ss 32

PESO	IMC	HDL	LDL	TG	TAS	TAD	FCr

POST intervención/ss 48

PESO	IMC	HDL	LDL	TG	TAS	TAD	FCr	VO <sub>2</sub> MAX

Figura 5. Ficha de registro utilizada para controlar la medición de las variables en los sujetos de la muestra.

## **Evaluación Pre intervención**

- Primera visita con el Endocrino: en primer lugar se realizaba una entrevista personal orientada a la detección de patologías metabólicas, alergias, toma de fármacos, antecedentes médicos personales, familiares y quirúrgicos de interés, también se verificaban los criterios de inclusión y exclusión, se tomaban las medidas antropométricas; peso, talla y cálculo del IMC. Por último se derivaba al paciente al centro de análisis clínicos y se le hacía entrega del cuestionario nutricional (ANEXO III) previa explicación del mismo.

- Primera visita con la cardióloga y prueba de esfuerzo: en primer lugar se realizaba una entrevista personal orientada a la detección de patologías cardiovasculares, alergias, toma de fármacos, antecedentes médicos personales, familiares y quirúrgicos de interés. Posteriormente se midieron las variables cardiovasculares; PAS, PAD, FCr y VO2MAX con la realización de la prueba de esfuerzo.

- Segunda visita con el endocrino: una vez que el sujeto tenían los resultados de la analítica volvía al endocrino, quien verificaba los parámetros bioquímicos para descartar la necesidad de tratamiento farmacológico, de ser así el individuo debía ser excluido del programa. Debemos comentar que en ningún participante se dio esta circunstancia.

- Primera visita con la nutricionista: con la encuesta nutricional cumplimentada los sujetos de los grupos intervención iban a la nutricionista. Se calculaba la ingesta calórica del sujeto, el exceso calórico que presentaba y el déficit dietario que se iba a producir con la restricción calórica de la dieta de 1300 a 1400 kcal. (el proceso se detalla en la figura 8 página 61).

- Primera visita con el fisioterapeuta: se centraba en una exploración física para verificar que no hubiere ningún tipo de impedimento físico para la práctica del EF en cicloergómetro y de la tabla muscular. Se calculaba el % mínimo de la pérdida de peso que se debía alcanzar para llegar a mejorar clínicamente los FRCV y se presentaba dicha información al paciente como uno de los objetivos del tratamiento (el proceso se detalla en la figura 8 página 61).

También se explicaban las normas básicas para la práctica del EF, como tipo de ropa, calzado, horario, etc.

### **Evaluación durante la intervención, a las 4 y 8 semanas del estudio**

- Ejercicio Físico y dieta: los individuos de los grupos EFC y EFI realizaron 4 sesiones a la semana, todas ellas monitorizadas por fisioterapeuta, para controlar la asistencia, resolver dudas in situ y tomar las variables cardiovasculares; PAS, PAD y FCr. El programa tuvo una duración de 12 semanas y en total realizaron 48 sesiones de EF. La dieta fue de 1300 a 1400 kcal.
- Medición de las variables cardiovasculares: todos los sujetos acudieron al centro en las fechas programadas, siempre por la tarde, y el fisioterapeuta les tomó la PAS, PAD, y FCr, esta última por medio de la colocación de una banda Polar. Para la medición de estas variables se les entregó a los individuos unas normas que debían seguir previamente a la toma de las mismas (ANEXO IV). Siempre se tomaron estas variables por los dos mismos fisioterapeutas, uno de ellos el doctorando. En el ANEXO V se muestra el procedimiento que siguieron para la toma de la TA.
- Control nutricional: A todos los individuos del estudio (grupo control, EFC y EFI) se les realizó control por la nutricionista, que consistía en pesar al individuo y calcular el IMC. Además con los sujetos de los grupos intervención se aprovechaba para resolver las posibles dudas respecto al seguimiento de la dieta e ir adaptándola al sujeto.
- Analítica sanguínea: todos los sujetos del estudio fueron a las 4 y 8 semanas al centro de análisis clínicos, siempre a primera hora de la mañana, para la medición del HDL, LDL, TG y glucemia en ayunas.

### **Evaluación Post intervención, a las 12 semanas**

- Visita con la nutricionista: A todos los sujetos del estudio se les midió por última vez el peso y el IMC.
- Visita con la cardióloga y prueba de esfuerzo: A todos los sujetos del estudio se les midió la PAS, PAD, FCr y el VO2MAX por medio de la ergoespirometría, descrita en la pre intervención.
- Analítica sanguínea: a todos los sujetos del estudio se les realizó un último análisis para obtener los niveles post intervención del HDL, LDL, TG y la glucemia en ayunas.

### 3.3. Prescripción del EF y la dieta para los grupos EFC y EFI y descripción de la sesión de EF

#### Prescripción y progresión del EF Aeróbico

- *Ejercicio Aeróbico*: a partir del VO<sub>2</sub> pico Pre test obtenido en la prueba de esfuerzo se pautó la intensidad del EF. Durante el primer mes se trabajó al 60% de los watos máximos alcanzados en el VO<sub>2</sub> pico, en el segundo mes al 70%, y en el tercer mes al 80%. Esta progresión perseguía los objetivos de: mantener un volumen adecuado de trabajo durante los 3 meses a partir del incremento progresivo de la intensidad del 2,5% por semana<sup>61</sup>, y de estar dentro de los rangos de máxima oxidación grasa (MOF), MFO 55%-72%±4 VO<sub>2</sub>MAX<sup>44</sup>, durante toda la duración del programa. El EF consistió en 32 minutos de cicloergómetro y 25 minutos de trabajo de grandes grupos musculares, en total la sesión tenía una duración de 52 minutos, es decir, cada sujeto de los grupos intervención acumuló 128 minutos de EFA y 94 minutos de ejercicios musculares, en total 222 minutos de trabajo al final de cada semana. El grupo EFC realizó en el cicloergómetro un calentamiento de 3 minutos (1,5 minutos a 25 watos y 1,5 minutos a 40 watos), posteriormente 32 minutos a los watos prescritos, y finalmente vuelta a la calma; 1,5 minutos a 40 watos y 1,5 minutos a 25 watos. Después se realizaba la tabla de ejercicios musculares en el suelo.

El grupo EFI realizó el mismo calentamiento de 3 minutos, seguido del ejercicio interválico, también en cicloergómetro. El intervalo fue de 4x4 minutos; durante el ejercicio máximo trabajaron durante 4 minutos los watos prescritos según el VO<sub>2</sub> pico alcanzado en la prueba de esfuerzo, y durante el descanso activo trabajaron 4 minutos con los watos correspondientes a restarle 20 watos al intervalo máximo. Los sujetos terminaban el trabajo en cicloergómetro con 3 minutos de vuelta a la calma cuyos watos fueron iguales al calentamiento. Finalmente la tabla de ejercicios musculares cerraba la sesión de trabajo.

Es importante destacar que todos los sujetos de los grupos intervención realizaron la misma tabla de ejercicios musculares.

En la figura 6 se muestra un ejemplo de prescripción y progresión del EFA.



- *Ejercicios musculares*: el fin de estos ejercicios fue conseguir flexibilización además de mejorar el tono muscular de los grandes grupos musculares para que los sujetos tuvieran mayor bienestar físico. La tabla de ejercicios consistía en 25 minutos de trabajo repartidos en: 4 minutos de estiramientos, 1 minuto de flexibilización del raquis, y 20 minutos destinados a trabajar la musculatura abdominal y paravertebral.

Antes de iniciar los ejercicios abdominales y paravertebrales y al finalizar los mismos realizaron 2 minutos de estiramientos de MMII, deltoides, tríceps y musculatura paravertebral; y 30 segundos de flexibilización del raquis.

La progresión de los ejercicios de la musculatura abdominal y paravertebral se realizó de la siguiente manera: para el ejercicio 1; durante el 1º y el 2º mes se realizaron 2 series de 21 repeticiones, y el 3º mes 4 series de 21 repeticiones. Para el ejercicio 2; el 1º mes, se realizaron 2 series de 6 repeticiones, el 2º mes 2 de 8 y el 3º mes 2 de 16. Para el ejercicio 3; se realizaron el 1º y el 2º mes 2 series de 21 repeticiones y el 3º mes 4 de 21. Para el ejercicio 4; se realizaron el 1º mes 2 series de 4 repeticiones, el 2º mes, 2 de 6 y el 3º mes 2 de 8. Para el ejercicio 5; se realizaron el 1º, 2º y 3º mes 2 de 2. Para el ejercicio 6; se realizaron el 1º y 2º mes 2 de 8 y el 3º mes 2 de 12. Para el ejercicio 7; se realizaron el 1º, 2º y 3º mes 2 de 21, y para los ejercicios 8, 9 y 10 realizaron el 1º mes 2 series de 12 repeticiones, el 2º mes 2 series de 14 repeticiones y el 3º mes 2 series de 20 repeticiones.

En la figura 7 se muestra la tabla de ejercicios

	ERGOMETRÍA		DOSIS EJERCICIO FÍSICO AERÓBICO		
	Teórico	$VO_2$ pico	1º MES 60 % $VO_2$ PICO	2º MES 70 % $VO_2$ PICO	3º MES 80 % $VO_2$ PICO
WATIOS	200	180	100	120	160
FC	174	163 (97,3%)	115	125	140
$VO_2$	31,4	28	16,8	19,6	22,4

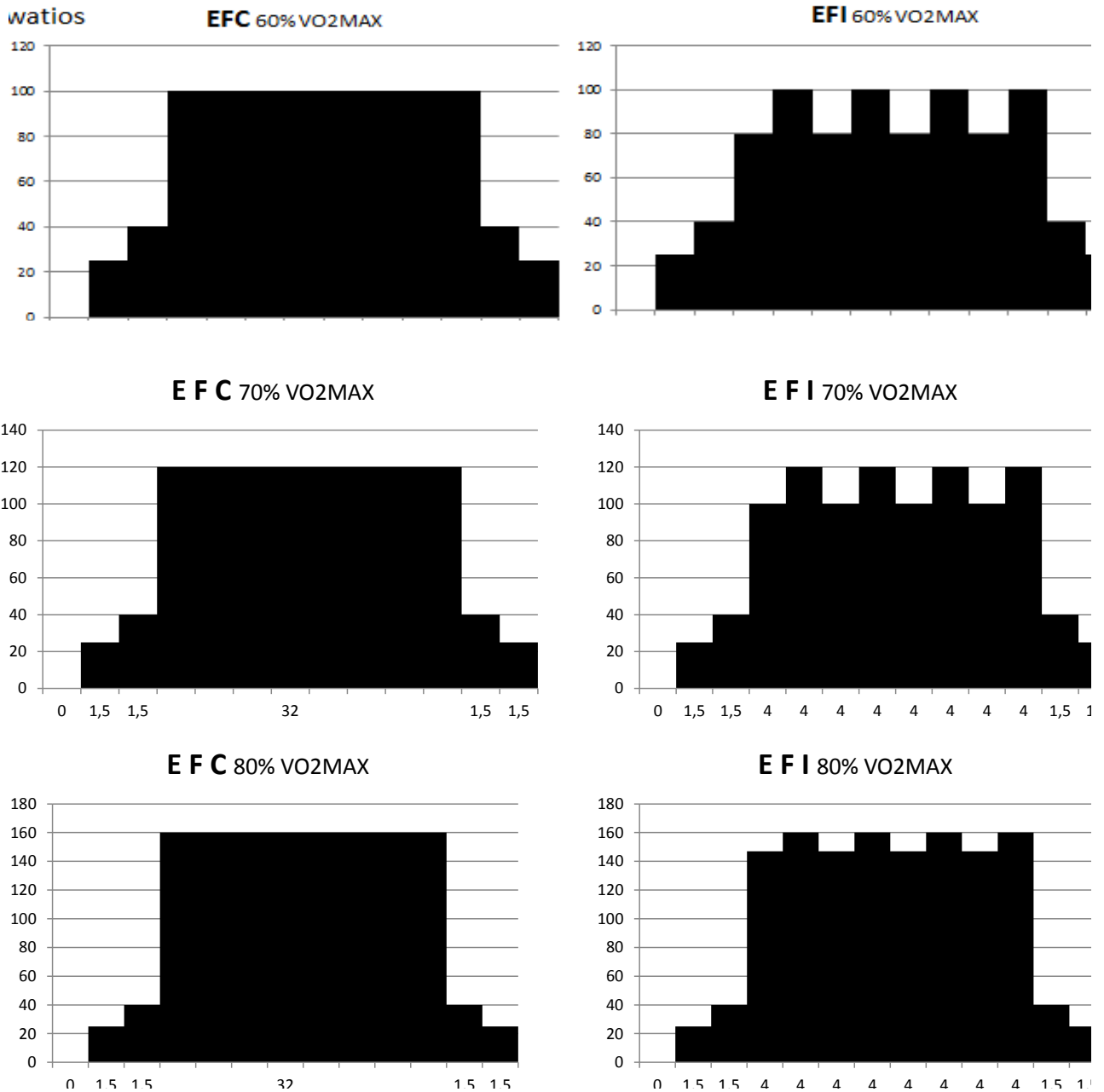


Figura 6. Prescripción y progresión del ejercicio físico aeróbico.

Antes de trabajar la musculatura abdominal y paravertebral

2 minutos de estiramientos; MMII, deltoides, tríceps y musculatura paravertebral  
30 segundos de flexibilización del raquis

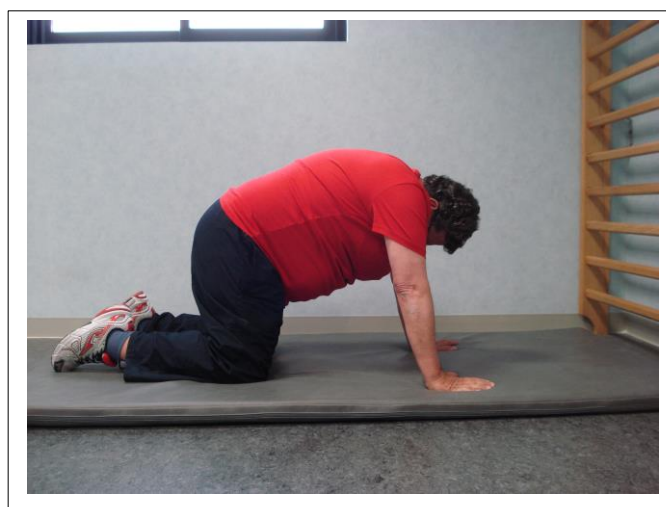
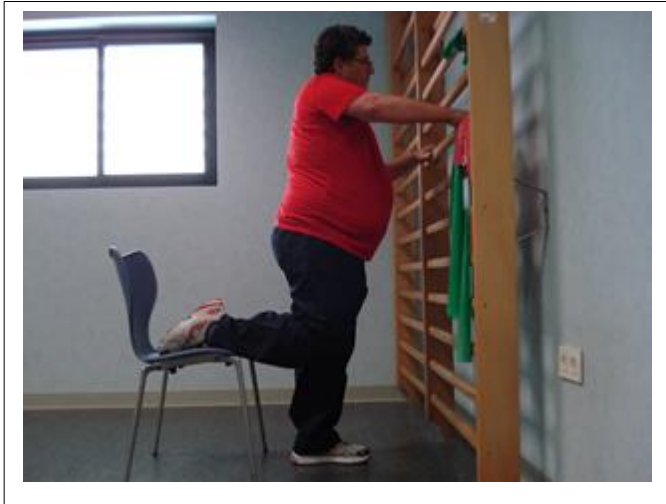


Figura 7. Tabla de ejercicios

20 minutos de ejercicios abdominales y paravertebrales. Ejemplos de los ejercicios 1, 2, 3, 4, 5 y 6

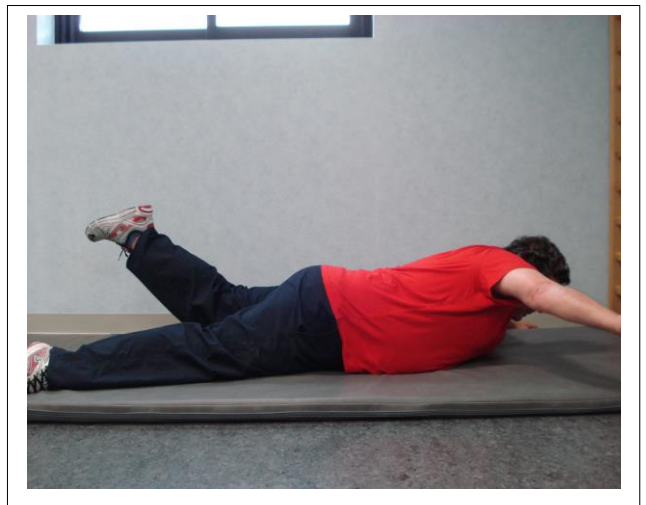
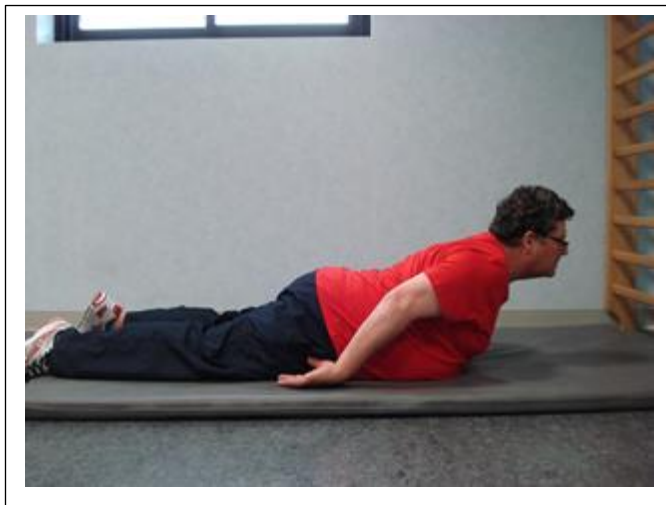
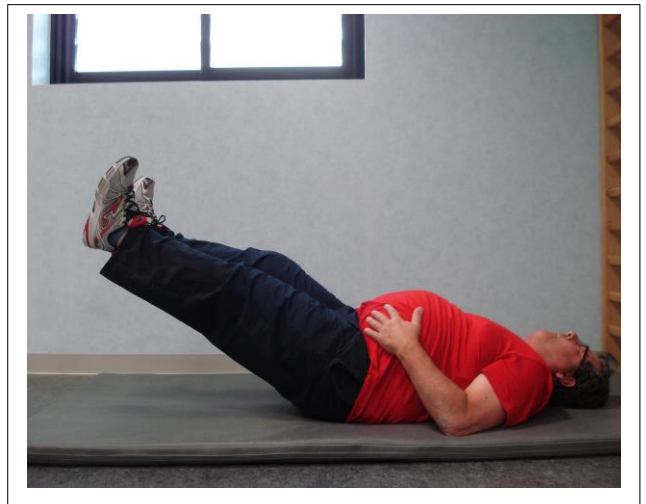
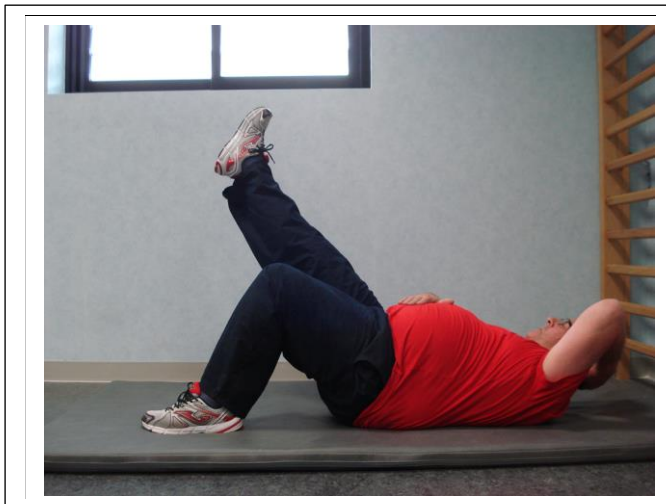
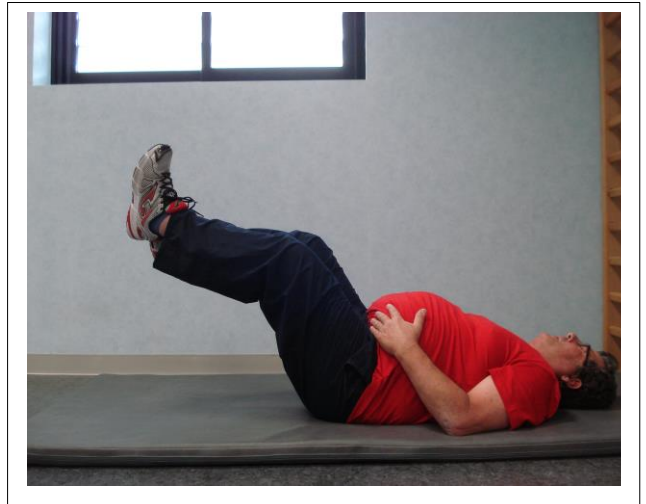
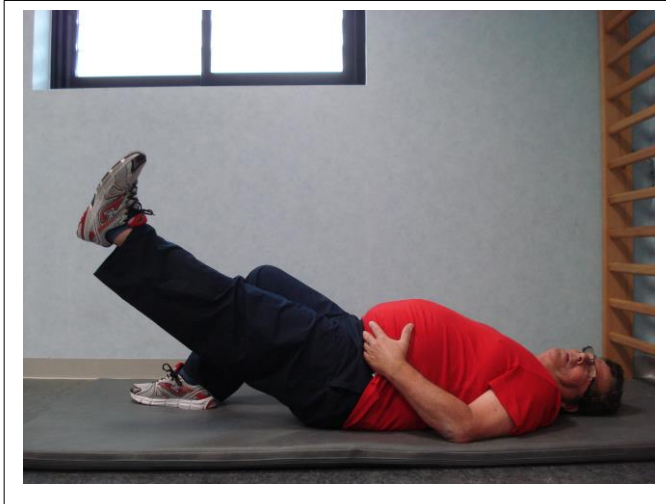


Figura 7. Tabla de ejercicios



20 minutos ejercicios, ejemplos de los ejercicios 7, 8, 9 y 10



Al finalizar el trabajo de la musculatura abdominal y paravertebral

2 minutos de estiramientos; MMII, deltoides, tríceps y musculatura paravertebral  
30 segundos de flexibilización del raquis

Figura 7. Tabla de ejercicios

## Prescripción de la Dieta

Se optó por una restricción hipocalórica convencional<sup>9</sup> de 1300 a 1400 kcal. El perfil calórico según los macronutrientes fue del 10% al 35% de proteínas, del 20% al 35% de grasas y del 45% al 65% de hidratos de carbono, se recomendó la ingesta de 1 litro a 1,5 litros de agua al día más rehidratación extra en la sesiones de EF<sup>8</sup>.

Según Arrizabalaga et al.<sup>11</sup> se recomiendan dietas hipocalóricas para la reducción del peso en las personas con sobrepeso y obesidad, por medio de una dieta planificada individualmente para ayudar a crear un déficit dietario de 500 a 1000 kcal al día, esto deberá ser parte integrante de cualquier programa dirigido a conseguir un adelgazamiento de 0,5 a 1 kg de peso a la semana. En la guía clínica para la evaluación, identificación y tratamiento del sobrepeso y obesidad en adultos<sup>72</sup> se recomienda una dieta hipocalórica para reducir entre 800 a 1500 kcal al día, con ello se puede disminuir el peso corporal total en un promedio del 8% y ayuda a reducir el contenido de grasa abdominal en un período de aproximadamente 6 meses (categoría A de la evidencia). Para verificar que se creaba ese déficit dietario, se calcularon las calorías totales ingeridas por el sujeto y los principios inmediatos, en función del tipo de alimentos que registraron en una encuesta nutricional (ANEXO III) y para su cálculo se utilizaron tablas de composición de alimentos<sup>73</sup>. Para estimar las necesidades calóricas teóricas del sujeto, se utilizó la fórmula de Harris-Benedict y se incrementó en un 30% al tratarse de individuos sedentarios<sup>74</sup>. Posteriormente se hizo la diferencia entre las calorías ingeridas y las calorías necesarias teóricas para estimar el exceso calórico diario que presentaba cada sujeto de los grupos intervención, y finalmente se le restaban las 1400 kcal de la dieta para verificar que inclinábamos la ecuación del balance energético entre 500 a 1500 kcal por día.

En la figura 8 se muestra un ejemplo de cómo se estimaba el déficit dietario.

Ecuación de Harris –Benedict para el cálculo del metabolismo basal (MB)

Mujeres MB= 655 + (9,6 X PESO) + (1,8 x ALTURA) – (4,7 X EDAD)

Hombres MB= 66 + (13,7 PESO) + 5 X ALTURA) + (6,8 X EDAD)

SEXO:	♀
EDAD:	48 AÑOS
ALTURA:	167 cm
PESO:	90 kg
IMC:	32,3 kg/m <sup>2</sup>

- MB = 655 + (9,6 x 90 kg) + (1,8 x 167 cm) – (4,7 x 48 años) = 1594 kcal/día

- **Requerimientos teóricos** = MB + 30% → 2072,2 kcal/día

- **Consumo diario** de calorías (encuesta nutricional) → 2587,36 kcal/día

- **Exceso** calórico al día → 515,16 kcal

- **Déficit dietario** al día = consumo calórico diario – dieta restrictiva de 1400 kcal=

→ 1187,36 kcal

**PÉRDIDA DE PESO** estimada para conseguir mejoras clínicamente significativas  
(≥ 5%) = 4,5 kg

Figura 8. Ejemplo de cómo se realizaba la estimación del déficit dietario

### **Descripción de la sesión de ejercicio aeróbico**

Los sujetos que realizaron el programa de EF + Dieta se distribuyeron en grupos de 10 personas y realizaban el EF en horario de mañana o de tarde según su disponibilidad.

- Toma de las variables antes de empezar: a la hora concertada todos los sujetos estaban con la vestimenta adecuada en la sala y con la telemetría (Polar® T31) colocada en el pecho. Se sentaban durante 2 minutos y transcurridos 60 segundos avisaban al fisioterapeuta para que les tomara las constantes vitales; PAS, PAD y FCr. Las constantes se apuntaban en una ficha Excel habilitada para cada participante.

- Durante el ejercicio aeróbico: cada sujeto tenía asignado un cicloergómetro que tenía preparado su circuito. En un papel se especificaban los watsios a los que iba a trabajar y durante cuánto tiempo. A cada individuo se le instruyó en el uso del cicloergómetro para que manipulara carga y tiempo. Un minuto antes de llegar a la mitad de la sesión el sujeto avisaba al fisioterapeuta, el cual, volvía a medir PAS, PAD y FC.

- Toma de variables al terminar el cicloergómetro: cuando el sujeto terminaba, bajaba del cicloergómetro, se sentaba y guardaba 2 minutos de reposo, al llevar 1 minuto avisaba al fisioterapeuta y este le tomaba las constantes vitales a los 2 minutos del reposo. Los datos se registraban en una ficha Excel habilitada a tal efecto.

En las figuras 9 y 10 se muestran las fichas Excel destinadas a tomar las variables durante la sesión de EF.



DATA			SESIÓN 1		
CICLOERGÓMETRO	Minuto	Wattios	TA s	TA d	HB
Reposo	0	0	142	86	88
Etapa 1	1,5	25			
Etapa 2	1,5	40			
Etapa 3	4	100			
Etapa 4	4	100			
Etapa 5	4	100			
Etapa 6	4	100	148	94	119
Etapa 7	4	100			
Etapa 8	4	100			
Etapa 9	4	100			
Etapa 10	4	100			
Etapa 11	1,5	40			
Etapa 12	1,5	25	138	86	76
Minutos totales		38			
Watts totales		930			
Media de la TA			142,61	88,588	
			Media HB		92,672

Figura 9. Toma de las variables cardiovasculares durante la sesión. Ejemplo en grupo EFC

DATA			SESIÓN 1		
CICLOERGÓMETRO	Minuto	Wattios	TA s	TA d	HB
Reposo	0	0	134	88	87
Etapa 1	1,5	25			
Etapa 2	1,5	40			
Etapa 3	4	80			
Etapa 4	4	100			
Etapa 5	4	80			
Etapa 6	4	100	146	84	112
Etapa 7	4	80			
Etapa 8	4	100			
Etapa 9	4	80			
Etapa 10	4	100			
Etapa 11	1,5	40			
Etapa 12	1,5	25	128	80	88
Minutos totales		38			
Watts totales		850			
Media de la TA			135,8	83,93646	
			Media HB		95,004

Figura 10. Toma de las variables cardiovasculares durante la sesión. Ejemplo en grupo EFI

### 3.4. Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS para Windows versión 20 (IMB SPSS Chicago), bajo la licencia de la universidad de Murcia. Y los gráficos con R versión: 3.1.2 (Foundation for Statistical Computing)<sup>75</sup>.

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de las variables, usando como descriptivos de tendencia central la media y como estadísticos de dispersión el error típico de la media, el mínimo y el máximo.

- En la pre intervención se compararon el grupo control respecto a los grupos intervención, y los grupos intervención entre sí, con el objetivo de verificar la homogeneidad entre grupos antes de iniciar el programa de EF + Dieta. Para su análisis se empleó la t-student para muestras independientes con pruebas no paramétricas.

- En la evaluación post intervención, se compararon el grupo control respecto a los grupos intervención con el objetivo de comprobar que un programa de EF + Dieta, independientemente del tipo de EF produce mejores resultados que no hacer nada. También se compararon los grupos intervención entre sí, para comprobar si había diferencia en las variables analizadas en función del tipo de EF administrado. Para su análisis se empleó la t-student para muestras independientes con pruebas no paramétricas.

- Durante el programa y en la post intervención teniendo en cuenta la intención de tratar se compararon los grupos en los diferentes tiempos del estudio; en la pre intervención, al mes del programa (4 semanas), a los dos meses (8 semanas) y al tercer mes o post intervención (12 semanas). Para su análisis se empleó ANOVA de repetición con un factor intersujeto. La potencia observada fue superior al 70% en todos los ANOVAS realizados y el tamaño del efecto se describe en cada uno de los mismos. Se realizaron las comparaciones múltiples a posteriori con la prueba de Scheffe.

## 4. RESULTADOS

---

### 4.1. Características de la muestra.

160 sujetos voluntarios fueron distribuidos al azar entre 3 grupos, un sujeto fue excluido (grupo control) por no completar la evaluación pre intervención. La distribución fue; en el grupo Control n=61, de los cuales, terminaron el estudio n=48; en el grupo EFC n=56, de los cuales terminaron n=48; y en el grupo EFI n=43, de los cuales terminaron el estudio n=37 (figura 3 de la página 46). Por lo tanto, 133 sujetos finalizaron el estudio.

- Sexo, edad, consumo calórico, altura, peso e IMC: de los 159 sujetos analizados, 112 fueron mujeres (71%) y 47 hombres (29%). La edad media fue de  $48,09 \pm 10,58$  años, el consumo calórico medio fue de 2455,25 kcal y la altura de  $167,57 \pm 10,16$  cm, la media del peso fue de  $92,29 \pm 9,02$  kg y la del IMC  $32,62 \pm 2,43$  kg/m<sup>2</sup>.

- VO2MAX: la capacidad funcional media de la muestra fue de  $28,98 \pm 4,68$  ml/kg/min.

- Variables cardiovasculares: las medias para el total de la muestra de la PAS fue de  $136,19 \pm 4,74$  mmHg, de la PAD fue de  $78,64 \pm 5,53$  mmHg y de la FCr fue de  $77,83 \pm 3,95$  lpm.

- Parámetros bioquímicos: las medias para el total de la muestra del HDL fue de  $45,88 \pm 4,17$  mg/dl, del LDL fue de  $133,99 \pm 12,95$  mg/dl, de los TG fue de  $130,35 \pm 18,34$  mg/dl y de la glucemia en ayunas fue de  $100,07 \pm 7,82$  mg/dl.

En la tabla 1 se muestran los resultados de las características de la muestra.

Características de la muestra (n=159)	MEDIA Desviación típica	Error típico de la media	Mínimo-Máximo
<i>Edad (años)</i>	48,09 ± 10,58	0,840	27 – 68
<i>Consumo calórico (kcal)</i>	2455,25 ± 257,02	20,38	2141,30 - 3456
<i>Altura (cm)</i>	167,57 ± 10,16	0,806	161 – 183
<i>Peso (kg)</i>	92,29 ± 9,02	0,716	73 – 123
<i>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</i>	32,62 ± 2,43	0,192	26,2 – 38,5
<i>VO2MAX (ml/kg/min)</i>	28,98 ± 4,68	0,372	21 – 40
<i>PAS (mmHg)</i>	136,19 ± 4,74	0,376	126 – 150
<i>PAD (mmHg)</i>	78,64 ± 5,53	0,438	66 – 92
<i>FCr (lpm)</i>	77,87 ± 3,95	0,314	67 - 88
<i>HDL (mg/dl)</i>	45,88 ± 4,17	0,331	36 – 55
<i>LDL (mg/dl)</i>	133,13 ± 12,95	1,02	105 – 167
<i>TG (mg/dl)</i>	130,35 ± 18,34	1,45	75 – 187
<i>Glucemia en ayuna (mg/dl)</i>	100,07 ± 7,82	0,622	77 - 117

Tabla 1 Características de la muestra

## 4.2. Resultados en la Pre intervención

Se comprobó que no existieran diferencias significativas entre los grupos. Para ello se empleó la t-student para muestras independientes con pruebas no paramétricas.

### Comparación entre el grupo control y el grupo EFC en la pre intervención

No hubo diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas ( $p > 0,05$ ).

- Consumo calórico: kcal  $t_{114}=0,166$ .
- Variables antropométricas: altura;  $t_{114}=0,25$ . Peso;  $t_{114}=-1,51$  e IMC;  $t_{114}=-0,99$ .
- Capacidad funcional: VO2MAX;  $t_{113}=0,12$ .
- Variables cardiovasculares: PAS;  $t_{114}=-1,09$ . PAD;  $t_{114}=0,24$  e FCr;  $t_{113}=0,83$ .
- Parámetros bioquímicos: HDL;  $t_{114}=0,37$ . LDL;  $t_{114}=1,06$ . TG;  $t_{114}=0,6$  y Glucemia en ayunas;  $t_{113}=0,72$ .

### Comparación entre grupo control y grupo EFI en la pre intervención

No hubo diferencias significativas en ninguna las variables analizadas ( $p > 0,05$ ).

- Consumo calórico: kcal  $t_{101}=-0,31$ .
- Variables antropométricas: altura;  $t_{100,5}=-0,05$ . Peso;  $t_{101}=-0,63$  e IMC;  $t_{0,76}=-101$ .
- Capacidad funcional: VO2MAX;  $t_{100}=1,56$ .
- Variables cardiovasculares: PAS;  $t_{101,9}=-0,86$ . PAD;  $t_{101}=0,51$  e FCr;  $t_{100}=1,4$ .
- Parámetros bioquímicos: HDL;  $t_{100,8}=0,97$ . LDL;  $t_{101}=0,32$ . TG;  $t_{101}=1,49$  y Glucemia en ayunas;  $t_{100}=1,29$

### Comparación entre los grupos intervención, EFC y EFI en la pre intervención

No hubo diferencias significativas en ninguna las variables analizadas ( $p>0,05$ ).

- Consumo calórico:  $t_{97}=-0,44$ .

- Variables antropométricas: altura;  $t_{97}=-0,25$ . Peso;  $t_{97}=-0,88$  e IMC;  $t_{96,3}=0,28$ .

- Capacidad funcional: VO2MAX;  $t_{97}=-1,24$ .

- Variables cardiovasculares: PAS;  $t_{97}=0,26$ . PAD;  $t_{97}=0,37$  e FCr;  $t_{97}=-0,8$ .

- Parámetros bioquímicos: HDL;  $t_{95}=-0,85$ . LDL;  $t_{97}=0,006$ . TG;  $t_{97}=-1,48$  y Glucemia en ayunas;  $t_{97}=-0,72$ .

En la tabla 2 se muestra el resultados de las variables en la pre intervención en función del grupo.

VARIABLE	CONTROL N=60	EFC N=56	EFI N=43
Consumo diario de (kcal)	2453,71 ± 246,57	2445,82 ± 265,58	2469,67 ± 265,33
Altura (cm)	167,75 ± 7,05	167,20 ± 15,04	167,81 ± 4,70
Peso (kg)	91,05 ± 9,80	93,17 ± 9,06	92,19 ± 7,9
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	32,35 ± 2,62	32,84 ± 2,61	32,71 ± 1,84
VO2MAX (ml/kg/min)	28,54 ± 4,48	28,64 ± 4,41	28,04 ± 5,2
PAS (mmHg)	135,61 ± 5,54	136,64 ± 4,46	136,41 ± 3,84
PAD (mmHg)	78,9 ± 6,62	78,64 ± 4,57	78,27 ± 5,06
FCr (lpm)	77,32 ± 4,76	77,96 ± 3,37	78 ± 3,34
HDL (mg/dl)	45,68 ± 4,27	45,71 ± 4,75	46,39 ± 3,15
LDL (mg/dl)	132,43 ± 12,16	133,04 ± 13,27	133,93 ± 13,67
TG (mg/dl)	127,91 ± 24,64	130,14 ± 13,17	134,04 ± 12,79
Glucemia ayunas (mg/dl)	99,11 ± 8,39	100,16 ± 7	101,25 ± 8,05

Tabla 2 Análisis descriptivo en función de los grupos intervención y grupo control.

*t- student*; sin diferencias significativas al comparar los grupos en el momento de la Pre intervención ( $p>0,05$ )

### 4.3. Resultados en la Post intervención

Se analizaron las variables al finalizar el ensayo, para ello empleamos la t-student para muestras independientes con pruebas no paramétricas.

#### Comparación entre el grupo control y el grupo EFC en la post intervención

No hubo diferencias significativas en el HDL. En el resto de variables si se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ):

- Variables antropométricas: Peso;  $t_{94}=2,81$  e IMC;  $t_{94}=4,68$ .
- Capacidad funcional: VO2MAX;  $t_{95}=6,53$ .
- Variables cardiovasculares: PAS;  $t_{95}=11,6$ . PAD;  $t_{83,65}=9,17$  e FCr;  $t_{95}=9,34$ .
- Parámetros bioquímicos: LDL;  $t_{93,92}=9$ . TG;  $t_{70,78}=3,8$  y Glucemia en ayunas;  $t_{94}=3,99$ .

#### Comparación entre grupo control y el grupo EFI en la post intervención

No hubo diferencias significativas en el HDL. En el resto de variables si se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ):

- Variables antropométricas: Peso;  $t_{82,4}=4,09$  e IMC;  $t_{79,24}=5,72$ .
- Capacidad funcional: VO2MAX;  $t_{83}=6,18$ .
- Variables cardiovasculares: PAS;  $t_{79,05}=13,08$ . PAD;  $t_{82,62}=8,52$  e FCr;  $t_{83}=5,96$ .
- Parámetros bioquímicos: LDL;  $t_{83}=8,34$ . TG;  $t_{71,39}=2,02$  y Glucemia en ayunas;  $t_{83}=2,47$ .

#### Comparación entre los grupos intervención, EFC y EFI en la post intervención

No hubo diferencias significativas al comparar ambas intervenciones al final del programa en las variables peso, IMC, PAS, PAD, VO2MAX, HDL, LDL y glucemia en ayunas ( $p < 0,05$ ).

Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre el EFC y el EFI en el nivel de los TG ( $t_{83}=2,59$ ), y la FCr ( $t_{84}=2,97$ ), es decir los individuos que entrenaron con EFC disminuyeron más los TG y la FCr que los que entrenaron con EFI, aunque estos últimos también consiguieron descensos significativos al compararse con grupo control.

La tabla 3 muestra los resultados en la post intervención.

POST INTERVENCIÓN	CONTROL	EFC	EFI
<i>a las 12 semanas</i>	<b>n=48</b>	<b>n=48</b>	<b>n=37</b>
Peso (kg)	92,13 ± 10,48	86,71 ± 8,21 +	84,2 ± 7,34 +
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	32,91 ± 2,96	30,39 ± 2,26 +	29,93 ± 1,81 +
VO2MAX (ml/kg/min)	29,02 ± 4,59	34,91 ± 4,29 +	28,04 ± 5,2 +
PAS (mmHg)	135,27 ± 5,99	122,57 ± 4,72 +	121,51 ± 3,36 +
PAD (mmHg)	78,6 ± 6,5	68,12 ± 4,5 +	68,27 ± 4,66 +
FCr (lpm)	76,19 ± 4,46	68,73 ± 3,33 ++	70,91 ± 3,41 +
HDL (mg/dl)	46,12 ± 4,5	46,55 ± 4,98	47,46 ± 2,98
LDL (mg/dl)	133,02 ± 13,39	108,74 ± 13,02 +	109,05 ± 12,76 +
TG (mg/dl)	127,81 ± 25,81	111,78 ± 13,45 ++	119,18 ± 12,52
Glucemia en ayuna (mg/dl)	98,43 ± 89,18	91,56 ± 7,59 +	93,77 ± 7,76 +

Tabla 3. Medición de las variables al finalizar el programa.

*t-student*, + Cambios significativos respecto al grupo Control ( $p < 0,05$ ).

*t-student*; ++Cambios significativos del grupo EFC respecto a los grupos control y EFI ( $p < 0,05$ ).



#### 4.4. Resultados de las variables durante la intervención

Teniendo en cuenta la intención de tratar se compararon los grupos en los diferentes tiempos del programa: al mes de la intervención (4 semanas), a los dos meses (8 semanas) y al tercer mes (post intervención). Para su análisis se empleó ANOVA de repetición con un factor intersujeto. La potencia observada fue superior al 70% en todos los ANOVAS realizados.

##### **Peso**

El peso no mostró diferencias significativas entre los grupos al inicio del tratamiento ( $F(2, 156)=1,269$ ;  $p=0,280$ ), ni al mes de la intervención ( $F(2,149)=1,155$ ;  $p=0,135$ ). Sin embargo a los 2 meses del ensayo si se observaron diferencias significativas entre los grupos ( $F(2, 143)=4,075$ ;  $p=0,018$ ), las comparaciones múltiples a posteriori realizadas con la prueba de Scheffe pusieron de manifiesto que el grupo EFI perdió peso de forma significativa respecto a los grupos control y EFC, y no hubo diferencias entre estos dos últimos. El análisis a los tres meses de la intervención reveló diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,85)=8,387$ ;  $p=0,000$ ), y las comparaciones múltiples a posteriori realizadas con la prueba de Scheffe mostraron que los individuos del grupo EFC y los del grupo EFI perdieron peso respecto de los sujetos del grupo control, y que no hubo diferencias significativas entre los grupos que realizaron los programas de EF más dieta.

La tabla 4 y la gráfica 1 muestran la evolución del peso a lo largo de la intervención.

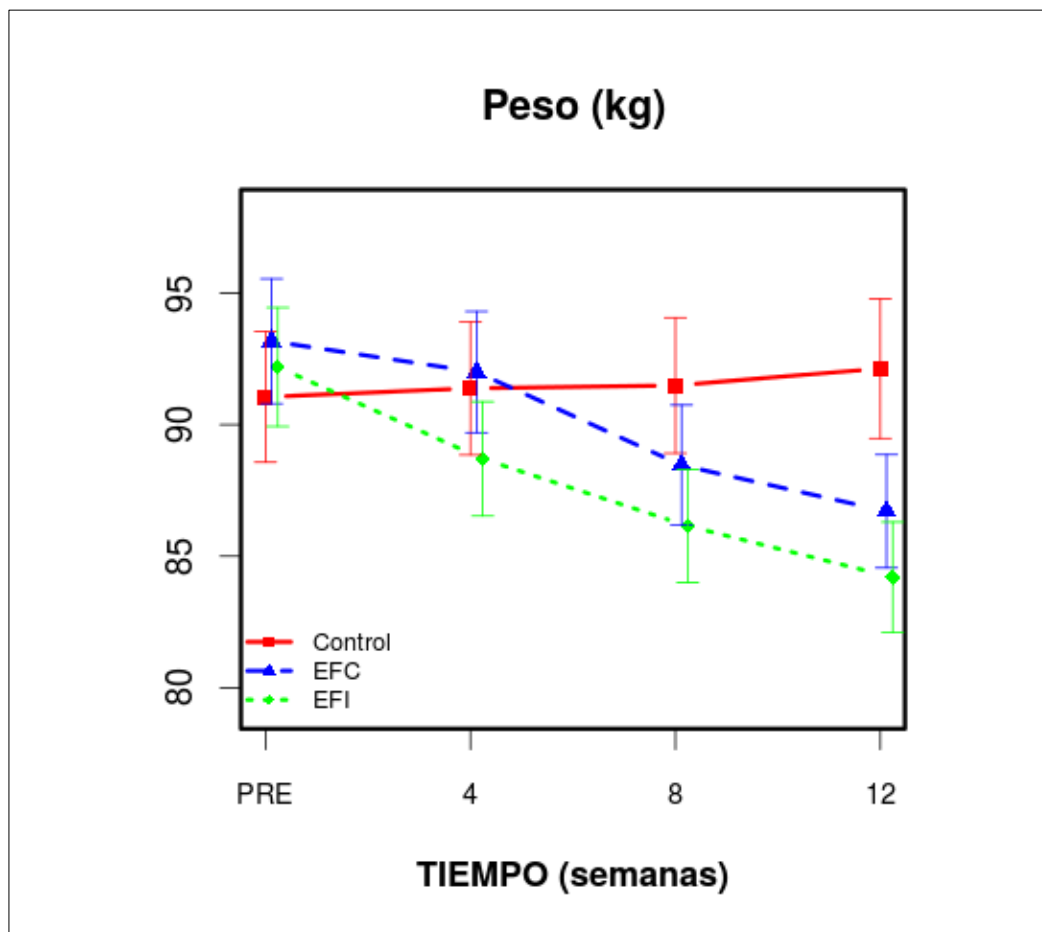
<b>PESO (kg)</b>	<b>MEDIA Desviación típica</b>	<b>p (valor)</b>	<b>Intervalo de confianza para la media 95% (límite inferior-límite superior)</b>
<b>PRE INTERVENCIÓN</b>			
<i>Control n=60</i>	91,05 ± 9,8	>0,05	88,51 - 93,58
<i>Continuo n=56</i>	93,17 ± 9,06	p=0,285	91,28 - 96,14
<i>Interválico n=43</i>	92,19 ± 7,9	P=0,816	89,83 - 94,56
<b>1º MES (4 semanas)</b>			
<i>Control</i>	91,38 ± 10	>0,05	88,73 - 94,04
<i>Continuo</i>	92 ± 8,8	p=0,976	88,61 - 93,40
<i>Interválico</i>	88,7 ± 7,6	p=0,356	86,27 - 91,13
<b>2º MES (8 semanas)</b>			
<i>Control</i>	91,49 ± 10,18)	>0,05	88,73 - 94,24
<i>Continuo</i>	88,46 ± 8,73	p=0,223	86,06 - 90,86
<i>Interválico</i>	86,15 ± 7,5 ++	p=0,022	83,69 - 88,62
<b>POST INTERVENCIÓN (12 semanas)</b>			
<i>Control</i>	92,13 ± 10,48	>0,05	89,09 - 95,17
<i>Continuo</i>	86,71 ± 8,21 +	p=0,014	84,33 - 89,1
<i>Interválico</i>	84,2 ± 7,34 +	p=0,000	81,75 - 86,65

Tabla 4. Medición del peso en todos los diferentes tiempos del programa.

Análisis de la variable con ANOVA de un factor intersujeto, las diferencias significativas se analizaron con las comparaciones múltiples a posteriori mediante la prueba de Scheffe.

+ Cambios significativos respecto al grupo Control ( $p < 0,05$ ).

++Cambios significativos entre los grupos intervención y grupo control ( $p < 0,05$ ).



Gráfica 1. Evolución del peso en los diferentes grupos a lo largo del estudio

### Índice de Masa Corporal

Al inicio de la intervención el IMC no mostró diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,104)=0,545$ ;  $p=0,582$ ), y al mes del programa tampoco las hubo ( $F(2,99)=2,483$ ;  $p=0,089$ ). Sin embargo, a los 2 meses del estudio si se observaron diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,95)=7,947$ ;  $p=0,01$ ), y las comparaciones múltiples a posteriori con la prueba de Scheffe pusieron de manifiesto que los grupos EFC y EFI disminuyeron el IMC respecto del grupo control, y no hubo diferencias entre los grupos que realizaron EF. El análisis a los tres meses mostró los mismos resultados ( $F(2,86)=17,023$ ;  $p=0,000$ ).

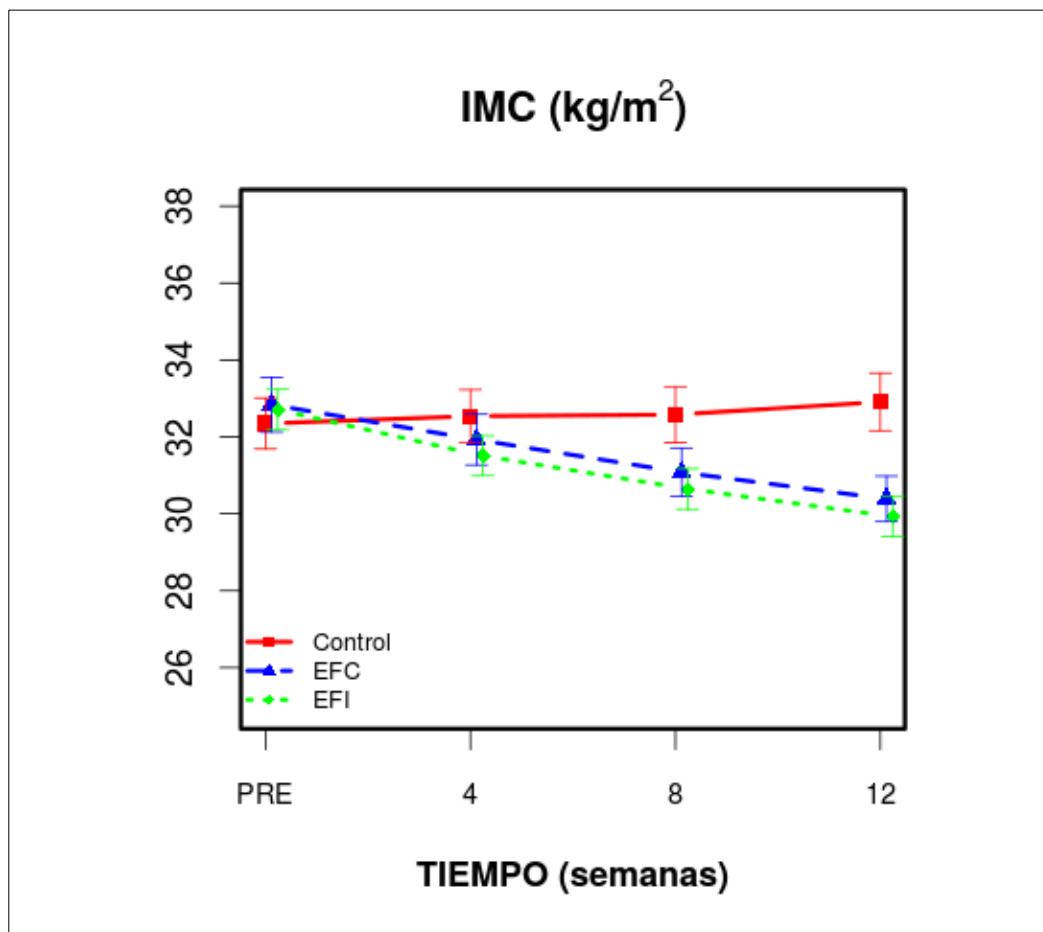
La tabla 5 y la gráfica 2 muestran la evolución del IMC a lo largo de la intervención.

IMC (kg/m <sup>2</sup> )	MEDIA Desviación típica	p (valor)	Intervalo de confianza para la media 95% (límite inferior-límite superior)
<b>PRE INTERVENCIÓN</b>			
<i>Control</i> n=60	32,35 ± 2,62	>0,05	28,6 – 38,5
<i>Continuo</i> n=56	32,84 ± 2,61	p=0,566	28,3 - 38
<i>Interválico</i> n=43	32,71 ± 1,84	p=0,766	26,3 – 36,2
<b>1º MES (4 semanas)</b>			
<i>Control</i>	32,54 ± 2,72	>0,05	28,7 – 38,5
<i>Incremental</i>	31,93 ± 2,52	p=0,414	27,5 – 36,9
<i>Interválico</i>	31,51 ± 1,81	p=0,127	25,7 – 35,5
<b>2º MES (8 semanas)</b>			
<i>Control</i>	32,58 ± 2,87	>0,05	28,6 – 38,9
<i>Continuo</i>	31,08 ± 2,41 +	p=0,001	26,8 – 35,8
<i>Interválico</i>	30,65 ± 1,85 +	P=0,000	25 – 34,5
<b>POST INTERVENCIÓN (12 semanas)</b>			
<i>Control</i>	32,91 ± 2,96	>0,05	28,6 – 39,1
<i>Continuo</i>	30,39 ± 2,26 +	p=0,000	26,2 – 34,7
<i>Interválico</i>	29,93 ± 1,81+	p=0,000	24,6 – 33,6

Tabla 5. Medición del IMC en todos los tiempos del estudio.

Análisis de la variable con ANOVA de un factor intersujeto, las diferencias significativas se analizaron con las comparaciones múltiples a posteriori mediante la prueba de Scheffe.

+Cambios significativos respecto al grupo Control (p<0,05).



Gráfica 2. Evolución del IMC en los diferentes grupos a lo largo del estudio

### Capacidad funcional, VO2MAX

El análisis de la capacidad funcional al inicio del programa no mostró diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,155)=1,526$ ;  $p=0,315$ ) pero al final del programa si se hallaron diferencias significativas ( $F(2,131)=27,44$ ;  $p=0,000$ ), y las comparaciones múltiples a posteriori mostraron que tanto el grupo EFC, como el grupo EFI aumentaron de forma significativa el VO2MAX respecto del grupo control y no hubo diferencias significativas entre los grupos intervención.

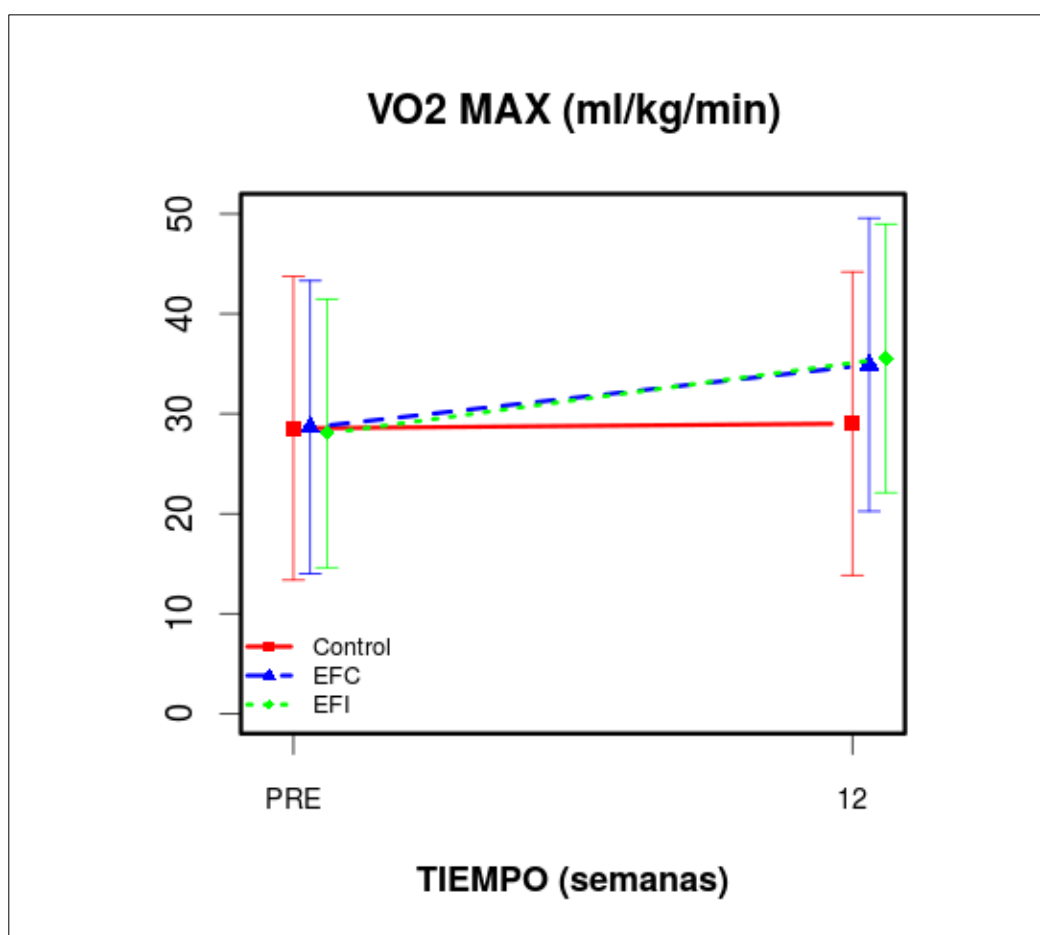
En la tabla 6 y la gráfica 3 se muestran los resultados del VO2MAX en la pre y post intervención.

VO2MAX	MEDIA Desviación típica	p (valor)	Intervalo de confianza para la media 95% (límite inferior-límite superior)
<b>PRE INTERVENCIÓN</b>			
<i>Control n=60</i>	28,54 ± 4,48	>0,05	27,37 – 29,71
<i>Continuo n=56</i>	28,64 ± 4,41	p=0,000	27,46 – 29,82
<i>Interválico n=43</i>	28,04 ± 5,2	p=0,000	28,44 – 31,65
<b>POST INTERVENCIÓN (12 semanas)</b>			
<i>Control</i>	29,02 ± 4,59	>0,05	27,68 – 30,35
<i>Continuo</i>	34,91 ± 4,29 +	p=0,000	33,68 – 36,15
<i>Interválico</i>	35,54 ± 5,1 +	p=0,000	33,83 – 37,24

Tabla 6. Medición del VO2MAX en la pre y post intervención.

Análisis de la variable con ANOVA de un factor intersujeto, las diferencias significativas se analizaron con las comparaciones múltiples a posteriori mediante la prueba de Scheffe.

+ Cambios significativos respecto al grupo Control ( $p < 0,05$ ).



Gráfica 3. Medición del VO2MAX en los diferentes grupos a en la pre y post intervención

### **Presión arterial sistólica**

Al inicio de la intervención la PAS no mostró diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,103)=0,637$ ;  $p=0,531$ ). Al mes del programa se encontraron diferencias significativas ( $F(2,97)=25,492$ ;  $p=0,000$ ), y las comparaciones múltiples a posteriori realizadas con la prueba de Scheffer mostraron que los individuos del grupo EFC disminuyeron la PAS de forma significativa al compararlos con los sujetos del grupo interválico y los del grupo control, y que el grupo interválico disminuyó la PAS respecto del grupo control pero no respecto al grupo EFC. A los 2 meses del programa también se observaron diferencias significativas ( $F(2,144)=7,74$ ;  $p=0,000$ ), al igual que al final de la intervención ( $F(2,131)=3,618$ ;  $p=0,000$ ), y las comparaciones múltiples a posteriori con la prueba de Scheffe revelaron que los sujetos que hicieron dieta y ejercicio físico disminuyeron la PAS de forma significativa respecto de los del grupo control y no hubo diferencias entre los grupos intervención a partir de la semana 8 del estudio.

En la tabla 7 y la gráfica 4 se muestran los resultados de la PAS a lo largo del programa y en los diferentes grupos.

PAS (mmHg)	MEDIA Desviación típica	p (valor)	Intervalo de confianza para la media 95% (límite inferior/límite superior)
<b>PRE INTERVENCIÓN</b>			
<i>Control n=60</i>	135,61 ± 5,54	>0,05	134,18 – 137,04
<i>Continuo n=56</i>	136,64 ± 4,46	p=0,511	135,44 – 137,83
<i>Interválico n=43</i>	136,41 ± 3,84	p=0,701	135,23 – 137,6
<b>1º MES (4 semanas)</b>			
<i>Control</i>	135,63 ± 5,72	>0,05	134,11 – 137,15
<i>Continuo</i>	128,65 ± 4,55 ++	p=0,000	127,42 – 129,88
<i>Interválico</i>	131,75 ± 3,92 +	P=0,001	130,49 – 133
<b>2º MES (8 semanas)</b>			
<i>Control</i>	135,1 ± 5,94	>0,05	133,5 – 136,7
<i>Continuo</i>	124,33 ± 4,37 +	p=0,001	123,13 – 125,52
<i>Interválico</i>	126 ± 3,71 +	p=0,000	124,77 – 127,22
<b>POST INTERVENCIÓN (12 semanas)</b>			
<i>Control</i>	135,27 ± 5,99	>0,05	133,53 – 137,01
<i>Continuo</i>	122,57 ± 4,72 +	p=0,000	121,21 – 123,92
<i>Interválico</i>	121,51 ± 3,36 +	p=0,000	120,3 – 122,72

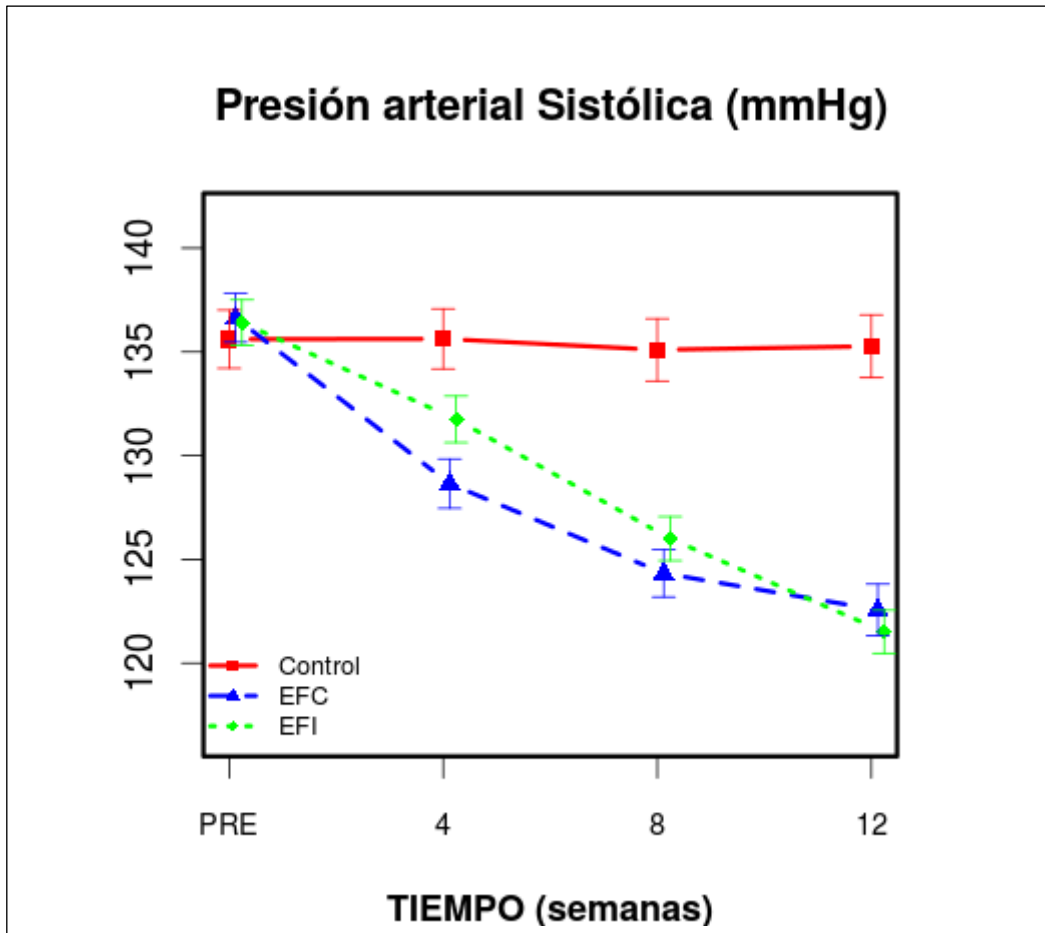
Tabla 7. Medición de la PAS en todos los tiempos y grupos del estudio.

Análisis de la variable con ANOVA de un factor intersujeto, las diferencias significativas se analizan con las comparaciones múltiples a posteriori mediante la prueba de Scheffe.

+ Cambios significativos respecto al grupo Control ( $p < 0,05$ ).

++Cambios significativos entre los grupos intervención y grupo control ( $p < 0,05$ ).





Gráfica 4. Evolución de la PAS en los diferentes grupos a lo largo del estudio

## Presión arterial diastólica

El análisis de la PAD en el momento de la preintervención no mostró diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,99)=0,149$ ;  $p=0,862$ ). Al mes del estudio si hubo diferencias significativas ( $F(2,92)=16,06$ ;  $p=0,000$ ), y las comparaciones múltiples a posteriori realizadas con la prueba de Scheffer mostraron que tanto el grupo EFC como el grupo EFI disminuyeron de forma significativa la PAD al compararlos con el grupo control. No se hallaron diferencias significativas entre los grupos intervención. Los mismos resultados se encontraron a los dos meses de la intervención ( $F(2,89)=29,29$ ;  $p=0,000$ ), y a los tres meses, ( $F(2,83)=47,79$ ;  $p=0,000$ ).

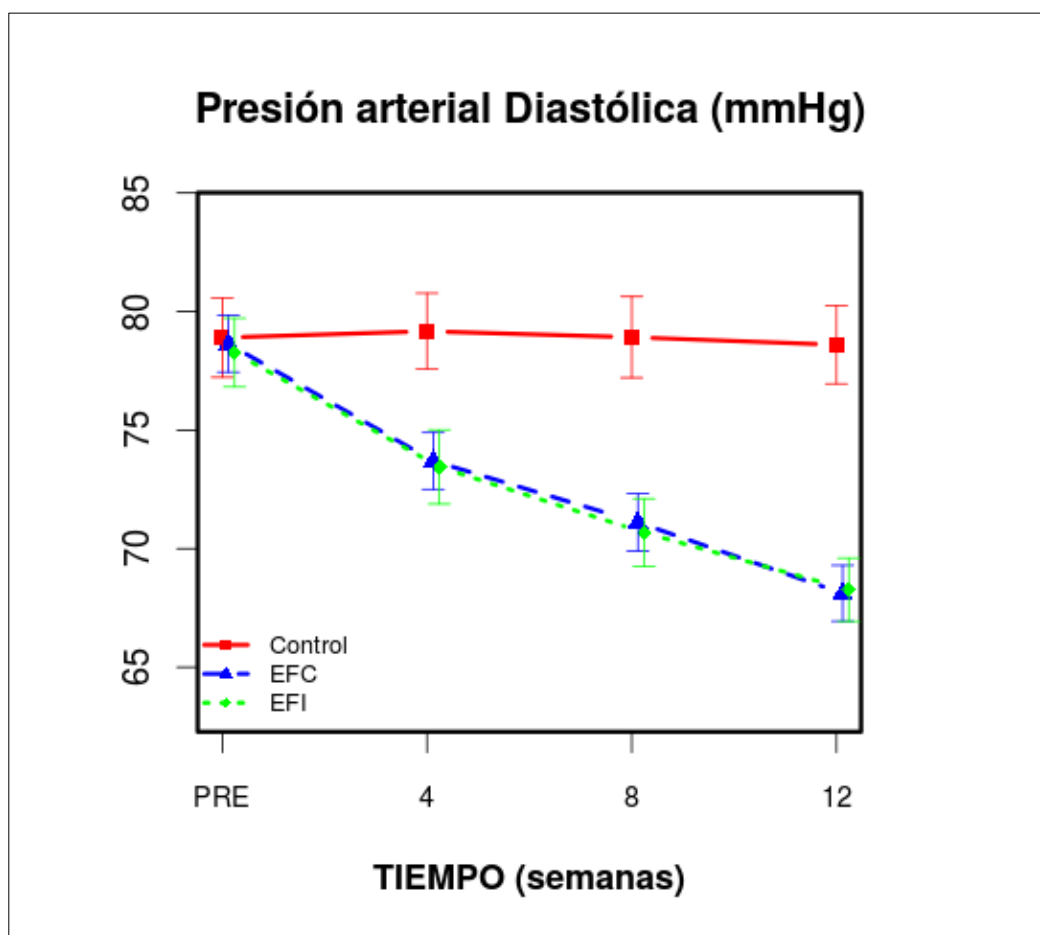
En la tabla 8 y la gráfica 5 se muestran los resultados de la PAD a lo largo del programa y en los diferentes grupos.

PAD (mmHg)	MEDIA Desviación típica	p (valor)	Intervalo de confianza para la media 95% (límite inferior-límite superior)
<b>PRE INTERVENCIÓN</b>			
<i>Control n=60</i>	78,9 ± 6,62	>0,05	77,18 – 80,61
<i>Incremental n=56</i>	78,64 ± 4,57	p=0,970	77,41 – 79,86
<i>Interválico n=43</i>	78,27 ± 5,06	p=0,856	76,72 – 79,83
<b>1º MES (4 semanas)</b>			
<i>Control</i>	79,17 ± 6,33	>0,05	77,49 – 80,85
<i>Incremental</i>	73,7 ± 4,57 +	p=0,000	72,47 – 74,94
<i>Interválico</i>	73,45 ± 5,47 +	p=0,000	71,7 – 75,2
<b>2º MES (8 semanas)</b>			
<i>Control</i>	78,92 ± 6,76	>0,05	77,09 – 80,75
<i>Incremental</i>	71,11 ± 4,59 +	p=0,000	69,84 – 72,38
<i>Interválico</i>	70,68 ± 4,99 +	p=0,000	69,04 – 72,32
<b>POST INTERVENCIÓN (12 semanas)</b>			
<i>Control</i>	78,6 ± 6,5	>0,05	76,71 – 80,49
<i>Incremental</i>	68,12 ± 4,5 +	p=0,000	66,81 – 69,43
<i>Interválico</i>	68,27 ± 4,66 +	P=0,000	66,71 – 69,82

Tabla 8. Medición de la PAD en todos los tiempos y grupos del estudio.

Análisis de la variable con ANOVA de un factor intersujeto, las diferencias significativas se analizaron con las comparaciones múltiples a posteriori mediante la prueba de Scheffe.

+ Cambios significativos respecto al grupo Control ( $p<0,05$ ).



Gráfica 5. Evolución de la PAD en los diferentes grupos a lo largo del estudio

### Frecuencia cardiaca de reposo

AL analizar la FCr en el momento preintervención no se hallaron diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,155)=1,152$ ;  $p=0,339$ ). Al mes de la intervención si hubo diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,12,617)$ ;  $p=0,000$ ), en donde las comparaciones múltiples a posteriori con la prueba de Scheffer revelaron que tanto el grupo EFC como el grupo EFI disminuyeron de forma significativa la FCr respecto del grupo control, y no hubo diferencias significativas entre los grupos intervención, los mismos resultados se obtuvieron a los dos meses del ensayo ( $F(2,143)=26,892$ ;  $p=0,000$ ). Al finalizar el programa también se observaron diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,131)=48,871$ );  $p=0,000$ ), pero en este momento las comparaciones múltiples a posteriori mostraron que el grupo EFC

disminuyó la FCr respecto al grupo EFI y respecto al grupo control, y que el grupo EFI lo hizo respecto al grupo control.

En la tabla 9 y la gráfica 6 se muestran los resultados de la FCr a lo largo del tiempo y en los diferentes grupos.

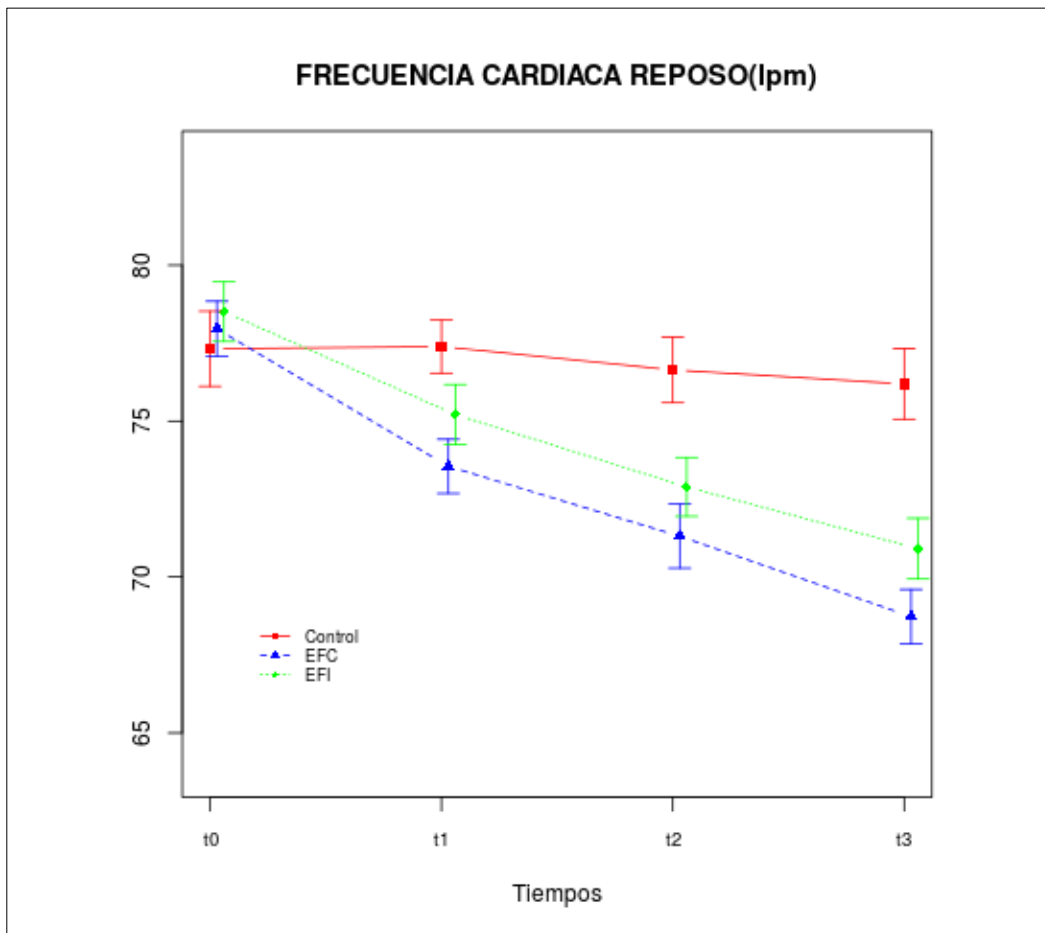
FC REPOSO (lpm)	MEDIA Desviación típica	p (valor)	Intervalo de confianza para la media 95% (límite inferior-límite superior)
<b>PRE INTERVENCIÓN</b>			
<i>Control n=60</i>	77,32 ± 4,76	>0,05	76,08 – 78,56
<i>Continuo n=56</i>	77,96 ± 3,37	p=0,684	77,06 – 78,87
<i>Interválico n=43</i>	78 ± 3,34	p=0,326	77,48 – 79,54
<b>1º MES (4 semanas)</b>			
<i>Control</i>	77,39 ± 4,67	>0,05	76,14 – 78,65
<i>Continuo</i>	73,55 ± 3,31 +	p=0,000	72,65 – 74,44
<i>Interválico</i>	75,21 ± 3,3 +	p=0,028	74,13 – 76,29
<b>2º MES (8 semanas)</b>			
<i>Control</i>	76,64 ± 4,14	>0,05	75,52 – 77,76
<i>Continuo</i>	71,31 ± 3,92 +	p=0,000	70,22 – 72,39
<i>Interválico</i>	72,89 ± 3,3 +	p=0,000	71,81 – 73,98
<b>POST INTERVENCIÓN (12 semanas)</b>			
<i>Control</i>	76,19 ± 4,46	>0,05	74,89 – 77,48
<i>Continuo</i>	68,73 ± 3,33 ++	p=0,000	67,77 – 69,68
<i>Interválico</i>	70,91 ± 3,41 +	p=0,000	69,77 – 72,05

Tabla 9. Medición de la FCr en todos los tiempos y grupos del estudio.

Análisis de la variable con ANOVA de un factor intersujeto, las diferencias significativas se analizaron con las comparaciones múltiples a posteriori mediante la prueba de Scheffe.

+Cambios significativos respecto al grupo Control (p<0,05).

++Cambios significativos entre los grupos intervención y grupo control (p<0,05).



Gráfica 6. Evolución de la FCr en los diferentes grupos a lo largo del estudio

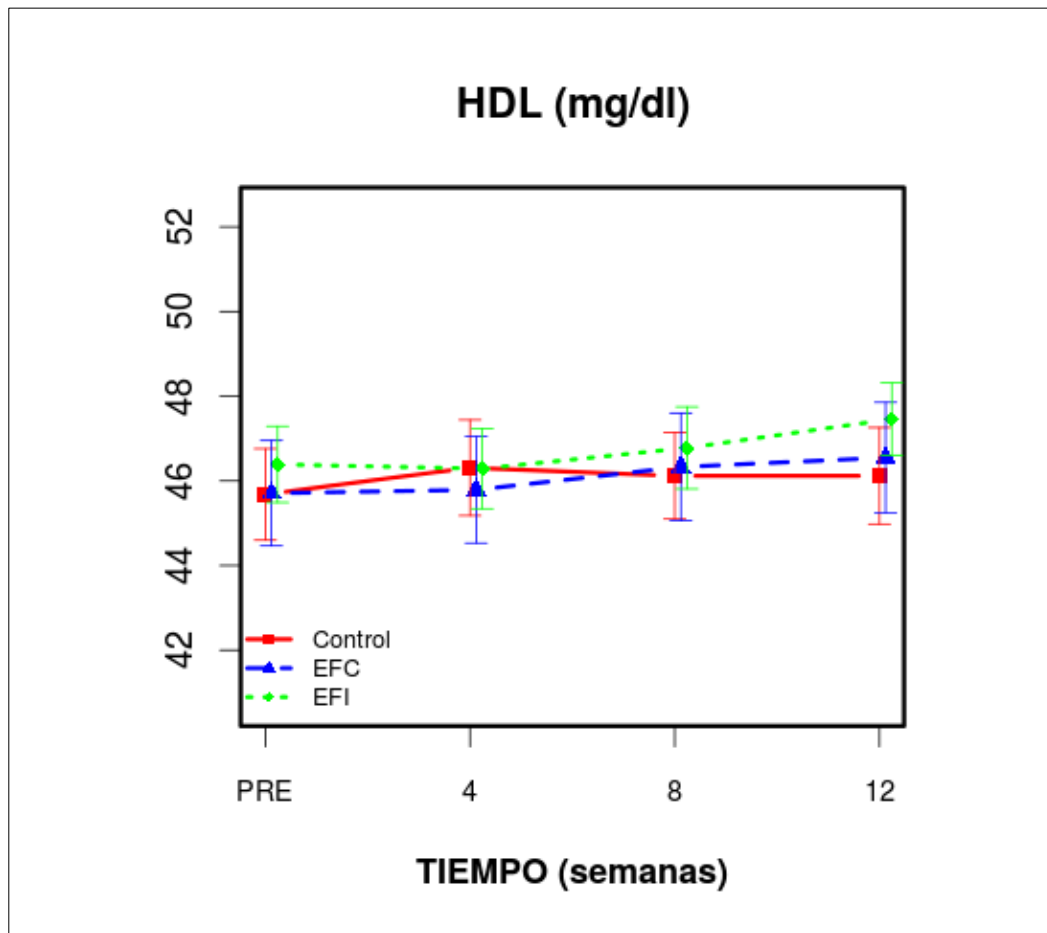
**HDL**

El análisis del HDL en la preintervención no mostró diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,103)=0,599$ ;  $p=0,551$ ). Al mes de la intervención pasó lo mismo ( $F(2,98)=0,227$ ;  $p=0,797$ ), al igual que a los dos meses ( $F(2,143)=2,791$ ;  $p=0,065$ ) y al final del estudio ( $F(2,86)=1,47$ ;  $p=0,235$ ).

En la tabla 10 y la gráfica 7 se muestran los resultados del HDL a lo largo del programa y en los diferentes grupos.

HDL (mg/dl)	MEDIA Desviación típica	p (valor)	Intervalo de confianza para la media 95% (límite inferior-límite superior)
<b>PRE INTERVENCIÓN</b>			
<i>Control</i> n=60	45,68 ± 4,27	>0,05	44,58 – 46,78
<i>Continuo</i> n=56	45,71 ± 4,75	p=0,999	44,44 – 46,98
<i>Interválico</i> n=43	46,39 ± 3,15	p=0,697	45,42 – 47,36
<b>1º MES (4 semanas)</b>			
<i>Control</i>	46,31 ± 4,47	>0,05	45,12 – 47,5
<i>Continuo</i>	45,79 ± 4,8	p=0,816	44,49 – 47,09
<i>Interválico</i>	46,29 ± 3,3	p=1,000	45,23 – 47,35
<b>2º MES (8 semanas)</b>			
<i>Control</i>	46,12 ± 4,04	>0,05	45,03 – 47,22
<i>Continuo</i>	46,33 ± 4,86	p=0,968	44,99 – 47,66
<i>Interválico</i>	46,78 ± 3,39	p=0,763	45,66 – 47,89
<b>POST INTERVENCIÓN (12 semanas)</b>			
<i>Control</i>	46,12 ± 4,5	>0,05	44,81 – 47,43
<i>Continuo</i>	46,55 ± 4,98	p=0,887	45,11 – 48
<i>Interválico</i>	47,46 ± 2,98	p=0,371	46,46 – 48,46

Tabla 10. Medición de los niveles de HDL en todos los tiempos y grupos a lo largo del estudio.



Gráfica 7. Evolución de la HDL en los diferentes grupos a lo largo del estudio

## LDL

Al inicio del programa no hubo diferencias significativa entre los grupos ( $F(2,156)=0,696$ ;  $p=0,500$ ). Al mes de la intervención se encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,149)=14,106$ ;  $p=0,000$ ), y las comparaciones múltiples a posteriori mostraron que los grupos EFC y EFI disminuyeron los niveles de LDL de forma significativa al compararlos con el grupo control, y que no hubo diferencias significativas entre los grupos intervención. Los mismos resultados se encontraron a los dos meses ( $F(2,143)=30,03$ ;  $p=0,000$ ), y al final del programa ( $F(2,130)=52,15$ ;  $p=0,000$ ).

En la tabla 11 y la gráfica 8 se muestran los resultados del LDL a lo largo del programa y en los diferentes grupos.

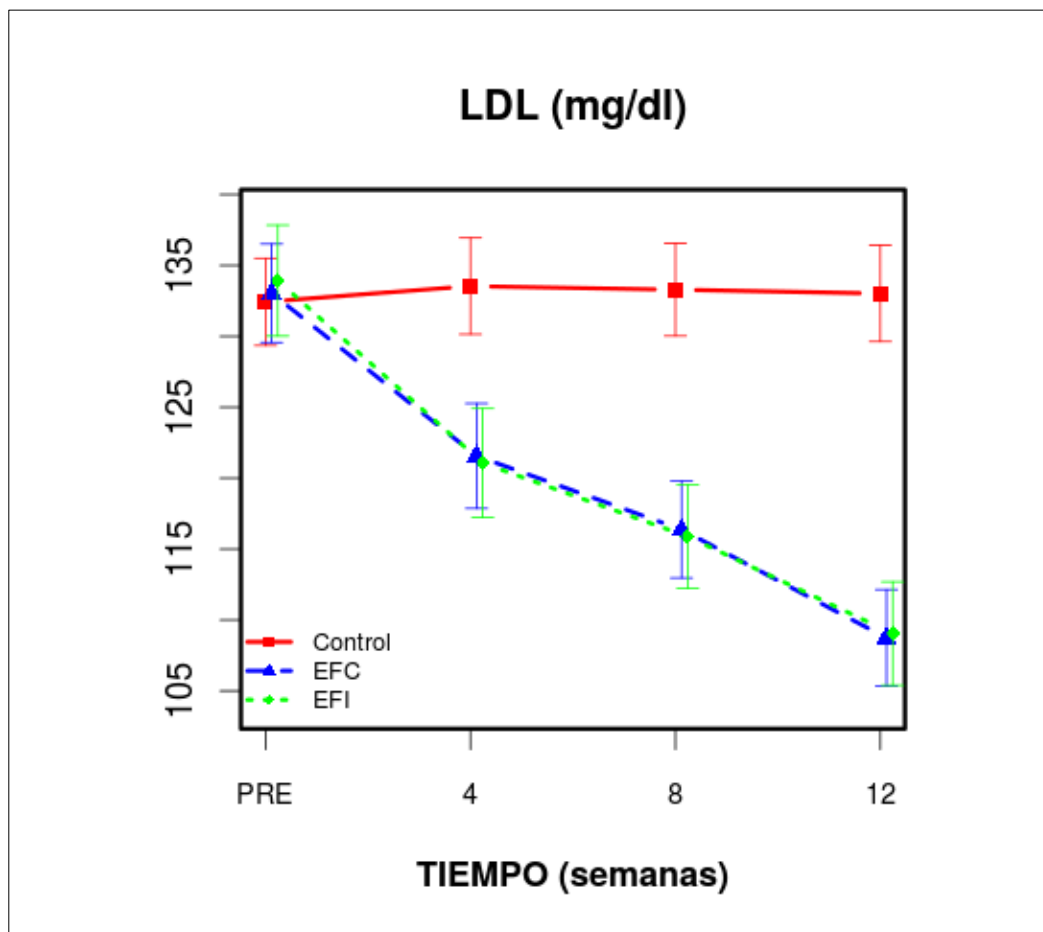
LDL (mg/dl)	MEDIA Desviación típica	p (valor)	Intervalo de confianza para la media 95% (límite inferior-límite superior)
<b>PRE INTERVENCIÓN</b>			
<i>Control n=60</i>	132,43 ± 12,16	>0,05	129,29 – 135,57
<i>Continuo n=56</i>	133,04 ± 13,27	p=0,582	131,39 – 138,5
<i>Interválico n=47</i>	133,93 ± 13,67	P=0,630	130,72 – 139,14
<b>1º MES (4 semanas)</b>			
<i>Control</i>	133,54 ± 13,42	>0,05	129,98 – 137,1
<i>Continuo</i>	121,57 ± 14,14 +	p=0,000	117,75 – 125,39
<i>Interválico</i>	121,07 ± 13,44 +	p=0,000	116,77 – 125,37
<b>2º MES (8 semanas)</b>			
<i>Control</i>	133,29 ± 12,9	>0,05	129,8 – 136,78
<i>Continuo</i>	116,38 ± 13,03 +	p=0,000	112,7 – 119,98
<i>Interválico</i>	115,89 ± 12,8 +	p=0,000	111,68 – 120,1
<b>POST INTERVENCIÓN (12 semanas)</b>			
<i>Control</i>	133,02 ± 13,39	>0,05	129,13 – 136,91
<i>Continuo</i>	108,74 ± 13,02 +	p=0,000	104,96 – 112,52
<i>Interválico</i>	109,05 ± 12,76+	p=0,000	104,8 – 113,31

Tabla 11. Medición de los niveles de LDL en todos los tiempos y grupos del estudio.

Análisis de la variable con ANOVA de un factor intersujeto, las diferencias significativas se analizaron con las comparaciones múltiples a posteriori mediante la prueba de Scheffe.

+Cambios significativos respecto al grupo Control ( $p<0,05$ ).





### Triglicéridos

El análisis de los niveles de TG al inicio del programa no mostró diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,100)=1,760$ ;  $p=0,177$ ). Al mes del ensayo tampoco se observaron diferencias significativas ( $F(2,149)=2,253$ ;  $p=0,109$ ). En cambio a los 2 meses de la intervención los niveles de TG mostraron diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,91)=5,795$ ;  $p=0,004$ ), y las comparaciones múltiples a posteriori realizadas con la prueba de Scheffer revelaron que el grupo EFC disminuyó de forma significativa los niveles de TG al compararlo con el grupo control, a diferencia del grupo EFI que no disminuyó los niveles de TG de forma significativa. En momento post intervención se obtuvieron los mismos resultados ( $F(2,83)=8,310$ ;  $p=0,001$ ).

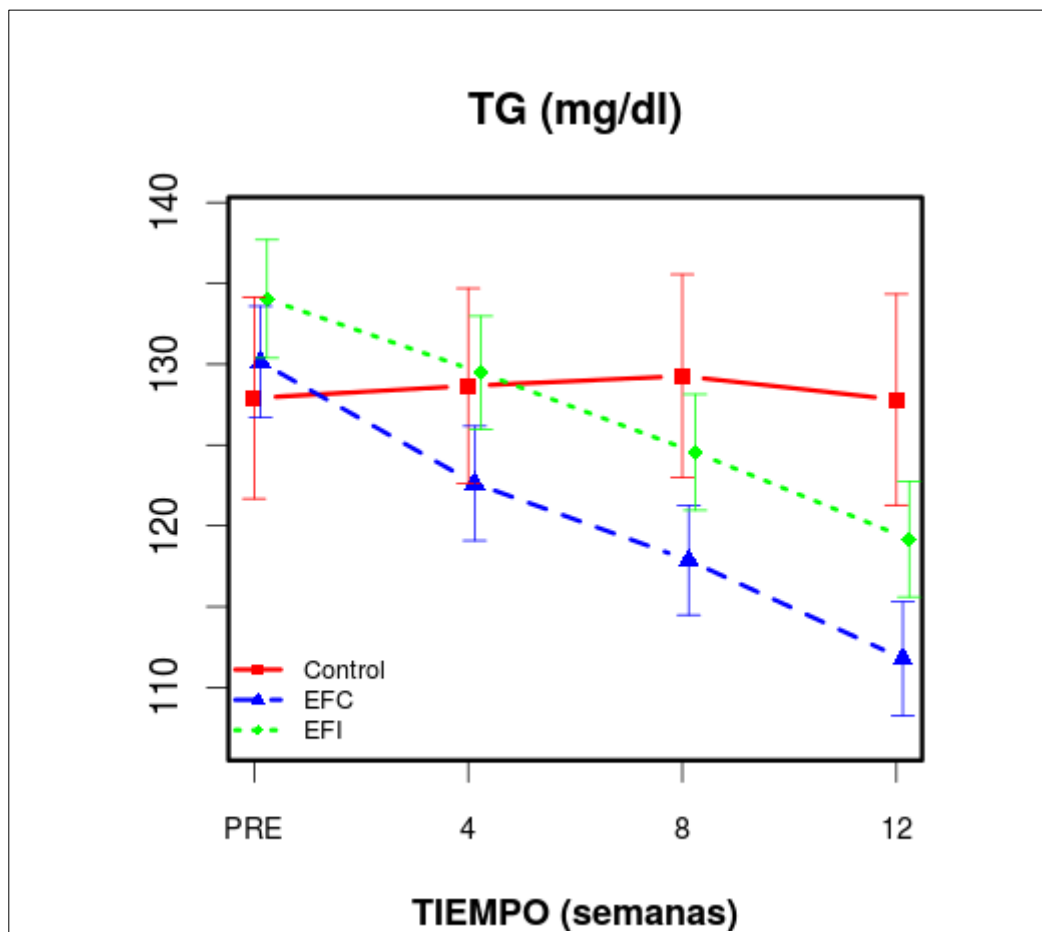
En la tabla 12 y la gráfica 9 se muestran los resultados del nivel de TG a lo largo del programa y en los diferentes grupos.

TG (mg/dl)	MEDIA Desviación típica	p (valor)	Intervalo de confianza para la media 95% (límite inferior-límite superior)
<b>PRE INTERVENCIÓN</b>			
<i>Control n=60</i>	127,91 ± 24,64	>0,05	121,55 – 134,28
<i>Continuo n=56</i>	130,14 ± 13,17	p=0,807	126,61 – 133,67
<i>Interválico n=43</i>	134,04 ± 12,79	p=0,248	130,1 – 137,98
<b>1º MES (4 semanas)</b>			
<i>Control</i>	128,66 ± 23,84	>0,05	122,34 – 134,99
<i>Continuo</i>	122,63 ± 13,53	p=0,206	118,97 – 126,28
<i>Interválico</i>	129,47 ± 12,55	p=0,976	125,55 – 133,39
<b>2º MES (8 semanas)</b>			
<i>Control</i>	129,27 ± 24,85	>0,05	122,55 – 135,99
<i>Continuo</i>	117,87 ± 12,93 +	p=0,006	114,31 – 121,43
<i>Interválico</i>	124,55 ± 12,55	p=0,475	120,42 – 128,67
<b>POST INTERVENCIÓN (12 semanas)</b>			
<i>Control</i>	127,81 ± 25,81	p>0,05	120,31 – 135,3
<i>Continuo</i>	111,78 ± 13,45 +	p=0,000	107,87 – 115,69
<i>Interválico</i>	119,18 ± 12,52	p=0,198	115,01 – 123,36

Tabla 12. Resultados de los niveles de TG en todos los diferentes tiempos y grupos del estudio.

Análisis de la variable con ANOVA de un factor intersujeto, las diferencias significativas se analizaron con las comparaciones múltiples a posteriori mediante la prueba de Scheffe.

+ Cambios significativos respecto al grupo Control ( $p < 0,05$ ).



Gráfica 9. Evolución de los TG en los diferentes grupos a lo largo del estudio

### Glucemia en ayunas

Al analizar los niveles la glucemia al inicio de la intervención no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,155)=0,396$ ;  $p=0,396$ ), lo mismo ocurrió al mes del programa ( $F(2,148)=3,081$ ;  $p=3,081$ ). A los dos meses si se encontraron diferencias significativas ( $F(2,143)=3,74$ ;  $p=0,026$ ), y las comparaciones múltiples a posteriori realizadas con la prueba de Scheffer mostraron que el grupo EFC disminuyó la glucemia de forma significativa, al compararlo con el grupo control. En cambio el grupo EFI no mostró descenso significativo. Al final de la intervención también se encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $F(2,130)=8,631$ ;  $p=0,000$ ), y las comparaciones múltiples a posteriori mostraron que tanto los sujetos de los grupos EFC y EFI disminuyeron la glucemia en ayunas respecto de los sujetos del grupo control.

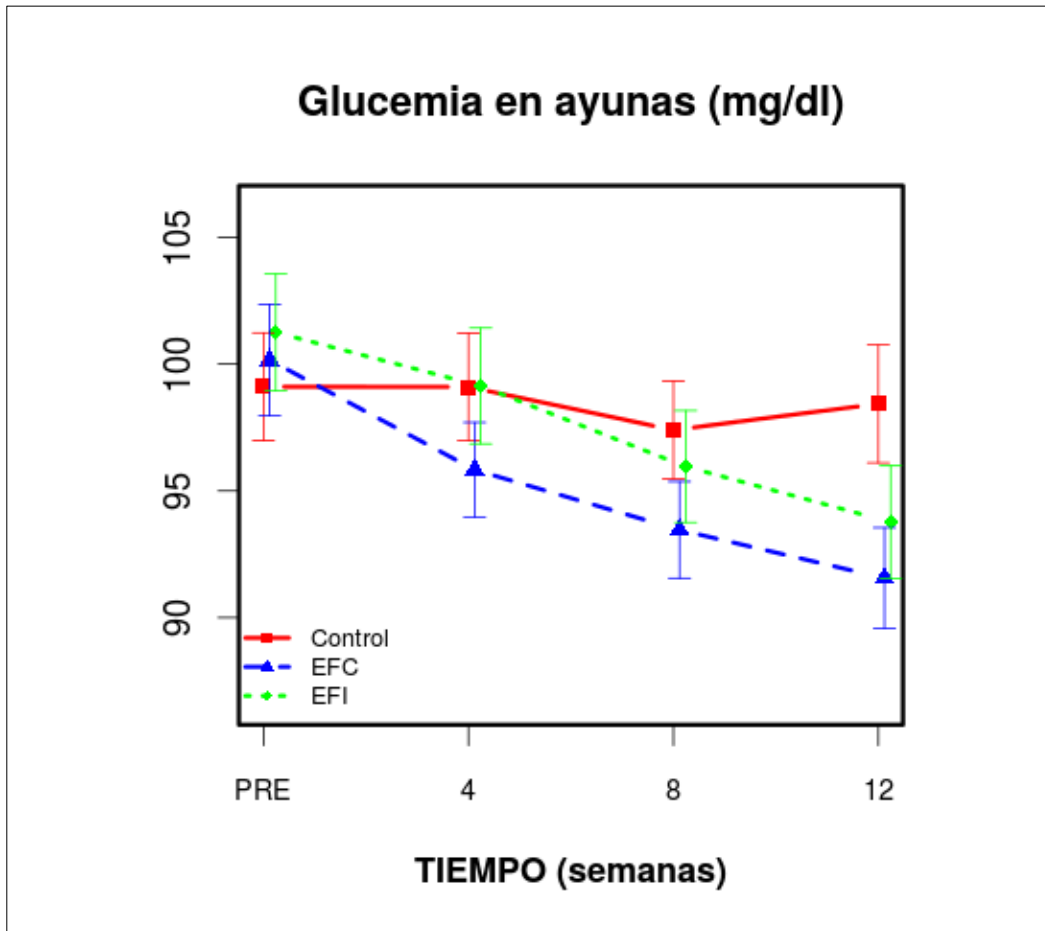
En la tabla 13 y la gráfica 10 se muestran los resultados de la glucemia en ayunas a lo largo del programa y en los diferentes grupos.

<b>GLUCEMIA (mg/dl)</b>	<b>MEDIA Desviación típica</b>	<b>p (valor)</b>	<b>Intervalo de confianza para la media 95% (límite inferior-límite superior)</b>
<b>PRE INTERVENCIÓN</b>			
<i>Control n=60</i>	99,11 ± 8,39	>0,05	96,93 – 101,3
<i>Continuo n=56</i>	100,16 ± 7	p=0,776	98,28 – 102,03
<i>Interválico n=43</i>	101,25 ± 8,05	p=0,398	98,77 – 103,73
<b>1º MES (4 semanas)</b>			
<i>Control</i>	99,1 ± 8,38	>0,05	96,86 – 101,35
<i>Continuo</i>	95,83 ± 7,14	p=0,093	93,89 – 97,76
<i>Interválico</i>	99,14 ± 7,99	p=0,130	96,59 – 101,7
<b>2º MES (8 semanas)</b>			
<i>Control</i>	97,4 ± 7,63	>0,05	95,33 – 99,46
<i>Continuo</i>	93,46 ± 7,27 +	p=0,027	91,46 – 95,47
<i>Interválico</i>	95,96 ± 7,71	>0,05	93,42 – 98,5
<b>POST INTERVENCIÓN (12 semanas)</b>			
<i>Control</i>	98,43 ± 9,18	>0,05	95,77 – 101,1
<i>Continuo</i>	91,56 ± 7,59 +	p=0,000	89,35 – 93,76
<i>Interválico</i>	93,77 ± 7,76 +	p=0,039	91,19 – 96,36

Tabla 13. Medición de los niveles de la Glucemia en ayunas en todos los tiempos del estudio del programa.

Análisis de la variable con ANOVA de un factor intersujeto, las diferencias significativas se analizaron con las comparaciones múltiples a posteriori mediante la prueba de Scheffe.

+Cambios significativos respecto al grupo Control (p<0,05).



Gráfica 10. Evolución de la glucemia en ayunas en los diferentes grupos a lo largo del estudio



## 5. DISCUSIÓN

---

El sobrepeso y la obesidad representan un problema de salud pública que en lugar de disminuir o estabilizarse va en aumento, tanto es así que se considera como una de las epidemias del siglo XXI<sup>1</sup>. Los tratamientos para enfocar esta patología son la dieta, el EF, los fármacos y las terapias conductuales principalmente, todos ellos enfocados a producir cambios agudos en la antropometría y los FRCV y crónicos en el tiempo, para conseguir cambiar el estilo de vida<sup>18</sup> y afianzar las mejoras conseguidas.

El sobrepeso y la obesidad se relacionan con los FRCV, problemas psiquiátricos, el cáncer y la disminución de la calidad de vida principalmente, por tanto tratando el sobrepeso y la obesidad prevenimos y mejoramos los aspectos relacionados con esta patología multifactorial<sup>22-33</sup>.

Existe unanimidad respecto a cómo encarar este problema y básicamente se recomiendan el EF más dieta como el primer escalón terapéutico<sup>33-65</sup> para llegar a conseguir el cambio en el estilo de vida. Con respecto a la dieta los estudios indican que hay que producir una inclinación en la ecuación del balance energético para crear déficit calórico y producir el consumo de las kilocalorías almacenadas en forma de grasa<sup>11,50,67,71</sup>. Con respecto al EF los estudios indican que practicar EF incrementa el consumo calórico y mejora los FRCV, pero no está claro qué tipo de EF, ni qué dosis son las más adecuadas para maximizar los resultados en los programas de pérdida de peso<sup>11,35-51,71</sup>.

El ejercicio aeróbico de intensidad moderada se ha estudiado ampliamente y existe suficiente evidencia acumulada sobre los efectos beneficiosos en los cambios antropométricos y las mejoras clínicamente significativas sobre los FRCV en adultos sanos, o con sobrepeso u obesidad, o con patología cardiovascular asociada<sup>11,33-35-38,67</sup>.

Multitud de estudios toman el ejercicio aeróbico de intensidad moderada como patrón oro para comparar otros tipos de EF y comprobar los cambios a nivel antropométrico y sobre los FRCV<sup>33,38,50,67</sup>. La mayoría de estudios comparan EFC de intensidad moderada con EFI 4x4 de alta intensidad<sup>45</sup>.

En el presente estudio comparamos el EFC de intensidad moderada y el EFI también de intensidad moderada asociados a una dieta hipocalórica, esta comparación no se ha realizado hasta el momento y el ejercicio interválico presenta ventajas frente al ejercicio

continuo que desde un punto vista pragmático para los profesionales de la salud se resume en que, el EF interválico es menos monótono, más divertido y además el individuo que lo practica tiene una menor percepción del esfuerzo, lo cual, mejora la adhesión a los programas de pérdida de peso<sup>7,40,69</sup>.

## 5.1. Sobre el resultado de las variables en la pre intervención

### Tamaño muestral, edad, peso e IMC

La muestra inicial sobre la que se realizó la aleatorización fue de 160 sujetos, a 159 se les midieron las variables en el momento pre intervención, abandonaron 26 sujetos a lo largo del estudio, por lo que la muestra final fue de 133 sujetos. La edad media de la muestra fue de 48,09 años, donde el 71% fueron mujeres y el 29% hombres, lo cual, difiere de lo observado en el estudio ENRICA<sup>65</sup>, en donde se especifica que la frecuencia de la obesidad es mayor en hombres que en mujeres excepto a partir de los 65 años donde la prevalencia respecto al sexo se invierte. En los estudios examinados, la edad y el sexo varían mucho de unos ensayos a otros, ya que hay estudios realizados solo con jóvenes varones universitarios<sup>54</sup>, hasta estudios donde la muestra solo la conforman mujeres de entre 55 a 85 años<sup>41</sup>. En la última revisión sistemática de 2014<sup>67</sup> donde se analizó la pérdida de peso con EF, o con dieta, o con la combinación de ambos, sobre una muestra total de 1022 pacientes, las características de las muestras se asemejan a la nuestra, el número medio de participantes por estudio fue de  $n=128$  (mínimo de  $n=59$  y máximo  $n=352$ ), la edad fue de los 32 a los 70 años, y la mayoría de los participantes fueron mujeres. En nuestro estudio el número de sujetos que terminaron el ensayo fue de 133, la edad fue de 48,08 años y la mayoría de los participantes fueron mujeres, por lo tanto los valores que observamos en los sujetos de nuestra muestra son similares a los de la revisión realizada por Johns et al<sup>67</sup>. Algo similar ocurre con el IMC, la muestra presentó un IMC pre intervención de  $32,62 \text{ kg/m}^2$  y en la revisión sistemática de Johns et al.<sup>67</sup> el IMC medio fue de  $29,2-37,3 \text{ kg/m}^2$ . Datos similares se encuentran en los estudios de Foster-Schubert et al.<sup>50</sup>, Nieman et al.<sup>51</sup> y Kelley et al.<sup>76</sup>. Respecto al peso medio pre intervención de la muestra fue de  $92,29 \pm 9,02 \text{ kg}$ , en el estudio de Foster-Schubert et al.<sup>50</sup> fue de  $84,2 \pm 12,5 \text{ kg}$ , en la Nieman et al.<sup>51</sup> fue de  $90,5 \pm 2,4 \text{ kg}$  y en la revisión sistemática de Kelley et al.<sup>76</sup> fue de  $80,9 \pm 14,3 \text{ kg}$ , como podemos ver son pesos muestrales similares en todos los estudios, incluyendo el nuestro.



## Consumo calórico

Respecto al consumo de kilocalorías al día fue de  $2455,25 \pm 257,02$ , en los 159 sujetos de la muestra, estos datos difieren de los encontrados por Gutiérrez-Fisac et al.<sup>77</sup>, quienes realizaron un importante estudio retrospectivo en 2003 en población española para analizar la tendencia desde el inicio de la década de los años ochenta hasta finales de los noventa, sobre la disponibilidad media de kilocalorías. Obtuvieron que las kilocalorías por persona y día pasó de 3.061 kcal en 1980 a 3.297 kcal en 1997, y que a partir de la década de los noventa el consumo calórico se estabilizó. Como puede apreciarse la diferencia es importante entre los resultados obtenidos por Gutiérrez-Fisac et al.<sup>77</sup> y los de nuestro estudio, lo cual podríamos atribuirlo a la diferencia temporal entre ambos. De hecho en el estudio realizado por Giménez et al.<sup>71</sup> sobre los hábitos dietéticos en población urbana española, obtuvieron un consumo medio de kilocalorías/día y por persona, en el rango etario entre 45 y 59 años y teniendo en cuenta la diferencia entre hombres y mujeres de  $2340 \pm 643$  kcal, consumo calórico similar al de nuestro estudio. En un estudio reciente, de 2012, sobre los hábitos de alimentación en los jóvenes de Baleares, Planas et al.<sup>78</sup> confirmaron esta tendencia a la baja en el consumo calórico, dándole argumento a la diferencia encontrada en diferentes estudios al analizar el consumo calórico, según sean los estudios antes o después del año 2000, ya que obtienen como resultado que la prevalencia del sobrepeso ha mejorado significativamente (del 14,8% al 3,7%), y se ha incrementado el nivel de actividad física entre los jóvenes de Baleares. En la revisión sistemática realizada por Kelley et al.<sup>76</sup> en 2011, con una muestra de 788 mujeres y hombres, el consumo calórico medio fue de  $2032 \pm 288$  kcal. Por tanto el consumo calórico por persona y día que resultó en nuestro estudio fue similar a los obtenidos en los estudios fechados en el siglo XXI.

## Capacidad funcional, VO2MAX

El VO2MAX se considera el parámetro más importante del acondicionamiento físico del individuo y es un parámetro objetivo e independiente de pronóstico para enfermedad cardiovascular, por poner un ejemplo, valores por debajo de 10 ml/kg/min es criterio, junto a otros, de trasplante cardíaco<sup>79</sup>. En nuestro estudio la muestra presentó un VO2MAX medio de 28,98 ml/kg/min, al analizar mujeres y hombres por separado obtuvimos un VO2MAX medio en mujeres con edad media de  $47,53 \pm 10,71$  años, de 28,15 ml/kg/min considerado por Mc Ardle D et al.<sup>7</sup> como forma física cardiovascular suficiente. Y en los hombres fue de 30,9 ml/kg/min con una edad media de  $49,45 \pm 10,27$  años, lo cual se considera forma física

cardiovascular mala o muy mala, porque está por debajo de 30,2 ml/kg/min, la repercusión se traduce en presentar un riesgo elevado de padecer enfermedad cardiovascular, por tanto con el análisis exclusivo del VO2MAX los hombres de nuestra muestra presentaron riesgo elevado de ECV, al menos en la pre intervención, y las mujeres no. Esta reflexión coincide con la mayor prevalencia de FRCV y enfermedad cardiovascular en hombres que en mujeres por debajo de los 65 años<sup>2</sup>. Herdy et al.<sup>80</sup> realizaron un estudio donde analizaron el VO2MAX en 515 mujeres y 570 hombres sedentarios, sanos, no obesos de Brasil y obtuvieron en la franja etaria entre 45 y 54 años, que el VO2MAX de las mujeres fue de 27,2±5,0 ml/kg/min, muy similar al mostrado por las mujeres de nuestro estudio, y el de los hombres fue de 35,6±7,7 ml/kg/min, lo cual se aleja de nuestro resultado, probablemente porque nuestra muestra presentó sobrepeso y obesidad y en el estudio de Herdy et al.<sup>80</sup> no se dio esta circunstancia. En otro estudio Nieman et al.<sup>51</sup> con una muestra con IMC 32,8±1,0 kg/m<sup>2</sup> obtuvieron un VO2MAX pre intervención de 22,19 ml/kg/min, y Foster-Schubert et al.<sup>50</sup> con una muestra también con sobrepeso y obesidad hallaron un VO2MAX medio pre intervención de 22,9 ml/kg/min, es decir, en ambos estudios la forma física cardiovascular fue muy mala, cosa que en nuestro estudio solo ocurrió al analizar el VO2MAX en función del sexo; hay que destacar que en los trabajos de Nieman et al.<sup>51</sup> y Foster-Schubert et al.<sup>50</sup> no se informa de la diferencia del VO2MAX en función del sexo.

### **Variables cardiovasculares: PAS, PAD**

La PAS de nuestra muestra mostró valores de pre hipertensión arterial y según el metaanálisis realizado por Neter et al.<sup>58</sup>, sobre los efectos de la pérdida de peso sobre la PA, con una muestra de 4.874 sujetos, de los cuales el 50% presentaron hipertensión arterial y resto valores normales, o de pre hipertensión arterial, la edad, el IMC pre intervención, el sexo y el tipo de intervención; dieta, EF, o combinación de ambos, no tuvieron influencia significativa sobre los descensos que ellos observaron en la PAS y PAD, y se lo atribuyeron a la pérdida de peso corporal y no al tipo de intervención. Sin embargo la mayoría de los estudios responsabilizan al EF del descenso de la PA<sup>38,39,42,45,48</sup> debido a adaptaciones cardiovasculares en lugar de por la pérdida de peso. Ante lo expuesto podemos deducir que los valores de PA previos al programa no tuvieron repercusión sobre el cambio observado en la PA a lo largo del estudio.

### **Variables bioquímicas: HDL, LDL, TG y glucemia en ayunas**

- **HDL:** atendiendo a la revisión sistemática realizada por Kelley et al.<sup>76</sup> cuyo objetivo fue comparar los efectos de la dieta, el EF, o la combinación de ambos sobre los lípidos, los estudios cuya intervención fue exclusivamente con dieta mostraron una media del HDL de  $47,7 \pm 6,5$  mg/dl, los estudios donde la única intervención fue el EF presentaron una media de  $48,7 \pm 7,7$  mg/dl, en los estudios que combinaron EF más dieta la media del HDL fue de  $48,3 \pm 7,3$ , y en los grupos control observaron una media pre intervención de  $48,3 \pm 9,2$  mg/dl. El HDL pre intervención de nuestra muestra fue un poco menor a lo expuesto con un HDL de  $45,68 \pm 4,17$  mg/dl atribuible a que toda nuestra muestra presentó sobrepeso u obesidad, en cambio solo 3 de los 6 ensayos aleatorizados incluidos en la revisión sistemática de Kelley et al.<sup>76</sup> informaron que sus muestras presentaban sobrepeso u obesidad. En el estudio de Ross et al.<sup>59</sup> con una muestra de obesos el HDL fue de  $47,97 \pm 16,77$  mg/dl, dos puntos superiores a nuestra media, y Nieman et al.<sup>51</sup> obtuvieron valores de HDL pre intervención de entre  $39 \pm 1,95$  a  $50,31 \pm 2,34$  mg/dl, en estos dos últimos estudios otras variables como la edad, IMC y peso pre intervención fueron similares a las de nuestro estudio y como puede apreciarse los niveles de HDL pre intervención son muy parecidos entre ellos y su nuestro trabajo. Según Arrizabalaga et al.<sup>11</sup> en todos los estudios mencionados el nivel de HDL es normal ya que valores  $>35$  mg/dl en hombres y  $>$  de 40 mg/dl en mujeres se consideran normales. Como hemos comprobado el nivel de HDL en la pre intervención suele ser normal en los estudios donde se trata la problemática sobre los efectos del EF, la dieta o la combinación de ambos sobre los FRCV, para encontrar valores alterados tendríamos que adentrarnos en la patología cardiometabólica, por ejemplo en programas de rehabilitación cardiaca.

- **LDL:** el LDL pre intervención en nuestro estudio fue de  $133,95 \pm 12,95$  mg/dl clasificado como nivel normal-alto o elevado en el límite por Mc Ardle et al.<sup>7</sup>, en la revisión sistemática de Kelley et al.<sup>76</sup> los niveles de LDL fueron en a todos los estudios incluidos desde  $136,0 \pm 22,6$  mg/dl a  $144 \pm 23,1$  mg/dl. En el estudio de Nieman et al.<sup>51</sup> cuyo diseño y métodos fue parecido al nuestro, obtuvieron un LDL pre intervención de  $116,01 \pm 6,72$  mg/dl, si bien en el primer caso los niveles son superiores y en el segundo son inferiores en ambos casos la clasificación del LDL es de nivel normal-alto al igual que en nuestro estudio.

- **TG:** ocurre lo mismo que con el LDL, Mc Ardle et al.<sup>7</sup> clasifican como normales los niveles de TG  $<150$  mg/dl, hipertrigliceridemia niveles entre 150 a 200 mg/dl y niveles normales-altos los  $<500$  mg/dl. Nuestra muestra presentó unos niveles de TG pre intervención de  $130,35 \pm 18,34$  mg/dl, es decir normales, y en la revisión sistemática de Kelley et al.<sup>76</sup> los

---

niveles de LDL pre intervención considerando a todos los estudios analizados, y cuya muestra total fue de 788 sujetos fueron desde los  $104,9\pm 50,2$  mg/dl, a los  $114,1\pm 49,7$  mg/dl, es decir niveles entre normales y normales altos, al igual que nuestro estudio.

- **Glucemia en ayunas:** nuestra muestra presentó una glucemia en ayunas pre intervención de  $100,07\pm 7,82$  mg/dl. Considerando estos niveles de glucemia basal junto con la edad media  $48,09\pm 10,58$  años, y el IMC de  $32,62\pm 2,42$  kg/m<sup>2</sup>, la probabilidad de presentar prediabetes es muy elevada<sup>81</sup>. Teniendo en cuenta otros estudios como el de Rice et al.<sup>68</sup> cuya muestra fue n=29, con edad entre  $39,8\pm 13,2$  y  $47,4\pm 6,7$  años, IMC entre  $31,9\pm 2,8$  kg/m<sup>2</sup> y  $33,8\pm 4,2$  kg/m<sup>2</sup>, y glucosa en ayunas de entre  $5,6\pm 0,4$  mmol/L y  $5,9\pm 1,4$  mmol/l. O el de Nieman et al.<sup>51</sup> cuya muestra fue n=91, con edad entre 25 a 75 años, IMC entre  $32,6\pm 1,0$  kg/m<sup>2</sup> y  $34,2\pm 1,6$  kg/m<sup>2</sup>, y glucosa en ayunas entre  $5,33\pm 0,18$  mmol/L y  $5,09\pm 1,5$  mmol/l. O el de Ross et al.<sup>59</sup> cuya muestra fue n=300, con edad entre  $50,9\pm 8,6$  a  $52,2\pm 8,2$  años, IMC entre  $33,4\pm 4,3$  kg/m<sup>2</sup> y  $33,7\pm 4,4$  kg/m<sup>2</sup>, y una media pre intervención de la glucemia en ayunas de  $5,4\pm 0,5$  mmol/L. Podemos observar que los resultados pre intervención son similares en todos los estudios expuestos incluyendo el nuestro, el denominador común es que los sujetos no son diabéticos pero presentan factores de riesgo para ser pre diabéticos. Durante la discusión de los resultados obtenidos durante y en la post intervención (apartado 5.2) nos serviremos de estos estudios y de otros, donde la muestra no es diabética pero presenta factores de riesgo de prediabetes para discutir este punto.

## 5.2. Sobre el resultado de las variables en la post y durante la intervención

### Parámetros antropométricos: peso e IMC

Tras 12 semanas de entrenamiento aeróbico y dieta los dos grupos intervención consiguieron descensos del peso, lo cuales fueron de  $-6,46 \pm 8,6$  kg (-6,93%) y de  $-7,99 \pm 7,62$  kg (-8,66%) para los grupos EFC y EFI respectivamente. El IMC mostró resultados similares con descensos del  $-2,45 \pm 2,43$  kg/m<sup>2</sup> (-7,46%) para el grupo EFC, y de  $-2,78 \pm 1,85$  kg/m<sup>2</sup> (-8,49%) para el grupo EFI. Por tanto, nuestro programa podría recomendarse en sujetos cuyo objetivo es disminuir el peso, o mejorar los FRCV, o en sujetos con síndrome metabólico, ya que para Stevens et al.<sup>64</sup> los programas que consiguen cambios  $\geq 5\%$  del peso corporal o para Vahnnes et al.<sup>35</sup> que cifran esos mismos cambios entre el 5% y el 10% deberían recomendarse para disminuir los FRCV y conseguir pérdida ponderal.

En el apartado resultados (página 65) puede observarse que los sujetos del grupo EFI perdieron peso antes que los del grupo EFC, aunque al final del programa no hubo diferencias entre ambos. Este hecho coincide con lo observado en la revisión sistemática de Kesler et al.<sup>42</sup> en donde una de sus conclusiones fue que, tanto el EFC como el EFI consiguieron descensos del peso y no observaron diferencias significativas entre ellos, pero el EFI fue más tiempo eficiente porque produjo mayor gasto energético por sesión. Por tanto el EFI es más recomendable para programas cuyo objetivo es la pérdida de peso. Aunque en toda la bibliografía revisada las pérdidas de peso en cuanto al valor numérico son muy diferentes, hecho que atribuimos principalmente a la diferencia en el tipo de diseño y métodos de los estudios, el resultado final es el mismo, la reducción del peso corporal.

A continuación presentamos la tabla 14 donde se exponen algunos trabajos y sus resultados respecto a la pérdida ponderal.

AUTOR	OBJETIVO	MUESTRA	DIETA	EF	PESO (KG)	IMC (KG/M <sup>2</sup> )
Schjerve <sup>27</sup> 2008 ECA	Comparar EFC EFI EFR	40 sujetos IMC; 34,4- 36,6  EFC=13 EFI=14 EFu=13  Duración 12 SE	NO	EFC; 60-70% FCMAX 47 min  EFI; 4x4 85-90% y 50-60% FCMAX	EFC; -8Kg (-3%)  EFI; -7kg (-2%)  EFR no ↓	EFC; ↓ a 35,6  EFI; ↓ a 35,8  EFu no ↓
Dorien <sup>29</sup> 2002 ECA	Comparar EFC baja I EFC media I grupo control	24 sujetos obesos IMC (31,6-32,1)  Control=8 EFC ↓I=8 EFCmedial=8  12 SE 3 ss/SE	NO	EFC↓; 40%VO2MAX  EFC media; 70%VO2MAX  20 minutos ss	No informado	No ↓ sig del IMC en ningún grupo
Ramos <sup>31</sup> 2015 (Metaanálisis)	Comparar EFC EFI ↑	182 pacientes  7 estudios incluidos  12-16 SE 3ss/SE	NO	EFC; 50-70% VO2;30-60 min  EFI; 4X4 85- 90%VO2, descanso 60-70% VO2	MASA GRASA  EFC ↓2,2% EFI ↓2,5%  Sin Dif entre ambos	No informado
Moreira <sup>33</sup> 2008 ECA	Comparar EFC EFI	23 ♂ IMC≥25  Control=7 EFC=8 EFI=7  12 SE 3ss/SE	NO	EFI; 20X2; 20 escalones al 20%VO2 y 2 escalones al umbral anaeróbico; 60min  EFC al 10% umbral anaeróbico, 60min	No informado	EFC ↓1,5%  EFI ↓1,4%  Dif respecto grupo control y sin dif entre grupos intervención
Mybo <sup>34</sup> 2010 ECA	Comparar EFC EFI grupo control	36 jóvenes sanos. Edad media 31 años. Grasa ABD media de 24,3%.  Control=11 EFu=9 EFC=9 EFI=8	NO	EFC 65%VO2MAX 60min (correspondía al 85%FCMAX).  EFI; 5X2; 5 escalones 95%FCMAX corriendo; 20 minutos  EFu (1RM)	EFC↓ sig peso y grasa ABD 22,6%.  EFI sin ↓sig  EFu ↑ aunque no sig	No informado
Tjonna <sup>35</sup> 2009 ECA	Comparar EFI y grupo control	42 adolescentes obesos	NO	EFI 4x4 95%FCMAX y caminar rápido.  Control 1ss/MES recomendaciones nutricionales	No informado	EFI ↓2,7% respecto grupo control

AUTOR	OBJETIVO	MUESTRA	DIETA	EF	Peso (kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
Neter <sup>63</sup> 2003 (Rev sit)	Efectos de la pérdida de peso en la TA	Revisión sistemática 25 ECA  4874 sujetos	Incluye ECA con dieta y otros sin.	EFC	Dieta sola ↓6,7 EF solo ↓3,1 Combi ↓7,85	No informado
Ross <sup>65</sup> 2015 ECA	Efectos de la intensidad del EF sobre la grasa ABD	300 indiv obesos  Control=75  Baja I y Vol=73  Baja I y AltoVol=76  Alta I y Vol=76  24 SE	Dieta equilibrada pero NO restrictiva	Baja I y Vol;50%VO2  Baja I y AltoVol;50%VO2  Alta I y Vol;70%VO2	GRASA ABD  El EF independientemente de la intensidad ↓ la obesidad ABD	No informado
Whatley <sup>38</sup> 1994 ECA	Comparar diferentes frecuencias de entrenamiento (5 días a la SE se considera la mejor frecuencia de entrenamiento)	33♀ sanas IMC 30-42  Control (dieta)=7 sujetos  EFC 3días SE=8 sujetos  EFC 5días SE=8 sujetos  12 SE	802 kcal	Los 2 grupos intervención entrenaron con EFC 50-60%VO2, pero unos realizaron 3 ss/SE y otros 5ss/SE	Control ↓13,1 EFC 3días↓15,8 EFC 5días↓19	%GRASA Control ↓9,3 EFC 3días↓12,9 EFC 5días↓15,7
Glowacki <sup>40</sup> 2004 ECA	Comparar EFC, EFu y EFC+Fu	41 sujetos 18-40 años.  EFC=12  EFu=13  Combi=16	NO	EFC;65% 20min y fue aumentando cada se 2,5% y 2,5min  EFu (1 RM)  Combi (EFC+EFu)	EFC ↓1,1 no fue sig  Efu ↑  Combi ↑	GRASA ABD (kg) EFC↓1,5  Combi↓1,3
Foster-Schubert <sup>47</sup> 2012 ECA	Comparar D, EFC y D+E	439♀ 50-79 años IMC>25  Control=87 sujetos  Dieta=118  EFC=117  Combi=117  12 ME	1200kcal	EFC;65-75%VO2.45min 5ss/SE	Dieta ↓8,5% EFC ↓2,5% Combi ↓10,8%	Dieta ↓8,6% EFC ↓2,4% Combi ↓10,8%

AUTOR	OBJETIVO	MUESTRA	DIETA	EF	Peso (kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
Rice <sup>67</sup> 1999 ECA	Comparar EFA+D, EFu+D solo D	D=9 sujetos EFA+D=10 EFu+D=10 12SE	1000kcal	EFA+D; 50-80%VO;60min EFu+D=10	D↓12% EFA+D↓11% EFu+D↓13%	No informado
Nieman <sup>48</sup> 2002 ECA	Comparar D, EF y combi	102♀ IMC≥25 Control=22 sujetos Dieta=26 EFC=21 Combi=22 12SE	1200-1300 kcal	EFC=21;60-80%FCMAX; 4ss/SE	Dieta↓ 7,6 EFC sin cambios Combi↓8,1	No informado

Tabla 14. Estudios que han evaluado los efectos del EF con o sin dieta sobre la pérdida de peso

Combi; grupo que realizó ejercicio físico y dieta, o combinó 2 tipos diferentes de ejercicio físico. D; dieta. Dif; cuando se dio diferencia significativa entre los grupos del estudio. ECA; estudio clínico aleatorizado. EFC; grupo que realizó ejercicio físico continuo. EFI; grupo que realizó ejercicio físico interválico. EFu; grupo que realizó entrenamiento de fuerza. I; intensidad. min; minuto. Rev sist; revisión sistemática. SE; semana. Sig; cuando se dio diferencia significativa. Ss; sesiones. VO2; capacidad, VO2MAX. Vol; volumen de entrenamiento. ↓; descenso del valor de la variable. ↑; aumento del valor de la variable.

Como podemos observar existe mucha diferencia entre los resultados obtenidos en los diferentes estudios expuestos, por ello nos fijaremos en los trabajos que más se asemejen a nuestro diseño y métodos, es decir trabajos donde incluyeron la combinación de EF más dieta como una de sus intervenciones. En estos las pérdidas de peso fueron desde los -7,85 kg<sup>58</sup> (con EFC más dieta, la cual no fue informada), a pérdidas de -19 kg (cuando se entrenó 5 días a la semana), o de -15 kg (cuando se entrenó 3 días a la semana)<sup>60</sup> con EFC y dieta de 802 kcal. También hay estudios con pérdidas de -2,5%, o de -8,5%, a -10,8% con EFC, con dieta (de 1200 kcal), o con la combinación de ambos respectivamente<sup>50</sup>. O pérdidas de -8,1 kg con EFC y una dieta de 1200 a 1300 kcal<sup>51</sup>. En otros estudios obtuvieron pérdidas de peso del -11% al -13% en función del tipo de EF más una dieta de 1000 kcal<sup>68</sup>. Volviendo a nuestro programa se observaron pérdidas de -6,46±8,6 kg (-6,93%), y de -7,99±7,62 kg (-8,66%), con EFC o EFI respectivamente con una dieta de 1300 a 1400 kcal, si bien es cierto que nuestras pérdidas de peso son menores cuantitativamente hablando, al compararnos con otros estudios, cualitativamente son iguales ya que el objetivo de disminuir



peso y mejorar los FRCV se consigue con programas que alcanzan cambios en el peso entre el 5% y el 10%<sup>35,38,64</sup> lo cual se dio en nuestro estudio.

El hecho de que nuestro programa de EF y dieta mostrara una menor pérdida de peso en kilogramos, podríamos atribuirlo a que la dieta que siguieron los sujetos no fue muy restrictiva. A la hora de plantearnos cuán restrictiva debería de ser, uno de nuestros objetivos fue crear un déficit calórico que consiguiera pérdida de peso clínicamente significativa ( $\geq 5\%$ ) y asegurara una máxima adherencia al programa, la cual fue del 94,6% para el grupo EFC y del 96,89% para el grupo EFI, por lo tanto con la investigación ya terminada podemos afirmar que ambos objetivos se consiguieron.

Por otro lado la intensidad del EF, podría postularse como la responsable de no alcanzar mayores pérdidas de peso, ya que en nuestro programa los sujetos entrenaron a intensidad moderada independientemente del tipo de EF, y en los estudios revisados la intensidad del EFI es siempre alta, de hecho este es uno de los puntos cardinales del estudio, comparar EF de intensidad moderada administrado de 2 formas diferentes (EFC vs EFI) y comprobar los efectos sobre los FRCV. Recordando que los sujetos que realizaron EF más dieta consiguieron descensos del peso corporal  $\geq 5\%$  y por tanto mejoras clínicamente significativas de los FRCV<sup>35,64</sup>, y que el EFI de alta intensidad se considera más motivador y menos cansado<sup>40</sup>, además de ser el más recomendado para perder peso<sup>38</sup>, tras los resultados obtenidos recomendamos el EFI de moderada intensidad para perder peso y mejorar los FRCV ya que consigue los mismos resultados que el de alta intensidad y presumiblemente será más motivador, al conseguir los mismos objetivos con menos esfuerzo, aunque este último aspecto debería ser el hilo conductor para otra investigación.

Al bajo volumen de entrenamiento también podría atribuirse la menor pérdida de peso, ya que para Vanhees et al.<sup>35</sup> los programas de EFA donde los sujetos realizaron menos de 150 minutos a la semana (y los sujetos de los grupos intervención acumularon 128 minutos de EFA al final de cada semana) no mostraron descensos significativos del peso. Por lo que deberíamos atribuir la pérdida de peso observada mayoritariamente a la dieta y en mucha menor medida al EF, quizás incrementando los minutos de EFA al final de la semana se aumente la pérdida ponderal.

En la revisión sistemática de Johns et al.<sup>67</sup> donde compararon la mayor o menor pérdida de peso en programas con solo dieta, solo EF, o combinación de ambos, concluyeron que programas donde se combinaron EF más dieta, la pérdida de peso observada fue de -5,33 kg (95% CI de -7,61 kg a -3,04 kg), datos similares a los obtenidos por nuestros grupos

intervención. Otro punto a considerar fue que, al comparar solo dieta con EF más dieta las pérdidas de peso no mostraron diferencias significativas entre ambas intervenciones, al menos en 3 meses, pero en intervenciones cuya duración fue de 12 a 18 meses la combinación de EF más dieta presentó pérdida de peso significativa respecto a solo realizar dieta.

### **Capacidad funcional, VO2MAX**

Todos los sujetos que realizaron las 12 semanas de EF y dieta mejoraron la capacidad funcional, concretamente los sujetos del grupo EFC aumentaron el VO2MAX en 6,27 ml/kg/min (21,89%), y los del grupo EFI en 7,5 ml/Kg/min (26,74%) y no hubo diferencias significativas entre ambos. Estos datos coinciden con todos los estudios revisados donde analizan el EF y el VO2MAX, ya que en todos aumenta y además el aumento se produce independientemente del tipo de EF, salvo en el estudio de Whatley et al.<sup>60</sup> donde no encontraron aumentos del VO2 pico tras un programa de EFC.

El aumento del VO2MAX se atribuye al efecto del EF y no al de la dieta<sup>51</sup>, por tanto es mejor perder peso combinando EF y dieta que exclusivamente con dieta, ya que el EF per se no consigue aumentar la pérdida de peso aportada por la dieta pero si consigue aumentar la capacidad funcional<sup>50</sup>.

En nuestro estudio el grupo EFI aumentó más el VO2MAX respecto del grupo EFC aunque este aumento no fue significativo, en la revisión bibliográfica realizada los resultados en cuanto a este punto son contradictorios, encontramos desde estudios donde el aumento del VO2MAX se produce exclusivamente a expensas del EFI y no con el EFC<sup>41</sup>, a estudios donde los resultados se dieron a la inversa, y el EFC consiguió aumentos del VO2MAX por encima del entrenamiento interválico<sup>48</sup> o de otros tipos de entrenamientos, ya fueren combinados o no con dieta<sup>50,51,61</sup>. Pero insistimos que las diferencias no fueron significativas en la mayoría de los ensayos<sup>33,39,40,42,43,45</sup>.

El EFI de alta intensidad consigue aumentar antes la capacidad funcional (a las 2 semanas de entrenamiento) respecto del EFC (a las 4 semanas)<sup>42</sup>, en nuestro estudio no pudimos corroborar este hecho ya que las mediciones del VO2MAX solo se realizaron en la pre y post intervención (tras 12 semanas de entrenamiento). Sería interesante reafirmar lo anterior pero con el EFI de moderada intensidad ya que una de las principales demandas de los sujetos que acuden a programas de pérdida de peso es percibir mejoras físicas en la

actividades diarias y además lo antes posible, como por ejemplo cansarse menos al subir escaleras, y el aumento de la capacidad es el parámetro estrella para satisfacer esa demanda.

Desde un punto cualitativo (el EFI presentó mayor VO2MAX que el EFC) nuestros resultados coinciden con otros estudios pero difieren de otros tantos, atribuible a la mayor o menor similitud en el diseño y métodos del ensayo. En la tabla 15 se exponen algunos de los mismos.

AUTOR	OBJETIVO	Muestra	DIETA	EF	Peso (kg)	VO2MAX (ml/kg/min)
Shaw <sup>23</sup> 2009 (Rev sist)	Comparar los efectos del EF con- sin dieta sobre FRCV.	3476 sujetos			el EF por si solo produce ↓ del peso pero no sig (<5%)	EF ↑ VO2MAX
					EF+D, a > I de EF > pérdida de peso comparado con solo D o EF	EI EF+D ↑VO2MAX
					D; por si sola ↓ peso >5%	D; no ↑ el VO2MAX
Schjerve <sup>27</sup> 2008 ECA	Comparar EFC, EFI y EFR	40 sujetos EFC=13 EFI=14 EFR=13 12 SE	NO	EFC; 60-70% FCMAX 47 minutos EFI; 4x4 85-90% y 50-60% FCMAX	EFC; -8Kg, ↓3%, EFI; -7kg ↓2%, EFu no ↓	EFC ↑ 16% EFI ↑ 33% EFu ↑ 10%
Klonizakis <sup>28</sup> 2014 ECA	Comparar EFC y EFI	22 ♀ 55-58 años EFC=7 EFI=11 2 SE 3 ss/SE	NO	EFC; 65% VO2pico 40min. EFI; 10X10 1min100%VO2MAX	No informado	EFC ↑ 5% EFI ↑ 13%

AUTOR	OBJETIVO	Muestra	DIETA	EF	Peso (kg)	VO2MAX (ml/kg/min)
Ramos <sup>31</sup> 2015 metaanálisis	Comparar EFC y EFI ↑l	182 pacientes. 7 estudios incluidos 12-16 SE 3ss/SE	NO	EFC moderada I  EFI 4X4 85-90%VO2MAX, descanso 60-70%	EFC ↓2,2%  EFI ↓2,5%	EFC ↑ 5%  EFI ↑ 16%
Kesler <sup>32</sup> 2012 (Rev sist)	Efectos del EFI sobre los FRCV en sujetos con síndrome metabólico	24 ECA incluidos Duración de los programas de 2SE a 6 ME	NO	EFI ↑ 4X4 90%VO2  Se comparó con EFC o con control	Tanto EFC como EFI consiguen ↓ peso pero el EFI es más tiempo eficiente, porque produce más gasto energético por ss. Por tanto es más recomendable para programas de pérdida de peso	Tanto EFI de baja y alta l ↑VO2 más y antes (a las 2 SE) que el EFC (a las 4 SE)
Mybo <sup>34</sup> 2010 ECA	Comparar EFC, EFI, grupo control	36 jóvenes sanos Edad media 31 años. Grasa ABD media de 24,3%  Control=11 sujetos EFu=9 EFC=9 EFI=8	NO	EFC 65%VO2MAX 60min(correspondía al 85%FCMAX).  EFI 5X2; 5 escalones 95%FCMAX corriendo; 20 minutos  EFu (1 RM)	EFC↓ sig peso y grasa ABD 22,6%.  EFI sin ↓sig  EFu ↑ aunque no sig	EFC ↑2,9±2,1  EFI ↑5,1±1,9  EFu ↑1,1±3,2
Glowacki <sup>40</sup> 2004 ECA	Comparar EFC EFu y Combi (EFC+Fu)	41 sujetos 18-40 años. EFC=12 sujetos EFu=13 Combi=16	NO	EFC;65% 20min y fue aumentando cada SE 2,5% y 2,5min  EFu (1 RM)  Combi	EFC ↓1,1 no fue sig  Efu↑  Combi↑	EFC ↑8%  EFu no ↑sig  Combi no ↑si

AUTOR	OBJETIVO	Muestra	DIETA	EF	Peso (kg)	VO2MAX (ml/kg/min)
Foster-Schubert <sup>47</sup>	Comparar D, EFC y con la combinación (D+E)	439♀ IMC>25	1200kcal	EFC;65-75%VO2.45min 5ss/SE	Dieta ↓8,5%	Dieta ↓ 1,0 no sig
2012 ECA		Control=87sujetos Dieta=118 EFC=117 Combi=117			EFC ↓2,5% Combi ↓10,8%	EFC ↑8,9% Combi ↑6,5%
12 ME						

Tabla 15. Estudios que han evaluado el efecto del EF con o sin dieta sobre la capacidad funcional

Combi; grupo que realizó ejercicio físico y dieta, o combinó 2 tipos diferentes de ejercicio físico. D; dieta. Dif; cuando se dio diferencia significativa entre los grupos del estudio. ECA; estudio clínico aleatorizado. EFC; grupo que realizó ejercicio físico continuo. EFI; grupo que realizó ejercicio físico interválico. EFu; grupo que realizó entrenamiento de fuerza. I; intensidad. min; minuto. Rev sist; revisión sistemática. SE; semana. Sig; cuando se dio diferencia significativa. Ss; sesiones. VO2; capacidad, VO2MAX. Vol; volumen de entrenamiento. ↓; descenso del valor de la variable. ↑; aumento del valor de la variable.

### Variables cardiovasculares: PAS, PAD y FCr

- **PAS:** Los 2 grupos intervención disminuyeron la PAS, concretamente en el grupo EFC descendió  $-14,07 \pm 4,59$  mmHg (-10,29%), y en el grupo EFI  $-14,90 \pm 3,6$  mmHg (-10,92%), sin diferencias significativas entre ambos. Aunque el EFC mostró descenso significativo a las 4 semanas de entrenamiento y el grupo EFI a partir de la semana 8.

En el metaanálisis que realizaron Neter et al.<sup>58</sup> sobre la influencia del peso en la TA, concluyeron que pérdidas de peso >5 kg producen descensos de  $-2,44$  mmHg (95% CI,  $-4,59$  a  $-0,81$  mmHg) por cada kg perdido, si tenemos en cuenta que el grupo EFC perdió  $-6,48$  kg, que la TAS pre intervención fue de  $136,64 \pm 4,6$  mmHg y que en la post intervención fue de  $122,57 \pm 4,72$  mmHg, podemos observar como el descenso de la TAS está dentro del rango teórico que obtuvieron Neter et al.<sup>58</sup>. Si aplicamos una regla de tres para obtener el descenso teórico de la TAS, el grupo EFC debería haber disminuido la TAS pre intervención de  $136,64 \pm 4,6$  mmHg a un rango post intervención comprendido entre  $130,2$  mmHg a  $106,94$  mmHg con una media estimada en  $119,14$  mmHg. Por lo que podemos ver que el grupo EFC tuvo un descenso de la TAS dentro de dicho rango teórico. Siguiendo el mismo planteamiento el grupo EFI también tuvo un descenso dentro del rango teórico post

intervención, ya que la pérdida de peso fue de -7,99 kg, la TAS pre intervención fue de  $136,41 \pm 3,84$  mmHg y la post intervención de  $121,51 \pm 3,36$ . Al considerar el rango teórico según Neter et al.<sup>63</sup>, el descenso estimado en la TAS post intervención se cifra entre 128,81 mmHg a 84,94 mmHg, con una media de 114,94 mmHg.

Neter et al.<sup>63</sup> concluyeron que la pérdida de peso, independientemente de la intervención empleada para conseguirla, produce descensos de la TA y además estimaron cuánto disminuye por cada kilo de peso perdido, como hemos explicado anteriormente. Aclararon que tanto la dieta, como el EF, o la combinación de ambos producen descenso de la TA de forma independiente, pero no dicen cuánto disminuye en función de la intervención empleada. En nuestro estudio los sujetos intervención realizaron dieta más EF y atribuir la participación de cada uno de ellos al descenso de la TAS observado es complicado. La pérdida de peso conseguida exclusivamente con dieta restrictiva produce descenso de la TA<sup>82</sup>, por ejemplo una dieta restrictiva de 1600 kcal consiguió un descenso de -2,8 kg (-4,3%), en sujetos con pre hipertensión arterial, y mostró descensos de la TAS de -7,5 mmHg en 16 semanas<sup>83</sup>. Y el EF como única intervención también produce descensos de la TA<sup>12,35,45,76</sup>, aunque no reduzca el peso corporal, ya que solo volúmenes de trabajo muy elevados (entre 224 y 420 minutos a la semana de EFA), consiguen descender el peso exclusivamente con EF<sup>35</sup>, y estos volúmenes de trabajo no se dieron en nuestro estudio, ya que los sujetos de los grupos intervención acumularon 128 minutos de EFA al final de cada semana. Por tanto, parece insinuarse un efecto sumatorio en el descenso de la TA, y tanto la pérdida de peso, atribuida a la dieta, como la adaptación cardiovascular, atribuida al EF<sup>39</sup>, parecen ser los responsables del descenso observado en la TA, ya que actúan de forma independiente.

Al querer aclarar la duda sobre ¿qué tipo de EF consigue mayores descensos de la TAS? planteada ante los resultados obtenidos, en donde el grupo EFC descendió la TAS a las 4 semanas de intervención frente a las 8 semanas del grupo EFI. La revisión bibliográfica realizada no aclara la cuestión; en el metaanálisis de Ramos et al.<sup>45</sup>, cuyo objetivo fue comparar EFC frente al EFI, sin combinarlos con dieta, obtuvieron que los programas de EFC consiguieron descensos de la TAS de -9 mmHg, frente a los programas de EFI que mostraron descensos de -2 mmHg. En la revisión sistemática de Kessler et al.<sup>42</sup> encontraron estudios donde tras 10 semanas de entrenamiento con EFI no se observaron descensos de la TA, a diferencia del EFC. En cambio en otros estudios hemos comprobado como los autores observaron tras 12 semanas de intervención que, tanto el EFC como el EFI disminuyeron la TA y no encontraron diferencias entre ambos<sup>48</sup>. Aunque también hemos

encontrado estudios donde concluyen que tanto el EFC, como el EFI no producen descensos de la TAS, y solo el EFI produce descensos del peso corporal y de la TAD<sup>39</sup>.

Por lo tanto, los resultados obtenidos en nuestro estudio, donde el EFC produjo descenso a las 4 semanas frente a las 8 semanas del EFI se asemejan a lo observado en el metaanálisis de Ramos et al.<sup>45</sup>, y la revisiones sistemática de Keslser et al.<sup>42</sup>.

- **TAD:** Los grupos intervención disminuyeron la TAD, el grupo EFC mostró un descenso de  $-10,52 \pm 4,5$  mmHg (-13,37%), y el grupo EFI de  $-10,00 \pm 3,6$  mmHg (-10%), y no hubo diferencias significativas entre ambos. En ambos grupos la reducción se observó a partir de la semana 4.

En el metaanálisis de Neter et al.<sup>58</sup> concluyeron que pérdidas de peso  $>5$  kg produjeron descensos de  $-2,01$  mmHg (95% CI,  $-3,47$  a  $-0,5$  mmHg) por cada kg perdido, si tenemos en cuenta que el grupo EFC perdió  $-6,48$  kg, que la TAD pre intervención fue de  $78,64 \pm 4,57$  mmHg y que en la post intervención fue de  $68,12 \pm 4,5$  mmHg, podemos observar como el descenso de la TAD está dentro del teórico que obtuvieron Neter et al.<sup>58</sup>. Si aplicamos una regla de tres para obtener el descenso teórico de la TAD, el grupo EFC debería haber disminuido la TAD pre intervención de  $78,64 \pm 4,57$  mmHg a un rango post intervención comprendido entre  $75,7$  mmHg a  $56,42$  mmHg con una media estimada en  $65,9$  mmHg. Por lo tanto el grupo EFC tuvo un descenso de la TAD dentro de dicho rango teórico. Siguiendo el mismo planteamiento para el grupo EFI también obtuvo un descenso dentro del rango teórico post intervención, ya que la pérdida de peso fue de  $-7,99$  kg, la TAD pre intervención fue de  $78,27 \pm 3,84$  mmHg y la post intervención fue de  $68,27 \pm 4,66$ . Al considerar el rango teórico según Neter et al.<sup>58</sup>, el descenso estimado en la TAD post intervención se cifra entre  $74,37$  mmHg a  $50,55$  mmHg, con una media de  $62,22$  mmHg.

El descenso de la TAD podemos atribuirlo tanto a la restricción calórica a través de la pérdida de peso corporal, como al EF en sí, que como hemos visto anteriormente, produce descenso de la TA de forma independiente al producir adaptaciones en el sistema cardiovascular, atribuido a la mejora de la función endotelial<sup>39</sup>. Comentando este último estudio, los autores encontraron que el EFC redujo la TAD un  $-9\%$  y el EFI de  $-7\%$ , sin dieta restrictiva asociada.

Por lo tanto podríamos recomendar nuestro programa en sujetos con niveles de pre hipertensión arterial y que presenten sobrepeso u obesidad, con el objetivo de prevenir la hipertensión arterial, ya que existe evidencia a favor para afirmar que modestas pérdidas de peso ( $>5\%$ ) previenen de forma franca la hipertensión arterial<sup>84</sup>.

- **FCr**: la FCr no es una variable de rutina en los estudios que analizan los efectos del EF y la dieta. Existe una clara asociación entre la FC y el riesgo CV, es decir es un factor de riesgo reconocido en la población sana, aunque no existe ningún estudio de intervención que analice el posible beneficio de la reducción de la FC en prevención primaria<sup>85</sup>. Nosotros quisimos analizarla por su fácil toma de medida y porque creemos que la medición de la misma se impondrá con el paso del tiempo.

A la cuarta semana de intervención se observó reducción significativa de la variable en los grupos intervención respecto al grupo control, y sin diferencia entre los mismos, lo mismo ocurrió en la semana 8. Pero en la semana 12 el grupo EFC redujo más la FCr respecto al resto de grupos.

En el estudio de Nybo et al.<sup>48</sup> se midieron los cambios de la FC pero no en reposo sino cuando los sujetos alcanzaban los 6,5 km por hora corriendo en cinta, los resultados que obtuvieron tras 12 semanas de EF aeróbico y sin dieta fueron para el grupo que entrenó con EFC descenso de  $-9 \pm 3,5$  lpm, prácticamente lo mismo que observamos en nuestro grupo EFC, cuyo descenso fue de  $-9,23 \pm 3,35$  lpm (-11,83%), y para el grupo EFI que entrenó a alta intensidad observaron un descenso de  $-14 \pm 5,5$  lpm, prácticamente el doble de lo que obtuvieron los sujetos en nuestro estudio, ya que el grupo EFI redujo la FCr en  $-7,6 \pm 3,37$  lpm (-9,68%). Es importante recordar que en nuestro estudio el EFI fue de moderada intensidad y en el de Nybo et al.<sup>48</sup> fue de alta intensidad.

Tanto en el estudio de Nybo et al.<sup>48</sup> como en el nuestro el EFA disminuyó la FCr, aunque las diferencias metodológicas podrían explicar los diferentes resultados observados en uno y en otro. Pero como establecen López-Sedón et al.<sup>85</sup> no existe ningún estudio de intervención en el que se analice el posible beneficio de la reducción de la frecuencia cardiaca con fines terapéuticos, por lo que es imposible establecer recomendaciones en el momento actual. En cierto modo, sucedió lo mismo con la hipertensión arterial y la hipercolesterolemia. De hecho el artículo de López-Sedón et al.<sup>85</sup> está fechado en 2007, y el estudio de Nybo et al.<sup>48</sup> en 2010. Y estamos convencidos que irán apareciendo más trabajos donde analicen la reducción de la FC como medida preventiva primaria y secundaria.



### **Variables bioquímicas: HDL, LDL, TG y glucemia en ayunas**

- **HDL:** los niveles de HDL no aumentaron en ninguno de los grupos lo cual era de esperar. En toda la bibliografía consultada solo 4 estudios mostraron aumentos del HDL con intervenciones donde se incluía el EF, en uno de ellos la muestra estuvo formada por adolescentes obesos que no realizaron dieta<sup>54</sup>, en otro los sujetos realizaron dieta y tomaron fármacos ya que habían sufrido algún evento cardiovascular en los últimos 12 meses y estaban incluidos en un programa de RHC<sup>45</sup>, en el tercer estudio los sujetos estaban diagnosticados de insuficiencia cardiaca y también realizaron dieta y tomaron fármacos<sup>40</sup>, y por último en el estudio de Halverstadt et al.<sup>56</sup> se consiguieron aumentos del HDL pero tras 24 semanas y con EFC más dieta. Nuestro estudio no se ajusta a las características de las muestras y del tiempo descritos por tanto podríamos atribuir la diferencia de los resultados a que el diseño y la metodología difieren entre unos y otros.

Destacamos el estudio de Nieman et al.<sup>51</sup> en donde encontraron aumentos del HDL en sujetos que realizaron solo dieta pero no en sujetos que realizaron la misma dieta más EF, y es curioso porque así como Kessler et al.<sup>42</sup> concluyeron que para conseguir cambios lipídicos hay que perder peso, y los sujetos que realizaron dieta más EF perdieron más peso, estos no consiguieron aumentar el HDL. Los autores lo atribuyeron a la rapidez con la que el EF más dieta produjo la pérdida de peso argumentando que pérdidas de peso rápidas y no estabilizadas producen de forma aguda descenso del HDL pero una vez que esta se ha consolidado aparece el aumento de los niveles de HDL<sup>86</sup> y para Halverstadt et al.<sup>56</sup> esto se produce a partir de 24 semanas de intervención con EF.

En el metaanálisis de Kelly et al.<sup>76</sup> la dieta como única intervención no produce aumento del HDL -1,0 mg/dl (95% CI, (-2,1 a 0,2 mg/dl), contradiciendo los resultados de Nieman et al.<sup>51</sup>, en cambio el EF como única intervención si produce aumentos del HDL 1.0 mg/dl (95% CI, -0,2 a 2,1 mg/dl), contradiciendo en este caso al metaanálisis realizado por Kessler et al.<sup>42</sup>. Y la combinación de EF más dieta no produce aumentos del HDL -0,8 mg/dl (95% CI, 1,9 a 0,4 mg/dl), aunque los sujetos pierdan peso de forma más rápida, coincidiendo con Nieman et al.<sup>51</sup> y Kessler et al.<sup>42</sup>. Es decir el punto de encuentro de los estudios revisados se da en que el EF más dieta no produce aumentos del HDL al menos en 12 semanas de intervención. En resumen, nuestro estudio obtiene resultados similares a Nieman et al.<sup>51</sup>, Kessler et al.<sup>42</sup> y Kelly et al.<sup>76</sup>, en donde el EF más dieta no aumentó los niveles de HDL, pero se contradice con los resultados obtenidos por Halverstadt et al.<sup>56</sup>, lo cual podríamos atribuir a la corta duración de nuestra intervención.

La recomendación general es adelgazar por medio de EF o dieta y practicar EFA regularmente para conseguir mejorar el perfil lipídico<sup>7</sup>.

**-LDL:** los sujetos que realizaron EF más dieta disminuyeron los niveles de LDL. El grupo EFC redujo el nivel de LDL en  $-24,3 \pm 13,14$  mg/dl (-18,26%), y el grupo EFI en  $-24,88 \pm 13,18$  mg/dl (-18,58%). El descenso se observó a partir de las 4 semanas de intervención y se mantuvo hasta el final del programa, y no hubo diferencias significativas entre los dos grupos intervención.

Kessler et al.<sup>42</sup> atribuyeron el descenso del LDL y de los TG a la pérdida de peso y no al EF al menos en 12 semanas de entrenamiento. Recordemos que para Halverstadt et al.<sup>56</sup> los descensos en el LDL, los TG y los aumentos de HDL se pueden conseguir exclusivamente con el EFC pero, a partir de 24 semanas de entrenamiento. Estos resultados se asemejan a los observados en las variables cardiovasculares, las cuales mejoran con EF, de forma independiente, o con descensos del peso  $\geq 5\%$  obtenidos exclusivamente con restricción calórica. Aunque como en el resto de variables podemos encontrar estudios que contradicen los resultados de la revisión sistemática de Kessler et al.<sup>42</sup> y se sitúan a favor de los resultados obtenidos por Halverstadt et al.<sup>56</sup>, incluso en intervenciones menores a 24 semanas, encontrando que el EF como única intervención disminuyó el LDL, o los TG, o aumentó el HDL, como por ejemplo estudios donde los autores observaron que tanto el EFC, como el EFI no produjeron cambios en los lípidos plasmáticos<sup>40,48</sup>, o que el EFC si consiguió descensos del LDL (-16%), y el EFI no<sup>47</sup>, o como Tjonna et al.<sup>54</sup> donde observaron aumentos del HDL en sujetos que entrenaron con EFI, y descensos de los TG en los que entrenaron con EFC, y sin cambios en el LDL.

En el estudio de Nieman et al.<sup>51</sup> observaron descensos del LDL con EFC y dieta de 1200 a 1300 kcal tras 12 semanas de intervención de  $-20,55 \pm 5,03$  mg/dl, este descenso fue significativa a partir de las 3 semanas de intervención. Estos datos son similares a los encontrados en nuestro estudio.

Al comparar nuestros resultados con el metaanálisis que realizaron Kelly et al.<sup>76</sup> los datos difieren ya que estos autores estimaron una reducción media del LDL en  $-8,8$  mg/dl ( $-14,5$  a  $-3,0$  mg/dl) con intervenciones de EF más dieta, aunque argumentaron que al evaluar la heterogeneidad de los estudios incluidos en el metaanálisis esta es estadísticamente significativo  $Q(p)=12,5(0,05)$ , con una proporción de variabilidad atribuible a la heterogeneidad moderada de  $I^2(\%)= 53,2$ . Además calcularon el intervalo de predicción; 95% PI=  $-24,8$  mg/dl a  $-7,3$  mg/dl. Es decir, encontraron diferencias entre los estudios

incluidos en el metaanálisis en los que se analizaron los efectos del EF más dieta sobre los niveles de LDL, y aunque obtuvieron como resultado una media de descenso de LDL de -8,8 mg/dl (-14,5 a -3,0 mg/dl) cuando se combinaban EF más dieta, este resultado debe tomarse con cautela, ya que encontraron variabilidad estadísticamente significativa entre los estudios, por ello calcularon un intervalo de predicción para futuros estudios en donde el descenso del LDL lo cifraron entre -24,8 mg/dl a -7,3 mg/dl. Recordemos que los sujetos del grupo EFC disminuyeron el LDL en  $-24,28 \pm 6,7$  mg/dl, y el grupo EFI en  $-23,97 \pm 6,26$  mg/dl, es decir nuestro estudio está dentro del intervalo de predicción calculado por Kelly et al.<sup>76</sup>, aunque alejado de la media. Otros estudios revisados obtienen resultados similares, como por ejemplo Nieman et al.<sup>51</sup>, y Schjerve et al.<sup>50</sup>.

**-TG:** los sujetos del grupo EFC disminuyeron el nivel de TG en  $-18,36 \pm 13,19$  mg/dl (-14,10%) respecto de los grupos control y EFI, el descenso fue apreciable a partir de la octava semana de intervención. El grupo EFI no redujo el nivel de TG en ningún momento de la intervención, es decir el EFI de moderada intensidad más una dieta de 1300 a 1400 kcal no reduce los niveles de TG en 12 semanas de intervención.

En el estudio de Nieman et al.<sup>51</sup> donde los sujetos realizaron EFC a intensidad moderada más dieta de 1300 a 1200 kcal, los niveles de TG a las 12 semanas de intervención se redujeron en  $-21,12 \pm 10,5$  mg/dl, datos muy similares a los nuestros, y si comparamos nuestros datos con el metaanálisis de Kelly et al.<sup>76</sup> el descenso de los TG coincide con lo estipulado por dichos autores, ya que, estimaron que tras una intervención de EF más dieta los niveles de TG disminuyeron en -13,3 mg/dl (-20,1 a -6,6 mg/dl). En este caso la heterogeneidad estadística fue de  $Q(p) = 7,4(0,3)$ , es decir no significativa, por lo que concluyeron que el descenso de los TG presentó escasa variabilidad al comparar los resultados entre diferentes estudios.

El grupo EFI no redujo significativamente los niveles de TG en 12 semanas, cosa que a bote pronto sorprende, ya que, como concluyeron Kessler et al.<sup>42</sup> en su revisión sistemática sobre los efectos del EFI de alta intensidad; el descenso del LDL y de los TG debe atribuirse a la pérdida de peso y no al EFI, al menos en 12 semanas de entrenamiento y tanto el grupo EFC como el grupo EFI redujeron el peso corporal, es más el grupo EFI lo hizo antes. En la revisión bibliográfica realizada hemos encontrado intervenciones con EFI donde sí encontraron descenso del nivel de TG, pero fueron las mismas donde los niveles de HDL también aumentaron y recordemos que se dan diferencias importantes a nivel de diseño y métodos entre esos estudios y el nuestro, por ejemplo Tjonna et al.<sup>54</sup> encontraron que el EFI aumentó el HDL y no disminuyó LDL, ni TG, sin embargo encontraron que el EFC no

aumentó el HDL, ni disminuyó el LDL y sin embargo si observaron descensos en los TG, esto último coincide con nuestro estudio. O el estudio de Musa et al.<sup>55</sup> donde encontraron que el EFI aumentó el HDL en 8 semanas de entrenamiento, y no observaron descenso de los TG, al igual que nuestro grupo EFI. O el estudio de Morerira et al.<sup>47</sup> donde observaron descenso de los lípidos plasmáticos en los sujetos que entrenaron con EFC, y no observaron cambios en los que entrenaron con EFI.

Argumentar por qué no hay descenso de los niveles de TG en el grupo que realizó EFI y si en el grupo que realizó EFC aunque en ambos hubo descenso del peso corporal, es algo que no podemos concretar, los estudios actuales se centran en la comparación entre EFC y EFI con el objetivo de fundamentar la prescripción de uno u otro para mejorar los FRCV. Es evidente que el EF con o sin dieta disminuye el nivel de TG<sup>33,39,40,42,45,48,51</sup>. La mayoría de los estudios donde la intervención es con EFC se observaron descensos de los TG, al igual que nuestro estudio,<sup>47,48,54</sup>. Sin embargo otros autores no observaron diferencias significativas entre el EFC y el EFI<sup>33,48</sup>. O directamente no observaron cambios en HDL, LDL, TG y glucemia en ayunas tras el programa de EF<sup>40</sup>. Otros estudios encontraron que la dieta redujo los niveles de TG a las 3 semanas de intervención y que la combinación de EFC más dieta no, aun con mayores descensos del peso en el grupo EF más dieta. A las 12 semanas del programa tanto el grupo dieta, como el grupo que realizó dieta y EF redujeron los TG y no se observaron diferencias significativas entre los grupos<sup>51</sup>.

Toda la argumentación anterior podría resumirse en que nos parece un punto interesante para futuras investigaciones, ya que parecen contradecirse algunos principios del EFI, por un lado las reducciones de peso  $\geq 5\%$  consiguen mejorar los FRCV<sup>33,35,38,64</sup>, por otro lado el EFI consigue reducir el peso en menor tiempo que el EFC<sup>42,45</sup>, pero parece que esta rápida reducción del peso por medio del EFI en pro del EFC se traduce en conseguir aumentos en menos tiempo del VO2MAX y reducción de la TAS, en cambio no hay diferencias significativas en la reducción de la TAD y el descenso del LDL, y por el contrario el EFC consigue mayor descenso de la FCr, y reducir los niveles de TG que no consigue el EFI en al menos 12 semanas.

**-Glucemia en ayunas:** el grupo EFC disminuyó la glucemia en ayunas en  $-8,6 \pm 7,29$  mg/dl ( $-8,5\%$ ) en las 12 semanas de intervención. En la semana 8 se observó descenso significativo respecto al grupo EFI y grupo control. En la semana 12 también se observó descenso significativo pero fue respecto al grupo control y no respecto al grupo EFI. El grupo EFI que mostró descenso significativo respecto al grupo control, que fue de  $-7,46 \pm 7,9$  mg/dl ( $-7,38\%$ ) en la post intervención.

Nieman et al.<sup>51</sup> encontraron descenso de la glucemia en ayunas tras 12 semanas de EFC y dieta de  $-7,57 \pm 2,7$  mg/dl, Moreira et al.<sup>47</sup> consiguieron descensos del -15% y del -13% tras una intervención de EFC y EFI respectivamente y sin dieta. Tjonna et al.<sup>54</sup> obtuvieron descensos del -6% con EFI en adolescentes obesos y sin dieta, Ross et al.<sup>59</sup> también encontraron descensos de la glucemia en ayunas del -9%, con EFC de moderada intensidad al 70% VO<sub>2</sub>MAX tras 24 semanas de intervención considerado esta intensidad como la más indicada para disminuir la glucemia en ayunas, y Rice et al.<sup>68</sup> encontraron descensos de -3% al -5% tras un programa de EFC y dieta de 1000 kcal. Como podemos ver la glucosa en ayunas presenta descensos estables cuando se realiza EF independientemente del tipo de EF, el tiempo del programa, se combine con dieta o no. Para el ACSM<sup>28</sup> el entrenamiento aeróbico mejora la acción de la insulina, el control de la glucemia basal, la oxidación de grasas y el almacenamiento de las mismas en el músculo, con un nivel de evidencia B, por tanto los resultados obtenidos en nuestros grupos intervención son similares a otros estudios donde el EF es una de las intervenciones.

En resumen, el EFI consigue disminuir antes el peso que el EFC pero a la hora de analizar las variables cardiometabólicas en cuanto a pros y contras de uno y de otro parece que las diferencias son mínimas, aunque si algo hay que decir a favor del EFI referente a términos pragmáticos es que es más motivador y menos cansado<sup>40</sup> por lo tanto más recomendable para los programas de pérdida de peso.

### **Limitaciones del estudio**

La principal limitación del estudio fue la falta de financiación para poder desarrollar un programa de medición más exhaustivo. Disponer del medidor de gases y del trabajo de la cardióloga para obtener el VO<sub>2</sub>MAX solo en dos momentos del programa no nos permitió averiguar si el EFI de moderada intensidad aumenta la capacidad funcional antes que el EFC, lo cual hubiera sido interesante ya que actualmente está demostrado que tanto el EFI de baja y alta intensidad si producen este efecto<sup>42</sup> pero el EFI de moderada intensidad no está estudiado con tal fin.

Hay que tener en cuenta que los sujetos del estudio cargaron con el coste del programa en concepto de matrícula (250 euros) y de mensualidad (120 euros durante 3 meses) (ANEXO II), lo cual, con toda probabilidad disuadió a potenciales participantes y por tanto limitó el

tamaño muestral. Por otro lado da pie a pensar que los altos niveles de adhesión observados pudieran verse afectados por la autofinanciación de los participantes.

### **Aplicabilidad en la actividad clínica**

La principal aplicabilidad reside en poder afirmar que el EFI de moderada intensidad produce los mismos beneficios que el EFC al menos en 12 semanas de intervención, tanto en la reducción del peso corporal como en la mejora de los FRCV. Si tenemos en cuenta que el EFI es más motivador y la percepción de cansancio es menor que con EFC<sup>40</sup>, ante sujetos que busquen la pérdida de peso con programas de EF más dieta, se debería recomendar iniciar dicho programa con EFI de moderada intensidad y a medida que el sujeto aumente su capacidad funcional, pierda peso y mejore los FRCV, ir incrementando la intensidad de los intervalos hasta llegar a los máximos posibles.

Hay que tener en cuenta que muchos sujetos que buscan perder peso e iniciarse en mundo de la AF, presentan un VO2MAX de partida bajo o muy bajo, lo cual se traduce en mínima tolerancia a la sensación de esfuerzo, además como parte inherente a todo ser humano quieren obtener resultados lo antes posible. El EFI de moderada intensidad puede satisfacer esta doble demanda, aumentar el VO2MAX y que el sujeto lo perciba en sus tareas diarias, además de reducir el peso corporal, siempre que se combine con una dieta de 1300 a 1400 kcal y con los objetivos vista al menos en 12 semanas.

### **Futuras líneas de investigación**

Tanto el EFI como el EFC de moderada intensidad disminuyen el peso corporal y mejoran los FRCV, pero el EFI no produce descenso de los TG al menos en 12 semanas de intervención, no hemos encontrado en la literatura el abordaje de esta cuestión y sería interesante investigarlo.

Algunas investigaciones concluyen que el EFI de alta intensidad es más motivador y menos cansado que el EFC de moderada intensidad y por tanto más recomendable, nosotros asumimos que el EFI de moderada intensidad es igual de motivador y presenta la misma percepción de esfuerzo que el de alta intensidad o menos, esto se debería comprobar con una nueva investigación analizando la cuestión por medio de la escala de percepción al esfuerzo. Y hablando de motivar al sujeto, sería interesante comprobar si la combinación de

sesiones alternas de EFC y EFI comparado con realizar todas las sesiones iguales (EFC o EFI) produce los mismos efectos sobre los FRCV, ya que a priori alternar EFC con EFI en lugar de realizar siempre lo mismo parece más entretenido para el sujeto que lo practique.

Consideramos que el programa tuvo una corta duración y que se deberían contrastar las variables analizadas con un grupo control, un grupo que solo realizara dieta, dos grupos que realizaran EFC y EFI sin dieta, y finalmente dos grupos que entrenaran con EFC y EFI y realizaran dieta restrictiva, con una duración de al menos 24 semanas y medición de todas las variables cada 4 semanas. De esta manera podríamos comparar las posibles mejoras atribuidas a la pérdida de peso en función de si los sujeto solo realizaran dieta, o EF, o dieta más EF y además comparar entre los diferentes tipos de EF.





## 6. CONCLUSIONES

---

1. El EFC de moderada intensidad más dieta de 1300 a 1400 kcal produce pérdida de peso  $\geq 5\%$ , disminución del IMC, aumenta el VO2MAX, disminuye la TAS, la TAD, la FCr, el LDL, los TG y la glucemia en ayunas tras 12 semanas de intervención.
2. El EFI de moderada intensidad más dieta de 1300 a 1400 kcal produce los mismos efectos antropométricos y sobre los FRCV que el EFC, pero no consigue descender los niveles de TG, tras 12 semanas de intervención.
3. Tanto el EFC como el EFI de moderada intensidad más dieta de 1300 a 1400 kcal no aumentan los niveles de HDL tras 12 semanas de intervención.
4. El EFI disminuye el peso corporal en menos tiempo que el EFC.
5. El EFC produce mayor descenso de la TAS a las 4 semanas de intervención que el EFI. A las 8 y 12 semanas tanto el EFC como el EFI reducen la TAS.
6. El EFC reduce los niveles de TG a partir de 8 semanas de intervención, a diferencia del EFI que no los reduce en 12 semanas de intervención.
7. El EFC consigue descensos de la glucemia en ayunas a las 8 semanas de intervención, y el EFI reduce la glucemia en ayunas a las 12 semanas de intervención.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

---

1. SEEDO la sociedad. Disponible en; <http://www.seedo.es/index.php/quienes-somos/la-sociedad>. Consultado el 06-04-2015.
2. Rodríguez-Artalejo F, Graciani A, Guallar-Castillón P, León-Muñoz LM, Zuluaga MC, López-García E, Banegas JR. Justificación y métodos del estudio sobre nutrición y riesgo cardiovascular en España (ENRICA). Rev Esp Cardiol. 2011; 64(10): 876-82.
3. Global Health Observatory. Obesity. [http://www.who.int/gho/ncd/risk\\_factors/obesity\\_text/en/](http://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/obesity_text/en/). Acceso el 20-05-2015.
4. Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: Systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. Lancet. 2011;377(9765):557-567.
5. Martínez-Ros M, Tormo MJ, Navarro C, Chirlaque MD, Pérez-Flores D. Extremely high prevalence of overweight and obesity in Murcia, a Mediterranean region in south-east Spain. International journal of obesity. 2001; 25(9), 1372-80.
6. Majem LS, Bartrina JA, Rodrigo CP. Actividad física y salud (Vol. 6). Barcelona: Masson; 2006.
7. Mc Ardle D, Katch I, Katch L. Fundamentos de fisiología del ejercicio físico. 2º edición Madrid: Mc Graw Hill Interamericana; 2004.
8. Hernández A. Tratado de Nutrición: Nutrición humana en el Estado de Salud. (Vol. 3). Madrid: Médica Panamericana; 2010. Pg 339
9. Federico JC, Soriguer Escofet. La obesidad: monografía de la Sociedad Española de Endocrinología. Madrid: Díaz de Santos; 1994. Pg 178
10. Wilmore JH, Costill DL. Fisiología del esfuerzo y del deporte. 4º edición. Barcelona: Paidotribo; 2004.

11. Arrizabalaga JJ, Masmiquel L, Vidal J, Calañas-Contiente A, Díaz-Fernández MJ, García-Luna PP, Cordido F. Recomendaciones y algoritmo de tratamiento del sobrepeso y la obesidad en personas adultas. *Med clin.* 2004;122(3), 104-10.
12. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA and Ray CA. Exercise and hypertension: position stand of the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(3): 533–53.
13. Morris JN, Heady JA, Raffle PAB, Roberts CG, Parks JW. Coronary-heart-disease and physical activity of work. *Lancet.* 1953;262(6795):1053-7.
14. Morris JN, Heady JA, Raffle PAB, Roberts CG, Parks JW. Coronary-heart-disease and physical activity of work. *Lancet.* 1953;262(6796):1111-20.
15. American College of Sports Medicine position statement on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. *Med Sci Sports.* 1978;10(3):vii-x.
16. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA.* 1995;273(5):402-7.
17. Entrala A, Iglesias C, Veigas P, De Jesús F. Dieta y ejercicio físico: binomio saludable. Madrid: Biociencias; 2003.
18. Ramírez-Vélez R, Da Silva-Grigoletto ME, Fernández JM. Evidencia actual de intervenciones con ejercicio físico en factores de riesgo cardiovascular. *Rev Andal Med Deporte.* 2011;4(4):141-51.
19. Masterson-Creber RM, Smeeth L, Gilman RH, Miranda JJ. Physical activity and cardiovascular risk factors among rural and urban groups and rural-to-urban migrants in Peru: a cross-sectional study. *Rev Panam Salud Publica.* 2010;28(1):1-8.
20. Berrios X, Koponen T, Huiguang T, Khaltaev N, Puska P, Nissinen A. Distribution and prevalence of major risk factors of noncommunicable diseases in selected countries: the WHO Inter-Health Programme. *Bull World Health Organ.* 1997;75(2):99-108.
21. Flynn MA, McNeil DA, Maloff B, Mutasingwa D, Wu M, Ford C, et al. Reducing obesity and related chronic disease risk in children and youth: a synthesis of evidence with 'best practice' recommendations. *Obes Rev.* 2006;7 Suppl 1:7-66.

22. Aranceta J, Foz M, Gil B, Jover E, Mantilla T, Millán J, et al. Obesidad y riesgo cardiovascular. Estudio DORICA. Madrid: Médica Panamericana; 2005. p. 83-100.
23. Blair SN, LaMonte MJ, Nichaman MZ. The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *Am J Clin Nutr.* 2004;79(5):913S-920S.
24. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. American College of Sports Medicine; American Heart Association. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007;116(9):1081-93.
25. Ahmed HM, Blaha MJ, Nasir K, Rivera JJ, Blumenthal RS. Effects of physical activity on cardiovascular disease. *Am J Cardiol.* 2012;109(2):288.
26. O'Donovan G, Blazeovich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekelund U, et al. The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. *J Sports Sci.* 2010;28(6):573-91.
27. Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, et al. Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med.* 2004;116(10):682-92.
28. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, Braun B. Exercise and type 2 diabetes the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes care.* 2010;33(12), e147-e167.
29. Pollock KM. Exercise in treating depression: broadening the psychotherapist's role. *J Clin Psychol.* 2001;57(11):1289-300.
30. Lee IM. Physical activity and cancer prevention--data from epidemiologic studies. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(11):1823-7.
31. Kruk J, Aboul-Enein HY. Physical activity in the prevention of cancer. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2006;7(1):11-21.
32. Cohen E. The social component in heart disease. *Am Heart J.* 1938;16(4):422-30.
33. Shaw KA, Gennat HC, O'Rourke P, DelMar C. Exercise for overweight or obesity. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006, Issue 4

34. Urrutia, G, Bonfill, X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin*. 2010;135(11), 507-11.
35. Vanhees L, Geladas N, Hasen D, Koidi E, Niebauer J, Reiner Z, Böjersson M. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in defining the benefits to cardiovascular health within the general population: recommendations from the EACPR (Part I). *Eur J Prev Cardiol*. 2012;19(5):1005-33.
36. Vanhees L, Geladas N, Hasen D, Koidi E, Niebauer J, Reiner Z, Böjersson M. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular disease (Part I). *Eur J Prev Cardiol* 2012;19:670-86.
37. Vanhees L, Geladas N, Hasen D, Koidi E, Niebauer J, Reiner Z, Böjersson M. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular disease (Part III). *Eur J Prev Cardiol* 2012;19:1333-56.
38. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(2), 459-71.
39. Schjerve I, Tyldum G, Tjonna A, et al. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clinical Science*. 2008; 115, (283–293).
40. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation* 2007;Jun 19; 115 (24): 3086-94.
41. Klonizakis M, James M, Stephen, David, Jeff, Garry, A. Low-volume high-intensity interval training rapidly improves cardiopulmonary function in postmenopausal women. *Menopause*. (New York, N.Y). 2014;21(10),1099-1105.
42. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports med*. 2012;42(6), 489-509.

43. Dorien P, Van Aggel-Leijssen, Wim H, Saris, Anton J, et al. Effect of exercise training at different intensities on fat metabolism of obese men. *J Appl Physiol*. 2002; 92:1300-09.
44. Venables, Michele C. Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross sectional study. *J Appl Physiol* 2005; 98: 160.167.
45. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2015;1-14.
46. Arrebola-Moreno AL, Laclaustra M, Kaski JC. Evaluación no invasiva de la función endotelial en la práctica clínica. *Rev Esp Cardiol*. 2012;65(1), 80-90.
47. Moreira M, Souza H, Schwingel P, et al. Effects of aerobic and anaerobic exercise on cardiac risk variables in overweight adults. *Arq Bras Cardiol* 2008 Oct; 91 (4):200-6, 19-26.
48. Nybo L, Sundstrup E, Jakobsen MD, et al. High-intensity training versus traditional exercise interventions for promoting health. *Med Sci Sports Exerc* 2010 Oct; 42 (10) 1951-8.
49. López-Jiménez F, Cortés-Bergoderi M. Obesidad y corazón. *Rev Esp Cardiol*. 2011; 64(2), 140-149.
50. Foster-Schubert KE, Alfano CM, Duggan CR, Xiao L, Campbell KL, Kong, A, McTiernan A. Effect of Diet and Exercise, Alone or Combined, on Weight and Body Composition in Overweight-to-Obese Postmenopausal Women. *Obesity*. 2012;20(8), 1628-38.
51. Nieman DC, Brock DW, Butterworth D, Utter AC, Nieman CC. Reducing diet and/or exercise training decreases the lipid and lipoprotein risk factors of moderately obese women. *J Am Coll Nutr*. 2002;21(4), 344-350.
52. Herrero de Lucas A, Armesilla C, Maestre L. Morfotipo del futbolista profesional de la Comunidad Autónoma de Madrid. Composición corporal. *Biomecánica*. 2004;vol 12, num, p72-77.
53. Durnin JV, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *BrJ Nutr*. 1967;21(03), 681-689.

54. Tjonna AE, Stolen TO, Bye A, et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci (Lond)*. 2009 Feb; 116 (4): 317-26.
55. Musa DI, Adeniran SA, Dikko AU, et al. The effect of a high-intensity interval training program on high-density lipoprotein cholesterol in young men. *J Strength Cond Res* 2009 Mar; 23 (2): 587-92.
56. Halverstadt A, Phares D, Wilund K, Goldberg A, Hagberg J. Endurance exercise training raises high-density lipoprotein cholesterol and lowers small low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein independent of body fat phenotypes in older men and women. *Metabolism*. 2007;56(4), 444-450.
57. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Intern Med* 2002; 136(7): 493–503.
58. Neter JE, Stam B, Kok F, Grobbee D, Geleijnse J. Influence of weight reduction on blood pressure a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*. 2003; 42(5), 878-884.
59. Ross R, Hudson R, Stotz P, Lam M. Effects of exercise amount and intensity on abdominal obesity and glucose tolerance in obese adults: a randomized trial. *Ann inter med*. 2015;162(5), 325-334.
60. Whatley J, Gillespie W, Honig J, Walsh M, Blackburn A, et al. Does the amount of endurance exercise in combination with weight training and a very-low-energy diet affect resting metabolic rate and body composition? *Am J Clin Nutr*. 1994 59: 5 1088-92.
61. Glowacki SP, Martin SE, Maurer A, Baek W, Green JS and Crouse SF. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36(12): 2119–2127.
62. St Jeor ST, Brunner RL, Harrington ME, et al. A classification system to evaluate weight maintainers, gainers, and losers. *J Am Diet Assoc*. 1997;97:481–8.
63. Sherwood NE, Jeffery RW, French SA, Hannan PJ, Murray DM. Predictors of weight gain in the Pound of Prevention study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000;24:395–403.



64. Stevens J, Truesdale KP, McClain JE, Cai J. The definition of weight maintenance. *Int J Obes.* 2006;30:391–9.
65. Friedman GD, Cutter GR, Donahue RP, Hughes GH, Hulley SB, Jacobs DR, et al. CARDIA: study design, recruitment, and some characteristics of the examined subjects. *J Clin Epidemiol* 1988;41:1105-16.
66. Olmedo AC. Consumo de oxígeno posejercicio después de un ejercicio continuo y otro interválico en tapiz rodante. *Apunts: Educación física y deportes.* 2011;(104), 21-27.
67. Johns DJ, Hartmann-Boyce J, Jebb SA, Aveyard, P, Group B. Diet or Exercise Interventions vs Combined Behavioral Weight Management Programs: A Systematic Review and Meta-Analysis of Direct Comparisons. *J Acad Nutr Diet.* 2014;114(10), 1557-68
68. Rice B, Janssen I, Hudson R, Ross R. Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men. *Care diabetes.* 1999; 22(5), 684-691.
69. Tjonna AE, Lee SJ, Rognmo O, Stolen TO, Bye A, Haram PM, Wisloff U. Aerobic Interval Training Versus Continuous Moderate Exercise as a Treatment for the Metabolic Syndrome A Pilot Study. *Circulation.* 2008; 118(4), 346-354.
70. Molina R, Guija E, García L, Ortega M. Manual de hipertensión arterial en la práctica de atención primaria. 2006. Sociedad Andaluza de medicina de familia.
71. Giménez EC, Bonilla PI, Peralta JL, Lozano JS, Sánchez EM, López BL. Hábitos dietéticos en la población de una zona básica de salud urbana. *Aten Primaria.* 2003;31(7), 421-427.
72. Kushner RF, Weinsier RL. Evaluation of the obese patient. Practical considerations. *Med clin North AM.* 2000 Mar;84(2):387-99..
73. Jiménez A, Cervera P, Bacardí M. Tabla de composición de alimentos. Barcelona: Novartis Nutrition, 1998.
74. Feurer ID, Crosby LO, Buzby GP, Rosato EF, Mullen JL. Resting energy expenditure in morbid obesity. *Ann Surg.* 1983;197(1), 17.

75. Maurandi A, Del Río L, Balsalobre C. Fundamentos estadísticos para investigación. Introducción a R. 2012. Murcia. Bubok Publishing S.L. <http://www.bubok.es/libros/223207/Fundamentos-estadisticos-para-investigacionIntroduccion-a-R>.
76. Kelley GA, Kelley KS, Roberts S, Haskell W. Comparison of aerobic exercise, diet or both on lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Nutr*. 2012;31(2),156-167.
77. Gutiérrez-Fisac JL, Regidor E, López-García E, Banegas JR, Rodríguez Artalejo F. La epidemia de obesidad y sus factores relacionados: el caso de España. *Cad Saúde Pública*. 2003;19(S1), 101-10.
78. Juan TP, Mir IM, Thomàs CV, Beau MP, Xamena JM, Mariano DM, Amengual JR. Hábitos de alimentación y actividad física en un instituto de Educación Secundaria secundaria de Baleares. *Enferm Clín*. 2012;22(3), 144-147.
79. Costanzo MR, Augustine S, Bourge R, Bristow M, O'Connell JB, Driscoll D, Rose E. Selection and Treatment of Candidates for Heart Transplantation A Statement for Health Professionals From the Committee on Heart Failure and Cardiac Transplantation of the Council on Clinical Cardiology. American Heart Association. *Circulation*. 1995;92(12), 3593-3612.
80. Herdy AH, Uhlendorf D. Valores de Referencia para el Test Cardiopulmonar para Hombres y Mujeres Sedentarios y Activos. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(1), 54-59.
81. Caballero E, Kitabchi AE, Umpierrez G, Zisman A. Prediabetes. *J Clin Endocrinol*. 2007;92(1).
82. Mark AL. Weight reduction for treatment of obesity-associated hypertension: nuances and challenges. *Curr hypertens Rep*. 2007;(5), 368-372.
83. Singh RB, Niaz MA, Bishnoi I, Singh U, Begum R, Rastogi SS. Effect of low energy diet and weight loss on major risk factors, central obesity and associated disturbances in patients with essential hypertension. *J Hum Hypertens*. 1995;9(5), 355-362
84. Mertens IL, Gaal LF. Overweight, obesity, and blood pressure: the effects of modest weight reduction. *Obesity*. 2000;8(3), 270-278.

85. López-Sendón J, de Sá EL. Reducción de la frecuencia cardiaca. Otras oportunidades terapéuticas. Rev Esp Cardiol Suplementos. 2007;7(4), 53D-57D.
86. Dattilo AM, Kris-Etherton PM. Effects of weight reduction on blood lipids and lipoproteins: a meta-analysis. Am J Clin Nutr. 1992;56(2), 320-328.



## 8. RESUMEN

---

Título: Efectos del ejercicio físico y la dieta sobre el riesgo cardiovascular y el peso en sujetos con sobrepeso y obesidad.

El sobrepeso y la obesidad se relacionan con mayor morbimortalidad asociadas a enfermedades cardiometabólicas. En España la prevalencia es del 39,4% y del 22,9% respectivamente. El tratamiento recomendado combina ejercicio físico (EF) aeróbico y dieta restrictiva. El ejercicio físico interválico de alta intensidad (EFI) se recomienda más que el ejercicio físico continuo (EFC) de moderada intensidad. Ambos disminuyen el peso y mejoran los factores de riesgo cardiovasculares (FRCV), pero el EFI disminuye el peso en menos tiempo y la sensación de cansancio es menor en el sujeto que lo practica.

Objetivo: conocer los efectos sobre la reducción del peso, el IMC, la presión arterial sistólica (TAS), diastólica (TAD), la frecuencia cardíaca de reposo (FCr), el HDL, LDL, los triglicéridos (TG) y la glucemia en ayunas, del EFI y del EFC ambos de moderada intensidad más una dieta restrictiva de 1300 a 1400 calorías, en pacientes con sobrepeso y obesidad.

Métodos: 160 sujetos diagnosticados de sobrepeso y obesidad fueron aleatorizados en tres grupos; control n=61, sin tratamiento; grupo EFC n=56, entrenaron durante 12 semanas, 4 sesiones semanales: 32 minutos en cicloergómetro, iniciando al 60% del VO<sub>2</sub>MAX y aumentando 10% cada 4 semanas. Y grupo EFI n=43, que realizó intervalos, 4x4 (máximo al 60% y descanso activo 60% VO<sub>2</sub>MAX- 20 watos) y mismo incremento cada 4 semanas.

Resultados: el grupo control no mostró cambios. El grupo EFC disminuyó el peso ( $p=0,014$ ), el IMC, el VO<sub>2</sub>MAX, la TAS, la TAD, la FCr, el LDL, los TG y la glucemia en ayunas con una ( $p=0,000$ ), y no aumentó el HDL en 12 semanas de intervención. EL grupo EFI mejoró en todas las variables ( $p<0,05$ ), excepto el HDL y los TG en las 12 semanas.

En conclusión tanto el EFC como el EFI disminuyen el peso, el IMC y los FRCV pero el el EFI disminuyen el peso en menos tiempo.

Palabras clave: ejercicio físico aeróbico, factores de riesgo cardiovasculares, obesidad, intensidad moderada.

---

Title: Effects of exercise and diet on cardiovascular risk and weight on overweight and obese subjects.

Overweight and obesity are associated with an increased morbimortality related to cardiometabolic diseases. In Spain the prevalence is of 39,4% and 22,9% respectively. The recommended treatment combines physical exercise (PE) aerobic and restrictive diet. The high intensity interval exercise (HIIE) is recommended rather than the continuous physical exercise (CPE) of moderate intensity. Both decrease weight and improve cardiovascular risk factors (CVRF), but HIIE decreases weight in less time and the feeling of tiredness is lower for the subject in practice.

Objective: understand the effects on weight reduction, BMI, systolic blood pressure (SBP) diastolic (DBP) resting heart rate (RHR) HDL, LDL, triglycerides (TG) and fasting glycemia, the HIIE and CPE both with moderated intensity over a restrictive diet of 1300-1400 calories on overweight and obese patients.

Method: 160 subjects diagnosed of overweight and obesity were randomized into three groups; control n=61, without treatment, group CPE n=56, trained during 12 weeks, 4 sessions weekly: 32 minutes on cycle ergometer, starting at 60% VO<sub>2</sub>MAX and increasing 10% every 4 weeks. Group HIIE n=43, which conducted intervals, 4x4, (maximum at 60% and active rest 60% VO<sub>2</sub>MAX – 20 watts) and same increase every 4 weeks.

Results: The control group showed no changes. The CPE group decreased weight ( $p=0.014$ ) BMI, SBP, DBP, the RHR, LDL, TG, fasting glycemia, and increased VO<sub>2</sub>MAX with one ( $p=0.000$ ). No increase in HDL. The HIIE group improved in all the variables except HDL and TG.

In conclusion both CPE and HIIE decrease weight, BMI and cardiovascular risk factors. Nevertheless HIIE reduces weight in less time.

KEY WORDS: aerobic exercise, cardiovascular risk factors, obesity, moderate intensity.

## 9. ANEXOS

---

### **Anexo I. Consentimiento informado**

#### **¿Qué es el sobrepeso y la obesidad?**

El sobrepeso y la obesidad se definen por el IMC que es una fórmula matemática ( $IMC=kg/m^2$ ) y cuyos valores son:

Sobrepeso IMC entre 25.0 a 29.9  $kg/m^2$

Obesidad IMC entre 30 a 40  $kg/m^2$

Obesidad mórbida  $>40 kg/m^2$

#### **¿Qué implicaciones tiene sobre mi salud?**

Presentar sobrepeso u obesidad se relaciona con mayor morbilidad y mortalidad asociada a enfermedades cardiometabólicas, básicamente porque existe una clara asociación entre el sobrepeso y la obesidad con los FRCV (aumento de la tensión arterial sistólica, diastólica, descenso del HDL, y aumento del LDL, los triglicéridos y la glucemia basal).

#### **¿Por qué se lleva a cabo el estudio?**

Una de las mejores formas de luchar contra el sobrepeso y la obesidad es combinando ejercicio físico y dieta. Actualmente está claro que el ejercicio físico de tipo continuo y de intensidad moderada es eficaz para disminuir el peso y mejorar los FRCV, al igual que el ejercicio físico interválico de alta intensidad, pero no se ha comprobado si el ejercicio físico interválico de moderada intensidad produce los mismos efectos.

#### **¿Cómo se participa en el estudio?**

Si decide participar en el estudio será evaluado por un equipo multidisciplinar y especializado en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad compuesto por endocrino, nutricionista, cardióloga y fisioterapeuta. El tratamiento consistirá en dieta restrictiva y programa de ejercicio físico con una duración de 3 meses. El estudio comprende evaluación antes de iniciar el mismo, controles mensuales por la nutricionista, sesiones de ejercicio

---

físico dirigidas y controladas por fisioterapeuta y evaluación final para comprobar si se han alcanzado los objetivos.

### **¿Qué beneficios aporta el estudio a la sociedad?**

Muchas de las personas que presentan sobrepeso y obesidad buscan perder peso por medio de dieta y ejercicio físico, este estudio pretende mejorar la prescripción del ejercicio físico para este sector de la población.

### **¿Quién tendrá acceso a mis datos?**

Sus datos estarán protegidos según la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, y solo tendrán acceso a los mismos el equipo sanitario que le evaluará y controlará durante la investigación.

### **¿Tiene algún coste el tratamiento?**

Si. En concepto de matrícula se deberán abonar 250 euros, los cuales cubren todas las visitas que deben realizarse antes de iniciar el programa y las pruebas pertinentes.

Durante la realización del programa se deberán abonar 3 mensualidades (120 euros cada mes), las mensualidades cubren los gastos generados de las 48 sesiones que se realizan durante los 3 meses del estudio, 3 analíticas, 3 controles por la nutricionista y las pruebas de necesarias a realizar al final del estudio.

### **¿Quién puede participar en el estudio?**

Todo sujeto mayor de edad que de forma voluntaria firme el consentimiento informado y no cumpla los criterios de exclusión.

### **¿Quiénes no pueden participar en el estudio?**

Los sujetos que cumplan los siguientes criterios de exclusión:

1. Practicar algún deporte o actividad física en los últimos 6 meses. Por actividad física se entiende cualquier actividad añadida a sus tareas diarias, como por ejemplo salir a caminar, ir a nadar, salidas de trekking, etc.
2. Haber realizado alguna dieta en los últimos 6 meses o querer realizar alguna dieta diferente a la pautada por nuestra nutricionista.



3. Presentar alguna de las siguientes patologías; ictus, enfermedad cardiaca, diabetes, haberse sometido a alguna operación en los últimos 6 meses o tomar medicación relacionada con alguna de las patologías descritas.

Puede ampliar la información, consultar dudas que le surjan y revocar el consentimiento informado en el momento que considere oportuno.

He sido informado de los posibles beneficios del programa sobre mi salud y bienestar así como de los posibles efectos contraproducentes.

OTORGO mi CONSENTIMIENTO y de forma voluntaria participo en la investigación

Fdo. D/Dña:-\_\_\_\_\_ Palma de Mallorca, a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ 2009

---

- Importante:

Si usted está interesado en realizar ejercicio físico y cumple los criterios de exclusión, o por cualquier otro motivo no quiere realizar este programa, disponemos de otras alternativas terapéuticas siempre desde el enfoque de la actividad física para la salud. Le animamos a que pregunte.

En el anexo II se presenta el díptico informativo que se les entregaba a los sujetos interesados en el programa.

## Anexo II. Propaganda y coste del programa

# CONCEPTO E F O

Los pilares básicos de un estilo de vida saludable son una correcta alimentación y ejercicio físico adecuado, ambas dirigidas por expertos conducen a hábitos saludables que permiten mejorar las condiciones físicas, psíquicas y de calidad de vida.

En **FIDOK** nuestro equipo multidisciplinar trabaja para conseguir tu objetivo:

**PERDER PESO  
DE FORMA  
CONTROLADA  
PAUTADA  
INDIVIDUALIZADA**

Disponemos de unas instalaciones pensadas exclusivamente para tí, y de una forma de trabajar nueva y diferente.

**Matrícula: 250 € / incluye:**

- 1ª y 2ª visita con Endocrino.
- 1ª visita con Dietista.
- 1ª visita con Cardiólogo o Médico Deportivo.
- 1ª visita con Fisioterapeuta Cardio-Pulmonar:
- Ergometría.
- Análisis Sanguíneo.

**Mensualidad: 120 € / incluye:**

- 1 control con Dietista.
- 1 sesión de educación nutricional, en grupo, guiada y controlada por Dietista.
- 4 sesiones de ejercicio físico pautado y controlado por Fisioterapeuta Cardio-Pulmonar; a la semana.

El reentrenamiento **E F O** tiene una duración de 6 meses. El tercer y sexto mes se harán análisis sanguíneos de control. Los grupos están formados por 5 personas.

**CUADRO MÉDICO**

<b>Endocrino</b>	<b>Dietista</b>
José Moreiro Nº col. 2.068	Begoña Alonso
<b>Cardiología</b>	<b>Medicina Deportiva</b>
Josefina Gutiérrez Nº col. 3.366	Eduardo Ribot Nº col. 7.216
<b>Fisioterapeutas Cardio-Pulmonares</b>	
Elisa De Llano Nº col. 361	Andrés Sánchez Nº col. 366

Como puede apreciarse el programa sufrió dos modificaciones, la primera es que no se realizaron las sesiones de educación nutricional grupales, y la segunda es que la duración del programa fue de 3 meses en lugar de 6 como al principio estaba pensado. La primera modificación fue porque el precio se incrementaba y la segunda porque se dudaba de la adhesión al programa durante 6 meses teniendo en cuenta que la cuota mensual era de 120 euros.

### Anexo III. Cuestionario semicuantitativo de frecuencia semanal de consumo de alimentos

A. Café (tazas de 100 ml)	P. Pescado
1. Solo	1. Blanco (raciones 150 gramos)
2. Con leche	2. Azul (raciones 150 gramos)
3. Con leche desnatada	3. En aceite (raciones 80 gramos)
B. Leche (vasos de 200 ml)	Q. Carne
1. Entera	1. Vacuno (raciones 160 gramos)
2. Desnatada	2. Cordero (raciones 160 gramos)
3. Semicuantitativa	3. Cerdo (raciones 160 gramos)
C. Cacao (cucharada 5 gramos)	4. Pollo (raciones 160 gramos)
D. Yogurt (125 ml)	5. Conejo (raciones 160 gramos)
1. entero	6. Sesos (raciones 100 gramos)
2. Desnatado	7. Vísceras (raciones 160 gramos)
E. Mantequilla (porción)	8. Hamburguesas (raciones 100 gramos)
F. Margarina (porción)	9. Salchichas (raciones 30 gramos)
G. Zumos futas (vasos de 200 ml)	10. Callos (raciones 100 gramos)
H. Bollería comercial	R. Fiambre
1. Bollos	1. Jamón (raciones 50 gramos)
2. Magdalenas	2. Chorizo (raciones 50 gramos)
3. Galletas	3. Salchichón (raciones 50 gramos)
4. Churros	4. Jamón York (raciones 50 gramos)
5. Pasteles	S. Fritos
I. Chocolate (onzas 21 gramos)	1. Croquetas (6 unidades)
J. Edulcorantes	2. Empanadillas (4 unidades)
1. Azúcar (cucharadas 5 gramos)	T. Queso
2. Otro edulcorante	1. Viejo (100 gramos)
K. Verduras (raciones 200 gramos aprovechables)	2. Frescco (100 gramos)
L. Legumbres (raciones 80 gramos aprovechables)	V. Fruta
M. Ensaladas (raciones 150 gramos aprovechables)	1. Fresca (piezas)
N. Pastas (raciones 50 gramos aprovechables)	2. Frutos secos (100 gramso)
Ñ. Arroz (raciones 50 gramos aprovechables)	3. Aceitunas (50 gramos)
O. Patatas	W. Pan (unidades de 120 gramos)
1. Cocidas (raciones 100 gramos)	X. Helados (unidades)
2. Fritas (raciones 250 gramos)	Y. Refrescos (vasos de 200 ml)
	Z. Grasa
	1. Aceite (ml/semana)
	2. Grasa animal (gramos/semana)
	3. Mahonesa (gramos/semana)
	Tipo de aceite

Tomado de Giménez et al.<sup>1</sup>. Se consideró este cuestionario, por dos motivos principales, el primero porque se utilizó en el ámbito de la atención primaria y está validado, y el segundo porque se realizó en España.

#### Anexo IV. Indicaciones a seguir el día de la toma de tensión arterial<sup>70</sup>

Desde una hora antes de la medición se debe evitar ejercicio, café, tabaco, y en general, cualquier comida o bebida.

Orinar previamente antes de la toma de tensión.

Reposar sentado cinco minutos como mínimo antes de la toma (esto será en la consulta).

#### Anexo V. Técnica de medida de la tensión arterial<sup>70</sup>

	<p>Localizar la <i>arteria braquial</i> por palpación a lo largo de la cara interna del brazo.</p>
	<p>Colocar el <i>manguito</i> de forma que la cámara se sitúe encima del latido arterial; después, ajustarlo cuidadosamente. El borde inferior, suele tener indicado la señal que coincida con la <i>arteria braquial</i> y debe estar 2-3 cm por encima de la fosa antecubital</p>
	<p>Colocar el <i>fonendo</i> con la membrana encima de la <i>arteria</i>, sin presionar excesivamente. Nunca se debe introducir el fonendoscopio por debajo del <i>manguito</i>.</p> <p><i>Insuflar el manguito</i> rápidamente hasta alcanzar una presión de 20 mmHg por encima de la sistólica, lo que se reconoce por la desaparición del pulso radial. Desinflar el <i>manguito</i> a 2 mmHg por segundo. Registrar la fase I (aparición de los ruidos) y la fase V de Korotkoff (desaparición completa de los</p>

## Anexo VI. Factores de conversión y equivalencias

- Factores de conversión, Tomado de Kelley et al.<sup>76</sup>

En el texto aparecen mmol/L o mg/dl indistintamente, a continuación se expone el factor de conversión empleado para intercambiar dichas unidades. Aclaremos que cuando se pretende pasar de mmol/L a mg/dl se debe multiplicar la medida por el factor, si queremos hacer lo contrario debemos dividir.

VARIABLE	FACTOR DE CONVERSIÓN
HDL o LDL	38,46
TG	18,02
GUCEMIA EN AYUNAS	87,72

- Equivalencias, tomado de Wilmore et al.<sup>10</sup>

Masa y peso; 1 libra= 453,6 gramos= 0,454 kg

Potencia; 1 watio= 6,118 kg/ml/min (VO2MAX)