



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

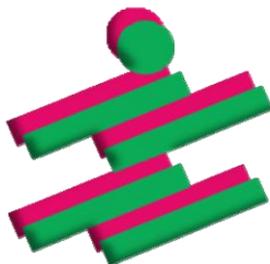
---

## GRADO EN FISIOTERAPIA

**“EFECTOS DEL EJERCICIO TERAPÉUTICO EN ADULTOS CON  
SÍNDROME DE DOWN”**

**“EFFECTS OF THERAPEUTIC EXERCISE IN ADULTS WITH DOWN SYNDROME”**

**“EFECTOS DO EXERCICIO TERAPÉUTICO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE DOWN”**



**FACULTAD DE FISIOTERAPIA**

**ALUMNO: NOELIA TAÍN GARCÍA**

**DNI: 45.909.486 Z**

**TUTOR: LIDIA CARBALLO COSTA**

**CONVOCATORIA: JUNIO 2016**

# Índice:

---

1. Resumen:	4
1.1. Castellano:	4
1.2. Inglés:	5
1.3. Galego:	6
2. Introducción:	7
2.1. Tipo de trabajo:	7
2.2. Motivación personal:	7
3. Contextualización:	7
3.1. Antecedentes:	7
3.1.1. Síndrome de Down:	7
3.1.2. Epidemiología:	8
3.1.3. Etiología/factores de riesgo:	8
3.1.4. Diagnóstico:	9
3.1.5. Manifestaciones clínicas:	10
3.1. Justificación del trabajo:	16
4. Objetivos:	16
4.1. Pregunta de investigación:	16
4.2. Objetivos:	17
4.2.5. General:	17
4.2.6. Específicos:	17
5. Metodología:	17
5.1. Fecha de revisión y bases de datos:	17
5.2. Criterios de selección:	17
5.3. Justificación de los criterios de selección:	18
5.4. Estrategia de búsqueda:	18
5.4.5. Pubmed:	19
5.4.6. Scopus:	20

5.4.7. PEDro:	21
5.4.8. SPORTDiscus:	21
5.4.9. Web of Science:	21
5.5. Gestión de bibliografía localizada:	22
5.6. Selección de artículos:	22
5.7. Variables de estudio:	23
5.8. Niveles de evidencia:	26
6. Resultados:	26
7. Discusión:	32
8. Conclusiones:	35
9. Bibliografía:	36
10. Anexos:	38

## Índice de tablas:

---

Tabla 1: Manifestaciones Clínicas y su frecuencia según Juan Perera	10
Tabla 2: Palabras empleadas en la búsqueda	19
Tabla 3: Síntesis de las variables de estudio	24
Tabla 4: Niveles de evidencia según la Escala PEDro	26
Tabla 5: Clasificación de los resultados	27

## Índice de ilustraciones:

---

Ilustración 1: Proceso de selección de artículos	23
--	----

# Índice de acrónimos/abreviaturas:

<b>Acrónimo/abreviatura</b>	<b>Significado</b>
<b>8OHdG</b>	8-hidroxideoxiguanosina
<b>CAT</b>	Entrenamiento continuo aeróbico
<b>ECA</b>	Ensayo controlado aleatorizado
<b>ELISA</b>	Kit de ensayo comercial de inmunoabsorción ligado a encimas
<b>FC</b>	Frecuencia cardíaca
<b>FRAP</b>	Ferric-reducing ability of plasma
<b>HLPC</b>	Cromatografía líquida de alta resolución con detección fluorométrica
<b>ICC</b>	Índice cintura-cadera
<b>IgA</b>	Inmunoglobulina A
<b>IL-6</b>	Interleukina 6
<b>IMC</b>	Índice de masa corporal
<b>IT</b>	Entrenamiento interválico
<b>MDA</b>	Malondialdehido
<b>MMII</b>	Miembros inferiores
<b>PIO</b>	Paciente, intervención, resultado
<b>SD</b>	Síndrome de Down
<b>TGUG</b>	The timed get up and go test
<b>TNF (-<math>\alpha</math>)</b>	Factor de necrosis tumoral alfa
<b>VO<sub>2</sub>máx.</b>	Consumo máximo de oxígeno

## **1. Resumen:**

### **1.1. Castellano:**

#### **Objetivo:**

Identificar los principales efectos que el ejercicio terapéutico produce en personas adultas con Síndrome de Down.

#### **Metodología:**

Para la realización de esta revisión bibliográfica se ha llevado a cabo una búsqueda en las bases de datos Pubmed, PEDro, Web of Science, Scopus y SPORTDiscus durante los meses de abril y mayo de 2016. Los criterios de inclusión para la selección de los artículos fueron los siguientes: estudios publicados en los últimos 5 años y en inglés, español o portugués, que abarcasen la temática propuesta, que fuesen ensayos controlados aleatorizados y que se hubiesen realizado sobre adultos.

#### **Resultados:**

Después de realizar la búsqueda y aplicar los criterios de exclusión, se incluyeron en la presente revisión 8 ensayos controlados aleatorizados, de los cuales 5 realizaban un entrenamiento aeróbico y 3 un entrenamiento de fuerza. En los artículos revisados se han analizado parámetros relacionados con la obesidad y la inflamación, principalmente, observándose una mejoría significativa en ellos tras la realización de ejercicio.

#### **Conclusiones:**

Tras analizar los estudios incluidos en esta revisión, se ha visto que el ejercicio terapéutico tiene una gran cantidad de efectos beneficiosos para los adultos con Síndrome de Down, entre los que se encuentran: una disminución de los parámetros antropométricos y relacionados con la obesidad, una disminución de la inflamación sistémica de bajo grado en las personas con exceso de peso, un aumento de la fuerza y una mejoría en la realización de tareas funcionales.

#### **Palabras clave:**

Síndrome de Down, ejercicio, adultos.

## **1.2. Inglés:**

### **Objective:**

The main objective is to identify the principal effects that therapeutic exercise produces in adult people with Down Syndrome.

### **Methods:**

This literature review was carried out a search in the databases PubMed, PEDro, Web of Science, Scopus and SPORTDiscus during the months of April and May, 2016. Inclusion criteria for the selection of the articles were the following ones: studies published in the last 5 years and in English, Spanish or Portuguese, that were including the proposed subject matter, which were randomized controlled trials that had been realized on adults.

### **Outcomes:**

After carried out the search and applying the exclusion criteria, there were included in this review 8 randomized controlled trials, of which 5 were about aerobic training and 3 were about resistance training. In the reviewed articles have been analyzed parameters related to obesity and inflammation mainly observed a significant improvement in them after performing exercise.

### **Conclusions:**

After analyzing the studies included in this review, it has been shown that exercise therapy has a lot of beneficial effects for adults with Down Syndrome, among which are: a decrease of anthropometric parameters and relates to obesity, a decrease of systemic low-grade inflammation in people with overweight, an increase of the strength and improvement in the fulfillment of functional tasks.

### **Keywords:**

Down Syndrome, exercise, adults.

### **1.3. Galego:**

#### **Obxectivo:**

Identificar os principais efectos que o exercicio terapéutico produce nas persoas adultas con Síndrome de Down.

#### **Metodoloxía:**

Para a realización desta revisión bibliográfica levouse a cabo unha busca nas bases de datos Pubmed, PEDro, Web of Science, Scopus e SPORDiscus durante os meses de abril e maio do 2016. Os criterios de inclusión para a selección dos artigos foron os seguintes: estudos publicados nos últimos cinco anos e en inglés, español ou portugués, que abarcasen a temática proposta, que fosen ensaios controlados aleatorizados e que se realizasen sobre persoas adultas.

#### **Resultados:**

Despois de realizar a busca e aplicar os criterios de exclusión, incluíronse na presente revisión oito ensaios controlados aleatorizados, dos cales 5 realizaron un adestramento aerobio e 3 un adestramento de forza. Nos artigos revisados analizáronse parámetros relacionados principalmente coa obesidade e a inflamación, observándose unha melloría significativa neles tras a realización de exercicio.

#### **Conclusións:**

Tras analizar os resultados incluídos nesta revisión, viuse que o exercicio terapéutico ten unha gran cantidade de efectos beneficiosos para os adultos con Síndrome de Down, entre os cales se atopan: unha diminución dos parámetros antropométricos e relacionados coa obesidade, unha diminución da inflamación sistémica de baixo grao nas persoas con exceso de peso, un aumento da forza e unha melloría na realización de tarefas funcionais.

#### **Palabras chave:**

Síndrome de Down, exercicio, adultos.

## **2. Introducción:**

### **2.1. Tipo de trabajo:**

Este trabajo es una revisión bibliográfica.

### **2.2. Motivación personal:**

La elección de esta temática surge de la curiosidad por indagar sobre el tratamiento de fisioterapia para las personas adultas con Síndrome de Down (SD). Esto se debe a que personalmente, antes de que en una asignatura del grado de Fisioterapia (Fisioterapia en las discapacidades neurológicas y de la vejez) se nombrase esta patología, desconocía el tratamiento y los beneficios que podían obtener de la fisioterapia este tipo de personas. No obstante, en esta asignatura se enfocaba esta patología en el bloque de enfermedades pediátricas. Por ese motivo preferí centrar este trabajo en los adultos, puesto que hasta este momento solo conocía el tratamiento que se puede realizar en niños con Síndrome de Down, y me despertaba curiosidad saber si con el paso de los años, en las personas (ya adultas) con SD<sup>a</sup>, la fisioterapia seguiría siendo un tratamiento posible a realizar en ellos y qué beneficio o beneficios se podrían conseguir.

## **3. Contextualización:**

### **3.1. Antecedentes:**

#### **3.1.1. Síndrome de Down:**

El Síndrome de Down, conocido también como trisomía 21, fue definido por John Langson Down en 1886 (sin poder determinar su causa (1)), mientras que la anomalía cromosómica (causante de alteraciones del desarrollo y funcionamiento de diversos órganos) fue identificada por Jérôme Lejeune y colaboradores en 1959 (2), que contaron 47 cromosomas en las células de 9 niños. Este importante descubrimiento promovió notables cambios en lo que se sabía sobre el síndrome, y llevó al diagnóstico positivo mediante el análisis del cariotipo. Hasta entonces, el diagnóstico se había basado en la constelación de rasgos físicos descrita por Down. Los 47

---

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

cromosomas hallados por Lejeune y colaboradores, sugirieron la presencia de un cromosoma 21 extra (3).

Actualmente, podemos definir el SD<sup>a</sup> como un complejo desorden genético y metabólico atribuido mayoritariamente a la presencia de tres copias del cromosoma 21 (4), en lugar de los dos que existen habitualmente (1). Cabe decir que es la principal causa genética conocida de discapacidad intelectual (2, 5) y cursa con alteraciones de tipo morfológico, bioquímico y funcional que se producen en diversos órganos, especialmente en el cerebro, durante distintas etapas de la vida (5).

### **3.1.2. Epidemiología:**

El SD es uno de los síndromes congénitos más frecuentes; es el trastorno cromosómico de mayor preponderancia y también la causa reconocida más frecuente de discapacidad intelectual (1, 2, 5, 6), de hecho, se calcula que entre el 30 y el 40% de las personas con discapacidad intelectual tienen SD (1). Se produce aproximadamente en 1 de cada 700 nacimientos y en todos los grupos étnicos y países (1, 6). Otros autores revelan cifras de prevalencia de 1-1.5 de cada 1000 nacidos vivos (2, 7). Se estima que en España viven unas 34000 personas con SD, y un total de seis millones en el mundo (1). Es ligeramente mayor el número de niños que de niñas que nacen con SD, pero esta diferencia es pequeña. El motivo de este ligero predominio en los varones es desconocido (6).

Cabe decir también que es la única alteración genética en la que la esperanza de vida se ha doblado en los últimos 30 años (2), ya que actualmente ronda los 60-65 años (1, 8).

### **3.1.3. Etiología/factores de riesgo:**

El SD se produce de forma espontánea, sin que exista una causa aparente sobre la que se pueda actuar para impedirlo (1). Únicamente se ha demostrado un factor de riesgo: la edad materna, especialmente cuando la madre supera los 35 años (1, 7). No obstante, es erróneo pensar que los niños con SD sólo nacen de las mujeres de edad avanzada (6). El cromosoma extra que poseen estas personas procede de la madre en un 85-90% de los casos, y es debido a una segregación de un cromosoma anormal, donde los folatos y los polimorfismos del gen de la enzima reductasa del metylenetetrahydrofolate (MTFHFR) pueden ser factores de riesgo maternos para

---

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

SD<sup>a</sup> (4). De manera muy excepcional (1% de los casos) se produce por herencia de los progenitores (1).

#### **3.1.4. Diagnóstico:**

Antiguamente, el diagnóstico se conocía en el momento del nacimiento o poco después. En la mayoría de los casos el médico realizaba el diagnóstico con bastante seguridad basándose en el aspecto del niño, no obstante, se debería esperar el resultado de una prueba cromosómica antes de estar seguro (6). Los avances relacionados con el acceso al feto “in útero” mediante tecnologías para la detección prenatal de anomalías fetales y enfermedades genéticas, han hecho posible el diagnóstico del SD mucho antes de que nazca el niño (7).

Los primeros intentos de emplear las células del líquido amniótico en el diagnóstico genético se llevaron a cabo para conocer el sexo del feto en los embarazos con riesgo de enfermedades ligadas al cromosoma X. Sin embargo, no fue hasta mediados de los años 70 cuando se pudieron cultivar con éxito las células amnióticas para realizar análisis citogenéticos (7). Poco después, se difundió rápidamente el uso de la amniocentesis para el diagnóstico de trastornos genéticos durante el segundo trimestre de embarazo, después de que las primeras series pusieran de manifiesto su relativa inocuidad y precisión para el diagnóstico genético prenatal (7, 9).

Otro hito adicional en el desarrollo del diagnóstico prenatal ha sido la introducción de la tecnología ecográfica en la obstetricia moderna, especialmente la de alta resolución en tiempo real con mejoría de la definición de las imágenes, lo que ha permitido que el acceso a las células fetales en el ambiente intrauterino sea más seguro para el feto y la madre (7). Posteriormente, en los años 80, nuevos avances analíticos y técnicos hicieron posible anticipar el diagnóstico fetal hasta el primer trimestre al obtener células de la placenta, con lo que se evitó entrar en la cavidad amniótica (biopsia corial bajo guía ecográfica) (7, 9).

Estos métodos diagnósticos, aunque están considerados inocuos y muy precisos, no están exentos de riesgo de pérdida del embarazo (7).

Además de los métodos ya citados, actualmente, en casos excepcionales podría realizarse una cordocentesis. Esta prueba consiste en la punción del cordón umbilical a través de la pared abdominal de la madre para la obtención de sangre fetal que, en el caso del SD, sería para el estudio del cariotipo fetal. Se utiliza cuando no es posible

---

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

realizar los otros métodos o los resultados son dudosos y es preciso un análisis fetal directo. No obstante, el riesgo de pérdida fetal es alto (3%) (9).

### 3.1.5. Manifestaciones clínicas:

Se han descrito hasta 120 características en el SD<sup>a</sup>. Muchos niños no tienen más de 6 o 7 de ellas. No obstante, existe un rasgo que está presente en todos los individuos con SD, y es la discapacidad intelectual (6).

En la Tabla 1 se reflejan las frecuencias determinadas por Juan Perera en 1995 (5) para algunas de las manifestaciones clínicas que pueden presentar las personas con SD, posteriormente, se irán describiendo todas las manifestaciones que se han encontrado en la bibliografía consultada.

**Tabla 1: Manifestaciones Clínicas y su frecuencia según Juan Perera**

Manifestación clínica	Frecuencia
Comisuras bucales dirigidas hacia abajo	84%
Braquicefalia (raramente microcefalia)	80%
Diástasis de los músculos rectos del abdomen	76-87%
Manchas de Brushfield	75%
Aplanamiento del puente nasal	57.4-86.7%
Lengua anormalmente grande	57%
Clinodactilia o braquiclinodactilia	50%
Un solo surco palmar	42-64%
Manos y pies anchos y achaparrados	33%
Superposición o plegamiento del hélix	28-78%
Orejas de menor tamaño	28%
Caja torácica acortada, ya que en algunos casos hay 11 costillas en vez de 12	26% mujeres y 16% hombres
Pliegues epicántricos	25-80%

- **Aspecto físico:** algunas características físicas de las personas con SD cambian con el paso del tiempo (5).
  - Cara: cara redonda (6) y aplanada (2, 6), boca pequeña (2, 6), lengua grande (6), nariz pequeña (5), puente nasal plano (2, 5), orejas pequeñas (2) y con superposición del hélix (5), ventanas nasales estrechas y en anteversión (5), frecuentes desviaciones del tabique

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

nasal (5), prominencia del antehélix (5), orejas salientes (5) e hipertrofia papilar (5).

- Ojos: ojos almendrados (2), estrabismo (2), ojos inclinados hacia arriba (6), pliegue epicántico (pliegue de piel que se extiende verticalmente entre la comisura interior del ojo y el puente de la nariz) (5, 6) y puntos de Brushfield (pequeños puntos blancos o amarillo claro en torno al arco del iris) (6).
- Boca y cavidad bucal: protusión de la lengua (2), lengua fisurada (5) y anomalías dentarias (5).
- Extremidades superiores: pequeñas/cortas (2, 5), manos anchas (2, 6), las manos presentan displasia de la falange media del quinto dedo y con un único pliegue transversal palmar (2, 5, 6) y clinodactilia (6).
- Extremidades inferiores: pequeñas/cortas (2, 5), pies anchos (2) y amplio espacio interdigital entre el primero y el segundo dedos de los pies (2, 6).
- Tronco: cuello corto (2, 5, 6) y ancho (5, 6), exceso de piel en la parte posterior del cuello que generalmente se reabsorbe cuando crecen (6), (5) y abdomen distendido y protuberante (5).
- General: corta estatura (2), hiperextensibilidad articular (2), parte posterior de la cabeza ligeramente achatada (braquicefalia) (5, 6), cráneo pequeño (5) y conductos auditivos estrechos y anomalías en el oído medio (5).

- **Sistema neuro-musculo-esquelético/problemas ortopédicos:**

Hay algunos rasgos importantes del sistema físico que son distintivos del SD<sup>a</sup> y que repercuten en el desarrollo de la competencia motora. Las personas con SD tienen un promedio de estatura que está bastante por debajo del que corresponde a su grupo de edad y se considera que su corta estatura refleja poca longitud de las piernas. No obstante, también la longitud de los brazos y los dedos es menor, por lo que estas proporciones corporales deben ser tenidas en cuenta por sus posibles efectos sobre la fuerza, la postura, la locomoción y la manipulación (3). Nos encontramos también una persistencia de reflejos primitivos (3), hipotonía muscular generalizada (3, 6) y excesiva flexibilidad articular (3). La inestabilidad en la articulación atloaxoidea (presente en el 9-22% de los niños y adultos con SD) es potencialmente el más grave de estos problemas, pues puede ocasionar un daño en la

---

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

médula espinal (3). El pie plano, el genu valgum y la inestabilidad rotuliana son las principales causas de problemas en la deambulación, e incluso de problemas como la escoliosis (7).

- **Problemas cardíacos:**

La relación entre cardiopatía congénita y SD<sup>a</sup> fue establecida desde las primeras descripciones del síndrome, suponiendo una de las causas más frecuentes de mortalidad precoz. Actualmente tiene una incidencia en los nacidos con SD del 35-50% (3, 7, 9) Los niños afectados presentan síntomas a edades tempranas, desarrollan hipertensión arterial pulmonar, cardiomegalia, cirrosis hepática e insuficiencia cardíaca congestiva grave (7).

Se dispone de menos datos sobre los adultos con SD, no obstante, pueden presentar problemas cardíacos de carácter no congénito, siendo portadores asintomáticos de otras cardiopatías como por ejemplo el prolapso de la válvula mitral y la insuficiencia aórtica, con una prevalencia de hasta el 70%, (7, 9) así como también dilatación ventricular, arritmias, episodios embólicos periféricos (9).

- **Patología respiratoria:**

Las infecciones respiratorias tienen más incidencia en personas con SD que en la población general y aunque ésta va disminuyendo con la edad, los adultos continúan con una incidencia de infecciones respiratorias superior al resto de la población. Esto se debe principalmente a las alteraciones inmunológicas, pero también a la obstrucción parcial de las vías respiratorias superiores secundaria a defectos anatómicos en el velo del paladar, macroglosia, hipertrofia amigdalina, laringomalacia, hipotonía e incremento de las secreciones (9).

- **Alteraciones inmunológicas:**

- Los niveles séricos de inmunoglobulina G (IgG) e inmunoglobulina A (IgA) son normales o aumentados, mientras que la inmunoglobulina M (IgM) es normal o disminuida (7).
- Presencia de autoanticuerpos y también una elevada frecuencia de trastornos autoinmunes, como trastornos tiroideos (3, 7), hepatitis crónica activa, alopecia, areata y trombopenia (7).

---

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

- La autoinmunidad refleja un desequilibrio del control inmunitario en el SD, probablemente condicionado por el defectuoso mecanismo de control de las células T (7).
- El timo es de menor tamaño, hay un déficit de timocitos, menor número de linfocitos T (7).
- Está disminuida la producción de algunas importantes citocinas y los fagocitos presentan alteración funcional, con baja capacidad quimiotática y menor producción de radicales de oxígeno (7).
- **Otros:**
  - Patología bucodental:
    - Las anomalías dentales son un problema común y a menudo su solución no es fácil (7). Malposiciones dentarias, piezas de menor tamaño, mayor separación entre las mismas y alteraciones del desarrollo cráneo-facial que condicionan en muchos casos la existencia de paladar ojival. Maloclusiones, dificultades en la masticación, caries, enfermedad periodontal, pérdida de piezas dentarias a partir de los 30 años, respiración bucal, queilitis, gingivitis y bruxismo (9).
  - Problemas dermatológicos:
    - Xerodermia, dermatitis seborreica en cuero cabelludo y cara, alopecia areata persistente, glándulas sebáceas quísticas, infecciones fúngicas y trastornos tróficos pigmentarios en extremidades inferiores (9).
  - Se han observado déficits sensoriales, pérdidas de audición y deterioros de la visión en personas con SD<sup>a</sup> (3).
  - Las cataratas son frecuentes en adultos y niños (7).
  - Los adultos con SD presentan un riesgo superior de presentar osteoporosis debido a una mayor incidencia de deficiencia de proteínas, calcio y vitamina D, inmovilización, trastornos hormonales e hipogonadismo (9).
  - El hombre es estéril (2).
  - El SD se asocia con anomalías del aparato digestivo, conlleva un mayor riesgo de leucemia (7, 2) y enfermedad de Alzheimer (2, 7, 9).
  - 36.8% epilepsia de inicio adulto (9) y 50% alteraciones conductuales (5, 9)

---

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

### **3.1.5.1. La obesidad:**

El 80% de los adultos con SD<sup>a</sup> muestran sobrepeso, y de éstos, un 39.4% tienen obesidad manifiesta, lo cual condiciona su actividad e incrementa el riesgo de padecer otros procesos patológicos o empeorar enfermedades concomitantes. La obesidad, por tanto, constituye el problema más frecuente y en ocasiones, no suficientemente valorado por la familia, que considera poco importante el aspecto físico de estas personas y no tiene en cuenta las limitaciones físicas que esto condiciona (9).

Se ha discutido mucho sobre la etiología de la obesidad en el SD y se ha relacionado con el retraso del crecimiento, con la diferente distribución de grasa, con el entorno social, con el tono muscular, con la falta de actividad física y con trastornos metabólicos y endocrinológicos. Lo cierto es que no existen estudios que demuestren una causa de mayor incidencia de obesidad en estas personas. En cualquier caso, se puede considerar que la obesidad en el SD es multifactorial, y que en muchos casos el factor genético desempeña un papel determinante (9).

Algunos autores han examinado la tendencia de niños y adultos con SD al exceso de peso, relatando que es más bien la falta de actividad (y no la ingesta excesiva de alimento) la principal causa de la obesidad (3). No obstante, el SD no es una barrera para la práctica de actividad física; la laxitud articular, los problemas cardíacos precoces, el metabolismo basal más bajo, etc. son más indicaciones que impedimentos para que estos individuos realicen ejercicio (4). La práctica desde la infancia de un ejercicio físico realizado de forma regular y tutelada resulta fundamental como complemento para la prevención y el tratamiento de la obesidad, al margen de los beneficios fisiológicos y psicológicos que genera (9).

### **3.1.5.2. La inflamación y su relación con la obesidad:**

La inflamación es fundamentalmente una respuesta de carácter protector, cuyo objetivo último es defender de la lesión celular iniciada por microorganismos, toxinas, alérgenos, etc., así como de las consecuencias de la misma y de las células y restos tisulares necróticos. No obstante, estos procesos inflamatorios y de reparación pueden llegar a ser lesivos y perjudiciales si adquieren un carácter crónico (10).

Diversos estudios han propuesto que la obesidad podría ser un desorden inflamatorio (10, 11) y se ha asumido que, en general, la inflamación es una consecuencia de la obesidad. No obstante, hay estudios que la señalan como su

---

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

causa (10). En los últimos años se ha observado que las personas obesas presentan un estado inflamatorio crónico de bajo grado como consecuencia del incremento en la masa del tejido adiposo, que lleva a un aumento en la producción de mediadores proinflamatorios (12). Este estado de inflamación crónica incrementa el riesgo de desarrollar trastornos cardiovasculares (11).

Entre los principales mediadores de la inflamación liberados por el tejido adiposo se encuentran, por ejemplo, la interleukina 6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), y hormonas secretadas por los adipocitos como la leptina, por ejemplo. Junto con el tejido adiposo, las proteínas de fase aguda de origen hepático, la proteína C reactiva o el fibrinógeno, también se han vinculado con el desarrollo de procesos inflamatorios (10). A continuación, se detalla la relación entre estos mediadores de la inflamación y la obesidad:

- Los niveles de TNF<sup>a</sup> y de IL-6<sup>b</sup> están elevados en la obesidad, y se ha demostrado una relación entre ellos y el índice de masa corporal (IMC) o la circunferencia de la cintura (10).
- Los niveles de leptina están aumentados en sujetos obesos y son proporcionales a la masa grasa corporal, lo cual se debe a su papel en la regulación del peso corporal (10).
- La proteína C reactiva se ha relacionado con la presencia de una inflamación sistémica de bajo grado presente en personas con obesidad, y se asocia con el peso y el IMC<sup>c</sup> (10).
- El fibrinógeno se ha correlacionado de forma positiva con medidas de adiposidad tales como el IMC, la circunferencia de la cintura, el índice cintura-cadera (ICC) y el porcentaje de grasa corporal (10).
- La adiponectina también se ha relacionado con el estado inflamatorio, sin embargo, muestra una asociación negativa con los factores de adiposidad (10, 11).
- El estrés oxidativo se ha propuesto como un potencial inductor del estado inflamatorio y susceptibilidad a la obesidad y patologías asociadas (10).

---

<sup>a</sup> TNF: Factor de necrosis tumoral alfa

<sup>b</sup> IL-6: Interleukina 6

<sup>c</sup> IMC: Índice de masa corporal

### **3.1. Justificación del trabajo:**

Antes de decidir centrarme en esta temática para la realización de este trabajo, hice una búsqueda bibliográfica previa, donde se ponía de manifiesto que los estudios en niños eran los más frecuentes en esta patología, lo cual me ayudó a tomar la decisión de centrarme en los adultos. No obstante, opté por no enfocar el trabajo en ningún aspecto concreto como podrían ser los beneficios sobre el equilibrio, el tono muscular o la fuerza debido a que, en esa búsqueda previa, los estudios realizados en adultos abordaban temáticas muy diversas, lo cual limitaría tener un volumen adecuado de estudios sobre un tema concreto para realizar la presente revisión.

Esta revisión intentará determinar qué beneficios se espera que obtengan las personas adultas con SD<sup>a</sup> de la fisioterapia, y más concretamente del ejercicio terapéutico. Esta temática no ha sido abordada con anterioridad de este modo, puesto que, aunque sí hay estudios sobre los beneficios del ejercicio, éstos se centran en un tipo de ejercicio en concreto (por ejemplo, el ejercicio aeróbico). No obstante, al realizar una revisión sobre el ejercicio en general, esto va a aportar posiblemente una visión más global, que incluso podría sugerir si hay alguna modalidad de ejercicio terapéutico que aporte más beneficios que otra en este tipo de personas.

## **4. Objetivos:**

### **4.1. Pregunta de investigación:**

La presente revisión bibliográfica pretende dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Qué efectos tiene el ejercicio terapéutico en personas adultas con Síndrome de Down?

Esta pregunta de investigación está planteada atendiendo a la estructura PIO<sup>b</sup>; donde el paciente es toda persona adulta con SD, la intervención será el ejercicio terapéutico, y los resultados serán los efectos que produce la intervención.

---

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

<sup>b</sup> PIO: paciente, intervención, resultado

## 4.2. Objetivos:

### 4.2.5. General:

- Conocer los efectos que el ejercicio terapéutico tiene sobre personas adultas con síndrome de Down y la evidencia que existe sobre ellos.

### 4.2.6. Específicos:

- Identificar qué tipo de intervención, en lo referente a ejercicio, es más utilizada en estos pacientes.
- Determinar qué modalidades de ejercicio son más beneficiosas para la salud de este tipo de pacientes.

## 5. Metodología:

### 5.1. Fecha de revisión y bases de datos:

Durante los meses de abril y mayo de 2016 se realizaron búsquedas bibliográficas en diferentes bases de datos para realizar una revisión de la literatura científica. Las bases de datos empleadas para ello fueron: Pubmed, PEDro, Scopus, Web of Science (WoS) y SPORTDiscus.

### 5.2. Criterios de selección:

- Tras realizar las búsquedas, los resultados obtenidos han sido seleccionados en función del cumplimiento de los siguientes **criterios de inclusión**:
  - Estudios que abarcan la temática de esta revisión, es decir, ejercicio en personas con Síndrome de Down.
  - Estudios publicados en los últimos cinco años (2011-2016)
  - Estudios publicados en inglés, portugués y español.
  - Estudios que fuesen ensayos controlados aleatorizados (ECA/RCT)
  - Estudios donde la muestra sea un grupo de personas adultas, considerando como tal aquellas personas que tengan 19 años o más.
- Por otra parte, se han descartado aquellos artículos que contengan alguno de los aspectos contemplados en los siguientes **criterios de exclusión**:
  - Estudios realizados en personas con discapacidad intelectual de forma genérica, sin especificar ni diferenciar los resultados para cada patología en concreto.

- Estudios que realizan cualquier tipo de intervención sobre el grupo control.
- Estudios que realizan otras intervenciones sobre los sujetos además de ejercicio (modificación de la alimentación, información a familiares, ...).
- Estudios realizados sobre personas sanas.
- Estudios que no estén accesibles a texto completo.

### **5.3. Justificación de los criterios de selección:**

En este apartado se aclara el motivo por el cual se han establecido algunos de los criterios de selección, puesto que, debido al reducido número de resultados obtenidos tras las búsquedas, se cree que es pertinente.

- Se han seleccionado los últimos 5 años para esta revisión debido, por una parte, a que se buscaba que el trabajo reflejase el estado actual del tratamiento de las personas con SD<sup>a</sup> mediante el ejercicio terapéutico y, por otra parte, porque hay estudios anteriores sobre el ejercicio aeróbico en estas personas.
- Se incluyeron solamente los ECA<sup>b</sup> debido a que son los estudios con mayor calidad metodológica.
- Se descartaron los estudios que realizaban alguna otra intervención, tanto sobre el grupo de intervención como sobre el grupo control debido a que, como el objetivo de este trabajo es ver los efectos del ejercicio, incluir estos estudios podría alterar los resultados sin tener la opción de determinar qué efectos tiene realmente el ejercicio.
- Se descartaron los estudios en los que se incluían a personas sanas porque debido a las alteraciones que las personas con SD presentan, aunque tengan las mismas características, los efectos del ejercicio pueden ser diferentes.

### **5.4. Estrategia de búsqueda:**

Para la realización de la búsqueda se establecen primero las palabras clave, que en este caso son: *Síndrome de Down* y *ejercicio*. A partir de aquí se han buscado tantos sinónimos como ha sido posible para cada una de las palabras clave, para así obtener el mayor número de resultados posibles en las búsquedas. No obstante, en función de cada base de datos, se ha establecido una estrategia diferente, utilizando más o menos palabras en función de lo que la base de datos permite realizar.

---

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

<sup>b</sup> ECA: Ensayo Controlado Aleatorizado

La totalidad de los sinónimos empleados para la búsqueda se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2: Palabras empleadas en la búsqueda**

Síndrome de Down	Ejercicio
Down syndrome, Down's syndrome, Downs syndrome, Mongolism, "Syndrome, down", "Syndrome, down's", "Syndrome, downs", Trisomy 21, Trisomy G	Exercise, Exercise activities, Exercise activity, Exercise intervention, Exercise interventions, Exercise movement techniques, Exercise program, Exercise programme, Exercise programmes, Exercise programs, Exercise therapy, Exercise therapies, Exercise training, Exercise, physical, Exercises, physical, Exercises, Physical activities, Physical activity, Physical exercise, Physical exercises, Physical intervention, Physical interventions, Physical fitness, Physical program, Physical programme, Physical programmes, Physical programs, Physical train, Physical training, Sport Sports, Training program, Training programme, Training programmes, Training programs, Therapeutic exercise

#### 5.4.5. Pubmed:

En esta base de datos se ha hecho en primer lugar una búsqueda para saber cuáles de los sinónimos nombrados en la Tabla 2 son términos MESH. A continuación, se realiza una búsqueda donde se une cada término MESH con el mismo término, pero buscado en lenguaje natural empleando la etiqueta [tiab]. Posteriormente, se unen en una misma ecuación de búsqueda todos los sinónimos de la palabra clave *Síndrome de Down* mediante el operador booleano *OR*, y en otra ecuación de búsqueda se hace lo mismo con los sinónimos de *ejercicio*. Una vez hecho esto, se unen ambas ecuaciones de búsqueda mediante el operador booleano *AND* y, de este modo, obtenemos la ecuación de búsqueda que hemos empleado, la cual nos devuelve 428 resultados y se adjunta en el Anexo 1.

A esta ecuación de búsqueda se le han aplicado los siguientes filtros de la propia base de datos: Randomized Controlled Trial, 5 years, English, Portuguese, Spanish, reduciéndose a 21 el número de artículos que cumplían estos criterios. Se decide no aplicar el filtro de adultos ya que podrían verse sesgados los resultados en caso de que algún artículo se realizase en personas de entre 16 y 20 años, por ejemplo. Posteriormente, se lee el título y el resumen de estos artículos para

comprobar cuántos se habían realizado sobre una muestra de adultos quedando un total de 10 artículos. En último lugar, se descartan los artículos que están repetidos en otras bases de datos y aquellos que muestran alguno de los criterios de exclusión, quedando un total de 4 artículos.

#### **5.4.6. Scopus:**

En esta base de datos hemos buscado todos los sinónimos de ambas palabras clave. La búsqueda se ha aplicado sobre el *título, el resumen y las palabras clave*, y se ha realizado la búsqueda en las áreas de *ciencias de la vida y ciencias de la salud*, puesto que al ser una base de datos multidisciplinar queremos que nos aporte resultados solamente de estas dos áreas.

Una vez establecidas estas características en la base de datos, se ha construido una ecuación de búsqueda con todos los sinónimos de la palabra clave *Síndrome de Down* unidos por el operador booleano OR, y otra ecuación de búsqueda con los sinónimos de *ejercicio* unidos también por OR. Una vez hecho esto, se han unido ambas ecuaciones mediante el operador booleano AND, obteniendo así 580 resultados. La ecuación completa de búsqueda se adjunta como Anexo 2.

Una vez establecida la ecuación final de búsqueda, se aplican los siguientes filtros propios de la base de datos:

- Años: 2011-2016
- Tipo de documento: artículo, revisión
- Fuente: revistas
- Idioma: inglés, español y portugués.

De este modo, se reduce el número de resultados a 200.

Posteriormente se lee el título de los 200 artículos y se descartan aquellos que no hablan de adultos o que el título del artículo no abarca la temática de la presente revisión. Acto seguido se leen los resúmenes de los artículos que no se han descartado, se comprueba que sean ensayos controlados aleatorizados y se descartan los que no lo son, quedando 11 artículos.

A estos 11 artículos se les aplican los criterios de exclusión y se descartan los duplicados, quedando así 2 artículos.

#### **5.4.7. PEDro:**

En esta base de datos no es posible realizar la búsqueda como en las anteriores, por lo que se ha realizado entrando en el apartado de búsqueda simple y escribiendo *Down\* Syndrome*. La base de datos nos aporta 88 resultados, y se van analizando los títulos y resúmenes para ver cuáles cumplen los criterios de inclusión y no poseen ningún criterio de exclusión, quedando únicamente 1 artículo, una vez descartados los repetidos.

#### **5.4.8. SPORTDiscus:**

Para esta base de datos no se incluyen todos los sinónimos en la búsqueda, sino que se cogen las palabras más relevantes y globales, como son:

- *Down syndrome, mongolism, trisomy 21, trisomy G.*
- *Sport, exercise, physical activity, physical exercise, therapeutic exercise*

Se realiza la búsqueda en el campo *texto completo*, y aparecen 1210 resultados.

Posteriormente, se aplican los siguientes filtros de la base de datos:

- Tipo de publicación: ensayo controlado aleatorizado
- Últimos 5 años
- Idiomas: inglés, español y portugués

Tras aplicar los filtros anteriores nos quedan 12 resultados, los cuales analizamos leyendo sus títulos y resúmenes para, de este modo, aplicar todos los criterios de inclusión y exclusión y descartar los artículos repetidos, con lo cual nos quedamos un 1 artículo procedente de esta base de datos.

#### **5.4.9. Web of Science:**

Antes de comenzar a hacer la búsqueda en esta base de datos hay que configurarla, para ello seleccionamos que busque en la *Colección principal de Web of Science*, y seleccionamos en más ajustes que busque solamente en *Science Citation Index Expanded*, ya que es una base de datos multidisciplinar y solo nos interesa buscar en este caso artículos de este apartado. Además, esta base de datos nos permite establecer el período de tiempo que queremos incluir en la búsqueda al principio de todo, con lo cual incluimos los artículos del período 2011-2016.

Haremos la búsqueda en el apartado de búsqueda básica y seleccionando el campo *Tema*. Una vez hecho esto, vamos introduciendo todos los sinónimos de *Síndrome de Down*, unidos mediante el operador booleano OR. Posteriormente hacemos lo mismo con todos los sinónimos de *ejercicio*. A continuación, juntaremos ambas búsquedas con el operador booleano AND, obteniendo de este modo 266 resultados.

Acto seguido se aplican los siguientes filtros en la base de datos:

- Tipo de documento: artículo, revisión
- Idiomas: inglés, español, portugués.

Con la aplicación de los filtros, los resultados reducen su número a 151, de los cuales leemos el título y el resumen para comprobar cuántos cumplen los criterios de inclusión y no poseen ningún criterio de exclusión.

Una vez hecho todo lo anterior y descartados los artículos repetidos vemos que finalmente no podemos incluir ningún artículo de esta base de datos.

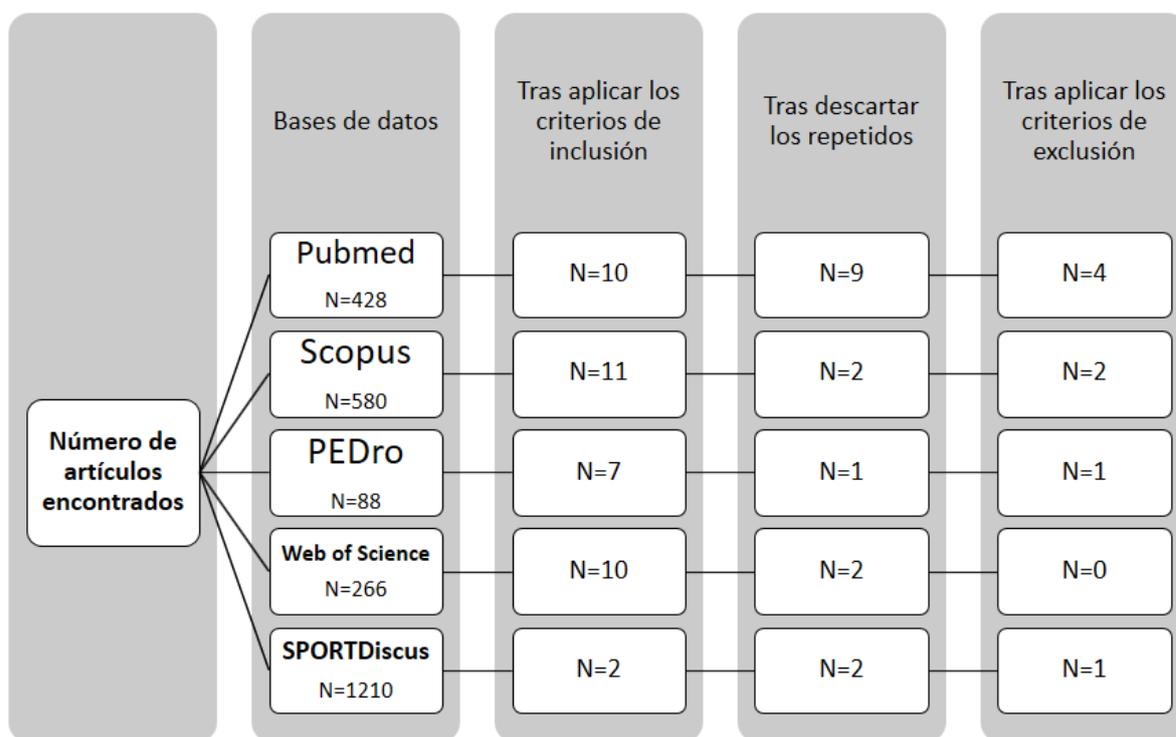
## **5.5. Gestión de bibliografía localizada:**

Una vez que tenemos todos los resultados de las 5 bases de datos utilizadas, empleamos el gestor bibliográfico Zotero para elaborar las citas y referencias de todos los resultados obtenidos en las búsquedas y organizarlas.

## **5.6. Selección de artículos:**

Una vez realizadas las búsquedas en las diferentes bases de datos y de analizar los resultados obtenidos teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión de esta revisión bibliográfica, se seleccionan un total de 8 artículos, de los cuales, 4 se extraen de Pubmed, 2 de Scopus, 1 de PEDro y 1 de SPORTDiscus, tal y como se puede ver en la Ilustración 1, donde se muestra el proceso de selección de los artículos llevado a cabo en cada una de las bases de datos empleadas.

**Ilustración 1: Proceso de selección de artículos**



En el Anexo 3, se incluye una tabla donde se recogen todos los artículos que cumplen los criterios de inclusión, y donde se puede ver los artículos repetidos y los excluidos, así como el motivo de su exclusión.

### **5.7. Variables de estudio:**

En los artículos seleccionados, se estudia una gran cantidad de variables, por ello, se especifican en la Tabla 3 todas las variables medidas, agrupadas en tres temáticas, así como las escalas, test e instrumentos que se utilizaron para su medición.

Tabla 3: Síntesis de las variables de estudio

Temática	Variable	Test/escalas/instrumentos para cuantificarlas o definir las
<b>Parámetros antropométricos y relacionados con la obesidad</b>	Circunferencia de la cadera	Cinta métrica
	Circunferencia de la cintura	Cinta métrica
	Composición corporal	Impedanciometría bioeléctrica
	Grasa visceral	Impedanciometría bioeléctrica
	Índice cintura-cadera	Medición de las circunferencias de cintura y cadera
	IMC <sup>a</sup>	Mediante la ecuación: $[\text{peso (kg)}/\text{altura(m}^2\text{)}]$
	Niveles de colesterol en sangre	Kit de diagnóstico
	Peso	Báscula electrónica
	Porcentaje de masa grasa	Impedanciometría bioeléctrica
<b>Parámetros funcionales</b>	Agilidad	8 foot up and go test
	Consumo máximo de O <sub>2</sub> (VO <sub>2</sub> máx)	Prueba de esfuerzo incremental máxima en tapiz rodante
	Equilibrio dinámico	8 foot up and go test
	Fuerza de agarre de la mano	Dinamómetro
	Fuerza de la parte inferior del cuerpo	Sit-to-stand test
	Habilidad funcional	Test de 6 minutos marcha
	Realización de tareas	The repetitive weighted box stacking test
	Resistencia aeróbica	Test de 6 minutos marcha
	Tareas funcionales	Timed get up and go test (TGUG)
	Tensión arterial	Esfigmomanómetro manual

<sup>a</sup> IMC: Índice de masa corporal

<b>Parámetros relacionados con la inflamación</b>	Capacidad antioxidante	FRAP <sup>a</sup> assay (ferric-reducing ability of plasma)
	Fibrinógeno	Kit de ensayo comercial de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA)
	IL-6 <sup>b</sup>	ELISA <sup>c</sup>
	Niveles de adiponectina en plasma	Métodos inmunoenzimáticos
	Niveles de cortisol en saliva	ELISA
	Niveles de glucosa en sangre	Kit de diagnóstico
	Niveles de IgA <sup>d</sup> en saliva	ELISA
	Niveles de leptina en plasma	Métodos inmunoenzimáticos
	Niveles de testosterona en saliva	ELISA
	Niveles plasmáticos de grupos carbonilo	Método Levine ligeramente modificado
	Niveles plasmáticos de malondialdehído (MDA)	Cromatografía líquida de alta resolución con detección fluorométrica (HPLC)
	Niveles urinarios de 8-hidroxideoxiguanosina (8OHdG)	HPLC <sup>e</sup>
	Proteína C-reactiva	Nefelometría
	TNF- $\alpha$ <sup>f</sup>	ELISA

<sup>a</sup> FRAP: ferric-reducing ability of plasma

<sup>b</sup> IL-6: Interleukina 6

<sup>c</sup> ELISA: kit de ensayo comercial de inmunoabsorción ligado a enzimas

<sup>d</sup> IgA: Inmunoglobulina A

<sup>e</sup> HPLC: cromatografía líquida de alta resolución con detección fluorométrica

<sup>f</sup> TNF: Factor de necrosis tumoral alfa

## 5.8. Niveles de evidencia:

Los artículos que se han seleccionado para la realización de la presente revisión bibliográfica fueron sometidos a la escala PEDro, adjuntada como Anexo 4, la cual evalúa la calidad metodológica de cada uno de ellos. En la Tabla 4 que se presenta a continuación se especifica la puntuación obtenida de cada uno de los artículos seleccionados.

**Tabla 4: Niveles de evidencia según la Escala PEDro**

Artículo	Nivel de evidencia
F.J. Ordonez et al. 2014 (13)	5/10
Ordoñez et al. 2013 (14)	4/10
Boer y Moss 2016 (15)	7/10
Rosety-Rodriguez et al. 2014 (16)	4/10
F. Ordonez et al. 2013 (17)	5/10
Rosety-Rodriguez et al. 2013 (18)	4/10
Fornieles et al. 2014 (19)	4/10
Rosety-Rodriguez, M. et al. 2014 (20)	4/10

## 6. Resultados:

Tras examinar las búsquedas, se han incluido un total de 8 artículos válidos. Todos ellos tienen en común que son ECAs<sup>a</sup>. Después de revisar los artículos mencionados, se ha observado que las principales modalidades de ejercicio terapéutico estudiadas sobre personas adultos con Síndrome de Down son el ejercicio aeróbico y el ejercicio de fuerza. En la Tabla 5 se muestra la modalidad de ejercicio estudiada en cada uno de los estudios revisados.

A continuación, se enumerarán los resultados descritos en los estudios consultados en función de la modalidad de ejercicio empleada en ellos, resumidos posteriormente en el Anexo 5.

---

<sup>a</sup> ECA: ensayo controlado aleatorizado

**Tabla 5: Clasificación de los resultados**

<b>Modalidad de ejercicio</b>	<b>Artículo</b>
Entrenamiento aeróbico	F.J. Ordonez et al. 2014 (13)
	Ordoñez et al. 2013 (14)
	Boer y Moss 2016 (15)
	Rosety-Rodriguez et al. 2014 (16)
	F. Ordonez et al. 2013 (17)
Entrenamiento de fuerza	Rosety-Rodriguez et al. 2013 (18)
	Fornieles et al. 2014 (19)
	Rosety-Rodriguez, M., et al 2014 (20)

### **Efectos del entrenamiento aeróbico:**

**Boer y Moss** (15), realizaron una intervención sobre un total de 42 adultos con SD<sup>a</sup>, 25 hombres y 17 mujeres, con edades comprendidas entre los 18 y 50 años. Dividieron los sujetos en 3 grupos, dos grupos de intervención con 13 participantes cada uno de ellos, y un grupo control con 16 sujetos. En este estudio se realizó un entrenamiento de 12 semanas, con una frecuencia de 3 días a la semana, en grupos de 6 personas y alternando en el 50% de las sesiones el entrenamiento con cicloergómetro y con tapiz rodante en ambos grupos de intervención. Cada sesión se comenzaba con un calentamiento y se terminaba con un período de vuelta a la calma, ambos consistentes en realizar 5 minutos de ejercicio a una intensidad de 4km/h o 60W (en función de si se realizaba en tapiz o en cicloergómetro). La parte principal constaba de una duración de 20 minutos, sumándole 5 minutos tras 6 semanas de intervención; no obstante, cabe decir que la intervención en los dos grupos fue diferente, puesto que en un grupo se realizaba un entrenamiento interválico (IT) y en el otro un entrenamiento continuo aeróbico (CAT). El IT<sup>b</sup> consistía en la realización de la actividad durante 10-30 segundos a la máxima intensidad, seguidos de 90 segundos a baja intensidad, mientras en el CAT<sup>c</sup> consistía en mantener durante toda la intervención una intensidad del 70-80% del VO<sub>2</sub>máx.<sup>d</sup>, aumentándose ésta al 85% a partir de la semana 6 de intervención.

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

<sup>b</sup> IT: entrenamiento interválico

<sup>c</sup> CAT: entrenamiento continuo aeróbico

<sup>d</sup> VO<sub>2</sub>máx.: consumo máximo de oxígeno

Tras las mencionadas intervenciones llevadas a cabo en este estudio (15), se apreció un descenso del peso y del IMC<sup>a</sup> más significativos en IT<sup>b</sup> comparado con CAT<sup>c</sup> y el grupo control. No obstante, no se registraron cambios significativos en la composición corporal y las circunferencias de la cintura y de la cadera. Además de estos parámetros, se analizaron otras variables, en las que tras la intervención se observó lo siguiente:

- Mejoría significativa en los parámetros funcionales y la fuerza de miembros inferiores en CAT comparado con el grupo control, objetivados mediante el *sit-to-stand test*.
- Mejoría en la distancia caminada en el test de los 6 minutos marcha en CAT, lo cual nos indica un incremento en la resistencia aeróbica y la habilidad funcional.
- Mejoría de la agilidad y del equilibrio dinámico, medidos con el *8-foot-up-and-go test*, en el grupo de intervención CAT.
- Mejoría en el VO<sub>2</sub>máx.<sup>d</sup> y el tiempo hasta el cansancio en ambos grupos de intervención en relación con el grupo control, aunque más significativa en IT que en CAT.
- Sin cambios significativos en los niveles de glucosa, colesterol y tensión arterial en ninguno de los grupos de intervención en relación con el grupo control.
- No hubo una mejoría significativa en la fuerza de agarre de la mano.

**F.J. Ordonez et al. (13), Ordoñez et al. (14), Rosety-Rodriguez et al. (16) y F. Ordonez et al. (17)** realizaron una intervención de ejercicio aeróbico en un grupo de 20 mujeres premenopáusicas de entre 18 y 30 años con un IMC  $\geq 30\text{kg/m}^2$ . Todos los sujetos tenían un coeficiente intelectual de entre 50-69 determinado por la Stanford-Binet Scale. En los cuatro estudios, 11 sujetos pertenecían al grupo de tratamiento, y los 9 restantes al grupo control.

En los 4 estudios (13, 14, 16, 17) la intervención siguió el mismo procedimiento, es decir, un programa de entrenamiento aeróbico de 10 semanas de duración, realizado con una frecuencia de 3 veces por semana. Cada una de las sesiones se estructuró en una parte inicial de calentamiento, de una duración de 10-15 minutos, seguida de la parte principal desarrollada en un tapiz rodante durante 30-40 minutos (incrementando dos minutos y medio cada dos semanas) a una intensidad del 55-65%

---

<sup>a</sup> IMC: índice de masa corporal

<sup>b</sup> IT: entrenamiento interválico

<sup>c</sup> CAT: entrenamiento continuo aeróbico

<sup>d</sup> VO<sub>2</sub>máx.: Consumo máximo de oxígeno

de su FC<sup>a</sup> máxima (incrementándola un 2.5% cada 2 semanas) y terminando con un período de enfriamiento o vuelta a la calma de 5-10 minutos. Tras esta intervención, se detectaron los siguientes resultados:

- F. J. Ordonez et al. (13):
  - Una reducción estadísticamente significativa de la circunferencia de la cintura y del índice cintura-cadera.
  - Una disminución significativa en los niveles de TNF<sup>b</sup>, IL-6<sup>c</sup>, proteína C-reactiva y fibrinógeno.
  - Además, se encontró una relación entre el ICC<sup>d</sup> y TNF, así como entre ICC e IL-6 y entre la circunferencia de la cintura y los niveles de proteína C reactiva.
- Ordoñez et al. (14):
  - Encontraron una reducción significativa de los niveles de leptina en plasma, así como una disminución del porcentaje de masa grasa y del ICC. De igual forma, han destacado un aumento del VO<sub>2</sub>máx<sup>e</sup>, indicativo de una mejoría de la condición física.
  - Además, registraron una correlación positiva entre los niveles de leptina y el ICC, así como una correlación negativa entre los niveles de adiponectina y la circunferencia de la cintura.
- Rosety-Rodriguez et al. (16) realizaron varias mediciones de las variables del estudio. La primera fue inmediatamente después de terminar el entrenamiento, la segunda un mes después, la tercera a los 3 meses y, la cuarta y última, a los 6 meses. En el grupo control no apreciaron cambios en ninguna de las mediciones, no obstante, en el grupo de intervención se registraron los siguientes cambios:
  - Aumento significativo de los niveles de IL-6 y proteína C reactiva tras 3 meses del cese del programa de entrenamiento.
  - Tras 6 meses, se apreció un aumento significativo de los niveles de IL-6 y proteína C reactiva, comparado con los niveles tras 1 mes de la interrupción del programa.

---

<sup>a</sup> FC: Frecuencia cardíaca

<sup>b</sup> TNF: Factor de necrosis tumoral

<sup>c</sup> IL-6: Interleukina 6

<sup>d</sup> ICC: Índice cintura-cadera

<sup>e</sup> VO<sub>2</sub>máx: Consumo máximo de oxígeno

- Las medidas antropométricas no sufrieron modificaciones tras 3 meses del cese del programa, pero se incrementaron significativamente después de 6 meses.
- F. Ordonez et al. (17) registraron:
  - Una mejoría de la condición física/capacidad aeróbica reflejada en un aumento del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.<sup>a</sup>),
  - Una reducción estadísticamente significativa de la circunferencia de la cintura, del ICC<sup>b</sup> y del porcentaje de masa grasa.

En ninguno de cuatro estudios (13, 14, 16, 17) se apreciaron cambios en el grupo control.

### **Efectos del entrenamiento de fuerza:**

**Rosety-Rodriguez et al. (18), Fornieles et al. (19) y Rosety-Rodriguez, M. et al. (20)** realizaron un entrenamiento en un circuito de ejercicios, con una duración total de 12 semanas, con una frecuencia de 3 días a la semana. Este programa de entrenamiento se llevó a cabo en 40 hombres, con una edad media de  $23.7 \pm 3.1$  años y un coeficiente intelectual de entre 60-69 determinado por la Stanford-Binet Scale. Estos 40 sujetos se dividieron en dos grupos, de forma que 24 formaron el grupo de intervención y 16 el grupo control. Cada sesión se realizaba en grupos de 6 participantes, y se iniciaba y terminaba con un período de calentamiento y enfriamiento, respectivamente, ambos de entre 6 y 10 minutos de duración, en los cuales se enseñaban ejercicios de estiramientos. La parte principal del entrenamiento consistía en un circuito de 6 estaciones, entre las que se encontraban: curl de brazos, extensión de tríceps, remo sentado, extensión de piernas, curl de piernas, y press de piernas. Para determinar la intensidad de trabajo se empleó el 8RM test para cada ejercicio y persona.

Tras terminar el programa de entrenamiento, **Rosety-Rodriguez et al. (18)** observaron una mejoría significativa en la realización del TGUG<sup>c</sup> test y cambios significativos en la composición corporal y la circunferencia de la cintura. En lo referente a la inflamación, se redujeron significativamente los niveles de leptina, TNF<sup>d</sup> e IL-6<sup>e</sup>, mientras que no hubo cambios significativos en los niveles de adiponectina. Además, encontraron una correlación entre los niveles de adipocitocinas y los

---

<sup>a</sup>  $VO_2$ máx: Consumo máximo de oxígeno

<sup>b</sup> ICC: Índice cintura-cadera

<sup>c</sup> TGUG: The timed get up and go test

<sup>d</sup> TNF: Factor de necrosis tumoral alfa

<sup>e</sup> IL-6: Interleukina 6

parámetros antropométricos, especialmente destacables entre los niveles de leptina y la circunferencia de la cintura y entre TNF<sup>a</sup> y la circunferencia de la cintura. Por el contrario, hallaron una correlación negativa entre los niveles de adiponectina y la circunferencia de la cintura.

Después de realizar la mencionada intervención, **Fornieles et al.** (19) registraron un aumento de la inmunidad de las mucosas gracias al incremento de la concentración de IgA<sup>b</sup> en saliva en el grupo de intervención. Además, apreciaron un aumento significativo en los niveles de testosterona en el grupo de intervención. Cabe destacar también una mejoría significativa en la realización de tareas, objetivada mediante *the repetitive weighted-box-stacking test*. No obstante, no hallaron cambios significativos en los niveles de cortisol en el grupo de intervención.

Por último, **Rosety-Rodriguez, M., et al.** (20) encontraron que el entrenamiento de fuerza redujo significativamente los niveles plasmáticos de MDA<sup>c</sup> y los niveles urinarios de 8OHdG<sup>d</sup>. Además, registraron un aumento significativo de la fuerza de agarre máxima y de la capacidad reductora del hierro. No se han observado cambios significativos en la concentración de carbonilos en el grupo de intervención.

En ninguno de los 3 estudios (18, 19 y 20) se percibieron cambios en el grupo control.

---

<sup>a</sup> TNF: Factor de necrosis tumoral alfa

<sup>b</sup> IgA: Inmunoglobulina A

<sup>c</sup> MDA: malondialdehído

<sup>d</sup> 8OHdG: 8-hidroxideoxiguanosina

## 7. Discusión:

Debido a la heterogeneidad de variables analizadas en esta revisión bibliográfica, ha resultado difícil organizarlas. Por ello, se ha optado por clasificar los artículos en función de la intervención realizada, ya que ésta es más homogénea, obteniendo así dos conjuntos: entrenamiento aeróbico y entrenamiento de fuerza.

### Discusión sobre los efectos del entrenamiento aeróbico:

Dentro del reducido número de ECAs<sup>a</sup> existentes acerca de los efectos del ejercicio físico en los adultos con Síndrome de Down, la mayoría abordan esta modalidad de ejercicio. En la presente revisión, 5 de un total de 8 estudios versaban sobre esta modalidad, cuyos resultados se comparan a continuación.

El estudio realizado por Boer y Moss (15) es el de mayor nivel de evidencia de esta revisión y el único que relata una disminución del peso y del IMC<sup>b</sup>. También es el único en denotar una mejoría de parámetros funcionales, de la fuerza de los MMII<sup>c</sup>, del tiempo hasta el cansancio y de la realización del *8 foot up and go test* y del test de 6 minutos marcha. Además, en esta publicación se han medido la fuerza de agarre de la mano, la glucosa, el colesterol y la tensión arterial, sin mostrar una mejoría significativa en ninguno de ellos. Boer y Moss (15) también registraron una mejoría en el VO<sub>2</sub>máx.<sup>d</sup>, al igual que Ordoñez et al. (14) y F. Ordonez et al. (17) en sus respectivos estudios.

Existen ciertas discrepancias, sin embargo, en los resultados referentes a los parámetros antropométricos, puesto que Boer y Moss (15) describen no haber percibido cambios en la composición corporal, en la circunferencia de la cintura ni tampoco en la circunferencia de la cadera; no obstante, otros estudios relatan una disminución en el ICC<sup>e</sup> (13, 14, 17), una disminución de la circunferencia de la cintura (13, 14) y una disminución del porcentaje de masa grasa (14, 17). Además, Rosety-Rodriguez et al. (16) afirman que las mejorías obtenidas en la composición corporal se mantienen tras 3 meses del cese del entrenamiento, empeorando después de los 6 meses del fin de la actividad. Esto puede ser indicativo de que los efectos beneficiosos que el ejercicio produjo en estas variables, se pierden al cabo del tiempo si se abandona la actividad, por lo que se podría decir que lo más aconsejable sería no

---

<sup>a</sup> ECA: Ensayo controlado aleatorizado

<sup>b</sup> IMC: Índice de masa corporal

<sup>c</sup> MMII: Miembros inferiores

<sup>d</sup> VO<sub>2</sub>máx: Consumo máximo de oxígeno

<sup>e</sup> ICC: Índice cintura-cadera

abandonar el ejercicio físico e integrarlo como una rutina en sus vidas. No obstante, se necesitarían estudios realizados a largo plazo para ver cómo afectaría esto a las variables medidas con el paso del tiempo y a la salud general de estas personas.

En cuanto a los parámetros relacionados con la inflamación, F. J. Ordonez et al. (13) han registrado una disminución de los niveles de IL-6<sup>a</sup> y de proteína C reactiva, lo cual según Rosety-Rodriguez et al. (16) se mantiene tras 3 meses del cese del entrenamiento, volviendo a aumentar posteriormente a los 6 meses. Además, un estudio ha registrado una disminución en los niveles de TNF<sup>b</sup> y fibrinógeno (13), y otro ha relatado una disminución de los niveles de leptina (14). La disminución de los niveles de todas estas sustancias pro-inflamatorias es un indicativo de que el ejercicio, aeróbico en este caso, actúa sobre la inflamación sistémica, disminuyéndola, lo cual va a mejorar la salud y calidad de vida de los adultos con SD<sup>c</sup>.

### **Discusión sobre los efectos del entrenamiento de fuerza:**

De los tres artículos encontrados a cerca de esta modalidad de ejercicio, solamente el estudio realizado por Rosety-Rodriguez et al. (18) incluye parámetros antropométricos, nombrando una disminución de la masa libre de grasa y de la circunferencia de la cintura. Por tanto, hay que destacar que no es posible averiguar si es mejor realizar un entrenamiento aeróbico o un entrenamiento de fuerza para la mejoría de los parámetros antropométricos (es decir, la pérdida de peso, disminución del IMC<sup>d</sup>, disminución del ICC<sup>e</sup>, etc.) debido a que en ambos casos se resalta una mejoría, pero ésta no se cuantifica.

En cuanto a parámetros funcionales, Rosety-Rodriguez et al. (18) hacen mención a una mejoría de las tareas funcionales detectada mediante el TGUG<sup>f</sup> test; mientras que Fornieles et al. (19) refieren una mejoría en la realización de tareas objetivada mediante *the repetitive weighted-box-stacking test*. Dado que en ambos artículos miden aspectos de la realización de tareas, podrían compararse ambos resultados. No obstante, esto resulta difícil ya que en los artículos se han empleado sistemas de evaluación diferentes para este parámetro.

---

<sup>a</sup> IL-6: Interleukina 6

<sup>b</sup> TNF: Factor de necrosis tumoral alfa

<sup>c</sup> SD: Síndrome de Down

<sup>d</sup> IMC: Índice de masa corporal

<sup>e</sup> ICC: Índice cintura-cadera

<sup>f</sup> TGUG: the timed get up and go test

En lo referente a parámetros inflamatorios, Rosety-Rodriguez et al. (18) ha referido una disminución en los niveles de leptina, TNF<sup>a</sup> e IL-6<sup>b</sup>, lo cual indica una mejoría de la inflamación crónica de bajo grado presente en los adultos con SD<sup>c</sup> que tienen exceso de peso u obesidad. Fornieles et al. (19) han registrado un aumento de la IgA<sup>d</sup> y de la testosterona. El incremento de los niveles de IgA nos indica un aumento de la inmunidad de las mucosas, y el aumento de la testosterona ayuda a regular la inflamación, reduciéndola. Ambos factores refieren una mejoría de la inflamación en estas personas, al igual que ocurriría en el estudio de Rosety-Rodriguez et al. (18), a pesar de medir variables diferentes.

En el estudio de Rosety-Rodriguez, M., et al. (20) se hace referencia a parámetros que guardan relación con la inflamación, no obstante, este es el único artículo donde se recogen estas variables; se refleja una disminución de los niveles de MDA<sup>e</sup> y 8OHdG<sup>f</sup>, marcadores del daño oxidativo, así como una disminución del daño oxidativo. El estrés oxidativo y la inflamación son dos procesos íntimamente relacionados, uno conlleva al otro, y viceversa. Además, recoge un aumento de la capacidad reductora del hierro (lo cual nos indica que se redujo el daño oxidativo a través de una disminución de la capacidad antioxidante) y un aumento también de la fuerza de agarre máxima.

En general, parece que ambas modalidades de ejercicio terapéutico son un buen punto de partida para la investigación científica y para el tratamiento de personas adultas con Síndrome de Down, puesto que en ninguno de los estudios revisados se han recogido efectos adversos ni lesiones debidas a la práctica de la intervención y en todos ellos (13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) se han mostrado mejorías en las variables estudiadas, bien fuesen relacionadas con la obesidad, con la inflamación, con ambas o con otros aspectos.

### **Limitaciones del estudio:**

Resulta muy complicado cuantificar los beneficios que este tipo de pacientes pueden obtener de esta intervención debido, por una parte, a la falta de estudios en este campo y, por otra parte, a que los estudios que hay emplean variables y sistemas de medición muy diversos, incluso para medir el mismo parámetro.

---

<sup>a</sup> TNF: Factor de necrosis tumoral alfa

<sup>b</sup> IL-6: Interleukina 6

<sup>c</sup> SD: Síndrome de Down

<sup>d</sup> IgA: Inmunoglobulina A

<sup>e</sup> MDA: Malondialdehido

<sup>f</sup> 8OHdG:8-hidroxideoxiguanosina

Cabe señalar también que la mayoría de artículos incluidos en esta revisión tienen un bajo nivel de evidencia según la escala PEDro, y que casi todos están realizados por los mismos autores y coautores, lo cual posiblemente condiciona los resultados obtenidos, a pesar de que en los estudios no se declaran conflictos de intereses.

## 8. Conclusiones:

- Respondiendo a la pregunta de investigación planteada en este trabajo y al objetivo principal de este estudio, se concluye que la evidencia, aunque no es muy fuerte, respalda que el ejercicio terapéutico posee múltiples beneficios en las personas adultas con síndrome de Down. Sin embargo, no es lo suficientemente concluyente debido a que existen pocos estudios y todos ellos son muy heterogéneos.
- Tras la realización de esta revisión bibliográfica podemos afirmar que los principales beneficios del ejercicio terapéutico en los adultos con SD<sup>a</sup> son:
  - Mejoría de los parámetros antropométricos y relacionados con la obesidad.
  - Mejoría de la inflamación sistémica de bajo grado que padecen las personas con un exceso de peso, reflejada en una disminución de los parámetros pro-inflamatorios y un aumento de los parámetros anti-inflamatorios o reguladores de la inflamación.
  - Mejoría de la fuerza, tanto en los miembros inferiores como la fuerza de agarre de la mano.
  - Mejoría en la realización de tareas funcionales.
- Con respecto a los objetivos secundarios del trabajo, cabe señalar que las modalidades de ejercicio más empleadas son el ejercicio aeróbico y el entrenamiento de fuerza. No obstante, no es posible determinar cuál de ellos es mejor en este tipo de pacientes, puesto que los artículos revisados no emplearon las mismas variables de estudio ni utilizaron los mismos sistemas de medición, lo cual impide su comparación.

---

<sup>a</sup> SD: Síndrome de Down

## 9. Bibliografía:

1. Síndrome Down : DOWN España [Internet]. [citado 9 de junio de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.sindromedown.net/sindrome-down/>
2. Latorre G. SOS... Mi hermano es síndrome de Down: un feliz paseo por la vida. Madrid: Pirámide; 2012.
3. Burns Y, Gunn P. El síndrome de Down estimulación y actividad motora. Barcelona: Herder; 1995.
4. Guerrero JF, Gil JL, Perán S. La educación y la actividad física en las personas con síndrome de Down. Archidona, Málaga: Aljibe; 2006.
5. Perera J. Síndrome de Down aspectos específicos. Barcelona: Masson; 1995.
6. Selikowitz M. El síndrome de Down los hechos. 1ª ed. Madrid: INSERSO; 1992.
7. Rondal J, Perera J, Nadel L. Síndrome de down revisión de los últimos conocimientos. Madrid: Espasa; 2000.
8. Síndrome de Down [Internet]. [citado 9 de junio de 2016]. Recuperado a partir de: <http://downgalicia.org/downgal/sindrome-de-down/>
9. Corretger JM, Serés A, Casaldàliga J, Trias K. Síndrome de Down aspectos médicos actuales. Barcelona: Masson; 2005.
10. Zulet MA, Puchau B, Navarro C, Martí A, Martínez JA. Biomarcadores del estado inflamatorio: nexos de unión con la obesidad y complicaciones asociadas. Nutr Hosp. 2007 Oct;22(5):511-27.
11. Aguilar MJ, González E, Sánchez J, Padilla CA, et al. Obesidad y su relación con marcadores de inflamación y ácidos grasos de eritrocito en un grupo de adolescentes obesos. Nutr Hosp. 2012 Feb;27(1):161-4.
12. Blancas-Flores G, Almanza-Pérez JC, López-Roa RI, Alarcón-Aguilar FJ, García-Macedo R, Cruz M. La obesidad como un proceso inflamatorio. Bol Méd Hosp Infant México. 2010 Apr;67(2):88-97.

13. Ordonez FJ, Rosety MA, Camacho A, Rosety I, Diaz AJ, Fornieles G, et al. Aerobic training improved low-grade inflammation in obese women with intellectual disability. *J Intellect Disabil Res JIDR*. 2014 Jun;58(6):583-90.
14. Ordoñez FJ, Fornieles-Gonzalez G, Camacho A, Rosety MA, Rosety I, Diaz AJ, et al. Anti-inflammatory effect of exercise, via reduced leptin levels, in obese women with Down syndrome. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2013 Jun;23(3):239-44.
15. Boer PH, Moss SJ. Effect of continuous aerobic vs. interval training on selected anthropometrical, physiological and functional parameters of adults with Down syndrome. *J Intellect Disabil Res JIDR*. 2016 Jan; [Epub ahead of print]
16. Rosety-Rodriguez M, Diaz AJ, Rosety I, Rosety MA, Camacho A, Fornieles G, et al. Exercise reduced inflammation: but for how long after training? *J Intellect Disabil Res JIDR*. 2014 Sep;58(9):874-9.
17. Ordonez F, Fornieles G, Rosety MA, Rosety I, Diaz AJ, Camacho A, et al. Mejoras del Porcentaje y Distribución Abdominal de Masa Grasa en Mujeres con Discapacidad Intelectual tras Entrenamiento Aeróbico de 10 Semanas. *Int J Morphol*. 2013 Jun;31(2):570-4.
18. Rosety-Rodriguez M, Camacho A, Rosety I, Fornieles G, Rosety M, Diaz A, et al. Resistance circuit training reduced inflammatory cytokines in a cohort of male adults with Down syndrome. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res*. 2013 Nov;19:949-53.
19. Fornieles G, Rosety MA, Elosegui S, Rosety JM, Alvero-Cruz JR, Garcia N, et al. Salivary testosterone and immunoglobulin A were increased by resistance training in adults with Down syndrome. *Braz J Med Biol Res Rev Bras Pesqui Médicas E Biológicas Soc Bras Biofísica Al*. 2014 Apr;47(4):345-8.
20. Rosety-Rodriguez, M., Rosety, I., Fornieles, G., Rosety, M.A., Ordonez, F.J. Supervised resistance training reduced oxidative damage in adults with Down Syndrome. *Med Sport*. 2014 Jun;67(2):219-26.

## 10. Anexos:

### Anexo 1: Ecuación de búsqueda en Pubmed.

*("Down Syndrome"[Mesh] OR "Down Syndrome"[tiab] OR "Down's syndrome"[tiab] OR "Downs syndrome"[tiab] OR mongolism [tiab] OR "Syndrome, down"[tiab] OR "Syndrome, down's"[tiab] OR "Syndrome, downs"[tiab] OR "trisomy 21"[tiab] OR "trisomy G"[tiab]) AND ("Exercise"[Mesh] OR "Exercise"[tiab] OR "Exercise Movement Techniques"[Mesh] OR "Exercise Movement Techniques"[tiab] OR "Exercise Therapy"[Mesh] OR "Exercise Therapy"[tiab] OR "Physical Fitness"[Mesh] OR "Physical Fitness"[tiab] OR "Sports"[Mesh] OR "Sports"[tiab] OR "exercise activities"[tiab] OR "exercise activity"[tiab] OR "exercise intervention"[tiab] OR "exercise interventions"[tiab] OR "exercise program"[tiab] OR "exercise programme"[tiab] OR "exercise programmes"[tiab] OR "exercise programs"[tiab] OR "exercise therapies"[tiab] OR "exercise training"[tiab] OR "exercise, physical"[tiab] OR "exercises, physical"[tiab] OR exercises[tiab] OR "physical activities"[tiab] OR "physical activity"[tiab] OR "physical exercise"[tiab] OR "physical exercises"[tiab] OR "physical intervention"[tiab] OR "physical interventions"[tiab] OR "physical program"[tiab] OR "physical programme"[tiab] OR "physical programmes"[tiab] OR "physical programs"[tiab] OR "physical train"[tiab] OR "physical training"[tiab] OR Sport[tiab] OR "training program"[tiab] OR "training programme"[tiab] OR "training programmes"[tiab] OR "training programs"[tiab] OR "therapeutic exercise"[tiab]).*

## Anexo 2: Ecuación de búsqueda en Scopus.

((TITLE-ABS-KEY("Down syndrome") OR TITLE-ABS-KEY("Down's syndrome") OR TITLE-ABS-KEY("Downs syndrome") OR TITLE-ABS-KEY("mongolism") OR TITLE-ABS-KEY("Syndrome, down") OR TITLE-ABS-KEY("Syndrome, down's") OR TITLE-ABS-KEY("Syndrome, downs") OR TITLE-ABS-KEY("trisomy 21") OR TITLE-ABS-KEY("trisomy G")) AND SUBJAREA(MULT OR AGRI OR BIOC OR IMMU OR NEUR OR PHAR OR MULT OR MEDI OR NURS OR VETE OR DENT OR HEAL)) AND (((TITLE-ABS-KEY("exercise") OR TITLE-ABS-KEY("exercise activities") OR TITLE-ABS-KEY("exercise activity") OR TITLE-ABS-KEY("exercise intervention") OR TITLE-ABS-KEY("exercise interventions") OR TITLE-ABS-KEY("exercise movement techniques")) AND SUBJAREA(MULT OR AGRI OR BIOC OR IMMU OR NEUR OR PHAR OR MULT OR MEDI OR NURS OR VETE OR DENT OR HEAL)) OR ((TITLE-ABS-KEY("sports") OR TITLE-ABS-KEY("training program") OR TITLE-ABS-KEY("training programme") OR TITLE-ABS-KEY("training programmes") OR TITLE-ABS-KEY("training programs") OR TITLE-ABS-KEY("therapeutic exercise")) AND SUBJAREA(MULT OR AGRI OR BIOC OR IMMU OR NEUR OR PHAR OR MULT OR MEDI OR NURS OR VETE OR DENT OR HEAL)) OR ((TITLE-ABS-KEY("exercise program") OR TITLE-ABS-KEY("exercise programme") OR TITLE-ABS-KEY("exercise programmes") OR TITLE-ABS-KEY("exercise programs") OR TITLE-ABS-KEY("exercise therapy") OR TITLE-ABS-KEY("exercise therapies")) AND SUBJAREA(MULT OR AGRI OR BIOC OR IMMU OR NEUR OR PHAR OR MULT OR MEDI OR NURS OR VETE OR DENT OR HEAL)) OR ((TITLE-ABS-KEY("exercise training") OR TITLE-ABS-KEY("exercise, physical") OR TITLE-ABS-KEY("exercises, physical") OR TITLE-ABS-KEY("exercises") OR TITLE-ABS-KEY("physical activities") OR TITLE-ABS-KEY("physical activity")) AND SUBJAREA(MULT OR AGRI OR BIOC OR IMMU OR NEUR OR PHAR OR MULT OR MEDI OR NURS OR VETE OR DENT OR HEAL)) OR ((TITLE-ABS-KEY("physical exercise") OR TITLE-ABS-KEY("physical exercises") OR TITLE-ABS-KEY("physical intervention") OR TITLE-ABS-KEY("physical interventions") OR TITLE-ABS-KEY("physical fitness") OR TITLE-ABS-KEY("physical program")) AND SUBJAREA(MULT OR AGRI OR BIOC OR IMMU OR NEUR OR PHAR OR MULT OR MEDI OR NURS OR VETE OR DENT OR HEAL)) OR ((TITLE-ABS-KEY("physical programme") OR TITLE-ABS-KEY("physical programmes") OR TITLE-ABS-KEY("physical programs") OR TITLE-ABS-KEY("physical train") OR TITLE-ABS-KEY("physical training") OR TITLE-ABS-KEY("sport")) AND SUBJAREA(MULT OR AGRI OR BIOC OR IMMU OR NEUR OR PHAR OR MULT OR MEDI OR NURS OR VETE OR DENT OR HEAL))))

Anexo 3: Tabla de selección de artículos

BASE DE DATOS DONDE SE OBTUVO EL ARTÍCULO	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	SELECCIONADO SÍ/NO	MOTIVO DE EXCLUSIÓN
<b>Pubmed</b>	Shields N, Taylor NF, Wee E, Wollersheim D, O'Shea SD, Fernhall B. A community-based strength training programme increases muscle strength and physical activity in young people with Down syndrome: a randomised controlled trial. Res Dev Disabil. 2013 Dec;34(12):4385-94.	No.	Realizan una intervención en el grupo control.
<b>Pubmed</b>	Ordonez FJ, Rosety MA, Camacho A, Rosety I, Diaz AJ, Fornieles G, et al. Aerobic training improved low-grade inflammation in obese women with intellectual disability. J Intellect Disabil Res JIDR. 2014 Jun;58(6):583-90.	Sí.	
<b>Pubmed</b>	Ordoñez FJ, Fornieles-Gonzalez G, Camacho A, Rosety MA, Rosety I, Diaz AJ, et al. Anti-inflammatory effect of exercise, via reduced leptin levels, in obese women with Down syndrome. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2013 Jun;23(3):239-44.	No.	Repetido.
<b>Pubmed</b>	Rosety-Rodriguez M, Diaz AJ, Rosety I, Rosety MA, Camacho A, Fornieles G, et al. Exercise reduced inflammation: but for how long after training? J Intellect Disabil Res JIDR. 2014 Sep;58(9):874-9.	Sí.	

<b>Pubmed</b>	Agiovlasitis S, Motl RW, Fahs CA, Ranadive SM, Yan H, Echols GH, et al. Metabolic rate and accelerometer output during walking in people with Down syndrome. Med Sci Sports Exerc. 2011 Jul;43(7):1322-7.	No.	Realizan una intervención en el grupo control.
<b>Pubmed</b>	Curtin C, Bandini LG, Must A, Gleason J, Lividini K, Phillips S, et al. Parent support improves weight loss in adolescents and young adults with Down syndrome. J Pediatr. 2013 Nov;163(5):1402-8.e1.	No.	Realizan otra intervención además de ejercicio.
<b>Pubmed</b>	Agiovlasitis S, Motl RW, Ranadive SM, Fahs CA, Yan H, Echols GH, et al. Prediction of oxygen uptake during over-ground walking in people with and without Down syndrome. Eur J Appl Physiol. 2011 Aug;111(8):1739-45.	No.	Realizan una intervención en el grupo control e intervienen en personas sanas también.
<b>Pubmed</b>	Rosety-Rodriguez M, Camacho A, Rosety I, Fornieles G, Rosety MA, Diaz AJ, et al. Resistance circuit training reduced inflammatory cytokines in a cohort of male adults with Down syndrome. Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res. 7 de 2013 Nov;19:949-53.	Sí.	

<b>Pubmed</b>	Fornieles G, Rosety MA, Elosegui S, Rosety JM, Alvero-Cruz JR, Garcia N, et al. Salivary testosterone and immunoglobulin A were increased by resistance training in adults with Down syndrome. Braz J Med Biol Res Rev Bras Pesqui Médicas E Biológicas Soc Bras Biofísica Al. 2014 Apr;47(4):345-8.	Sí.	
<b>Pubmed</b>	Chen C-CJJ, Ringenbach DRS, Snow M. Treadmill walking effects on grip strength in young men with Down syndrome. Res Dev Disabil. 2014 Feb;35(2):288-93.	No.	Realizan una intervención en el grupo control.
<b>Scopus</b>	Ordonez FJ, Fornieles G, Rosety MA, Rosety I, Diaz AJ, Camacho A, et al. Mejoras del Porcentaje y Distribución Abdominal de Masa Grasa en Mujeres con Discapacidad Intelectual tras Entrenamiento Aeróbico de 10 Semanas. Int J Morphol. 2013 Jun;31(2):570-4.	Sí.	
<b>Scopus</b>	Ordonez FJ, Rosety MA, Camacho A, Rosety I, Diaz AJ, Fornieles G, et al. Aerobic training improved low-grade inflammation in obese women with intellectual disability. J Intellect Disabil Res JIDR. 2014 Jun;58(6):583-90.	No.	Repetido.
<b>Scopus</b>	Ordoñez FJ, Fornieles-Gonzalez G, Camacho A, Rosety MA, Rosety I, Diaz AJ, et al. Anti-inflammatory effect of exercise, via reduced leptin levels, in obese women with Down syndrome. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2013 Jun;23(3):239-44.	No.	Repetido.

<b>Scopus</b>	Boer PH, Moss SJ. Effect of continuous aerobic vs. interval training on selected anthropometrical, physiological and functional parameters of adults with Down syndrome. <i>J Intellect Disabil Res JIDR</i> . 2016 Jan; [Epub ahead of print]	No.	Repetido.
<b>Scopus</b>	Rosety-Rodriguez M, Diaz AJ, Rosety I, Rosety MA, Camacho A, Fornieles G, et al. Exercise reduced inflammation: but for how long after training? <i>J Intellect Disabil Res JIDR</i> . 2014 Sep;58(9):874-9.	No.	Repetido.
<b>Scopus</b>	Agiovlasitis S, Motl RW, Fahs CA, Ranadive SM, Yan H, Echols GH, et al. Metabolic rate and accelerometer output during walking in people with Down syndrome. <i>Med Sci Sports Exerc</i> . 2011 Jul;43(7):1322-7.	No.	Repetido.
<b>Scopus</b>	Curtin C, Bandini LG, Must A, Gleason J, Lividini K, Phillips S, et al. Parent support improves weight loss in adolescents and young adults with Down syndrome. <i>J Pediatr</i> . 2013 Nov;163(5):1402-8.e1.	No.	Repetido.
<b>Scopus</b>	Agiovlasitis S, Motl RW, Ranadive SM, Fahs CA, Yan H, Echols GH, et al. Prediction of oxygen uptake during over-ground walking in people with and without Down syndrome. <i>Eur J Appl Physiol</i> . 2011 Aug;111(8):1739-45.	No.	Repetido.
<b>Scopus</b>	Rosety-Rodriguez M, Camacho A, Rosety I, Fornieles G, Rosety MA, Diaz AJ, et al. Resistance circuit training reduced inflammatory cytokines in a cohort of male adults with Down syndrome. <i>Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res</i> . 2013 Nov;19:949-53.	No.	Repetido.

<b>Scopus</b>	Fornieles G, Rosety MA, Elosegui S, Rosety JM, Alvero-Cruz JR, Garcia N, et al. Salivary testosterone and immunoglobulin A were increased by resistance training in adults with Down syndrome. <i>Braz J Med Biol Res Rev Bras Pesqui Médicas E Biológicas Soc Bras Biofísica Al.</i> 2014 Apr;47(4):345-8.	No.	Repetido.
<b>Scopus</b>	Rosety-Rodriguez, M., Rosety, I., Fornieles, G., Rosety, M.A., Ordonez, F.J. Supervised resistance training reduced oxidative damage in adults with Down Syndrome. <i>Med Sport (Roma).</i> 2014 Jun;67(2):219-26.	Sí.	
<b>PEDro</b>	Shields N, Taylor NF, Wee E, Wollersheim D, O'Shea SD, Fernhall B. A community-based strength training programme increases muscle strength and physical activity in young people with Down syndrome: a randomised controlled trial. <i>Res Dev Disabil.</i> 2013 Dec;34(12):4385-94.	No.	Repetido.
<b>PEDro</b>	Ordonez FJ, Rosety MA, Camacho A, Rosety I, Diaz AJ, Fornieles G, et al. Aerobic training improved low-grade inflammation in obese women with intellectual disability. <i>J Intellect Disabil Res JIDR.</i> 2014 Jun;58(6):583-90.	No.	Repetido.
<b>PEDro</b>	Ordoñez FJ, Fornieles-Gonzalez G, Camacho A, Rosety MA, Rosety I, Diaz AJ, et al. Anti-inflammatory effect of exercise, via reduced leptin levels, in obese women with Down syndrome. <i>Int J Sport Nutr Exerc Metab.</i> 2013 Jun;23(3):239-44.	No.	Repetido.

<b>PEDro</b>	Boer PH, Moss SJ. Effect of continuous aerobic vs. interval training on selected anthropometrical, physiological and functional parameters of adults with Down syndrome. J Intellect Disabil Res JIDR. 2016 Jan; [Epub ahead of print]	Sí.	
<b>PEDro</b>	Rosety-Rodriguez M, Diaz AJ, Rosety I, Rosety MA, Camacho A, Fornieles G, et al. Exercise reduced inflammation: but for how long after training? J Intellect Disabil Res JIDR. 2014 Sep;58(9):874-9.	No.	Repetido.
<b>PEDro</b>	Curtin C, Bandini LG, Must A, Gleason J, Lividini K, Phillips S, et al. Parent support improves weight loss in adolescents and young adults with Down syndrome. J Pediatr. 2013 Nov;163(5):1402-8.e1.	No.	Repetido.
<b>PEDro</b>	Rosety-Rodriguez M, Camacho A, Rosety I, Fornieles G, Rosety MA, Diaz AJ, et al. Resistance circuit training reduced inflammatory cytokines in a cohort of male adults with Down syndrome. Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res. 2013 Nov;19:949-53.	No.	Repetido.
<b>Web of Science</b>	Ordonez FJ, Fornieles G, Rosety MA, Rosety I, Diaz AJ, Camacho A, et al. Mejoras del Porcentaje y Distribución Abdominal de Masa Grasa en Mujeres con Discapacidad Intelectual tras Entrenamiento Aeróbico de 10 Semanas. Int J Morphol. 2013 Jun;31(2):570-4.	No.	Repetido.
<b>Web of Science</b>	Ordoñez FJ, Fornieles-Gonzalez G, Camacho A, Rosety MA, Rosety I, Diaz AJ, et al. Anti-inflammatory effect of exercise, via reduced leptin levels, in obese women with Down syndrome. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2013 Jun;23(3):239-44.	No.	Repetido.

<b>Web of Science</b>	Lante K, Stancliffe RJ, Bauman A, van der Ploeg HP, Jan S, Davis GM. Embedding sustainable physical activities into the everyday lives of adults with intellectual disabilities: a randomised controlled trial. BMC Public Health. 2014;14:1038.	No.	Incluye personas con discapacidad, en general.
<b>Web of Science</b>	Agiovlasitis S, Motl RW, Fahs CA, Ranadive SM, Yan H, Echols GH, et al. Metabolic rate and accelerometer output during walking in people with Down syndrome. Med Sci Sports Exerc. 2011 Jul;43(7):1322-7.	No.	Repetido.
<b>Web of Science</b>	Curtin C, Bandini LG, Must A, Gleason J, Lividini K, Phillips S, et al. Parent support improves weight loss in adolescents and young adults with Down syndrome. J Pediatr. 2013 Nov;163(5):1402-8.e1.	No.	Repetido.
<b>Web of Science</b>	Agiovlasitis S, Motl RW, Ranadive SM, Fahs CA, Yan H, Echols GH, et al. Prediction of oxygen uptake during over-ground walking in people with and without Down syndrome. Eur J Appl Physiol. 2011 Aug;111(8):1739-45.	No.	Repetido.
<b>Web of Science</b>	Rosety-Rodriguez M, Camacho A, Rosety I, Fornieles G, Rosety MA, Diaz AJ, et al. Resistance circuit training reduced inflammatory cytokines in a cohort of male adults with Down syndrome. Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res. 2013 Nov;19:949-53.	No.	Repetido.

<b>Web of Science</b>	Fornieles G, Rosety MA, Elosegui S, Rosety JM, Alvero-Cruz JR, Garcia N, et al. Salivary testosterone and immunoglobulin A were increased by resistance training in adults with Down syndrome. Braz J Med Biol Res Rev Bras Pesqui Médicas E Biológicas Soc Bras Biofísica Al. 2014 Apr;47(4):345-8.	No.	Repetido.
<b>Web of Science</b>	Rosety-Rodriguez, M., Rosety, I., Fornieles, G., Rosety, M.A., Ordonez, F.J. Supervised resistance training reduced oxidative damage in adults with Down Syndrome. Med Sport (Roma). 2014 Jun;67(2):219-26.	No.	Repetido.
<b>Web of Science</b>	Mitchell F, Melville C, Stalker K, Matthews L, McConnachie A, Murray H, et al. Walk well: a randomised controlled trial of a walking intervention for adults with intellectual disabilities: study protocol. BMC Public Health. 2013;13:620.	No.	Incluye personas con discapacidad, en general.
<b>SPORTDiscus</b>	Ordoñez FJ, Fornieles-Gonzalez G, Camacho A, Rosety MA, Rosety I, Diaz AJ, et al. Anti-inflammatory effect of exercise, via reduced leptin levels, in obese women with Down syndrome. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2013 Jun;23(3):239-44.	Sí.	
<b>SPORTDiscus</b>	Boer P-H, Meeus M, Terblanche E, Rombaut L, Wandele ID, Hermans L, et al. The influence of sprint interval training on body composition, physical and metabolic fitness in adolescents and young adults with intellectual disability: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2014 Mar;28(3):221-31.	No.	Incluye personas con discapacidad, en general.

## Anexo 4: Escala PEDro

### **Escala PEDro-Español**

- 
- |   |   |        |
|---|---|--------|
| 1. Los criterios de elección fueron especificados   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 3. La asignación fue oculta   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 5. Todos los sujetos fueron cegados   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar" | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
| 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | donde: |
-

Anexo 5: Análisis de los ensayos controlados aleatorizados

Modalidad de ejercicio	Referencia	Tamaño de la muestra	Intervención	Variables	Resultados	Nivel de evidencia
<b>Entrenamiento aeróbico</b>	Boer y Moss 2016 (15)	N=42; 25 hombres y 17 mujeres 18-50 años IT: 13; CAT: 13; GC: 16	12 semanas; 3 días/semana. Cicloergómetro/tapiz rodante Entrenamiento en grupos de 6 personas. Calentamiento: 5 min (4km/h o 60W) PP: 20 minutos (tras 6 semanas ↑ 5 min); IT→ 10-30s a máxima I seguidos de 90s a baja I; CAT→ ejercicio continuo a 70-80% del VO <sub>2</sub> máx., tras 6 semanas ↑ al 85%. Enfriamiento: 5 min (4km/h o 60W)	Peso, IMC, circunferencia de la cadera, circunferencia de la cintura, TA, composición corporal, glucosa, colesterol, fuerza de agarre en la mano, agilidad, equilibrio dinámico, resistencia aeróbica, habilidad funcional, fuerza de la parte inferior del cuerpo	↓ peso, IMC (+ significativo en IT). Mejoría de parámetros funcionales y fuerza en MMII en CAT. Mejoría de la distancia caminada en el test 6 min marcha y 8 foot-up-and-go en CAT. Mejoría en VO <sub>2</sub> máx. y tiempo hasta el cansancio en IT y CAT (+ significativa en IT). No mejoría significativa en fuerza de agarre de la mano, pero sí en la fuerza de la parte inferior del cuerpo en CAT. Sin cambios en: composición corporal, circunferencia de la cintura, circunferencia de la cadera, glucosa, colesterol, TA.	7/10

	F. J. Ordonez et al. 2014 (13)			ICC, circunferencia de la cintura TNF- $\alpha$ , IL-6, fibrinógeno, proteína C-reactiva	<p>↓ TNF, IL-6, proteína C-reactiva y fibrinógeno.</p> <p>↓ ICC, circunferencia de la cintura.</p> <p>Relación entre ICC-TNF, ICC-IL-6 y entre circunferencia de la cintura-proteína C-reactiva.</p> <p>GC: sin cambios.</p>	5/10
	Ordoñez et al. 2013 (14)	N=20, mujeres 18-30 años IMC $\geq 30\text{kg/m}^2$ CI: 50-69 GI: 11; GC:9	Entrenamiento aeróbico 10 semanas; 3 días/semana Calentamiento: 10-15 min PP: 30-40 min (cada 2 semanas $\uparrow$ 2.5 min) en tapiz rodante a 55-65% de la FCmáx. Enfriamiento: 5-10 min	% masa grasa, circunferencia de la cintura, ICC, VO <sub>2</sub> máx., leptina, adiponectina	<p><math>\uparrow</math>VO<sub>2</sub>máx.</p> <p>↓ leptina.</p> <p>↓ %masa grasa e ICC.</p> <p>Correlación positiva: leptina-ICC.</p> <p>Correlación negativa: adiponectina-circunferencia de la cintura.</p> <p>GC: sin cambios.</p>	4/10
	Rosety-Rodriguez et al. 2014 (16)			% masa grasa, % grasa visceral, IL-6, proteína C-reactiva	<p><math>\uparrow</math> IL-6 y proteína C-reactiva tras 3 meses del cese del entrenamiento y <math>\uparrow</math> tras 6 meses, comparado con el primer mes.</p> <p>Medidas antropométricas: sin cambios tras 3 meses, <math>\uparrow</math> tras 6 meses.</p> <p>GC: sin cambios.</p>	4/10

	F. Ordonez et al. 2013 (17)			% masa grasa, ICC, circunferencia de la cintura, consumo máximo de oxígeno	↓ % masa grasa, circunferencia de la cintura, ICC. Mejoría de la capacidad aeróbica (↑VO <sub>2</sub> máx.) GC: sin cambios.	5/10
<b>Entrenamiento de fuerza</b>	Rosety-Rodriguez et al. 2013 (18)	N=40, hombres 23.7±3.1 años CI: 60-69 GI: 24; GC: 16	Entrenamiento de fuerza, en grupos de 6 personas. 12 semanas; 3 días/semana Calentamiento: 5 minutos de estiramientos PP: curl de brazos, extensión de tríceps, remo sentado, extensión de piernas, curl de piernas y press de piernas. Enfriamiento: 5 minutos de estiramientos	Leptina, adiponectina, TNF-α, IL-6, % de masa sin grasa, circunferencia de la cintura, tareas funcionales	Mejoría TGUG test. Cambios significativos en la masa libre de grasa y la circunferencia de la cintura. ↓ leptina, TNF-α e IL-6. Sin cambios significativos en adiponectina. Correlación positiva entre: leptina-circunferencia de la cintura, TNF-α-circunferencia de la cintura. Correlación negativa entre: adiponectina-circunferencia de la cintura. GC: sin cambios.	4/10

	Fornieles et al. 2014 (19)			IgA, testosterona, realización de tareas	<p>↑ IgA (↑ inmunidad de las mucosas) y ↑ testosterona. Mejoría en la realización de tareas. No cambios en los niveles de cortisol. GC: sin cambios.</p>	4/10
	Rosety-Rodriguez, M., et al. 2014 (20)			Capacidad antioxidante plasmática, MDA, grupos carbonilo, 8OHdG, fuerza máxima de agarre	<p>↓ MDA y 8OHdG. ↑ capacidad reductora del hierro y fuerza de agarre máxima. No cambios en grupos carbonilo. ↓ daño oxidativo GC: sin cambios</p>	4/10

**N**= número de sujetos; **IMC**=índice de masa corporal; **CI**: coeficiente intelectual; **GI**: grupo de intervención; **GC**: grupo control; **IT**: entrenamiento interválico; **CAT**: entrenamiento continuo aeróbico; **PP**: parte principal; **I**= intensidad; **FCmáx.** = frecuencia cardíaca máxima; **VO<sub>2</sub>máx.**= consumo máximo de oxígeno; **ICC**: índice cintura-cadera; **TA**=tensión arterial; **IgA**= inmunoglobulina A; **MDA**=malondialdehído, **8OHdG**= 8-hidroxideoxiguanosina; **MMII**= miembros inferiores; **TGUT**= *the timed get-up-and-go test*