

TRABAJO FIN DE GRADO

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN



Grado en **Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**

Universidad Miguel Hernández de Elche

2014-2015

Alumno/a: Jorge Sánchez Pedreño

Tutor académico: Francisco Ayala Rodríguez

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. MATERIAL Y MÉTODOS	3
2.1. Diseño y participantes	3
2.2. Procedimiento	4
2.2.1. Evaluación pre-participación	4
2.2.2. Evaluación de la composición corporal	4
2.2.3. Evaluación de la condición física relacionada con la salud	4
2.3. Programa de intervención	6
3. RESULTADOS	11
3.1. Análisis intra-participantes	11
3.1.1. Participante 1	11
3.1.2. Participante 2	11
3.1.3. Participante 3	11
3.1.4. Participante 4	12
3.2. Análisis inter-participantes	12
4. DISCUSIÓN	13
5. REFERENCIAS	14
6. INDICE DE FIGURAS NO PRESENTES EN EL TEXTO	15
6.1. Figura 2: Curl-up test	16
6.2. Figura 3: Push-up test	17
6.3. Figura 4: Test de Flexo-rotación del tronco	18
6.4. Figura 5: Test de Sorensen	19
6.5. Figura 6: Functional Movement Screen	20
6.6. Figura 7: Star Excursion Balance Test	21

RESUMEN

Los beneficios del ejercicio practicado de forma regular sobre la composición corporal están bien documentados, pero encontramos información carente en cuanto a recomendaciones de ejercicio físico específicas para poblaciones con sobrepeso y obesidad. Los efectos de un tipo concreto de trabajo sobre ella no están todavía claros. Hasta ahora, las organizaciones profesionales se han centrado en guías de ejercicio físico donde el entrenamiento de resistencia aeróbica es predominante en su tratamiento. Por tanto, en el presente estudio de casos se ha pretendido mostrar los efectos del entrenamiento de resistencia muscular en combinación con el entrenamiento de resistencia aeróbica en personas con normopeso o infrapeso en comparación con personas con sobrepeso u obesidad. En los últimos años, encontramos una corriente cada vez más creciente interesada en el estudio de los efectos que el entrenamiento de resistencia muscular tiene sobre la composición corporal, sugiriendo que pudiera ser efectivo para el tratamiento del sobrepeso y la obesidad, población con una prevalencia muy elevada en la sociedad actual y cuyo problema alcanza magnitudes preocupantes en cuanto a enfermedades asociadas e inversión económica en su tratamiento.

Palabras clave

Obesidad, sobrepeso, ejercicio físico, salud, resistencia muscular

ABSTRACT

The benefits of regular exercise on body composition are well documented, but information is lacking on the specific exercise recommendations for overweight or obese populations. The effects of a specific type of exercise on them are not clear yet. Now a days, professional organizations have focused on physical exercise guidelines where aerobic endurance training is predominant for its treatment. Therefore, in this case study we have tried to show the effects of muscular endurance training combined with aerobic endurance training in people with normal weight or underweight compared to overweight or obese people. In the last years, it's increasingly growing the interest of the effects that muscular resistance training has on body composition, suggesting that it could be effective on body fat loss for the purposes of the treatment of overweight and obese people, population with a very high prevalence in our society and which reaches worrying problem regarding magnitudes associated with economic investment in treatment.

Keywords

Obesity, overweight, physical exercise, health, muscular endurance

1. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el sobrepeso y la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud (OMS, 1948). En este sentido, y de acuerdo a términos cuantitativos, se considera que un índice de masa corporal (IMC) superior a 25 indica sobrepeso, y se define obesidad si se alcanzan valores mayores de 30 (Aranceta-Bartrina, Serra-Majem, Foz-Sala & Moreno-Esteban 2005).

El sobrepeso y la obesidad han sido determinados como el sexto factor principal de riesgo de defunción en el mundo (OMS, 2014). Así, cada año fallecen alrededor de 3,4 millones de personas adultas como consecuencia del sobrepeso y la obesidad. Además, el 44% de la carga de diabetes, el 23% de la carga de cardiopatías isquémicas y entre el 7% y el 41% de la carga de algunos cánceres son atribuibles al sobrepeso y la obesidad (OMS, 2014).

En España, un 17% de los adultos padecen obesidad y un 37% presentan sobrepeso (Encuesta Nacional de Salud, 2013). La obesidad ha aumentado del 7,4% al 17,0% en los últimos 25 años. Además, dos de cada cinco niños de entre 2 a 17 años presentan sobrepeso y uno de ellos obesidad (Estudio ALADINO, 2013).

A nivel económico, el impacto de la obesidad en la economía mundial es altísimo, calculándose los costes en torno a los 2 billones de dólares, equivalentes al 2,8% del PIB global (Algazy, 2010). La gravedad del problema está a la altura del tabaquismo, la violencia armada o el terrorismo; y sus consecuencias se expanden desde los costes sanitarios, públicos o privados, pasando por la caída de la productividad y el aumento del absentismo laboral, hasta un mayor consumo de alimentos y energía (Instituto Médico Europeo de la Obesidad, 2014).

Los tratamientos que han demostrado ser eficaces en la lucha contra el sobrepeso y la obesidad son la adopción de hábitos de vida saludables y la realización continuada de ejercicio físico (Jakici et al., 2001; Wareham, van Sluijs & Ekelund, 2005). Además, los fármacos son otra de las armas terapéuticas para el tratamiento de la obesidad (Powell, Apovian & Aronne, 2011). Sin embargo, los tratamientos no farmacológicos (cambio en el estilo de vida y práctica continuada de ejercicio físico) son la opción más utilizada dada su óptima relación “coste-beneficio” para el paciente.

En este sentido, y dentro del ejercicio físico, el entrenamiento aeróbico ha sido la modalidad recomendada por las más prestigiosas Instituciones Internacionales (e.j.: American College of Sports Medicine [ACSM]; National Strength and Conditioning Association [NSCA]) como tratamiento para el sobrepeso y la obesidad. Además, en los últimos años, estudios científicos han demostrado que el entrenamiento de fuerza y resistencia muscular también es una modalidad de ejercicio físico que podría ser eficaz para el tratamiento del sobrepeso y obesidad (Schmitz, Jensen, Kugler, Jeffery & Leon, 2003). Así, recientes guías de consenso y posicionamientos internacionales de lucha contra la obesidad ya consideran el entrenamiento de fuerza y resistencia muscular como un tratamiento eficaz y complementario contra el sobrepeso y la obesidad (Donnelly, Jakicic, Manore, Rankin & Smith, 2009). Sin embargo, la evidencia científica existente parece indicar que el entrenamiento aeróbico presenta una mayor eficacia para la reducción de la grasa corporal en comparación con el entrenamiento de fuerza y resistencia muscular (Ismail, Keating, Baker & Johnson, 2012).

Sorprendentemente, y tal y como manifiesta un recientemente publicado meta-análisis en relación al efecto del ejercicio físico sobre el tratamiento del sobrepeso y obesidad (Ismail et al., 2012), son muy escasos los estudios científicos que han analizado y comparado la eficacia de programas de entrenamiento que integran ambas modalidades de ejercicio físico para la reducción de la grasa corporal, mostrando en muchos casos resultados contradictorios (Ho, Dhaliwal, Hills & Pal, 2012; Sigal et al., 2014). Conocer el efecto de un entrenamiento aeróbico combinado con un entrenamiento de fuerza y resistencia muscular podría mejorar el

conocimiento acerca del rol del ejercicio físico sobre el tratamiento del sobrepeso y obesidad además de poder identificar que modalidad y estrategia de ejercicio es la más eficaz para este fin.

Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo final de grado (TFG) fue analizar el efecto de un programa individualizado de ejercicio físico aeróbico y de fuerza y resistencia muscular sobre la composición corporal y condición física relacionada con la salud (resistencia cardiorrespiratoria, fuerza muscular, flexibilidad y estabilidad) en 2 personas con sobrepeso. Además, otro objetivo del presente trabajo fue determinar si los efectos del entrenamiento aplicado sobre las variables anteriormente mencionadas difieren entre personas con infrapeso, normopeso y sobrepeso.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Diseño y participantes

El presente estudio presentó un diseño de casos donde se aplicó una intervención consistente en 5 semanas de ejercicio físico supervisado sin existir grupo control y con el objetivo de constatar los efectos de dicha intervención sobre la composición corporal y las variables de la condición física relacionada con la salud a través del clásico enfoque test y post-test (figura 1).

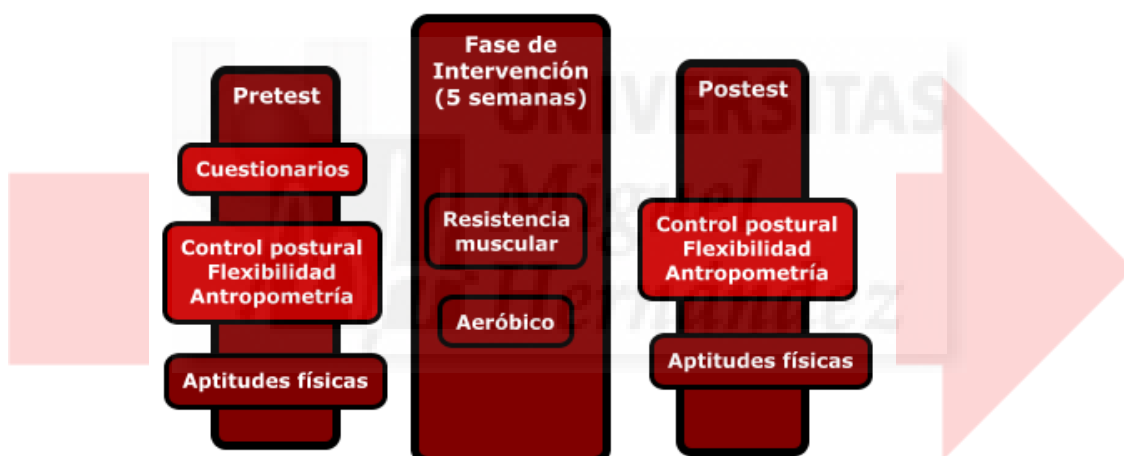


Figura 1: Diseño experimental del presente estudio de casos

Un total de 4 participantes, 3 mujeres y 1 hombre, dos de ellos, sujeto 2 y 3, con sobrepeso y el resto, sujetos 1 y 4, con infrapeso o normopeso formaron parte del presente estudio. Los participantes presentaron edades comprendidas entre los 18 y los 55 años. Se le ha asignado un número identificativo para conservar la confidencialidad de cada uno de los participantes de tal forma que:

- Participante 1: hombre, 18 años, con infrapeso y un IMC de 18,1.
- Participante 2: mujer, 22 años, con sobrepeso y un IMC de 26.
- Participante 3: mujer, 22 años, con sobrepeso y un IMC de 29.
- Participante 4: mujer, 54 años, con normopeso y un IMC de 20.

Como criterios de exclusión se establecieron: (a) presentar alguna patología incompatible con el ejercicio aeróbico, el ejercicio de fuerza y resistencia muscular o que pudiera verse afectada por este tipo de entrenamiento; (b) abandonar el estudio antes de la finalización del mismo.

Todos los participantes fueron informados verbalmente y por escrito de los posibles riesgos y procedimientos del presente estudio y firmaron un consentimiento informado que fue aprobado por el Comité Ético y Científico en investigación en Humanos de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

2.2. Procedimiento

Antes del comienzo del programa de intervención se realizó una evaluación pre-participación compuesta por una serie de cuestionarios escritos estandarizados. Tras ellos, tuvo lugar la evaluación de la composición corporal y de las principales variables relacionadas con condición física para la salud. Las pruebas de valoración de la condición física se llevaron a cabo con cada sujeto en 2 sesiones diferentes en días no consecutivos, realizando el primer día los test de evaluación del control postural y flexibilidad, dejando la evaluación del resto de variables de la condición física para el segundo día (figura 1). Así, los test de evaluación se organizaron en tres bloques principales.

2.2.1. Evaluación pre-participación

Se utilizaron 3 cuestionarios escritos pre-participación en el programa de intervención:

- a. El consentimiento informado: es el procedimiento mediante el cual se garantiza que el participante ha expresado voluntariamente su intención de participar en la investigación, después de haber comprendido la información que se le ha dado acerca de los objetivos del estudio, los beneficios, las molestias, los posibles riesgos y las alternativas, sus derechos y responsabilidades.
- b. El cuestionario *PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire)* es un cuestionario de 7 preguntas que pretende evaluar a cualquier persona que desee comenzar un plan de ejercicio físico en el cual se contestarán preguntas sobre el estado de salud en el que se encuentra en estos momentos así como en momentos pasados con el fin de constatar si la persona está preparada para realizar ejercicio físico o debe consultar a su médico antes de hacerlo.
- c. El cuestionario sobre antecedentes médicos y factores de riesgo abarca preguntas sobre la historia de salud personal, los antecedentes familiares y la medicación que recibe por si fuera necesario derivar a nuestro sujeto al médico para que autorice el comienzo de nuestro programa de ejercicio físico.

2.2.2. Evaluación de la composición corporal

El estudio de la composición corporal (porcentaje grasa corporal) se llevó a cabo mediante un análisis de la bioimpedancia. En ese sentido, la bioimpedancia es un método indirecto que estima los parámetros de composición corporal obteniendo los valores de masa grasa mediante la valoración de otros parámetros, al estimar la masa grasa a través de la valoración previa del agua corporal total. Igualmente se registraron las variables masa corporal, índice cintura cadera y se calculó el índice de masa corporal.

2.2.3. Evaluación de la condición física relacionada con la salud

Se evaluaron las variables relacionadas con la condición física y la salud propuestas por el ACSM (2014) y la NSCA (2008). En este sentido se evaluó la resistencia cardiorrespiratoria, la fuerza y resistencia muscular, la flexibilidad y la estabilidad dinámica. A continuación se describen brevemente los elementos evaluados y los procedimientos exploratorios para cada una de las variables anteriormente citadas.

2.2.3.1. Resistencia cardiorrespiratoria

El test de *Astrand-Rhyming*, creado por los investigadores Astrand y Rhyming (1954), es un test submáximo y en cicloergómetro que se ha utilizado ya que por una parte minimiza

el riesgo cardiovascular durante la prueba, y por otra, reduce el impacto articular generado en otros test en tapiz rodante o de campo. Este test consiste en un solo estadio de 6 minutos de duración a una cadencia de pedaleo de 50 rpm. Se calcula la media de la frecuencia cardíaca obtenida en el 5º y 6º minutos y posteriormente se estimará el VO₂ máximo. El índice de fiabilidad de este test oscila entre 0,76 y 0,83, sugiriendo una buena correlación para la estimación del VO₂ máximo aunque con tendencia a subestimar este valor en un 10-15%.

2.2.3.2. Fuerza y resistencia muscular

- Los test de fuerza muscular estimativos de 1 RM en máquina de *press* (miembro superior) y en prensa (miembro inferior), utilizando la fórmula de Brycki para la estimación, con un Índice de Correlación muy alto tanto para miembro superior como para miembro inferior.
- Los test de resistencia muscular dinámica como el *Curl-up test* (figura 2), el *Push-up test* (figura 3) y el test de flexo-rotación del tronco (figura 4), cuyo objetivo es evaluar la resistencia de la musculatura abdominal, la musculatura flexo-rotadora del tronco y el miembro superior respectivamente, todo ello ante esfuerzos dinámicos. El test de *Curl-up* tiene una fiabilidad de 0,92, el test de *Push-up* de 0,90-0,99 y el test de flexo-rotación de tronco de 0,94, es decir, todos ellos muy elevada (McManis, Baumgartner & Wuest, 2000).
- Los test de resistencia muscular estática como el test del puente lateral, el test de flexores del tronco y el test de *Sorensen* (figura 5), cuyo objetivo es evaluar la resistencia de la musculatura lumbar y abdominal antes esfuerzos isométricos. El Test de puente lateral ha mostrado una fiabilidad alta (>0,80), el Test de flexores de tronco de 0,95 así como el Test de *Sorensen* de 0,77 a 0,88 (Juan-Recio, Barbado, López-Valenciano & Vera-García, 2014).
- Se ha utilizado el test de salto de longitud para evaluar la potencia de la musculatura del tren inferior, consistente un salto a pies juntos desde parado con contramovimiento y hacia delante debiendo caer de nuevo con los pies juntos. Este test presenta un Índice de Correlación de 0,91-0,94 (Meylan, McMaster, Cronin, Mohammad & Rogers, 2009).

2.2.3.3. Flexibilidad

Todos los participantes fueron sometidos a dos test de flexibilidad estática activa, el *sit and reach test* y el test de dorsiflexión de tobillo.

- El *sit and reach test* es un test de flexibilidad de la musculatura isquiosural y la espalda baja en su conjunto con elevada fiabilidad relativa interexaminador (0,89-0,99), moderada validez para determinar la flexibilidad de la musculatura isquiosural y pobre para determinar la flexibilidad de la musculatura lumbar (Ayala, Sainz de Baranda, Cejudo & Santonja, 2012).
- El test de dorsiflexión de tobillo, utilizado para determinar la movilidad de esta articulación donde el sujeto de pie, con pie del tobillo a valorar a 10 cm de la pared, quedando el otro a un pie de distancia de separación. Se dirige la rodilla delantera hasta hacerla tocar con la pared (manteniendo el talón en el suelo). Si no llega a tocar la pared sin levantar el talón, el pie se moverá 1 cm hacia delante, repitiendo el proceso hasta poder realizar la acción de forma correcta. El test tiene una validez de 0,93 y una fiabilidad de 0,85 (Bennell, Talbot, Wajswelner, Techovanich, Kelly & Hall, 1998).

2.2.3.4. Estabilidad

Los participantes fueron sometidos a la batería de test de control postural y flexibilidad dinámica *Functional Movement Screen* (Cook, Burton & Hoogenboom, 2006) (figura 6). Este conjunto de siete test tiene como objetivo identificar de forma fácil y rápida las restricciones o alteraciones en cuanto al movimiento corporal, centrándose en la movilidad de las cadenas cinéticas y la estabilidad necesaria para realizar los movimientos en ausencia de dolor o lesión permitiéndonos conocer numéricamente el estado del sujeto (0-21). Los valores de fiabilidad van desde moderada a buena (0.6-0.85) con niveles aceptables de error y valores de validez de buenos a excelentes (Chorba, Chorba, Bouillon, Overmyer & Landis, 2010; Minick, Kiesel, Burton, Taylor, Plisky & Butler, 2010). El conjunto de test incluye:

- Sentadilla profunda (*Deep Squat*).
- Paso de obstáculo (*Hurdle Step*).
- Zancada en línea (*In-Line Lunge*).
- Movilidad de hombros (*Shoulder Mobility*).
- Levantamiento activo de pierna extendida (*Active Straight-Leg Raise*).
- Flexión de brazos con estabilidad del tronco (*Trunk Stability Push-Up*).
- Estabilidad rotatoria (*Rotary Stability*).

Seguidamente fueron sometidos al test de equilibrio *Star Excursion Balance Test* (Plisky, Rauh, Kaminski, & Underwood, 2006) (figura 7). Este consiste en una estrella dibujada en el suelo con 8 direcciones donde el individuo permanece en una posición estática colocando su pie (de estudio) descalzo en el centro y donde deberá alcanzar la mayor distancia posible con el pie el otro pie que está en suspensión en cada una de las direcciones. El contacto, con la punta del pie, debe ser limpio, sin apoyo del peso ni desequilibrio del otro pie, regresando cada vez a la posición monopodal inicial, repitiendo el test en 3 ocasiones con cada pierna. El test tiene un Índice de Correlación entre 0,84 y 0,92 y una fiabilidad excelente, principalmente en las direcciones postero-lateral y postero-medial (Hertel, Miller, & Denegar, 2000).

Tras estos test, los sujetos fueron sometidos a un test de estabilidad del raquis mediante el paradigma del asiento inestable (Cholewicki, Polzhofer y Radebold, 2000) cuyo objetivo es determinar la estabilidad del raquis tanto en estático como en trayectorias horizontal, vertical y circular.

2.3. Programa de intervención

El programa de entrenamiento se llevó a cabo en 5 semanas y se elaboró siguiendo las recomendaciones del ACSM con respecto a la cantidad y calidad de ejercicio físico recomendado para la salud (tabla 1) y teniendo en cuenta las necesidades de cada participante. Así, todos los sujetos realizaron 3 sesiones semanales de práctica de actividad física.

Tabla 1: Recomendaciones Colegio Americano de Medicina Deportiva (2011)

TIPO	FRECUENCIA (días/semana)	INTENSIDAD
Resistencia Cardiorrespiratoria	Opciones	≥5 d/s Moderada (50-70% VO ₂ max)
		≥3 d/s Vigorosa (≥ 70% VO ₂ max)
		5-3 d/s Moderada + Vigorosa
Fuerza y resistencia muscular	2-3 d/s Al menos 48h. de recuperación por grupo muscular.	<u>Fuerza resistencia</u> ≤50% RM 1-2 series de 15-25 repeticiones por grupo muscular.
		<u>Fuerza máxima e hipertrofia</u> 60-80% RM 2-4 series de 8-12 repeticiones por grupo muscular.
Flexibilidad	2-3 d/s	10 min de duración ≥ 4 series de 15-60 segundos Hasta tirantez moderada.
Equilibrio/estabilidad	2-3 d/s	Taichí, Yoga, Pilates...

En cuanto a la resistencia aeróbica, el ACSM (2011) recomienda su entrenamiento 5 o más días por semana con una intensidad moderada (50-70% VO₂ máx. o 3 o más días con una intensidad vigorosa (≥ 70% VO₂máx.). Los sujetos con sobrepeso realizaron solamente 1 día a la semana de entrenamiento puramente aeróbico, aunque en el resto de entrenamientos el componente aeróbico fue alto también.

Por otra parte, el ACSM (2011) recomienda el entrenamiento de fuerza de 2 a 3 días a la semana con intensidad de moderada a vigorosa. Los cuatro sujetos cumplieron las recomendaciones, realizando 2 sesiones semanales de entrenamiento de fuerza con intensidades de 40% a 75% de 1RM mediante circuitos de fuerza-resistencia para el trabajo global y con alternancia muscular entre ejercicios, realizando 1 serie de cada uno en el siguiente orden: T. Inferior (cuádriceps), T. Superior (dorsal), T. Inferior (glúteo) y T. Superior (pectoral).

Con respecto a la flexibilidad, el ACSM (2011) recomienda su trabajo de 2 a 3 días por semana con alrededor de 10 minutos de duración, ≥4 series de 15-60 segundos y hasta la tirantez muscular moderada. Los sujetos realizaron un mínimo de 2 sesiones semanales en las cuales se incluyó el trabajo de flexibilidad. Se realizó mediante ejercicios correctivos incluidos en el calentamiento o al final de la sesión. Se utilizó como métodos principales la relajación miofascial y los estiramientos estáticos activos y pasivos.

En cuanto al equilibrio, el ACSM (2011) recomienda su trabajo de 2 a 3 días por semana. En este caso, no hubo un entrenamiento específico de equilibrio, sino mediante el fortalecimiento de la musculatura abdominal, lumbar y glútea y ejercicios tanto unilaterales como bilaterales y en situaciones desde la estabilidad absoluta hasta la inestabilidad progresivamente.

Tabla 2. Efecto del programa de intervención sobre las variables antropométricas masa corporal, índice de masa corporal (IMC), índice cintura cadera (ICC) y % de grasa. Los resultados se expresan individualmente y como pre-test, post-test y % de cambio.

Variable	Participante 1			Participante 2			Participante 3			Participante 4		
	Pre-test	Post-test	% Δ	Pre-test	Post-test	% Δ	Pre-test	Post-test	% Δ	Pre-test	Post-test	% Δ
Masa corporal	51,1	51,0	-0,2%	73,2	72,5	-1%	80,5	80,2	-0,4%	50,6	49,7	-1,8%
IMC	18,1	18,1	0%	26	25,7	-1,1%	28,9	28,8	-0,2%	19,8	19,7	-0,5%
ICC	0,8	0,8	0%	0,65	0,72	10,7%	0,86	0,81	-5,8%	0,8	0,8	0%
% Grasa	14,6	12,4	-15%	24,4	22,8	-6,5%	36,4	36,0	-1,1%	33,1	32,7	-1,2%

% Δ: % de cambio pre-test y post-test

Tabla 3. Efecto del programa de intervención sobre las variables de la condición física relacionada con la salud resistencia cardiorrespiratoria, fuerza máxima, fuerza resistencia, fuerza potencia y flexibilidad estática. Los resultados se expresan individualmente y como pre-test, post-test y % de cambio.

Variable	Participante 1			Participante 2			Participante 3			Participante 4		
	Pre-test	Post-test	% Δ	Pre-test	Post-test	% Δ	Pre-test	Post-test	% Δ	Pre-test	Post-test	% Δ
Resistencia Cardiorrespiratoria												
▪ VO ₂ máx (ml/kg*min)	45	47	4,4	27	31	14,8	22	33	50	52	54	3,8
Fuerza máxima ¹												
▪ Tren superior	0,9	1,4	55,6	0,53	0,87	64,2	0,21	0,36	71,4	0,38	0,48	26,3
▪ Tren inferior	3,31	3,96	19,6	1,92	2,76	43,8	1,57	2,1	33,8	0,86	2,24	160,5
Fuerza resistencia												
▪ Tren superior (rep)	12	17	41,7	15	30	100	0	3	300	12	13	8,3
▪ Flexores del tronco (rep)	25	25	0,0	25	25	0	25	25	0	25	25	0,0
▪ Extensores del tronco (min)	3,10	3,25	4,8	1,56	2,10	34,6	1,18	1,40	18,6	3,25	3,30	1,5
▪ Flexo-rotadores tronco (rep)	63	65	3,2	73	73	0	41	44	7,3	66	65	-1,5
Fuerza potencia												
▪ Salto horizontal (cm)	193	194	0,5	139	149	7,2	110	112	1,8	126	133	5,6
Flexibilidad estática												
▪ Isquiosural (cm)	28	38	35,7	56	57	1,8	58	58	0	52	54	3,8
▪ Tríceps sural (°)	I: 6 D: 7	I:7 D:8	14,3	I:13 D:12	I:13 D:12	0	I:11 D:12	I:12 D:12	0	I:6 D:7	I:7 D:7	0,0

1: valores normalizados con respecto a su peso; rep: repeticiones; min: minutos; cm: centímetros; °: grados; I: Izquierda; D: derecha.

Tabla 4: Efecto del programa de intervención sobre la variable de la condición física relacionada con la salud estabilidad. Los resultados se expresan individualmente y como pre-test, post-test y cambio absoluto (Δ)

Variable	Participante 1			Participante 2			Participante 3			Participante 4		
	Pre-test	Post-test	Δ	Pre-test	Post-test	Δ	Pre-test	Post-test	Δ	Pre-test	Post-test	Δ
Star Excursion Balance test												
▪ Anterior												
○ Derecha	39	41	2	41	36	-5	41	45	4	26	33	7
○ Izquierda	34	40	6	40	36	-4	41	36	-5	26	36	10
▪ Posteromedial												
○ Derecha	56	57	1	46	53	7	46	51	5	33	32	-1
○ Izquierda	57	55	-2	48	56	8	47	49	2	33	48	15
▪ Posterolateral												
○ Derecha	55	55	0	39	45	6	43	42	-1	25	32	7
○ Izquierda	54	57	3	37	52	15	22	39	17	40	42	2
Funcional Movement Screen												
▪ Deep Squat	1	1	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0
▪ Hurdle Step	3	3	0	3	3	0	3	3	0	1	3	2
▪ In-Line Lunge	3	3	0	2	3	1	3	3	0	2	3	1
▪ Shoulder Mobility	2	2	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0
▪ Straight-Leg Raise	1	2	1	3	3	0	3	3	0	3	3	0
▪ Push-Up	3	3	0	1	1	0	2	3	1	1	1	0
▪ Rotary Stability	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
▪ Total	15	17	2	16	18	2	18	20	2	13	17	4

3. RESULTADOS

Tras el periodo de intervención de 5 semanas de entrenamiento aeróbico y de fuerza y resistencia muscular y habiendo realizado el conjunto de test para evaluar las diferentes variables seleccionadas, es posible determinar que ha habido mejoras significativas en una o más de estas, especialmente en las relacionadas con la condición física para la salud, no siendo el caso para las variables de composición corporal en los participantes número 3 y 4 (índice de masa corporal, índice cintura cadera y % de grasa; tabla 2).

Tras el análisis de los datos, es posible también afirmar que el trabajo de fuerza-resistencia combinado con el trabajo aeróbico intermitente producen relevantes mejoras en la condición física para la salud, duplicando e incluso triplicando la magnitud de la carga del inicio del programa en algunas variables (e.j. fuerza máxima tren superior y flexibilidad isquiosural; tabla 3).

Finalmente, y comparando los participantes con sobrepeso con los participantes con normopeso o infrapeso, no apreciamos diferencias significativas en los resultados de condición física, aunque, y de forma sorprendente, respecto a la composición corporal los participantes con normopeso e infrapeso sufrieron un descenso significativamente mayor en el porcentaje de grasa corporal.

3.1. Análisis intra-participantes

3.1.1. Participante 1

Partiendo con carencias de fuerza del tren superior y flexibilidad isquiosural y del tríceps sural, en cuanto a la composición corporal ha mantenido los valores del peso, IMC e ICC, disminuyendo considerablemente el porcentaje de masa grasa hasta casi un 15%. Respecto a la condición física, apreciamos mejoras significativas en el VO_2 máx (4,4%), la fuerza máxima, en mayor medida del tren superior (55,5%), la fuerza-resistencia tanto en los brazos (41,7%) como en los flexo-rotadores (4,8%) y extensores del tronco (3,2%) manteniéndose en los flexores. La potencia del tren inferior mejoró muy levemente (0,5%) así como la flexibilidad del tobillo (14,3%) y la flexibilidad de la cadera (35,7%), en mayor medida esta última. En cuanto a la estabilidad, apreciamos mejoras significativas en la estabilidad en situaciones dinámicas en todos los test.

3.1.2. Participante 2

Presentando inicialmente un exceso de masa grasa y valores buenos de condición física, en cuanto a la composición corporal apreciamos diferencias tanto en el peso, casi 1 kg menos, como en el IMC e ICC, y más importante, el porcentaje de masa grasa (-2,2%). En cuanto a la condición física, mejoró significativamente el VO_2 máx. (14,8%), la fuerza máxima del tren superior (64,2%) e inferior (43,8%) en gran medida así como la fuerza-resistencia de brazos (100%), sin obtener mejoras en la fuerza-resistencia de los flexores y flexo-rotadores del tronco con mejoras importantes en los extensores (18,6%). La potencia del tren inferior mejoró levemente (1,2%), manteniéndose los valores de flexibilidad del tobillo y mejorando ligeramente la flexibilidad de la cadera (1,8%) . Por último, obtuvimos mejoras significativas en los valores de estabilidad dinámica en todos los test.

3.1.3. Participante 3

Partiendo con exceso de masa grasa corporal cercano a valores de obesidad, valores muy pobres de fuerza del tren superior, de la fuerza-resistencia abdominal y lumbar y un VO_2 pobre, en cuanto a la composición corporal no obtuvimos mejoras significativas de peso, IMC o ICC, aunque hubo una mejora de un 0,4% en la cantidad de masa grasa. Sobre la condición física, apreciamos mejoras importantes en el VO_2 máx. (50%), mejoras significativas en la fuerza máxima tanto del tren superior (71,4%) como del tren inferior (33,8%) y más moderadas

en la fuerza-resistencia de los flexo-rotadores (7,3%) y los extensores del tronco (34,6%), sin existir mejoras en los flexores. Por otro lado, obtuvimos mejoras muy leves en la potencia del tren inferior (1,8%), manteniendo los valores de flexibilidad de tobillo y cadera. Acerca de los valores de estabilidad dinámica apreciamos mejoras, aunque moderadas, en todos los test.

3.1.4. Participante 4

Partiendo inicialmente con un porcentaje de grasa corporal elevado, valores pobres en la fuerza del tren inferior, la flexibilidad del tobillo y el VO₂ máx., en cuanto a la composición corporal apreciamos una disminución de 0,9 kg de peso, manteniendo el IMC y el ICC con mejoras de un 9,6% en la cantidad de masa grasa. Acerca de la condición física, apreciamos mejoras moderadas en el VO₂ máx. (3,8%), la fuerza tanto de tren superior (26,3%) como de tren inferior (160%), manteniéndose los valores de fuerza de los flexores, bajando ligeramente en los flexo-rotadores (-1,5%) y mejorando ligeramente en los extensores del tronco (1,5%), con mejoras significativas en la potencia del tren inferior (5,6%) y leves mejoras en la flexibilidad de cadera (3,8%), manteniéndose en la articulación del tobillo. En cuanto a la estabilidad dinámica, apreciamos mejoras significativas en todos los test, siendo el sujeto con mayores mejoras debido posiblemente a la deficiente fuerza inicial del tren inferior.

3.2. Análisis inter-participantes

Tras el programa de entrenamiento y comparando la magnitud de las mejoras entre los diferentes participantes obtenemos datos curiosos.

En cuanto a la composición corporal, las mejoras en la cantidad de masa grasa son significativamente mayores en los sujetos con normopeso e infrapeso, un 8% de media, frente a un 4% en los participantes con sobrepeso. Esto puede deberse a varios factores asociados al momento del día en el que cada participante realizó la bioimpedancia, la cantidad de alimentos ingeridos previamente a la medición o el momento del periodo menstrual en el que se encontraban los participantes, 3 de ellos mujeres. Por tanto, no podemos afirmar que la combinación de entrenamiento de resistencia aeróbica junto con el entrenamiento de resistencia muscular haya producido mayores mejoras que el entrenamiento únicamente de resistencia muscular comparando estas dos poblaciones.

En cuanto a la condición física para la salud, apreciamos mejoras significativas aunque muy dispares entre los sujetos. Realizando la media en los porcentajes de mejora, encontramos que los participantes con normopeso o infrapeso frente a los sujetos con sobrepeso mejoraron un 4,1% frente a un 32,4% el VO₂ máx.. Esto es debido al trabajo aeróbico realizado por los participantes con sobrepeso cuyo objetivo era la mejora en la composición corporal mediante el descenso de la masa grasa, y no se llevó a cabo con los participantes con normopeso o infrapeso, cuyo objetivo era el aumento de masa muscular.

En cuanto a la fuerza máxima, mejoraron un 41% frente a un 67,8% en el tren superior y un 90% frente a un 38,8% en el tren inferior. Este último resultado llama la atención y se debe a los pobres niveles de fuerza del tren inferior mostrados por el participante 4, que tuvo mejoras de un 160%. Por tanto, estos resultados no permiten extraer conclusiones claras. En cuanto a la fuerza-resistencia, mejoraron un 25% frente a un 200% en los brazos, valores llamativos aunque debidos a un hecho similar al caso anterior, debido a la mejora en un 300% del participante 3. Un 0,85% frente a un 3,5% en los flexo-rotadores del tronco y un 3,5% frente a un 26,6% en los extensores del tronco, manteniéndose los valores de los flexores del tronco debido a que todos los sujetos alcanzaron el límite superior en los valores del test. Así, encontramos mejoras significativamente superiores en la fuerza-resistencia de la musculatura del tronco y brazos en los sujetos con sobrepeso, hecho debido probablemente a los niveles muy pobres en los que partía el participante 3 antes de la intervención.

Sobre la potencia del tren inferior hubo mejoras de un 3% frente a un 4,5%, mejoras moderadas debido al incremento en la fuerza del tren inferior, aunque no se realizó trabajo específico de potencia.

En cuanto a la de flexibilidad, apreciamos mejoras en articulación de la cadera de un 19,75% frente a un 0,9% y en la articulación del tobillo un 7,15% frente a un 0%. Los sujetos con normopeso o infrapeso mejoraron significativamente más de media debido a los niveles de flexibilidad muy pobres mostrados por el participante 1, y el trabajo específico que con este se llevó a cabo para su mejora, ya que se consideró elemental la adquisición de unos valores de flexibilidad mínimos para la realización del trabajo de fuerza del tren inferior y evitar compensaciones provocadas por estos valores altamente deficitarios. Puesto que los sujetos con sobrepeso no presentaban carencias en cuanto a rangos articulares, no se trabajó específicamente para su mejora aunque sí para el mantenimiento de estos.

Así, las mejoras tan dispares y heterogéneas pueden deberse a la elaboración individualizada del programa de entrenamiento encaminado a la mejora en los valores más deficientes de cada participante. Por otra parte, denotamos mayores mejoras en los sujetos que partían de un peor estado de forma, hecho debido a que el umbral de adaptación en cuanto a la carga necesaria estaba más bajo en ellos.

Puesto que el programa de entrenamiento no ha sido el mismo para todos los participantes, no podemos comparar los resultados obtenidos en el postest en conjunto, sino que debemos analizar las mejoras por separado y en relación al programa de entrenamiento llevado a cabo con cada uno de los participantes.

4. DISCUSIÓN

El interés que el tratamiento del sobrepeso y la obesidad despiertan en la sociedad debido a su gran prevalencia y dramáticas consecuencias sobre la salud, han llevado a la comunidad científica a explorar que tipo de entrenamiento tiene mayores efectos sobre la disminución de grasa corporal y la mejora de la condición física para la salud. Así, las alternativas son el entrenamiento aeróbico (AT), el entrenamiento de resistencia muscular (RT) o la combinación de estos (AT/RT) (Arciero, Baur, Connelly & Ormsbee, 2014; Zapico et al., 2012).

Hasta la fecha, algunos estudios han demostrado la superioridad del entrenamiento de resistencia aeróbica sobre la pérdida de masa grasa corporal mostrando que el ejercicio aeróbico es un elemento central en la pérdida de masa grasa y la mejora en la composición corporal (Willis LH et al, 2015) aunque hay estudios que han encontrado mayores mejoras con el entrenamiento puramente de resistencia muscular (Sigal et al., 2014). Por último, en otros estudios ha sido evidenciado que la combinación de AT/RT reporta mayores pérdidas que el RT o el AT por separado sobre la composición corporal (Willis et al., 2012).

El papel del RT parece no ser solo el de la mejora en la composición corporal, sino reduciendo la cantidad total de colesterol en sangre, triglicéridos, lipoproteínas de baja densidad y los niveles de insulina en ayuno (Clark, 2015), siendo clave en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad.

Por ello, y siguiendo las recomendaciones del ACSM (2009), cualquier programa de entrenamiento para la modificación de la composición corporal deberá incluir tanto AT como RT, así como trabajar la flexibilidad y el equilibrio.

En cuanto al RT utilizamos el límite inferior de las recomendaciones del ACSM en términos de días por semana, 2 días para todos los participantes, obteniendo ganancias de masa muscular y un ligero descenso en el porcentaje de masa grasa en nuestros participantes con sobrepeso, debido posiblemente a que el aumento de masa muscular a su vez hizo variar

los porcentajes de masa grasa. Así, podemos afirmar que el ACSM (2009) acierta en sus recomendaciones en cuanto a entrenamiento de fuerza se refiere.

En cuanto a las aportaciones concretas de nuestro estudio de casos, podemos concluir que la combinación de AT/RT no produjo mejoras significativas en la composición corporal en los participantes con sobrepeso tras 5 semanas de intervención, no siendo así en los participantes con normopeso o infrapeso, que lograron mejoras significativas en cuanto a descenso de la masa grasa corporal.

Repasando las fortalezas y limitaciones de este estudio podemos decir que como limitaciones encontramos la elección de los sujetos, que no fue aleatoria, la utilización de un programa de entrenamiento distinto para cada participante, con lo cual no podemos comparar los efectos de un programa de entrenamiento concreto, y la escasez de sujetos, que no permite generar datos estadísticos. En cuanto a las fortalezas encontramos que el seguimiento de las sesiones se llevó a cabo de manera directa, cumpliéndose con rigurosidad el programa.

A modo de conclusión, podemos afirmar tras el análisis de los datos obtenidos, el entrenamiento AT/RT no es eficaz para la pérdida de grasa corporal en solo 5 semanas de intervención en sujetos con sobrepeso u obesidad. Por otra parte, y en cuanto a valores de la condición física para la salud, podemos concluir que este programa de entrenamiento provocó mejoras significativas en la resistencia aeróbica, la fuerza, la flexibilidad y el equilibrio en todos los participantes. Estas mejoras en la composición corporal y en la condición física para la salud en los participantes con normopeso e infrapeso son nóveles, ya que no se ha encontrado estudios que comparen un programa de AT/RT en poblaciones con normopeso o infrapeso y en poblaciones con sobrepeso u obesidad.

5. REFERENCIAS

1. Algazy, J., Gipstein, S., Riahi & F., Tryon, K. (2010). Why governments must lead the fight against obesity. McKinsey & Company, October 2010.
2. Aranceta-Bartrina, J., Serra-Majem, L., Foz-Sala, M. & Moreno-Esteban, B. (2005). Prevalencia de obesidad en España. *Medicina Clínica*, 125(12), 460-466.
3. Arciero, P. J., Baur, D., Connelly, S., & Ormsbee, M. J. (2014). Timed-daily ingestion of whey protein and exercise training reduces visceral adipose tissue mass and improves insulin resistance: the PRISE study. *Journal of Applied Physiology*, 117(1), 1-10.
4. Ayala, F., Sainz de Baranda, P. S., de Ste Croix, M., & Santonja, F. (2012). Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach: revisión sistemática. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5(2), 57-66.
5. Bennell, K., Talbot, R., Wajswelner, H., Techovanich, W., Kelly, D., & Hall, A. J. (1998). Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Australian Journal of Physiotherapy*, 44(3), 175-180.
6. Cholewick, J., Polzhofer, G.K., Radebold, A. (2000). Postural control of trunk during unstable sitting. *Journal of Biomechanics*, 33(12), 1733-1737.
7. Chorba, R. S., Chorba, D. J., Bouillon, L. E., Overmyer, C. A., & Landis, J. A. (2010). Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 5(2), 47.
8. Clark, J.E. (2015). Diet, exercise or diet with exercise: comparing the effectiveness of treatment options for weight-loss and changes in fitness for adults (18-65 years old) who are overfat, or obese; systematic review and meta-analysis. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 14 (31).

9. Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function—part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 1(2), 62.
10. Donely, J.E., Blair, S.N., Jakicic, J.M., Manore, M.M., Rankin, J.W., Smith, B.K. & American College of Sports Medicine (2009). 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*, 31(2), 459-71
11. Hertel, J., Miller, J.S., Denegar, C.R. (2000). Intratester and Intertester Reliability During the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*, 9 (2), 104-116
12. Ismail, I., Keating, S.E., Baker, M.K., Johnson, N.A. (2012). A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. *Obesity Reviews: an oficial journal of the International Association for the Study of the Obesity*, 13(1), 68-91
13. Jakicic, J. M., Clark, K., Coleman, E., Donnelly, J. E., Foreyt, J., Melanson, E., ... & Volpe, S. L. (2001). American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(12), 2145-2156.
14. Juan-Recio, C., Barbado, D., López-Valenciano, A., y Vera-García, F.J. (2014). Test de campo para valorar la resistencia de los músculos del tronco. *Apuntes. Educación Física y Deportes*, 117, 59-68.
15. McManis, B. G., Baumgartner, T. A., & Wuest, D. A. (2000). Objectivity and reliability of the 90 push-up test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 4(1), 57-67.
16. Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N. I., & Rogers, C. (2009). Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1140-1147.
17. Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N.I., Rogers, C., Deklerk, M. (2009). Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1140-1147.
18. Minick, K. I., Kiesel, K. B., Burton, L., Taylor, A., Plisky, P., & Butler, R. J. (2010). Interrater reliability of the functional movement screen. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 479-486.
19. Pérez-Farinós, N., López-Sobaler, Ana M., Ángeles Dal Re, C., Labrado, E., Robledo, R. & Ortega, R.M. (2013). The ALADINO Study: A National Study of Prevalence of Overweight and Obesity in Spanish Children in 2011. *BioMed Research International*, 2013.
20. Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-919.
21. Plisky, P.J., Rauh, M.J., Kaminsky, T.W., Underwood, F.B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-1.
22. Powell, A. G., Apovian, C. M., & Aronne, L. J. (2011). New drug targets for the treatment of obesity. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 90(1), 40-51.

23. Schmitz, K.H., Jensen, M.D., Kugler, K.C., Jeffery, R.W. & León, A.S. (2003). Strength training for obesity prevention in midlife women. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 27(3), 326-33.
24. Wareham, N. J., van Sluijs, E. M., & Ekelund, U. (2005). Physical activity and obesity prevention: a review of the current evidence. *Proceedings of the Nutrition Society*, 64(02), 229-247.
25. Willis, L.H., Slentz, C.A., Bateman, L.A., Tamlyn, A., Piner, L.W., Bales, C.W., Houmard, J.A., Kraus, W.E. (2012). Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *Journal of Applied Physiology*, 113(12), 1831-1837.
26. Zapico, A. G., Benito, P. J., González-Gross, M., Peinado, A. B., Morencos, E., Romero, B., ... & Calderón, F. J. (2012). Nutrition and physical activity programs for obesity treatment (PRONAF study): methodological approach of the project. *BMC Public Health*, 12(1), 1100.

6. INDICE DE FIGURAS NO PRESENTES EN EL TEXTO:

6.1. Figura 2: Curl-up test

6.2. Figura 3: Push-up test

6.3. Figura 4: Test de Flexo-rotación del tronco

6.4. Figura 5: Test de Sorensen

6.5. Figura 6: Functional Movement Screen

6.6. Figura 7: Star Excursion Balance Test

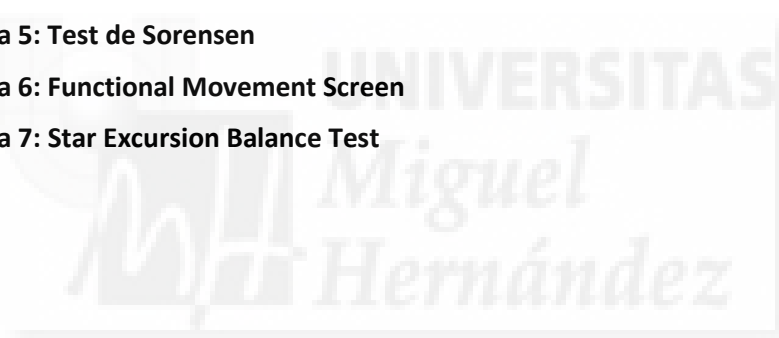
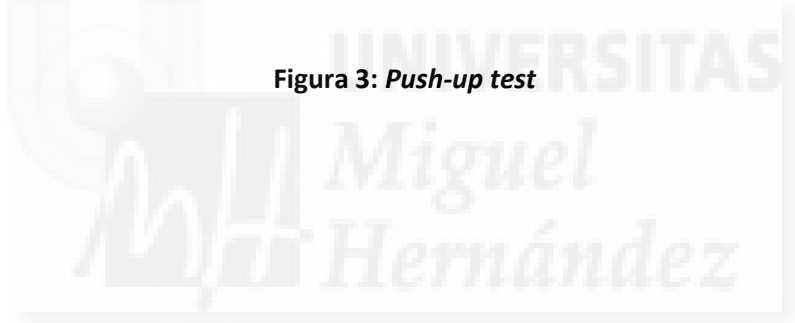




Figura 2: Curl-up test



Figura 3: Push-up test



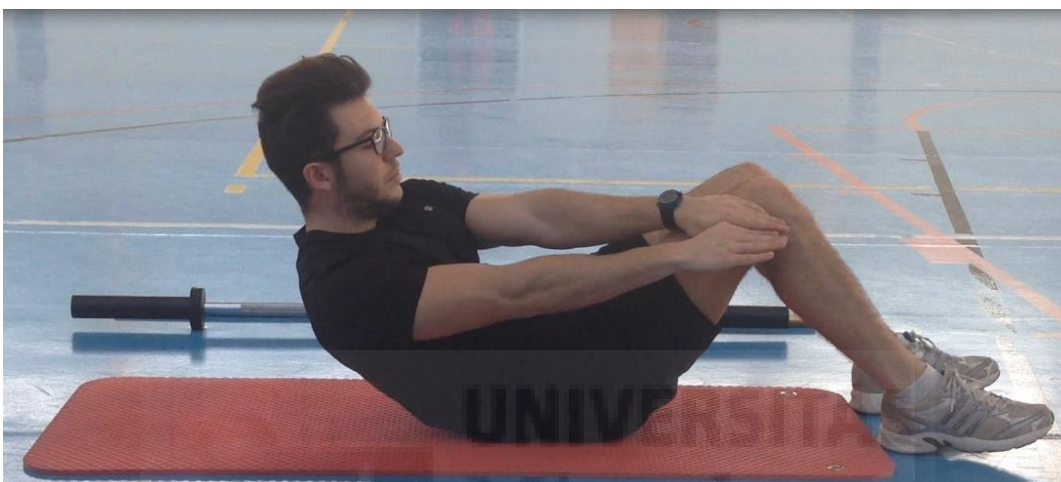
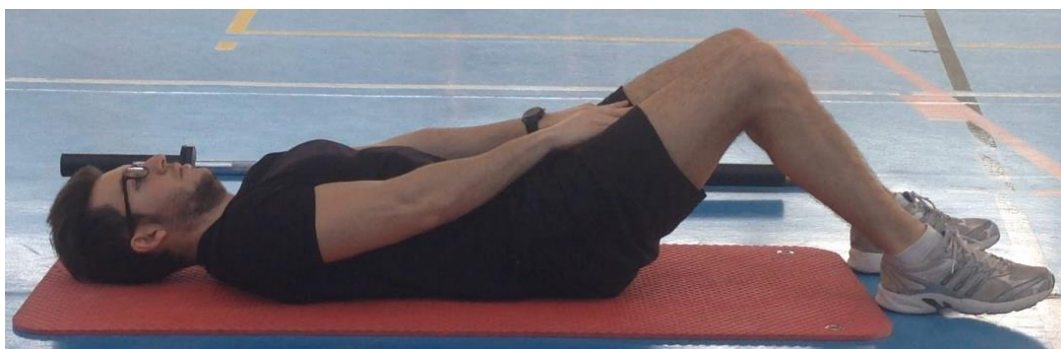
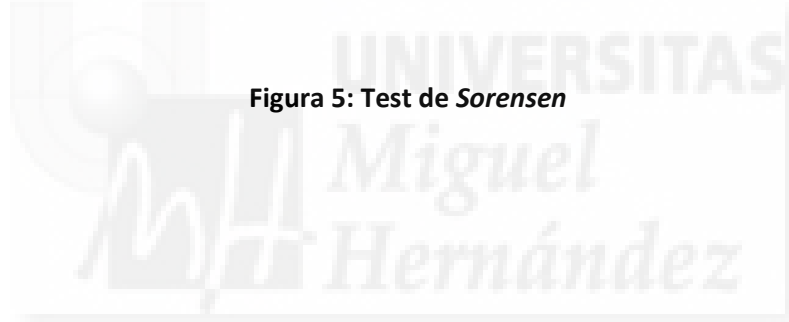


Figura 4: Test de Flexo-rotación del tronco



Figura 5: Test de Sorensen



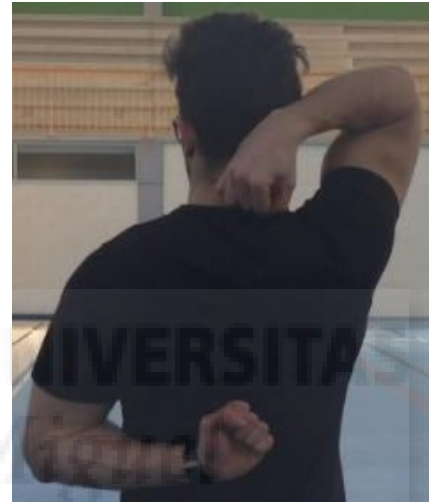


Figura 6: *Functional Movement Screen*



Figura 7: Star Excursion Balance Test

