



Universitat
de les Illes Balears

Efectos del entrenamiento en suspensión en las clases de Educación Física: un estudio piloto

AUTOR: D. Sergio Albero Titone

Memoria del Trabajo de Fin de Máster

Máster Universitario en Formación del Profesorado
(Especialidad/Itinerario de Educación Física)

de la

UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

Curso Académico 2016/2017

Fecha: 05/06/2017

Nombre Tutor del Trabajo: Dr. D. Pere Antoni Borràs Rotger

ABREVIATURAS

OMS: Organización Mundial de la Salud.

CFRS: Condición física relacionada con la salud.

CF: Condición Física.

AF: Aptitud Física.

AM: Aptitud Muscular.

ECV: Enfermedades Cardiovasculares.

ECR: Enfermedades Cardiorrespiratorias.

ACR: Aptitud Cardiorrespiratoria.

ST: Entrenamiento de Fuerza.

TS: Trabajo en Suspensión.

IMC: Índice de Masa Corporal.

FM: Fuerza Muscular.

HG: Handgrip Strength test.

LMS: Lambda-Mu-Sigma.

EF: Educación Física.

EFI: Entrenamiento Fundamental Integrativo.

EFAR: Entrenamiento de Fuerza de Alta Resistencia.

ÍNDICE

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
1. JUSTIFICACIÓN.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 CONDICIÓN FÍSICA.....	11
2.2 FUERZA.....	12
2.3 BENEFICIOS DEL TRABAJO DE FUERZA.....	13
2.4 MÉTODOS DE TRABAJAR LA FUERZA EN EL ÁMBITO ESCOLAR.....	20
2.5 CUÁNDO Y CÓMO TRABAJAR LA FUERZA.....	21
2.5.1 FRECUENCIA DEL ENTRENAMIENTO.....	24
2.5.2 VOLUMEN DEL ENTRENAMIENTO.....	25
2.5.3 INTENSIDAD DEL ENTRENAMIENTO.....	26
2.5.4 VELOCIDAD DE EJECUCIÓN.....	27
2.5.5 DENSIDAD DE ENTRENAMIENTO E INTERVALO DE RECUPERACIÓN INTERSERIES.....	28
2.5.6 TIPO Y ORDEN DE EJERCICIOS.....	29
2.6 ENTRENAMIENTO EN SUSPENSIÓN.....	30
3. HIPÓTESIS.....	32
4. OBJETIVOS.....	32
4.1 OBJETIVOS GENERALES.....	32
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
5. MÉTODO.....	33
5.1 MUESTRA.....	33
5.2 INSTRUMENTOS.....	33
5.3 PROCEDIMIENTO DE LA INTERVENCIÓN.....	35
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	35
6. RESULTADOS.....	36
7. DISCUSIÓN.....	48
8. CONCLUSIÓN.....	53
9. REFERENCIAS.....	55
10. ANEXOS.....	62

Resumen

El objetivo principal de este estudio fue examinar los efectos que provocaba una intervención de trabajo en suspensión sobre diversos parámetros de la fuerza en adolescentes durante las clases de Educación Física. Alumnos de dos clases de primero de Bachillerato fueron aleatorizados en tres grupos diferentes. Un grupo experimental 1 ($n=13$), otro grupo experimental 2 ($n=15$) y el grupo control ($n=18$). Los participantes del grupo experimental 1 realizaron 5 semanas de trabajo en suspensión donde practicaban los primeros 25 minutos en una sesión de Educación Física a la semana. Los participantes del grupo experimental 2 llevaron a cabo 5 semanas de trabajo en suspensión donde practicaban los primeros 25 minutos en las dos sesiones de Educación Física programadas a la semana. Sin embargo, el grupo control realizó las clases ordinarias de Educación Física al completo. Todos los participantes del estudio fueron evaluados antes y después de la intervención. Las variables fueron analizadas a través de la prueba T de comparación de medias. Se detectaron mejoras significativas ($p \leq 0.05$) en la gran mayoría de los parámetros de fuerza medidos en los dos grupos experimentales. Además, no se registró ningún episodio de lesión. Estos excelentes hallazgos brindan un serio apoyo de iniciar intervenciones que estén diseñadas intencionalmente para mejorar la aptitud muscular en niños y adolescentes. Por lo que se podría afirmar que, el incorporar una intervención de trabajo en suspensión a tiempo fijo dentro del ámbito escolar con el objetivo de mejorar la aptitud física de niños y adolescentes sería la mejor opción demostrada hasta día de hoy para empezar a crear hábitos activos.

Palabras clave: entrenamiento de fuerza, entrenamiento con inestabilidad, jóvenes, ámbito escolar, ejercicio físico.

Abstract

The main purpose of this study was to examine the causal effects of an intervention between suspension training of diverse parameters of strength in adolescents during Physical Education lessons. Students were randomly allocated from two different classes of the same year, both in “first of Bachillerato” and were distributed into 3 groups. Experiment group 1 (n=13), experiment group 2 (n=15) and a control group (n=18). Students in group 1 performed 5-weeks of suspension training, where the first 25 minutes of their Physical Education lessons consisted of suspension training once a week. The participants of experiment group 2 performed 5-weeks of suspension training, also the first 25 minutes of Physical Education lessons consisted in suspension training, but twice a week. The control group performed normal Physical Education lessons. Health-related fitness outcomes were assessed before and after the intervention. The variables were analyzed by means of t-statistic or t-test. There was a statistically significant improvement ($p \leq 0.05$) in most of the strength outcomes, within students from experiment group. These findings support the hypotheses that more of these types of trainings should be included in Physical Education lessons to support the muscular aptitude of children and young adults. In conclusion, the addition of a fixed amount of suspension training in scholar lessons, to improve the muscular system of growing humans, is a feasible and effective method found up to date, to improve the overall fitness of adolescents and children.

Key words: strength training, instability training, youth, school field, physical exercise.

1. Justificación

A día de hoy, tal y como la realidad muestra, podemos afirmar que vivimos en una sociedad avanzada, hasta el punto de poder dominar y llevar a cabo cualquier idea y/o intención que se nos ocurra. Sin embargo, los baremos o predictores de salud son alarmantes. Estos datos, en forma de números que la ciencia nos aporta, esconden una seria amenaza y es que una gran parte de la población, incluyendo niños, adolescentes y adultos, se encuentra gobernada por la epidemia del sedentarismo.

De acuerdo con las estadísticas mundiales de 2014, el 39% de los adultos de 18 años o más tenía sobrepeso. Esto quiere decir que un porcentaje mayor a uno de cada tres tenía riesgo de padecer algún tipo de enfermedad cardiovascular (ECV) asociada al sobrepeso. La prevalencia mundial de la obesidad se duplicó con creces entre 1980 y 2014 y, en ese año, el 11% de los varones y el 15% de las mujeres (más de medio billón de adultos) eran obesos. Además, se estima que, en 2015, 42 millones de niños menores de cinco años tenían sobrepeso u obesidad y que, en los últimos 15 años, esta cifra ha aumentado aproximadamente 11 millones. Casi la mitad de estos niños (el 48%) vivían en Asia, y el 25% en África (OMS, 2016).

El número de diabéticos también aumentó de 108 millones en 1980 a 422 millones en 2014. En 2012, 1.5 millones de personas fallecieron a causa de la diabetes (OMS, 2016).

Por otra parte, de acuerdo con el estudio de Ruiz et al. (2016), se demuestra que existe un rango de prevalencia de riesgo a sufrir enfermedades cardiorrespiratorias (ECR) que va desde un 6% hasta un 39% en niños y desde un 6% hasta un 86% en niñas. Además, se añade en la misma publicación que los niños con un nivel de condición física (CF) bajo, manifiestan una posibilidad de sufrir ECR 5.7 veces mayor que aquellos varones los cuales tengan un nivel de CF alto, o incluso, medio.

Esta situación es similar con el género femenino, aquellas niñas con un nivel bajo de CF tienen una prevalencia de sufrir una ECR 3.6 veces mayor que aquellas chicas que tienen un nivel de CF alto o medio. No obstante, estos mismos autores también aportan un dato optimista y es que los niños y las niñas que se encuentren dentro de unos niveles de fitness saludables tienen una probabilidad de un 89.9% para chicos y de un 88.2% para chicas de no manifestar riesgos de sufrir alguna ECR.

Tradicionalmente, los estudios sobre el vínculo entre el estado físico y la salud se han centrado en la aptitud cardiorrespiratoria (ACR), demostrando claramente su asociación. Sin embargo, varias investigaciones en población adulta sobre los beneficios de una buena aptitud muscular (AM) han confirmado una fuerte relación entre esta y el estado de salud. Estos estudios no solo han verificado que la AF está directamente relacionada con la mortalidad por todas las causas, sino que también existe un efecto umbral en el que no se reduce el riesgo de mortalidad tras incrementar la AM más allá de un cierto nivel (Ortega et al., 2012).

El impulso para promover niveles adecuados de AF en niños y adolescentes está basado en la creciente evidencia que asocia una buena AF con una amplia variedad de beneficios para la salud. Dicha cantidad emergente de pruebas ha demostrado que la AM está favorablemente asociada con la adiposidad, la sensibilidad a la insulina, la salud ósea, la composición corporal (Peña, Heredia, Lloret, Martín & Da Silva-Grigoletto, 2016), la salud psicológica y el rendimiento académico (Padilla-Moledo, Ruiz & Ortega, 2012; Smith et al., 2014).

Cabe destacar que la bibliografía actual indica que muchos de estos beneficios son independientes de la ACR, proporcionando fuertes motivos para integrar diferentes tipos de entrenamiento en los programas de “fitness” de los jóvenes (Peña et al., 2016).

Recientes estudios también apoyan los beneficios de la AM para mejorar el rendimiento deportivo y la prevención de lesiones en los jóvenes (Smith et al., 2014; Peña et al., 2016).

Adicionalmente, se ha observado que los niveles de AM en los niños se arrastran hasta la madurez o edad adulta y están ligados al futuro riesgo ante el desarrollo de problemas cardiovasculares (Grontved et al., 2013).

Estos hallazgos destacan la importancia de iniciar intervenciones que estén diseñadas intencionalmente para mejorar la AM y mejorar las habilidades de movimientos fundamentales en los niños y adolescentes para alterar las trayectorias de actividad física y mejorar los resultados relacionados con la salud y la AF (Faigenbaum et al., 2015).

Por otro lado, el contexto escolar es un ambiente ideal para las intervenciones con actividades físicas basadas en la población, en especial a los que no tienen acceso o tienen acceso limitado a las áreas de juego (Cohen et al., 2014). A pesar de que, la mayoría de las escuelas imparten la Educación Física (EF) como parte de su programa de estudios, los niños y adolescentes suelen permanecer relativamente inactivos en las mismas (Janz et al., 2002).

La necesidad de mejorar la calidad y la cantidad de EF para proporcionar a niños de todas las capacidades la oportunidad de participar en experiencias significativas con la instrucción apropiada se reconoce como una estrategia eficaz y sostenible para reducir el riesgo de sufrir lesiones relacionadas con la actividad física, disminuir el riesgo de sufrir ECV y metabólicas, promover la participación continua en actividades de acondicionamiento físico y preparar a los jóvenes para la participación deportiva (Institute of Medicine, 2013).

A modo de síntesis, tal y como se ha comentado hasta el momento, la fuerza posee una enorme importancia en cuanto a beneficios y prevención de sufrir ECV, metabólicas y de otros tipos. Además, hemos visto que se requiere una

EF de calidad, ya que es el momento donde los docentes, aparte de mejorar la AF de los jóvenes, pueden cambiar sus hábitos.

Por último, hay que añadir que, de acuerdo con el bloque 1 del currículum el cual trata sobre la salud y la CF, la fuerza es uno de los contenidos más relevantes a trabajar.

2. Marco teórico

2.1 Condición física

La AF puede definirse como la capacidad de realizar ejercicio físico y está determinada principalmente por la genética y el entrenamiento (Casazza et al., 2009). Para la mayoría de los individuos, cambios en la frecuencia, intensidad, duración y tipo de actividad física producirán cambios en la AF, aunque la adaptación puede variar considerablemente (Lloyd et al., 2014). Los componentes del estado físico que han resultado estar directamente relacionados con mejoras en la salud son la aptitud cardiorrespiratoria (también conocida como aptitud cardiovascular, resistencia cardiorrespiratoria y poder aeróbico máximo), la flexibilidad, la fuerza muscular (FM), la resistencia muscular local y la composición corporal (Gallahue & Ozman, 2006).

La condición física relacionada con la salud (CFRS) se define como la habilidad que tiene una persona para realizar actividades de la vida diaria con vigor, y constituye una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en su realización (Pate & Pillsbury, 2012).

Esta habilidad la constituyen la ACR, la capacidad músculo-esquelética, la capacidad motora y la composición corporal. Además, varios estudios han puesto en relieve la CFRS, como un predictor independiente de todas las causas de mortalidad y morbilidad cardiovascular (Ortega, Silventoinen, Tynelius & Rasmussen, 2012).

2.2 Fuerza

Recientemente, el término “aptitud muscular” (AM) se ha utilizado como sinónimo de fuerza muscular, la resistencia muscular local y el poder muscular (Smith et al., 2014).

Generalmente, la FM se define como la habilidad de generar fuerza con un músculo o grupo de músculos; la resistencia muscular local como la habilidad de contraer repetidamente un músculo o grupo de músculos; y el poder muscular se refiere al ritmo al que trabajan los músculos (Smith et al., 2014)

Normalmente, los niños exhiben un crecimiento lineal gradual en fuerza y poder muscular desde los tres años hasta la pubertad para los chicos, y hasta los 15 años aproximadamente para las chicas (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004). Estos cambios están estrechamente relacionados con los cambios en el tamaño corporal y la destreza motriz. A partir de este momento, los chicos muestran un desarrollo drástico de la FM hasta los 17 años y en adelante, las chicas muestran un estancamiento pronunciado y regresión desde la adolescencia avanzada en adelante.

De manera similar, durante la niñez ambos, chicos y chicas, mejoran gradualmente la resistencia local muscular exhibiendo niveles parecidos de resistencia (ajustados al peso corporal) (Smith et al., 2014).

La bibliografía destaca claramente que la realización de cualquier tarea de movimiento requiere niveles variables de AF, ya que todos los movimientos del cuerpo involucran el movimiento del esqueleto mediante el sistema muscular (Gallaue et al., 2006). Consecuentemente, un sistema músculo-esquelético más fuerte, resistente y potente capacitará a niños y adolescentes para realizar movimientos corporales de manera más eficiente y efectiva, y podría reducir la susceptibilidad al desarrollo de lesiones relacionadas con el deporte (Faigenbaum & Myer, 2010).

En las primeras semanas de un programa de entrenamiento de resistencia, la FM voluntaria aumenta significativamente y estas ganancias continúan durante al menos 12 meses. De otra manera, numerosos estudios han demostrado aumentar de forma significativa la superficie electromiográfica del músculo agonista, particularmente durante las primeras 3-4 semanas, mediante el entrenamiento de fuerza (ST). Siguiendo en la misma línea, el rápido aumento de la fuerza en el inicio de un programa de entrenamiento, en las primeras dos semanas, se debe principalmente a las adaptaciones neurológicas (Folland et al., 2007). Este hallazgo se ha tomado como una evidencia para generar cambios en la impulsión neural generada en los músculos.

2.3 Beneficios del trabajo de fuerza

Desde el principio de los tiempos de la Edad Moderna existe una mitificación y una concepción inoperante del FM en edades tempranas. Esta concepción hizo pensar que el ST a edades tempranas, especialmente antes de la pubertad, era improductivo e ineficaz ya que no se obtenía ningún tipo de beneficio.

También, se pensaba que el desarrollo de la fuerza estaba estrechamente condicionado por la maduración sexual, y que por tanto a edades prepúberes el niño no presentaba suficiente potencial para mejorar las distintas prestaciones de fuerza y desarrollo muscular más allá que lo debido al propio desarrollo y maduración de su edad. El argumento esgrimido era que tal hecho podía estar limitado en parte por la insuficiente disponibilidad de hormonas sexuales androgénicas circulantes en edades prepúberes. No obstante, es muy probable que algunos de los estudios preliminares que fallaron en demostrar mejoras en este sentido, no fueran de la suficiente duración o intensidad de entrenamiento (Peña et al., 2016).

Sin embargo, recogiendo los resultados de estudios, revisiones, y metaanálisis de los últimos 25 años es fácil constatar generalmente el efecto contrario (Lloyd et al., 2014). Por ejemplo, en un estudio de Faigenbaum et al. (2002) donde se

entrenó con una frecuencia de 1-2 veces por semana, durante 8 semanas, a niños y niñas de entre 7-12 años (con un volumen de 1 x 10-15 repeticiones en máquinas), mostró mejoras significativas de fuerza en el ejercicio de press de banca y prensa de piernas en comparación con el grupo control de la misma edad. Otros metaanálisis han podido también comprobar, al compararlo con grupos control de la misma edad no sometidos a intervenciones de ejercicio de fuerza, mayores mejoras con el entrenamiento que el que le reportaría el propio desarrollo y maduración natural a cualquier edad (Faigenbaum et al., 2010; Behringer, Vom Heede, Matthews, & Mester, 2011).

Las mejoras de fuerza en términos relativos esperadas pueden ser tan evidentes como del 30-40% o más, tras 8 semanas de entrenamiento en jóvenes desentrenados (Lloyd et al., 2014), lo que demuestra una eficacia similar para ambos sexos con el entrenamiento apropiado (Peña et al., 2016). También parece que dichas ganancias de fuerza y potencia, inducidas por el entrenamiento, son transitorias y tienden a regresar hacia los valores de los de grupos control desentrenados, cuando el entrenamiento es interrumpido (Faigenbaum, Lloyd & Myer, 2013).

Tradicionalmente se ha considerado que, durante el periodo temporal, durante el cual se presentara una mayor concentración y disponibilidad de hormonas sexuales, se podría esperar una mejor entrenabilidad o respuesta favorable al estímulo de entrenamiento (Peña et al., 2016).

Sin embargo, en el metaanálisis de Behringer et al. (2011) sobre los efectos del ST en diferentes grupos de edad y niveles madurativos, tal entrenabilidad, representada por el tamaño del efecto sobre la ganancia de fuerza, parece incrementar linealmente a lo largo de todos los años de la niñez y adolescencia, sin observarse un incremento particularmente mayor durante los años específicos de la pubertad, por lo que según la opinión de estos autores, el aumento de la entrenabilidad es improbable que sea explicado por una simple función de madurez biológica asociada a los cambios hormonales.

Ante estas evidencias se puede afirmar que los niños preadolescentes y adolescentes presentan una buena entrenabilidad, mostrando mejoras relativas similares o mayores que en adultos, cuando el entrenamiento está adecuadamente diseñado y adaptado a las capacidades de estos (Peña et al., 2016).

Siguiendo la misma línea, recientes guías para el desarrollo de actividad física en la juventud enfatizan sobre la participación en actividades físicas de alta intensidad y recomiendan la realización de ejercicios para fortalecer los músculos y el esqueleto al menos 3 días a la semana. Además, en una reciente declaración internacional sobre la posición se recomendó la realización en niños y adolescentes de actividades supervisadas y apropiadas para el ST (Lloyd et al., 2014).

A pesar de estas guías y la clara evidencia para mantener elevados niveles de salud física, se ha evidenciado un empobrecimiento en el estado físico de niños y jóvenes en todo el mundo (Smith et al., 2014). Mientras que gran parte del interés ha sido focalizado en la disminución de la ACR, también se ha observado disminución en la AM de los jóvenes (Cohen et al., 2011). Sin embargo, cabe señalar que no hay un método normalizado para la evaluación de la AM en niños y adolescentes, de manera que es muy complejo realizar comparaciones a través del tiempo y entre naciones y grupos (Ruiz et al., 2011).

No obstante, actualmente, a través de las baterías Alpha (Castillo, 2009; Suni, Husu and Rinne, 2009) que utilizaremos en este estudio, podremos observar que hay grupos clasificados por diferentes niveles mediante percentiles, cuartiles y quintiles.

De acuerdo con el estudio de Saunders et al. (2016), centrado en revisar la determinación de las posibles combinaciones entre, actividad física, nivel de sedentarismo y dosis de sueño y sus posibles funciones como indicadores de

salud en niños y adolescentes (5-17 años), podemos percibir que tanto los niños como los adolescentes, con una combinación de alta actividad física, altas dosis de sueño y bajos niveles de sedentarismo fueron la mejor combinación en comparación con otras combinaciones para temas como reducir la adiposidad y mejorar la salud cardiometabólica. Sin embargo, la peor combinación formulaba una baja actividad física, baja dosis de sueño y altos niveles de sedentarismo.

Existen pruebas considerables que respaldan el importante e independiente papel de la AM en la prevención de ECV. Sin embargo, como la mayoría de los estudios se han centrado en la mortalidad y los factores de riesgo de desarrollo de ECV, se necesitan más estudios prospectivos y de intervención en relación con la incidencia de ECV. Siempre que sea posible, se debe considerar la ACR, la composición corporal y otros factores relacionados (Artero et al., 2012; Peña et al., 2016). Además, la mayoría de las investigaciones se han realizado con hombres blancos no hispanos (Artero et al., 2012), por lo que es importante examinar cómo raza / etnia y género pueden afectar estas relaciones. Se debe prestar especial atención a las etapas de crecimiento y desarrollo, cuando se determinan en su mayoría la ACR, la FM y la composición corporal (Jimenez-Pavon et al., 2012).

El ST debe ser considerado, además del ejercicio aeróbico, en la prevención y tratamiento de las ECV, ya que tanto la FM como el ACR pueden proporcionar beneficios únicos. De hecho, el ST podría ser un tipo de ejercicio más atractivo para personas con sobrepeso y obesidad, que tienen un mayor riesgo de desarrollar ECV y que pueden ser adversos al ejercicio aeróbico (Artero et al., 2012). Los profesionales clínicos y de la AF se dirigen a varias directrices y declaraciones que se han desarrollado para la prescripción del ST en diferentes poblaciones: aparentemente sanos de mediana edad y adultos mayores, 53 niños y adolescentes (Faigenbaum et al., 2009) y pacientes con ECV (Williams et al., 2007).

De acuerdo con un estudio realizado por Rodríguez et al. (2015) y llevado a cabo en Colombia con 4000 participantes, todos ellos niños y adolescentes en edad escolar entre los 9 y los 17 años, un mejor desempeño muscular se asoció con mejores indicadores del bienestar físico. El papel de una menor CFRS como factor de riesgo independiente supera incluso al de otros factores tradicionales de enfermedad cardio-metabólica, como la dislipidemia, la hipertensión arterial, el tabaquismo o la obesidad (Matsudo, Matsudo, Machado de Rezende & Raso, 2015). Además de la cantidad de masa grasa y su distribución, la cantidad, calidad y función de la masa muscular, podrían contribuir a la elevación o disminución de citoquinas inflamatorias, disfunción endotelial y valores alterados en glucosa y lípidos (Ramírez-Vélez, Da Silva-Grigoletto, 2011).

Los hallazgos extraídos del estudio de Rodríguez et al. (2015) muestran que, los participantes que poseen mejor desempeño muscular, tienen menor alteración en los componentes del bienestar físico, índice de masa corporal (IMC), tensión arterial, porcentaje de grasa y circunferencia de cintura. Además, en anteriores estudios, se ha mostrado una relación entre los niveles de fuerza muscular y algunos factores de riesgo cardio-metabólicos en población con características similares a las de este trabajo (Cohen et al., 2014).

En la misma línea, estudios observacionales y prospectivos han mostrado que la FM, se asocia de manera inversa con la mortalidad por todas las causas incluyendo la ECV y algún tipo de cáncer (Leong et al., 2015; Rodríguez et al., 2015).

Por otra parte, los niños y adolescentes con menor desempeño muscular presentaron 4.06 veces mayor riesgo de presentar exceso de grasa y 1.57 veces mayor de riesgo de obesidad abdominal (Rodríguez et al., 2015). Sobre este componente de la salud física, se ha planteado la hipótesis del papel protector de la masa libre de grasa en el riesgo de presentar ECV. Por ejemplo,

en jóvenes colombianos ($19,7\pm 2,4$ años; peso $65,5\pm 10,7$ kg; IMC $22,6\pm 2,8$ kg/m²), Triana-Reina et al. (2013) mostraron que un mejor desempeño muscular se asociaba de manera inversa, con un perfil de lipídico-metabólico más saludable. En esta misma línea, Mason et al. (2007) observaron que un bajo nivel de AM se asociaba con mayores probabilidades de ganar al menos 10 kg independiente del IMC y del fitness cardiorrespiratorio en hombres y mujeres. En hombres adultos, Rodríguez et al. (2015) mostraron que la prevalencia del exceso de grasa total (adiposidad >25%) y obesidad abdominal (CC >102 cm) era mayor en el grupo con menor desempeño muscular de piernas y brazos.

De hecho, realizar más actividad física parece no ser requisito suficiente para lograr un perfil lipídico-metabólico saludable, como fue demostrado por García-Artero et al. (2007) en adolescentes europeos. Sin embargo, un programa de entrenamiento de fuerza sí que parece ser requisito suficiente para lograr un perfil cardio-metabólico saludable en sujetos saludables, con sobrepeso e hipertiroidismo (Rodríguez et al., 2015).

Asimismo, el fortalecimiento muscular puede ser una mejor alternativa para las personas que no están motivadas, o para quienes debido a razones médicas no pueden participar en el ejercicio cardiorrespiratorio más centrado (Padilla-Colón, Sánchez-Collado & Cuevas, 2014).

Estas recomendaciones se basan en la sólida evidencia que ha demostrado la influencia del entrenamiento de la FM en el tratamiento y prevención de varias enfermedades cardiocerebro-metabólicas, incluyendo la demencia, la hipertensión arterial, la aterosclerosis, la obesidad y la sarcopenia (Rodríguez et al., 2015).

Sintetizando lo explicado durante este punto, el desempeño muscular se relaciona con la presencia de factores de riesgo cardiometabólico en niños y adolescentes de 9 a 17 años. Esto nos llevaría a suponer que el componente

muscular puede ser considerado un indicador de salud cardiovascular con alta potencia discriminativa (Triana-Reina et al., 2013; Cohen et al., 2014; Leong et al., 2015).

Por otro lado, la baja FM determinada con el uso de un dinamómetro de mango en el handgrip strength test (HG), se reconoce como un marcador de perfil metabólico deficiente durante la adolescencia y se asocia con la enfermedad y la mortalidad en la edad adulta (Ortega et al., 2012).

La mayoría de los estudios actuales respaldan una relación inversa entre la FM baja y los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en los jóvenes, expresando generalmente la fuerza muscular en términos relativos. Diversas investigaciones (Ramírez-Vélez et al., 2014; Cohen et al., 2014) han demostrado una asociación independiente e inversa entre la concentración de riesgo cardiometabólico y baja fuerza entre adolescentes y adultos.

La prueba de fuerza de HG es una prueba de aptitud muscular rápida y fácil de llevar a cabo que proporciona información útil sobre la FM en general (Ramírez-Vélez, 2017). Los exámenes clínicos y las medidas de HG se describen en detalle por Smith et al. (2014). La contribución de la FM baja a la progresión del comportamiento sedentario secundario con factores de riesgo de envejecimiento y / o cardiometabólicos (por ejemplo, obesidad, inflamación sistémica de bajo grado, resistencia a la insulina). Es igualmente inequívoca y los recientes esfuerzos nacionales para identificar puntos de corte o umbrales para lambda- Mu-sigma (LMS) entre los jóvenes ayudará a los clínicos a detectar individuos con mayor riesgo (Beaudart et al., 2014)

De acuerdo con un estudio realizado con 139.691 participantes durante el transcurso de cuatro años, (Leong et al., 2015), se muestra que una reducción de 5 kg en la fuerza de agarre estimado por dinamometría prensil, se asociaba de manera inversa con la mortalidad por todas las causas, con la mortalidad cardiovascular y con eventos isquémicos coronarios.

Además, sobre esta misma línea, se ha reportado que una disminución en el desempeño muscular, se relaciona con la presencia de dislipidemia, rigidez arterial, obesidad y con menor capacidad cardiorrespiratoria (Vaara et al., 2014). También, un menor nivel de fitness cardiorrespiratorio y muscular en etapas tempranas de la vida, se considera un factor independiente del bienestar físico y mental en la edad adulta. Por tanto, la inclusión de este indicador de salud en los sistemas de vigilancia epidemiológica en el ámbito educativo se justifica claramente (Myers et al., 2014).

2.4 Métodos de trabajar la fuerza en el ámbito escolar

Distintos medios o equipamientos utilizados para los ejercicios han mostrado ser efectivos para mejorar las prestaciones de fuerza en poblaciones de niños y adolescentes (peso corporal, bandas elásticas, máquinas de resistencia variable adaptadas, pesos libres, resistencia manual y balones medicinales) (Faigenbaum et al., 2010; Lloyd et al., 2014).

El entrenamiento fundamental integrativo (EFI) es un método de acondicionamiento que está diseñado para integrar ambos componentes de salud y habilidad que están relacionados con la AF, superando al mismo tiempo las barreras comunes (Bukowsky, Faigenbaum, & Myer, 2014).

Además, el EFI está diseñado para mejorar la AM y el desempeño de la habilidad de movimientos fundamentales mediante una instrucción significativa, la práctica deliberada y la progresión basada en la proficiencia técnica (Faigenbaum et al., 2015). El concepto de EFI se basó en informes anteriores sobre ST para jóvenes en edad escolar y fue redefinido basado en la evaluación de procesos de investigaciones previas (Myer et al., 2011). El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del EFI sobre las medidas de aptitud en salud y habilidad en niños de primaria durante la EF.

Por otro lado, el entrenamiento de fuerza de alta resistencia (EFAR) es una de las formas más practicadas de la actividad física, que se utiliza para mejorar el rendimiento atlético, aumentar la salud músculo-esquelética y alterar la estética corporal. La exposición crónica a este tipo de actividad produce aumentos marcados en la FM, que se atribuyen a una serie de adaptaciones neurológicas y morfológicas (Folland & Williams, 2007).

En esta misma línea, los beneficios para la salud del EFAR son principalmente una contramedida a cualquier circunstancia donde la debilidad muscular comprometa la función (sarcopenia, trastornos neuromusculares, o después de inmovilización, lesión o reposo prolongado en cama), pero también tiene una influencia positiva en la salud metabólica y esquelética (Folland et al., 2007).

2.5 Cuándo y cómo se debería trabajar la fuerza

De acuerdo con la revisión llevada a cabo por Peña et al. (2016), el ST en edades prepúberes y púberes está ampliamente recomendado por las organizaciones científicas encargadas de velar por el entrenamiento saludable de estas poblaciones. Por lo tanto, se desmitificaría que el ST en edades tempranas conlleva consecuencias negativas relacionadas con la salud.

Respecto a la práctica insegura por la gran incidencia o riesgo de lesiones músculo-esqueléticas agudas y por sobrecarga, no existen evidencias científicas basadas en estudios de intervención, descriptivos y observacionales que hayan podido estadísticamente mostrar mayores índices de lesión en poblaciones infantiles y púberes que practican entrenamientos de fuerza que en aquellas que practican otras modalidades de ejercicio físico-deportivo (Peña et al., 2016). De hecho, los datos muestran que el ST en edades tempranas es altamente seguro si está correctamente supervisado por adultos cualificados que instruyen correctamente. Se estima que el riesgo lesivo en estos casos es tan bajo como de 0.0012-0.0035 lesiones por cada 100 horas de entrenamiento (Lloyd et al., 2014).

Todos los expertos coinciden en afirmar que la mayoría de las lesiones en jóvenes, que puedan suceder durante los ST son debidas a accidentes generados por el uso inapropiado del equipamiento (77.2% en jóvenes de 8-13 años) (Myer, Quatman, Khoury, Wall & Hewett, 2009) a una carga de entrenamiento excesiva, a una técnica de ejecución defectuosa y/o a la ausencia de supervisión cualificada. Esto puede hacer deducir que, mediante la identificación y cuidado de todos los aspectos relacionados con la seguridad del entorno y equipamiento de entrenamiento, la progresión e individualización de la dosis de entrenamiento, la enseñanza técnica correcta de cada ejercicio y la estricta supervisión, puede prevenir y minimizar el riesgo potencial lesivo durante la práctica a estas edades (Peña et al., 2016).

De acuerdo con la ciencia, no existen evidencias documentadas que muestren efectos perjudiciales sobre el desarrollo óseo, de la misma forma que no existen evidencias que muestren o vinculen efectos adversos que puedan interferir sobre el crecimiento lineal y la estatura final alcanzada en prepúberes y púberes con el entrenamiento de la fuerza (Faigenbaum et al., 2013). Tampoco existen evidencias científicas sobre posibles lesiones para los cartílagos de crecimiento (placas de crecimiento) o cierre prematuro de las epífisis en estudios prospectivos con jóvenes en programas bajo supervisión cualificada y prescripción apropiada del ST (Faigenbaum et al., 2009; Faigenbaum et al., 2010).

Por el contrario, es posible que exista potencialmente mayor riesgo lesivo para las placas de crecimiento de los jóvenes que realizan actividades deportivas competitivas que impliquen saltos y aterrizajes, donde las fuerzas de reacción contra el suelo pueden llegar a ser de 5-7 veces del peso corporal (Faigenbaum et al., 2010). Además, la exposición de las placas de crecimiento en desarrollo al suficiente estrés mecánico a través del ST apropiado puede ser un estímulo beneficioso para la formación de hueso y para el crecimiento (Faigenbaum et al., 2009).

Dentro de las principales evidencias se puede destacar que los beneficios derivados superan considerablemente los riesgos que pudiera conllevar este tipo de entrenamiento, siempre y cuando esté cuidadosamente supervisado por técnicos cualificados y el diseño del conjunto del programa adaptado a las características, necesidades y objetivos individuales. Asimismo, el programa de entrenamiento deberá contemplar la dosis adecuada de ejercicio neuromuscular de cada uno de sus componentes y la forma de progresar sensiblemente con los mismos a lo largo del tiempo (Peña et al., 2016).

En el pasado, el ST era habitualmente introducido al final de la maduración somática del sujeto (edad a la que sucede el pico de velocidad máxima de crecimiento en altura), es decir, cuando alcanzaba los 18 años de edad (Barbieri & Zaccagni, 2013). Sin embargo, actualmente no es posible establecer o recomendar una edad cronológica como óptima o mínima, ya que podemos encontrar diferencias de estatus o madurez biológica entre niños y jóvenes del mismo sexo y edad cronológica de hasta 4-5 años (Gómez-Campos et al., 2013). Esta gran variedad interindividual en la edad biológica entre niños y adolescentes de la misma edad cronológica, con importantes implicaciones, justifica la necesidad de agrupar a los niños y adolescentes en función de su maduración biológica y competencia motriz para ser entrenados (Peña et al., 2016). De hecho, debe ser un principio de la mayoría de programas de entrenamiento a largo plazo el asegurar que los jóvenes sean entrenados en función de su estatus biológico, en contraposición de clasificarlos por grupos de edad (Lloyd et al., 2014).

La literatura científica especializada en esta temática señala que, pese a que no se conozca una combinación o dosis óptima de los componentes o variables de la carga, que puedan maximizar o favorecer las adaptaciones en respuesta al ST en edades tempranas (Peña et al., 2016), se pueden dar unas directrices generales al respecto de las mismas que ayuden a manipular progresivamente estas a lo largo del proceso de preparación físico-deportiva.

Del mismo modo, debe entenderse que los jóvenes con más experiencia de ST necesitarán seguir programas de entrenamiento periodizados con una variación sistemática de la intensidad, volumen y velocidad de ejecución, para facilitar una continua adaptación y reducir el aburrimiento y el riesgo de lesiones por sobrecarga (Behringer et al., 2010; Faigenbaum et al., 2013).

A medida que la FM y el dominio de habilidades motoras vayan mejorando, la carga y la complejidad del programa entrenamiento prescrito deberán reflejar la experiencia de entrenamiento, la edad y las capacidades técnicas de los niños (Faigenbaum et al., 2013).

Para todo ello, las variables de la dosis de ejercicio que se emplean para programar los ST deben controlarse cuidadosamente con el propósito de salvaguardar la seguridad, la adherencia y garantizar la consecución de los objetivos propuestos en cada fase (Peña et al., 2016).

A pesar de todo lo expuesto anteriormente, se establecieron una serie de parámetros del entrenamiento como guías para poder llevar a cabo una óptima metodología de trabajo de fuerza.

Los parámetros son los siguientes: frecuencia, volumen, intensidad, velocidad de ejecución, densidad e intervalo de recuperación inter-series, tipo y orden de ejercicios (Peña et al., 2016).

2.5.1 Frecuencia de entrenamiento

La mayoría de los estudios bien diseñados, que han mostrado mejoras de la fuerza, han utilizado una frecuencia media de 2.7 ± 0.8 sesiones a la semana en días alternos (Behringer et al., 2010). Por tanto, la recomendación general para los niños y adolescentes que se inician en el ST es de 2-3 sesiones a la semana en días no consecutivos, lo que permitirá una recuperación adecuada entre sesiones a la vez que será una frecuencia eficaz para mejorar la fuerza (Faigenbaum et al., 2010).

No obstante, la frecuencia de entrenamiento puede incrementarse a medida que los niños atraviesan la adolescencia y se acercan a la edad adulta, especialmente en aquellos que compitan en deportes con altas demandas de fuerza (Peña et al., 2016).

En cualquier caso, dicha frecuencia deberá permitir siempre la adecuada recuperación entre sesiones para evitar el sobreentrenamiento y permitir el óptimo desarrollo físico natural.

2.5.2 Volumen de entrenamiento

La recomendación general, para sujetos jóvenes sin experiencia previa de ST, es realizar inicialmente de 1- 2 series por ejercicio (Lloyd et al., 2014). A medida que se adquiere experiencia de entrenamiento podemos progresar hasta completar de 3-4 series por ejercicio (Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2014). La condición que siempre deberá cumplirse será poder mantener una correcta competencia técnica, durante todas y cada una de las series y repeticiones realizadas, antes de incrementar este componente de la dosis del entrenamiento (Peña et al., 2016).

Respecto del número de ejercicios por sesión de entrenamiento, y considerando que deberá haber un reparto equilibrado para todo el cuerpo, se recomienda hacer de 3-8 ejercicios por sesión según las características de los ejercicios, objetivo de entrenamiento y nivel de experiencia de entrenamiento acumulada (Faigenbaum et al., 2009). En cualquier caso, es necesario que los incrementos del volumen de entrenamiento se realicen con cuidado, en función a la tolerancia individual al estrés de cada niño o adolescente, para evitar síntomas de sobrecarga y/o lesiones agudas (Behringer et al., 2011).

Por otro lado, la mayoría de los jóvenes realizan entrenamientos de cuerpo entero varias veces por semana, involucrando múltiples ejercicios que estresan todos los grupos musculares principales en cada sesión (Faigenbaum et al., 2009). Por tanto, sobre la relación entre el número de ejercicios en función de

las regiones corporales sobre los que van a distribuirse los mismos, se recomienda realizar sesiones generalmente globales (es decir, que permitan entrenar todos los grandes grupos musculares en la misma sesión mediante acciones motrices de empuje y tracción que impliquen al hemisferio superior y/o inferior) (Peña et al., 2016).

2.5.3 Intensidad de entrenamiento

Cuando la literatura científica se refiere al componente de intensidad de ST lo puede hacer en relación con distintos indicadores. Tradicionalmente, cuando se hace en función al % 1RM, la recomendación para niños y adolescentes es que aquellos jóvenes más desentrenados utilicen resistencias inferiores o próximas al 60% de la 1RM, mientras que a medida que acumulen experiencia y competencia técnica, podrán incrementar lentamente la intensidad llegando a utilizar resistencias del 70-85% 1RM (Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2014).

Behringer et al. (2011) comentan, a raíz de su metaanálisis sobre el efecto del ST en el rendimiento motor de las habilidades motrices, que el umbral mínimo para conseguir tales efectos en niños y adolescentes está alrededor del 50% de la 1RM, aunque estos autores y otros puntualizan que tal umbral o dosis mínima será diferente entre sujetos entrenados y desentrenados (Faigenbaum et al., 2013). Solo una vez que se domine el ejercicio en cuestión, con suficiente competencia técnica, con cargas bajas a moderadas, se podrá incrementar gradualmente la resistencia según los objetivos de entrenamiento y necesidades individuales (Faigenbaum et al., 2013; Peña et al., 2015).

Sin embargo, utilizar el parámetro % 1RM (real o estimado) para determinar la intensidad de entrenamiento puede ser innecesario (Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2014), ya que se puede programar en función de franjas de repeticiones apropiadas y establecer el peso máximo a manejar para dicha franja de forma correcta y segura.

Una vez que se realice el número de repeticiones establecido con suficiente seguridad y calidad técnica se puede incrementar el peso aproximadamente entre el 5 y el 10% (Faigenbaum et al., 2009; Peña et al., 2016), de forma que el incremento del peso sea siempre una consecuencia de las mejoras técnicas y de la aplicación de fuerza en el ejercicio en cuestión.

También es importante señalar que no todos los ejercicios necesitan ser realizados con el mismo número de repeticiones y series (Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2014), de tal forma que, para ejercicios tradicionales multiarticulares y monoarticulares, se recomendaría ejecutar entre 6-15 repeticiones, mientras que para ejercicios con alta producción de potencia y velocidad (pliométricos) no se realizarían más de 6 repeticiones (Faigenbaum et al., 2009).

En todos los casos, objetivos y niveles de sujetos jóvenes nunca se recomendaría realizar el máximo número posible de repeticiones por serie, por lo que el carácter del esfuerzo será siempre bajo (González-Badillo, & Ribas-Serna, 2002; Peña et al., 2016).

2.5.4 Velocidad de ejecución

La utilización de un mismo % de 1RM o un determinado número de repeticiones por serie puede dar lugar a intensidades distintas en función de que la velocidad de ejecución y potencia producida en cada repetición sean o no la máxima posible (González-Badillo et al., 2002). Por tanto, la velocidad de ejecución y la potencia mecánica producida es otro indicador determinante para el control y valoración de la intensidad del ST.

La velocidad está relacionada con la aceleración que el sistema neuromuscular aplica a la resistencia dada, así que, a mayor velocidad alcanzada, ante una misma resistencia, mayor potencia producida y por tanto resultará en un esfuerzo de mayor intensidad o fuerza aplicada (González-Badillo et al., 2002).

Sobre esto, la recomendación típica general es que, durante las fases de aprendizaje técnico de nuevos ejercicios, especialmente en sujetos jóvenes sin experiencia, se facilite el control y se asegure la ejecución técnica correcta mediante velocidades moderadas y cargas bajas (Lloyd et al., 2014). Sin embargo, una vez el sujeto muestre buen control y ejecución del ejercicio por la experiencia acumulada, se deberá promover que la intencionalidad sea realizar cada repetición tan rápido como sea posible, para aumentar las adaptaciones neuromusculares (incremento del reclutamiento, sincronización y frecuencias de descarga de unidades motrices) (Peña et al., 2016).

El desarrollo de movimientos a altas velocidades puede ser especialmente importante durante los años de crecimiento, cuando la plasticidad neural y coordinación motora son más sensibles de modificarse (Lloyd et al., 2014; Peña et al., 2016). Asimismo, no todos los ejercicios requieren ser realizados a la misma velocidad, ya que aquellos con mayor producción de potencia, como los ejercicios secuenciales y pliométricos, deberán ser realizados a velocidades altas/explosivas, mientras que otro tipo de ejercicios pueden ser realizados a menor velocidad (Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2014).

2.5.5 Densidad de entrenamiento e intervalo de recuperación interseries

La densidad de entrenamiento expresa la relación entre la duración del esfuerzo y la longitud de la pausa de recuperación o descanso (Peña et al., 2016). La longitud del intervalo de recuperación es una variable importante para mantener los niveles de fuerza aplicada, velocidad y potencia en cada movimiento (Peña et al., 2016).

Existen evidencias de que los niños y adolescentes se recuperan más rápidamente entre esfuerzos intermitentes de alta intensidad que los adultos (Faigenbaum et al., 2008). Por lo que se sugiere que, con ejercicios de moderada intensidad en sujetos inexpertos, un minuto aproximadamente de

recuperación entre series podría ser suficiente, para la mayoría de los niños y adolescentes (Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2014). No obstante, probablemente se deba incrementar dicho periodo de recuperación más allá de los 2-3 minutos, a medida que la intensidad del entrenamiento se incremente en jóvenes expertos, como por ejemplo sucede al realizar ejercicios con alta producción de fuerza, potencia, y demanda técnica (ejercicios olímpicos o secuenciales, y pliométricos) (Lloyd et al., 2014; Peña et al., 2016).

2.5.6 Tipo y orden de ejercicios

Parece razonable ir progresando gradualmente de los ejercicios más simples, en situaciones de mayor estabilidad externa como los ejercicios realizados con máquinas de placas, hacia ejercicios relativamente inestables y más complejos, como los realizados con pesos libres o balones medicinales, para mejorar el rendimiento y reducir el aburrimiento, a medida que mejore la competencia técnica y confianza (Behm, Faigenbaum, Falk & Klentrou, 2008). No se debe olvidar que la variedad de ejercicios, en la sesión y a lo largo del tiempo, es un elemento importante para motivar y prevenir el aburrimiento a estas edades.

Al final, la propia selección del tipo de ejercicio dependerá de la competencia técnica, objetivo de entrenamiento, medidas antropométricas del niño o adolescente y de los recursos disponibles. En todos los casos la prioridad será fijar patrones técnicos correctos, en variedad de ejercicios con resistencias bajas, tanto mono como multiarticulares y levantamientos olímpicos (Peña et al., 2016).

Hay que recordar de nuevo que la niñez es considerada un periodo crucial para desarrollar la suficiente competencia motriz, ya que durante estos años la coordinación neuromuscular es más susceptible de cambiar (Lloyd et al., 2014).

Igualmente, los ejercicios seleccionados para la sesión deberán permitir una implicación repartida de los grupos musculares principales de todo el cuerpo, de forma equilibrada (balance muscular agonista-antagonista) (Faigenbaum et

al., 2009; Lloyd et al., 2014). Especial atención merecerán aquellos ejercicios específicos para la musculatura estabilizadora del tronco o core (Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2016; Peña et al., 2016).

Respecto del orden de ejecución de los ejercicios en la sesión de entrenamiento, al igual que para poblaciones adultas, se recomienda empezar primero por aquellos ejercicios de mayor demanda o complejidad técnica y producción de potencia (p.e.: levantamientos olímpicos o ejercicios secuenciales y pliométricos) (Peña et al., 2016).

Del mismo modo, se deben realizar primero aquellos ejercicios para grupos musculares grandes y centrales, antes que los ejercicios para grupos musculares pequeños y periféricos, o lo que, supone lo mismo, realizar los ejercicios que demanden un mayor número de grupos musculares, por ser poliarticulares, antes que los monoarticulares (Faigenbaum et al., 2009). No obstante, el orden de los ejercicios debe organizarse en función de los objetivos perseguidos, a la vez que aquellos ejercicios que se estén aprendiendo deberán realizarse siempre sin fatiga y, por tanto, irán al inicio de la sesión (Peña et al., 2016).

2.6 Entrenamiento en suspensión

El entrenamiento con inestabilidad es un método de entrenamiento de resistencia común usado en los programas de ejercicios e instalaciones actuales (Byrne et al., 2014).

La inestabilidad se puede obtener mediante el uso de muchos dispositivos y técnicas incluyendo, pero no limitado a, plataformas inestables tales como borus o pelotas suizas y / o completando ejercicios de cadenas cinéticas abiertas con el uso de pesos libres (Santana, Vera-Garcia, & McGill, 2007).

Más recientemente, los sistemas de entrenamiento de suspensión se han añadido a la lista de dispositivos de entrenamiento de inestabilidad. En el entrenamiento en suspensión, como el nombre sugiere, las correas y/o las cuerdas se utilizan para suspender segmentos específicos del cuerpo en el aire (Byrne et al., 2014). Los individuos entonces trabajan contra su peso corporal mientras que completan ejercicios en el ambiente inestable creado por las posiciones en suspensión. Aunque una considerable investigación ha examinado los medios más tradicionales de la formación de la inestabilidad (Behm, & Anderson, 2006), poca investigación anterior ha evaluado los efectos de la suspensión.

Siguiendo la misma línea, cabe añadir que el entrenamiento de fuerza y resistencia de la musculatura del tronco es un área esencial del entrenamiento de resistencia que ha ganado énfasis renovado en la literatura científica, el entrenamiento atlético y los campos de rehabilitación (Byrne, et al., 2014).

Aunque la eficacia del entrenamiento de la musculatura del tronco como herramienta de mejora del rendimiento atlético carece de un sólido apoyo a la investigación (Reed, Ford, Myer, & Hewett, 2012), se han reportado efectos positivos de este entrenamiento en las áreas de salud de la espalda baja, reducción de lesiones, transferencia de poder a las extremidades (Kline, Krauss, Maher, & Quatman, 2013).

A pesar de que se dispone de una investigación para cuantificar los efectos de varios tipos de ejercicios de fortalecimiento del tronco, a menudo es un desafío para los atletas o los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento saber cuáles son los ejercicios que mejor satisfacen sus necesidades (Comfort, Pearson, & Mather, 2011).

Generalmente se reconoce que es una parte importante de cualquier programa de ejercicios bien equilibrado (Byrne et al., 2014). Como muchas actividades de la vida cotidiana y la mayoría de las actividades deportivas se realizan en

condiciones no estáticas y por lo tanto relativamente inestables, un beneficio adicional de la formación de inestabilidad es que puede proporcionar una transferencia más eficaz de las adaptaciones de entrenamiento a las tareas cotidianas (Behm et al., 2006).

3. Hipótesis

El trabajo en suspensión (TS) en adolescentes, una sesión por semana durante cinco semanas, producirá mejoras en la AM.

4. Objetivos

4.1 Objetivos generales

- ✓ Analizar los efectos que provoca un programa de TS, durante cinco semanas, sobre la AM en adolescentes.
- ✓ Conocer y valorar los efectos beneficios que aporta el trabajo de fuerza sobre la salud, al igual que reconocer los riesgos y contradicciones que esta supone en el caso que se fomente un mal uso.

4.2 Objetivos específicos

- ✓ Medir la fuerza de agarre estático de las extremidades superiores mediante dinamometría antes y después de la intervención.
- ✓ Analizar la potencia de los extensores de las extremidades inferiores a través del salto vertical antes y después de la intervención.
- ✓ Valorar la capacidad de resistencia, a corto plazo, de los músculos extensores de la extremidad superior mediante el test de flexiones adaptadas antes y después de la intervención.
- ✓ Determinar la capacidad de estabilización del tronco a través de la realización de un test de plancha monopodal antes y después de la intervención.

5. Método

Este estudio fue diseñado para evaluar los efectos del trabajo de fuerza, TS, en las clases de EF durante cinco semanas en adolescentes con edades comprendidas entre 15 y 19 años. La muestra de este estudio comprendía dos grupos experimentales y un grupo control.

5.1 Muestra

En este estudio participaron cuarenta y seis adolescentes pertenecientes a diferentes clases de primero de bachillerato de un colegio de Palma de Mallorca. Tanto chicas como chicos fueron clasificados de manera aleatoria en los diferentes grupos.

Tabla 1. Descripción de la muestra.

Grupos	Chicos (nº)	Chicos*(años)	Chicas (nº)	Chicas* (años)	General (años)
GE1	6	17.08 (1.47)	7	16.70 (0.33)	16.88 (1.00)
GE2	11	16.60 (0.37)	4	17.05 (1.28)	16.72 (0.70)
GC	9	17.02 (0.58)	9	17.10 (0.73)	17.06 (0.64)

*Los datos se presentan como la media (M) y la desviación típica (SD) entre paréntesis. GE1= grupo experimental 1; GE2= grupo experimental 2; GC= grupo control.

5.2 Instrumentos/ Medidas

A continuación, se exponen las diversas capacidades que se han tenido en cuenta para evaluar los parámetros de fuerza dentro del colectivo de adolescentes. Además, se informa sobre la herramienta utilizada para llevar a cabo estas mediciones.

- Fuerza de agarre estática por las extremidades superiores.

Para medir esta capacidad, mediante la prensión manual, se utilizó el handgrip strength test. Los participantes tenían que realizar dos mediciones con cada mano y siempre se cogía la más alta. El instrumento que se utilizó para llevar a cabo la medición fue un dinamómetro de mano TKK-5001 con el Kg como unidad de medida (Castillo, 2009).

- Potencia de los extensores de las extremidades inferiores.

El test que se utilizó para calcular esta capacidad fue el standing vertical jump, el cual se basaba en medir tanto la estatura del sujeto con el brazo más cercano a la pared extendido (standing height) como la distancia que alcanza al realizar un salto vertical (jumping height). Una vez obtuvimos las dos medidas, se calculó la distancia de salto vertical. Al igual que en el test anterior, se ejecutaron dos intentos y se registró el más alto. La herramienta que se utilizó para medir las distancias de salto fue una cinta de 25 metros GWF- 2508 (Suni, Husu & Rinne, 2009).

- Capacidad de resistencia, a corto plazo, de los músculos extensores de la extremidad superior y la capacidad de estabilizar el tronco

Esta prueba trataba en realizar el máximo número de flexiones posibles durante un periodo de 40 segundos (Suni et al., 2009).

- Capacidad de estabilización del tronco

Esta prueba consistía en adoptar la postura de una plancha monopodal (plancha con un solo apoyo de pie) y aguantar el máximo tiempo posible (Byrne et al., 2014).

5.3 Procedimiento de la intervención

El procedimiento de esta investigación consistió en realizar un test inicial a través de las pruebas e instrumentos explicados anteriormente con el objetivo de averiguar la fuerza que tenían los participantes de una manera empírica y comparable. Una vez realizado el test inicial con todos y cada uno de los participantes, grupo experimental 1 (GE1), grupo experimental 2 (GE2) y grupo control (GC), se comenzó la intervención con los dos grupos experimentales.

Esta intervención consistió básicamente en realizar un TS mediante correas durante cinco semanas. La metodología del entrenamiento y los ejercicios seleccionados eran de nivel básico-moderado y cumplían con los parámetros establecidos por la literatura científica hasta día de hoy. Cabe decir que había dos tipos de sesiones, sesión A y sesión B. El GE1 realizó una sesión a la semana, el tipo B, mientras que el GE2 realizó dos sesiones a la semana, la A y la B en días alternos. Para más información, las sesiones de entrenamiento serán adjuntadas en los anexos.

Finalmente, una vez acabado el periodo de intervención, todos y cada uno de los participantes fueron intervenidos por un test posterior. En estas mediciones se reprodujeron las mismas pruebas que en el test inicial con la intención de averiguar si había cambios significativos y por lo tanto el programa de intervención había tenido efecto sobre la muestra experimental.

5.4 Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico IBM, SPSS Statistics versión 24 para llevar a cabo el análisis de los datos.

Se realizaron estadísticos descriptivos, así como análisis de normalidad y frecuencias. Para la comparación de resultados entre los diferentes grupos se utilizó la prueba T para muestras independientes estableciendo una significación ≤ 0.05 .

6. Resultados

A continuación, se exponen una serie de tablas y gráficas con el fin de mostrar y comparar los diversos resultados obtenidos durante los test iniciales y los test posteriores.

Tabla 2. Comparación de medias entre evaluaciones iniciales y la batería Alpha en ambos géneros del GE1.

Test	General*	Chicos*	BA Chicos*	Chicas*	BA Chicas*
Prensión manual£ (kg)	34.38 (10.22)	42.16 (10.62)	43.6 - 46.7	27.71 (1.60)	25.5 - 27.8
Prensión manualª (kg)	31.62 (10.51)	39.5 (10.56)	43.6 - 46.7	24.85 (3.58)	25.5 - 27.8
Salto vertical (cm)	37.31 (8.57)	41.66 (9.07)	39	33.57 (6.55)	25
Flexiones (nº)	16.77 (2.62)	15.3 (2.40)	13	17 (2.70)	9
Plancha‡ (s)	50.62 (24.60)	41.83 (13.90)	-	58.14 (30.11)	-

*Los datos se presentan como la media (M) y la desviación típica (SD) entre paréntesis. BA= Batería Alpha; £ = test realizado con la mano dominante (MD); ª= test realizado con la mano no dominante (ND); ‡= Plancha realizada con apoyo monopodal (un solo apoyo).

Figura 1. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y la batería Alpha en varones adolescentes del GE1.

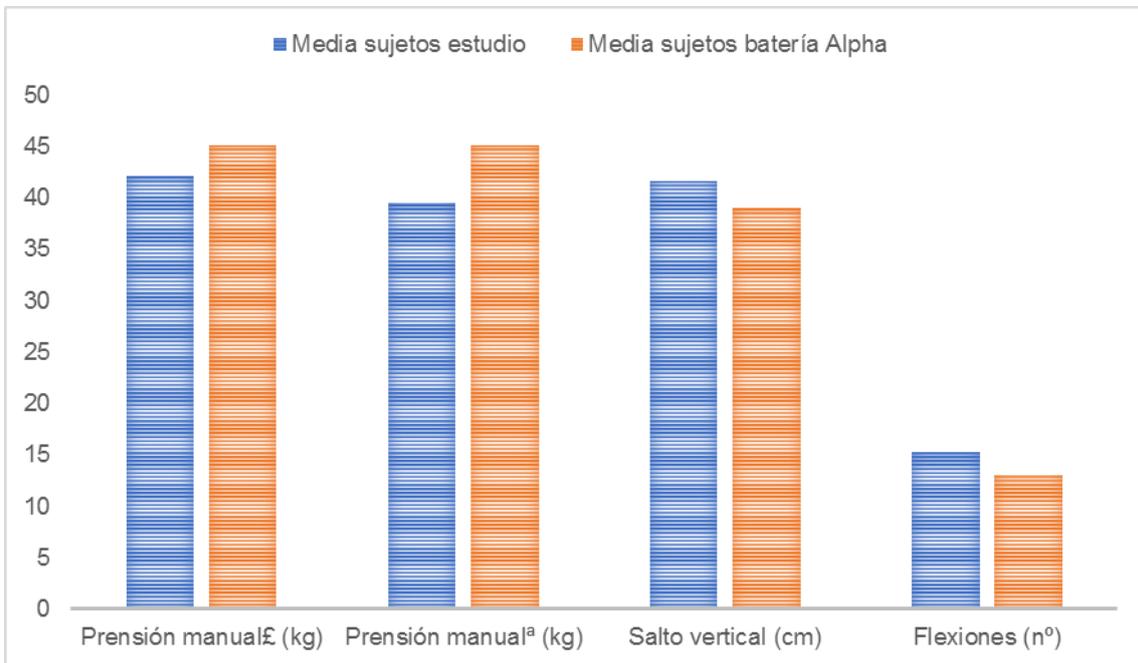


Figura 2. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y la batería Alpha en mujeres adolescentes del GE1.

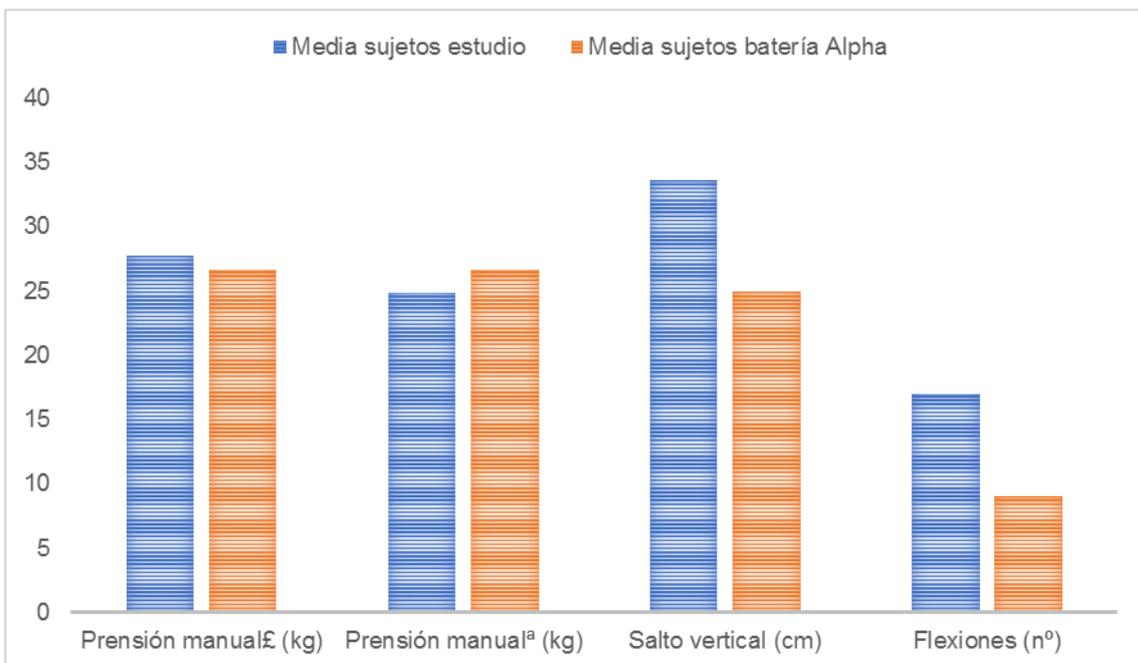


Tabla 3. Comparación de medias entre evaluaciones iniciales y la batería Alpha en ambos géneros del GE2.

Test	General*	Chicos*	BA Chicos*	Chicas*	BA Chicas*
Prensión manual£ (kg)	39.47 (8.60)	42.36 (8.05)	40.1 - 43.7	31.5 (3.69)	26.5 - 28.9
Prensión manualª (kg)	34.67 (8.03)	36.54 (8.31)	40.1 - 43.7	29.5 (4.72)	26.5 - 28.9
Salto vertical (cm)	40.80(11.11)	44.72 (9.62)	39	30 (7.48)	25
Flexiones (nº)	19.73 (3.53)	21 (3.04)	13	16 (1.41)	9
Plancha† (s)	55.73(15.47)	58.27(15.32)	-	48.75(15.7)	-

*Los datos se presentan como la media (M) y la desviación típica (SD) entre paréntesis. BA= Batería Alpha; £ = test realizado con la mano dominante (MD); ª= test realizado con la mano no dominante (ND); †= Plancha realizada con apoyo monopodal (un solo apoyo).

Figura 3. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y la batería Alpha en varones adolescentes del GE2.

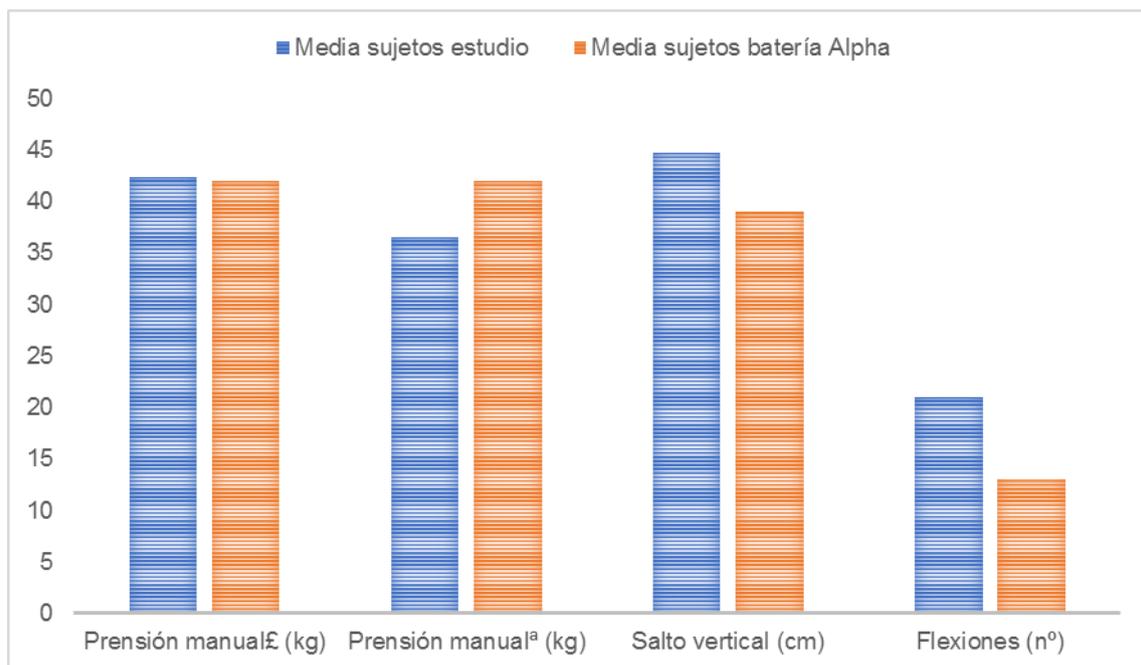


Figura 4. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y la batería Alpha en mujeres adolescentes del GE2.

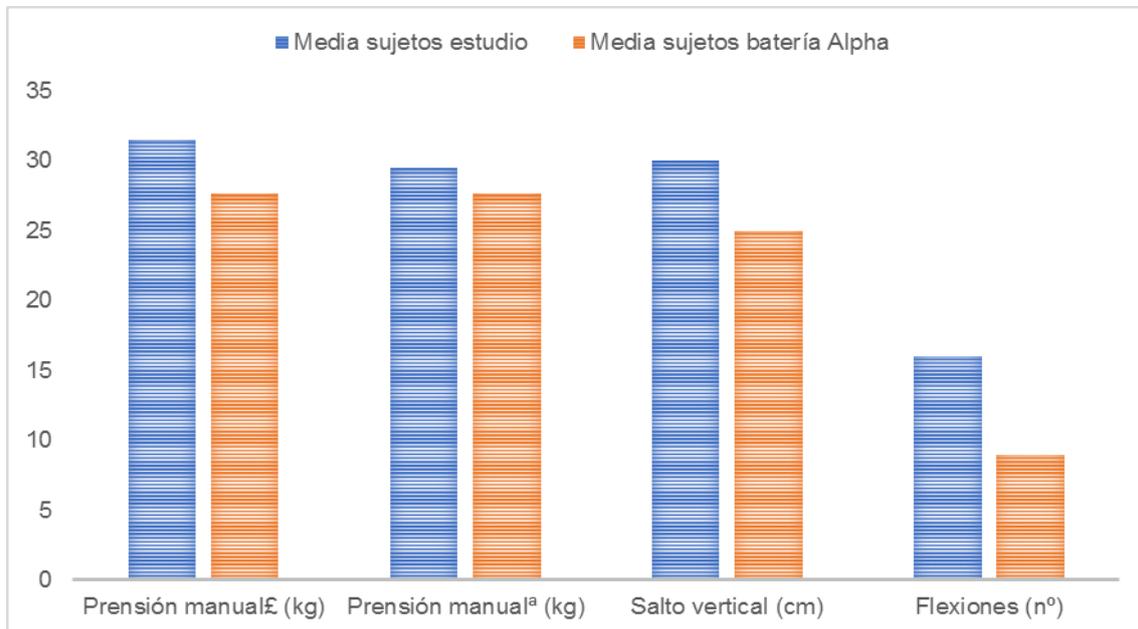


Tabla 4. Comparación de medias entre evaluaciones iniciales y la batería Alpha en ambos géneros del GE3.

Test	General*	Chicos*	BA Chicos*	Chicas*	BA Chicas*
Prensión manual£ (kg)	33.33 (7.80)	37.77 (8.40)	43.6 - 46.7	28.88 (3.79)	26.5 - 28.9
Prensión manualª (kg)	30.94 (7.30)	35.77 (7.12)	43.6 - 46.7	26.11 (3.18)	26.5 - 28.9
Salto vertical (cm)	36.94 (9.57)	44.22 (5.42)	39	29.66 (6.78)	25
Flexiones (nº)	16.94 (3.13)	18.77 (1.48)	13	15 (3.33)	9
Plancha† (s)	58.83 (20.01)	68.44 (18.63)	-	49.22 (17.21)	-

*Los datos se presentan como la media (M) y la desviación típica (SD) entre paréntesis. BA= Batería Alpha; £ = test realizado con la mano dominante (MD); ª= test realizado con la mano no dominante (ND); †= Plancha realizada con apoyo monopodal (un solo apoyo).

Figura 5. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y la batería Alpha en varones adolescentes del GE3.

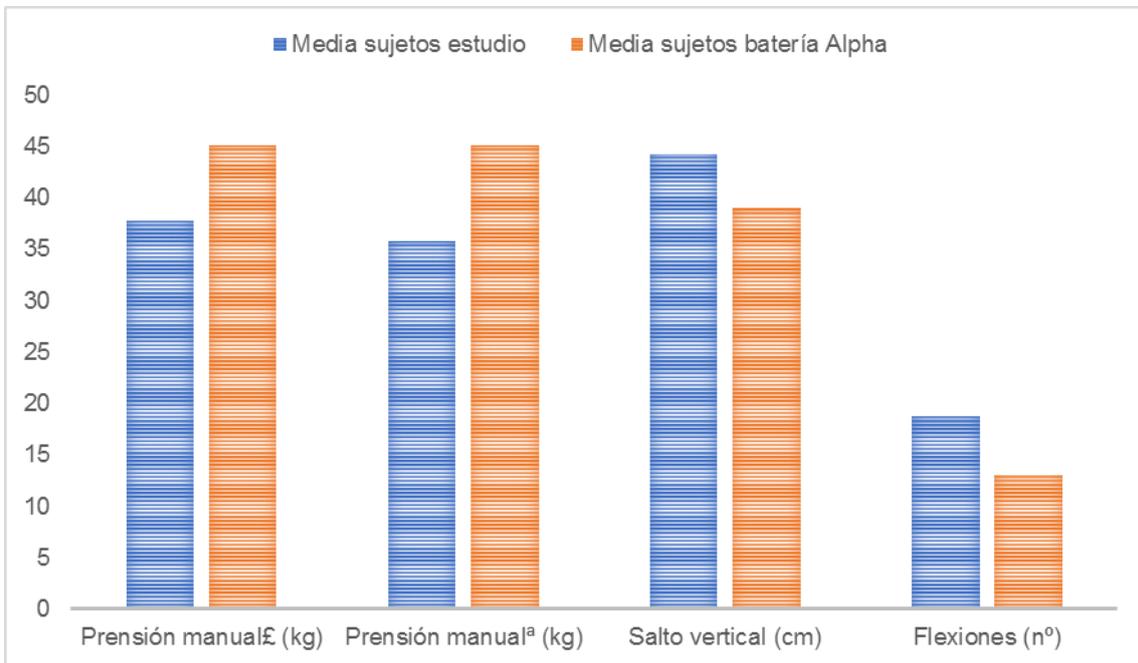


Figura 6. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y la batería Alpha en mujeres adolescentes del GE3.

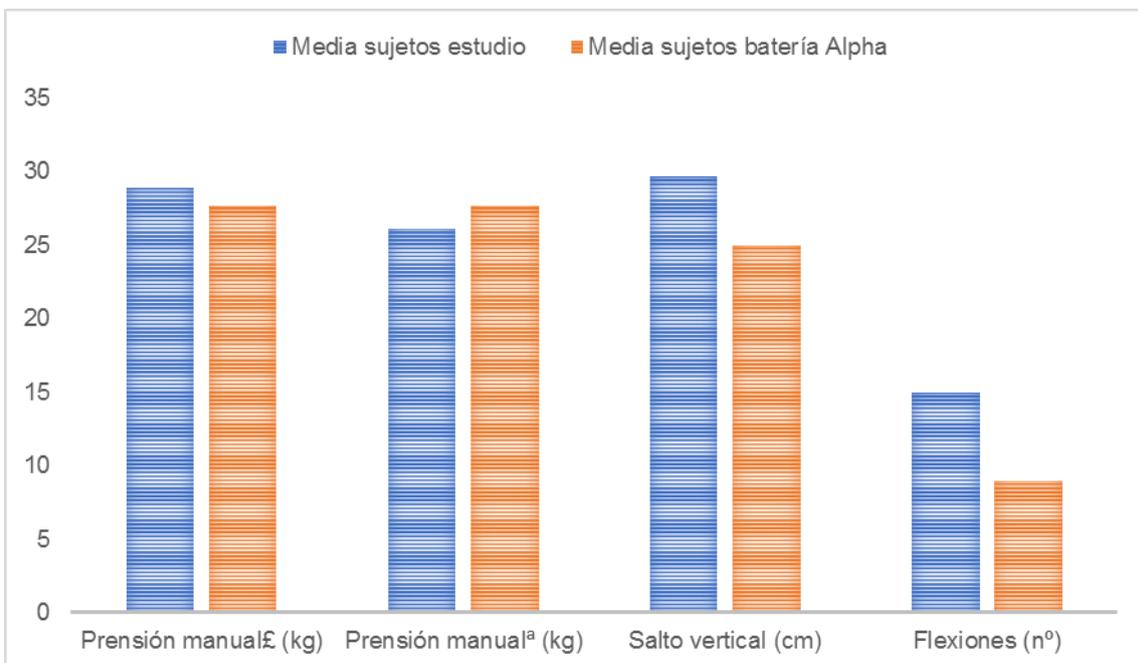
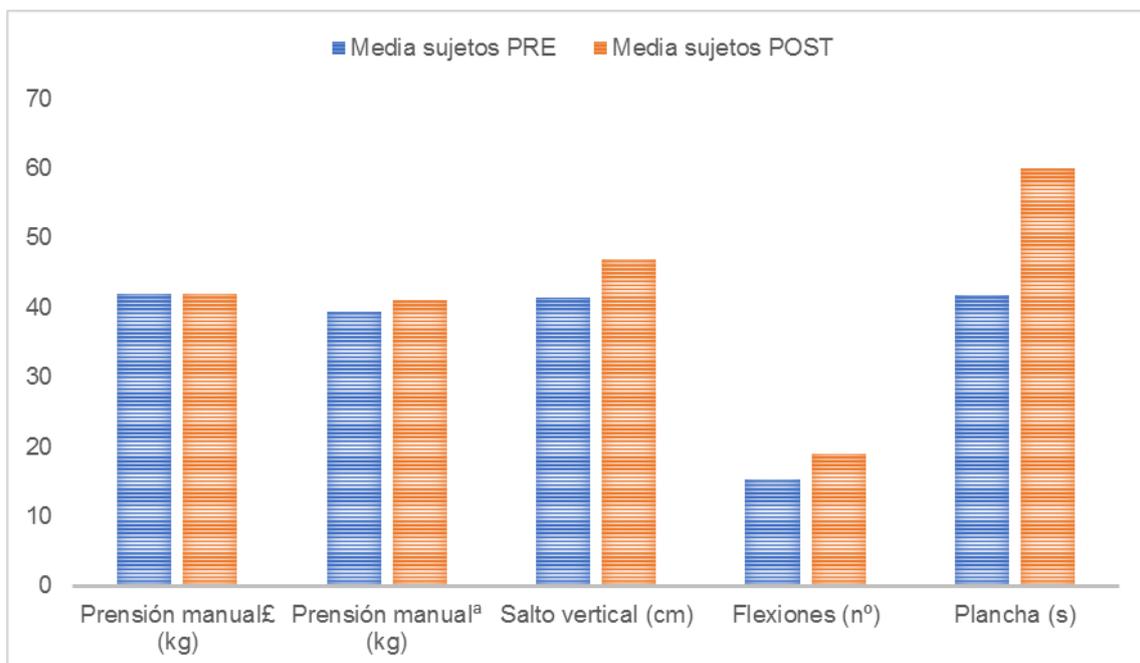


Tabla 5. Medias y desviaciones típicas de las evaluaciones finales del GE1.

Test	General*	Chicos*	Chicas*
Prensión manual£ (kg)	35.77 (9.71)	41.93 (11.28)	30.57 (3.77)
Prensión manualª (kg)	33.84 (9.90)	40.6 (9.85)	28.14 (5.72)
Salto vertical (cm)	41.54 (8.61)	47 (9.05)	38 (6.55)
Flexiones (nº)	21 (2.69)	19 (2.36)	22 (2.42)
Plancha† (s)	70.46 (31.43)	59.67 (22.66)	79.71 (36.49)

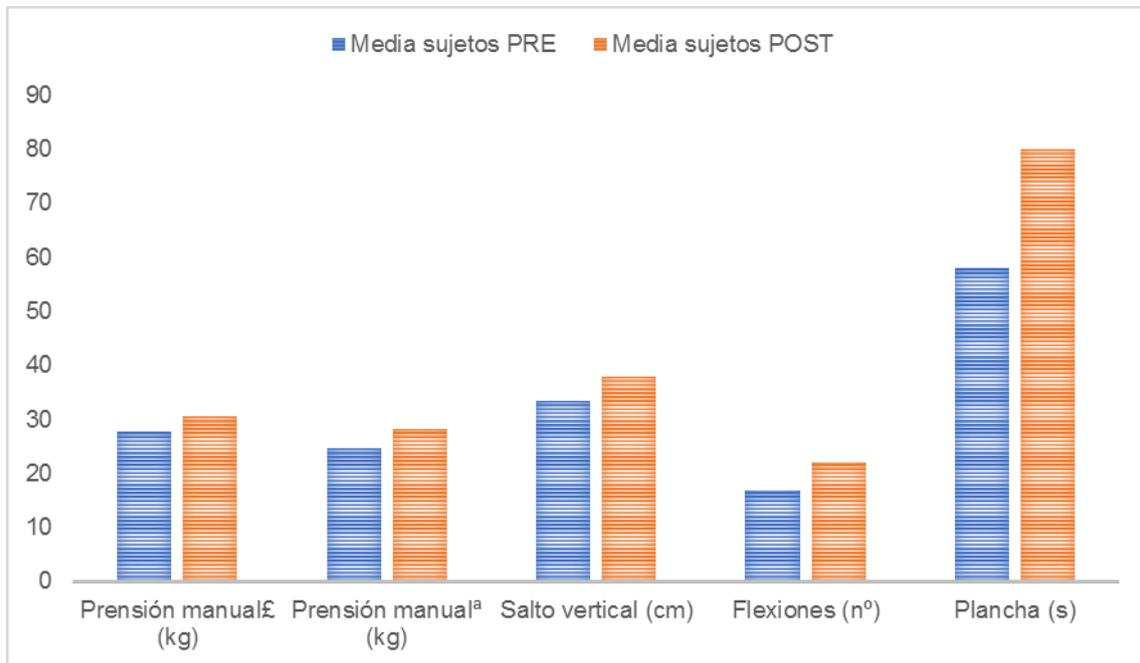
*Los datos se presentan como la media (M) y la desviación típica (SD) entre paréntesis. £ = test realizado con la mano dominante (MD); ª= test realizado con la mano no dominante (ND); †= Plancha realizada con apoyo monopodal (un solo apoyo).

Figura 7. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y las evaluaciones finales en varones adolescentes del GE1.



Pre= evaluaciones iniciales; Post= evaluaciones finales.

Figura 8. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y las evaluaciones finales en mujeres adolescentes del GE1.



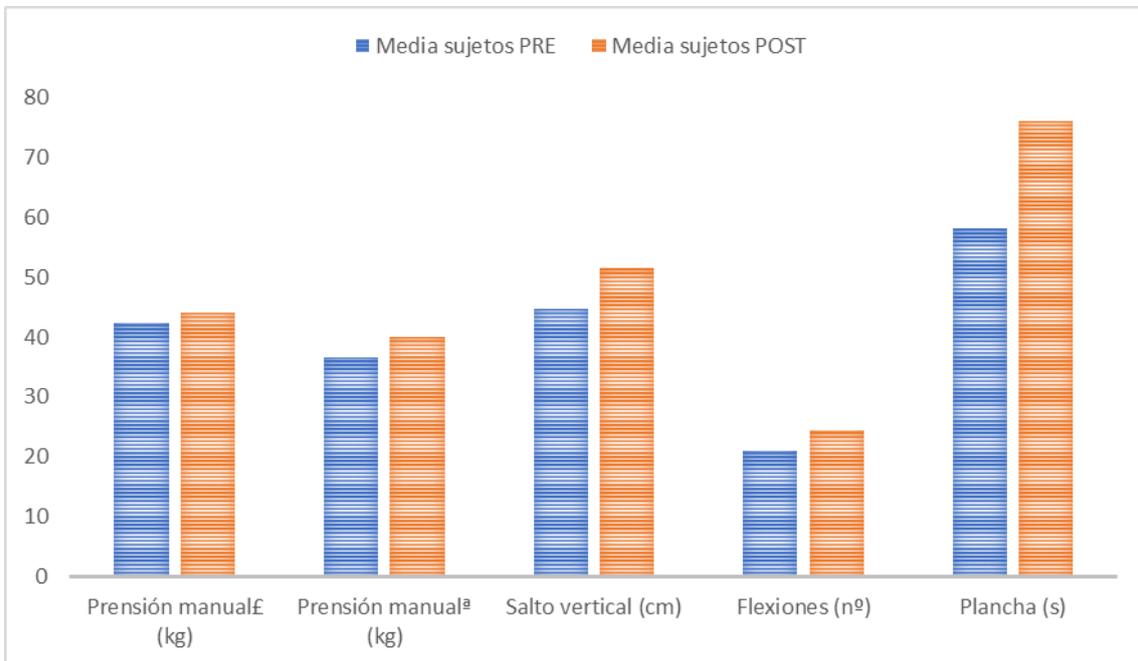
Pre= evaluaciones iniciales; Pro= evaluaciones finales.

Tabla 6. Medias y desviaciones típicas de las evaluaciones finales del GE2.

Test	General*	Chicos*	Chicas*
Preensión manual£ (kg)	41.13 (9.56)	44 (9.15)	33.95 (6.94)
Preensión manualª (kg)	37.73 (7.67)	40 (7.54)	32.7 (5.97)
Salto vertical (cm)	47.13 (11.11)	51.55 (10.65)	38.55 (6.18)
Flexiones (nº)	23.26 (3.51)	24.45 (3.17)	20 (2.16)
Plancha† (s)	74.8 (16.64)	76 (16.45)	71.5 (19.26)

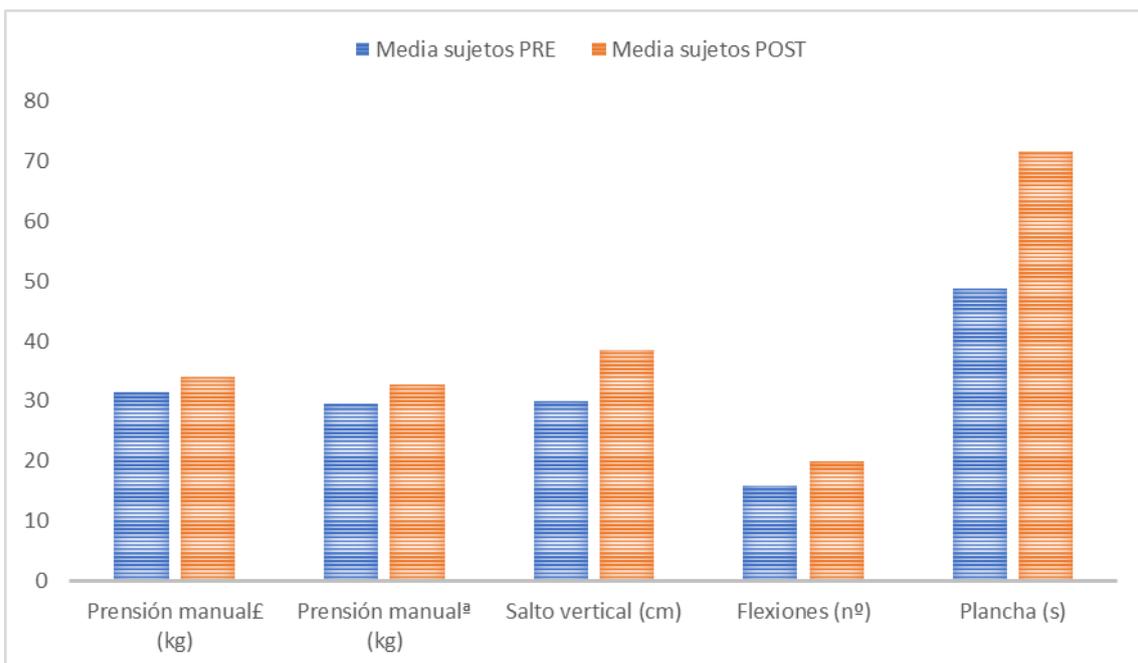
*Los datos se presentan como la media (M) y la desviación típica (SD) entre paréntesis. £ = test realizado con la mano dominante (MD); ª= test realizado con la mano no dominante (ND); †= Plancha realizada con apoyo monopodal (un solo apoyo).

Figura 9. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y las evaluaciones finales en varones adolescentes del GE2.



Pre= evaluaciones iniciales; Post= evaluaciones finales.

Figura 10. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y las evaluaciones finales en mujeres adolescentes del GE2.



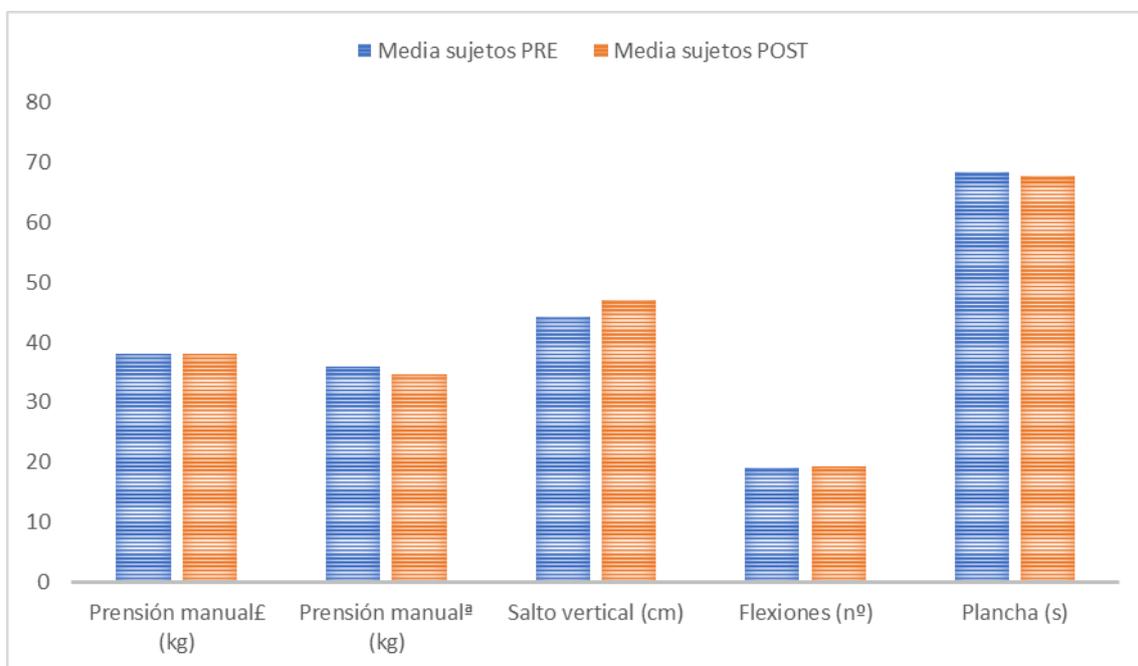
Pre= evaluaciones iniciales; Post= evaluaciones finales.

Tabla 7. Medias y desviaciones típicas de las evaluaciones finales del GE3.

Test	General*	Chicos*	Chicas*
Prensión manual£ (kg)	33.72 (7.06)	38.11 (7.21)	29.33 (3.24)
Prensión manualª (kg)	30.94 (6.54)	34.78 (6.76)	27.11 (3.48)
Salto vertical (cm)	39.22 (9.75)	47 (5.24)	31.44 (6.18)
Flexiones (nº)	18.05 (3.45)	19.33 (2)	16.77 (4.20)
Plancha† (s)	59.94 (22.20)	67.78 (15.90)	52.11 (25.63)

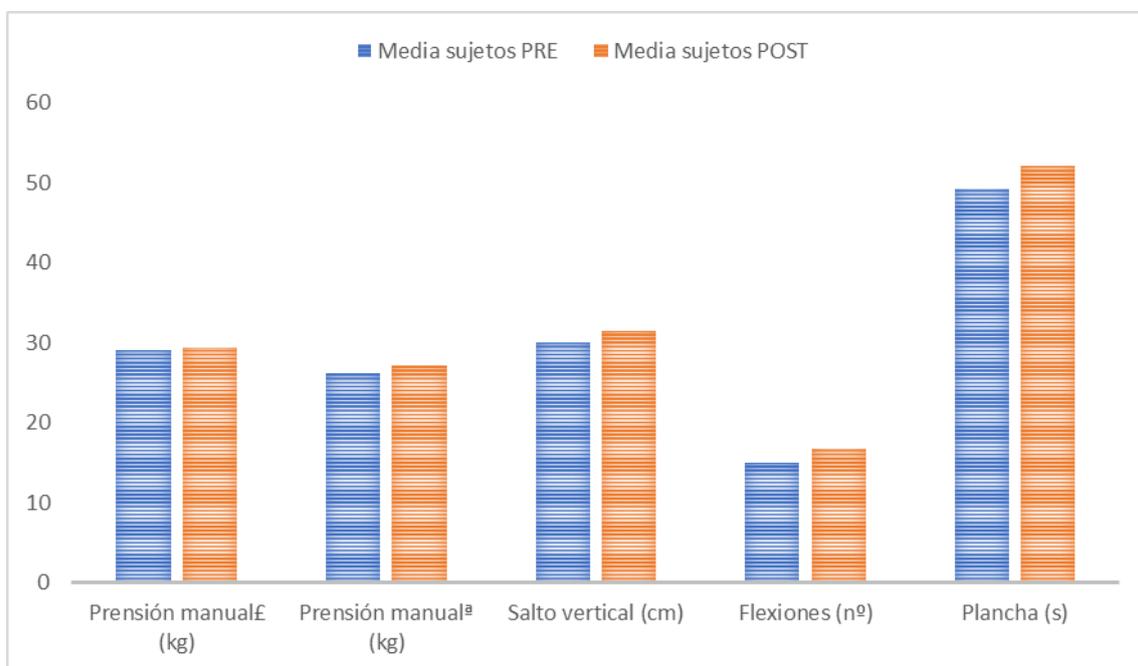
*Los datos se presentan como la media (M) y la desviación típica (SD) entre paréntesis. £ = test realizado con la mano dominante (MD); ª= test realizado con la mano no dominante (ND); †= Plancha realizada con apoyo monopodal (un solo apoyo).

Figura 11. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y las evaluaciones finales en varones adolescentes del GE3.



Pre= evaluaciones iniciales; Post= evaluaciones finales.

Figura 12. Comparación de medias entre las evaluaciones iniciales y las evaluaciones finales en mujeres adolescentes del GE3.



Pre= evaluaciones iniciales; Post= evaluaciones finales.

Tabla 8. Principales resultados de la intervención.

VARIABLES	TRX@ 1				TRX@ 2				GRUPO CONTROL			
	M (SD)	I	S	p	M (SD)	I	S	p	M (SD)	I	S	p
Prensión manual£ (kg)	1.38 (3.50)	-3.50	0.73	.179	1.66 (3.67)	-3.70	0.37	.101	0.39 (2.57)	-1.66	0.89	.529
Prensión manual ^a (kg)	2.23 (3.37)	-4.27	-0.19	.034	3.06 (2.86)	-4.65	-1.48	.001	0 (2.59)	-1.29	1.29	1
Salto vertical (cm)	4.23 (1.96)	-5.42	-3.04	.000	6.33 (2.29)	-7.60	-5.06	.000	2.28 (2.29)	-3.42	-1.13	.001
Flexiones (nº)	3.69 (2.05)	-4.94	-2.45	.000	3.53 (1.40)	-4.31	-2.75	.000	1.11 (1.64)	-1.92	-0.29	.011
Plancha† (s)	19.84 (14.57)	-28.65	-11.04	.000	19.06 (8.72)	-23.89	-14.23	.000	1.11 (11.87)	-7.01	4.79	.696

M= media; SD= desviación típica; I= inferior; S= superior; p= significación; TRX@1= entrenamiento en suspensión grupo 1; TRX@2= entrenamiento en suspensión grupo 2. £ = test realizado con la mano dominante (MD); ^a= test realizado con la mano no dominante (ND); †= Plancha realizada con apoyo monopodal (un solo apoyo).

Tal y como se muestra en la tabla, los datos revelan que los participantes que realizaron una sesión de TS a la semana durante cinco semanas obtuvieron ganancias significativas en todos los test que se realizaron excepto el HG mano dominante. Siguiendo en la misma línea, los participantes que realizaron dos sesiones de entrenamiento en suspensión a la semana durante cinco semanas consiguieron unas mejoras aún más significativas que los participantes del GE1.

Sin embargo, los participantes del GC tuvieron mejoras significativas en dos de las cinco mediciones que se llevaron a cabo. No obstante, estas mejoras fueron menos significativas que en los otros dos grupos.

7. Discusión

El objetivo principal de este estudio fue evaluar la eficacia de una intervención escolar novedosa y multifacética sobre la AM y, por lo tanto, la salud, en adolescentes de primero de bachillerato. Se encontró que el TS era un método de fuerza y acondicionamiento seguro, efectivo y válido para los adolescentes ya que proporcionaba oportunidades para mejorar la AM y además sin riesgo de lesión.

El entrenamiento en suspensión ha ido ganando importancia y popularidad como herramienta de trabajo o entrenamiento. Pero, a pesar de su popularidad, este estudio es el primero llevado a cabo en las clases de EF y por lo tanto dentro de un centro educativo.

El programa de TS fue diseñado para mantener a los participantes activos durante las clases de EF mientras participaban en actividades centradas en aumentar los niveles de ciertos parámetros de la fuerza muscular y en adquirir patrones de movimiento relacionados con la propia actividad. Además, de acuerdo con lo expuesto por Peña et al. 2016, los niños preadolescentes y adolescentes presentan una muy buena capacidad de entrenamiento, mostrando mejoras similares o mayores que en adultos cuando el entrenamiento está adecuadamente diseñado y adaptado a las capacidades de estos. Estos hallazgos brindan un serio apoyo para incorporar una intervención de TS a tiempo fijo dentro del ámbito escolar con el objetivo de mejorar la AF de niños y adolescentes, además de sus hábitos.

Basado en los primeros datos obtenidos en la presente investigación, como así desvelan los resultados de carácter descriptivo expuestos en las primeras tablas y gráficas, podemos afirmar que los participantes de este estudio se encontraban por encima de las medias Alpha en la mayoría de sus test. No obstante, en los HG la media de los participantes de este estudio se encontraba igual o ligeramente por debajo de la media de la población del resto de Europa.

Asimismo, hay que añadir que el género femenino, dentro de la muestra de esta investigación, se encontraba mejor situado que el género masculino utilizando como referentes los resultados de la batería Alpha.

Por otro lado, analizando y comparando los datos obtenidos en las evaluaciones anteriores a la intervención y en las evaluaciones posteriores, los números muestran una mejora significativa de los dos grupos experimentales. El GE1, con una intervención a la semana ya obtuvo mejoras con un alto grado de significación en todos los test exceptuando el HG mano dominante, que, a pesar de no mostrar un aumento de fuerza significativo, presentó una ligera mejora. Siguiendo la misma línea, el GE2, con dos sesiones semanales también mostró mejoras significativas, incluso mayores que las del GE1. Sin embargo, el GE3 obtuvo mejoras en dos de las cinco pruebas, pero, cabe aclarar que estas mejoras fueron menos significativas que las de los otros dos grupos y por lo tanto inferiores. Estas mejoras significativas en los test vertical jump y plank, por parte del grupo control, probablemente vienen determinadas por la unidad didáctica de condición física que estuvieron realizando.

Tal y como enunciaba Folland et al. (2007), varios estudios han demostrado aumentar de forma significativa la fuerza en las primeras 3-4 semanas y aquí se añade otro más para reiterar esta afirmación.

Por lo tanto, una conclusión novedosa y la mayor conclusión dentro de la presente investigación fue que el hecho de realizar 25 minutos de TS, al menos una vez a la semana, dieron como resultado ganancias significativamente mayores, respecto a la aptitud muscular, que las que normalmente se lograron con las clases de EF estándar en adolescentes de 15 a 19 años. De acuerdo con estos resultados, si los convertimos en consecuencias, estos adolescentes, aparte de mejorar su rendimiento (Smith et al., 2014; Peña et al., 2016), tendrían una menor alteración en los componentes de bien estar físico, IMC, tensión arterial, porcentaje de grasa y circunferencia de cintura (Rodríguez et al., 2015). Además, estarían previniendo lesiones (Smith et al., 2014; Peña et

al., 2016), enfermedades cardiocerebro-metabólicas, incluyendo la demencia, la hipertensión arterial, la arteroesclerosis, la obesidad y la sarcopenia (Cohen et al., 2014; Rodríguez et al., 2015), ECV y algún tipo de cáncer (Rodríguez et al., 2015).

Por esta razón, se destaca la importancia de iniciar intervenciones que estén diseñadas intencionalmente para mejorar la AM en los niños y adolescentes (Faigenbaum et al., 2015). Cabe añadir que la intervención en este estudio fue instruida por un profesor cualificado de educación física y fue diseñada intencionalmente para mejorar la FM.

En el estudio Faigenbaum et al. (2002) se llevó a cabo una intervención con una estructura similar a la de este estudio en cuanto a parámetros del entrenamiento se refiere, aunque, con unas actividades diferentes. No obstante, los resultados fueron similares, se obtuvieron mejoras significativas de fuerza respecto a las evaluaciones anteriores y al grupo control. En la misma línea, un estudio de características diferentes al presente, pero a la misma vez similar y llevado a cabo por Faigenbaum et al. (2015) con alumnos de primaria, mostró mejoras tanto en la ACR como en la AM. Destacando la importancia de estos dos estudios y los méritos conseguidos, me gustaría añadir que el presente estudio con una estructura de actividades totalmente diferente y novedosa ha obtenido mejoras aún más significativas con menos tiempo de intervención.

Sin embargo, sería de vital importancia mantener este tipo de actividades a lo largo del curso y si existe posibilidad todo el año, pues de acuerdo con lo aportado por Faigenbaum et al. 2013, dichas ganancias de fuerza, incluidas por el entrenamiento, son transitorias y tienden a regresar hacia los valores iniciales cuando el entrenamiento es interrumpido.

Como fortalezas podemos destacar, que es el primer estudio de TS realizado dentro del ámbito educativo, por lo que las condiciones de la investigación son unas condiciones reales integradas dentro de las clases de EF y no unas condiciones de laboratorio.

El hecho de que sea tan importante el realizar este tipo de actividades dentro del ámbito escolar se debe a las siguientes razones; primero, el colegio es el lugar donde los niños y/o adolescentes pasan más horas al cabo del día. Segundo, porque se encuentran en una etapa madurativa totalmente favorable y sensible a la hora de conseguir adaptaciones anatómicas y fisiológicas. Tercero y último, porque interesa llevar a cabo una EF de calidad. Además de estos tres últimos motivos, es preciso añadir que se obtienen mejoras en diversos parámetros de la fuerza que están directamente relacionados con mejoras en los marcadores de salud. Para acabar con este apartado, hay añadir que el hecho de que la intervención no haya sido notablemente larga, ha mantenido a los adolescentes que integraban la parte experimental de la muestra motivados e interesados por la práctica de dicha actividad.

Sin embargo, como limitaciones podemos encontrar, el tamaño de la muestra ya que es de una dimensión pequeña y por lo tanto es difícil extrapolar los datos al resto de la población, la falta de herramientas para poder llevar a cabo el control de la intensidad (escalas del esfuerzo percibido, RM, FC) y, por último, la falta de control de variables externas, como, por ejemplo, las cargas de entrenamiento a las que estaban sometidos algunos de los participantes de la muestra fuera del horario escolar.

Finalmente, es necesario comentar que existe una fuerte evidencia que apoya cada vez más la necesidad de que los jóvenes en edad escolar mejoren la FM y el desempeño en la habilidad motora. Además, dado que la actividad física disminuye rápidamente después de la pubertad, los programas de AF que específicamente apuntan a los déficits de ejercicio en los jóvenes en edad escolar deben comenzar temprano en la vida antes de que los niños y/o

adolescentes se vuelvan resistentes a las intervenciones focalizadas (Faigenbaum et al., 2015).

Por este motivo, es de vital importancia enfatizar en que estos hallazgos indican que la AM puede aumentarse con seguridad cuando el TS se incorpora a las clases de EF dentro del tiempo curricular.

8. Conclusión

De acuerdo con la multitud de datos aportados por la literatura científica hasta la actualidad, la fuerza es doblemente reconocida como un factor fundamental para poder disfrutar de una óptima calidad de vida. Por un lado, es una de las principales bases del rendimiento en la gran mayoría de los deportes y también es considerada como una pieza clave para llevar a cabo cualquier tipo de actividad integrada en el colectivo de ocio activo.

Por otro lado, su práctica es uno de los pilares más importantes para prevenir la mortalidad por todas las causas incluyendo ECV, ECR, metabólicas, cardio-metabólicas y algún tipo de cáncer.

Una vez realizada la recogida de información, en forma de datos y profundas aclaraciones, se observa que la población está cayendo en un profundo y oscuro agujero llamado sedentarismo. Por lo que llegados a este punto y sabiendo la importancia que tiene el trabajar la fuerza y lo fundamental que sería hacerlo dentro del ámbito educativo, se llevó a cabo un estudio experimental totalmente innovador con una población de 1º de bachillerato en uno de los colegios de Palma de Mallorca.

Para empezar, se realizaron una serie de evaluaciones iniciales las cuales fueron contrastadas con los datos aportados por las baterías Alpha. Posteriormente, se realizó una intervención de TS con dos grupos experimentales diferentes, uno trabajaba fuerza una vez a la semana mientras que el otro lo hacía dos veces. Finalmente, una vez acabado el proceso de cinco semanas de intervención, se repitieron las mismas pruebas que al principio, esta vez con un carácter de evaluaciones finales, para averiguar si se cumplía la afirmación planteada en la hipótesis. Al analizar los datos, se pudo afirmar que el trabajo de fuerza en suspensión, al menos una vez a la semana aportaba mejoras significativas sobre diversos parámetros de la fuerza y con ello se reducía el riesgo a sufrir diferentes tipos de enfermedades y por lo tanto se conseguía un aumento de calidad de vida.

En conclusión, el TS en adolescentes, una sesión por semana durante cinco semanas, producirá mejoras en la fuerza resistencia.

9. Referencias

- Barbieri, D., & Zaccagni, L. (2013). Strength training for children and adolescents: Benefits and risks. *Coll Antropol*, 37 (2), 219–25.
- Beaudart, C., Reginster, JY., Slomian, J., Buckinx, F., Locquet, M., & Bruyère, O. (2014). Prevalence of sarcopenia: the impact of different diagnostic cut-off limits. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 14 (4), 425-431.
- Behm, DG., & Anderson, KG. (2006). The role of instability with resistance training. *J Strength Cond Res*, 20, 716–722.
- Behm, DG., Faigenbaum, AD., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: Resistance training in children and adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab*, 33 (3), 547–61.
- Behringer, M., Vom Heede, A., Matthews, M., & Mester, J. (2011). Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: A meta-analysis. *Pediatr Exerc Sci*, 23, 186–206.
- Bukowsky, M., Faigenbaum, A., & Myer, G. (2014). Fundamental integrative training (FIT) for physical education. *J Phys Educ Rec Dance*, 85, 23–30.
- Byrne, JM., Bishop, N., Caines, A., Crane, K., Feaver, A., & Pearcey, G. (2014). Effect of using a suspension training system on muscle activation during the performance of a front plank exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (11), 3049–3055.
- Casazza, K., Gower, BA., Willig, AL., Hunter, GR., & Fernandez, JR. (2009). Physical fitness, activity, and insulin dynamics in early pubertal children. *Pediatr Exerc Sci*, 21 (1), 63.
- Castillo, M. (2009). The ALPHA Health-Related Fitness Test Battery for Children and Adolescents. School of Medicine, University of Granada.

- Cohen, DD., Gómez-Arbeláez, D., Camacho, PA., Pinzon, S., Hormiga, C., Trejos-Suarez, J., Duperly, J., & Lopez-Jamarillo, P. (2014). Low muscle strength is associated with metabolic risk factors in Colombian children: the ACFIES study. *PLoS One*, 9 (4), e93150.
- Cohen, DD., Voss, C., Taylor, MJ., Delextrat, A., Ogunleye, AA., & Sandercock, GR. (2011). Ten-year secular changes in muscular fitness in English children. *Acta Paediatr*, 100 (10), e175–e177.
- Comfort, P., Pearson, SJ., & Mather, DI. (2011). An electromyographical comparison of trunk muscle activity during isometric trunk and dynamic strengthening exercises. *J Strength Conditioning Research*, 25, 149–154.
- Faigenbaum, D., Bush, A., McLoone, P., Kreckei, C., Farrell, A., Ratamess, A., & Kang, J. (2015). Benefits of strength and skill-based training during primary school physical education. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29 (5), 1255–1262.
- Faigenbaum, D., Kraemer, J., Blimkie, R., Jeffreys, I., Micheli, J., & Nitka, M. (2009). Youth resistance training: Updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (5) (suppl.), S60–S79.
- Faigenbaum, AD., Lloyd, RS., & Myer, GD. (2013). Youth resistance training: Past practices, new perspectives, and future directions. *Pediatr Exerc Sci*, 25 (4), 591–604.
- Faigenbaum, AD., Milliken, LA., Loud, RL., Burak, BT., Doherty, CL., & Westcott, WL. (2002). Comparison of 1 and 2 days per week of strength training in children. *Res Q Exerc Sport*, 73 (4), 416–24.
- Faigenbaum, AD., & Myer, GD. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *Br J Sports Med*, 44 (1), 56–63.

- Faigenbaum, AD., Ratamess, NA., McFarland, J., Kaczmarek, J., Coraggio, MJ., Kang, J., & Hoffman, JR. (2008). Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens, and men. *Pediatr Exerc Sci*, 20 (4), 457–69.
- García-Artero, E., Ortega, FB., Ruiz, JR., Mesa, JL., Delgado, M., González-Gross, M., García-Fuentes, M., Vicente-Rodríguez, G., Gutiérrez, A., & Castillo, MJ. (2007). Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*, 60 (6), 581-58.
- Gallahue, DL., & Ozman, JC. (2006). Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults. 6th ed. Boston: McGraw-Hill.
- Gómez-Campos, R., de Arruda, M., Hobold, E., Abella, CP., Camargo, C., Martínez, C., & Cossio-Bolaños, MA. (2013). Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Rev Andal Med Deporte*, 6 (4), 151–60.
- González-Badillo, JJ., & Ribas-Serna, J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza. 1a ed. Zaragoza: Inde.
- Grontved, A., Ried-Larsen, M., Moller, NC., Kristensen, PL., Karsten, F., Soren, B., & Andersen, LB. (2013). Muscle strength in youth and cardiovascular risk in young adulthood (the European Youth Heart Study). *Br J Sports Med*, 43, 909–23.
- Institute of Medicine (2013). Educating the Student Body: Taking Physical Activity and Physical Education to School. Washington, DC: The National Academies Press.
- Janz, KF., Dawson, JD., & Mahoney, LT. (2002). Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: the Muscatine Study. *Int J Sports Med*, 23 (1), S15-S21.

- Jimenez-Pavon, D., Ortega, FB., Valtuena, J., et al. (2012). Muscular strength and markers of insulin resistance in European adolescents: the HELENA Study. *Eur J Appl Physiol*, 112, 2455-2465.
- Kline, JB., Krauss, JR., Maher, SF., & Quatman, X. (2013). Core strength training using a combination of home exercises and a dynamic sling system for the management of low back pain in pre-professional ballet dancers: A case series. *J Dance Med Sci*, 17, 24–33.
- Leong, DP., Teo, KK., Rangarajan, S., Lopez-Jaramillo, P., Avezum, A., & Orlandini, A. (2015). Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) Study investigators. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet*, 386 (9990), 266-73.
- Lloyd, RS., Faigenbaum, AD., Stone, MH., Oliver, JL., Jeffreys, I., Moody, JA., Brewer, C., Pierce, KC., McCambridge, TM., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, LJ., Jaques, R., Kraemer, WK., McBride, MG., Best, TM., Chu, DA., Alvar, BA., & Myer, GD. (2014). Position statement on youth resistance training: The 2014 International Consensus. *Br J Sports Med*, 48 (7), 498–505.
- Malina, RM., Bouchard, C., and Bar-Or, O. (2004). Growth, maturation, and physical activity. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics.
- Mason, C., Brien, SE., Craig, CL., Gauvin, L., & Katzmarzyk, PT. (2007). Musculoskeletal fitness and weight gain in Canada. *Med Sci Sports Exerc*, 39, 38-43.
- Matsudo, VK., Matsudo, SM., Machado de Rezende, LF., & Raso, W. (2015). Handgrip strength as a predictor of physical fitness in children and adolescents. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 17 (1), 1-10.
- Myer, G., Faigenbaum, A., Ford, K., Best, T., Bergeron, M., & Hewett, T. (2011). When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? *Curr Sports Med Rep*, 10, 155–166.

- Myers, J., McAuley, P., Lavie, C., Despres, JP., Arena, R., & Kokkinos, P. (2014). Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness as Major Markers of Cardiovascular Risk: Their Independent and Interwoven Importance to Health Status. *Prog Cardiovasc Dis*, 57 (4), 306-14.
- Myer, GD., Quatman, CE., Khoury, J., Wall, EJ., & Hewett, TE. (2009). Youth versus adult weight- lifting injuries presenting to United States emergency rooms: Accidental versus nonaccidental injury mechanisms. *J Strength Cond Res*, 23 (7), 2054–60.
- Ortega, FB., Silventoinen, K., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2012). Muscular strength in male adolescents and premature death: Cohort study of one million participants. *BMJ*, 345, e7279:1–12.
- Padilla-Moledo, C., Ruiz, JR., Ortega, FB., & Castro-Piñero, J. (2012). Associations of muscular fitness with psychological positive health, health complaints, and health risk behaviors in Spanish children and adolescents. *J Strength Cond Res*, 26 (1), 167–73.
- Pate, R., Oria, M., & Pillsbury, L. (2012). Fitness Measures and Health Outcomes in Youth. Committee on Fitness Measures and Health Outcomes in Youth, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Washington (DC): National Academies Press (US).
- Peña, G., Heredia, JR., Lloret, C., Martín, M., & Da Silva-Grigoletto, ME. (2016). Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: revisión. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 9 (1), 41-49.
- Ramírez-Vélez, R., & Da Silva-Grigoletto, JM. (2011). Fernández Evidencia actual de intervenciones con ejercicio físico en factores de riesgo cardiovascular. *Rev Andal Med Deporte*, 4, 141-151.

- Ramírez-Vélez, R., Meneses-Echavez, J., González-Ruíz, K., & Correa, JE. (2014). Muscular fitness and cardiometabolic risk factors among Colombian young adults. *Nutr Hosp*, 30 (4), 769–775.
- Reed, CA., Ford, KR., Myer, GD., & Hewett, TE. (2012). The effects of isolated and integrated “core stability” training on athletic performance measures: A systematic review. *Sports Med*, 42, 697–706.
- Rodríguez, FJ., Gualteros, JA., Torres, JA., Espinosa, LM., & Ramírez-Vélez, R. (2015). Asociación entre el desempeño muscular y el bienestar físico en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. *Nutr Hosp*, 32 (4), 1559-1566.
- Ruiz, JR., Castro-Piñero, J., Artero, EG., Ortega, FB., Sjöström, M., Suni, J., & Castillo, MJ. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*, 43 (12), 909–23.
- Ruiz, JR., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, EG., Ortega, FB., Cuenca, MM., Jimenez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, MJ., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., & Castillo, MJ. (2011). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med*, 45 (6), 518–24.
- Ruiz, J., Cavero-Redondo, I., Ortega, F., Welk, G., Andersen, L., & Martinez-Vizcaino, V. (2016). Cardiorespiratory fitness cut points to avoid cardiovascular disease risk in children and adolescents; what level of fitness should raise a redflag? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 0, 1–9.
- Santana, JC., Vera-Garcia, FJ., & McGill, SM. (2007). A kinetic and electromyographic comparison of the standing cable press and bench press. *J Strength Cond Res*, 21, 1217–1277.
- Saunders, T., Gray, C., Poitras, V., Chaput, JP., Janssen, I., Katzmarzyk, P., Olds, T., Gorber, S., Kho, M., Sampson, M., Tremblay, M., & Carson, V. (2016). Combinations of physical activity, sedentary behaviour and sleep: relationships

with health indicators in school-aged children and youth: review. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41, S283–S293.

Smith, J., Eather, N., Morgan, P., Plotnikoff, R., Faigenbaum, A., & Lubans, D. (2014). The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 44, 1209–1223.

Souza, M., Chaves, R., Lopes, V., Malina, R., Garganta, R., Seabra, A., & Maia, J. (2013). Motor coordination, activity and fitness at 6 years relative to activity and fitness at 10 years of age. *J Phys Activity Health*, 11, 1239–1247.

Suni, J., Husu, P., & Rinne, M. (2009). Fitness for Health: The ALPHA-FIT Test Battery for Adults Aged 18–69. UKK Institute for Health Promotion Research, Tampere, FINLAND.

Triana-Reina, HR., & Ramírez-Vélez, R. (2013). Association of muscle strength with early markers of cardiovascular risk in sedentary adults. *Endocrinol Nutr*, 60 (8), 433-38.

Vaara, JP., Fogelholm, M., Vasankari, T., Santtila, M., Häkkinen, K., & Kyröläinen, H. (2014). Associations of maximal strength and muscular endurance with cardiovascular risk factors. *Int J Sports Med*, 35 (4), 356-60.

Williams, MA., Haskell, WL., Ades, PA., Amsterdam, EA., Franklin, BA., Gulanick, M., Laing, ST., & Stewart, KJ. (2007). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 116, 572-584.

World Health Organization (2016). Ending Childhood obesity. WHO Press: Ginebra.

10. Anexos

Modelos de las tablas de entrenamiento llevadas a cabo con los grupos experimentales.

MODELO A (2 series/6-15 reps/ 1' descanso)	
Sentadillas pliométricas	6 reps**
Zancadas	
Flexión de piernas	
Curl Bíceps	
Remo codos pegados	
Flexiones en suspensión	
Plancha frontal en suspensión	

MODELO B (2 series/6-15 reps/ 1' descanso)	
Sentadillas pliométricas	6 reps**
Zancada con un pie en suspensión	
Pistola (Sentadilla a una sola pierna)	
Press de pecho	
Apertura para hombros en T	
Flexiones codos pegados en suspensión	
Encogimientos abdominales	