

Sánchez-Sánchez, J., Pérez, S., Yagüe, J.M., Royo, J.M. y Martín, J.L. (2015). Aplicación de un programa de entrenamiento de fuerza en futbolistas jóvenes / Implementation Of A Resistance Training On Young Football Players. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 15 (57) pp. 45-59.
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista57/artaplicacion533.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista57/artaplicacion533.htm)

ORIGINAL

APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN FUTBOLISTAS JÓVENES

IMPLEMENTATION OF A RESISTANCE TRAINING ON YOUNG FOOTBALL PLAYERS

Sánchez-Sánchez, J.¹; Pérez, S.²; Yagüe, J.M.³; Royo, J.M.⁴ y Martín, J.L.⁵

¹ Doctor en Ciencias de la Actividad Física y Deporte. Profesor del Grado de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Pontificia de Salamanca. España. jsanchezsa@upsa.es

² Doctor en Pedagogía. Profesor del Grado de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Pontificia de Salamanca. España. sperezmu@upsa.es

³ Doctor en Psicopedagogía. Profesor de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de León. España. jmyagc@unileon.es

⁴ Becario en el Grado de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Pontificia de Salamanca. España. josemy96@hotmail.com

⁵ Diplomado en Educación Física. jolumata26@gmail.com

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los jóvenes y padres la predisposición mostrada para el desarrollo de este estudio. También, la incondicional colaboración del club Unión Deportiva Salamanca, materializada en la ayuda de los técnicos y responsables de las categorías inferiores. El presente estudio se contextualiza dentro del contexto de colaboración, establecido en el Convenio Marco suscrito por la Fundación Unión Deportiva Salamanca y la Universidad Pontificia de Salamanca

Código UNESCO / UNESCO code: 2411 Fisiología Humana / Human physiology

Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 6. Fisiología del Ejercicio / Exercise physiology

Recibido 23 de febrero de 2012 **Received** February 23, 2012

Aceptado 17 de mayo de 2012 **Accepted** May 17

RESUMEN

El objetivo de este estudio, es comprobar el efecto de un programa de 20 sesiones de entrenamiento específico de fuerza en futbolistas jóvenes.

Participaron 38 sujetos en el estudio, divididos en un grupo experimental (GE) y un grupo control (GC). Al GE se le administró un entrenamiento de fútbol y un trabajo específico de fuerza; mientras el GC sólo efectuó práctica de fútbol. Ambos fueron evaluados al inicio y al final del programa, con el objetivo de conocer su fuerza dinámica máxima en los flexores y extensores de la rodilla; su masa muscular en las extremidades inferiores; el porcentaje de grasa; y, por último, la velocidad en las pruebas de 10 y 20 metros. Únicamente el GE mejora de forma muy significativa la fuerza dinámica máxima ($p < 0,01$). No se encuentran diferencias en la masa muscular, ni en la velocidad. El GE y el GC incrementan el porcentaje de grasa corporal.

PALABRAS CLAVE: entrenamiento de fuerza; fútbol; composición corporal; fuerza máxima; velocidad.

ABSTRACT

The aim of this study is to check the effect of a specific training strength program on young footballers. 38 players took place in the study; they were divided into an experimental group (EG) and a control group (CG). The EG added a specific strength work to their football workout, whereas the CG just practised football. Both of them were assessed at the beginning and at the end of the program to know their maximum dynamic strength in their flexor and extensor muscles of their knees; their muscle mass in their lower extremities; their body mass and fat percentage; and their speed in the 10 and 20 metres trials. Just the EG improves remarkably their maximum dynamic strength ... No differences in their muscle mass or in their movement strength are found. The EG and the CG increase their MBRate and their body fat.

KEYWORDS: resistance training; soccer; body composition; maximum dynamic strength; speed.

1 INTRODUCCIÓN

La fuerza muscular es una capacidad condicionante de la motricidad en general y del rendimiento deportivo en particular (Behringer, Vom Heede, Yue, & Mester, 2010; Cuadrado, Pablos, & Garcia-Manso, 2006; Garcia-Manso, Navarro, & Ruiz, 1996; González, 2010; González-Badillo & Gorostiaga, 2002). Aunque en la actualidad se acepta su protagonismo dentro de los programas de planificación deportiva, con el fin de que el atleta pueda expresar todo su potencial, tradicionalmente el entrenamiento utilizando carga externa no ha sido una estrategia de gran calado, dentro de los programas de preparación de deportistas cuya disciplina no estuviese directamente relacionada con la fuerza.

Si la inclusión del entrenamiento específico de la fuerza en el deporte adulto ha estado rodeada de un gran debate, su conveniencia dentro de las etapas de formación deportiva ha sido todavía más discutida en las últimas

décadas (Behringer et al., 2010). Durante mucho tiempo se aconsejó evitar el trabajo de fuerza en niños (Metcalf & Roberts, 1993), debido a que podía incrementar el riesgo de lesión y ser una grave interferencia para el crecimiento (García-Manso et al., 1996).

Sin embargo, actualmente se admite que las repercusiones negativas del entrenamiento de la fuerza en sujetos en edad de crecimiento son relativas, o tienen una presencia muy reducida (Ingle, Sleaf, & Tolfrey, 2006). Realmente gran parte de las lesiones que se han relacionado con este tipo de intervención, no están vinculadas al contenido, sino a errores en la programación del entrenamiento: ejecución técnica incorrecta, cargas excesivas, equipamiento peligroso o falta de cualificación de los técnicos que supervisan el trabajo (Faigenbaum et al., 2009). Un programa bien diseñado, que respete las particularidades de la etapa evolutiva a la que va dirigida, no debería entorpecer el crecimiento de los practicantes (Ratel, 2011), y por tanto se convierte en una estrategia al servicio de cualquier deportista, con independencia de su edad (Guy & Micheli, 2001; Matos & Winsley, 2007). No obstante, este tipo de entrenamientos lleva consigo un riesgo inherente de lesión, que por otra parte no es mucho mayor del que se puede registrar en otros deportes y actividades recreativas, en las que regularmente participan los adolescentes (Zaricznyj, Shattuck, Mast, Robertson, & D'Elia, 1980).

También se ha dudado del entrenamiento de fuerza durante la iniciación deportiva, aludiendo a una supuesta falta de eficacia (Falk & Tenenbaum, 1996) vinculada a los bajos niveles de andrógenos presentes en la etapa previa a la pubertad (Zakas, Mandroukas, Karamouzis, & Panagiotopoulou, 2007). La American Academy of Pediatrics (1983) (citado en Mayorga, 2011) señalaba que el mayor alcance del entrenamiento con cargas se obtendría a partir de la etapa post-puberal. Sin embargo, existen estudios que demuestran mejoras en la fuerza en sujetos en edad prepuberal, cuando eran sometidos a un trabajo con carga externa (Da Fontoura, Schneider, & Meyer, 2004; Ingle et al., 2006; Ramsay et al., 1990; Sadres, Eliakim, Constantini, Lidor, & Falk, 2001).

Aunque es indudable que la fuerza máxima es especialmente sensible a ciertos estímulos de entrenamiento entre los 20-30 años (García-Manso et al., 1996), esta capacidad es entrenable en la mayoría de edades (Falk & Tenenbaum, 1996; Falk & Eliakim, 2003; Malina, 2006). Una capacidad es entrenable cuando responde a los estímulos de entrenamiento aplicados. En el caso de la fuerza, esta respuesta viene dada por la mejora de diversos factores, que no solo tienen que ver con las condiciones de la carga, sino también con las propias características de los sujetos.

Cuando nos referimos a deportistas principiantes en el trabajo contra resistencia, los primeros incrementos de la fuerza se deben a adaptaciones de tipo neural (Häkkinen & Komi, 1983). El desarrollo de la fuerza se ve influido por la mejora en el reclutamiento y sincronización de unidades motrices, y por otra parte, por la reducción de la co-activación de los músculos antagonistas. Los efectos de un entrenamiento empleando carga externa sobre los factores

de coordinación intermuscular e intramuscular, permiten avanzar en el desarrollo de la fuerza durante el período prepuberal. Esta adaptación al entrenamiento de fuerza es la que permite ganar fuerza, independientemente de que no se haya ganado músculo, como consecuencia de las limitaciones ligadas al componente estructural, propia de estas edades.

Algunos de los estudios que se han ocupado de analizar las consecuencias del entrenamiento de fuerza en adolescentes, señalan la importancia de este tipo de trabajo, por sus positivas consecuencias en múltiples ámbitos. En contra de las apreciaciones negativas ligadas al entrenamiento de la fuerza en la adolescencia, este tipo de trabajo tiene ventajas que trascienden el rendimiento deportivo, y se materializan como una eficaz ayuda para el crecimiento, la maduración y la salud del sujeto. Se han descrito mejoras en la composición corporal, el sistema esquelético y en el funcionamiento cardiovascular (Guy & Micheli, 2001). La American Academy of Pediatrics (2008) recomienda incluir el trabajo de fuerza correctamente desarrollado y supervisado, dentro de los programas de actividad física y deportiva de niños y adolescentes.

Un entrenamiento específicamente dirigido a la mejora de la fuerza, puede ser combinado dentro de la práctica específica del deporte (Alvarez-San Emeterio, Antuñano, López-Sobaler, & González-Badillo, 2011; Christou et al., 2006; Gorostiaga, Izquierdo, Iturralde, Ruesta, & Ibáñez, 1999). Si somos capaces de ambientar correctamente esta composición, conseguiremos que las habilidades físico-motrices de los deportistas se vean altamente beneficiadas (Faigenbaum, 2007). Esto tiene grandes consecuencias sobre el rendimiento deportivo presente y futuro, por lo que debe ser tenido en cuenta a la hora de planificar los procesos de enseñanza-entrenamiento del fútbol. El trabajo de fuerza junto con el desarrollo de un entrenamiento específico de fútbol, no sólo es compatible, sino que da mejores resultados que una preparación exclusivamente basada en el fútbol (Christou et al., 2006). Por lo tanto, es un error prescindir de esta combinación o reducirla a períodos de preparación de la temporada. Durante la competición, se pueden organizar 1 ó 2 sesiones en cada microciclo, para que sin afectar a la competición, puedan seguir contribuyendo al desarrollo biológico y deportivo del joven futbolista.

2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

A partir de todo lo desarrollado, el objetivo principal de nuestro estudio es: comprobar el efecto de un programa de entrenamiento con carga externa, sobre la fuerza máxima dinámica, la velocidad de aceleración y la composición corporal (masa muscular prevista, índice de masa corporal y porcentaje de grasa), de futbolistas de 14 y 15 años sin experiencia previa en este tipo de trabajo.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 MUESTRA

La muestra participante está compuesta por 38 jugadores varones, pertenecientes a los equipos “cadete a” y “cadete b”, del club Unión Deportiva Salamanca. En el estudio, el equipo “cadete a” fue utilizado como grupo experimental (GE). Estos jugadores entrenan 4 días a la semana y compiten el sábado o domingo, dentro de la liga territorial de fútbol tutelada por la Federación de Fútbol de Castilla y León. El equipo “cadete b”, ha participado como grupo control (GC). Los futbolistas de este grupo también entrenan 4 días por semana, y compiten los sábados dentro de la liga 1ª categoría provincial cadete, que organiza la Delegación Provincial de Fútbol de Salamanca. En la Tabla 1, pueden observarse las características generales de los grupos participantes en el estudio.

Tabla 1. Principales características de la muestra participante en el estudio

Grupo:	N	Edad (\bar{x})	Edad ($S\bar{x}$)	Peso (\bar{x})	Peso ($S\bar{x}$)	Altura (\bar{x})	Altura ($S\bar{x}$)
GE	20	14,80 años	0,410	61,68 Kg	10,683	171,40 cm	7,479
GC	18	14,06 años	0,236	54,87 Kg	7,824	165,44 cm	7,048

Ninguno de los sujetos incluidos en el estudio tenía experiencia previa en el trabajo de fuerza. Todos los jugadores estaban realizando con normalidad, los programas de entrenamiento fijados por el cuerpo técnico de cada equipo. El programa de fuerza desarrollado por el GE, se articuló como una actividad incluida en el régimen semanal de preparación del equipo. Aún así, tanto la dirección deportiva, como los padres de los jugadores, dieron su consentimiento para que los futbolistas interviniesen en el estudio.

3.2 MATERIAL

La parte experimental del trabajo ha sido desarrollada en las instalaciones que el club Unión Deportiva Salamanca, tiene dedicadas a sus categorías inferiores. En los vestuarios, se tomaron las medidas de peso, índice de masa corporal (IMC), masa muscular estimada y porcentaje de grasa, utilizando la báscula TANITA BC-418MA “segmental”. Para la talla se empleó un tallímetro de aluminio de la marca Holtex.

En el campo de hierba artificial de segunda generación donde los equipos desarrollan sus entrenamientos y partidos, se llevó a cabo el test de valoración de la velocidad sobre 10 y 20 metros. Para esta prueba utilizamos una cinta métrica de 50 metros y células fotoeléctricas “Chrono”, incluidas en el equipo Globus Ergo System.

Para realizar el test de repetición máxima (RM) y desarrollar el programa de entrenamiento, empleamos el gimnasio que el club tiene a disposición del primer equipo y los conjuntos de categorías inferiores. En el estudio

empleamos las máquinas específicas de entrenamiento de la fuerza, marca “Reebok”: extensión de rodilla (cuádriceps), flexión de rodilla (isquiotibial), extensión de tobillo desde sentado (tríceps sural), aproximador y abductor de cadera desde sentado (adductores y abductores de la cadera).

Para el registro y gestión de los datos conseguidos en cada una de las fechas de evaluación, así como para la elaboración de los diferentes programas de entrenamiento, fue necesario un Ordenador Portátil Acer Travel Mate 5720, con sistema operativo Windows 7. Además fue necesario utilizar el siguiente software: Microsoft Office 2007, SPSS v.18.0 y el programa Tesis 2008 RealPower 20.40 Test.

3.3 PROCEDIMIENTO

Para poder poner en práctica el estudio, se pidió permiso al coordinador técnico de las categorías inferiores del club Unión Deportiva Salamanca. Posteriormente se presentó el trabajo a los técnicos de los equipos implicados, transmitiéndoles las funciones y obligaciones idóneas al desarrollo de la experiencia. Antes del comienzo del trabajo, los jugadores entregaron un documento de consentimiento informado, firmado por sus padres o tutores, que certifica su voluntaria participación en el desarrollo del programa de entrenamiento.

Las variables contempladas en el estudio son:

- Variable dependiente: IMC, masa muscular en pierna derecha e izquierda, porcentaje de grasa, capacidad de aceleración en 10 y 20 metros y fuerza dinámica máxima.
- Variable independiente: el programa de entrenamiento de fuerza (20 sesiones) y fútbol (46 sesiones en total).

El primer paso antes del desarrollo de la fase experimental, fue familiarizar a los sujetos del GE y del GC, con los ejercicios específicos de fuerza. Para ello se diseñaron 4 sesiones, a lo largo de 3 semanas, en las que los futbolistas practicaron los ejercicios incluidos en el programa de entrenamiento. El trabajo de estas sesiones estaba orientado hacia la fuerza resistencia.

Durante la primera sesión de la cuarta semana se realizaron las pruebas de evaluación inicial (Pre-Test). Para su desarrollo se dividió a cada equipo en dos grupos, con el fin de dinamizar el proceso. El orden de desarrollo de las pruebas fue el siguiente: registro de la altura, del peso corporal, cálculo del índice de masa corporal ($IMC = \text{Peso (Kg)} / \text{talla (cm)}^2$) y composición corporal (masa muscular de piernas y porcentaje de grasa); pruebas de velocidad; y test de RM. Tras aplicar el programa de entrenamiento, se realizó la evaluación

final (Pos-Test). Para la toma de datos se mantuvieron estables las condiciones de evaluación entre el GE y GC, y entre la prueba inicial y la final.

Los protocolos seleccionados para el control de las variables dependientes, fueron ejecutados siempre por el mismo evaluador, con el objetivo de asegurar la precisión de la medida. La descripción del procedimiento de evaluación es la siguiente:

- Variable IMC, masa muscular de miembros inferiores y porcentaje de grasa. Con el objetivo de asegurar la mayor exactitud en la medida, la prueba se realizó el mismo día (martes) y a la misma hora. Los jugadores respetaron y repitieron las siguientes condiciones para el análisis: no tomar líquidos antes de la prueba; no tomar ningún alimento, ni consumir cafeína 4 horas antes de la prueba; no realizar ejercicio físico antes de la prueba; haber orinado 30 minutos antes de la prueba; no llevar en el momento de la evaluación ningún objeto metálico (reloj, anillo, cadena, etc.), realizar la prueba en ropa interior.
- Variable velocidad: los jugadores partiendo desde parados, recorren lo más rápido posible una distancia de 10 y 20 metros. Se permite ejecutar 2 intentos por cada una de las distancias, con el suficiente tiempo de recuperación entre cada uno de ellos. Se seleccionará el mejor tiempo obtenido en cada una de las pruebas. Esta prueba fue precedida por un calentamiento supervisado de 12 minutos de duración: carrera continua, estiramientos y ejercicios de movilidad articular y desplazamientos múltiples, variando la intensidad.
- Variable fuerza dinámica máxima: se calculó la RM en los ejercicios de extensión y flexión de rodillas. El test de una repetición máxima puede ser potencialmente lesivo cuando se aplica en sujetos jóvenes (Faigenbaum, Milliken, & Westcott, 2003), por lo que optamos por utilizar el cálculo indirecto a través de la fórmula propuesta por (Brzycki, 1993): $\%1RM = 102,78 - 2,78 \times rep.hasta\ fatiga$. Los jugadores fueron organizados en parejas. El test iba precedido por un calentamiento, donde el jugador realizaba 2 series de 12 repeticiones con una carga similar a la utilizada durante el período de adaptación. Posteriormente el evaluador ajustaba la carga, pidiendo al sujeto que realizase el mayor número de repeticiones posible. En todos los casos, se tomó como referencia una resistencia con la que el deportista no hiciera más de 10 repeticiones.

3.4 PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO

El GE compuesto por los jugadores del equipo “cadete a” de la Unión Deportiva Salamanca desarrolló durante 10 semanas, un entrenamiento de fútbol y trabajo de fuerza específico en gimnasio. Un entrenamiento según

estos parámetros, se dispondría como una 1ª fase dentro del desarrollo de la fuerza (González, 2010). En esta etapa inicial, el objetivo fundamental será preparar al sistema musculoesquelético para que pueda ir asumiendo cargas de trabajo de alta exigencia.

El programa para el desarrollo de la fuerza, comprendía 20 sesiones de entrenamiento, realizadas con una frecuencia de 2 sesiones por semana (lunes y miércoles). Para el diseño de nuestro programa, nos hemos basado en el método de repeticiones III (González-Badillo & Gorostiaga, 2002), ya que los entrenamientos basados en cargas no máximas, repetidas un número no máximo de veces, es lo más recomendado para aquellos individuos no especializados en el trabajo de musculación (Pradet, 1999). El método de repeticiones III, puede ser muy útil para jóvenes y principiantes y presenta como componentes de la carga: intensidades entre el 60-75% 1RM; 6-12 repeticiones; 3-5 series; recuperación entre series de 3-5 minutos; y velocidad de ejecución media.

El entrenamiento estaba formado por 5 ejercicios, dirigidos a 5 grupos musculares concretos: gemelos, cuádriceps, isquiotibiales, aductores y abductores. Para el desarrollo de la sesión se organizó al equipo en dos grupos de 10 jugadores. Cada sesión fue supervisada por un técnico especialista, que se encargaba de dirigir el calentamiento; controlar el desarrollo de los ejercicios, la velocidad de ejecución y la utilización de pesos correctos; y guiar la parte final, en la que se incluían ejercicios dirigidos a potenciar la musculatura abdominal y ejercicios activos de elasticidad muscular.

Los lunes los jugadores que habían jugado más minutos el fin de semana, realizaban sólo el entrenamiento de fuerza. Pero los futbolistas no convocados y suplentes realizaban el entrenamiento de fuerza y 30 minutos de fútbol. Los miércoles, cada grupo era citado a una hora, realizando durante los primeros 30 minutos el entrenamiento de fuerza en gimnasio y posteriormente 45 minutos de fútbol. Los jueves y viernes se realizaba el entrenamiento en el campo de juego. Este entrenamiento estaba basado en actividades globales, con alto componente táctico. Se prohibió a los entrenadores, desarrollar contenidos específicos de velocidad y fuerza.

El GC realizó 46 sesiones de 90-120 minutos de entrenamiento específico de fútbol. Este volumen de trabajo coincide con el realizado por el GE. En el diseño de los entrenamientos, se tuvo en cuenta los contenidos tácticos trabajados por el GE y se eliminaron todas las tareas vinculadas al desarrollo específico de la velocidad y la fuerza.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se calcularon los estadísticos descriptivos (media y desviación típica) de las diferentes variables estudiadas. Para el análisis intragrupo, se compararon los datos obtenidos en el pre-test y el pos-test a través de la prueba *t Student*

para muestras relacionadas. En todos los casos, a efectos de interpretación y análisis asumimos el 95% como intervalo de confianza. Las diferencias entre los resultados serán muy significativas cuando $p < 0,01$ y significativas cuando $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

Los resultados muestran que los jugadores pertenecientes al GE, que realizan trabajo específico de fuerza en gimnasio y entrenamiento de fútbol, han conseguido mejorar de forma muy significativa ($p < 0,01$) la fuerza dinámica máxima de los extensores y flexores de la rodilla. Esta mejora significativa en la fuerza no se observa en el GC, compuesto por jugadores que sólo hicieron entrenamiento de fútbol. Aunque la fuerza mejora levemente en los futbolistas del equipo "cadete b", la comparación entre los datos conseguidos en el pre-test y el pos-test en la prueba de RM, no puede ser considerada estadísticamente significativa. En la Tabla 2, están recogidos los estadísticos descriptivos de las dos pruebas de evaluación, en cada uno de los grupos musculares analizados. También se puede observar el p -valor (sig.) obtenido tras la comparación de los valores del test RM a través de la prueba *t Student* para muestras relacionadas.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos y comparación de medias para los valores de RM en el GE Y GC, al comienzo y al final del entrenamiento

Grupo:	Variable dependiente	Pre-Test (\bar{x})	Pos-Test (\bar{x})	Sig.
GE	RM (Kg) Extensor de rodilla	112,50 ± 20,40	121,67 ± 24,80	0,008**
	RM (Kg) Flexor de rodilla	70,26 ± 14,42	78,28 ± 17,66	0,000**
GC	RM (Kg) Extensor de rodilla	72,18 ± 15,36	74,51 ± 15,60	0,074
	RM (Kg) Flexor de rodilla	53,97 ± 53,97	54,18 ± 10,48	0,783

**Diferencia estadísticamente muy significativa, $p < 0,01$ (Sig.)

En la Tabla 3, pueden observarse los efectos del entrenamiento, sobre las variables vinculadas a la composición corporal de los jugadores. El entrenamiento de fuerza unido a las sesiones de fútbol, no ha conseguido incrementar de forma significativa ($p > 0,05$), la masa muscular de las extremidades inferiores de los futbolistas incluidos en el GE. La masa del tejido magro sin hueso evoluciona de forma similar en el GC, puesto que la mejora de esta variable no tiene relevancia desde el punto de vista estadístico.

Por otra parte, tanto en el GE como en el GC se observa un aumento en el IMC al final del programa de entrenamiento. Esta diferencia en la comparación de los valores registrados en el pre-test y el pos-test, es significativa en los jugadores que realizaron entrenamiento de fuerza y de fútbol ($p < 0,05$), y muy significativa en aquellos que sólo entrenaron a través del fútbol ($p < 0,01$). Con respecto a la grasa corporal estimada a través de la TANITA, se comprueba un aumento muy significativo ($p < 0,01$) en el porcentaje del peso total del cuerpo que corresponde al tejido graso, en los dos grupos analizados. En los jugadores del GE el incremento en el porcentaje de grasa, es más elevado que en los futbolistas del GC que sólo hicieron fútbol.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos y comparación de medias para los valores de masa muscular prevista en la pierna derecha e izquierda, IMC y % de grasa corporal, al comienzo y al final del entrenamiento

Grupo:	Variable dependiente	Pre-Test (\bar{x})	Pos-Test (\bar{x})	Sig.
GE	Masa muscular pierna derecha (Kg)	8,95 ± 1,54	8,95 ± 1,52	1,000
	Masa muscular pierna izquierda (Kg)	8,63 ± 1,57	8,60 ± 1,51	0,700
	IMC	20,93 ± 2,25	21,29 ± 2,21	0,018*
	% Grasa corporal	15,84 ± 2,70	17,10 ± 2,89	0,000**
GC	Masa muscular pierna derecha (Kg)	8,10 ± 1,40	8,20 ± 1,40	0,111
	Masa muscular pierna izquierda (Kg)	7,70 ± 1,30	7,74 ± 1,31	0,115
	IMC	19,55 ± 2,32	20,00 ± 2,42	0,000**
	% Grasa corporal	15,60 ± 2,79	16,52 ± 2,58	0,000**

*Diferencia estadísticamente significativa, $p < 0,05$ (Sig.)

**Diferencia estadísticamente muy significativa, $p < 0,01$ (Sig.)

Los resultados en los test de velocidad sobre 10 y 20 metros, muestran como el programa de entrenamiento de fuerza, consigue mejorar levemente la capacidad de aceleración. Los sujetos que entrenaron sólo fútbol a través de actividades globales de alto contenido táctico, tampoco mejoran lo suficiente en esta capacidad física. La comparación entre los resultados del pre-test y el pos-test en cada prueba realizada, arroja una diferencia no significativa ($p > 0,05$) en el GE y en el GC. Todos estos datos pueden comprobarse en la Tabla 4.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos y comparación de medias para los valores de velocidad en los test de 10 y 20 metros, al comienzo y al final del entrenamiento

Grupo:	Variable dependiente	Pre-Test (\bar{x})	Pos-Test (\bar{x})	Sig.
GE	Velocidad 10 metros (segundos)	1,864 ± 0,105	1,835 ± 0,113	0,434
	Velocidad 20 metros (segundos)	3,248 ± 0,203	3,170 ± 0,292	0,336
GC	Velocidad 10 metros (segundos)	1,965 ± 0,086	1,951 ± 0,085	0,324
	Velocidad 20 metros (segundos)	3,433 ± 0,196	3,370 ± 0,152	0,087

5 DISCUSIÓN

Un programa de entrenamiento empleando cargas externas, que haya sido diseñado correctamente, debe ser entendido como una estrategia segura y eficaz para el desarrollo de la fuerza del jugador (Faigenbaum, 2000). Una intensidad y un volumen de la carga suficiente, junto con un número mínimo de sesiones de entrenamiento, provocarán un efecto positivo sobre los valores de fuerza (García-Manso et al., 1996). En nuestro estudio, la utilización de intensidades del 60% y 70% sobre la RM registrada en el pre-test, combinando 6-12 repeticiones por 3-5 series, ha conseguido efectos positivos sobre la fuerza máxima dinámica. Esto mismo ha sido observado en otros estudios que plantearon parámetros de carga similares (Faigenbaum et al., 2002; Faigenbaum, Westcott, Loud, & Long, 1999; Ingle et al., 2006; Ozmun, Mikesky, & Surburg, 1994). Por lo tanto, es posible que con futbolistas jóvenes,

utilizar cargas medias, sea suficiente para conseguir interesantes resultados sobre la fuerza (García et al., 2005).

Además, en nuestro estudio se observa que 2 días de entrenamiento a la semana, son suficientes para desarrollar el bloque de introducción a la fuerza. Esto mismo ha sido demostrado por otros trabajos que utilizando esta frecuencia de entrenamiento semanal con una muestra parecida, consiguieron también mejoras sobre esta capacidad física (Faigenbaum, Milliken, Moulton, & Westcott, 2005; Sadres et al., 2001). Parece que 2 sesiones específicas por semana es la medida idónea. Incrementar la frecuencia semanal tendría similares consecuencias sobre el desarrollo de la fuerza (Mayorga, 2011), y reducir el trabajo a una sesión minimizaría el efecto de la carga sobre la ganancia de fuerza (Faigenbaum et al., 2002).

Durante la pubertad, los factores fisiológicos implicados en el crecimiento están en continuo cambio, de manera que estas modificaciones estructurales influyen en el propio desarrollo de las capacidades físicas (Faigenbaum et al., 2009). Es necesario que el programa de entrenamiento tenga la duración suficiente, para que las mejoras puedan asociarse al trabajo desarrollado. Lo más conveniente para que la carga logre el efecto deseado, es que el entrenamiento dure al menos entre 6-8 semanas (Faigenbaum et al., 2002, 1999; Ozmun et al., 1994). Por esta razón, pensamos que las mejoras de fuerza conseguidas por los futbolistas de nuestro estudio, son debidas al efecto de las 10 semanas de entrenamiento, y no sólo a razones de tipo evolutivo. Además, el GC sometido a un volumen de entrenamiento similar al desarrollado por el GE, no obtuvo mejoras en la fuerza, por lo que podemos descartar que la evolución de esta capacidad esté relacionada con variables ajenas al propio entrenamiento.

El GE obtuvo mejoras en la fuerza máxima dinámica de la musculatura extensora y flexora de la rodilla, tal y como está descrito en otros trabajos, desarrollados con deportistas en la etapa puberal (Alvarez-San Emeterio et al., 2011; Gorostiaga et al., 1999; Lillegard, Brown, Wilson, Henderson, & Lewis, 1997) y prepuberal (Da Fontoura et al., 2004; Ingle et al., 2006; Sadres et al., 2001). Sin embargo, el entrenamiento sólo de fútbol, no consiguió que los futbolistas mejorasen en esta variable. Por lo tanto, para conseguir el desarrollo de una capacidad tan interesante como la fuerza, es preciso articular programas de entrenamiento con estímulos específicos. Este tipo de entrenamiento, puede ser eficaz desde los 14-15 años, tal y como demuestran los resultados obtenidos tras la aplicación de nuestro programa.

Al igual que sucede en estudios previos (Ozmun et al., 1994; Ramsay et al., 1990), la ganancia de fuerza no parece implicar un desarrollo manifiesto de la masa muscular. Esto certifica que la mejora de la fuerza máxima no depende sólo de elementos ligados al desarrollo del músculo, sino que existen factores cualitativos vinculados al funcionamiento neuronal, muy implicados en la mejora de esta capacidad, cuando se trata de sujetos principiantes en el trabajo de contra resistencia (Falk & Eliakim, 2003; Häkkinen & Komi, 1983).

El desarrollo de una cualidad física puede provocar el progreso de otras (Pradet, 1999). En este sentido, algunos estudios ha señalado en muestras de edades similares a la nuestra, una buena transferencia del entrenamiento con carga externa a la velocidad sobre 30 metros (Christou et al., 2006; Lillegard et al., 1997). Sin embargo, los resultados de este estudio señalan que no existe una correspondencia entre la mejora de la fuerza y el tiempo de carrera en las pruebas de 10 y 20 metros. Aunque con el desarrollo de los ejercicios propuestos se puede mejorar la coordinación intramuscular, los resultados obtenidos subrayan que no se ha optimizado la interacción entre los diferentes grupos musculares implicados en el gesto deportivo. Por esto creemos que el trabajo de fuerza en el gimnasio, debe acompañarse de otras estrategias que mejoren paralelamente las condiciones físico-coordinativas del deporte. Algunos trabajos indican que la inclusión de ejercicios pliométricos, puede facilitar la traslación de las ganancias de fuerza a la carrera (Faigenbaum et al., 2007). Además, en modalidades como el fútbol, es necesario vincular las capacidades físicas y las acciones técnicas, al contexto que marca la táctica.

La mala respuesta del GE con respecto a la velocidad también puede estar provocada por el aumento del porcentaje en masa grasa registrado en los sujetos participantes en el entrenamiento de fuerza. En nuestro estudio los sujetos participantes en el entrenamiento de la fuerza han incrementado el porcentaje de grasa corporal. Pensamos que esta respuesta al entrenamiento, perjudica la eficacia mecánica, y por lo tanto influirá negativamente sobre la velocidad de desplazamiento.

Este aumento en el porcentaje de grasa no ha sido descrito en otros estudios consultados (Westcott, Tolken, & Wessner, 1995). El mayor aumento en la adiposidad del GE con respecto al GC, puede ser debido a que el entrenamiento de fuerza y fútbol, reduce la carga de entrenamiento aeróbica, puesto que la sesión del lunes y parte del entrenamiento del miércoles se dedica al trabajo de fuerza. Este factor nos obliga a prestar especial atención a la alimentación de nuestros deportistas.

6 CONCLUSIONES

A la luz de los resultados obtenidos en nuestra investigación, podemos pensar que un programa de entrenamiento con carga externa, aplicado a futbolistas de 14 y 15 años sin experiencia previa en este tipo de trabajo, provoca un incremento en la fuerza dinámica máxima de la musculatura extensora y flexora de la rodilla, este incremento de la fuerza se produce sin que exista un aumento de la masa muscular de las extremidades inferiores. Nuestro programa de fuerza, no provoca una mejora en la velocidad de aceleración sobre distancias de 10 y 20 metros. Por otra parte, esta intervención ha incrementado el % de grasa corporal en los sujetos de estudio.

Las características de nuestra muestra nos hacen mantener un grado de prudencia, por lo que no pretendemos alcanzar conclusiones universales, sino generar el máximo conocimiento relativo a un contexto singular.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez-San Emeterio, C., Antuñano, N. P.-G., López-Sobaler, A. M., & González-Badillo, J. J. (2011). Effect of strength training and the practice of Alpine skiing on bone mass density, growth, body composition, and the strength and power of the legs of adolescent skiers. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*, 25(10), 2879-2890. doi:10.1519/JSC.0b013e31820c8687
- American Academy of Pediatrics (2008). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, 121(4), 835-840. doi:10.1542/peds.2007-3790
- Behringer, M., Vom Heede, A., Yue, Z. & Mester, J. (2010). Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatrics*, 126(5), 1199-1210. doi:10.1542/peds.2010-0445
- Brzycki, M. (1993). Strength Testing Predicting a One-Rep Max from Reps to Fatigue. *The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64, 88-90.
- Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Piliandis, T. & Tokmakidis, S. P. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 20(4), 783-791. doi:10.1519/R-17254.1
- Cuadrado, G., Pablos, C. & Garcia-Manso, J. M. (2006). *Aspectos metodológicos y fisiológicos del trabajo de hipertrofia muscular*. Sevilla: Wanceulen.
- Da Fontoura, A. S., Schneider, P. & Meyer, F. (2004). Effect of the muscular strength detraining in prepubertal boys. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 10(4), 285-288.
- Faigenbaum, A. D. (2000). Strength training for children and adolescents. *Clinics in Sports Medicine*, 19(4), 593-619.
- Faigenbaum, A. D. (2007). Resistance Training for Children and Adolescents: Are There Health Outcomes? *American Journal of Lifestyle Medicine*, 1(3), 190-200. doi:10.1177/1559827606296814
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M. & Rowland, T. W. (2009). Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper. *Journal of Strength And Conditioning Research*, 0(0), 1-20.
- Faigenbaum, A. D., Mcfarland, J. E., Keiper, F. B., Tevlin, W., Nicholas, A., Kang, J. & Hoffman, J. R. (2007). Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of Sport Science and Medicine*, 6, 519-525.
- Faigenbaum, A. D., Milliken, L. A. & Westcott, W. L. (2003). Maximal Strength Testing in Healthy Children. *Journal of Strength And Conditioning Research*, 17(1), 162-166.

- Faigenbaum, A. D., Milliken, L. A., Loud, R. L., Burak, B., Doherty, C. L. & Westcott, W. L. (2002). Comparison of 1 and 2 days per week of strength training in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(4), 416-424.
- Faigenbaum, A. D., Milliken, L. A., Moulton, L. & Westcott, W. L. (2005). Early muscular fitness adaptations in children in response to two different resistance training regimens. *Pediatric Exercise Science*, 17, 237-248.
- Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Loud, R. L. & Long, C. (1999). The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics*, 104(1), 1-7.
- Falk, B. & Tenenbaum, G. (1996). The effectiveness of resistance training in children. A meta-analysis. *Sports Medicine*, 22(3), 176-186.
- Falk, B. & Eliakim, A. (2003). Resistance training, skeletal muscle and growth. *Pediatric Endocrinology Reviews*, 1(2), 120-127.
- García-Manso, J. M., Navarro, M., & Ruiz, J. A. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Gymnos.
- García, J., Oliveira, J., Carrizo, E., Sanagua, J., Sarmiento, S., Cappa, D., Herrera, J., Acosta, G. & Aparicio, F. (2005). Efectos del entrenamiento de fuerza integrado dos veces por semana. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 5, 30-38.
- González Badillo, J. J. & Gorostiaga, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: INDE.
- González, J. M. (coor). (2010). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Sevilla: Wanceulen.
- Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M. & Ibáñez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology*, 80, 485-493.
- Guy, J. & Micheli, L. (2001). Strength training for children and adolescents. *J Am Acad Orthop Surg*, 9, 29-36.
- Häkkinen, K. & Komi, P. V. (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Medicine and science in sports and exercise*, 15(6), 455-460.
- Ingle, L., Sleep, M. & Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 987-997. doi:10.1080/02640410500457117
- Lillegard, W., Brown, E., Wilson, D., Henderson, R., & Lewis, E. (1997). Efficacy of strength training in prepubescent to early postpubescent males and females. *Pediatric Rehabilitation*, 1(3), 147-157.
- Malina, R. M. (2006). Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 16(6), 478-487. doi:10.1097/01.jsm.0000248843.31874.be
- Matos, N. & Winsley, R. J. (2007). Trainability of young athletes and overtraining. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 353-367.

- Mayorga, D. (2011). Efecto del entrenamiento resistido sobre la fuerza y resistencia muscular en escolares prepúberes sanos una revisión sistemática. *Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, 3(1), 33-54.
- Metcalfe, J. A. & Roberts, S. O. (1993). Strength training and the immature athlete: an overview. *Pediatric nursing*, 19(4), 325-332.
- Ozmun, J. C., Mikesky, A. E. & Surburg, P. R. (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 26(4), 510-514.
- Pradet, M. (1999). *La preparación física*. Barcelona: INDE.
- Ramsay, J. A., Blimkie, C. J., Smith, K., Garner, S., MacDougall, J. D. & Sale, D. G. (1990). Strength training effects in prepubescent boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(5), 605-614.
- Ratel, S. (2011). High-intensity and resistance training and elite young athletes. *Medicine and Sport Science*, 56, 84-96. doi:10.1159/000320635
- Sadres, E., Eliakim, A., Constantini, N., Lidor, R. & Falk, B. (2001). The Effect of Long-Term Resistance Training on Anthropometric Measures Muscle Strength, and Self Concept in Pre-Pubertal Boys. *Pediatric Exercise Science*, 13(4), 357-372.
- Westcott, W. L., Tolken, J. & Wessner, B. (1995). School-based conditioning programs for physically unfit children. *Strength And Conditioning*, 17, 5-9.
- Zakas, A., Mandroukas, K., Karamouzis, G. & Panagiotopoulou, G. (2007). Physical training, growth hormone and testosterone levels and blood pressure in prepubertal, pubertal and adolescent boys. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 4(2), 113-118. doi:10.1111/j.1600-0838.1994.tb00412.x
- Zaricznyj, B., Shattuck, L. J., Mast, T. A., Robertson, R. V. & D'Elia, G. (1980). Sports-related injuries in school-aged children. *The American Journal of Sports Medicine*, 8(5), 318-324.

Referencias totales / Total references: 38 (100%)

Referencias propias de la revista / Journal's own references: 1 (2,63%)