

UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE

DEPARTAMENTO DE DEPORTE E INFORMÁTICA



TESIS DOCTORAL

EFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA, POTENCIA Y VELOCIDAD SOBRE LAS VARIABLES FÍSICAS Y TÉCNICAS DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO EN JUGADORES DE FÚTBOL PREPUBERALES Y ADOLESCENTES.

DIRECTORES DE LA TESIS:

Dr. EDUARDO SÁEZ DE VILLARREAL SÁEZ

Dr. BERNARDO REQUENA SÁNCHEZ

Dr. LUIS SUÁREZ MORENO-ARRONES.

DOCTORANDO: **CARLOS FERRETE CÁCERES.**

Marzo, 2015.

UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE

DEPARTAMENTO DE DEPORTE E INFORMÁTICA

TESIS DOCTORAL

***EFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA,
POTENCIA Y VELOCIDAD SOBRE LAS VARIABLES
FÍSICAS Y TÉCNICAS DETERMINANTES DEL
RENDIMIENTO EN JUGADORES DE FÚTBOL
PREPUBERALES Y ADOLESCENTES.***

Tesis presentada por: **Carlos Ferrete Cáceres.**

Dirigida por: **Dr. Eduardo Sáez de Villarreal Sáez.**

Dr. Bernardo Requena Sánchez.

Dr. Luis Suarez Moreno-Arrones.

Los Directores

El Doctorando

**EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA, POTENCIA
Y VELOCIDAD SOBRE LAS VARIABLES FÍSICAS Y
TÉCNICAS DETERMINANTES DEL RENDIMIENTO EN
JUGADORES DE FÚTBOL PREPUBERALES Y
ADOLESCENTES.**

Carlos Ferrete Cáceres

**Departamento de Deporte e Informática
Universidad Pablo de Olavide
Sevilla, España**



*A mis padres,
A las niñas de mis ojos*

AGRADECIMIENTOS

Culminar este trabajo es un sueño hecho realidad donde el mérito no puede atribuirse meramente a quien escribe. Pensando en el tiempo transcurrido me doy cuenta de que existen muchas personas que han contribuido de forma constante a llevar a cabo lo que comenzó siendo un proyecto sólo en mi mente.

Han sido seis años desde el inicio, y como no me caracterizo por ser una persona constante ni tener capacidad para comprender en todo momento los significados de esfuerzo y sacrificio, he tenido la inmensa suerte de tener cerca a algunas personas recordándomelo con su ejemplo diario.

A mis padres, a quien tan pocas veces les doy las gracias por su incansable esfuerzo, por darlo todo a cambio de mi simple felicidad, quiero reconocerles una parte muy importante para que esta Tesis Doctoral haya sido posible. Vosotros sois fuente de inspiración en mi progreso, y haceros sentir orgullosos de mi -como sé que os sentiréis cuando reciba el título de Doctor (D.m.)- es uno de los objetivos por el que me levanto cada día de mi vida. Aunque hayan pasado algunos años desde que llegué al mundo, y nos cubra alguna que otra cana, recuerdo con mucho amor y cariño todo cuanto habéis hecho por mí.

Curro, de ti también me acuerdo al ver cerrado este capítulo de mi vida. Por ti, y tus circunstancias, he intentado superarme día a día para poder servirte de ejemplo de cómo alcanzar poco a poco objetivos propuestos. Eso, hace que en momentos de debilidad consiga ser exigente conmigo mismo. Esto orgulloso de ver como comienzas a dar pasos firmes hacia el frente; no pares ni eches la vista atrás.

A la mujer de mi vida. Porque tú, Celia, siempre estás ahí. Apoyándome y exigiéndome, preocupándote y demostrándome día a día que cada paso en la vida requiere un esfuerzo, que nada llega por azar, y cada piedra que se ponga en el camino hay que quitarla del medio con una patada y no mirarla con resignación, como excusa que nos lleve al abandono. Es increíble ver cómo pasan los años y te necesito aún más. Contigo he experimentado lo más maravilloso que me podía pasar en vida: nuestra hija Ángela. Eres un espejo en quien mirarme y por quien me esfuerzo para sacarte una sonrisa cada día. TQT.

Quiero agradecer al Real Betis Balompié S.A.D. y a la A.D. Nervión haberme permitido hacer este trabajo, dándome su apoyo y sintiéndome con total comodidad en todo momento. En especial al Real Betis, “*mi club, mi casa y mi vida*”, inspiración laboral y por el que gastaré hasta el último gramo de fuerza que me quede por intentar aportar mi granito de arena para que sea más grande cada día.

Por último, agradecer a mis tutores toda la ayuda prestada para la elaboración de este Tesis durante todo el tiempo (que no fue poco). Sobre todo a Eduardo. Eddy, tu eres un verdadero maestro, esforzándote al máximo y ayudándome de forma excepcional para que esto saliera adelante. He notado en ti alegrías, enfados, satisfacciones, desesperaciones,... en momentos buenos y malos, demostrándome que para ti esto es importante. Que estabas involucrado. Has puesto a mi servicio todo tu conocimiento y a mi disposición cuanto tiempo he requerido. Me has demostrado con hechos lo que significa la constancia, el esfuerzo, la importancia de marcarse un objetivo, la mejora constante y aprender a no ser conformista. Espero, sea el comienzo de muchos trabajos juntos.

Muchas gracias.

Esta Tesis está basada en las siguientes publicaciones:

1. **“Effect of strength and high-intensity training on jumping, sprinting and intermitent endurance performance in prepubertal soccer players”**. *J. Strength Cond. Res. February, 28 (2): 413-22. 2014.*

2. **“Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in pubertal soccer players”**. *J. Strength Cond. Res..January, 29.*
[Epub ahead of print]

RESUMEN

El propósito de este documento es examinar y analizar el efecto producido por diferentes tratamientos de entrenamiento de fuerza en jóvenes jugadores de fútbol en diferentes etapas de formación, realizando para ello dos estudios:

- Por un lado, examinar el efecto de un entrenamiento de fuerza combinado realizado con cargas bajas y a alta velocidad de ejecución, dentro del terreno de juego integrado como parte de la sesión normal de entrenamiento, sobre otras capacidades físicas en jugadores de fútbol prepúberes durante la fase competitiva de la temporada. Se dispuso de veinticuatro jugadores de fútbol prepúberes, entre 8 y 9 años, asignados al azar en 2 grupos: Un grupo control (C) (n=13) y un grupo experimental (S) (n=11). Ambos realizaron idéntico entrenamiento de fútbol mientras el grupo S realizaba antes el tratamiento de fuerza. Los test realizados fueron de velocidad lineal en 15m (segundos), salto vertical con contramovimiento (CMJ), Yo-Yo test de resistencia intermitente (Yo-YoRI) y flexibilidad Sit & Reach, siendo medidos al inicio (pre-test), después de 9 semanas (T2), tras 18 semanas (T3) y al finalizar la 26ª semana de entrenamiento (post-test). Los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas entre los grupos en ninguna de las variables durante el pre-test. Después de 26 semanas, se hallaron mejoras significativas en las variables CMJ (6.72%; ES = 0.37), Yo-YoRI (49.57%, ES = 1.39), y Flexibilidad (7.26%; ES = 0.37) para el grupo S. En cambio, se observó un decrecimiento significativo en las variables CMJ (-10.82%; ES = 0.61) y Flexibilidad (-13.09%; ES = 0.94) en el grupo C. Se encontró una correlación negativa de forma significativa entre la velocidad lineal en 15m y el CMJ ($r=-0.77$), y dicha velocidad y el Yo-YoRI ($r=-0.77$) en el grupo S.

- Por otra parte, determinar la influencia de un entrenamiento pliométrico a corto plazo combinado con velocidad, dentro de la práctica regular de fútbol, sobre acciones técnicas y explosivas de jugadores adolescentes en periodo competitivo. Se dispuso de cincuenta y tres jugadores asignados al azar en 4 grupos: Grupo Control (CG) (sólo realiza fútbol), Grupo slalom (SlalomG) (pliometría + aceleración + dribling), Grupo de golpeo (ShootG) (Pliometría + aceleración + golpeo a portería) y Grupo Combinado (CombG) pliometría + aceleración + dribling + golpeo a portería).

Todos los jugadores entrenaron cuatro veces por semana durante 120 minutos con el mismo contenido de fútbol realizando los siguientes tests: Velocidad lineal 10m, agilidad con y sin balón en 10m, CMJ y salto Abalakov, velocidad de golpeo y Yo-Yo test de resistencia intermitente, medidos antes y después del tratamiento. Los grupos experimentales siguieron un programa de pliometría con aceleraciones durante 9 semanas (p.e., saltos laterales, vallas, saltos verticales, Skipping y segundo salto de triplista) realizado al inicio del entrenamiento de fútbol. En el test inicial no se observan diferencias significativas entre grupos en ninguna de las variables medidas. No se encontraron mejoras en el Grupo Control, sin embargo, se hallaron aumentos positivos en las variables analizadas de los grupos experimentales: CMJ (ES=0.4-0.9), salto vertical Abalakov (ES=0.6-1.2), Velocidad lineal 10m (ES=0.3-0.8), Agilidad 10m (ES=1.8-2.2) y velocidad de tiro (ES=0.7-1.6).

Podemos concluir que un entrenamiento específico de fuerza con cargas bajas y alta velocidad de ejecución en jugadores prepúberes durante 26 semanas produce un efecto positivo en la mejora de cualidades específicas para el fútbol, aumentando el rendimiento, así como un entrenamiento específico combinado de pliometría y velocidad dentro de la práctica regular de fútbol en jugadores adolescentes tiene un impacto beneficioso sobre las acciones explosivas, como sprints, cambios de dirección, saltos y potencia de tiro, las cuales son determinantes en el rendimiento del jugador para el éxito de un partido, si lo comparamos con realizar únicamente entrenamiento de fútbol. Ante esto, proponemos modificaciones en la metodología convencional del entrenamiento de fútbol en jugadores prepúberes y adolescentes incluyendo ejercicios de fuerza con cargas bajas y altas velocidades de ejecución, así como pliométrico con aceleraciones para la preparación del deportista en esta disciplina.

Palabras clave: Agilidad, aceleración, salto vertical, Yo-Yo test, velocidad de golpeo, dribbling, fútbol.

ABSTRACT

The purpose of this text is to examine and analyze the effects of several strength and plyometrics treatments in the early training stages of young soccer players, conducting two Studies for this:

- On the one hand, to examine the effects of a 26-week on-field combined strength and high intensity training on physical performance capacity among prepubertal soccer players who were undetraining a competitive phase of training. Twenty-four prepubertal soccer players between the age of 8-9 years were available and randomly assigned to 2 groups: a control (C) (n=13) and an experimental group (S) (n=11). Both groups performed an identical soccer training program, while the S group also performed combined strength and high-intensity training before the soccer specific training. 15m sprint time (sec), countermovement vertical jump (CMJ) displacement, Yo-Yo intermittent endurance test (Yo-YoIE), and Sit & Reach flexibility were selected and measured before (baseline) and after 9 (T2), 18 (T3) and 26 weeks (post-test) of training. There were no significant differences between the groups in any of the variables tested at baseline. After 26 weeks significant improvements were found in CMJ (6.72%; ES = 0.37), Yo-YoIE (49.57%, ES = 1.39), and Flexibility (7.26%; ES = 0.37) variables for the S group. Conversely, significant decreases were noted for the CMJ (-10.82%; ES = 0.61) and flexibility (-13.09%; ES = 0.94) variables in C group. A significant negative correlation was found between 15m sprint time and CMJ ($r=-0.77$) and Yo-YoIE ($r=-0.77$) in S group.

- And other, to determine the influence of a short-term combined plyometric and sprint training within regular soccer practice on explosive and technical actions of pubertal soccer players during the in-season. Fiftythree players were randomly assigned to 4 groups; control group (CG) (soccer training only), Slalom group (SlalomG) (plyometric + acceleration + dribbling), Shooting group (ShootG) (plyometric + acceleration + shooting) and combined group (CombG) (plyometric + acceleration + dribbling + shooting). All players trained four times per week for 120 minutes with the same soccer drills. 10m sprint, 10m agility with and without ball, CMJ and Abalakov vertical jump, ball-shooting speed and Yo-Yo IE test were selected and measured before and after training.

The experimental groups followed a 9-week plyometric and sprint program (i.e., jumping, hurdling, bouncing, skipping, and footwork) implemented before the soccer training. Baseline-training results showed no significant differences between the groups in any of the variables tested. No improvement was found in the control group, however, meaningful improvement was found in all variables in the experimental groups: CMJ (ES=0.4-0.9), Abalakov vertical jump (ES=0.6-1.2), 10m sprint (ES=0.3-0.8), 10m agility (ES=1.8-2.2) and ball-shooting speed (ES=0.7-1.6).

Can conclude that a specific combined strength and high-intensity training in prepubertal soccer players for 26 weeks produced a positive effect on performance qualities highly specific to soccer, besides a specific short-term combined plyometric and sprint training within regular soccer practice in pubertal players had a beneficial impact on explosive actions, such as sprinting, change of direction, jumping and ball-shooting speed which are important determinants of match-winning actions in soccer performance, compared to soccer training only. Therefore, we propose modifications to current training methodology for prepubertal and pubertal soccer players to include strength and high intensity training, as well as, combined plyometric and speed training for athlete preparation in this sport.

Keywords: agility, acceleration, vertical jump, Yo-Yo test, ball-shoting speed, dribbling, soccer.

INDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL.....	17
----------------------------------	-----------

CAPITULO I:*REVISIÓN DE LA LITERATURA Y JUSTIFICACIÓN*

<i>Origen de la Problemática Objeto de Estudio.....</i>	<i>19</i>
<i>Entrenamiento en niños y adolescentes.....</i>	<i>24</i>
<i>Concepto de Fuerza.....</i>	<i>26</i>
<i>Fuerza en Fútbol.....</i>	<i>28</i>
<i>Pliometría.....</i>	<i>30</i>
<i>Pliometría en fútbol.....</i>	<i>35</i>
<i>Combinación de ejercicios de Fuerza y Velocidad.....</i>	<i>36</i>
<i>Fuerza en edades tempranas.....</i>	<i>38</i>
<i>Especificidad del entrenamiento.....</i>	<i>41</i>
<i>Finalidad.....</i>	<i>41</i>

CAPITULO II:*FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE ESTUDIO:
OBJETIVOS E HIPÓTESIS*

<i>Formulación del problema.....</i>	<i>44</i>
<i>Problemas del Estudio 1.....</i>	<i>44</i>
<i>Problemas del Estudio 2.....</i>	<i>46</i>
<i>Objetivos Generales.....</i>	<i>47</i>
<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>48</i>
<i>Hipótesis.....</i>	<i>49</i>

CAPITULO III:

Estudio 1: EFECTO DE UN ENTRENAMIENTO DE FUERZA A ALTA INTENSIDAD SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA POTENCIA DE SALTO, VELOCIDAD Y RESISTENCIA INTERMITENTE EN JUGADORES PREPÚBERES DE FÚTBOL

<i>Resumen</i>	51
<i>Introducción</i>	52
<i>Metodología</i>	55
<i>Aproximación Experimental al Problema</i>	56
<i>Sujetos</i>	59
<i>Variables Independientes</i>	60
<i>Variables Dependientes</i>	60
<i>Control de Variables Extrañas</i>	60
<i>Medidas Antropométricas</i>	61
<i>Velocidad lineal en 15 metros</i>	62
<i>Salto con Contramovimiento (CMJ)</i>	63
<i>Yo-Yo test de Resistencia Intermitente: Nivel 1</i>	65
<i>Flexibilidad (Sit & Reach)</i>	68
<i>Tratamiento</i>	70
<i>Instrumentos de medida</i>	76
<i>Células fotoeléctricas Racetime2 Polifemo light Radio. Microgate (Bolzano, Italia</i>	76
<i>Plataforma de infrarrojos (OptoJump; Microgate. Bolzano, Italia</i>	77
<i>Audio Yo-yo Test Resistencia Intermitente</i>	78
<i>Cajón de Flexibilidad</i>	79
<i>Instrumentos de medida auxiliares</i>	79
<i>Análisis Estadístico de los datos</i>	79
<i>Resultados</i>	80

<i>Características Antropométricas</i>	81
<i>Velocidad lineal en 15m</i>	81
<i>Altura de salto CMJ</i>	82
<i>Yo-Yo test RI (m): Nivel 1</i>	83
<i>Flexibilidad (sit & Reach) (cm)</i>	84
<i>Correlación entre variables</i>	85
<i>Discusión</i>	87
<i>Aplicaciones prácticas</i>	96

CAPITULO IV

Estudio 2: EFECTO DE UN ENTRENAMIENTO DE PLIOMETRÍA Y VELOCIDAD SOBRE EL RENDIMIENTO DE LAS CAPACIDADES FÍSICAS Y TÉCNICAS EN JUGADORES ADOLESCENTES DE FÚTBOL

<i>Resumen</i>	98
<i>Introducción</i>	99
<i>Metodología</i>	101
<i>Aproximación Experimental al problema</i>	102
<i>Sujetos</i>	105
<i>Variables Independientes</i>	106
<i>Variables Dependientes</i>	106
<i>Control de Variables Extraña</i>	106
<i>Medidas Antropométricas</i>	107
<i>Velocidad lineal en 10 metros</i>	108
<i>Agilidad en 10 metros</i>	110
<i>Salto vertical con contramovimiento (CMJ) y Abalakov (ABK)</i>	112
<i>Yo-Yo test RI (m): Nivel 1</i>	115
<i>Velocidad de golpeo</i>	115

<i>Tratamiento</i>	116
<i>Instrumentos de medida</i>	119
<i>Células fotoeléctricas Racetime2 Polifemo light Radio. Microgate (Bolzano, Italia)</i>	119
<i>Plataforma de infrarrojos OptoJump Next; Microgate (Bolzano, Italia)</i>	119
<i>Audio Yo-yo Test Resistencia Intermitente</i>	120
<i>RADAR</i>	121
<i>Instrumentos de medida auxiliares</i>	121
<i>Análisis Estadístico de los datos</i>	121
<i>Resultados</i>	122
<i>Características Antropométricas</i>	122
<i>Salto vertical CMJ y Abalakov (ABK)</i>	122
<i>Velocidad lineal en 10 metros</i>	125
<i>Agilidad zigzag en 10 metros</i>	126
<i>Agilidad zigzag en 10 metros con balón</i>	128
<i>Velocidad de golpeo</i>	129
<i>Yo-Yo test RI (m): Nivel 1</i>	131
<i>Discusión</i>	132
<i>Aplicaciones prácticas</i>	138

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

<i>Conclusiones del Estudio 1</i>	140
<i>Conclusiones del Estudio 2</i>	141

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

<i>Bibliografía</i>	142
---------------------------	-----

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO I: <i>DOCUMENTO REDACTADO SOBRE CONSENTIMIENTO INFORMADO</i>	169
ANEXO II: <i>CONTROL DE ASISTENCIA EN EL GRUPO EXPERIMENTAL EN ESTUDIO 1</i>	171
ANEXO III: <i>CONTROL DE ASISTENCIA EN LOS GRUPOS EXPERIMENTALES EN ESTUDIO 2</i>	174
ANEXO IV: <i>CONTENIDO DE LAS SESIONES DEL TRATAMIENTO EN ESTUDIO 1</i>	177

CAPÍTULO VIII

TRABAJOS PUBLICADOS

<i>Estudio 1</i>	188
<i>Estudio 2</i>	198

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Clasificación de los tipos de tensión muscular.....</i>	27
<i>Tabla 2. Tipos de contracciones que se pueden dar en el músculo.....</i>	28
<i>Tabla 3. Expresiones de la fuerza en el fútbol según la acción que se realice.....</i>	30
<i>Tabla 4. Diseño experimental del estudio 1.....</i>	58
<i>Tabla 5. Características de los grupos en estudio 1 (medias \pm SD).....</i>	59
<i>Tabla 6. Ejemplo de hoja de control de asistencia en estudio 1.....</i>	61
<i>Tabla 7. Índice de velocidades y número de escalones en el yo-yo test de Resistencia Intermitente: nivel 1.....</i>	66
<i>Tabla 8. Consumo de Oxígeno máximo estimado para yo-yo test de Resistencia Intermitente: nivel 1.....</i>	66
<i>Tabla 9. Tratamiento de fuerza para el grupo S.....</i>	71
<i>Tabla 10. Ejemplo del contenido de las sesiones que incluyen tratamiento.....</i>	76
<i>Tabla 11. Datos obtenidos en las diferentes variables analizadas tras el tratamiento para ambos grupos (medias \pm DE).....</i>	80
<i>Tabla 12. Diseño experimental del estudio 2.....</i>	104
<i>Tabla 13. Características de los grupos en estudio 2 (medias \pm DE).....</i>	105
<i>Tabla 14. Ejemplo de hoja de control de asistencia en estudio 2.....</i>	107
<i>Tabla 15. Tratamiento para los grupos experimentales en estudio 2.....</i>	118
<i>Tabla 16. Resultados obtenidos en las diferentes variables analizadas tras el tratamiento para todos los grupos en estudio 2(medias \pm DE).....</i>	123

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Disposición general de los materiales en el test de velocidad lineal en 15m.....	63
Figura 2. Representación gráfica de la realización del test (velocidad lineal en 15m).....	63
Figura 3. Representación gráfica del test (CMJ).....	64
Figura 4. Disposición de los materiales en el Yo-yo test RI (resistencia intermitente).....	67
Figura 5. Representación gráfica del test (Yo-YoRI).....	67
Figura 6. Representación gráfica del cajón de flexibilidad isquio-lumbar.....	68
Figura 7. Representación gráfica del test (flexibilidad isquio-lumbar).....	70
Figura 8. Volumen de entrenamiento para el grupo S en todos los ejercicios.....	72
Figura 9. Volumen de entrenamiento para el grupo S en todos los ejercicios.....	72
Figura 10. Volumen de entrenamiento para el grupo S en Salto con Carga.....	73
Figura 11. Volumen de entrenamiento para el grupo S en Sentadillas profundas....	73
Figura 12. Volumen de entrenamiento para el grupo S en Desplazamiento de Carga.....	74
Figura 13. Volumen de entrenamiento para el grupo S en Salto con Obstáculo.....	74
Figura 14. Volumen de entrenamiento para el grupo S en Aceleraciones.....	75
Figura 15. Representación gráfica de las células fotoeléctricas <i>Racetime2 Polifemo light Radio</i>	77
Figura 16. Representación gráfica de la plataforma de infrarrojos <i>OptoJump; Microgate</i>	78
Figura 17. Rendimiento de la velocidad en 15m para grupos S y C.....	81
Figura 18. Evolución de la altura (cm) en el test de salto CMJ tanto para los grupos S y C.....	82
Figura 19. Evolución de la resistencia intermitente a lo largo del proceso experimental para ambos grupos.....	83
Figura 20. Evolución de la flexibilidad isquio-lumbar para los grupos S y C.....	84

Figura 21. Correlación significativa ($p \leq 0.05$) entre las variables Altura de salto CMJ y Velocidad lineal en 15m en el posttest en ambos grupos.....	85
Figura 22. Correlación significativa ($p \leq 0.05$) entre las variables Resistencia intermitente (YoYoRI) y Velocidad lineal en 15m en el posttest en ambos grupos	85
Figura 23. Disposición de los materiales en el test de velocidad lineal en 10m.....	109
Figura 24. Representación de la realización del test de velocidad lineal en 10m.....	110
Figura 25. Disposición general de los materiales en el test de Agilidad en 10m.....	111
Figura 26. Representación del test de Agilidad 10m (salida hacia derecha con balón).....	111
Figura 27. Representación gráfica del test CMJ.....	113
Figura 28. Representación gráfica del test Abalakov.....	114
Figura 29. Disposición y representación del test de velocidad de golpeo (Km/h)....	116
Figura 30. Representación gráfica OptoJump Next.....	120
Figura 31. Representación gráfica (RADAR).....	121
Figura 32. Evolución del salto vertical CMJ en todos los grupos.....	124
Figura 33. Evolución del salto vertical Abalakov en todos los grupos.....	124
Figura 34. Rendimiento de la velocidad lineal en 0-5m en todos los grupos.....	125
Figura 35. Rendimiento de la velocidad lineal 0-10m en todos los grupos.....	126
Figura 36. Evolución de la Agilidad (salida hacia la derecha) en todos los grupos.....	127
Figura 37. Evolución de la Agilidad (salida hacia la izquierda) en todos los grupos.....	127
Figura 38. Evolución de la Agilidad (salida hacia la derecha) con balón en todos los grupos.....	128
Figura 39. Evolución de la Agilidad (salida hacia la izquierda) con balón en todos los grupos.....	129
Figura 40. Evolución de la velocidad de golpeo (pierna derecha) en todos los grupos.....	130

Figura 41. Evolución de la velocidad de golpeo (pierna izquierda) en todos los grupos.....	130
Figura 42. Evolución de la resistencia intermitente en todos los grupos.....	131

INTRODUCCIÓN GENERAL

El presente trabajo de investigación aborda la aplicación de diferentes tratamientos de entrenamiento de fuerza en fútbol en diferentes etapas de formación (8-9 años y 14-15 años), con el objetivo de mejorar el rendimiento y favorecer el aprendizaje a través de la combinación de ejercicios en acciones específicas como parte del proceso de formación integral del joven jugador.

Nos encontramos ante una temática compleja, amplia y que ha ocasionado cierta controversia a lo largo del tiempo, por lo que de forma específica nos centraremos en dos aspectos concretos: **a) Efecto de un entrenamiento de fuerza a alta intensidad sobre el rendimiento de la potencia de salto, velocidad y resistencia intermitente en jugadores prepúberes de fútbol;** **b) Efecto de un entrenamiento de pliometría y velocidad sobre el rendimiento de capacidades físicas y técnicas en jugadores adolescentes de fútbol.**

Para ello, se plantea una rutina de trabajo con ejercicios adecuados a los sujetos e integrados dentro de la sesión de entrenamiento, utilizando cargas bajas y una rápida velocidad de ejecución. Entendiendo, dicha rutina y la carga que esos ejercicios generan sobre el jugador, como un aspecto más a tener en cuenta dentro de la planificación del entrenamiento de la disciplina deportiva que se practica: Fútbol.

En primer lugar se realiza una revisión de la literatura científica para posteriormente hacer una aproximación al problema general objeto de estudio, definiendo los objetivos propios de la problemática planteada. Tras ello, se añade la metodología, discusión y conclusiones de cada uno de los tratamientos incluidos en este documento.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LA LITERATURA Y JUSTIFICACIÓN

Origen de la Problemática Objeto de Estudio

Teniendo en cuenta la existencia de diferentes métodos de entrenamiento de la fuerza, el principal objetivo para cualquier atleta o entrenador es la mejora del rendimiento. La aplicación de principios científicos para mejorar el rendimiento del atleta ha recibido mayor atención en los últimos años. La naturaleza cambiante del rendimiento, así como la calidad de los que lo practican, hace necesaria optimizar la preparación del deportista. La capacidad del deportista para saltar más alto y desplazarse más rápido son importantes claves para un rendimiento satisfactorio. Por lo tanto, entrenadores y atletas están constantemente buscando nuevas técnicas para incrementar la fuerza de piernas, mejorar el salto vertical o la velocidad de desplazamiento.

El éxito en muchos deportes depende prioritariamente de la fuerza explosiva en el tren inferior del atleta. En el salto, en el lanzamiento, en la carrera, y en otras muchas actividades deportivas, el atleta debe ser capaz de utilizar su fuerza con rapidez. Una aplicación más rápida de la fuerza mejora la relación fuerza-tiempo o producción de fuerza en la unidad de tiempo (fuerza explosiva), así como la potencia desarrollada en cualquier acción deportiva. Un incremento en la potencia proporciona al atleta la posibilidad de mejorar su rendimiento en deportes donde se requiere la mejor relación fuerza-velocidad, ya que significará para el deportista poder rematar en mejores condiciones, llegar antes a un balón, saltar más o poder lanzar a una velocidad mayor.

Se puede admitir que el análisis del rendimiento deportivo y su relación con el desarrollo de la máxima potencia puede ser objeto de estudio descriptivo y experimental, pues las variables que pueden explicar esta relación son susceptibles de medición y cuantificación. Por tanto, podemos considerar que la problemática objeto de estudio que aquí se plantea se encuentra dentro del campo del rendimiento deportivo, afectando a la mayoría de los deportes y especialmente a los que se podrían denominar de fuerza-velocidad-potencia, como es el fútbol.

La potencia se puede definir como la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo o como el producto de la fuerza y la velocidad, cada una de las cuales está influenciada por las propiedades intrínsecas del músculo (Moritani, 1992; Schmidtbleicher, 1992; Sharp *et al.*, 1982), como son las relaciones longitud-tensión y fuerza-velocidad. Hakkinen y Komi (1985a) ajustan esta definición a la práctica deportiva, añadiendo que potencia es la forma explosiva de producir fuerza.

Dado que la potencia depende de la fuerza y la velocidad, la vía para desarrollarla es mejorar una de estas variables mientras se mantiene la otra o mejorar ambas. Importantes estudios han mostrado mejoras en la potencia muscular como consecuencia del seguimiento de programas tradicionales de entrenamiento de fuerza (Wilson *et al.*, 1997; Adams *et al.*, 1992; Bauer *et al.*, 1990; Clutch *et al.*, 1983).

Ahora bien, la efectividad de este tipo de entrenamientos ha sido cuestionada, ya que se ha tendido a incrementar tan solo la fuerza muscular con movimientos a bajas velocidades, que no permiten trabajar otros componentes de la fuerza que contribuyen a generar una potencia máxima (Hakkinen, 1989). De esta forma, se han planteado programas alternativos que en principio podrían mostrarse como más efectivos. Un entrenamiento basado en movimientos a altas velocidades con cargas ligeras ha resultado ser más interesante para mejorar la capacidad de salto vertical que el entrenamiento de fuerza tradicional (Hakkinen y Komi, 1985). Al parecer, el entrenamiento con cargas elevadas a baja velocidad facilita principalmente las ganancias de fuerza máxima, mientras que el entrenamiento de potencia (cargas ligeras a velocidades altas) mejora la manifestación de la fuerza a altas velocidades (Hakkinen y Komi, 1985). No obstante, es muy importante simultanear el entrenamiento de fuerza a lo largo del tiempo, con el fin de proporcionar la base adecuada que permita un óptimo desarrollo de la potencia (Baker *et al.*, 1994).

Tradicionalmente se ha propuesto que para mejorar la máxima potencia en acciones concéntricas la intensidad más idónea es el 30% de la fuerza isométrica máxima (Kaneko *et al.*, 1983).

Sin embargo, la medición de la fuerza isométrica máxima no es fácil ni habitual, además de que presenta el problema de determinar en qué ángulo concreto habría que medirla (González-Badillo, 2006), por lo que generalmente se trabaja tomando como referencia el valor de una repetición máxima (1RM) en acciones dinámicas concéntricas, lo cual es más fácil de realizar y, quizás, más útil, porque los ejercicios dinámicos presentan mayor relación con el rendimiento deportivo (Abernethy *et al.*, 1995). Pero en este caso, los porcentajes de 1RM con los que se alcanza la máxima potencia no están tan claros, ya que según distintos autores, pueden oscilar desde el 10 al 80% de 1RM dependiendo del tipo de ejercicio, la experiencia de los sujetos y el tipo de entrenamiento realizado (González-Badillo *et al.*, 2006; Izquierdo *et al.*, 2002; Baker, 2001a; Baker *et al.*, 2001; Moss *et al.*, 1997; Behm y Sale, 1993; Garhammer, 1993).

Por tanto, uno de los problemas se centra en saber cuál es la carga con la que se alcanza la máxima potencia en acciones concéntricas con los ejercicios de entrenamiento comúnmente empleados, y además conocer el rango de cargas óptimas para desarrollar dicha potencia.

Existe una controversia entre investigadores / entrenadores donde unos opinan que la combinación de cargas es más positiva para la mejora de la máxima potencia -expresada, en este caso, a través de la mejora del salto vertical, velocidad de desplazamiento o velocidad de golpeo- que emplear sólo una única carga (Los Arcos *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; González-Badillo *et al.*, 2006; Diallo *et al.*, 2001; Fatouros *et al.*, 2000; Adams *et al.*, 1992), mientras que otros autores que proponen la utilización de un método mixto, bien referido a utilizar simultáneamente o de manera secuenciada cargas altas y bajas (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; González-Badillo *et al.*, 2006; Newton y Kraemer, 1994), o bien combinando métodos de entrenamiento (García-Pinillos *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Buchheit *et al.*, 2010). Otros investigadores / entrenadores señalan a los ejercicios pliométricos como la solución ideal para la ganancia de potencia, conseguir una sobrecarga excéntrica de la acción muscular, siendo diseñados para mejorar la relación entre fuerza máxima y potencia (Sohnlein, 2014; Marques *et al.*, 2013; Sáez de Villarreal *et al.*, 2012; Sedano *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2009; Luebbers *et al.*, 2003; Spurrs *et al.*, 2003; Gehri, *et al.*, 1998; Holcomb *et al.*, 1998).

Otro aspecto importante para la mejora del rendimiento es el ajuste de la frecuencia de entrenamientos (días de entrenamiento semanales) que el atleta debe realizar. Entrenadores e investigadores intentan identificar la adecuada manipulación de las variables de entrenamiento incluidas la intensidad, la frecuencia y el volumen para lograr altos niveles de rendimiento en diferentes cualidades como el salto y la velocidad. Para mejorar el rendimiento de las diferentes cualidades físicas y motrices se reconoce la importancia de incrementar sistemáticamente las sobrecargas sobre el organismo durante los entrenamientos. El entrenamiento pliométrico ha sido recomendado como un apropiado estímulo de sobrecarga para la mejora del rendimiento en el salto vertical y en la velocidad máxima de desplazamiento (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Michailidis *et al.*, 2013; Sedano *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2009). Para conseguir este aumento, debemos conjugar lo ya mencionado anteriormente: *volumen*, pudiendo oscilar el número total de saltos y repeticiones; *frecuencia*, aumentando o disminuyendo el número de sesiones semanales, e *intensidad* aplicada en cada sesión que dure el tratamiento planteado.

Un aspecto de interés es conocer los efectos ante la aplicación de estímulos y diferentes tratamientos con distintos ejercicios (sentadilla, media sentadilla, saltos con contramovimiento con carga, saltos pliométricos y la combinación de los cuatro anteriores) sobre la capacidad del salto vertical, el salto horizontal, la velocidad de desplazamiento y las demás cualidades condicionales, motrices y técnicas. En esta combinación de ejercicios de fuerza y potencia (sentadilla, pliometría y aceleraciones), y su relación con la mejora del rendimiento, existen aspectos que no han sido investigados íntegramente y en profundidad. Aunque empiezan a surgir estudios centrados en esta problemática, siguen siendo escasas las investigaciones publicadas en revistas científicas al respecto (Los Arcos *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Clutch *et al.*, 1983; Polhemus *et al.*, 1980; Blattner *et al.*, 1979). Las primeras limitaciones de estos estudios, aunque los resultados son de una mejora significativa de la fuerza, pueden ser encontrados en sus diseños experimentales. Verhoshansky (1969, 1968) determina que la pliometría es un método dinámico para mejorar la producción de potencia y explosividad, y que se debería combinar con un entrenamiento mediante resistencias externas en el caso del tren inferior para desarrollar y mantener dicha explosividad.

O'Shea (1985) y Hatfield (1989), concluyen que un programa de fuerza, utilizando la sentadilla como ejercicio principal, incrementa la fuerza de los músculos involucrados en el salto vertical, y la combinación de ambos ejercicios mejoran la producción de potencia y explosividad. Adams *et al.* (1992) manifiestan que entrenando pliometría y sentadilla se obtienen resultados significativamente mejores en la ganancia de salto vertical, que hacerlo solamente con sentadilla, en la misma línea que estudios previos (Clutch *et al.*, 1983; Bosco *et al.*, 1982; Polhemus *et al.*, 1980; Blattner *et al.*, 1979). O'Shea, (1985) señala que la naturaleza dinámica de la sentadilla es altamente determinante en la mejora de la eficiencia neuromuscular (facilitando la activación del reflejo de estiramiento), permitiendo esto una excelente transferencia de potencia a otros movimientos biomecánicamente similares, que requieren una producción de potencia de los músculos extensores de la cadera y rodilla como el salto vertical y horizontal, así como en la carrera. El estudio de Adams *et al.* (1992) concluye que existe una estrecha relación entre eficiencia neuromuscular (reclutamiento de múltiples fibras y facilitación de la activación del reflejo de estiramiento) y el rendimiento en fuerza dinámica.

Este entrenamiento, si se realiza con la intensidad y el volumen adecuado, podría producir una potenciación de los extensores de cadera y rodilla lo cual facilitaría la contracción muscular en acciones como los saltos y desplazamientos, pudiéndose aplicar a continuación una progresión de ejercicios pliométricos. Todo esto podría tener un efecto positivo sobre la capacidad de producción de fuerza en la unidad de tiempo en aquellos deportes caracterizados por acciones que requieren una alta velocidad de ejecución (como es el fútbol).

Estas combinaciones de entrenamiento prescritas tienen como objetivo principal obtener el mayor efecto positivo sobre el rendimiento específico. Esto significa que se trabaja con la esperanza de que tanto la ejecución de la actividad realizada como la mejora obtenida en la propia actividad (por ejemplo, la ejecución de saltos y la mejora en el propio salto) vayan a reflejarse en un mayor rendimiento en la actividad de competición (González-Badillo y Ribas, 2002). Esta aplicación del efecto del entrenamiento, que no siempre se consigue y que presenta más dificultades cuanto mayor es el rendimiento del deportista, es un proceso de transferencia. Por tanto, podemos añadir que el entrenamiento es un proceso permanente de intentos de transferencia (González-Badillo y Ribas, 2002).

Entrenamiento en niños y adolescentes

Centrándonos en la población la cual ha sido objeto de estudio en la presente tesis doctoral, cabe destacar que el entrenamiento de jóvenes deportistas (independientemente del objetivo o finalidad que se busque en él) suele estar orientado en gran medida a la formación integral, dentro de un enfoque evolutivo-educativo en el cual se debe dar un desarrollo y crecimiento personal dentro del contexto deportivo (Smoll y Smith, 1996).

Cada día se empieza a practicar deporte con mayor precocidad debido a factores sociales (se encuentra cada vez más consolidado y bien visto por la sociedad), hábitos de vida (debido al trabajo o quehaceres de los padres que buscan alguna actividad para tener a los hijos ocupados), para que el niño realice actividad física, fomentar su socialización,... Y todo gira en torno al juego como elemento central del desarrollo de las sesiones. Esto no quiere decir que se dedique todo el tiempo a practicar de forma global el deporte en cuestión, sino que se intentan conseguir los diferentes objetivos a través de tareas integradas dentro de una dinámica lúdica, que fomente la motivación y la diversión por el deporte en general y una modalidad deportiva en particular.

Actualmente, para el desarrollo integral del joven deportista se buscan objetivos en las tareas que propongan demandas en las cualidades físicas condicionales y motrices, sin obviar el dominio básico de las técnicas simples de manejo de balón, prioritarias para el disfrute de la actividad y que forman parte de la primera fase en la estructura de la enseñanza del juego (Garganta y Pinto, 1997).

Las cualidades motrices, compuestas por la coordinación, la agilidad y el equilibrio, se trabajan a través de ejercicios integrados por habilidades motrices básicas (saltos, giros, desplazamientos, cuadrupedias,...).

Las cualidades físicas condicionales (velocidad, resistencia, flexibilidad y fuerza), en la actualidad tienden a que se trabajen de forma implícita en tareas y juegos. Si bien, se pueden buscar formas de enseñanzas más analíticas.

Por su parte, la fuerza no se suelen trabajar como tal en las primeras etapas de formación debido a la controversia que ha existido siempre en relación a si es beneficiosa o no para los niños en las primeras etapas de adolescencia, y si puede llegar a afectar de forma perjudicial en su desarrollo natural, por lo que puede resultar un aspecto complejo y a tratar con prudencia.

Teniendo en cuenta que en los últimos tiempos el entrenamiento de la fuerza ha adquirido un papel fundamental en la planificación del entrenamiento, puesto que influye de forma positiva en la mejora de las demás cualidades y, por tanto, en un mayor rendimiento del deportista, ¿por qué no trabajarla en edades tempranas?

Existen estudios recientes en niños y adolescentes (Stabenow *et al.*, 2009; Jeffrey *et al.*, 2001; Faigenbaum, 2000; Ozmun *et al.*, 1994; Ramsay *et al.*, 1990) en los que se demuestra, que con un entrenamiento de fuerza adecuado, existe una mejor respuesta a las demandas fisiológicas que toda actividad física requiere. En base a esto, este tipo de entrenamiento resulta beneficioso y se debe incluir desde las primeras etapas de formación, aportando el estímulo adecuado al desarrollo evolutivo para crear adaptaciones beneficiosas para la práctica deportiva en cuestión. En concreto, en fútbol, comienzan a surgir estudios relacionados con la presente problemática donde se aplican tratamientos de ésta índole en sujetos precoces (Ferrete *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Michailidis *et al.*, 2013; Diallo *et al.*, 2001).

Por ello, viendo que el entrenamiento de fuerza en edades tempranas mejora el rendimiento sin perjudicar el desarrollo evolutivo natural de la persona, ¿por qué no introducirlo como un complemento habitual en el fútbol?

Concepto de Fuerza

El concepto de fuerza puede dar lugar a una definición amplia y compleja. No obstante, podemos encontrar en la literatura multitud de terminologías e interpretaciones, existiendo muchas fuentes de las cuales podemos sacar conclusiones positivas o caer en la confusión.

Dentro de todas ellas, una destacada referencia en la actualidad puede ser la realizada por González Badillo y Gorostiaga (1995) los cuales entienden la fuerza como la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse, lo cual lleva implícita una contracción. Muchos autores introducen en sus definiciones el hecho de vencer una carga externa, como Hartman y Tünemann (1996) o Zatsiorsky (1995). Lo que sí está claro, es que la fuerza se genera para tratar de contrarrestar una carga e intentar obtener un beneficio propio. Generar tensión muscular para producir fuerza si no existe carga que vencer, es un gesto con fin en sí mismo, produciendo poca eficiencia y un gasto energético gratuito. La tensión muscular producida es directamente proporcional a la capacidad que tengan los puentes cruzados de los propios músculos de crearla.

Existen varios factores que intervienen en el proceso generado por estos puentes cruzados (González Badillo y Gorostiaga, 1995), como son:

- Tipos básicos de activación o contracción muscular.
- Velocidad y aceleración de la contracción.
- Fase o fases en las que se acentúa la manifestación máxima de fuerza dentro del desarrollo del movimiento.
- Condiciones iniciales de ejecución (desde el punto de vista de la situación de partida del músculo, es decir, con estiramiento previo o no).

A partir de aquí y revisando los factores que intervienen en la tensión muscular, podemos pasar a clasificar los diversos tipos de tensión muscular existentes. Aquí, encontramos nuevamente numerosas clasificaciones, entre las cuales exponemos la desarrollada por González Badillo y Gorostiaga, (1995):

Tabla 1. Clasificación de los tipos de tensión muscular.

TIPO	RESISTENCIA	DURACIÓN	VELOCIDAD	MAGNITUD	PMF*
TÓNICA	Se intenta superar una gran resistencia.	Larga.	Lenta.	Entre el 80-100%.	Al final de la contracción.
TÓNICA-EXPLOSIVA	Se intenta superar una resistencia grande, pero no tanto como la anterior.	Media.	La máxima se alcanza rápidamente.	50-80%.	Hacia el final del movimiento.
ELÁSTICO-EXPLOSIVA	La resistencia a vencer es pequeña.	Corta.	Más rápida que la anterior.	<50%	Mismo momento pero más elevado.
ELÁSTICO-EXPLOSIVA-REFLEJA	Igual que en el caso anterior.	Muy corta.	Muy rápida.	Igual que en el caso anterior.	Antes que en el anterior, aunque más elevado.

Modificado de González Badillo y Gorostiaga, (1995). * Pico máximo de fuerza.

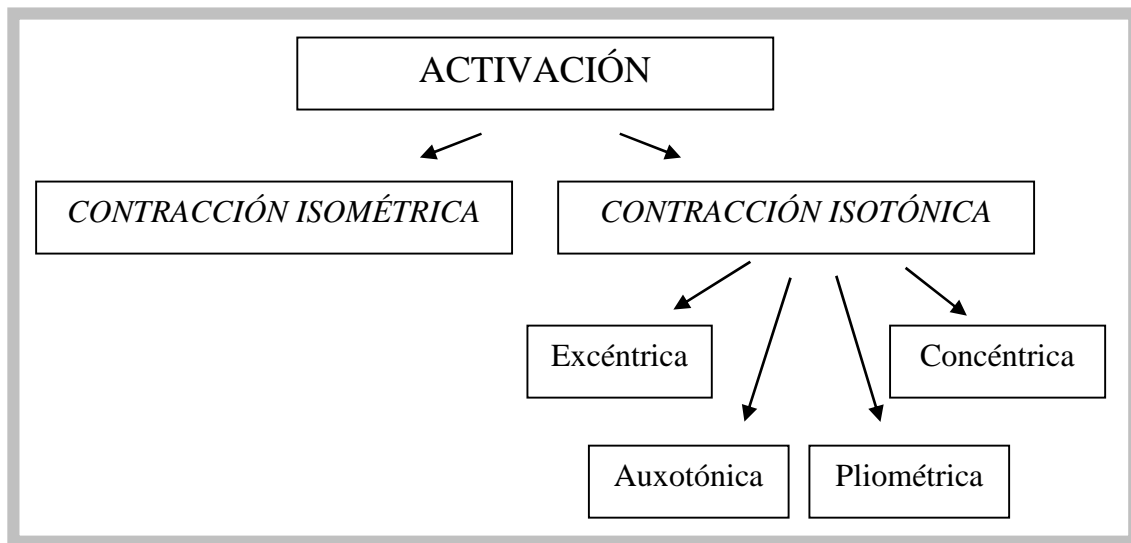
Habiendo especificado los factores que influyen en la tensión muscular, y los tipos que, según la literatura, existen referidos a la propia tensión, es momento de entrar a aclarar los diferentes tipos de contracciones que se pueden dar en el músculo.

A través de ella es donde vemos la fuerza generada y su manifestación, siendo el final del proceso desde que se recibe el estímulo para realizar la activación muscular.

Procedemos a su clasificación (Ruiz Alonso, 2001):

Contracción Isométrica: Referida cuando el músculo se contrae sin modificar su longitud. Varía la tensión, pudiendo llegar al máximo, pero sin existencia de movimiento.

Contracción Isotónica: Este tipo de contracción sí ofrece cambios en la longitud del músculo. En función de las fases que nos encontremos en el movimiento, la podemos subdividir en: Concéntrica (donde el músculo se acorta al contraerse produciéndose un trabajo positivo); Excéntrica (el músculo se alarga durante la contracción y se produce, tras un frenado, un trabajo negativo); Auxotónica (mezcla durante el movimiento de concéntrica, isométrica y excéntrica en ese orden siempre); Pliométrica (combinación de trabajo excéntrico con concéntrico).

Tabla 2. Tipos de contracciones que se pueden dar en el músculo.

(Modificado de Ruiz Alonso, 2001).

El término **contracción muscular**, ha sido considerado inapropiado por diversos autores, como Cavanagh (1988) y Knuttgen y Komi (1992), al no abarcar las diferentes formas de actuación musculares (acortamiento, mantenimiento o alargamiento de la longitud muscular), de ahí que hayan propuesto en su lugar el término **acción muscular**.

Fuerza en Fútbol

El concepto de entrenamiento de fuerza en fútbol comenzó a introducirse de forma sistemática, y ocupando cada vez un papel más importante, en la década de los 90 del siglo pasado. Poco a poco ha ido adquiriendo un rol relevante e imprescindible a medida que han ido avanzando, al mismo tiempo, tecnología y estudios de investigación.

El fútbol, como toda especialidad deportiva, tiene una estructura y organización que determinan sus exigencias y demandas condicionales. En este deporte intermitente existen aceleraciones y desaceleraciones a distintas intensidades, se ejecutan saltos y golpes que pueden ser muy diferentes entre sí, u otro tipo de acciones de alta intensidad como luchas, siempre encadenadas con un orden aleatorio según las exigencias del juego, y sin garantías de que vaya a ser la última acción a llevar a cabo durante el partido.

Por ello, la demanda neuromuscular es muy importante, y el trabajo de fuerza adecuado incluido en la planificación del entrenamiento debe estar garantizado.

Podemos especular que la fuerza en consonancia con los resultados y conclusiones de los estudios recientes, es la cualidad condicional más importante a desarrollar en el fútbol (junto con la velocidad y sin eludir el trabajo integrado con el resto de cualidades) (Cometti, 1999 y 1998; Seirulo, 1995) sabiendo que se puede obtener muchos y buenos resultados enfocando su entrenamiento de modo correcto, adaptado a las características y necesidades de los sujetos, así como teniendo en cuenta la disciplina deportiva en la que estamos involucrados, de tal forma que influirá en un mayor desarrollo de las demás cualidades físicas, tanto condicionales como motrices.

Las acciones físicas durante el juego se completarán con otras acciones y decisiones técnicas y tácticas, siendo su mezcla (tanto en la elección correcta por parte del jugador como las condiciones físicas en las que se encuentre) las que nos garantizarán mayor opción de éxito en cada lance del juego.

Por ello, para tratar de analizar la influencia de la fuerza en cualquier disciplina deportiva y en éste caso en el fútbol, debemos tener en cuenta las propias características del deporte y la interacción de los distintos elementos y factores que intervienen. Solo así, podremos proceder a su desarrollo de forma correcta y con garantías de producir mejoras fisiológicas que se traducirán en una formación integral más completa para obtener mejores resultados en competición.

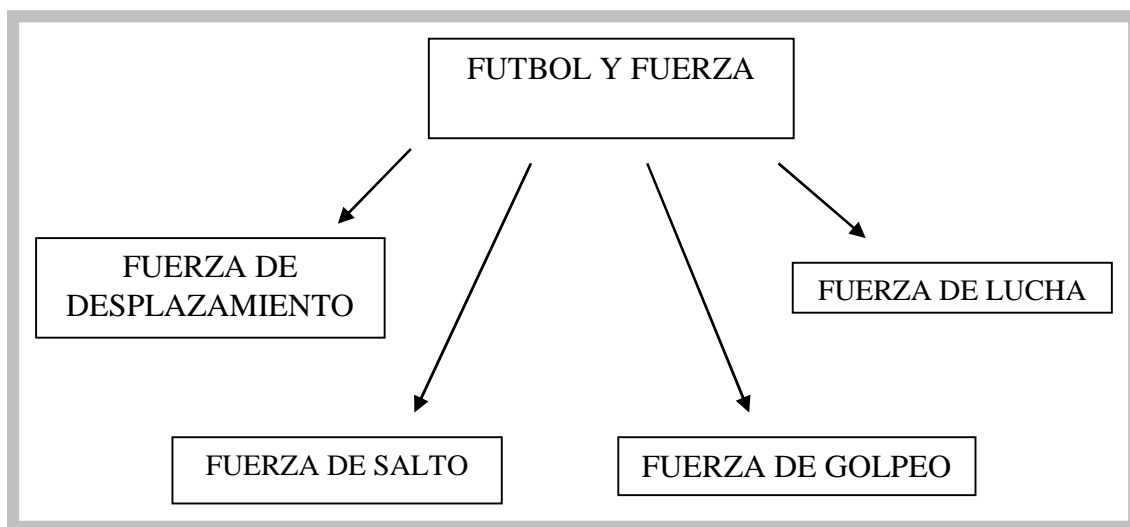
Así, en el fútbol se debe observar con detenimiento qué acciones realizan los diferentes jugadores y demarcación que ocupan, para optimizar el rendimiento a través de un entrenamiento integral (cada vez más usado) que facilite y beneficie el juego en la competición.

Es importante resaltar un término referido a la fuerza sin el cual el entrenamiento en ésta disciplina deportiva carecería de sentido: *Fuerza útil*. Para González Badillo y Gorostiaga (1995) se corresponde con “la que se puede aplicar o manifestar a la velocidad con la que se realiza el gesto deportivo”. En el fútbol, al tener adversarios es importante realizar los gestos y acciones a la máxima velocidad posible, ya que el éxito sólo llegará si se gana la partida al rival.

De poco o nada vale el hecho de poder generar más fuerza en la acción si ésta no es efectiva, si no la realizamos de forma correcta imponiéndonos al contrincante. Por tanto, el entrenamiento de fuerza en fútbol interesa de forma óptima (Weineck, 1994).

Tras todo esto, y viendo la tipología de las acciones que realiza el deportista durante la práctica del fútbol, podríamos distinguir entre varias expresiones de la fuerza tal y como expone Seirulo (1995):

Tabla 3. Expresiones de la fuerza en el fútbol según la acción que se realice.



Pliometría

La capacidad del deportista para saltar más alto y desplazarse más rápido son importantes claves para un rendimiento satisfactorio. Entrenadores y atletas están constantemente buscando nuevas técnicas para incrementar la fuerza de piernas, la capacidad de salto vertical o la capacidad de correr más velozmente.

Como antes citábamos, existen autores que señalan a los ejercicios pliométricos como solución ideal para la ganancia de potencia (pag. 21), sobrecargando el aspecto excéntrico de la acción muscular y diseñado para mejorar la relación entre fuerza máxima y potencia (Sohnlein, 2014; Marques *et al.*, 2013; Sáez de Villarreal *et al.*, 2012; Sedano *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2009; Luebbbers *et al.*, 2003; Spurrs *et al.*, 2003; Gehri, *et al.*, 1998; Holcomb *et al.*, 1998).

Además, reseñar lo comentado con anterioridad (*pag. 22*) en cuanto a la mejora del rendimiento de las diferentes cualidades físicas y motrices, en concreto centrándonos en el salto vertical y la velocidad, siendo el entrenamiento pliométrico recomendado como estímulo apropiado de sobrecarga para obtener dicha mejora. Para optimizar el entrenamiento pliométrico, debemos tener en cuenta la combinación en cada entrenamiento de tres factores: *volumen* (variando número total de saltos y repeticiones), *frecuencia* (aumentando o disminuyendo el número de sesiones semanales, e *intensidad* (de cada sesión del tratamiento).

La acción pliométrica consta de tres fases basadas en la contracción muscular y es comúnmente conocido también por el término de ciclo estiramiento-acortamiento (CEA). La primera fase es el pre-estiramiento o fase excéntrica, la cual es definida por el fuerte alargamiento del músculo siendo activamente contraído. Durante esta fase, las cargas articulares son absorbidas y almacenadas en los componentes elásticos de la unidades músculo-tendinosas.

Varios factores van a influenciar la capacidad del músculo para guardar y utilizar la energía elástica, entre los que se incluye el grado de estiramiento, la velocidad de estiramiento, la magnitud de la carga, el tiempo de transición o cantidad de tiempo que el estiramiento es sostenido, la arquitectura del músculo o la posición de la articulación.

La segunda fase está definida por un breve periodo (tiempo de amortización) tras la carga excéntrica, en el cual la longitud del músculo no cambia. La fase de amortización es crítica para el CEA, ya que si este periodo se prolonga, la energía elástica se disipa y no podrá ser utilizada para la producción de fuerza. La tercera fase se describe como acortamiento o contracción muscular concéntrica.

La fase concéntrica combina la energía elástica acumulada con la activación muscular voluntaria y reflexiva para desarrollar una vigorosa contracción muscular. Además, el CEA maximiza la producción de fuerza muscular y mejora la eficiencia de movimientos (Wilt, 1978). La ventaja del CEA es que el músculo puede realizar una mayor cantidad de trabajo si es estirado antes de que se produzca la activación concéntrica. Este es el caso de los saltos con contramovimiento (CMJ), en los que la potencia alcanzada es mayor que cuando se realiza el mismo tipo de salto sin contramovimiento.

El objeto de esta acción de contramovimiento es aprovechar la energía elástica que se acumula en la musculatura del tren inferior en el momento de flexionar las piernas. La contribución de la elasticidad de los músculos y de los tendones es mucho mayor en aquellas acciones que incluyen un CEA. Los materiales elásticos absorben energía de modo reversible cuando se deforman y muchos actúan como mecanismos de almacenamiento de energía en los sistemas mecánicos; así que, durante un salto vertical simple, el almacenamiento y la recuperación de energía elástica en el músculo y el tendón contribuyen en un 25-50% a la mejora de la actuación tras un gesto de contramovimiento (Kibele, 1999). En la utilización de los test propuestos por Bosco (1994), los datos demuestran que las ganancias medias están entre 15-20%.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, en la literatura sobre el entrenamiento, los ejercicios pliométricos están postulados como la solución ideal para la ganancia de potencia, para entrenar el aspecto excéntrico de la acción muscular y se diseñan para mejorar la relación entre fuerza máxima y potencia (Sohnlein, 2014; Marques *et al.*, 2013; Sáez de Villarreal *et al.*, 2012; Sedano *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2009; Sáez de Villarreal *et al.*, 2008; Luebbers *et al.*, 2003; Spurrs *et al.*, 2003; Newton *et al.*, 1999; Gehri, *et al.*, 1998; Holcomb *et al.*, 1998; Gemar, 1986; Costello, 1984).

Muchas investigaciones experimentales demuestran la efectividad del entrenamiento pliométrico en la ganancia de fuerza, potencia y velocidad (Sohnlein, 2014; Marques *et al.*, 2013; Sáez de Villarreal *et al.*, 2012; Sedano *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2009; Diallo *et al.*, 2001; Brown *et al.*, 1986), tanto en sujetos familiarizados con el entrenamiento pliométrico (Maffiuletti *et al.*, 2002; Newton *et al.*, 1999; Clutch *et al.*, 1983; Bosco *et al.*, 1982) como en no familiarizados (Sáez de Villarreal *et al.*, 2010; Luebbers *et al.*, 2003; Turner *et al.*, 2003; Siegler *et al.*, 2003; Diallo *et al.*, 2001; Witzke y Snow, 2000; Fatouros *et al.*, 2000; Keohane, 1997).

Los beneficios de este tipo de entrenamiento incluyen mejoras en la potencia y fuerza muscular (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Sohnlein, 2014; Sáez de Villarreal *et al.*, 2012; Rubley *et al.*, 2011; Sedano *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2009; Wilkerson *et al.*, 2004; Matavulj *et al.*, 2001; Potteiger *et al.*, 1999; Driss *et al.*, 1998; Wagner y Kocak, 1997; Hewett *et al.*, 1996; Wilson *et al.*, 1996; Bobbert, 1990), coordinación muscular y aceleración (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Venturelli *et al.*, 2008; Gambetta, 1978), estabilidad y funcionalidad articular (Vaczi *et al.*, 2013; Chimera *et al.*, 2004; Wilkerson *et al.*, 2004; Hewett *et al.*, 1996), reducción de lesiones graves de rodilla (Grabau *et al.*, 2011; Heidt *et al.*, 2000; Hewett *et al.*, 1996) y economía de carrera (Turner *et al.*, 2003).

Por otro lado, múltiples estudios que han utilizado tratamientos con ejercicios pliométricos encuentran mejoras significativas en el salto vertical (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Vaczi *et al.*, 2013; Nakamura *et al.*, 2012; Rubley *et al.*, 2011; Sedano *et al.*, 2011; Sáez de Villarreal *et al.*, 2008; Hammett y Hey, 2003; Luebbers *et al.*, 2003; Diallo *et al.*, 2001; Matavulj *et al.*, 2001; Newton *et al.*, 1999; Potteiger *et al.*, 1999; Wagner y Kocak, 1997; Hewett *et al.*, 1996; Wilson *et al.*, 1996; Fry *et al.*, 1991; Brown *et al.*, 1986; Hakkinen y Komi, 1985), estando estas mejoras asociadas con factores como un incremento de la potencia y una mejora de la fuerza en unidad de tiempo (Newton *et al.*, 1999), así como un incremento del tamaño de las fibras (Potteiger *et al.*, 1999), características probablemente atribuidas al reflejo de estiramiento, altas cargas excéntricas y la naturaleza explosiva del ejercicio pliométrico (Newton *et al.*, 1999). Además de proporcionar estas ganancias en el rendimiento deportivo, los ejercicios pliométricos también pueden ofrecer ventajas a nivel de práctica y motivación. Dentro del entrenamiento, estos ejercicios proporcionan una variedad que puede llevar a un interés y a un entusiasmo mayor por parte del aprendiz (Clutch *et al.*, 1983). A nivel práctico, su simplicidad puede hacer que los ejercicios se realicen fuera de la sala de pesas, sin material y sin una vigilancia constante del entrenador.

La técnica de salto es otra variable importante a controlar, ya que una buena o mala ejecución puede determinar el rendimiento de la capacidad de salto. Un ejemplo es instruir al atleta a minimizar el tiempo de contacto con el suelo aunque se procure que salte lo máximo que pueda.

Para ayudar a lograr esto, el feedback en la relación “altura de salto y tiempo de contacto con el suelo” puede darse después de cada salto (Young *et al.*, 1995). La existencia de variaciones en la técnica del salto CMJ y los efectos de las instrucciones han sido documentados (Bobbert *et al.*, 1987; Bobbert *et al.*, 1986). La técnica empleada podría influenciar el objetivo del entrenamiento. Los autores no son precisos describiendo exactamente cómo ejecutan los saltos los sujetos (Clutch *et al.*, 1983; Ford *et al.*, 1983). Esto ciertamente no es un tema trivial, como ha sido mostrado que los sujetos pueden escoger técnicas, las cuales son muy diferentes desde un punto de vista biomecánico (Bobbert *et al.*, 1986). La técnica afecta severamente la producción mecánica de la musculatura, debido a que al no ejecutar en cada tipo de salto el movimiento adecuado, se está perdiendo toda la efectividad de esa acción (Bobbert, 1990). Centrándose en la técnica correcta de ejecución los beneficios pueden surgir desde una disminución en la distancia para reducir la velocidad vertical a cero o en una disminución del tiempo de amortización.

Distancia y tiempo están relacionados pero son independientes, ya que los sujetos pueden reducir la distancia y todavía hacer una pausa suficientemente larga para disipar la energía elástica acumulada. Por otro lado, los sujetos pueden disminuir el tiempo entre el estiramiento y la contracción. Sin embargo, si éstos incrementan la distancia, resultará en una pérdida de energía elástica. Blakey y Shouthard (1987) determinan que para asegurar que el estiramiento muscular sea optimizado, los atletas deberían ser instruidos a mantener la distancia al mínimo o ejecutar el salto vertical tan rápido como sea posible después del contacto con el suelo.

Por último, indicar que el foco atencional también puede influir en la calidad del entrenamiento pliométrico, siendo un foco externo el más propicio para ayudar a conseguir un óptimo entrenamiento de pliometría (Makaruk *et al.*, 2012).

Pliometría en Fútbol

El fútbol, como deporte intermitente de alta intensidad, requiere fundamentalmente de velocidad y potencia para ganar al oponente en cada acción del juego. Estas acciones, tales como saltos, sprints, cambios de direcciones,... son explosivas y esenciales tanto en adultos como en jóvenes (Maylan y Malatesta, 2009). Además, tienen un carácter pliométrico claro, cumpliendo el ya citado CEA.

Hoy día existe literatura referente a esta temática que nos muestra la mejora en diferentes aspectos físicos a través de tratamientos pliométricos, como la mejora del rendimiento en salto vertical (García-Pinillos *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Buchheit *et al.*, 2010; Michailidis *et al.*, 2010), así, por ejemplo, Thomas *et al.* (2009) manifestaron esto tras aplicar dos sesiones de entrenamiento pliométrico cada una de las 6 semanas de duración del tratamiento que se aplicó. También, podemos incrementar en valores de agilidad (García-Pinillos *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Sohnlein, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Thomas *et al.*, 2009; Diallo *et al.*, 2001), como por ejemplo el estudio de Meylan y Malatesta, (2009) que aplican un entrenamiento pliométrico durante 8 semanas a jóvenes jugadores de fútbol, mejorando su rendimiento significativamente en un test de agilidad. También, se obtienen resultados positivos en la velocidad de golpeo (García-Pinillos *et al.* 2014; Marques *et al.*, 2013; Michailidis *et al.*, 2010), como determinan Sedano *et al.*, (2011) al aplicar tres veces en semana tareas de pliometría mejorando significativamente la velocidad en el golpeo.

En base a estos resultados podemos determinar que este tipo de tratamientos pueden ser muy beneficiosos para el jugador de fútbol, joven o adulto, pudiendo optimizar acciones explosivas asiduas dentro del terreno de juego a través de la mejora en la velocidad, agilidad, tiempo de reacción, fuerza en tren inferior, potencia de salto y actividad neuromuscular del sujeto.

Combinación de ejercicios de Fuerza y Velocidad

Si atendemos a la literatura, podemos observar que se ha relacionado la fuerza muscular con el rendimiento en el sprint, aunque con resultados no del todo concluyentes.

Se debe tener cautela al analizar los resultados ya que la naturaleza del rendimiento en el sprint es multifactorial, debiéndose recalcar que no solo depende de altos niveles de fuerza (Nesser *et al.*, 1996; Manning *et al.*, 1988; Farrar y Thorland, 1987), sino también de la distribución del tipo de fibra muscular (Bosco *et al.*, 1995; Farrar y Thorland, 1987), de las condiciones hormonales (Bosco, 1997), así como de factores asociados con la destreza y técnica en el sprint.

Wilson *et al.* (1995) encuentran que, después de medir numerosas variables relacionadas con la producción de fuerza, la única que presentó una relación significativa con el tiempo en el sprint fue la fuerza concéntrica ejercida a los 30ms ($r = -0.61$) en la última fase de la extensión de piernas en el plano vertical, mientras que la máxima producción de fuerza en la unidad de tiempo fue la única variable que pudo discriminar entre deportistas de mejor y peor rendimiento dentro del grupo estudiado.

Alexander (1989) estudió al esprinter de élite y encontró una correlación significativa entre los tiempos de 100m y el pico de tensión máximo en las contracciones concéntricas de los extensores de rodilla ($r = 0.73$; $p < 0.05$) y los flexores plantares actuando excéntricamente ($r = 0.57$; $p < 0.05$).

Dowson *et al.*, (1998) comprobaron que el resultado en la fase de aceleración de una carrera de velocidad (0-15m y 30-35m) se correlaciona estrechamente ($r = 0.518$; $p < 0.01$ y $r = 0.688$; $p < 0.01$) con la fuerza isocinética concéntrica de la articulación de la rodilla a la velocidad de 4.19 radianes/segundo. Esta relación se ve aumentada para los 0-15m, pero no sobre la otra distancia, cuando la fuerza se expresa en valores relativos ($r = 0.581$ y $r = 0.659$).

También Alexander (1989) encontró altas correlaciones al comparar el tiempo en la salida (2.5m) y la potencia/kg (- 0.74; $p < 0,0004$). Por su parte, la fuerza máxima dinámica relativa correlacionó con la aceleración en los bloques de salida (0.64; $p < 0.004$) y el tiempo de empuje en los mismos (- 0.56; $p < 0.01$).

En los últimos años se ha podido comprobar como el entrenamiento combinado de fuerza (sentadillas- pliometría) resulta más eficaz que el entrenamiento clásico de fuerza (sentadillas) a la hora de conseguir mayores ganancias en la capacidad de salto. Especialmente eficaz resulta el entrenamiento si al trabajo clásico de fuerza se le incorporan ejercicios de salto en el protocolo del mismo. Este punto ha sido objeto de estudios en numerosas ocasiones, destacando entre otros los de Fatouros *et al.*, (2000); Chu, (1998); Ebben y Blackard, (1998); Fees, (1997); Wilson *et al.*, (1993); Adams *et al.*, (1992); Duke y BenEliyahu (1992); Bauer *et al.*, (1990); Blakey y Shouthard, (1987); Fleek y Kontor, (1986); Hakkinen y Komi (1985); Clutch *et al.*, (1983) Ford *et al.*, (1983); Kramer *et al.*, (1983); Bosco, (1982 y 1979); Polhemus *et al.*, (1980).

En fútbol, hay autores que destacan que tanto el entrenamiento pliométrico como el entrenamiento de fuerza son efectivos para la ganancia en el rendimiento del salto vertical y la velocidad tanto en niños como adolescentes y adultos (Ferrete *et al.*, 2014; Sander *et al.*, 2013; Chelly *et al.*, 2010; Wong *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009; Thomas *et al.*, 2009; Christou *et al.*, 2006; Kotzamanidis *et al.*, 2005; Diallo *et al.*, 2001), pero que el rendimiento se mejora cuando son adecuadamente combinados, bien con otros métodos de entrenamiento como pueda ser la velocidad o combinando ejercicios, en el caso de la pliometría siendo ejercicios con componente horizontal y vertical (Los Arcos *et al.*, 2014; García-Pinillos *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Shalfawi *et al.*, 2013; Buchheit *et al.*, 2010; Marques *et al.*, 2013; Diallo *et al.*, 2001).

Por lo tanto, todavía se hace necesario investigar y experimentar sobre la combinación de diferentes estímulos, sobre la mejora de la capacidad de salto, la ganancia de velocidad, la mejora de la agilidad o el aumento en la velocidad de golpeo. Un mayor conocimiento sobre estas cuestiones puede proporcionar una información muy valiosa para el control y la organización del entrenamiento.

Fuerza en edades tempranas

A lo largo de la historia, el entrenamiento de la fuerza en edades tempranas ha sido punto de discordia. Sobre el tercer cuarto del siglo XX comenzaron a surgir estudios relacionados con éste objeto de estudio, los cuales ofrecían controversia tanto en la metodología a utilizar como en los beneficios o, sobre todo, perjuicios que se podían producir en el niño.

Poco a poco se fue avanzando, y a finales de siglo se comenzó a afirmar que el entrenamiento de fuerza siempre que fuese adecuado a la edad en cuestión, no producía inconvenientes en el desarrollo general del niño ni efectos secundarios perjudiciales a niveles fisiológicos o biológicos que afectaran a su evolución natural.

Así, autores como Hahn (1988), González Badillo y Ribas (2002) o Navarro Valdivieso (2000) consideran que el entrenamiento de fuerza es conveniente en edades tempranas, siempre y cuando se entienda que nos encontramos en un momento muy sensible para el ser humano, y debemos respetar éste momento de desarrollo. Para lo cual, no debemos realizar sobrecargas y tareas que entorpezcan su evolución.

Parece evidente que el planteamiento metodológico realizado ha sido muy dispar desde los primeros estudios realizados, donde los ejercicios de fuerza se presentaban como perjudiciales, entre otras cosas por usos desmedidos de elementos externos pesados, cayendo en una planificación no demasiado buena junto con un control y organización de la carga deficitaria para el niño.

De acuerdo a González Badillo y Ribas (2002), afirmar que el entrenamiento de fuerza en edades tempranas no produce daños estructurales en el niño, siempre y cuando, esté bien enfocado, dirigido y planteado metodológicamente de forma correcta, con el control y delicadeza que merece éste entrenamiento a éstas edades. Además, estudios previos demuestran el reforzamiento del sistema óseo y estructural de soporte, junto con la ayuda en la prevención de lesiones tanto musculares como ligamentosas. (Markovic y Mikulic, 2010; Witvruw *et al.*, 2003; Carreño y López Calvet, 2003).

Aun con todo esto, sigue siendo un tema bastante conflictivo y que crea mucha discrepancia a la hora de ser tratado. Además, no existen estudios suficientes que demuestren beneficios claros y ganancia de fuerza beneficiosa para el deportista, que pueda ser desarrollada de forma útil en la disciplina deportiva correspondiente y le sirva para su formación integral y su desarrollo de la vida cotidiana de manera positiva. Si ya en el deporte en general existe poca bibliografía relacionada con este tema, en cuanto al fútbol, toda ésta literatura aún se ve más reducida. Existe muy poca literatura realizada con jóvenes futbolistas en las primeras etapas de formación, por lo que no existen referencias para elaborar un punto de partida o seguir unas pautas de actuación.

En el fútbol a día de hoy, sigue estando cuestionado el hecho de entrenar la fuerza en prepúberes, bien por la falta de información existente entre muchos de los profesionales, falta de tiempo para realizar éste tipo de estudios por motivos de calendario y, otras veces, por la negación o imposibilidad para realizarlos por carencias o impedimentos de diferente índole en los clubs.

Existe también otro extra a la hora de abordar el tema. Los pocos estudios suelen abarcar niños a partir de 10-11 años en adelante, pero antes ya empiezan a jugar a fútbol o realizar deporte en general. Por tanto, ¿qué pasa en esas edades anteriores? ¿Estamos sacando todo el provecho del niño, su desarrollo motriz y formación integral al no aprovechar al máximo las primeras etapas?

Puede ser que al igual que la coordinación o la agilidad, el hecho de no tratarlas desde muy temprano cueste más cuando uno crece. Así, el no entrenar fuerza podría provocar que el niño no se forme integralmente todo lo que pudiera, y no se desarrollen sus cualidades físicas condicionales y motrices al 100%, por lo que pase a una siguiente etapa de formación no habiendo sacado todo el potencial, perdiendo un tiempo, probablemente, irrecuperable.

Por tanto, la importancia de observar el efecto real de la fuerza en el fútbol en edades tempranas es muy importante. Sacar el máximo partido al niño y adolescente puede ser muy beneficioso, tanto a nivel de desarrollo y personal como a nivel de rendimiento, aumentando sus cualidades al máximo y poder ser un jugador en potencia para el futuro.

Todo ello debe ir planteado desde la coherencia y adaptación que la edad en cuestión requiera. No tiene sentido plantear entrenamientos para el desarrollo de la fuerza como si de adultos se tratara, por cuestiones físicas y biológicas.

Por un lado, el entrenamiento de fuerza prepara al organismo para reducir el riesgo de lesiones a la vez que refuerza los tendones y estabiliza las articulaciones, pudiendo soportar más tensión (Witvruw *et al.*, 2003; Engstrom 1998; Martín Acero, 1989).

También, el entrenamiento de fuerza se considera importante para la prevención y recuperación de lesiones, tanto el trabajo de fuerza compensatoria para evitar desequilibrios entre grupos musculares (De Bellis, 2003; Bisciotti, 2002; Martín Acero, 1994), como el trabajo de fuerza durante la propia recuperación de una lesión en un futbolista (Picolini, 2003; Bisciotti, 2001; Escamilla *et al.*, 1998).

Este entrenamiento provocará adaptaciones neuromusculares relacionadas con la activación muscular, de modo que la contracción muscular se realice de modo más rápido y, por tanto, se consiga mayor eficiencia motora. (Young, 1993). También se producirán adaptaciones musculares, las cuales se ven reflejadas en el aumento de la sección transversal del músculo y se observa mayor resistencia al entrenamiento planteado (Cometti, 1989; Hakinnen, 1986).

Por último, reseñar la influencia del entrenamiento de fuerza en el desarrollo de las demás cualidades físicas, como la resistencia y la velocidad, además de favorecer el trabajo de flexibilidad siempre que se realice de forma adecuada y constante. En éste apartado cabe destacar la importancia que tiene en aspectos coordinativos y de agilidad, ya que las acciones en el juego se manifiestan de manera variada e impredecible por lo que la integración entre el componente técnico y el neuromuscular dará al jugador más garantías de salir exitoso de dicha acción (Lago, 2002).

Se produce una mejora importante en éste apartado, crucial en las primeras etapas y que no puede pasarse por alto. No sólo en la realización de tareas en sí, sino también, desde un punto de vista fisiológico y biomecánico, ya que en éstas edades debido a que todavía el cuerpo no está desarrollado, se pueden obtener beneficios a través del entrenamiento de fuerza sin necesidad de desarrollar la sección muscular, sino estimulando los mecanismos neurales (Komi, 1986; Komi *et al.*, 1978; De Vries, 1968).

Especificidad del entrenamiento

La especificidad del entrenamiento se ha observado en la curva fuerza-tiempo, como resultado de la aplicación de un entrenamiento de cargas pesadas y otro de cargas ligeras y medias (Hakkinen y Komi, 1985a, b). Estos dos autores concluyen que los cambios después de un entrenamiento típico con cargas pesadas se producen en la parte alta de la curva, cuando hay más tiempo para manifestar la fuerza. No obstante, estos cambios son progresivamente más pequeños en la parte inicial de la misma, cuando el tiempo para expresar la fuerza es corto. Sin embargo, el trabajo con cargas ligeras permite una mejora en la parte inicial, cuando el tiempo para producir fuerza es corto.

Aunque estos efectos parecen cumplir con el concepto de especificidad, hay que considerar que dichos efectos se midieron con acciones estáticas distintas a las que se realizaron en el entrenamiento (en González-Badillo, 2006).

También hay autores que proponen la utilización de un método mixto con la combinación de estímulos diversos y complementarios como intensidades (%) altas, velocidades altas de ejecución (con cargas ligeras), ejercicios con CEA intenso, y coordinación intermuscular (técnica), todos ellos determinantes para alcanzar los mejores resultados (Newton y Kraemer, 1994).

Finalidad

Con la presente Tesis Doctoral, pretendemos demostrar que entrenar la fuerza en edades tempranas no es para nada perjudicial, sino que es de suma importancia para el desarrollo y evolución del niño en todos sus aspectos.

Otra finalidad es plasmar la importancia del control y la organización a la hora de llevar a cabo éste tipo de entrenamiento. Dar un papel relevante a la planificación realizada, siendo revisada y llevada a cabo de forma minuciosa y con orden lógico y secuencial según la literatura existente, y, sobre todo, los sujetos que tenemos entre manos.

Además, el presente trabajo tratará de poner de manifiesto la compatibilidad del entrenamiento de fuerza con todo el resto de trabajo físico, táctico y técnico, ya que es trabajo de campo, realizado *in situ* dentro de la sesión de entrenamiento normal sin disponer de tiempo o sesiones extras, ni siquiera trastocando los planes de trabajo.

También se ampliará la información relacionada con estudios sobre entrenamiento de fuerza realizados durante una etapa de la adolescencia (14-15 años) intentando ofrecer soluciones a la hora de orientar este entrenamiento en las primeras edades, ya que los estudios realizados hablan de edades tempranas a partir de 10-11 años, sin encontrar apenas nada correspondiente a etapas anteriores. Por lo tanto, es importante ver el resultado con estas edades (8-9 años) y servir de punto de partida a posteriores estudios para avanzar entre todos con rigor y carácter científico huyendo de tópicos y leyendas más tradicionales.

CAPÍTULO II

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE ESTUDIO: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Formulación del problema

Una vez analizada la bibliografía, se puede deducir que la situación problemática existe y que se dan las condiciones necesarias para justificar la formulación de uno o varios problemas relevantes de investigación. Las consideraciones pertinentes podrían ser las que se indican a continuación. La problemática general nos la planteamos en dos estudios:

Problemas del Estudio 1.

Recientemente, numerosos estudios se han centrado en determinar que tratamiento maximiza las mejoras en capacidad de sprint y salto tanto en jugadores de fútbol jóvenes como en adultos (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Michailidis *et al.*, 2013; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Buchheit *et al.*, 2010; Chelly *et al.*, 2009; Meylan y Malatesta, 2009; Christou *et al.*, 2006), proponiendo, generalmente, un tratamiento a corto plazo (4-8 semanas de duración) (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Chelly *et al.*, 2009; Meylan y Malatesta, 2009; Christou *et al.*, 2006; Gorostiaga *et al.*, 2004; Diallo *et al.*, 2001; Helgerud *et al.*, 2001). Principalmente, estos tratamientos ha incluido métodos de entrenamientos tradicionales con cargas submáximas (por ejemplo, 30-60% 1RM) (Chelly *et al.*, 2009; Christou *et al.*, Julien *et al.*, 2008), métodos complejos (Mujika *et al.*, 2009; Maio Alves *et al.*, 2010) y tratamientos pliométricos (Michailidis *et al.*, 2013; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Sedano *et al.*, 2011; Buchheit *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009; Diallo *et al.*, 2001). Además, sólo unos cuantos incluyen sujetos prepúberes en las primeras etapas de aprendizaje aunque siendo la edad de 10 años la más precoz en la literatura. Pero, el fútbol se comienza a practicar antes en escuelas y clubes.

De una parte, estos estudios realizados anteriormente sólo han examinado los efectos del entrenamiento de fuerza en las acciones explosivas, tales como sprint y salto, sin examinar los efectos concretos de estos tratamientos sobre la capacidad aeróbica. Se cree que la aplicación de un programa de entrenamiento de fútbol a una edad temprana que contenga un tratamiento de fuerza básica en el entrenamiento puede influir negativamente en la capacidad aeróbica.

De otra parte, hay poca información en la literatura científica sobre los efectos de estas intervenciones propuestas en la flexibilidad. Hasta hace relativamente poco, en sólo dos estudios (Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Christou *et al.*, 2006) se ha medido la flexibilidad de la zona isquio-lumbar después del tratamiento, reflejándose en uno de ellos (Christou *et al.*, 2006) una reducción del 8% en la prueba “Sit & Reach” en comparación con el entrenamiento de fútbol solo. Sin embargo, en el estudio llevado a cabo por Ramírez-Campillo *et al.*, (2013) existe una mejora significativa en esta cualidad de hasta un 5.7%.

Además, en ningún caso se trata con sujetos tan precoces. Por ello, nos planteamos:

¿Afecta positivamente un programa de fuerza basado en cargas bajas y alta intensidad en prepúberes?

¿Existe incompatibilidad entre un tratamiento tan prolongado de fuerza sobre la capacidad aeróbica y la flexibilidad en sujetos tan precoces?

Problemas del Estudio 2.

A lo largo del tiempo la literatura científica nos muestra como variable objeto de estudio el sprint, el salto vertical y la mejora de la agilidad utilizando para ello gran variedad de métodos de entrenamiento, incluyendo protocolos de velocidad, propios de agilidad, resistencia a la velocidad, con cargas externas, entrenamiento combinado, y por supuesto, entrenamiento pliométrico (Sáez de Villarreal *et al.*, 2013; Sáez de Villarreal *et al.*, 2008; Rimmer y Sleivert, 2000; Delecluse, 1997; Delecluse *et al.*, 1995). Concretamente, en la disciplina deportiva que abordamos en este documento, Fútbol, a medida que han ido avanzando tiempo y ciencia podemos observar con claridad como las investigaciones se han ido centrando en establecer la metodología idónea para conseguir los mayores aumentos en el rendimiento de las dos principales capacidades indicadoras de potencia en un atleta: sprint y salto, tanto en adultos como en jóvenes jugadores de fútbol (Sohnlein, 2014; Sedano *et al.*, 2011; Buchheit *et al.*, 2010; Chelly *et al.*, 2009; Meylan y Malatesta, 2009; Christou *et al.*, 2006), proponiendo la gran mayoría intervenciones de corta duración (oscilando entre 4-8 semanas) (Marques *et al.*, 2013; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Chelly *et al.*, 2009; Meylan y Malatesta, 2009; Thomas *et al.*, 2009; Christou *et al.*, 2006; Diallo *et al.*, 2001).

A día de hoy, y si atendemos a la literatura científica, podemos observar con nitidez como la inclusión de la pliometría dentro de la planificación del entrenamiento en fútbol proporciona el estímulo suficiente para mejorar las acciones explosivas en jugadores de fútbol prepúberes y adolescentes (Ferrete *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Chelly *et al.*, 2010; Wong *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009; Kotzamanidis *et al.*, 2005; Diallo *et al.*, 2001). En estudios anteriores que abordan el efecto de la pliometría sobre las acciones explosivas en jugadores prepuberales y adolescentes (Ferrete *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Sedano *et al.*, 2011; Wong *et al.*, 2010; Chelly *et al.*, 2009; Meylan y Malatesta, 2009; Kotzamanidis *et al.*, 2005; Diallo *et al.*, 2001), el objetivo central giró en torno al aumento en el rendimiento de dos factores de potencia fundamentales: el salto vertical y la velocidad.

Viendo si la metodología propuesta aporta un estímulo apropiado para la mejora de la capacidad de salto vertical y velocidad, planteamos:

¿En qué grado afecta este estímulo a la capacidad aeróbica y el nivel de $VO_{2\max}$?

Al aplicar este estímulo, ¿realmente existe mejora significativa en las acciones explosivas de agilidad, técnica y potencia de tiro con respecto a sólo entrenamiento de fútbol?

Objetivos Generales

Por tanto, la problemática objeto de estudio planteada nos hace establecer los siguientes objetivos generales:

- Comprobar el estímulo que produce el entrenamiento de fuerza sobre las demás variables a analizar.
- Comprobar el efecto que produce el entrenamiento de fuerza en edades tempranas sobre el desarrollo natural del niño, observando posibles evidencias como anomalías en el crecimiento, altura o peso, problemas visibles en la motricidad, musculares u óseos achacables bajo supervisión médica el propio entrenamiento de fuerza.
- Comprobar el estímulo que se produce por un tratamiento pliométrico con aceleraciones sobre las demás variables a analizar.
- Comprobar los efectos que se producen por los diferentes protocolos realizados en la mejora de la agilidad (velocidad con cambios de dirección), técnica, así como, velocidad en el golpeo.

Objetivos Específicos

Una vez analizada la problemática y revisada la literatura, nos centraremos concretamente en los siguientes objetivos:

- Examinar el efecto que se produce por el entrenamiento de fuerza específico en prepúberes sobre otras cualidades físicas condicionales (velocidad, potencia de salto, resistencia intermitente y flexibilidad).
- Analizar la evolución del efecto que se produce por el entrenamiento sobre otras cualidades físicas condicionales a través de los resultados obtenidos en las distintas mediciones y ver su efecto sobre el rendimiento en el fútbol en prepúberes.
- Examinar el efecto que se produce por la aplicación de un entrenamiento pliométrico (skipping, saltos horizontales, verticales, laterales, monopodales y sentadillas con carga) con aceleraciones de 10 m, sobre las variables: velocidad lineal, agilidad / cambios de dirección, salto vertical (CMJ y ABK), potencia en el golpeo. Así, como su influencia sobre el $VO_{2\max}$ (Yo-YO test).
- Examinar el efecto que se produce por los diferentes estímulos aplicados al entrenamiento pliométrico con aceleración o realizando sólo entrenamiento de fútbol, en la velocidad con cambio de dirección, así como, velocidad de golpeo.
- Analizar los efectos que producen 3 estímulos diferentes complementando el tratamiento de pliometría con aceleraciones (añadiendo técnica y tiro, sólo técnica o sólo tiro), sobre la velocidad lineal, velocidad con cambios de dirección, mejora en el tiempo de reacción, salto vertical (CMJ y ABK), técnica individual, así como, velocidad de golpeo.

Hipótesis

Determinados estudios actuales aportan datos relevantes sobre las mejoras producidas en la velocidad, resistencia, potencia de salto y flexibilidad sin efectos contraproducentes en jóvenes deportistas utilizando para ello un entrenamiento de fuerza (Ferrete *et al.* 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Sander *et al.*, 2013; Michailidis *et al.*, 2010; Chelly *et al.*, 2009; Castagna *et al.*, 2009; Jullien *et al.*, 2008; Chamari *et al.*, 2008). Ello no solo provoca aumentar el resto de cualidades físicas condicionales, sino que a su vez, se obtiene un mayor rendimiento deportivo.

Por ello, se plantea la siguiente hipótesis:

- A través de un entrenamiento específico de fuerza en edades tempranas se consigue un mayor desarrollo de las demás cualidades físicas condicionales, sin provocar trastornos en su desarrollo normal, mejorando su rendimiento en la disciplina a la que se aplica: Fútbol.

Por otra parte, la base en la preparación física en fútbol la componen la fuerza y la velocidad. Por tanto, el rendimiento en las acciones explosivas que se producen durante el juego será clave en el desarrollo del mismo.

Existe en la literatura estudios recientes con efectos positivos de este tratamiento sobre el salto vertical, la agilidad o la velocidad de golpeo (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Sedano *et al.*, 2011; Buchheit *et al.*, 2010; Thomas *et al.*, 2009; Meylan y Malatesta, 2009; Ronnestad *et al.*, 2008).

Por todo esto, se plantea la siguiente hipótesis:

- El entrenamiento pliométrico con aceleraciones, técnica y golpeo en fútbol consigue un mayor desarrollo en otras cualidades físicas condicionales y motrices influyendo en la mejora del rendimiento del joven jugador.

CAPÍTULO III

Estudio 1: EFECTO DE UN ENTRENAMIENTO DE FUERZA A ALTA INTENSIDAD SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA POTENCIA DE SALTO, VELOCIDAD Y RESISTENCIA INTERMITENTE EN JUGADORES PREPÚBERES DE FÚTBOL.

Resumen

El propósito de este estudio fue examinar el efecto de un entrenamiento de fuerza combinado realizado con cargas bajas y a alta velocidad de ejecución, dentro del terreno de juego integrado como parte de la sesión normal de entrenamiento, sobre otras capacidades físicas en jugadores de fútbol prepúberes durante la fase competitiva de la temporada. Veinticuatro jóvenes jugadores de fútbol entre 8-9 años fueron asignados al azar a dos grupos: Uno control (C) (n=13) y otro experimental (S) (n=11), Ambos grupos realizando idéntico entrenamiento de fútbol, mientras el grupo S realizó el entrenamiento de fuerza combinado a alta velocidad de ejecución y cargas bajas antes del entrenamiento específico. La velocidad lineal en 15 metros (seg), el salto vertical con contramovimiento (CMJ), el Yo-Yo test de resistencia intermitente (Yo-YoRI), y la flexibilidad Sit & Reach fueron medidas antes (pretest), después de 9 semanas (T2), después de 18 semanas (T3) y a las 26 semanas (postest) del entrenamiento. No se observaron diferencias significativas entre los grupos en ninguna de las variables testeadas al inicio del tratamiento. Después de 26 semanas se encontraron mejoras significativas en las variables CMJ (6.72%; ES = 0.37), Yo-YoRI (49.57%, ES = 1.39), y flexibilidad (7.26%; ES = 0.37) en el grupo S. Por el contrario, un decrecimiento significativo observado en las variables CMJ (-10.82%; ES = 0.61) y flexibilidad (-13.09%; ES = 0.94) en el grupo C. Se halló una correlación negativa significativa entre la velocidad lineal en 15 metros y el CMJ ($r=-0.77$) y dicha velocidad y el Yo-YoRI ($r=-0.77$) en el grupo experimental. Un entrenamiento de fuerza específico con cargas bajas, y realizado a altas velocidades de ejecución en jugadores prepúberes de fútbol durante 26 semanas produce un efecto positivo sobre el rendimiento siendo altamente positivo en fútbol. Por lo tanto, proponemos modificaciones en la metodología aplicada en el entrenamiento de jugadores prepúberes de fútbol para incluir este tipo de tratamiento para la formación de deportistas en esta disciplina.

Palabras clave: Velocidad lineal, salto con contramovimiento, Yo-Yo test, Flexibilidad, fútbol.

Introducción

El fútbol es uno de los deportes más populares en el mundo que abarca desde la infancia hasta la vejez, caracterizado por diferentes intensidades de actividad física. En conjunto, estas intensidades se realizan de forma intermitente durante el juego, intercalando esfuerzos a relativa bajas intensidades con otros a máxima intensidad (Reilly *et al.*, 2000). En concreto, estos movimientos a alta intensidad (por ejemplo, sprints, saltos, disputas,...) y de baja intensidad (trote o permanecer de pie en posición) ocurren en diferentes longitudes y trayectorias en función del rol a desempeñar, nivel de habilidad del atleta, estilo de juego y táctica empleada por el equipo (Implellizzeri *et al.*, 2006). El análisis detallado de un partido revela que el sprint a máxima velocidad sólo existe en un ~3% de la distancia total recorrida cuando juegan los niños al fútbol (Castagna *et al.*, 2003) siendo los momentos más cruciales ganar la posesión, marcar gol o encajarlos dependientes de la capacidad del deportista para realizar estos gestos específicos a altas velocidades (Reilly *et al.*, 2000). Se entiende de forma general que, las acciones de alta intensidad como sprints, saltos o luchas son elementos integrales para el éxito en el fútbol y por tanto necesitan ser entrenados como parte del entrenamiento en la formación de jóvenes jugadores (Hoff y Helgerud, 2004).

Recordar lo expuesto anteriormente, que, en tiempos recientes, numerosos estudios se han centrado en determinar que tratamiento optimiza las mejoras en capacidad de sprint y salto tanto en jugadores de fútbol jóvenes como en adultos (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Michailidis *et al.*, 2013; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Buchheit *et al.*, 2010; Chelly *et al.*, 2009; Meylan y Malatesta, 2009; Christou *et al.*, 2006), proponiendo la gran mayoría un tratamiento a corto plazo (4-8 semanas de duración) con más de una sesión a la semana (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Chelly *et al.*, 2009; Meylan y Malatesta, 2009; Christou *et al.*, 2006; Gorostiaga *et al.*, 2004; Diallo *et al.*, 2001; Helgerud *et al.*, 2001). Por último, indicar que estos tratamientos dirigidos a desarrollar la capacidad de sprint y salto tratan de integrarse con otros factores con el fin de conseguir mayor recuperación de esfuerzos durante los partidos y unos entrenamientos de fútbol más específicos.

Por ejemplo, Mujika (Mujika *et al.*, 2009) muestra mejoras significativas en el sprint en 15 metros después de un periodo de 7 semanas en el cual el entrenamiento específico de fútbol fue suplementado con 1 sesión a la semana de fuerza (alternando cargas ligeras y pesadas con tareas específicas de habilidades de fútbol) en jóvenes jugadores de élite de fútbol.

Un aspecto importante de estos resultados es que el uso de una única sesión suplementaria fue capaz de mejorar el rendimiento. Este hallazgo puede ser de particular interés para los entrenadores de fútbol porque una sesión de este tipo puede ser añadida en la fase competitiva de la temporada, independientemente de la edad del jugador, con el fin de mantener la forma deportiva (Reilly *et al.*, 2000).

En jóvenes jugadores de fútbol, varios tratamientos han demostrado ser efectivos para mejorar el sprint y el salto vertical, incluyendo métodos de entrenamientos tradicionales con cargas submáximas (por ejemplo, 30-60% 1RM) (Chelly *et al.*, 2009; Christou *et al.*, Julien *et al.*, 2008), métodos complejos (Mujika *et al.*, 2009; Maio Alves *et al.*, 2010) y tratamientos pliométricos (Michailidis *et al.*, 2013; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Sedano *et al.*, 2011; Buchheit *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009; Diallo *et al.*, 2001). Por ejemplo, Christou *et al.* (2006) después de 16 semanas de fuerza tradicional, el cual se llevó a cabo dos veces por semana además del entrenamiento de fútbol (5 veces por semana) observó grandes incrementos en la fuerza del tren superior e inferior, salto vertical (el Squat Jump (SJ) aumentó un 31%), comparado con el entrenamiento de fútbol solamente (el Squat Jump en este grupo aumento 9.8%). Similarmente, Meylan y Malatesta (2009) observaron, tras 8 semanas de entrenamiento pliométrico de baja intensidad (2 veces por semana) implementado dentro del programa específico de fútbol para jugadores de fútbol adolescentes, mejoras significativas en el sprint (0.04 seg, -2.1%) y la altura de salto (CMJ, 2.6 cm, 7.9%). Todos estas estrategias de entrenamiento sugieren que la inclusión de un estímulo de intensidad y no específico de fútbol integrado dentro del programa de entrenamiento normal fútbol, tiene potencial para inducir mejoras en las capacidades de salto y sprint mayor que la evolución que se pueda tener con sólo entrenamiento de fútbol.

Además, es ampliamente aceptado que la capacidad de realizar acciones explosivas repetidas es un factor importante del rendimiento de los jugadores (Implellizeri *et al.*, 2006) y también se asocia con un alto poder aeróbico (VO₂max) (Helgerud *et al.*, 2001).

Debido a la relación entre el VO₂ máximo y la capacidad de participar en disputas explosivas reiteradas, se cree que la aplicación de un programa de entrenamiento de fútbol a una edad temprana que contenga un tratamiento de fuerza básica en el entrenamiento puede influir negativamente en la capacidad aeróbica.

La mayoría de los estudios realizados anteriormente sólo han examinado los efectos del entrenamiento de fuerza en las acciones explosivas, tales como sprint y salto, sin examinar los efectos concretos de estos tratamientos sobre la capacidad aeróbica. Del mismo modo, existe poca información y con resultados dispares en la literatura científica sobre los efectos de estas intervenciones propuestas en la flexibilidad. Hasta la fecha sólo dos estudios (Ramírez *et al.*, 2013; Christou *et al.*, 2006) han medido la flexibilidad de la zona isquio-lumbar después del tratamiento. El estudio llevado a cabo por Christou *et al.*, (2006) mostró una reducción del 8% en la prueba Sit & Reach en comparación con el entrenamiento de fútbol solo. Comúnmente, una reducción de la amplitud de movimiento en las articulaciones de la cadera se ha asociado con un mayor riesgo de lesiones en isquiotibiales en futbolistas (Henderson *et al.*, 2010) y la inclusión de un programa de fuerza que comprometa el rango de movimiento de la zona isquio-lumbar puede ser problemático.

Sin embargo, para nuestro conocimiento ningún estudio ha analizado si se producen efectos similares en futbolistas prepúberes (<10 años). Además, sólo los tratamientos a corto plazo (sobre todo de 4-8 semanas) se han discutido en la literatura científica. Para el conocimiento de los autores, ningún estudio ha examinado los efectos de una intervención a largo plazo (> 24 semanas) en jugadores de fútbol prepúberes. En consonancia con las consideraciones anteriores, el objetivo de este estudio fue examinar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza de impacto bajo (bajo volumen) y alta intensidad (carreras de velocidad y salto) durante la temporada, sobre el rendimiento físico en jugadores de fútbol prepúberes.

Se puede plantear, que la combinación de ejercicios de fútbol y fuerza dentro de un programa de entrenamiento de alta intensidad durante un período de 26 semanas podría mejorar el rendimiento del salto y la capacidad de sprint de los jugadores en mayor medida que un entrenamiento de fútbol solo, sin modificar las capacidades de resistencia y flexibilidad isquio-lumbar.

Metodología

La metodología del presente estudio queda determinada por el tipo de investigación que se pretende realizar, más concretamente por los objetivos que se intentan conseguir, la naturaleza de las variables a tratar y el nivel de control del proceso.

Las características de los datos obtenidos reflejan que el estudio ha sido fundamentalmente *cuantitativo*, dentro de un marco *experimental* dado por el grado de la manipulación de las variables independientes (1/4 de sentadilla, sentadillas profundas, salto vertical con carga, salto con obstáculo, desplazamiento de carga y aceleraciones) y los objetivos del estudio perseguidos.

Las variables independientes mencionadas las podemos considerar *predictoras* de la velocidad de desplazamiento, potencia de salto (CMJ), resistencia intermitente y de la flexibilidad (variables *dependientes* del estudio).

Por todo ello, y viendo las características tanto del estudio como del objeto de estudio podemos decir que nos encontramos ante un estudio de carácter *explorativo* y *correlacional*.

Aproximación Experimental al problema

El estudio fue diseñado para determinar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza con cargas bajas y alta velocidad de ejecución en jugadores de fútbol preadolescentes sobre el salto vertical, velocidad de sprint, resistencia y flexibilidad de la zona isquio-lumbar.

El tratamiento se integró dentro de la sesión normal de entrenamiento de fútbol (considerada, ésta, de impacto moderado), comparando 26 semanas de entrenamiento entre 2 grupos con una frecuencia similar y volúmenes e intensidades similares, también. Con el fin de determinar los efectos del programa de entrenamiento, se seleccionaron los siguientes tests: (a) velocidad lineal en 15 metros, (b) altura de salto CMJ, (c) Yo-Yo test de resistencia intermitente (Yo-Yo RI), y (d) Flexibilidad Sit & Reach.

Todos los tests fueron ejecutados antes del inicio del tratamiento (pretest), después de 9 semanas (T2), a las 18 semanas (T3) y al final del período de entrenamiento (26 semanas) (postest). La evaluación de los tests se completó en 2 días. El día 1: se realizaron las medidas antropométricas, medición de altura del salto con contramovimiento (CMJ) (cm) y velocidad lineal en 15 metros (seg). El día 2: se completaron la Flexibilidad (cajón Sit & Reach) y la prueba de resistencia intermitente (Yo- YoRI). Antes de las pruebas, y una vez realizadas las mediciones antropométricas, los sujetos realizaron un calentamiento estandarizado que consiste en 5 minutos de carrera a 9 km.h⁻¹, seguido estiramientos dinámicos. Después, realizaron 2 minutos de calentamiento específico de fútbol (cambios de direcciones, sprints, saltos con cabeceos) y 4 minutos de estiramientos (primero estáticos y luego dinámicos). Además, se permitió un descanso suficiente entre todas las pruebas. Después de las mediciones iniciales, los sujetos se asignaron aleatoriamente a 2 grupos: control (C) (n = 13) que sólo llevó a cabo el programa de entrenamiento de fútbol, y un grupo experimental (S) (n = 11) que llevó a cabo el mismo programa de entrenamiento de fútbol como el grupo C, más un programa de fuerza de alta intensidad específicamente diseñado.

Los sujetos se familiarizaron con todas las pruebas y procedimientos para la evaluación del tratamiento antes del inicio del testeo. Además, se realizaron sesiones de familiarización para todos los sujetos del grupo S unos días antes de las pruebas utilizando protocolos similares mientras se seguía con los entrenamientos de fútbol programados, adquiriendo la técnica correcta de ejecución de cada una de las tareas (sin carga) ocupando las 2 semanas previas al comienzo del estudio.

Todas las sesiones fueron supervisadas rigurosamente por el investigador, siendo los sujetos inexpertos en éste tipo de entrenamiento. El horario de realización de la sesión fue desde las 16,45 a 18,30 h, utilizando los primeros 25 minutos para aplicar el tratamiento, integrado éste como parte de la planificación de la temporada.

El tratamiento incluía según las necesidades del equipo tareas específicas de fútbol tras las series para hacer más específico el entrenamiento. El diseño del estudio se muestra a continuación en la tabla 4.

Tabla 4. Diseño experimental del estudio 1.

GRUPO	ASIGNACIÓN	PRETEST	TRATAMIENTO	TEST 2	TRATAMIENTO	TEST 3	TRATAMIENTO	POSTEST
Exp. (S) (n=11)	Al azar	Velocidad 15m	Entrenamiento	Velocidad 15m	Entrenamiento	Velocidad 15m	Entrenamiento	Velocidad 15m
		CMJ	fútbol	CMJ	fútbol	CMJ	fútbol	CMJ
		Yo-Yo RI	¼ Sentadilla	Yo-Yo RI	¼ Sentadilla	Yo-Yo RI	¼ Sentadilla	Yo-Yo RI
		Seat & reach	Sentadilla Prof.	Seat & reach	Sentadilla Prof.	Seat & reach	Sentadilla Prof.	Seat & reach
Cont. (C) (n=13)	Al azar	Velocidad 15m	Entrenamiento	Velocidad 15m	Entrenamiento	Velocidad 15m	Entrenamiento	Velocidad 15m
		CMJ	fútbol	CMJ	fútbol	CMJ	fútbol	CMJ
		Yo-Yo RI	fútbol	Yo-Yo RI	fútbol	Yo-Yo RI	fútbol	Yo-Yo RI
		Seat & reach	Seat & reach	Seat & reach	Seat & reach	Seat & reach	Seat & reach	Seat & reach

Exp. = Experimental; **Cont.** = Control; **Sentadilla Prof.** = Sentadilla Profunda; **Salto Vert. C.** = Salto Vertical con Carga; **Despl. Carga** = Desplazamiento de carga; **Yo-Yo RI** = Test Yo-Yo resistencia intermitente; **Velocidad 15m** = Test de velocidad en 15 metros; **CMJ** = Test de medición de potencia de salto; **Seat & reach** = test de flexibilidad isauio-lumbar.

Sujetos

Este estudio incluyó a un grupo de 24 jugadores jóvenes de fútbol de la Academia del Real Betis Balompié, en España. Todos los sujetos fueron reclutados entre las edades de 8 y 9 años (Tabla 5) y no tenían experiencia alguna con entrenamientos de fuerza, o entrenamientos de alta intensidad en esta disciplina ni ninguna otra competición deportiva que implicase ejercicios similares anteriormente al inicio del presente estudio. Los criterios de exclusión para este estudio incluyeron sujetos con problemas médicos potenciales o antecedentes de tobillo, rodilla o patología de espalda en los 3 meses anteriores al inicio del estudio. Además, se excluyeron los sujetos con problemas médicos u ortopédicos que pudiesen comprometer su participación o evolución en este estudio, así como sujetos con cirugía reconstructiva realizada en las extremidades inferiores en los últimos 2 años o trastornos musculoesqueléticos sin resolver. Todos los sujetos y sus tutores legales fueron cuidadosamente informados acerca del procedimiento del estudio y sobre sus riesgos y beneficios asociados con la participación en él. Todos los sujetos y tutores legales leyeron y firmaron un documento de consentimiento informado antes de ser incluidos en el estudio (Anexo I). Todos los procedimientos fueron aprobados por el Comité Institucional de Ética de la Universidad de acuerdo con las leyes nacionales e internacionales vigentes y los reglamentos que rigen el uso de sujetos humanos (Declaración de Helsinki II).

Tabla 5. Características de los grupos en estudio 1 (medias \pm SD).

Grupo	Edad (años)	Altura (cm)		Peso corporal (kg)		% grasa		Exp. Fútbol (meses)
		Pre	post	Pre	Post	pre	post	
S (n=11)	9,32 \pm 0,25	135,6 \pm 6,2	145,1 \pm 6,6*	34,1 \pm 4,2	35,9 \pm 4,3*	13,2 \pm 0,5	12,8 \pm 3,1	24
C (n=13)	8,26 \pm 0,33	131,9 \pm 6,6	136,6 \pm 6,1*	29,3 \pm 4,6	30,9 \pm 3,9*	12,8 \pm 1,9	12,2 \pm 3,9	18

* Diferencia significativa entre los valores del pre test y postest ($p \leq 0.05$).

Variables Independientes

El estudio planteado fue de carácter experimental por lo que existieron una serie de variables que actuaron como independientes para dar explicación a las variables estudiadas. Fueron las siguientes:

- *¼ Sentadillas (hasta 45°).*
- *Sentadillas profundas.*
- *Saltos con carga (3kg).*
- *Saltos con obstáculos (vallas entre 15cm y 40cm).*
- *Aceleraciones.*
- *Desplazamiento de Carga (generada por un compañero).*

Variables Dependientes

Las variables analizadas catalogadas como dependientes fueron:

- *Velocidad lineal en 15 metros.*
- *Potencia de salto (CMJ).*
- *Resistencia Intermitente (Yo-yo test RI).*
- *Flexibilidad (Sit & Reach).*

Control de Variables Extrañas

El cumplimiento del protocolo a la hora de la realización de los ejercicios se controló debidamente con la rigurosidad, supervisión y disciplina necesaria. Así, y de igual manera se realizaron los diversos tests en el momento de las mediciones.

No obstante, nos encontramos con algunas variables que se tuvieron que controlar para llevar a cabo de forma correcta el estudio:

- Por un lado, al principio de la temporada fluctuó el número de jugadores debido a las altas y bajas que el club dio. Al comienzo del estudio, todos los jugadores incluidos en él formaban ya parte de la plantilla.

- Por otro, se contó con la posible falta de asistencia de manera puntual al entrenamiento debido a diversos motivos (nos encontramos con sujetos precoces y donde no existe el profesionalismo). Para ello, desde el primer día se construyó una hoja de registro en la que se controlaba la asistencia por parte de todos y cada uno de los jugadores. (Tabla 6) (Para verla completo ir al Anexo II).

Tabla 6. Ejemplo de hoja de control de asistencia en estudio 1.

Sujeto	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3	
	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2
1	●	●	---	---	---	●
2	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●
7	●	●	●	●	●	●
8	●	●	---	---	●	●
9	●	●	●	●	●	●
10	●	●	●	●	●	●
11	●	●	●	●	●	●

(Circulo verde = asistencia; Línea discontinua roja = falta).

Medidas antropométricas

Antes de los tests para medir las variables físicas a analizar se determinaron estatura, peso corporal (Seca-equilibrio, Seca 222, Nueva York, NY, EE.UU.) y porcentaje de grasa corporal de los sujetos. El porcentaje de grasa se calculó por medio de mediciones de pliegues cutáneos utilizando un calibrador específico Harpenden (ASSIST Creativo Resources Ltd, Londres, Reino Unido). Para estimar la densidad corporal se usó la fórmula 7-site Jackson-Pollock (Sinning *et al.*, 1985), validada para su uso con atletas.

A continuación se calculó el porcentaje de grasa corporal utilizando la fórmula recomendada por el Colegio American College of Sports Medicine (2006), basada en la edad y origen étnico. Dos probadores experimentados evaluaron las mediciones antropométricas durante todo el estudio.

Velocidad lineal en 15 metros

La capacidad de sprint fue medida en una distancia de 15 metros y se llevó a cabo al aire libre con unas condiciones climáticas estándar (sol y fuerza del viento) en el campo de fútbol (hierba artificial). Se consideró ésta medida (y no las más habituales en estudios realizados de 10 o 20 metros) debido a que la disciplina practicada por los sujetos es fútbol-7, cuyas dimensiones del terreno de juego son reducidas con respecto a fútbol-11 y es una distancia recorrida muy común en las acciones explosivas que se producen durante el partido.

Para todas las salidas realizadas, los sujetos partieron con posición de inicio agachada y comenzaron la carrera con un estímulo sonoro al azar (al indicarles “*cuando quieras*”). El tiempo tardado en recorrer los 15 metros se hizo con células fotoeléctricas (*Racetime2 Polifemo light Radio; Microgate. Bolzano, Italia*). Después del calentamiento establecido, los sujetos pudieron practicar el test con 2 ensayos realizados a mitad de velocidad para que se familiarizaran con la situación a experimentar. Se dispuso de dos conos “chinos”, uno sirviendo de marca de inicio un metro por detrás de la célula colocada a 0 metros, y otro al final, 1.5 metros tras pasar la célula colocada a 15 metros.

Estos conos, realizan la función de no partir de 0 Km/h el test y otro de permitir que el jugador sobrepase la célula de corte (15 metros) aun a la máxima velocidad posible (ya que en éste tipo de test los sujetos tienden a reducir la velocidad al ver acercarse el final).

Se completaron dos intentos, y la mejor marca se utilizó para el análisis estadístico posterior. Se permitieron tres minutos de descanso entre los dos intentos. La fiabilidad del test se consideró como alta según lo indicado por un CCI = 0.94.

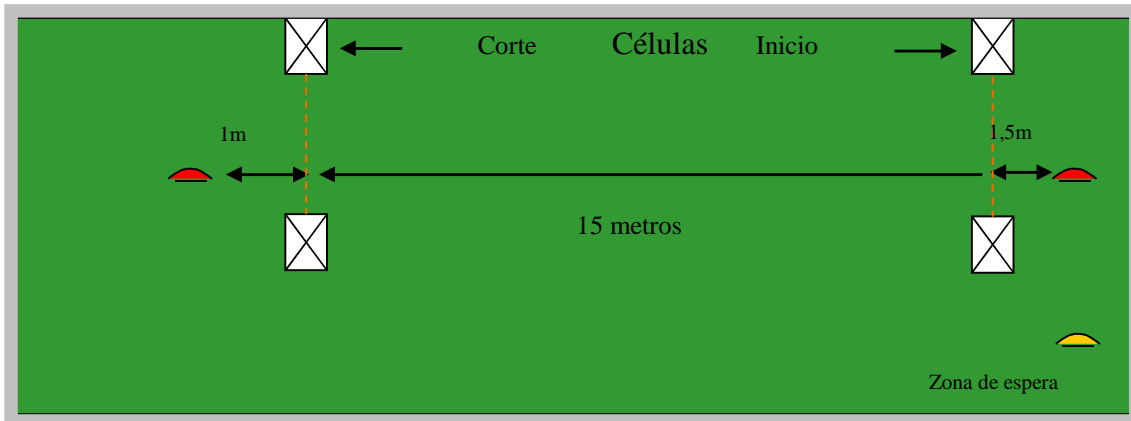


Figura 1. Disposición general de los materiales en el test de velocidad lineal en 15m.

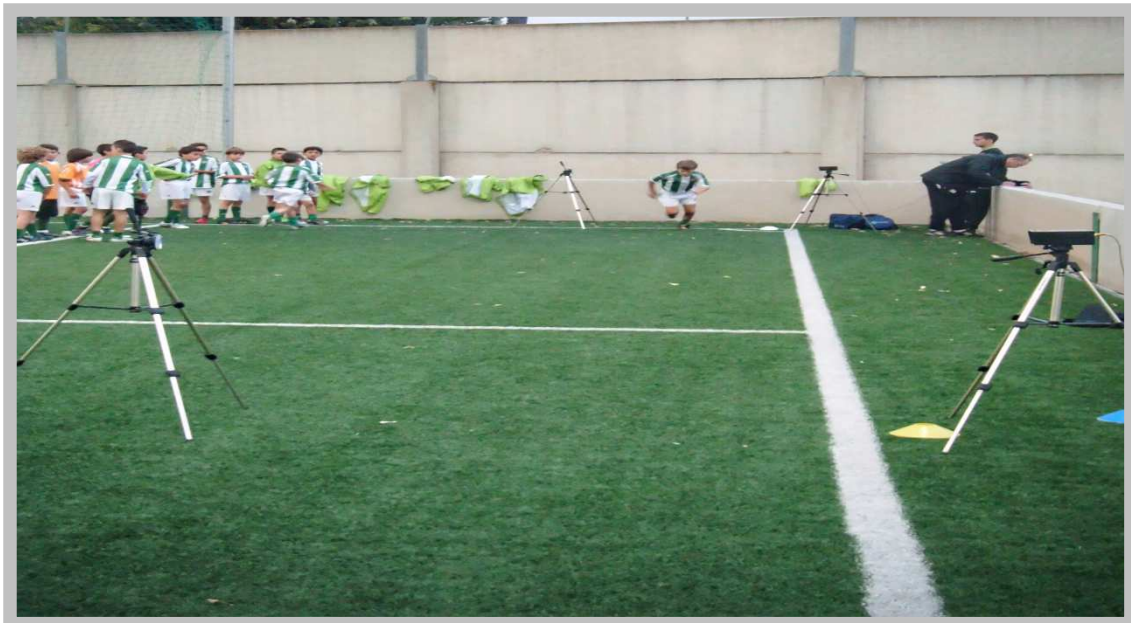


Figura 2. Representación gráfica de la realización del test (velocidad lineal en 15m).

Salto con Contramovimiento (CMJ)

El CMJ se utilizó con el fin de evaluar la fuerza explosiva de los músculos de las extremidades inferiores. El test CMJ se realizó utilizando una plataforma de contacto electrónico (*OptoJump; Microgate. Bolzano, Italia*).

Durante el CMJ, el sujeto fue instruido para colocar sus manos sobre sus caderas mientras se realiza un movimiento descendente seguido por un salto vertical máximo.

Todos los sujetos tuvieron la consigna de caer en posición vertical y no doblar las rodillas hasta no contactar con el suelo y realizaron los saltos de forma seguida esperando la señal del medidor para proceder al siguiente. El test se realiza tras haber dado la información previa oportuna, realizar una demostración práctica y permitir a los sujetos un tiempo pequeño de prueba para la técnica de ejecución del test.

Se ejecutaron cinco intentos con una pausa de 5 segundos entre los saltos. Los 2 valores extremos de los 5 saltos fueron eliminados (mejor y peor), y el promedio de los 3 valores centrales se utilizó para el posterior análisis estadístico. El coeficiente de correlación intragrupo (CCI) fue de 0.96.



Figura 3. Representación gráfica del test (CMJ).

Yo-Yo test de Resistencia Intermitente: Nivel 1

El presente test (Yo-YoRI) sirvió para medir la capacidad de resistencia intermitente del sujeto durante un periodo de tiempo prolongado a través de la estimación del VO₂ máx. Creado por J. Bangsbo a partir de primeros de los 90 del siglo pasado.

Se realizó de acuerdo a los procedimientos sugeridos por Castagna *et al.*, (2006) y Krustup *et al.*, (2003). En el fútbol se incluyen esfuerzos intermitentes y de alta intensidad, los cuales influyen en la ruta metabólica de la glucólisis anaeróbica. El Yo-YoRI se considera específico al reproducir estrechamente patrones de esfuerzo que se ven en un partido de fútbol. No obstante, ha sido utilizado en numerosos estudios como test de referencia para ver la mejora del VO₂ máximo en futbolistas (Castagna *et al.*, 2009; Bangsbo *et al.*, 2008; Castagna *et al.*, 2006; Krustup *et al.*, 2003). En este estudio, el test Yo-YoRI comenzó en la palier 8, a 11.08 Km / h. Se realizó en intervalos estándar de 20 metros.

Además de las dos marcas que establecen la longitud de 20 metros se suele introducir una tercera a 2.5 metros por detrás de la marca inicial, utilizada para que el jugador al terminar el tramo de vuelta no pare de repente y continúe una carrera suave de 5 metros (2.5 metros de ida y otros tantos de vuelta) hasta el punto de partida para realizar el siguiente palier. Esta marca es simplemente referencial, y aunque se suele colocar no es ni esencial ni obligatoria. Para su realización se utilizó un CD con el test íntegro en sus dos niveles, con una introducción teórica incluida en el CD, y conos para las marcas.

Tiene una duración entre 5 y 20 minutos existiendo además 2 niveles. Uno para principiantes y otro para avanzados. El test comienza a 8 km/h en su nivel 1, y a 11.5 Km/h en el 2, aumentando tras cada palier, acortando el tiempo entre “bips”, evidentemente. (Tabla 7, Descripción de velocidades en yo-yo test nivel 1 y tabla 8 consumo VO₂ máx. en yo-yo test nivel 1). La distancia total cubierta por cada sujeto fue la utilizada para análisis. El ICC fue de 0.90.

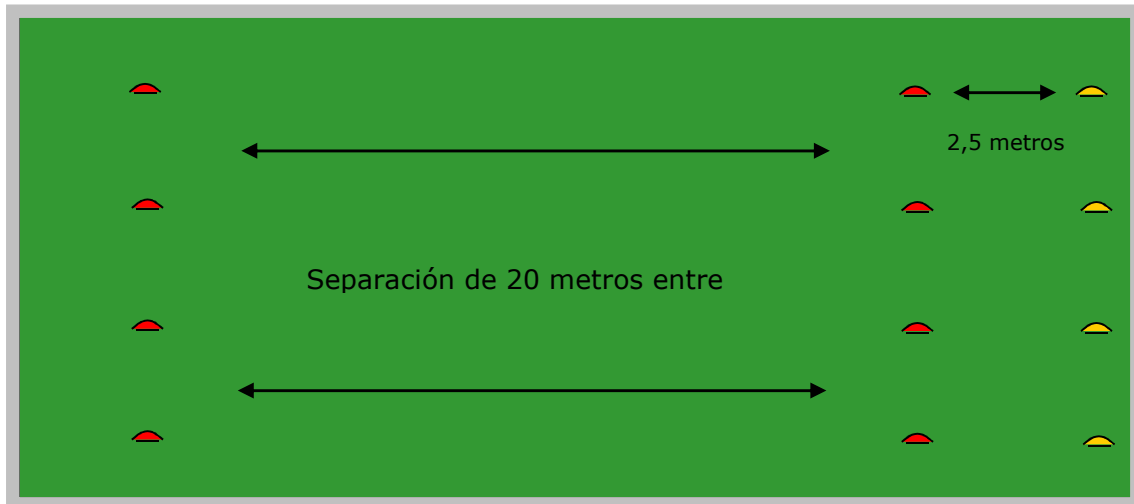


Figura 4. Disposición de los materiales en el Yo-Yo test RI (resistencia intermitente).

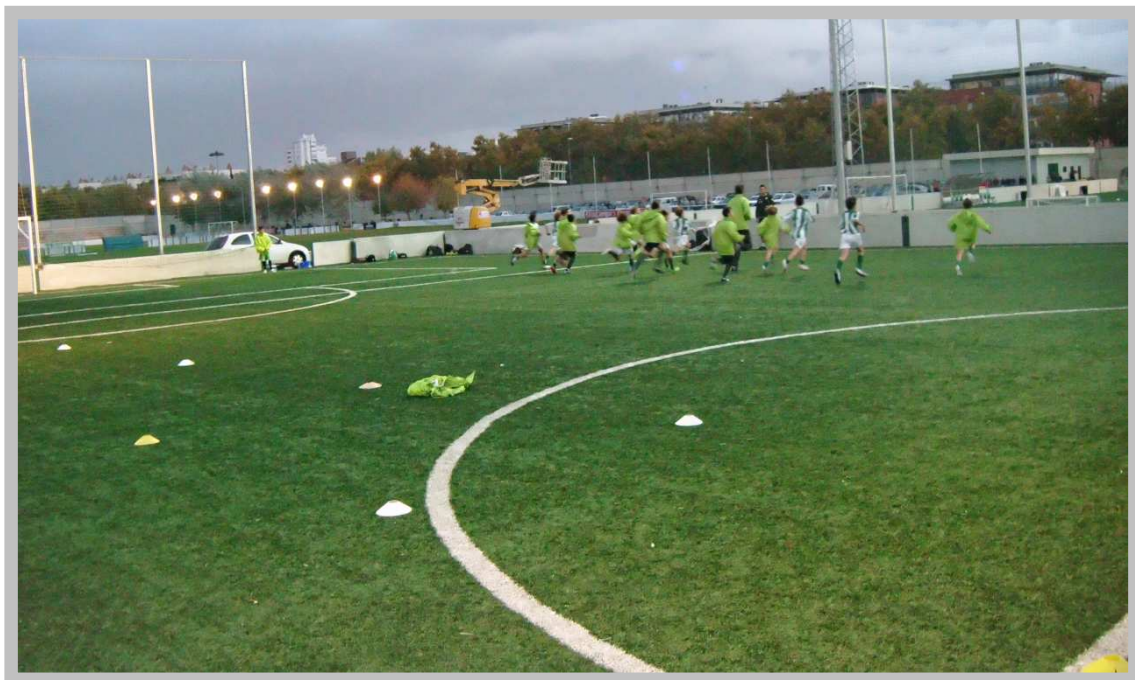


Figura 5. Representación gráfica del test (Yo-YoRI).

Flexibilidad (Sit & Reach)

Este test se utilizó para evaluar el progreso en la flexibilidad de la zona isquio-lumbar. La prueba se realizó de acuerdo con el procedimiento sugerido por Wells y Dillon, (1952). Se hicieron dos intentos, con una pausa de 30 segundos entre ellos, escogiendo el mejor registro conseguido para el posterior análisis estadístico. La fiabilidad de esta medida fue de ICC = 0.94.

Se usó un cajón es de madera, donde la base cuadrada llega a una altura de 15 cm, y lo que podríamos definir como la tapa del cajón sobresale a su vez 15 cm con respecto a la base en el extremo donde se encuentra el sujeto, existiendo solapada una cinta métrica que comienza desde 0 centímetros en adelante en la dirección en la que se produce la flexión. Además, para determinar la distancia exacta se utiliza un objeto de peso medio relativamente plano y de estructura lisa que pueda empujarse con relativa facilidad para determinar la marca máxima registrada (Figura 6).

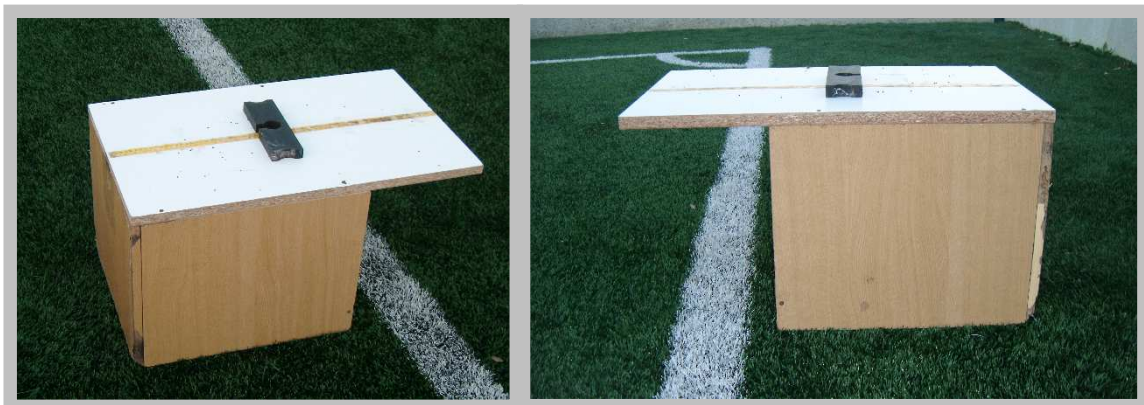


Figura 6. Representación gráfica del cajón de flexibilidad isquio-lumbar.

Para llevar a cabo el test se realiza el siguiente protocolo: El sujeto parte desde posición sentada con piernas extendidas y apoyadas sobre la base. Extiende los brazos con el cuerpo aun erguido y contacta con las puntas de los dedos (las manos deben permanecer extendidas en todo momento) con el objeto que nos sirve para determinar la marca.

A partir de éste momento, se produce una flexión del tronco hacia delante de forma continuada hasta llegar al límite de sus posibilidades. En ese momento queda registrado el total del avance por el objeto y se anota en la hoja de registro.

Puntos importantes a tener en cuenta:

- Las piernas deben permanecer extendidas en todo momento.
- Los brazos siempre estarán extendidos con manos abiertas, apoyando las palmas de ésta sobre la tapa del cajón y empujando el objeto a desplazar únicamente con las puntas de los dedos (no con las yemas ni nudillos).

Para evitar que el objeto fuese empujado o el sujeto altere el resultado, en el momento de su máxima flexión se indicó con un “ya” que ha llegado al límite, debiendo aguantar 2-3” esa posición hasta la aprobación del medidor que anotará el resultado (obtenido en centímetros) en la hoja de registro.

Este test ha creado controversia en su validación, ya que posee las siguientes limitaciones:

- No neutraliza las variables antropométricas, obteniendo ventaja los individuos con brazos y piernas largos.
- Intervención de gran cantidad de grupos musculares, sin tener muy claro la influencia de ellos en la flexión realizada por el sujeto.

Estas limitaciones no afectan al resultado del test para el estudio que se propone en éste documento, ya que no se ha tratado de comparar sujetos, ni intragrupos ni intergrupos, sino teniendo como objetivo la modificación sufrida forma individual con la aplicación del entrenamiento de la fuerza y buscar correlaciones significativas. Viendo si ayuda a mejorar la flexibilidad en edades tempranas en los grupos musculares más relevantes que intervienen en la práctica del fútbol, o si por el contrario perjudica, limita y/o atrofia a ésta cualidad.



Figura 7. Representación gráfica del test (flexibilidad isquio-lumbar).

Tratamiento

Los grupos de entrenamiento Control y Experimental, tuvieron una frecuencia de 3 sesiones por semana de entrenamiento de fútbol. Mientras el grupo S únicamente realizaba dicho entrenamiento, el grupo C incluía en 2 de las sesiones un entrenamiento específico de fuerza. Los ejercicios introducidos en el tratamiento cumplían 2 características: Por un lado, son ejercicios de carga baja. Por otro, debían realizarse a altas velocidades. El tratamiento se realizó durante 3 ciclos de 9 semanas cada uno (8 de entrenamiento de fuerza y la última semana se realizaba la medición correspondiente).

La planificación del entrenamiento de fuerza fue llevada a cabo por el investigador siendo la misma para todo el grupo teniendo en cuenta las características de los sujetos. Se llevaron a cabo un total de 48 sesiones de entrenamiento específico de fuerza repartidas entre los 3 ciclos (16 sesiones por ciclo). En el tercer ciclo existió un periodo de desentrenamiento de dos semanas, el cual se tuvo en cuenta a la hora del análisis de los datos y su posterior discusión.

El volumen total del entrenamiento (series y nº de repeticiones), el tipo de tratamiento, la intensidad y la carga de trabajo se presentan a continuación, en la tabla 9 y figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

Tabla 9. Tratamiento de fuerza para el grupo S.

SEMANAS	1		2		3		4		5		6		7		8		9
EJERCICIOS / SESIONES	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	TESTS
¼ SENTADILLA	2x8	3x8	3x8	3x6	3x8	3x8	2x6	3x6	3x6	3x4	3x4	3x4	2x6	3x6	3x6	3x6	
SALTO VERTICAL (3KG CARGA)	3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		
SENTADILLA PROFUNDA	3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		
DESPLAZAMIENTO DE CARGA	3x10"		3x10"		4x10"		4x10"		5x10"		3x10"		4x10"		4x10"		
SALTO DE OBSTÁCULO		3x5		3x5		3x5		3x5		3x5		3x5		3x5		3x5	
ACELERACIONES		3x20		4x20		3x20		4x20		4x20		3x20		4x20		4x20	
SEMANAS	10		11		12		13		14		15		16		17		18
EJERCICIOS / SESIONES	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	TESTS
¼ SENTADILLA	3x6	3x6	3x8	3x6	3x8	3x8	3x6	3x6	3x6	3x4	3x4	3x4	3x4	3x4	3x6	3x6	
SALTO VERTICAL (3KG CARGA)	3x4		3x4		3x4		3x4		3x6		3x6		3x6		3x5		
SENTADILLA PROFUNDA	3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		3x6		
DESPLAZAMIENTO DE CARGA	4x10"		4x10"		4x10"		4x10"		5x10"		3x10"		3x10"		3x10"		
SALTO DE OBSTÁCULO		3x5		3x5		3x5		3x5		3x5		3x5		3x5		3x5	
ACELERACIONES		4x20		4x20		3x20		4x20		4x20		3x20		3x20		4x20	
SEMANAS	19		20		21		22		23		24		25		26		27
EJERCICIOS / SESIONES	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	TESTS
¼ SENTADILLA	4x6	4x6	4x8	4x6	4x8	4x8	5x6	5x6	5x6	6x4	4x4	3x4	4x4	3x4	4x6	4x4	
SALTO VERTICAL (3KG CARGA)	4x4		4x4		4x4		5x4		3x4		2x6		2x6		4x4		
SENTADILLA PROFUNDA	4x6		4x6		4x6		5x6		5x6		3x6		3x6		4x6		
DESPLAZAMIENTO DE CARGA	5x10"		5x10"		5x10"		6x10"		5x10"		3x10"		3x10"		4x10"		
SALTO DE OBSTÁCULO		4x5		4x5		4x5		5x5		5x5		3x5		3x5		4x5	
ACELERACIONES		4x20		4x20		4x20		4x20		5x20		3x20		3x20		4x20	

S= Sesiones; 3x5= Series por repeticiones; ¼ SENTADILLA= Grado de flexión de la rodilla fue sobre 120°; SALTO VERTICAL (3KG CARGA)= Saltos verticales repetidos con un balón medicinal de 3kg; SENTADILLA PROFUNDA= Grado de flexión de la rodilla sobre 30°; DESPLAZAMIENTO DE CARGA= Velocidad máxima con resistencia de un compañero agarrado de la cintura. Repeticiones siempre de 10 segundos; SALTO DE OBSTACULO= Saltos verticales en plataformas de 5, 10 y 15 centímetros y laterales sobre vallas de 10 cm; ACELERACIONES= Velocidad máxima sobre 20 metros.

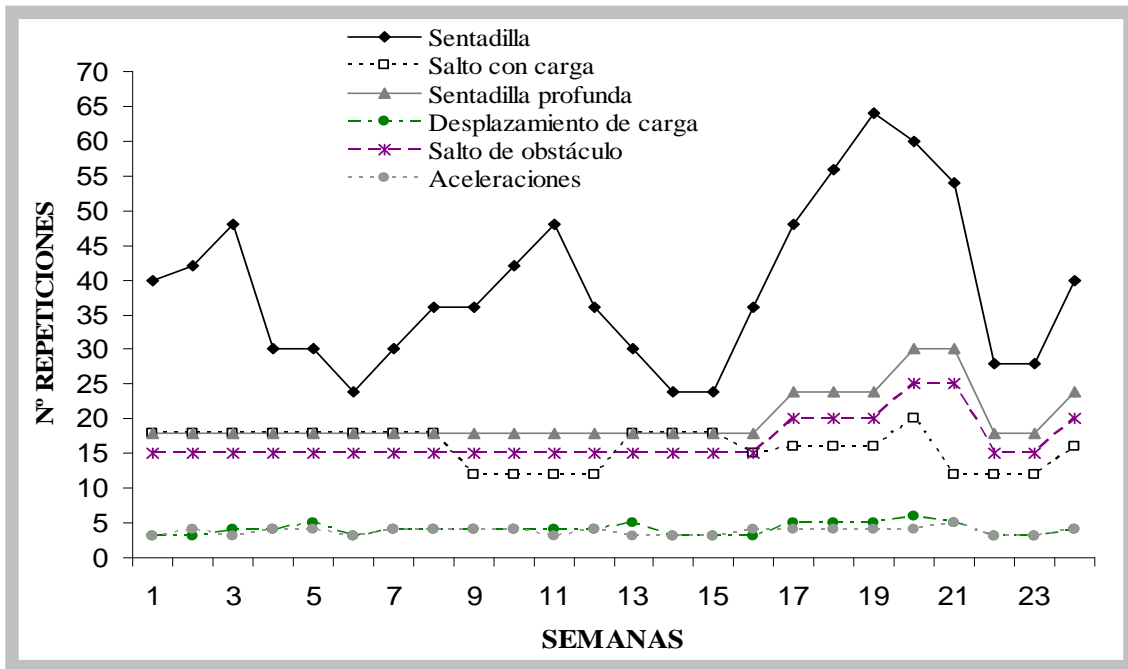


Figura 8. Volumen de entrenamiento para el grupo S en todos los ejercicios.

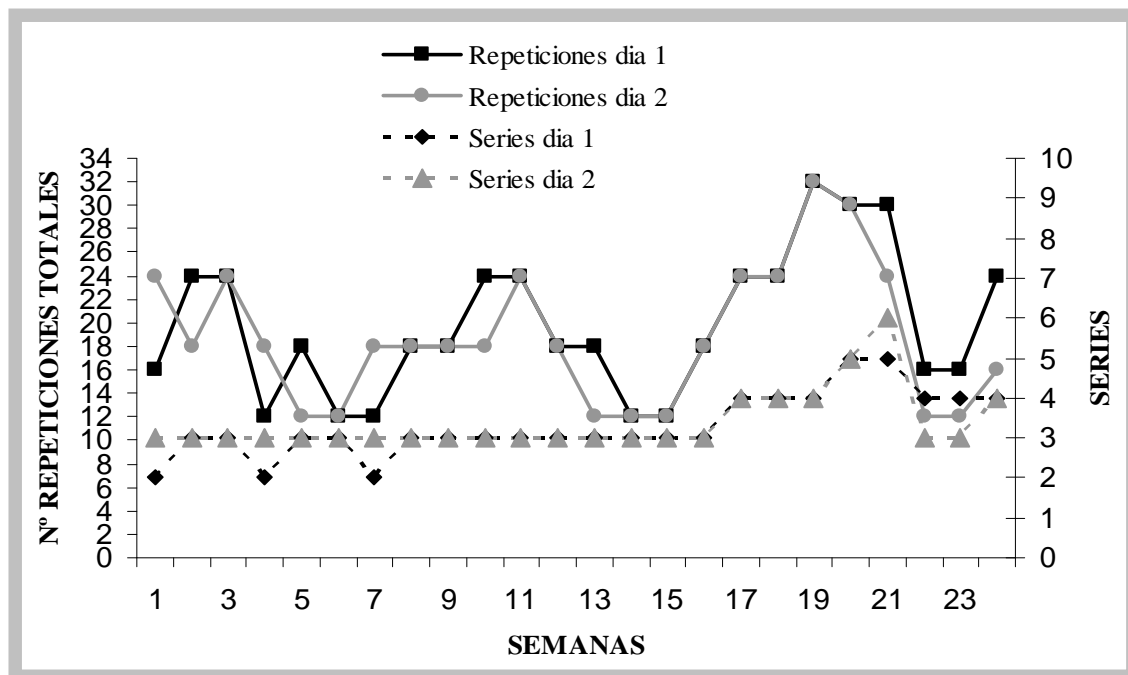


Figura 9. Volumen de entrenamiento para el grupo S en 1/4 de Sentadillas.

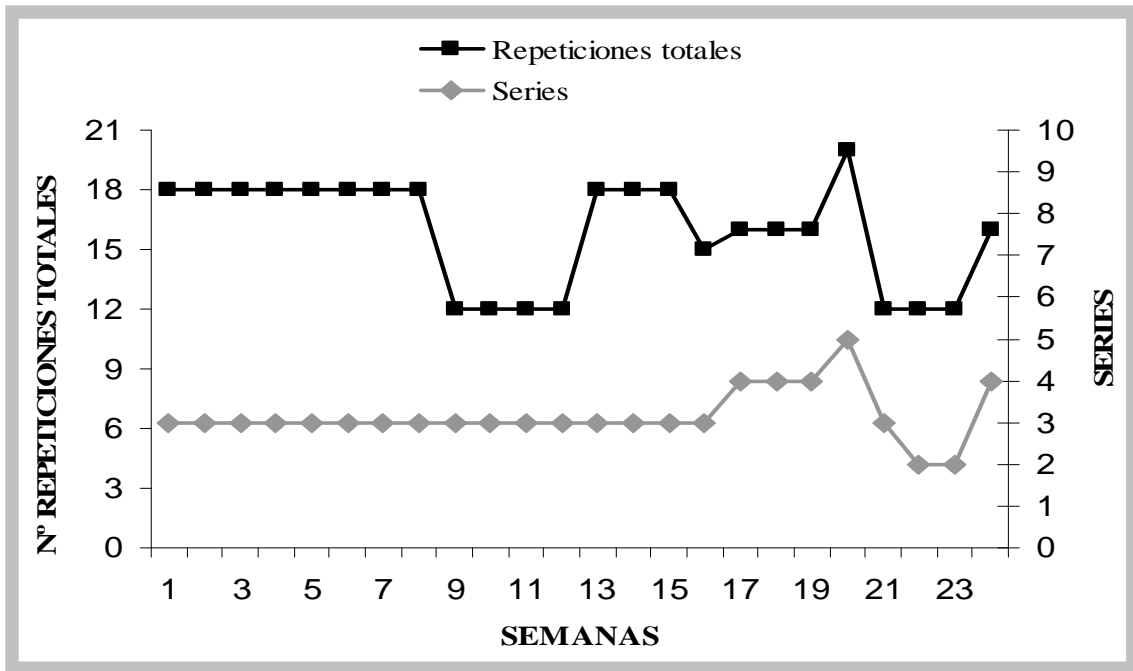


Figura 10. Volumen de entrenamiento para el grupo S en Salto con Carga.

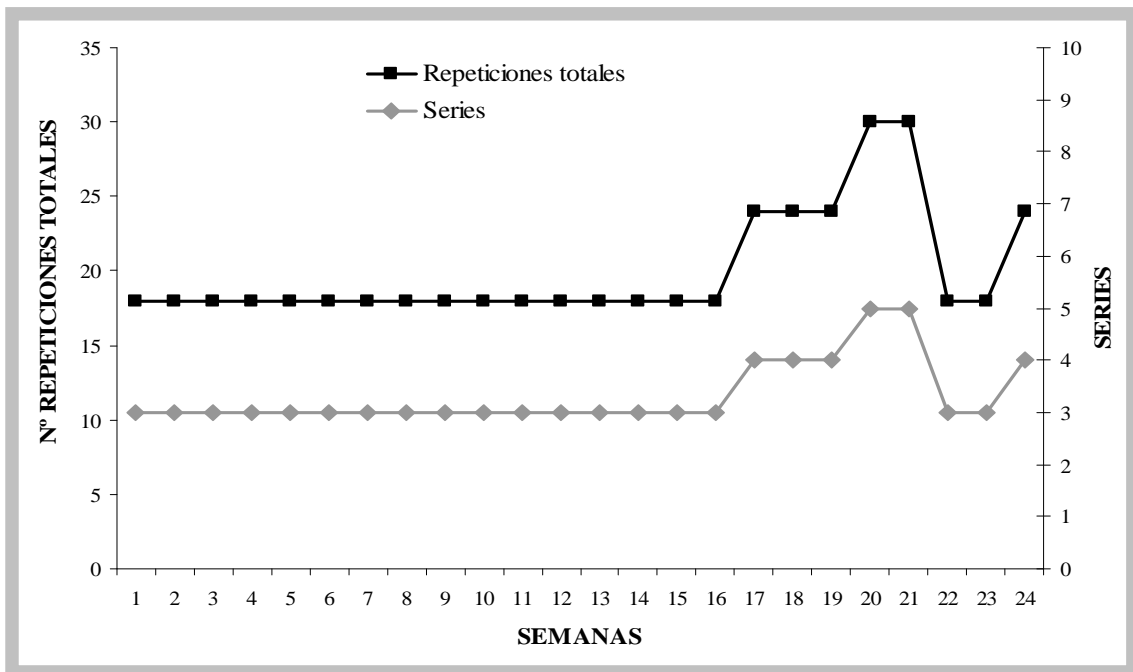


Figura 11. Volumen de entrenamiento para el grupo S en Sentadillas profundas.

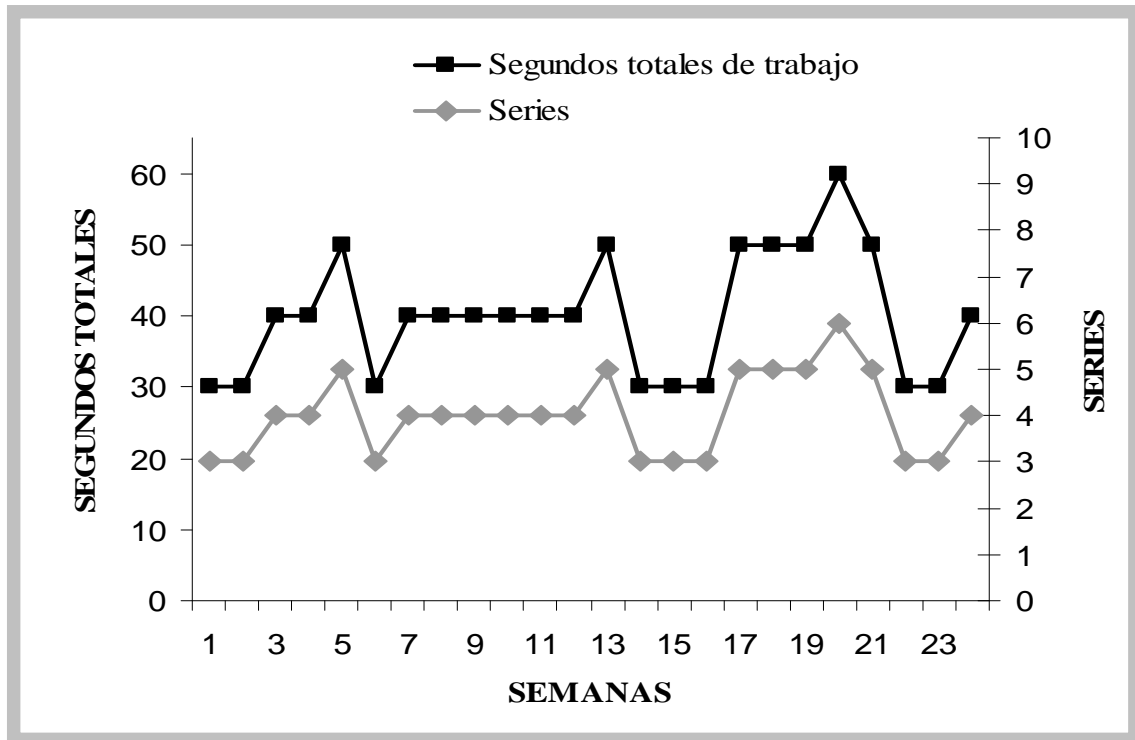


Figura 12. Volumen de entrenamiento para el grupo S en Desplazamiento de Carga.

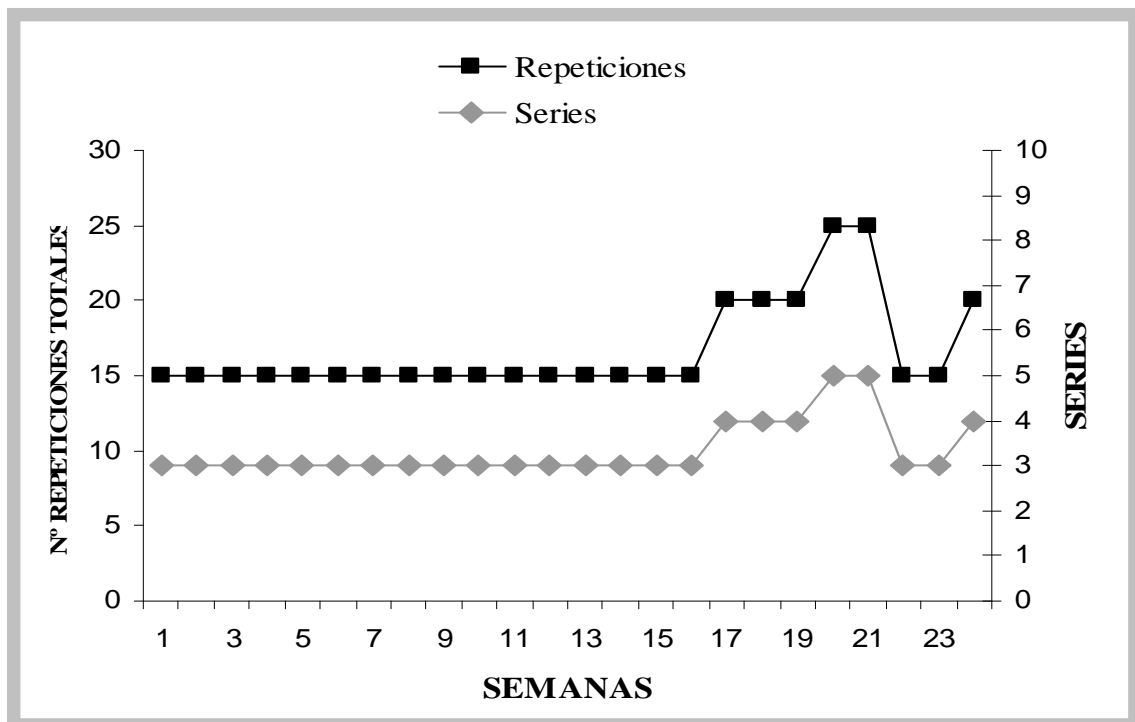


Figura 13. Volumen de entrenamiento para el grupo S en Salto con Obstáculo.

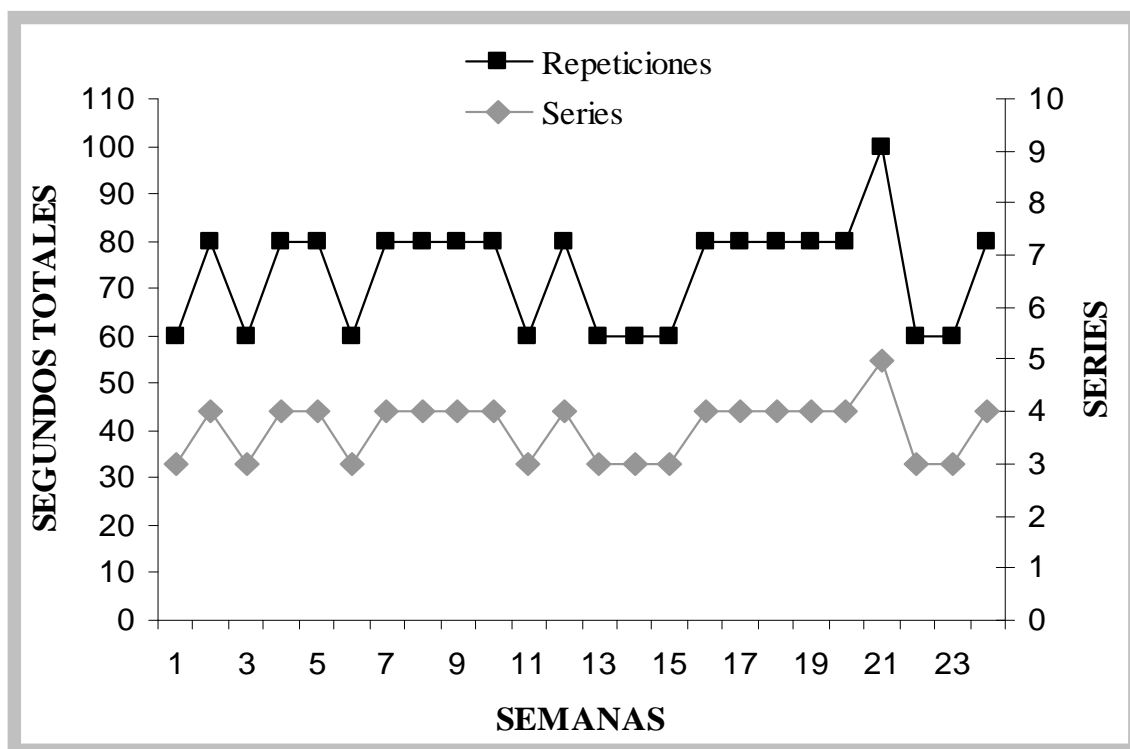


Figura 14. Volumen de entrenamiento para el grupo S en Aceleraciones.

Como se ha comentado anteriormente, el tratamiento fue integrado en el desarrollo normal de las sesiones destinadas para entrenar fútbol en el Grupo S, complementando el entrenamiento en su parte principal (dentro de circuitos, como trabajo previo a una tarea programada, tras un ejercicio orientado al objetivo técnico-táctico planificado,...), teniendo en muchas ocasiones acciones específicas de fútbol al finalizar cada serie para activar al futbolista e incidir en su mejora diaria. El contenido de las sesiones llevadas a cabo, así como su forma de integrarlas, se presentan en el anexo IV, mostrándose un ejemplo a continuación:

Tabla 10. Ejemplo del contenido de las sesiones que incluyen tratamiento.

SEMANA TIPO			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Círculo cuatro estaciones de fuerza. Acción específica tras cada serie.		Descripción: Dos zonas de trabajo. Dos grupos. 1x1 finalización + trabajo de fuerza.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 2x8	Salvar gol en miniportería	Sentadilla 3x8	4 pases con compañero
Salto peso 3x6	Balón aéreo de cabeza	Salto banco 3x5	Remate plancha (frontal en valla pequeña)
Sentadilla profunda 3x6	Tiro potencia 100%	Aceleraciones 4x20 mts	Simulación entrada
Despl. Carga 3x10"	3 mts slalom con balón		
Observaciones: La mecánica de ejecución aun no es la óptima. Se trabaja con interés y realizando lo que se pide.		Observaciones: Se hacen dos grupos y se reparten en cada zona. 2x6' de trabajo en cada zona.	

Instrumentos de medida

Células fotoeléctricas Racetime2 Polifemo light Radio. Microgate (Bolzano, Italia).

Equipo base (control de salida y llegada): barrera fotoeléctrica de alta sensibilidad, emisora de radiofrecuencia codificada, receptor de radiofrecuencia, baterías recargables (hasta 15 horas de autonomía), cargador de baterías y trípodes. Cada barrera fotoeléctrica está formada por un emisor-receptor de alta sensibilidad, así como de un elemento reflectante (funcionamiento a reflexión de hasta 15m.) Las señales obtenidas por las barreras son codificadas y emitidas. Por su parte, el equipo receptor decodifica y activa los controles del cronómetro. La ausencia de cualquier cable de conexión y la posibilidad de obtener los tiempos totales e intermedios (máximo 6, todos identificables) moviéndose libremente a lo largo del terreno, hace que pueda ser utilizado para la realización de diferentes pruebas de velocidad (hasta 300m). Posibilidad de fijar tiempos muertos y salidas dobles separadas una de la otra, así como el tipo de impulso (salida, llegada, pista).



Figura 15. Representación gráfica de las células fotoeléctricas *Racetime2 Polifemo light Radio*.

Plataforma de infrarrojos (OptoJump; Microgate. Bolzano, Italia). Sistema de plataforma sin contactos eléctricos que utiliza rayos infrarrojos modulados paralelos, invisibles y que no se ven afectados por la luz ambiental. Dichos rayos cubren la superficie del suelo, situado entre dos barras paralelas de igual longitud (emisor y receptor). Cuando la radiación es interrumpida al pisar la zona comprendida entre las barras, se emite una señal transmitida al circuito de control, que a su vez, manda una señal al dispositivo encargado de su procesamiento.

Por tanto, es un sistema de obtención óptica de datos, compuesto de una barra óptica transmisora y una receptora que constan de leds Infrarrojos. Estos leds están ubicados sobre la barra transmisora y se comunican continuamente con los leds ubicados en la barra receptora. El sistema detecta eventuales interrupciones y su duración. Esto permite la medición de los tiempos de vuelo y de contacto durante la ejecución de una serie de saltos con gran precisión. La ausencia de partes mecánicas en movimiento y un único cable (que hace la conexión entre las barras) garantiza su precisión y fiabilidad (Microgate). Las barras pueden ser alimentadas con baterías (autonomía de aproximadamente 8 horas) y/o con corriente eléctrica.

El sistema *OptoJump* ofrece evaluar por separado varios tipos de salto vertical, incluido el salto con contramovimiento (CMJ). Solo se inicia la toma de datos cuando se da la orden desde el mando manual, permitiendo guardar hasta 100 datos para poder ser transferidos posteriormente a un ordenador para el análisis de las gráficas a través de un software específico. En la pantalla aparecen datos de variables tales como altura del salto (cm), número del salto, tiempo de vuelo y tiempo de contacto. Las ventajas principales son: mayor duración, posibilidad de uso de calzado específico, mejor sensibilidad y no interfiere en la ejecución del salto.



Figura 16. Representación gráfica de la plataforma de infrarrojos *OptoJump*; *Microgate*.

Audio Yo-yo Test Resistencia Intermitente. Audio donde consta una explicación teórica y posteriormente el desarrollo del test. En dicho audio, el tiempo entre los estímulos sonoros viene supeditada por el protocolo del test, existiendo cada vez más tiempo entre pitidos en consonancia con el aumento progresivo de la velocidad del sujeto, que empieza a 8 km/h. La explicación al igual que el aviso del punto donde se encuentran los sujetos durante el test viene en inglés.

Para el audio se utiliza un formato de CD para poder ser reproducido en un ordenador portátil.

Cajón de Flexibilidad. Cajón con las dimensiones planteadas por el protocolo del test. Altura: 15 cm del suelo. Tapa superior sobre la que realiza el test el sujeto sobresale 15 cm por la parte donde se coloca el sujeto. Anchura: 30 cm. Dispone de una cinta métrica fija en la tabla para la cuantificación numérica del test. Además, se dispone de un bloque rectangular (dimensiones 5x10x2 cm) macizo para determinar la marca. (Representación gráfica en Figura 6).

Instrumentos de medida auxiliares

- Cinta métrica para los test que la precisan.
- Tallímetro y báscula Seca-equilibrio (Seca 222, Nueva York, NY, EE.UU.).

Análisis Estadístico de los datos

Se calculó la estadística descriptiva de cada variable (*media ± DE*). Para determinar la Fiabilidad de las mediciones se usó el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI). Se utilizó un análisis mixto de la varianza (ANOVA) en cada variable dependiente continua. Las variables independientes incluyeron uno entre sujetos para los factores fuerza y entrenamiento de alta intensidad para ambos grupos (GC y GE), y un análisis intra-sujeto para el factor tiempo, realizado para los cuatro test (basal, T2, T3 y posttest). Para las diferencias significativas encontradas en la ANOVA entre grupos se realizó un análisis post-hoc utilizando el contraste de Bonferroni para determinar en qué pares existieron esas diferencias. La Correlación de Pearson se utilizó para examinar las relaciones entre las variables. Los tamaños del efecto (ES) también se calcularon utilizando la *d de Cohen*. ([posttest – pretest] / DE). La significación estadística fue aceptada a un nivel α de $p \leq 0.05$.

Resultados**Tabla 11.** Datos obtenidos en las diferentes variables analizadas tras el tratamiento para ambos grupos (medias \pm DE).

	GRUPO EXPERIMENTAL (S) (n=11)						GRUPO CONTROL (C) (n=13)					
	PRETEST	T2	T3	POSTEST	% DE CAMBIO	ES	PRETEST	T2	T3	POSTEST	% DE CAMBIO	ES
VELOCIDAD 15m (seg)	2.7 \pm 0.1	2.8 \pm 0.1	2.9 \pm 0.1	2.8 \pm 0.1	3.70	1	2.9 \pm 0.1	2.9 \pm 0.1	3.0 \pm 0.1	2.9 \pm 0.1	1.37	0.40
CMJ (cm)	22.3 \pm 2.7 ^{abf}	23.7 \pm 3.5	23.7 \pm 3.4	23.8 \pm 4.3*	6.72	0.37	20.2 \pm 3.4 ^f	20.3 \pm 3.2	20.2 \pm 2.7	18.0 \pm 3.6	-10.82	0.61
Yo-Yo RI (m)	476 \pm 169.1 ^{acf}	580 \pm 193.4	704 \pm 156.8	712 \pm 228.4*	49.57	1.39	540.3 \pm 192.5 ^{abf}	584 \pm 236.4	640 \pm 226.9	646.6 \pm 229.9	19.67	0.55
SIT&REACH (cm)	23.4 \pm 4.5 ^{bcd}	22.5 \pm 4.5	25.3 \pm 3.7	25.1 \pm 5.5*	7.26	0.37	25.2 \pm 3.5 ^{ef}	23.8 \pm 2.9	24.2 \pm 4.2	21.9 \pm 4.7	-13.09	0.94

PRETEST= Valores iniciales; **T2**= Valores en la semana 9; **T3**=Valores en la semana 18; **POSTEST**= Valores finales tras 26 semanas de tratamiento; ^a= Diferencias significativas entre pretest y T2; ^b= Diferencias significativas entre pretest y T3; ^c= Diferencias significativas entre T2 y T3; ^d= Diferencias significativas entre T2 y posttest; ^e= Diferencias significativas entre T3 y posttest; ^f = Diferencias significativas entre pretest y posttest; * = Diferencias significativas entre grupo Experimental (S) y grupo Control (C); **% DE CAMBIO**= Porcentaje de cambio entre los valores iniciales (pretest) y finales (posttest); **ES**= Tamaño del efecto.

Características Antropométricas

No se observaron diferencias significativas en las mediciones realizadas entre el grupo S y el grupo C en el pretest (peso corporal y % grasa), aunque ambos grupos incrementaron sus valores de altura y peso significativamente en el postest sin cambiar de forma significativa el % grasa (Tabla 5). Respecto a la altura, indicar que el grupo S creció de forma significativa en el postest respecto al grupo C (aumento de 9.5 vs 4.7 cm) mientras que en el peso corporal no se observaron cambios significativos.

Velocidad lineal en 15m

Después del periodo de entrenamiento, se obtuvo un incremento en el grupo S (3.70%; ES= 1) y en el grupo C (1.37%; ES= 0.4). No se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre ambos grupos (Tabla 11 y Figura 17).

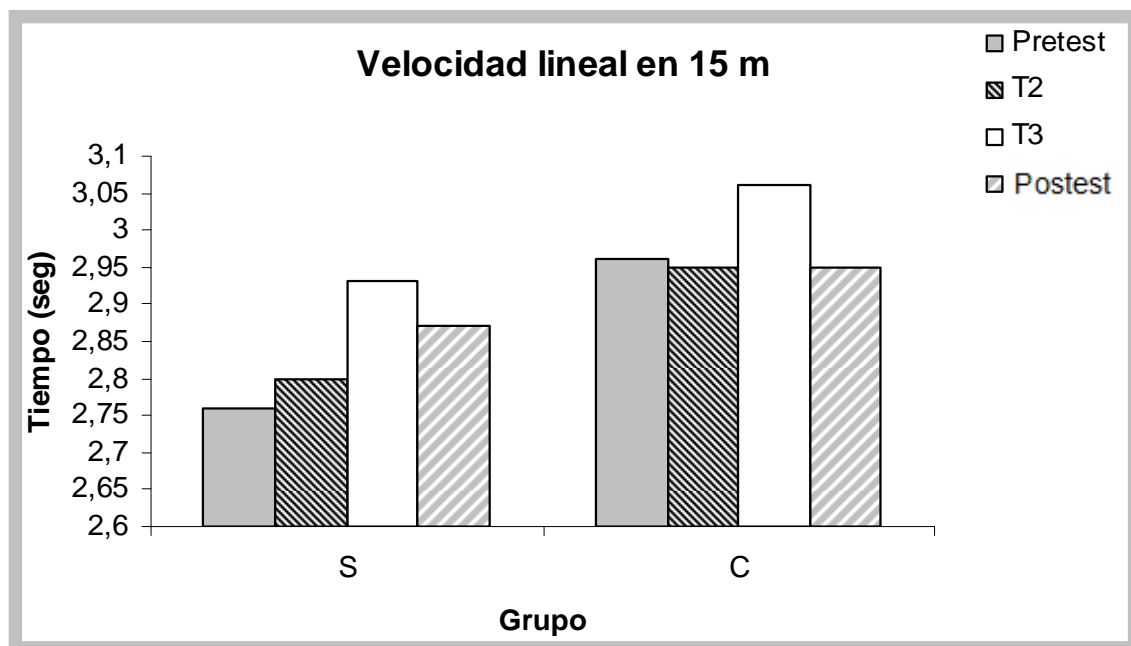


Figura 17. Rendimiento de la velocidad en 15m para grupos S y C. **Pretest**= Valores iniciales; **T2**= Valores en la semana 9; **T3**=Valores en la semana 18; **Postest**= Valores finales tras 26 semanas de tratamiento; ^a= Diferencias significativas entre pretest y T2; ^b= Diferencias significativas entre pretest y T3; ^c= Diferencias significativas entre T2 y T3; ^d= Diferencias significativas entre T2 y postest; ^e= Diferencias significativas entre T3 y postest; ^f = Diferencias significativas entre pretest y postest; ^{*}= Diferencias significativas entre grupo Experimental (S) y grupo Control (C).

Altura de salto CMJ

Tras el proceso de entrenamiento, dentro del grupo S se obtuvo un incremento significativo ($p \leq 0.05$) en el salto vertical con contramovimiento entre pretest y posttest (6.72%; ES= 0.37). (Ver tabla 8 y figura 18). Por el contrario, se aprecia un descenso paulatino y significativo ($p \leq 0.05$) en el grupo C (10.82%; ES= 0.61) Hablando en magnitud de cambios, apreciamos una diferencia de 3.7cm en el grupo control respecto al grupo experimental si comparamos pretest y posttest. (Tabla 11 y Figura 18).

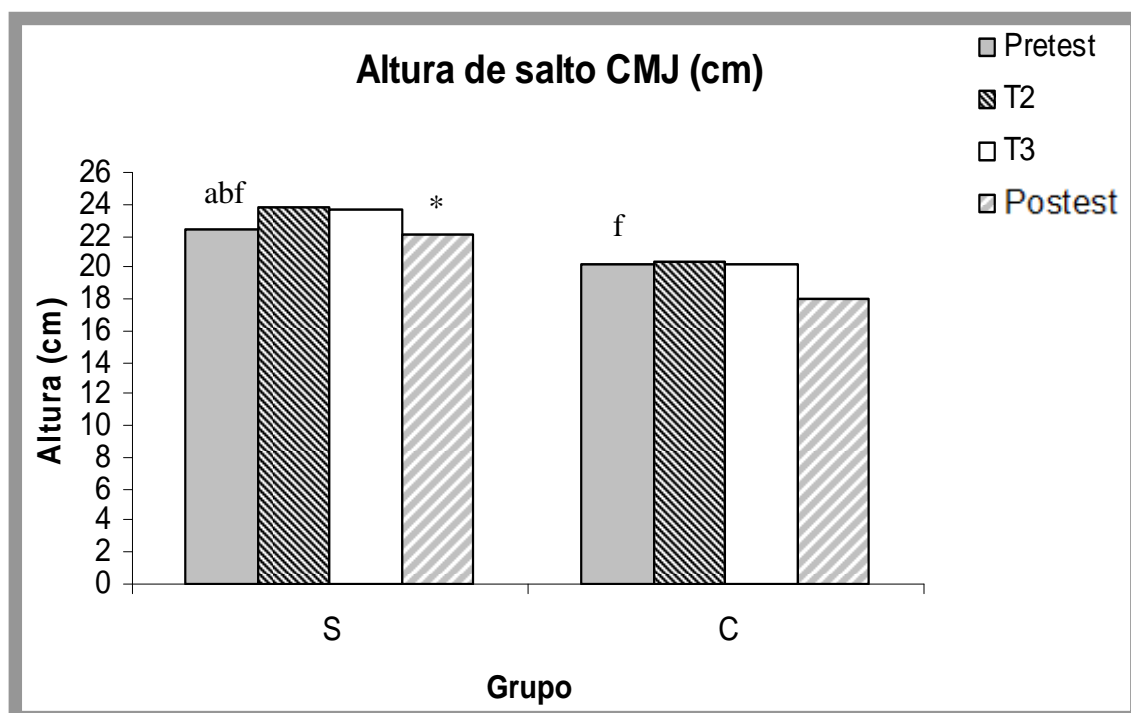


Figura 18. Evolución de la altura (cm) en el test de salto CMJ tanto para los grupos S y C. **Pretest**= Valores iniciales; **T2**= Valores en la semana 9; **T3**=Valores en la semana 18; **Posttest**= Valores finales tras 26 semanas de tratamiento; **a**= Diferencias significativas entre pretest y T2; **b**= Diferencias significativas entre pretest y T3; **c**= Diferencias significativas entre T2 y T3; **d**= Diferencias significativas entre T2 y posttest; **e**= Diferencias significativas entre T3 y posttest; **f** = Diferencias significativas entre pretest y posttest; *****= Diferencias significativas entre grupo Experimental (S) y grupo Control (C).

Yo-Yo test RI (m): Nivel 1

Tras realizar el entrenamiento de fuerza, se observan mejoras constantes en todas y cada una de las mediciones en ambos grupos, siendo significativas entre pretest y posttest (grupo S 49.57%; ES= 1.39 y grupo C 19.67%; ES= 0.55), existiendo una diferencia significativa en la magnitud del incremento cambios intergrupos al final del tratamiento ($p \leq 0.05$) (Ver tabla 11 y figura 19).

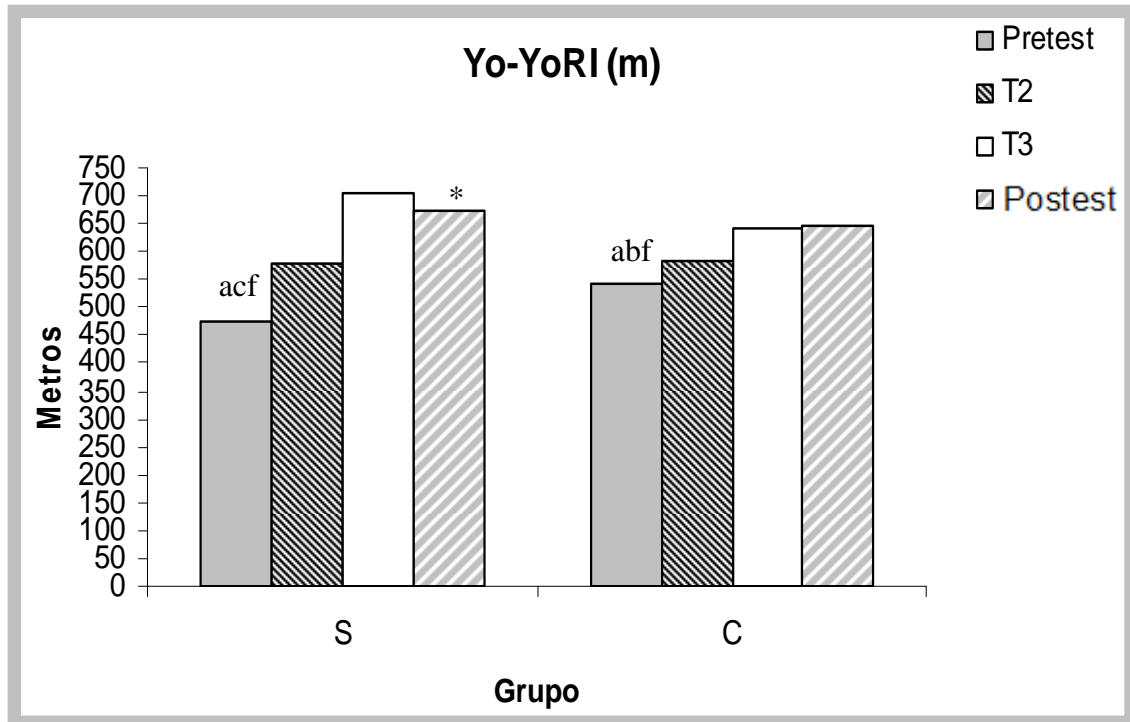


Figura 19. Evolución de la resistencia intermitente a lo largo del proceso experimental para ambos grupos. **Pretest**= Valores iniciales; **T2**= Valores en la semana 9; **T3**=Valores en la semana 18; **Posttest**= Valores finales tras 26 semanas de tratamiento; ^a= Diferencias significativas entre pretest y T2; ^b= Diferencias significativas entre pretest y T3; ^c= Diferencias significativas entre T2 y T3; ^d= Diferencias significativas entre T2 y posttest; ^e= Diferencias significativas entre T3 y posttest; ^f= Diferencias significativas entre pretest y posttest; ^{*}= Diferencias significativas entre grupo Experimental (S) y grupo Control (C).

Flexibilidad Sit&Reach (cm)

Después del proceso de entrenamiento se encontraron mejoras significativas en el grupo experimental ($p \leq 0.05$) entre el pretest y el posttest (7.26%; ES= 0.37), y un descenso significativo en el grupo control ($p \leq 0.05$) entre el pretest y el posttest (- 13.09%; ES= 0.94) existiendo, a su vez, diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la magnitud del incremento al finalizar el tratamiento entre grupos S y C (ver tabla 11 y figura 20).

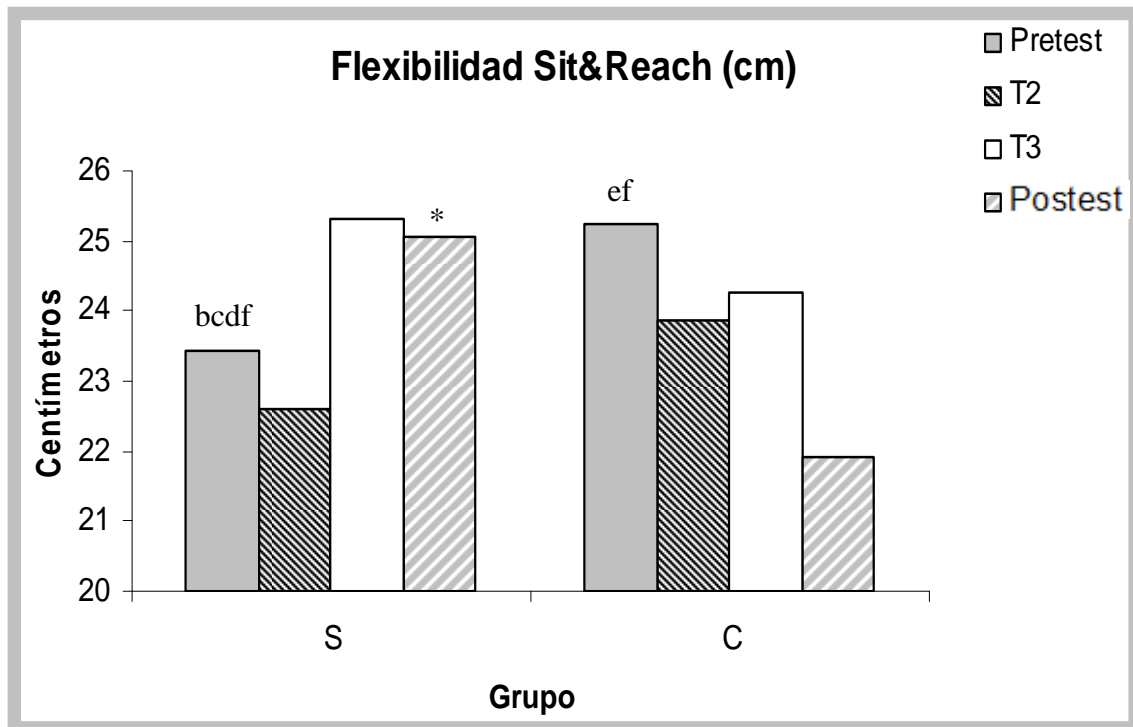


Figura 20. Evolución de la flexibilidad isquio-lumbar para los grupos S y C. **Pretest**= Valores iniciales; **T2**= Valores en la semana 9; **T3**=Valores en la semana 18; **Postest**= Valores finales tras 26 semanas de tratamiento; ^a= Diferencias significativas entre pretest y T2; ^b= Diferencias significativas entre pretest y T3; ^c= Diferencias significativas entre T2 y T3; ^d= Diferencias significativas entre T2 y postest; ^e= Diferencias significativas entre T3 y postest; ^f= Diferencias significativas entre pretest y postest; ^{*}= Diferencias significativas entre grupo Experimental (S) y grupo Control (C).

Correlación entre variables

El análisis de las correlaciones entre variables se realizó con todos los sujetos de la muestra, tanto los que formaron parte del grupo C, como los que recibieron el tratamiento experimental (grupo S), ya que son muestras homogéneas.

Se analizó las correlaciones existentes entre las distintas variables (intertest), tanto en el *pretest* como en los *postest* de ambos grupos, encontrando como datos más relevantes en el grupo S dos correlaciones negativas de forma significativa ($p \leq 0.05$); una entre la velocidad lineal en 15m y la altura de salto CMJ ($r = -0.734$), y otra entre dicha velocidad y la resistencia intermitente (Yo-YoRI) ($r = -0.710$). No se encuentran correlaciones respecto a la flexibilidad con ninguna otra variable, en este grupo.

En el grupo C, podemos destacar los resultados obtenidos en el postest resaltando una correlación negativa de forma significativa ($p \leq 0.05$) entre la velocidad en 15m y la altura de salto CMJ ($r = -0.589$), así como una correlación positiva entre la altura de salto CMJ respecto a la Flexibilidad Sit&Reach ($p \leq 0.05$) ($r = 0.641$).

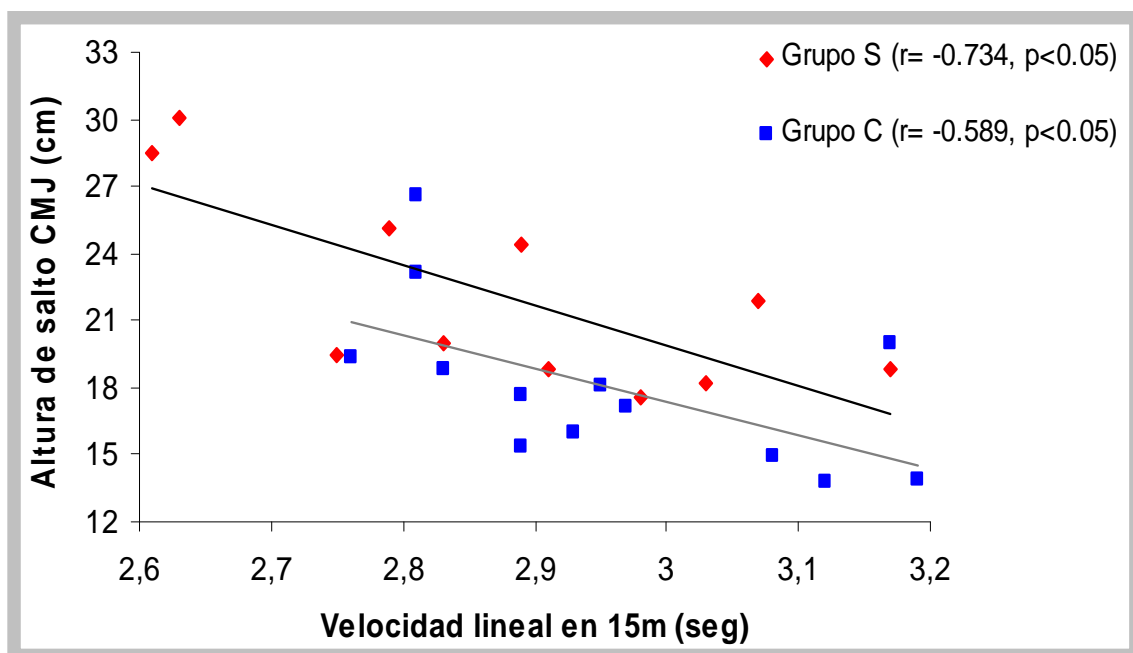


Figura 21. Correlación significativa ($p \leq 0.05$) entre las variables Altura de salto CMJ y Velocidad lineal en 15m en el postest en ambos grupos.

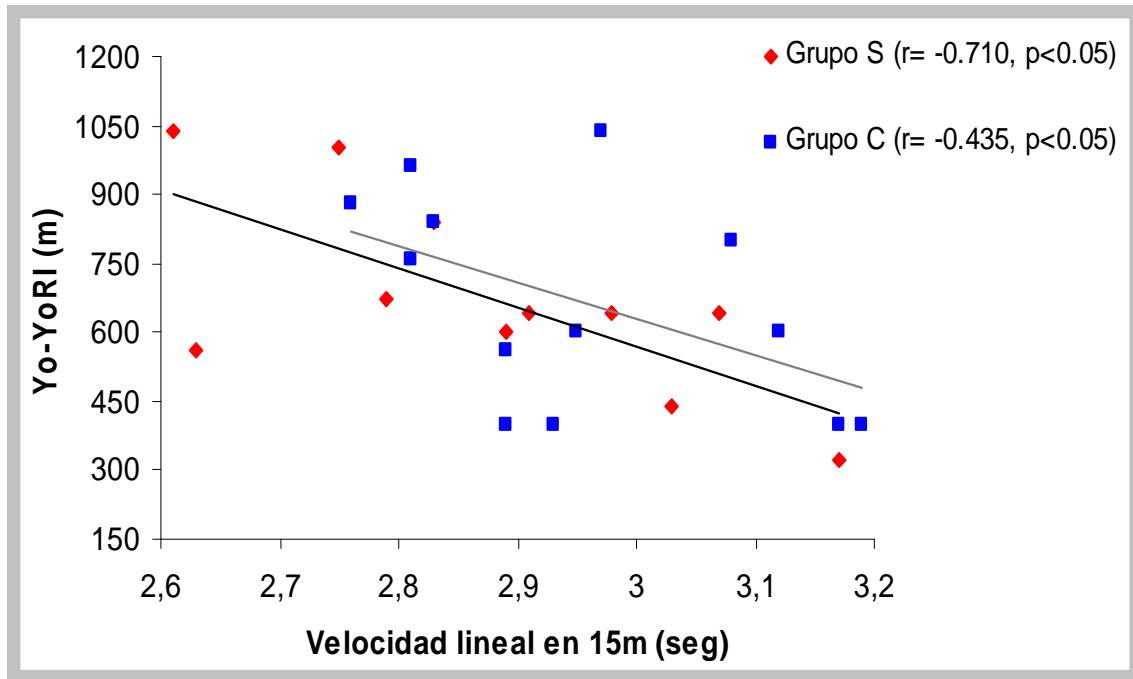


Figura 22. Correlación significativa ($p \leq 0.05$) entre las variables Resistencia intermitente (YoYoRI) y Velocidad lineal en 15m en el postest en ambos grupos.

Discusión

El enfoque innovador de este estudio fue determinar el efecto de un entrenamiento de fuerza, durante 26 semanas, sobre otras cualidades físicas condicionales (Potencia de salto, resistencia intermitente, velocidad de desplazamiento y flexibilidad) en jugadores prepúberes (ajustando los ejercicios para ello en cuanto a cargas y volúmenes se refiere). Nuestros resultados fundamentan nuestra hipótesis, ya que al practicar la intervención propuesta de entrenamiento existe una mejora de rendimiento en la potencia de salto, resistencia intermitente y flexibilidad isquio-lumbar en el grupo S.

Una gran cantidad de investigación se ha centrado en el desarrollo de rendimiento de velocidad utilizando una gran variedad de métodos de entrenamiento, incluyendo entrenamientos con aceleraciones, ejercicios de técnica de carrera, de resistencia al sprint, entrenamiento con carga, combinando resistencia y velocidad, o entrenamiento pliométrico (PT) (Sander *et al.*, 2013; Shalfawi *et al.*, 2013; Tonnessen *et al.*, 2011; Buchheit *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009; Sáez Sáez de Villarreal *et al.*, 2008; Rimmer y Sleivert, 2000). La mayoría de estudios seleccionan 10m ó 30m para el test de velocidad. En el presente estudio, se seleccionaron 15m debido a que durante un partido de fútbol cada acción a máxima velocidad se sitúa en un promedio de 2 a 3 segundos (Fry *et al.*, 1991).

Varios estudios han sugerido que el entrenamiento de fuerza puede mejorar la velocidad máxima de los jóvenes jugadores de fútbol (Marques *et al.*, 2013; Sander *et al.*, 2013; Buchheit *et al.*, 2010; Chelly *et al.*, 2009; Jullien *et al.*, 2008; Kotzamanidis, 2006; Moore *et al.*, 2005; Gorostiaga *et al.*, 2004). Por ejemplo, en un estudio realizado por Chelly *et al.* (2009) después de 8 semanas de tratamiento (2 veces/ semana) basado en sentadillas (cargas que oscilan entre 70-95% de 1RM) complementado con entrenamiento de fútbol habitual, se observaron mejoras significativas en carreras de velocidad (entre el 7-12%). Además, se han obtenido resultados positivos en la mejora de la capacidad de sprint cuando el entrenamiento de fuerza se combina con el entrenamiento pliométrico (Kotzamanidis *et al.*, 2005; Delecluse *et al.*, 1995), o cuando el tratamiento se compone sólo de entrenamiento pliométrico (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Sohnlein, 2014; Marques *et al.*, 2013; Sedano *et al.*, 2011; Meylan y Malatesta, 2009; Thomas *et al.*, 2009).

En un estudio similar, Meylan y Malatesta (2009) observaron que en 8 semanas de entrenamiento pliométrico de baja intensidad (2 sesiones por semana) implementado al programa de entrenamiento de fútbol diario de jugadores adolescentes se produce una mejora significativa en el tiempo de sprint en 10m (-2.1%).

Por el contrario, en la investigación actual no existe mejora significativa en la capacidad de sprint en 15m tras las 26 semanas de tratamiento, en el grupo S. Herrero *et al.*, (2006) obtienen los mismos resultados en su estudio utilizando un entrenamiento pliométrico de saltos verticales y horizontales sin cargas, con estudiantes de Educación Física, sin obtener mejoras significativas en la velocidad de desplazamiento de 15m. En la misma línea se sitúan otros estudios que utilizan entrenamientos diversos de fuerza en fútbol con adolescentes y no encuentran mejoras significativas en ésta cualidad (García-Pinillos *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Nakamura *et al.*, 2012; Buchheit *et al.*, 2010; Ronnestad *et al.*, 2008; Jullien *et al.*, 2008; Kotzamanidis, 2006; Gorostiaga *et al.*, 2004).

Es bien sabido que el rendimiento en la velocidad depende de la frecuencia y longitud de zancada, estando ambos elementos claramente influenciados por las características antropométricas (Ross *et al.*, 2001). Una de las principales explicaciones posibles para no obtener ganancia significativa en el rendimiento de esta cualidad en el grupo S podrían ser los cambios antropométricos observados en los sujetos. De hecho, durante la fase experimental el grupo S aumentó su altura de manera significativa con respecto al grupo C. A partir de los resultados observados en el presente estudio, es evidente que el control del estado antropométrico de los jugadores en intervalos cortos de tiempo puede ser un elemento obligatorio en otros estudios que analizan los efectos de la intervención de entrenamiento en jóvenes jugadores de fútbol. Por otra parte, el rendimiento en ejercicios de sprint, tradicionalmente se ha pensado que depende en gran medida de factores genéticos, siendo el entrenamiento influyente sólo en pequeñas mejoras (Ross *et al.*, 2001).

Un efecto positivo en la velocidad en 10m y 100m se han observado después de un tratamiento con algunos ejercicios específicos, pliométricos (Delecluse *et al.*, 1995) o de velocidad de zancada (Ford *et al.*, 1983), cumpliéndose así el principio de especificidad del entrenamiento, existiendo autores que, en ésta línea, nos muestran como realizando un entrenamiento específico consiguen mejorar lo que se pretende (Delecluse y cols., 1995; Ford *et al.*, 1983; Sale y McDougall, 1981). Por ejemplo, ejercicios de salto considerados como no específicos para la mejora de rendimiento de esta capacidad no causaron ningún efecto en la velocidad (Fry *et al.*, 1991).

Los resultados obtenidos no se corresponden con las mejoras esperadas, propuestas en diversos estudios recientes aplicados en fútbol en diversas edades, utilizando en su mayoría un entrenamiento de pliométrico (Buchheit *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009; Sáez Sáez de Villarreal *et al.*, 2008; Christou *et al.*, 2006; Siegler *et al.*, 2003; Diallo *et al.*, 2001) u otras propuestas de autores sobre incluir entrenamientos combinados de fuerza para la mejora de la velocidad en fútbol, puestos de manifiesto en estudios como: Young, 1993; Adams *et al.*, 1992; Cometti, 1990; Hakkinen *et al.*, 1981.

En este sentido, la falta de especificidad en el entrenamiento podría ser otra de las razones que pueden explicar en parte la falta de rendimiento observado en el grupo S, especialmente entre el inicio y T2 donde los cambios antropométricos fueron menores. Es posible que un programa de entrenamiento que incorpore mayor carga de aceleraciones horizontales (es decir, skipping y saltos con desplazamiento horizontal) podría dar lugar a efectos más beneficiosos para la mejora de la velocidad máxima.

Numerosos estudios (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Shalfawi *et al.*, 2013; Rubley *et al.*, 2011; Sedano *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2009; Venturelli *et al.*, 2008; Moore *et al.*, 2005; Gorostiaga *et al.*, 2004, entre otros) han medido la altura del salto vertical, como un indicador de potencia muscular en los miembros inferiores en jugadores de fútbol. Varios estudios han demostrado la efectividad del entrenamiento pliométrico y de fuerza para mejorar el salto vertical (Los Arcos *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2013; Michailidis *et al.*, 2013; Sander *et al.*, 2013; Vaczi *et al.*, 2013; Sedano *et al.*, 2011; Buchheit *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009; Sáez Sáez de Villarreal *et al.*, 2008; Gorostiaga *et al.*, 2004).

Por otro lado, investigaciones anteriores no encuentran mejoras en el salto vertical después de entrenamiento de la fuerza cuando se utilizan velocidades de contracción lentas durante el entrenamiento (Gorostiaga *et al.*, 1999). En el presente estudio, se observaron mejoras significativas CMJ entre pretest y posttest en el grupo S. Sin embargo, el rendimiento del salto CMJ disminuyó en el grupo C.

Las mejoras coinciden con los de estudios previos (Los Arcos *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2013; Michailidis *et al.*, 2013; Sander *et al.*, 2013; Vaczi *et al.*, 2013; Sedano *et al.*, 2011; Buchheit *et al.*, 2010; Moore *et al.*, 2005; Gorostiaga *et al.*, 2004), lo que demuestra que un programa combinado de diferentes modalidades de entrenamiento de fuerza, potencia (por ejemplo, uso de sentadillas completas) y pliometría pueden aumentar significativamente el rendimiento del salto vertical. El grueso de la mejora significativa ($p \leq 0.05$) en el grupo S se produce tras la segunda medición (6.21% en el T2 respecto al pretest), lo cual está en consonancia con estudios que demuestran la mejora del CMJ tras la aplicación de un entrenamiento de fuerza (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Michailidis *et al.*, 2013; Buchheit *et al.*, 2010; Wong *et al.*, 2010; Meyland y Malatesta, 2009; Christou *et al.*, 2006; Kotzamanidis *et al.*, 2005; Hoff, 2005; Gorostiaga *et al.*, 2004; Diallo *et al.*, 2001). Por ejemplo, Fatouros *et al.*, (2000) utilizaron una muestra de 48 hombres desentrenados con un tratamiento de 12 semanas obteniendo mejoras significativas ($p \leq 0.05$) en los 3 grupos experimentales en los que dividió la muestra.

El mantenimiento de los valores en los dos siguientes tests (siguen siendo valores más elevados de forma significativa ($p \leq 0.05$) respecto al pretest) puede provocar discrepancia con otros estudios anteriores donde existe mejora de esta cualidad con el entrenamiento de fuerza puede atribuirse a varias razones: los sujetos de este estudio fueron muy jóvenes y sin ninguna práctica en entrenamiento de fuerza o pliométrico, en contraste con la mayor experiencia en el estado inicial de la formación de los individuos en investigación anteriores; fue más importante la velocidad de ejecución en lugar de la carga, influyendo positivamente en el rendimiento del salto en los jugadores de fútbol pre-púberes; las diferencias en el entrenamiento de los jugadores a lo largo del tiempo (es decir, con o sin inclusión de una programación de entrenamiento de fuerza); el nivel competitivo o los procedimientos utilizados para la medición del salto vertical pueden explicar estas discrepancias.

En concreto, algunos autores han demostrado que las personas con bajos niveles de fuerza muestran una mejora significativa en la capacidad de salto vertical, independientemente del estímulo de entrenamiento (Sáez Sáez de Villarreal *et al.*, 2008; Adams *et al.*, 1992), mientras que sujetos previamente entrenados en fuerza pueden mostrar más limitaciones a la hora de encontrar estímulos para la mejora significativa en la capacidad de salto vertical (Hakkinen y Komi, 1985), pudiendo explicar que al principio fuese un estímulo suficiente para aumentar de forma significativa y luego no lo fuese tanto para seguir mejorando la potencia de salto con la misma progresión.

Igualmente, Wilson *et al.*, (1993) encontraron mejora significativa en el salto CMJ con un tratamiento de 10 semanas utilizando 64 sujetos repartidos en tres grupos experimentales con distinto entrenamiento de fuerza.

Varios estudios han demostrado una correlación significativa entre el tiempo de sprint y CMJ utilizando diferentes métodos de entrenamiento de fuerza consiguiendo un salto mayor en los individuos más rápidos (Vilaca Maio Alves *et al.*, 2010; Nuzzo *et al.*, 2008; Sáez Sáez de Villarreal *et al.*, 2008; Venturelli *et al.*, 2008; Kotzamanidis *et al.*, 2005; Cronin y Hansen, 2005; Moore *et al.*, 2005; Gorostiaga, 2001; Hennessy y Kilty, 2001; Dowson *et al.*, 1998; Wagner y Kocak, 1997; W. Young *et al.*, 1995; Tharp *et al.*, 1985; Mero *et al.*, 1981; Costill *et al.*, 1968).

Aunque existen algunos estudios donde ésta relación no parece estar tan clara (Mújica *et al.*, 2009; Cometti *et al.*, 2001; Nesser *et al.*, 1996), en el presente documento existe una correlación negativa significativa ($r = -0.77$, $p < 0,05$) entre la altura del salto vertical en CMJ y la velocidad en 15m, estando en concordancia con estudios previos en adultos y jóvenes jugadores de fútbol de élite (Comfort *et al.*, 2014; Venturelli *et al.*, 2008; Stolen *et al.*, 2005; Wisloff *et al.*, 2004; Chamari *et al.*, 2004; Gorostiaga *et al.*, 2004; Wisloff *et al.*, 1998).

Por ejemplo, Wisloff *et al.*, (2004) observaron en jugadores adultos de élite en Noruega una correlación significativa entre la altura del salto vertical y la capacidad de sprint en 10m y 30m, confirmando la relación entre la altura del salto vertical y la capacidad de sprint, estando de acuerdo con los análisis biomecánicos que muestran que la velocidad máxima en distancias cortas depende en gran medida de la capacidad del sujeto para generar potencia en la extensión de la rodilla, extensores de la cadera y músculos flexores plantares. Estos movimientos de potencia muscular en las piernas indican una posible transferencia en el aumento de rendimiento en la capacidad de sprint (Gorostiaga *et al.*, 2004). Gorostiaga *et al.*, (2004), también muestran dicha correlación, aplicando un entrenamiento de fuerza durante 11 semanas, en sprint de 5 metros ($p \leq 0.05$) ($r = 0.86$) y en 15 metros ($p \leq 0.01$) ($r = 0.92$) utilizando sujetos adolescentes.

Uno de los hallazgos más interesantes en este estudio fue que en el grupo S incrementó la resistencia intermitente (RI) (>40%) después de combinar el tratamiento de fuerza propuesto con entrenamiento normal de fútbol.

Esto coincide con resultados anteriormente descritos donde fuerza y entrenamiento de alta intensidad, en forma de ejercicios dinámicos (es decir, sentadillas, CMJ, drop jumps y sprints), han sido utilizados para obtener mejoras en la resistencia del sujeto, obteniendo importantes aumentos en el VO_2 máx y permitiendo un efecto positivo sobre la RI (Wong *et al.*, 2010; Wong del P y Wong, 2009; Hoff, 2005; Chamari *et al.*, 2004; Hoff y Helgerud, 2002; Helgerud *et al.*, 2001), así como estudios donde obtienen ganancias significativas en los niveles de VO_2 máx al aplicar un entrenamiento de fuerza el cual favoreciendo, también, las cualidades de velocidad y potencia de salto (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Shalfawi *et al.*, 2013; Hoff y Helgerud, 2002; Helgerud *et al.*, 2001; Hoff y cols., 2001).

Por tanto, y a pesar de que los resultados del estudio no son concordantes con los de otras investigaciones anteriores (Nakamura *et al.*, 2012; Hennessy y Watson, 1994; Chromiac y Mulvaney, 1990) que encuentran una incompatibilidad entre el entrenamiento de fuerza y la mejora de la RI, la combinación de fuerza y entrenamiento de alta intensidad utilizado en el presente estudio mejoraron el mecanismo aeróbico-anaeróbico produciendo mayor rendimiento en acciones explosivas y dando lugar a la mejora de la RI. Añadir, se cree que el frecuente entrenamiento de fútbol también juega un papel importante en el mantenimiento del nivel de RI en ambos grupos.

Observando los resultados obtenidos podemos decir que el jugador necesita un funcionamiento adecuado de la capacidad aeróbica junto con un grado óptimo de fuerza (D'Ottavio, 2001), teniendo como problema principal durante el juego el realizar una determinada acción de fuerza explosiva y conservar en el tiempo la misma cualidad (Bosco, 2000).

Por otra parte, en el presente estudio la relación entre la velocidad en 15m y el Yo-YoRI ($r = -0.77$, $p < 0.05$) es interesante de acuerdo con estudios anteriores (Aziz, *et al.*, 2007; Wong *et al.*, 2010), apuntando los resultados en la misma dirección, independientemente de la edad de los sujetos, habilidad, rendimiento, y objetivo del estudio. Sugieren que por mediación de un adecuado entrenamiento de fuerza los sujetos obtienen recuperaciones más rápidas y eficaces para realizar de forma efectiva una nueva acción intensa (Wong *et al.*, 2010; Wong del P. y Wong 2009; Aziz *et al.*, 2007; Hoff, 2005; Chamari *et al.*, 2004; Hoff y Helgerud, 2004; Krstrup *et al.*, 2003; Helgerud *et al.*, 2001).

En concreto, el estudio reciente de Wong *et al.* (2010) ofrece resultados muy interesantes acerca de ésta correlación. Los autores aplican un entrenamiento de fuerza durante 12 semanas a un grupo experimental compuesto por 23 sujetos, todos ellos de 13 y 14 años jugadores de fútbol, encontrando correlación entre la velocidad y el yo-yo test de resistencia intermitente ($p \leq 0.05$), tanto en sprint de 10 metros ($r = 0.47$) como en 30 metros ($r = 0.43$).

La flexibilidad aumentó significativamente (7.93%) en el grupo S y disminuyó significativamente (-13.23%) en el grupo C, existiendo una diferencia significativa entre los grupos.

Puede ser importante el trabajo de fuerza para la mejora de esta cualidad ya que el grupo que sólo realizó fútbol vio perjudicado su desarrollo incluso cuando se previó incluir ejercicios de estiramiento dentro de la sesión de fútbol. Estudios recientes relativos a la flexibilidad informan que si los ejercicios de estiramiento son parte del programa de entrenamiento de fuerza, la flexibilidad no se ve afectada, pudiendo incluso aumentar (Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2010; Monteiro *et al.*, 2008). Estos estudios muestran resultados similares con otros tipos de población y programas de entrenamiento de fuerza (Santos *et al.*, 2010).

En este estudio, los ejercicios de estiramiento se llevaron a cabo antes, durante y después de la aplicación del tratamiento de fuerza y el entrenamiento. La baja carga y alta intensidad del entrenamiento de fuerza con la combinación de fútbol en nuestro estudio mejoró la flexibilidad. Reseñar que en el grupo C, se observó una disminución significativa en la flexibilidad. Además, nuestros sujetos eran prepúberes y la fase de su desarrollo físico también puede interactuar con los niveles de flexibilidad. Probablemente, se requirió más énfasis en los ejercicios de estiramiento específicos y necesitaríamos más investigaciones para determinar qué factores podrían limitar el desarrollo de la flexibilidad en jugadores de fútbol pre-púberes siguiendo programas de entrenamiento de fuerza y potencia.

A lo largo del estudio la tasa de lesional fue de sólo tres lesiones musculares, siendo relativamente baja, teniendo en cuenta el modo de entrenamiento, (es decir, ejercicios pliométricos de bajo impacto, sentadillas, aceleraciones). Normalmente, se encuentran ratios lesionales más amplios en fútbol y otros deportes (Lehance *et al.*, 2009; Croisier *et al.*, 2008). Cualquier interrupción en el entrenamiento debido a los síntomas y las lesiones músculo-esqueléticas fueron cortos, lo que nos da a entender que no fueron graves (el periodo más largo de inactividad no sobrepasó los 15 días).

La piedra angular del entrenamiento para prevenir estos contratiempos fue un calentamiento suficiente antes de la sesión, estiramiento tras el entrenamiento, aumento progresivo de la intensidad, variación en las sesiones de entrenamiento, y por último, no incluir elementos competitivos en el programa de entrenamiento de fuerza. El bajo índice lesional en estructuras músculo-esqueléticas indican la viabilidad del programa. De ésta forma garantizaremos una correcta capacidad de movimiento de las articulaciones, y de elongación y acortamiento de los músculos.

Dicha relación, entre trabajo de fuerza y prevención de lesiones, la observamos en datos obtenidos en diversos estudios donde se utilizan varios modelos de entrenamiento de fuerza (tanto concéntrico como excéntrico e isométrico) evaluando su efecto sobre los músculos de importancia en cuanto a su implicación en fútbol, generalmente isquiotibiales, los cuales representan una de las lesiones más frecuentes. (Lehance *et al.*, 2009; Croisier *et al.*, 2008; Mjolsnes *et al.*, 2004; Askling *et al.*, 2003; LaStayo *et al.*, 2003; Dauty *et al.*, 2003; Aagaard *et al.*, 1995).

En resumen, los datos actuales demuestran claramente que la inclusión de un entrenamiento de fuerza y alta intensidad en jugadores de fútbol prepúberes con escasa experiencia previa en esta disciplina parece ser un buen estímulo para la mejora en el rendimiento de la capacidad de salto, resistencia intermitente y flexibilidad. Por otra parte, para los jugadores de fútbol muy jóvenes que no tienen experiencia previa en este tipo de tratamiento, se debe incluir una fase general de adaptación para adquirir la correcta ejecución técnica de los gestos a realizar que garanticen su seguridad. Como resultado, la aplicabilidad de la fuerza realizada a alta velocidad de ejecución con cargas bajas junto con el entrenamiento regular de fútbol programado se pudo realizar durante la temporada sin interferencia concomitante en el rendimiento de resistencia.

Aplicaciones prácticas

Queda plasmado claramente que los jugadores de fútbol prepúberes pueden mejorar la fuerza muscular, potencia y resistencia mediante la realización de un programa de fuerza, durante la temporada, a altas intensidades combinada con entrenamiento de fútbol durante 26 semanas que incluya ejercicios para de tren inferior (sentadilla, sentadilla completa, saltos y aceleraciones). Por otra parte, no hay ninguna inferencia concluyente aparente entre la aplicación del tratamiento propuesto y el rendimiento de la flexibilidad. Este estudio también pone de relieve la importancia de la fuerza y potencia muscular para realizar las acciones del juego a alta intensidad. Estos beneficios se pueden conseguir a partir de sólo dos sesiones de corta duración y de alta intensidad por semana. Las mejoras de rendimiento que figuran en el presente estudio son de gran interés para los entrenadores de fútbol y directamente aplicables a los jugadores de fútbol prepúberes, ya que el rendimiento de este deporte se basa en gran medida en acciones específicas de salto, sprint y agilidad que necesitan de fuerza del tren inferior para realizarse a altas intensidades y velocidad de ejecución. Anteriores autores han encontrado un beneficio similar de entrenamiento de fuerza y potencia en este y otros deportes, pero es el primer estudio que conozcamos que implica futbolistas prepúberes. Con este estudio, observamos que puede ser recomendable que los entrenadores de fútbol incluyan el entrenamiento de fuerza con cargas bajas y a altas intensidades dentro de sus programaciones para mejorar el rendimiento de sus jugadores. Los resultados pueden ayudar a los entrenadores y científicos del deporte a formular mejores directrices y recomendaciones para la evaluación y selección del atleta, prescripción del entrenamiento, así como, seguimiento y preparación para la competición.

Estudios similares utilizando números de grupos más grandes, además de programas más amplios y diversos de fuerza deben producir resultados que afiancen estos modos de entrenamiento.

CAPÍTULO IV

Estudio 2: EFECTO DE UN ENTRENAMIENTO DE PLIOMETRÍA Y VELOCIDAD SOBRE EL RENDIMIENTO DE LAS CAPACIDADES FÍSICAS Y TÉCNICAS EN JUGADORES ADOLESCENTES DE FÚTBOL.

Resumen

El objetivo fue determinar la influencia de un entrenamiento pliométrico a corto plazo combinado con velocidad, dentro de la práctica regular de fútbol, sobre acciones técnicas y explosivas en jugadores adolescentes en periodo competitivo. Se dispuso de cincuenta y tres jugadores asignados al azar en 4 grupos: Grupo Control (CG) (sólo realiza fútbol), Grupo slalom (SlalomG) (pliometría + aceleración + dribling), Grupo de golpeo (ShootG) (Pliometría + aceleración + golpeo a portería) y Grupo Combinado (CombG) pliometría + aceleración + dribling + golpeo a portería).

Todos los jugadores entrenaron cuatro veces por semana durante 120 minutos con el mismo contenido de fútbol realizando los siguientes tests: Velocidad lineal 10m, agilidad con y sin balón, CMJ y salto Abalakov, velocidad de golpeo y Yo-Yo test de resistencia intermitente, medidos antes y después del tratamiento. Los grupos experimentales siguieron un programa de pliometría con aceleraciones durante 9 semanas (p.e., saltos laterales, vallas, saltos verticales, Skipping y segundo salto de triplista) realizado al inicio del entrenamiento de fútbol. En el test inicial no se observan diferencias significativas entre grupos en ninguna de las variables medidas. No se encontraron mejoras en el Grupo Control, sin embargo, se hallaron aumentos positivos en las variables analizadas de los grupos experimentales: CMJ (ES=0.4-0.9), salto vertical Abalakov (ES=0.6-1.2), Velocidad lineal 10-m (ES=0.3-0.8), Agilidad 10m (ES=1.8-2.2) y velocidad de tiro (ES=0.7-1.6).

Podemos concluir que un entrenamiento específico combinado de pliometría y velocidad dentro de la práctica regular de fútbol en jugadores adolescentes tiene un impacto beneficioso sobre las acciones explosivas, como sprints, cambios de dirección, saltos y potencia de tiro, las cuales son determinantes en el rendimiento del jugador para el éxito de un partido, si lo comparamos con realizar únicamente entrenamiento de fútbol. Ante esto, proponemos modificaciones en la metodología convencional del entrenamiento de fútbol en jugadores adolescentes incluyendo ejercicios pliométricos con aceleraciones para la preparación del deportista en esta disciplina.

Palabras clave: Agilidad, aceleración, salto vertical, velocidad de golpeo, dribling.

Introducción

En el fútbol moderno, las consideraciones fisiológicas son cada vez más esenciales para un rendimiento óptimo, no sólo en los adultos, sino también en los adolescentes y niños. En concreto, movimientos de alta intensidad (como por ejemplo sprints, saltos, disputas, cambios de dirección o tiros) y los movimientos de baja intensidad (trotar o permanecer de pie) se presentan en diferentes duraciones y momentos en función de una serie de factores según la posición y nivel de habilidad del jugador, así como, estilo de juego y estrategias tácticas empleadas por el equipo (Implellizzeri *et al.*, 2006). El análisis cuidadoso de un partido revela que durante el juego, se produce un sprint entre 2 y 4 segundos cada 90 segundos (Bangsbo *et al.*, 1991; Reilly y Thomas, 1976); sprints a máxima velocidad en niños sólo aporta aproximadamente el 3% de la distancia total recorrida en sus partidos (Castagna *et al.*, 2003) , siendo los momentos más cruciales ganar la posesión del balón , marcar o encajar goles, dependiendo de la habilidad del joven jugador para ejecutar los gestos técnicos a alta velocidad (Reilly *et al.*, 2000) . En general, es sabido que las acciones de alta intensidad, tales como sprints a máximas velocidad o saltos verticales son elementos integrales para el éxito en el fútbol y por lo tanto necesitan ser entrenados e incluidos dentro de la periodización del entrenamiento como parte del programa de entrenamiento de jóvenes jugadores (Hoff y Helgerud, 2004).

El fútbol cada vez requiere jugadores más atléticos, siendo crucial la fuerza muscular en muchas situaciones de juego explosivas y de corta duración. La capacidad de salto, la aceleración y velocidad contribuyen de forma importante al potencial de rendimiento de los jugadores de fútbol (Hoff y Helgerud, 2004). Alrededor del 96% de los sprints son menores de 30m, y el 49% son sólo sobre distancia de 10m (Stolen *et al.*, 2005). Por tanto, el rendimiento en distancias de 10m o menos y la velocidad alcanzada durante el primer paso se consideran como indicadores clave de potencial del jugador (Chelly *et al.*, 2010; Chelly *et al.*, 2009).

Debido a la importancia para el rendimiento de contar con una mayor velocidad, aceleración y potencia, una gran cantidad de investigaciones se han centrado en el desarrollo de sprint, salto vertical y mejora de la agilidad utilizando gran variedad de métodos de entrenamiento, incluyendo entrenamiento de velocidad, de habilidad, resistencia a la velocidad, entrenamiento con pesas, entrenamiento combinado de resistencia y velocidad entrenamiento pliométrico (Sáez de Villarreal *et al.*, 2013; Sáez de Villarreal *et al.*, 2008; Rimmer y Sleivert, 2000; Delecluse, 1997; Delecluse *et al.*, 1995) . Estudios recientes se centran en determinar la metodología más acertada para conseguir las mayores mejoras en el rendimiento de la capacidad de sprint y salto tanto en adultos como en jóvenes jugadores de fútbol (Sohnlein, 2014; Sedano *et al.*, 2011; Buchheit *et al.*, 2010; Chelly *et al.*, 2009; Meylan y Malatesta, 2009; Christou *et al.*, 2006). La gran mayoría de los estudios científicos que proponen intervenciones diseñadas para mejorar estas capacidades se han realizado con varias sesiones semanales, siendo tratamientos de corta duración (4-8 semanas) y dentro de la temporada de entrenamiento normal de fútbol (Marques *et al.*, 2013; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Chelly *et al.*, 2009; Meylan y Malatesta, 2009; Christou *et al.*, 2006; Diallo *et al.*, 2001).

Se ha demostrado que la pliometría proporciona estímulos de entrenamiento que mejoran las acciones explosivas en jugadores de fútbol prepuberales y adolescentes (Ferrete *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Chelly *et al.*, 2010; Wong *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009; Kotzamanidis *et al.*, 2005; Diallo *et al.*, 2001). Por ejemplo, Meylan y Malatesta (2009) observaron que las 8 semanas de pliometría a baja intensidad implementadas en conjunto con el programa de entrenamiento específico de fútbol en jugadores adolescentes consiguieron mejorar significativamente los tiempos en sprint de 10m y salto vertical. Del mismo modo, Wong *et al.*, (2010) , después de 12 semanas de combinación de fuerza y pliometría realizada dos veces por semana además de entrenamiento de fútbol observaron grandes incrementos en el salto vertical, velocidad de tiro y mejora en el tiempo de sprint en 10m y 30m en comparación con el entrenamiento de fútbol únicamente. Todas estas estrategias sugieren que la inclusión de un estímulo de entrenamiento intenso y no específico de fútbol, integrado en el programa normal de entrenamiento de fútbol planificado, tiene el potencial para inducir mejoras en el rendimiento de las capacidades de salto y sprint mayores que las obtenidas con el entrenamiento único y específico de fútbol.

El objetivo de este artículo está encaminado a los efectos del entrenamiento de pliometría con aceleraciones sobre el rendimiento de habilidades físicas y técnicas.

En estudios previos que investigaron el efecto de la pliometría en acciones explosivas en prepúberes y adolescentes (Ferrete *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Sedano *et al.*, 2011; Chelly *et al.*, 2010; Wong *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009; Kotzamanidis *et al.*, 2005; Diallo *et al.*, 2001), el objetivo siempre se centró en la mejora de salto vertical y velocidad.

Para el conocimiento del autor, no se sabe si un programa pliométrico de corta duración suplementado con entrenamiento de velocidad como parte de la formación regular en la temporada mejoraría otras acciones explosivas específicas (tales como el cambio de direcciones, velocidad de golpeo y habilidades técnicas) en las primeras etapas de formación en comparación con el entrenamiento de fútbol por sí solo. Queda como hipótesis que la combinación de ejercicios técnicos de fútbol y la realización de tareas pliométricos junto con aceleraciones durante la temporada adicionalmente al entrenamiento normal de fútbol mejoraría las acciones explosivas en mayor grado que sólo el entrenamiento de fútbol.

Metodología

Al igual que el estudio 1, la metodología quedará determinada por el tipo de investigación que se pretende realizar, más concretamente por los objetivos que se intentan conseguir, la naturaleza de las variables a tratar y el nivel de control del proceso.

Las características de los datos obtenidos reflejan que el estudio ha sido fundamentalmente *cuantitativo*, dentro de un marco *experimental* dado por el grado de la manipulación de las variables independientes (1/2 sentadilla con salto + carga de 3 kg, skipping, saltos verticales en vallas de 30 cm, saltos laterales en vallas de 30 cm, saltos horizontales [ranas], segundo apoyo de triple salto) y los objetivos del estudio perseguidos. Las variables independientes mencionadas las podemos considerar *predictoras* de las diferentes capacidades a testear (variables *dependientes* del estudio).

Por todo ello, y viendo las características tanto del estudio como del objeto de estudio podemos decir que nos encontramos ante un estudio de carácter *explorativo* y *correlacional*.

Aproximación Experimental al problema

Este estudio examinó los efectos de un programa de pliometría combinado con aceleraciones (10m) y técnica específica dentro de la práctica de fútbol habitual sobre las capacidades de salto, sprint, resistencia y las propias destrezas técnicas de jóvenes jugadores de fútbol. El tratamiento se ha incluido en la sesión normal de entrenamiento de fútbol durante 18 sesiones (9 semanas) y se caracteriza principalmente por el corto tiempo de intervención (bajo volumen) y sesiones de intensidad moderada (programa de bajo impacto). Con el fin de determinar los efectos del entrenamiento, se seleccionaron los siguientes tests: (a) tiempo de sprint en 10m (seg); (b) Agilidad en 10m con y sin balón (seg) (comenzando desde el lado derecho e izquierdo); (c) salto vertical con contramovimiento (CMJ) y Abalakov (cm); (d) Yo-Yo test de resistencia intermitente (Yo-Yo IE) (m); y (e) la velocidad de tiro (km/h). Todas las pruebas fueron ejecutadas al inicio y al final del período de tratamiento de 9 semanas, escogiendo la semana anterior a la primera sesión y la posterior a la última intervención. Las tests iniciales se completaron en 2 días (martes y jueves), como parte de un programa de pruebas regulares, realizando el día 1 la medición de talla y masa corporal, el test de salto vertical CMJ (cm) y el Abalakov (cm) y el test Yo-YoRI (m). El día 2 se utilizó para medir la velocidad lineal en 10m con y sin balón (seg), el test de agilidad con y sin balón (seg), así como el test de velocidad de golpeo (Km/h). Antes de realizar el testeo cada día (el primer día tras las mediciones antropométricas) se realizó un calentamiento estandarizado que consistió en carrera de 5 minutos a 9 Km/h, seguido de estiramiento dinámico. Tras ello, realizaron ejercicios de activación específicos de fútbol (como por ejemplo, cambios de direcciones, sprints, saltos, cabeceos,...) y otros 4 minutos de estiramientos estáticos y dinámicos. Entre estos estiramientos y las pruebas se permitió un descanso suficiente para limitar los efectos de la fatiga producida durante el calentamiento estandarizado.

Después de las mediciones iniciales, los sujetos fueron asignados al azar a 4 grupos: grupo control (CG) (n=13) (sólo realiza el programa de entrenamiento de fútbol); Grupo Slalom (SlalomG) (n=13) (programa de entrenamiento de fútbol + pliométrico + Sprint 10m + slalom con balón); Grupo Golpeo (ShootG) (n=13) (programa de entrenamiento de fútbol + pliométrico + Sprint 10m + golpeo a portería) y el grupo combinado (COMBG) (n=13) (programa de entrenamiento de fútbol + pliométrico + Sprint 10m + slalom con balón + golpeo a portería). Todas las sesiones de entrenamiento fueron supervisadas. Todos los sujetos de los diferentes grupos experimentales realizaron los ejercicios a las 6:15 pm (justo al inicio del entrenamiento de fútbol) con una duración máxima de 40 minutos (10 minutos de calentamiento estandarizado, 25 minutos de tratamiento y 5 minutos de estiramiento). Antes del inicio, se permitió a los participantes familiarizarse con las tareas y la correcta técnica de ejecución en sesiones previas al comienzo del estudio. La duración de la sesión específica de fútbol fue de 60 minutos, existiendo 3 entrenamientos semanales de similar volúmenes e intensidades. Los sujetos fueron instruidos para evitar cualquier actividad física intensa durante la duración del experimento y para mantener sus hábitos alimenticios para toda la duración del estudio.

Tabla 12. *Diseño experimental del estudio 2.*

GRUPO	ASIGNACIÓN	PRETEST	TRATAMIENTO	POSTEST
COMBG	Al azar		PLIOMETRÍA + Aceleración 10m + Slalom con balón + Golpeo potencia	
SlalomG	Al azar	Velocidad lineal (10m) Agilidad zigzag (10m) CMJ	PLIOMETRÍA + Aceleración 10m + Slalom con balón	Velocidad lineal (10m) Agilidad zigzag (10m) CMJ
ShootG	Al azar	ABK Velocidad de golpeo	PLIOMETRÍA + Aceleración 10m + Golpeo potencia	ABK Velocidad de golpeo
Control	Al azar	Yo-Yo test RI Técnica individual	Sólo entrenamiento de fútbol	Yo-Yo test RI Técnica individual

COMBG= Grupo Experimental que realiza entrenamiento pliométrico con aceleraciones, slalom y disparo; **SlalomG**= Grupo Experimental que realiza entrenamiento pliométrico con aceleraciones y slalom; **ShootG**= Grupo Experimental que realiza entrenamiento pliométrico con aceleraciones y golpeo de potencia a portería; **Control**= Grupo Control; **Yo-Yo test RI**= Test Yo-Yo resistencia intermitente; **CMJ**= Test de medición de potencia de salto vertical con contramovimiento; **ABK** Test de medición de salto vertical (Abalakov); **Técnica individual**: Test de velocidad lineal y agilidad realizados con balón; **PLIOMETRÍA**: ½ sentadilla con salto + carga 2kg; Saltos laterales en valla pies juntos sin flexión (30cm); Salto vertical en valla pies juntos sin flexión (30cm); Skipping; Segundo apoyo de triple salto; Saltos horizontales (ranas).

Sujetos

Este estudio incluyó a un grupo de 52 jóvenes jugadores de fútbol (todos ellos jugadores de la Academia del Real Betis Balompié y la Academia de AD Nervión, España) entre las edades de 14 y 15 años (Tabla 13). Ninguno de los sujetos tenía experiencia en entrenamiento de fuerza u otros deportes competitivos que implicasen ningún tipo de ejercicios de fuerza o de potencia durante el tratamiento. Los criterios de exclusión incluyeron sujetos con problemas médicos potenciales de tobillo o antecedentes, rodilla, alguna patología en los 3 meses anteriores al tratamiento, sujetos con problemas médicos u ortopédicos que comprometiesen su participación o actuación en este estudio, cualquier cirugía reconstructiva de la extremidad inferior en los últimos 2 años o trastornos musculoesqueléticos sin resolver. Tanto los sujetos como su tutor legal fueron cuidadosamente informados acerca de los procedimientos de experimentación y sobre los riesgos y beneficios asociados con la participación en el estudio firmando un documento de consentimiento informado antes de la medición inicial llevada a cabo (Anexo I). El estudio se realizó de conformidad con la Declaración de Helsinki II y fue aprobado por el comité de ética del departamento responsable. Este estudio se realizó entre marzo 2012 y mayo de 2012.

Tabla 13. Características de los grupos en estudio 2 (medias \pm DE)

Grupo	Edad (Años)	Altura (cm)	Peso corporal (Kg)	Porcentaje graso (%)	Experiencia en fútbol (años)
COMBG (n=13)	14.64 \pm 0.28	167.81 \pm 42	55.93 \pm 8.26	12.41 \pm 2.09	6.3 \pm 1.3
SlalomG (n=13)	15.66 \pm 0.14	169.37 \pm 6.54	57.93 \pm 9.34	12.83 \pm 2.55	6.5 \pm 3.2
ShootG (n=13)	15.71 \pm 0.13	166.94 \pm 7.00	57.54 \pm 6.24	13.11 \pm 2.92	5.9 \pm 2.4
Control (n=13)	14.90 \pm 0.17	165.20 \pm 8.49	54.47 \pm 6.62	13.63 \pm 1.32	5.8 \pm 1.5

Variables Independientes

El estudio tuvo un carácter experimental, por lo que se dispuso de unas variables consideradas independientes que actúan para dar explicación a las variables a estudiar. Serán las siguientes:

- *½ sentadilla con salto + carga de 2kg.*
- *Salto lateral con pies juntos sin flexión en valla de 30 centímetros buscando longitud.*
- *Salto vertical en valla de 30 cm con pies juntos sin flexión.*
- *Skipping.*
- *Segundo apoyo de triple salto.*
- *Salto horizontal partiendo de posición agrupada y en cuclillas (Ranas).*
- *Aceleraciones de 10m.*
- *Técnica individual.*
- *Velocidad de golpeo.*

Variables Dependientes

Variables definidas como dependientes fueron:

- *Velocidad lineal (10m).*
- *Velocidad lineal con balón (10m).*
- *Velocidad en zig-zag (10m).*
- *Velocidad en zig-zag con balón (10m).*
- *Yo-yo test RI nivel 2.*
- *Potencia de salto (CMJ y Abalakov).*
- *Velocidad de golpeo.*

Control de Variables Extrañas

El cumplimiento del protocolo a la hora de la realización de los ejercicios se controló con la rigurosidad, supervisión y disciplina necesaria. Así, y de igual manera se realizaron los diversos tests en el momento de las mediciones.

No obstante, nos encontramos con algunas variables que tuvieron que ser controladas para llevar a cabo de forma correcta el estudio:

- Por un lado, durante la realización del estudio, algún jugador puntual incluido en alguno de los grupos se dio de baja.

- Por otro, se contó con la posible falta de asistencia de manera puntual al entrenamiento debido a diversos motivos (nos encontramos con sujetos donde no existe el profesionalismo). Para ello, desde el primer día se construyó una planilla de registro en la que se controlaba la asistencia por parte de todos y cada uno de los jugadores de los diferentes grupos pertenecientes al estudio. A continuación se muestra un ejemplo de la anotación de asistencia en la tabla 14 (para verla completa ir a Anexo III).

Tabla 14. Ejemplo de hoja de control de asistencia en estudio 2.

Sesión N°		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Sujeto N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GRUPO SLALOM	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
	6																
	7																
	8																
	9																
	10																
	11																
	12																

Medidas Antropométricas

Antes de la realización de los tests se determinaron estatura, peso corporal (Seca-equilibrio, Seca 222, Nueva York, NY, EE.UU.), y porcentaje de grasa corporal de los sujetos. El porcentaje de grasa se calculó por medio de mediciones de pliegues cutáneos utilizando un calibrador específico para pliegues Harpenden (ASSIST Creativo Resources Ltd, Londres, Reino Unido). Para estimar la densidad corporal se usó la fórmula 7-site Jackson-Pollock (Sinning *et al.*, 1985), validada para su uso con atletas.

A continuación se calculó el porcentaje de grasa corporal utilizando la fórmula recomendada por el Colegio American College of Sports Medicine (2006), basada en la edad y origen étnico. Dos probadores experimentados evaluaron las mediciones antropométricas durante todo el estudio. El coeficiente de correlación intraclase (ICC) fue de 0.98 (Tabla 13).

Velocidad lineal en 10 metros

Se registraron los tiempos sobre dos distancias: 5m y 10m. Para todas las pruebas de velocidad, los sujetos comenzaron con una salida agachada para luego sprintar tras una señal sonora al azar. Para el desarrollo de la prueba se precisaron células fotoeléctricas *Racetime2 Polifemo light Radio; Microgate (Bolzano, Italia)*, situando tres marcas: En 0 metros, en 5 metros y 10 metros, respectivamente, colocadas a la altura del pecho, aproximadamente, de los sujetos. Para cada toma de datos, los haces de luz de las mencionadas células fotoeléctricas estuvieron cuidadosamente alineados, realizando una marca previa en el lugar de ubicación de cada una y disponiendo una correcta alineación vertical.

Cada sujeto realizó 2 ensayos de práctica realizados a mitad de velocidad después de un exhaustivo calentamiento para que se familiaricen con el dispositivo de tiempo, completando dos intentos donde se escogió el mejor resultado para su posterior análisis estadístico. Las series no se hicieron de forma encadenada, sino que primero todos realizan una y luego comienza el primer sujeto que la realizó con la siguiente ronda de tiempos, respetando todos el orden de turnos de la primera serie. Se permitió 3 minutos entre cada intento. El (ICC) de este test fue de 0.96.

Se considerará esta medida debido a que es una distancia muy usada en investigaciones pertenecientes a esta disciplina con similar objeto de estudio. Es suficiente para poder analizar la modificación en la velocidad máxima y los cambios producidos en la aceleración una vez aplicado el tratamiento, midiendo también, el tiempo transcurrido desde 0 a los 5 metros, disponiendo una célula fotoeléctrica intermedia.

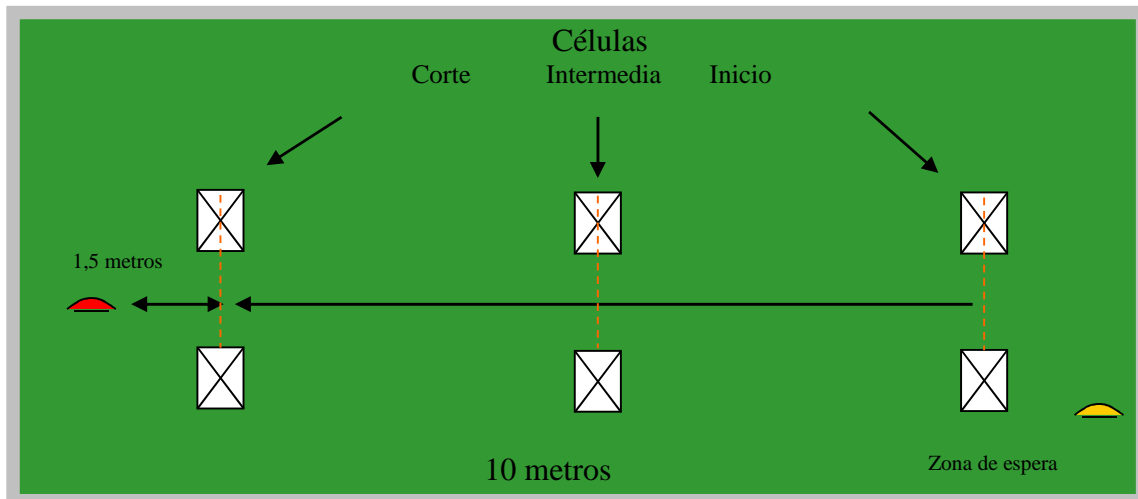


Figura 23. Disposición de los materiales en el test de velocidad lineal en 10m.

Como referencia, se dispuso de un cono “chino” al final del trayecto a 1.5 metros tras pasar la célula colocada a 10 metros (para evitar el frenado antes de acabar el test y garantizar que se pase la tercera marca a velocidad máxima posible). Como marca inicial se usó una línea blanca de 10 centímetros de anchura sobre la que se encontraba la primera célula fotoeléctrica, situándose el sujeto justo detrás de ella para partir desde 0 km/h. La salida se hizo cuando el sujeto creyó conveniente, previo consentimiento del investigador. Para ello se les dio las siguientes instrucciones:

- “Cuando quieras” (el sujeto sabe que a partir de ese momento puede salir).
- Se les indica que el test es a máxima velocidad desde el cono inicial hasta el cono final.
- Realizar la vuelta andando.
- El resto de sujetos que no participe se encuentra en la zona de espera indicada al respecto sabiendo cada uno cuál era su turno, formando una fila para ello.

Esta prueba se llevó a cabo sobre un terreno de juego real, utilizando en cada una de las mediciones la misma zona. La superficie de césped artificial será la utilizada regularmente en competición. Los sujetos realizarán el test con el calzado e indumentaria normal de entrenamiento y competición.



Figura 24. Representación de la realización del test de velocidad lineal en 10m.

Agilidad en 10 metros

La prueba de agilidad se realizó sobre el terreno de juego (césped artificial), usando el mismo espacio que para el test de velocidad lineal. Los jugadores estaban equipados con calzado y ropa específica de fútbol. El test constó de cuatro cambios de dirección de 60 grados a lo largo de 10m (Meylan y Malatesta, 2009). El sistema de cronometraje y proceso de salida fueron los mismos que en el test anterior. Con esta medición se intenta analizar la agilidad del jugador al exigirle cambios de direcciones a ambos lados, a máxima velocidad posible. Para ello se usaron picas de aproximadamente 1.5m de altura que se colocaron en el suelo para indicar el cambio de dirección (cada 2.5 metros en línea recta desde la salida y 1 metro hacia el lado correspondiente (izquierda o derecha). A los participantes no se les permitió tocar las picas mientras corrían y cambiaban de dirección. Esta prueba fue seleccionada debido a la aceleración y desaceleración que requiere, además del control del equilibrio como facetas de la agilidad (Sheppard y Young, 2006) y gestos que suelen darse con frecuencia durante un partido. Su simplicidad relativa minimiza el papel de los efectos de aprendizaje.

Se completaron cuatro ensayos por cada lado (8 en total), (dos dribbling con la pelota y dos sin balón) utilizando el mejor tiempo para el análisis estadístico posterior. Se les permitió 3 minutos de descanso entre cada repetición.

Se vuelve a usar, como en el test anterior, un cono “chino”, sirviendo de referencia final a 1.5 metros tras pasar la célula colocada a 10 metros (para evitar el frenado antes de acabar el test y garantizar que se pase la tercera marca a velocidad máxima posible y en la salida se usan las mismas consignas que en la prueba de velocidad lineal en 10 metros. El (ICC) fue de 0.93 en el lado derecho y 0.92 desde el lado izquierdo en el test sin balón. Por la agilidad con el balón (dribbling) el (ICC) fue de 0.82 desde el lado derecho y 0.83 desde el lado izquierdo.

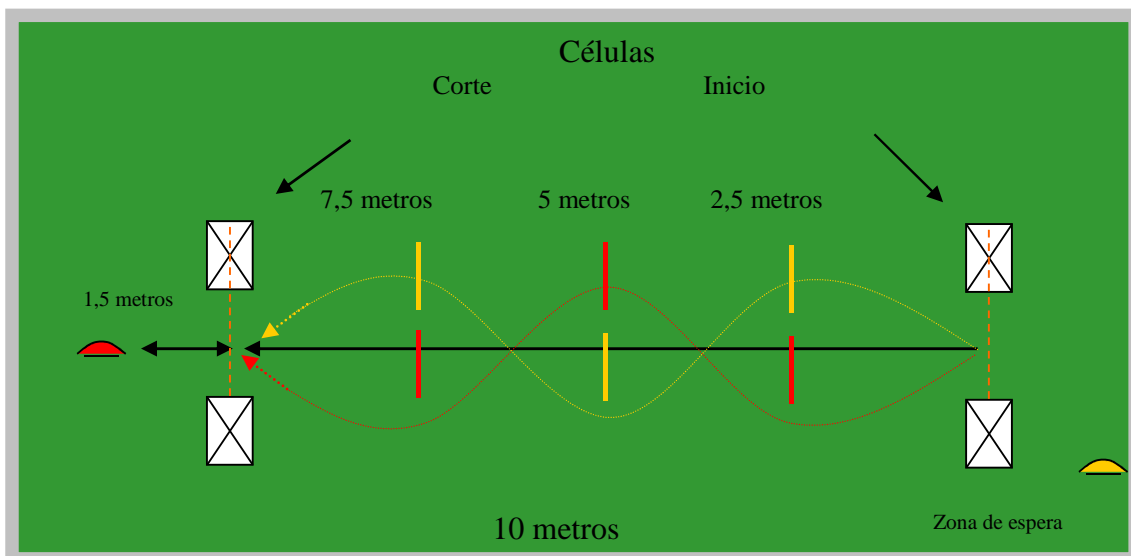


Figura 25. Disposición general de los materiales en el test de Agilidad en 10m.



Figura 26. Representación del test de Agilidad 10m (salida hacia derecha con balón).

Salto vertical con contramovimiento (CMJ) y Abalakov (ABK)

Los tests de salto vertical CMJ y Abalakov (ABK) se utilizaron con el fin de maximizar la actividad del ciclo de estiramiento-acortamiento y evaluar la fuerza explosiva de los músculos de las extremidades inferiores. Para ello, se contó con una plataforma de contacto electrónico (*Optojump Next; Microgate. Bolzano, Italia*).

En el **CMJ** el sujeto debe ejecutar un salto vertical intentando alcanzar la máxima altura posible. Para ello, se realiza una flexo-extensión rápida de piernas con la mínima parada entre ambas fases, pudiendo llegar hasta un ángulo de 90° aunque parece no ser determinante si los saltos se realizan de forma *normal* o *natural* (González-Badillo, 2006). El sujeto comienza desde una posición de partida parado, con los dos pies apoyados en el suelo. Debe estar en posición erguida, sin flexionar caderas ni piernas, manteniendo el tronco la vertical con respecto al suelo. Se deberá imprimir la máxima fuerza posible en el salto, no pudiendo separar los talones del suelo antes de la fase de despegue.

Durante la fase aérea las piernas deben permanecer extendidas y próximas hasta volver a contactar con el suelo. Cuando se produzca el contacto, éste, se realiza con las puntas de los pies y manteniendo las piernas rectas. Cuando se termina de caer y se apoya toda la superficie plantar se puede realizar una flexión de piernas para amortiguar la caída, volviendo a ser ésta próxima a los 90°. No existe ayuda de los brazos quedando sujetos a la cadera en “*posición de jarras*”, no pudiendo separarlos en ningún momento de la realización del salto. El gesto se realiza todo de una vez y de manera continuada, evitando cualquier movimiento que mejore el posterior impulso.



Figura 27. Representación gráfica del test CMJ.

Para el salto vertical **ABK** se sigue el mismo proceso excepto en el uso de los brazos, que quedan libres pudiendo realizar movimientos de balanceo, así como flexo-extensiones de piernas, para conseguir mayor inercia a la hora de realizar el salto vertical máximo. Esta medición tendrá el objetivo de aportar datos para analizar al sujeto a nivel coordinativo, ya que al permitir movimientos de diferentes segmentos corporales el éxito del salto dependerá en gran medida de la coordinación individual de cada uno. Los tests se realizaron tras haber dado la información previa oportuna, haciendo una demostración práctica y permitir a los sujetos un tiempo pequeño de prueba para la técnica de ejecución de cada salto.



Figura 28. Representación gráfica del test Abalakov.

Se realizaron 5 intentos en ambas técnicas, con una pausa de 10 segundos entre cada repetición, eliminando los 2 valores extremos (mejor y lo peor), y el promedio de los 3 valores centrales se utilizó para el posterior análisis estadístico de cada tipo de salto vertical. El ICC fue de 0.93 referente al CMJ y 0.91 para el ABK, mediciones de salto vertical que indican una alta fiabilidad.

Yo-Yo test RI (m): Nivel 1

Esta prueba se realizó de acuerdo a los procedimientos sugeridos por Castagna *et al.*, (2006) y Krustup *et al.*, (2003). En el fútbol se incluyen esfuerzos intermitentes y de alta intensidad, los cuales influyen en la ruta metabólica de la glucólisis anaeróbica., se consideró el Yo-Yo RI (nivel 1) por asemejarse el esfuerzo realizado a los patrones de movimiento requeridos en un partido de fútbol. Fue utilizado para estimar el VO₂máx y medir la capacidad de resistencia intermitente de los sujetos.

En este estudio, el test Yo-Yo RI (nivel 1) comenzó en la etapa 10, a 12.52 km/h recorriendo intervalos estándar de 20m. Se escogió para su posterior análisis la distancia total recorrida por el sujeto, excluyendo la distancia realizada durante los periodos de descanso (Castagna *et al.*, 2006). Para observar la disposición del test Ver Figuras 4 y 5 (se llevó a cabo de igual forma que en estudio 1). El ICC fue de 0.93.

Velocidad de golpeo

La producción de fuerza balística durante un tiro en fútbol se evaluó “*in situ*”. Durante 10 minutos se permitió a los sujetos disparar un balón a portería usando su técnica preferida lo más rápido posible con el objetivo estándar de hacer gol. El test se llevó a cabo tras los 10 minutos usando una pelota de fútbol estándar (masa 440 g, circunferencia de 0.69m). Para simular una acción lo más específica posible del fútbol, a los jugadores se les permitió ensayar y se les instruyó para disparar con velocidad máxima hacia el centro de la portería desde el punto de penalti (11m). Los entrenadores supervisaron la prueba de cerca para asegurarse de que se siguieran la técnica de ejecución necesaria. Cada sujeto continuó hasta registrar 10 lanzamientos consecutivos correctos (5 con cada pierna). Entre cada lanzamiento se permitió de 5 a 10 segundos. La velocidad de la pelota se midió utilizando *Stalker- Sport- Radar (Texas, EE.UU.)*, colocando el dispositivo de radar sobre un trípode detrás del tirador. Para el registro, se dispondrá de una plantilla donde se recogerá la velocidad de cada lanzamiento, pierna de golpeo y si se produce el gol.

Los 2 valores extremos de cada pierna fueron eliminados (mejor y peor), y la media de los valores centrales se utilizó para el análisis estadístico posterior. El ICC fue de 0.90 con la pierna derecha y 0.89 con la pierna izquierda.



Figura 29. Disposición y representación del test de velocidad de golpeo (Km/h).

Tratamiento

El entrenamiento de fútbol programado se llevó a cabo 4 días a la semana (Lunes, Miércoles, Jueves y Viernes). Mientras el Grupo Control (CG) sólo realizó entrenamiento de fútbol, los grupos experimentales (SlalomG, ShootG y COMBG) complementaron el entrenamiento de fútbol con el tratamiento pliométrico con aceleraciones propuesto. Como se ha dicho, este programa consistió en ejercicios realizados a intensidad máxima utilizando, como máximo, cargas ligeras (2kg). El programa se llevó a cabo 2 días por semana durante 9 semanas de tratamiento.

Cada sesión duró 40 minutos y consistió en los siguientes componentes: 10 minutos de calentamiento estandarizado (5 minutos de carrera submáxima a 6 km/h^{-1} con diferentes desplazamientos, 5 minutos de estiramientos y 2 ejercicios submáximos de salto), 25 minutos de tratamiento pliométrico con velocidad y ejercicios técnicos relativos a cada grupo (slalom, slalom con tiro o tiro), y 5 minutos de ejercicios de estiramiento al finalizar el tratamiento.

Los ejercicios fueron los siguientes: $\frac{1}{2}$ sentadilla con salto (+ carga 2kg); Saltos laterales en valla pies juntos sin flexión (30cm); Salto vertical en valla pies juntos sin flexión (30cm); Skipping; Segundo apoyo de triple salto; Saltos horizontales (ranas). A todo ello hay que añadir 10 metros de sprint + slalom + tiro (tal y como se realiza en el test de golpeo) en cada repetición de cada ejercicio en el COMBG; 10 metros de sprint + slalom (en cada repetición de cada ejercicio) en el SlalomG; 10 metros de sprint + tiro (tal y como se realiza en el test de golpeo) en el ShootG. La recuperación entre cada repetición fue de 1 minuto. En el CG no se llevó a cabo ninguna tarea específica (fuera de la propia programación de entrenamiento de fútbol) de mejora de sprint, técnica o golpeo, llevando a cabo dicho grupo el mismo protocolo de tests que el resto.

Todo se realizaron dentro del terreno de juego donde se entrena y compite (césped artificial) y todos los sujetos fueron debidamente equipados con ropa y calzado de competición.

Todas las sesiones fueron supervisadas por un especialista para certificar que se estaba realizando cada tarea de forma adecuada usando los sujetos la técnica correcta en cada una de las repeticiones. Como se ha comentado anteriormente, todos los sujetos fueron debidamente instruidos y observaron una demostración práctica de cada ejercicio del tratamiento para la familiarización con ellos.

El tratamiento se realizó siempre al inicio de la sesión, advirtiendo a los sujetos de no realizar actividad de alta intensidad fuera de su propio entrenamiento. El tratamiento se describe, a continuación, en la tabla 15:

Tabla 15. Tratamiento para los grupos experimentales en estudio 2

Semanas		1		2		3		4		5	
Grupos	Sesiones	P R E T E S T	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Ejercicios										
	½ Squat		2X6	2x6	2x8	3x6	3x6	3x8	3x8	4x6	4x6
	Skipping		2x10m	2x10m	2x15m	3x10m	3x10m	3x10m	3x10m	4x10m	4x10m
	Saltos v.		2X6	2x6	2x8	3x6	3x6	3x8	3x8	4x6	4x6
	Saltos h.		2X6	2x6	2x8	3x6	3x6	3x8	3x8	4x6	4x6
	Saltos l.		2X6	2x6	2x8	3x6	3x6	3x8	3x8	4x6	4x6
2º Triple	2X6	2x6	2x8	3x6	3x6	3x8	3x8	4x6	4x6		
Total			60	60	80	90	90	120	120	120	120

Semanas		5		6		7		8		9	
Grupos	Sesiones	10	11	12	13	14	15	16	17	18	P O S T E S T
	Ejercicios										
	½ Squat	3x10	3x10	4x6	4x6	4x8	4x8	4x8	4x8	4x10	
	Skipping	3x15m	3x15m	4x10m	4x10m	4x15m	4x15m	4x15m	4x15m	4x20m	
	Saltos v.	3x10	3x10	4x6	4x6	4x8	4x8	4x8	4x8	4x10	
	Saltos h.	3x10	3x10	4x6	4x6	4x8	4x8	4x8	4x8	4x10	
	Saltos l.	3x10	3x10	4x6	4x6	4x8	4x8	4x8	4x8	4x10	
2º Triple	3x10	3x10	4x6	4x6	4x8	4x8	4x8	4x8	4x10		
Total		150	150	120	120	160	160	160	160	200	

Sesiones= N° de sesión; *½ Squat.*= ½ sentadilla con salto (+2kg); *Skipping*= Cadencia máxima sobre la distancia (10, 15 y 20 metros); *Salto v.*= Salto vertical en valla pies juntos sin flexión (30cm); *Saltos h.*= Saltos horizontales de aro a aro con pies juntos, partiendo de agrupado, extendiéndose en salto y caer agrupado (ranas); *Saltos l.*= Saltos laterales en valla pies juntos sin flexión (30cm); *2º Triple*= Segundo apoyo de triple salto; *Total*= Saltos totales por sesión; *COMBG*= Grupo experimental que incluyó ejercicios de pliometría+10-m de aceleración+slalom con balón+tiro; *SlalomG*= Grupo experimental que incluyó entrenamiento pliométrico+10-m de aceleración+slalom con balón; *ShootG*= Grupo experimental que incluyó entrenamiento pliométrico+10-m de aceleración+tiro.

Instrumentos de medida

Células fotoeléctricas Racetime2 Polifemo light Radio. Microgate (Bolzano, Italia).

Equipo base (control de salida y llegada): barrera fotoeléctrica de alta sensibilidad, emisora de radiofrecuencia codificada, receptor de radiofrecuencia, baterías recargables (hasta 15 horas de autonomía), cargador de baterías y trípodes. Cada barrera fotoeléctrica está formada por un emisor-receptor de alta sensibilidad, así como de un elemento reflectante (funcionamiento a reflexión de hasta 15m.) Las señales obtenidas por las barreras son codificadas y emitidas. Por su parte, el equipo receptor decodifica y activa los controles del cronómetro. La ausencia de cualquier cable de conexión y la posibilidad de obtener los tiempos totales e intermedios (máximo 6, todos identificables) moviéndose libremente a lo largo del terreno, hace que pueda ser utilizado para la realización de diferentes pruebas de velocidad (hasta 300m). Posibilidad de fijar tiempos muertos y salidas dobles separadas una de la otra, así como el tipo de impulso (salida, llegada, pista) (Figura 15).

Plataforma de infrarrojos OptoJump Next; Microgate (Bolzano, Italia). Sistema de obtención óptica de datos, compuesto de una barra óptica transmisora y una receptora (100x4x3 cm). Es el modelo rediseñado del sistema *OptoJump* (Microgate) usado en otras investigaciones. Cada barra contiene de 33 a 100 leds Infrarrojos, según la resolución elegida. Estos leds están ubicados sobre la barra transmisora y se comunican continuamente con los leds ubicados en la barra receptora. El sistema detecta eventuales interrupciones y su duración. Esto permite la medición de los tiempos de vuelo y de contacto durante la ejecución de una serie de saltos, con una precisión de 1/1000 de segundo. Partiendo de esta base de datos fundamentales, el software particularmente diseñado, permite la obtención, con la máxima precisión y en tiempo real, de una serie de parámetros ligados al rendimiento del atleta. La ausencia de partes mecánicas en movimiento garantiza su precisión y fiabilidad (Microgate).

Las barras pueden ser alimentadas con baterías (autonomía de aproximadamente 8 horas) y/o con corriente eléctrica. Este sistema que sustituye a la tradicional plataforma de contactos, ofrece dos aplicaciones fundamentales: Realizar los tests de saltos tradicionales y analizar la carrera.

El sistema *OptoJump Next* ofrece evaluar por separado varios tipos de salto vertical, incluido el salto con contramovimiento (CMJ). Solo se inicia la toma de datos cuando se da la orden desde el portátil donde está instalado el software, permitiendo guardar tantos datos como se quiera para el análisis de las gráficas. En la pantalla aparecen datos de variables tales como altura del salto (cm), número del salto, tiempo de vuelo, tiempo de contacto, tiempo de reacción a un impulso óptico/acústico, elevación baricéntrica, potencia específica (W/Kg), frecuencia o energía desperdiciada (J). Las ventajas principales son: mayor duración, posibilidad de uso de calzado específico, mejor sensibilidad y no interfiere en la ejecución del salto.

Figura 30. Representación gráfica *OptoJump Next*.



Audio Yo-yo Test Resistencia Intermittente. Audio donde consta una explicación teórica y posteriormente el desarrollo del test. En dicho audio, el tiempo entre los estímulos sonoros viene supeditada por el protocolo del test, existiendo cada vez más tiempo entre pitidos en consonancia con el aumento progresivo de la velocidad del sujeto, que empieza a 8 km/h. La explicación al igual que el aviso del punto donde se encuentran los sujetos durante el test viene en inglés. Para el audio se utiliza un formato de CD para poder ser reproducido en un ordenador portátil.

RADAR. El modelo en cuestión utilizado fue el aparato *Stalker-Sport-Radar* (Texas, USA), con el cual se midió la velocidad de golpeo de cada sujeto. El RADAR se situó detrás del lanzador, sujetado por un observador y a una elevación aproximada de 40 centímetros sobre el suelo. Se realizaron pruebas previas para verificar el buen funcionamiento del aparato.



Figura 31. Representación gráfica (RADAR).

Instrumentos de medida auxiliares

- Cinta métrica para los test que la precisan.
- Picas para establecer el punto de cambio de dirección.
- Balones utilizados en competición.
- Tallímetro y báscula Seca-equilibrio (Seca 222, Nueva York, NY, EE.UU.).

Análisis Estadístico de los datos

Se calculó la estadística descriptiva de cada variable (*media \pm DE*). Para determinar la Fiabilidad de las mediciones se usó el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI). Se utilizó una ANCOVA mediante el contraste de la F de Snedecor para evaluar los efectos de la formación previa y las diferencias existentes entre los grupos. Cuando se alcanzó un valor F significativo, se realizaron procedimientos post hoc de Bonferroni para localizar las diferencias entre pares de los grupos. Se calcularon el tamaños del efecto (ES) y la significación estadística se aceptó a un nivel α de $p \leq 0,05$.

Resultados

Características Antropométricas

No se observaron diferencias significativas en las variables antropométricas medidas (peso, estatura, y el % de grasa corporal) en el pretest entre los grupos experimentales. Después de las 9 semanas de tratamiento, no existieron cambios significativos en ninguna de las características físicas analizadas (Tabla 13).

Salto vertical CMJ y Abalakov (ABK)

Se produjeron aumentos estadísticamente significativos ($p \leq 0.05$) en todos los grupos experimentales tanto en el salto **CMJ** (cm): [COMBG (2.1 cm, 6.6%, ES = 0.58), ShootG (2.3 cm, 7.5%, ES = 0.95) y SlalomG (2.1 cm, 6.3%, ES = 0.43)], como en el **Abalakov** (cm): [COMBG (4.9 cm, 14%, ES = 1.04), ShootG (5.5 cm, 16.4%, ES = 1.25) y SlalomG (3.4 cm, 9.4%, ES = 0.62)]. Tras el periodo de aplicación del tratamiento se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la magnitud del incremento entre todos los grupos experimentales y GC (Tabla 16 y Figuras 32, 33).

Tabla 16. Resultados obtenidos en las diferentes variables analizadas tras el tratamiento para todos los grupos en estudio 2 (medias \pm DE).

	GRUPO COMBINADO (CombG)				GRUPO TIRO (ShootG)				GRUPO SLALOM (SlalomG)				GRUPO CONTROL (GC)			
	PRE	POST	%	ES	PRE	POST	%	ES	PRE	POST	%	ES	PRE	POST	%	ES
CMJ (cm)	31.8 \pm 3.6	33.9 \pm 3.7 ^{ab}	6.6	0.6	30.5 \pm 2.4	32.8 \pm 3.2 ^{ab}	7.5	0.9	33.1 \pm 4.8	35.2 \pm 4.1 ^{ab}	6.3	0.4	30.9 \pm 3.8	31.2 \pm 3.7	0.9	0.07
Abalakov (cm)	34.8 \pm 4.7	39.7 \pm 4.4 ^{ab}	14	1.04	33.4 \pm 4.4	38.9 \pm 4.7 ^{ab}	16.4	1.2	35.9 \pm 5.4	39.3 \pm 3.8 ^{ab}	9.4	0.6	33.4 \pm 3.8	33.7 \pm 3.9	0.8	0.07
Velocidad 0-5-m (sec)	0.80 \pm 0.1	0.75 \pm 0.1 ^{ab}	6.2	0.5	0.79 \pm 0.1	0.76 \pm 0.1	3.7	0.3	0.81 \pm 0.1	0.78 \pm 0.1	3.7	0.3	0.80 \pm 0.1	0.83 \pm 0.1	-3.7	-0.3
Velocidad 0-10-m (sec)	1.87 \pm 0.1	1.79 \pm 0.1 ^{ab}	4.2	0.8	1.86 \pm 0.1	1.83 \pm 0.1	1.6	0.3	1.86 \pm 0.1	1.83 \pm 0.1	1.6	0.3	1.91 \pm 0.1	1.93 \pm 0.1	-1	-0.2
Agilidad DCHA (sec)	4.10 \pm 0.1	3.90 \pm 0.1 ^{ab}	4.8	2	4.13 \pm 0.2	3.95 \pm 0.2 ^{ab}	4.3	1.8	4.15 \pm 0.1	3.93 \pm 0.2 ^{ab}	5.3	2.2	4.18 \pm 0.1	4.15 \pm 0.1	0.7	0.3
Agilidad IZDA (sec)	4.26 \pm 0.1	4.04 \pm 0.1 ^{ab}	5.1	2.2	4.30 \pm 0.2	4.08 \pm 0.15 ^{ab}	5.1	1.1	4.34 \pm 0.1	4.16 \pm 0.2 ^{ab}	4.1	1.8	4.29 \pm 0.1	4.25 \pm 0.1	0.9	0.4
Agilidad con balón DCHA (sec)	5.18 \pm 0.2	4.88 \pm 0.2 ^{ab}	5.7	1.5	5.23 \pm 0.3	5.00 \pm 0.3 ^{ab}	4.3	0.7	5.26 \pm 0.3	4.90 \pm 0.2 ^{ab}	6.8	1.2	5.19 \pm 0.2	5.17 \pm 0.2	0.3	0.1
Agilidad con balón IZDA (sec)	5.52 \pm 0.2	5.20 \pm 0.2 ^{ab}	5.8	1.6	5.42 \pm 0.2	5.15 \pm 0.2	4.9	1.3	5.63 \pm 0.3	5.00 \pm 0.3 ^{ab}	11.1	2.1	5.43 \pm 0.2	5.41 \pm 0.1	0.3	0.1
Velocidad de tiro. DCHA (km/h)	80.1 \pm 9.1	87.3 \pm 10 ^{ab}	9	0.7	78.50 \pm 6.1	88.68 \pm 3.7 ^{ab}	12.9	1.6	84.56 \pm 7.8	90.42 \pm 7.7 ^a	6.9	0.7	78.50 \pm 6.9	81.34 \pm 6.3	3.5	0.4
Velocidad de tiro. IZDA (km/h)	75.6 \pm 10.5	82.4 \pm 10.2 ^{ab}	9	0.6	76.3 \pm 7.2	84.0 \pm 7.4 ^{ab}	10.1	1.06	75.3 \pm 6.91	79.1 \pm 8.36 ^a	5	0.5	77.3 \pm 6.8	79.1 \pm 8.4	2.3	0.2
Yo-Yo IE (m)	766.6 \pm 180	798.3 \pm 154	4.1	0.17	750 \pm 164	770 \pm 155	2.6	0.1	772 \pm 182	798 \pm 170	3.3	0.14	756 \pm 71	764.5 \pm 79	1.05	0.11

^a Diferencia significativas entre los valores de pretest y postest ($p < 0.05$)^b Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$)

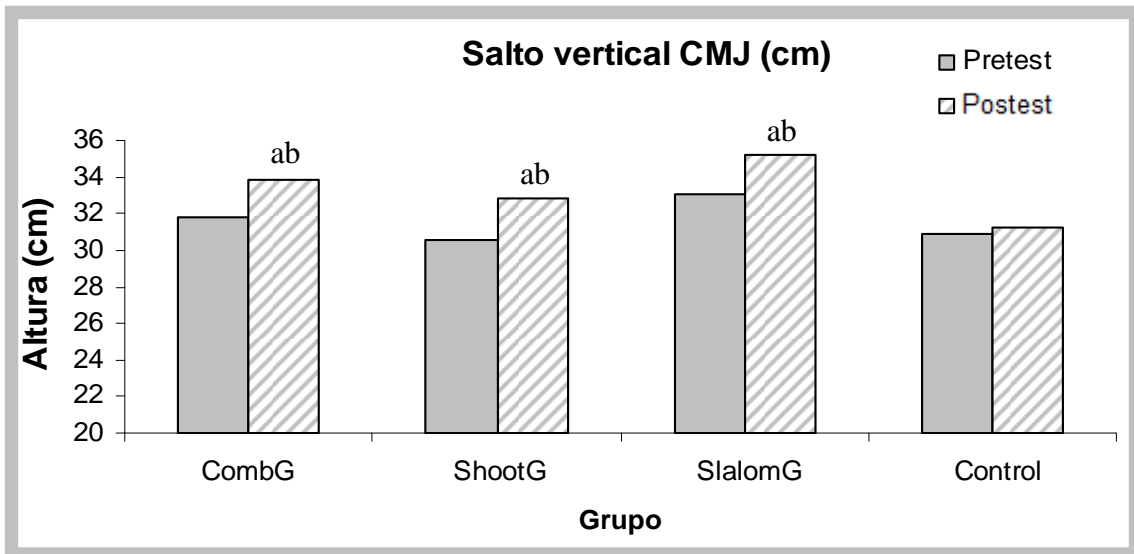


Figura 32. Evolución del salto vertical CMJ en todos los grupos. *a*= Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); *b*= Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

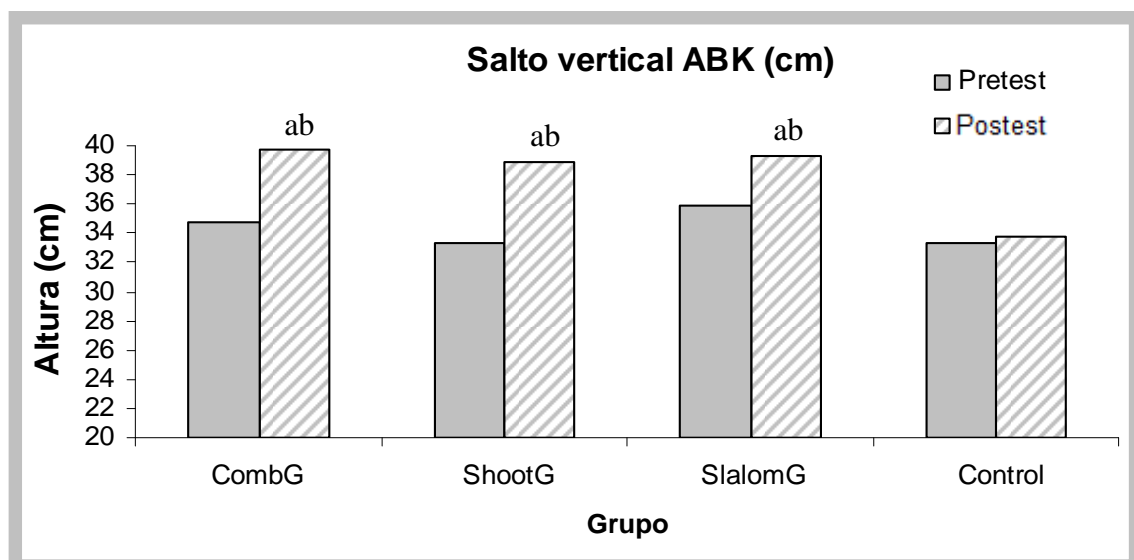


Figura 33. Evolución del salto vertical Abalakov en todos los grupos. *a*= Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); *b*= Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

Velocidad lineal en 10 metros

Durante de las 9 semanas de entrenamiento, se observaron reducciones estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) en el tiempo tardado en recorrer 5m y 10m: COMBG (-0.05 seg, 6.2%, ES = 0.5), (-0.08 seg, 4.2%, ES = 0.8, respectivamente). Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) después del entrenamiento en la magnitud de los cambios entre los grupos COMBG y GC (Tabla 16 y Figuras 34, 35).

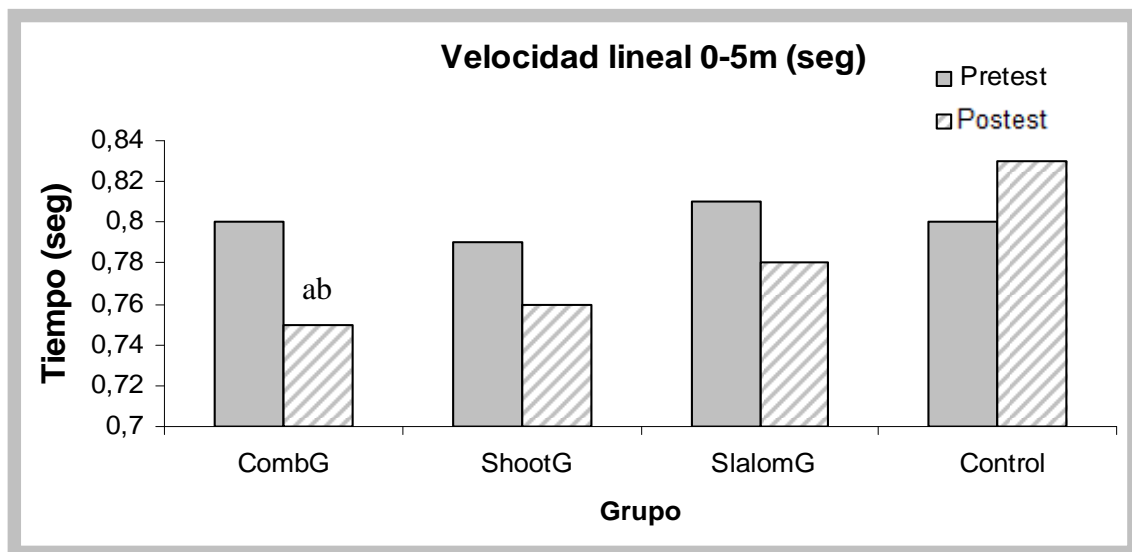


Figura 34. Rendimiento de la velocidad lineal en 0-5m en todos los grupos. *a*= Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); *b*= Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

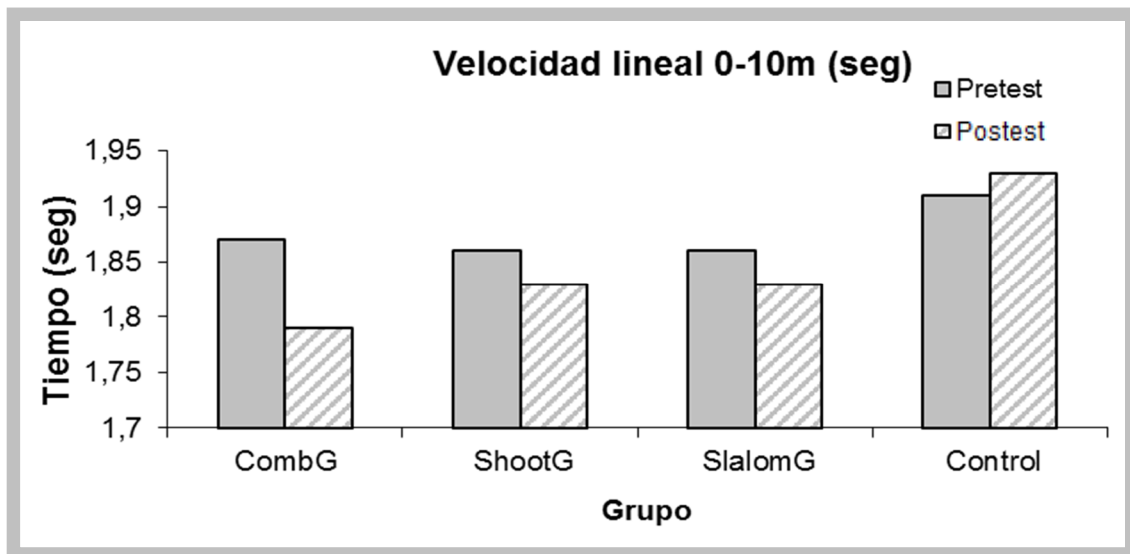


Figura 35. Rendimiento de la velocidad lineal 0-10m en todos los grupos. *a*= Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); *b*= Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

Agilidad zigzag en 10 metros

Disminuciones estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) se produjo en todos los grupos experimentales en el tiempo empleado en realizar el test de agilidad en zigzag (10m) saliendo tanto hacia el lado derecho: [COMBG (-0.20 seg, 4.8%, ES = 2.2), ShootG (-0.18 seg, 4.3%, ES = 1.8) y SlalomG (-0.22 seg, 5.3%, ES = 2.2)] como partiendo desde el lado izquierdo [COMBG (-0.22 seg, 5.1%, ES = 2.2), ShootG (-0.22 seg, 5.1%, ES = 1.1) y SlalomG (-0.18 seg, 4.1%, ES = 1.8)]. Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) después del entrenamiento en la magnitud de los cambios entre todos los grupos experimentales y el GC (Tabla 16 y Figuras 36, 37).

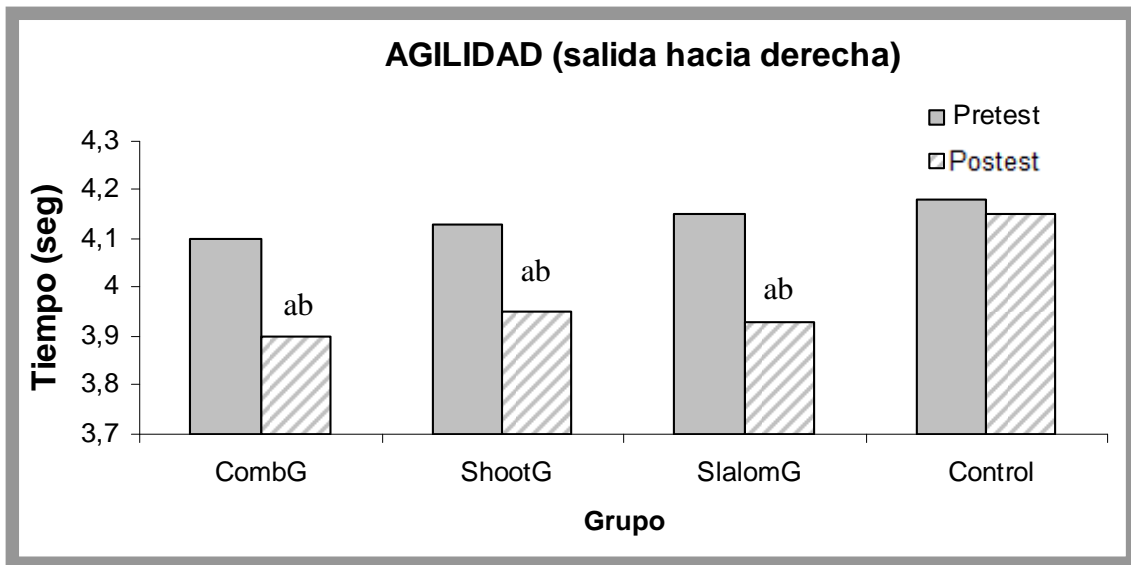


Figura 36. Evolución de la Agilidad (salida hacia la derecha) en todos los grupos. *a*= Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); *b*= Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

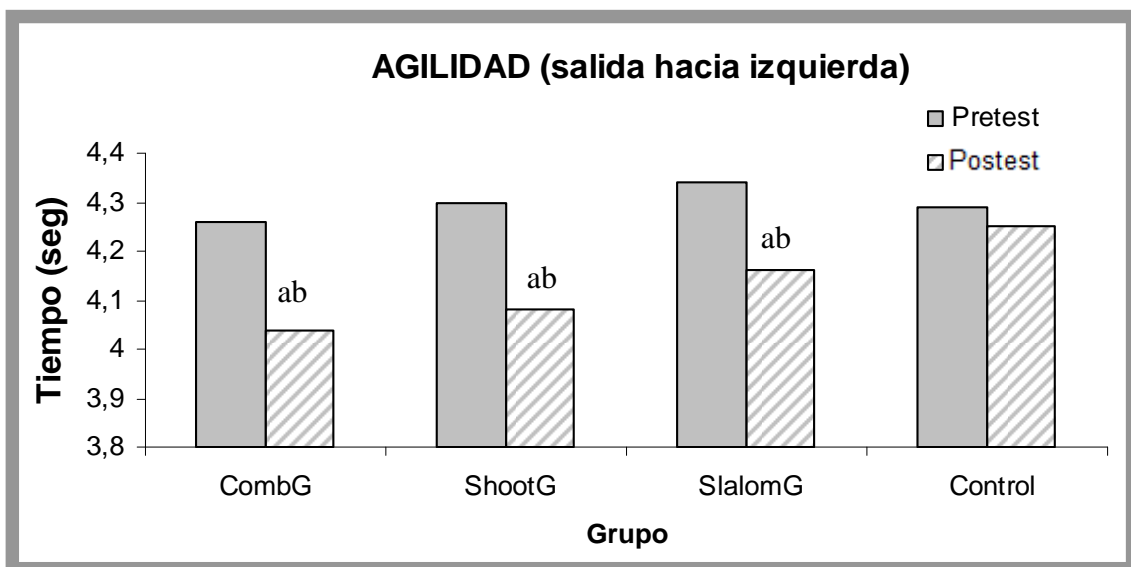


Figura 37. Evolución de la Agilidad (salida hacia la izquierda) en todos los grupos. *a*= Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); *b*= Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

Agilidad zigzag en 10 metros con balón

En este test, también encontramos mejoras estadísticamente significativas en los grupos experimentales ($p \leq 0.05$) tanto iniciando hacia el lado derecho [COMBG (-0.30 seg, 5.7%, ES = 1.5), ShootG (-0.23 seg, 4.3%, ES = 0.7) y SlalomG (-0.36 seg, 6.8%, ES = 1.2)] como hacia el lado izquierdo [COMBG (-0.32 seg, 5.8%, ES = 1.6), ShootG (-0.27 seg, 4.9%, ES = 1.3) y SlalomG (-0.63 seg, 11.1%, ES = 2.1)]. Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) después del tratamiento en la magnitud de los cambios entre todos los grupos experimentales y el GC (Tabla 16 y Figuras 38, 39).

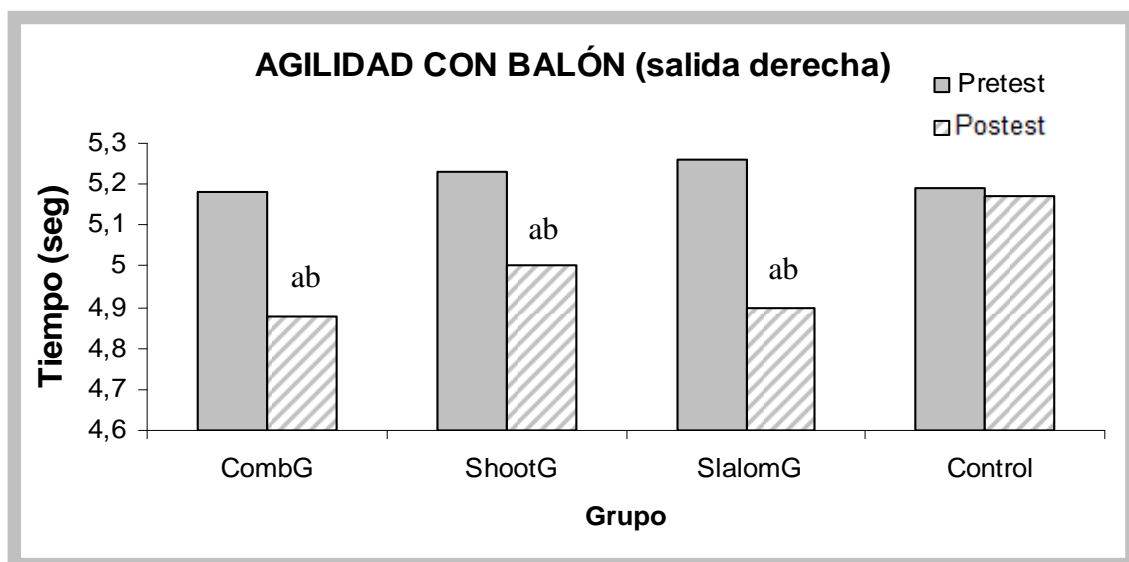


Figura 38. Evolución de la Agilidad (salida hacia la derecha) con balón en todos los grupos. **a**= Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); **b**= Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

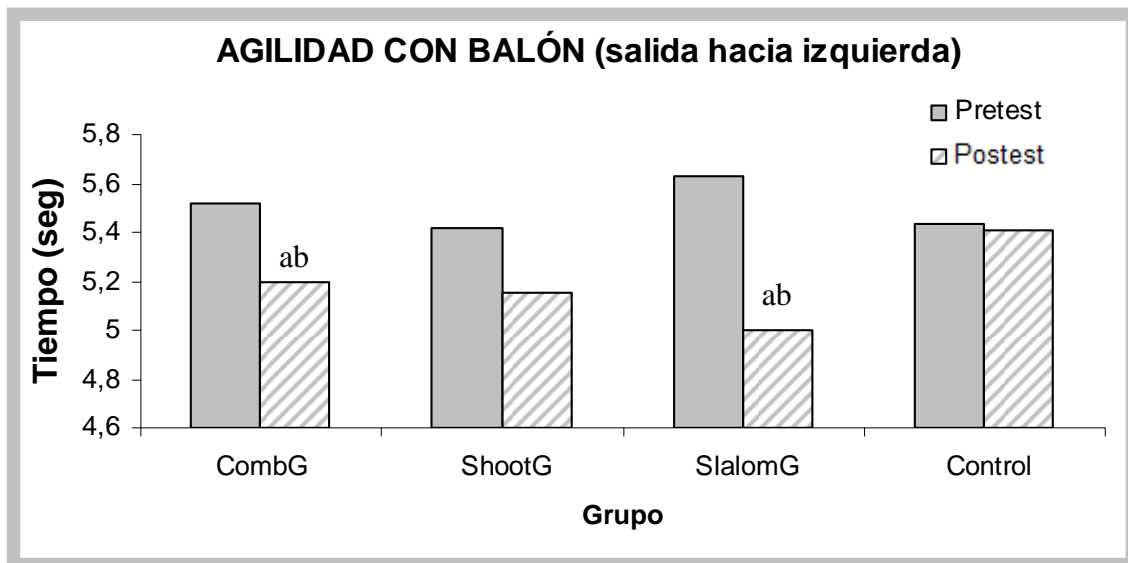


Figura 39. Evolución de la Agilidad (salida hacia la izquierda) con balón en todos los grupos. **a=** Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); **b=** Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

Velocidad de golpeo

Aumentó significativamente ($p \leq 0.05$) en todos los grupos experimentales. Con la **pierna derecha**: [COMBG (7.2 km / h, 9%, ES = 0.7), ShootG (10.1 kmh, 12.9%, ES = 1.6) y SlalomG (a 5.8 km / h, 6.9%, ES = 0.7)], y con la **pierna izquierda** [COMBG (6.8 km / h, 9%, ES = 0.6), ShootG (7.7 km / h, 10.1%, ES = 1.1) y SlalomG (3.8 km / h, 5%, ES = 0.5)]. Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) después del entrenamiento en la magnitud del incremento entre los grupos COMBG y ShootG y GC (Tabla16 y Figuras 40, 41).

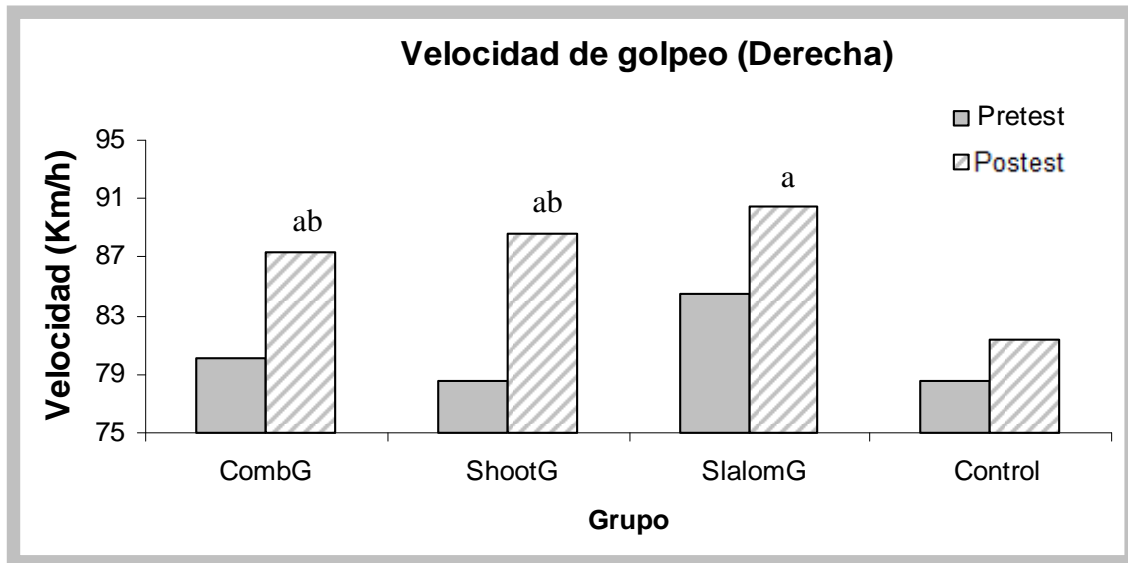


Figura 40. Evolución de la velocidad de golpeo (pierna derecha) en todos los grupos. **a=** Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); **b=** Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

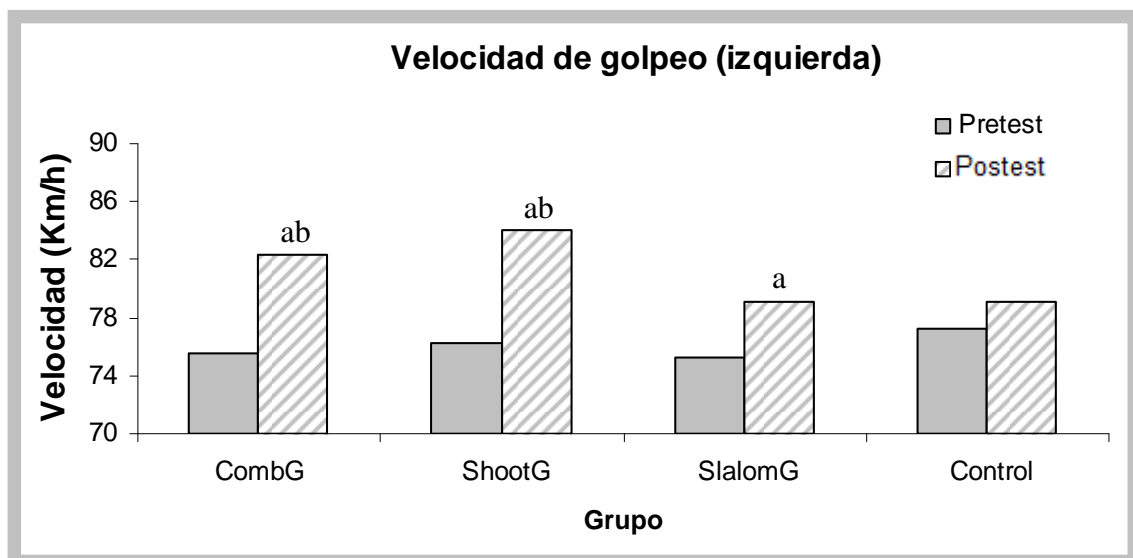


Figura 41. Evolución de la velocidad de golpeo (pierna izquierda) en todos los grupos. **a=** Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); **b=** Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

Yo-Yo test RI (m): Nivel 1

No se observaron incrementos significativos ($p \leq 0.05$) en el test Yo-Yo de resistencia intermitente (RI) en los grupos experimentales y GC. No se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) después del entrenamiento en la magnitud del incremento entre los grupos (Tabla 16 y Figura 42).

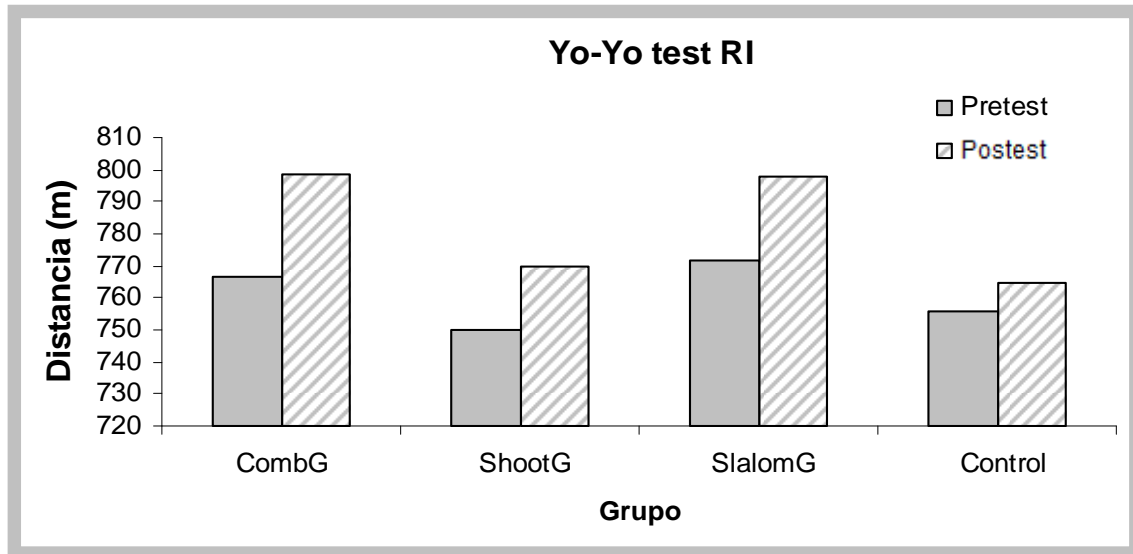


Figura 42. Evolución de la resistencia intermitente en todos los grupos. **a=** Diferencia significativa entre los valores de pretest y posttest ($p < 0.05$); **b=** Diferencia significativa respecto al Grupo Control ($p < 0.05$).

Discusión

Un enfoque novedoso en este estudio fue examinar el efecto de 9 semanas de entrenamiento de un programa combinado de pliometría y aceleraciones en jugadores de fútbol adolescentes (14-15 años) en un intento de maximizar el rendimiento físico y técnico (como son sprints, saltos, agilidad con y sin balón, velocidad de golpeo y resistencia intermitente). Nuestros resultados fundamentan nuestra hipótesis de que la combinación de ejercicios técnicos de fútbol junto con un entrenamiento específico de pliometría y velocidad de forma adicional al entrenamiento normal programado de fútbol durante la temporada, mejora el rendimiento de la capacidad de sprint y salto en jugadores de fútbol adolescentes. Por otra parte, el rendimiento de la agilidad y velocidad de golpeo se mejoraron significativamente en todos los grupos experimentales tras aplicar el programa de entrenamiento pliométrico con aceleraciones.

Estos resultados tienden a apoyar la mayoría de los estudios previos publicados que trataron de examinar estos tipos de intervenciones con futbolistas jóvenes (García-Pinillos *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Wong *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009; Kotzamanidis *et al.*, 2005; Diallo *et al.*, 2001). Aunque algunos de estos estudios seleccionaron jugadores más jóvenes o mayores que los existentes en este estudio y el tratamiento fue empleado en espacios de tiempo más cortos o más largos, por lo general la estrategia de entrenamiento utilizada confirma que la inclusión de un estímulo en forma de entrenamiento específico pliométrico con aceleraciones de estímulo de entrenamiento específico en el programa normal de entrenamiento de fútbol produce mayor rendimiento en las capacidades de salto, sprint, agilidad y velocidad de golpeo que el crecimiento natural junto a la práctica de fútbol general. Por otra parte, esta mejora podría tener una influencia positiva en el rendimiento del juego puesto que la capacidad para ganar disputas y marcar goles está relacionada con este tipo de demandas físicas.

Varios estudios han demostrado la efectividad del entrenamiento pliométrico para la mejora del salto vertical (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Rubley *et al.*, 2011; Sedano *et al.*, 2011; Chelly *et al.*, 2010; Wong *et al.*, 2010; Sáez de Villarreal *et al.*, 2009; Thomas *et al.*, 2009; Markovic, 2007; Diallo *et al.*, 2001).

En este estudio, se observaron mejoras significativas en el salto vertical CMJ (2.1 a 2.3 cm, 6-7.5%) y el Abalakov (3.4 a 5.5 cm, 9-16%) entre el test inicial y el posttest en todos los grupos experimentales.

Las mejoras coinciden con las de estudios anteriores (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Chelly *et al.*, 2010; Wong *et al.*, 2010; Meylan y Malatesta, 2009) combinado de diferentes metodologías de entrenamiento de fuerza, potencia y ejercicios pliométricos puede aumentar significativamente el rendimiento del salto vertical. De este modo, parece comprensible la mejora observada en la capacidad de salto en el presente estudio y parece ser como consecuencia del cambio en el nivel de activación neuromuscular (factores neurales) y coordinación motora, en respuesta al entrenamiento pliométrico específico (Diallo *et al.*, 2001) también existen estudios anteriores que no han mostrado mejora alguna en el salto vertical después de entrenamientos combinados de fuerza (Mujika *et al.*, 2009; Gorostiaga *et al.*, 2004; Taiana *et al.*, 1992).

La discrepancia entre los resultados obtenidos en el presente estudio y los de estudios anteriores puede atribuirse a varias razones: diferencias en la duración del tratamiento, así como de las cargas y volúmenes utilizados en los entrenamientos de estos estudios; la especificidad del entrenamiento y la capacidad propia del jugador; priorizó la velocidad del movimiento en lugar de la resistencia o carga a vencer afectando positivamente al rendimiento del salto de los jugadores jóvenes de fútbol; los jugadores fueron muy jóvenes y sin experiencia en entrenamiento pliométrico y fuerza en contraste con la mayor experiencia en este tipo de entrenamientos y el estado de aprendizaje inicial de los jugadores en investigaciones anteriores ; las diferencias históricas en la metodología de entrenamiento de los futbolistas (es decir, con o sin entrenamiento sistemático de fuerza y potencia); el nivel de competitividad y los procedimientos utilizados para medir el rendimiento del salto vertical pueden explicar estas discrepancias. Además, los resultados actuales del salto vertical CMJ y Abalakov después de combinar pliometría, sprint, agilidad y tiro parecen ser mejores que los obtenidos a través del simple entrenamiento compuesto por entrenamiento de resistencia o entrenamiento pliométrico sólo a pesar de poder tener una mayor carga de entrenamiento total.

Varios estudios han sugerido que el entrenamiento de fuerza puede mejorar la capacidad de sprint en jóvenes jugadores de fútbol (García-Pinillos *et al.*, 2014; Sohnlein, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2013; Sander *et al.*, 2013; Chelly *et al.*, 2009; Jullien *et al.*, 2008; Gorostiaga *et al.*, 2004). Otras investigaciones se han centrado en el desarrollo del rendimiento de la velocidad usando resistencias en ejercicios durante el entrenamiento de velocidad (Delecluse, 1997).

Mientras tanto, una tendencia común en los tratamientos planteados indica que la combinación de métodos es más eficaz para mejorar el rendimiento en lugar de usar una sola metodología (García-Pinillos *et al.*, 2014; Los Arcos *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Buchheit *et al.*, 2010; Adams *et al.*, 1992). Además, los resultados positivos en la mejora de la capacidad de sprint se han obtenido cuando el entrenamiento de fuerza se combina con el entrenamiento pliométrico (Kotzamanidis *et al.*, 2005; Delecluse *et al.*, 1995). Hasta donde sabemos, sólo un estudio (Marques *et al.*, 2013) ha comparado la efectividad del entrenamiento combinado, pliometría y sprint, sobre la capacidad de velocidad máxima en jugadores de fútbol adolescentes, encontrando una mejoría significativa en la distancia de 30m de 1.7%. Sin embargo, no sufre modificaciones significativas en los primeros 15m. En cualquier caso, la distancia usada en este protocolo no se corresponde con la realizada en nuestro estudio (10m). La presente investigación muestra una mejora significativa en los tiempos de 10m después de las 9 semanas de tratamiento pliométrico con velocidad sólo en el COMBG (ES = 0.8).

Este hallazgo sugiere que un programa de entrenamiento combinado proporciona un estímulo más poderoso en la mejora de diferentes parámetros que afectan a la capacidad de sprint. La hipótesis aquí es que el entrenamiento combinado es mejor que un modo aislado de entrenar cada parámetro. Una explicación plausible podría estar relacionada con el efecto positivo de un número de ejercicios para garantizar un rendimiento suficiente de los sistemas neuromusculares y metabólicos de los sujetos. Por lo tanto, se puede argumentar que la mayor mejora se ha logrado mediante la combinación de un número de ejercicios adecuados y suficientes.

Los patrones básicos de movimiento en fútbol requieren altos niveles de agilidad (Reilly y Doran, 2003; Ellis *et al.*, 2000). Debido a que un estudio anterior (Little y Williams, 2005) demuestra que la agilidad y la aceleración son cualidades independientes en el fútbol, era necesario evaluar con pruebas específicas. Estudios previos en prepúberes y adolescentes de fútbol han utilizado diferentes distancias en los tests de agilidad, siendo por ejemplo, de 40m o 50m (Ingle *et al.*, 2006; Reilly *et al.*, 2000). Sin embargo, la prueba de agilidad en 10m (con y sin balón) pareció ser la más relevante para evaluar de forma específica esta cualidad en fútbol debido a la alta frecuencia de sprints cortos a alta intensidad y con cambios de dirección durante un partido y la especificidad del *dribbling*. Estudios anteriores han demostrado la eficacia de un programa de entrenamiento pliométrico para mejorar acciones específicas de agilidad en jóvenes jugadores de fútbol (García-Pinillos *et al.*, 2014; Ramírez *et al.*, 2014; Sohnlein, 2014; Meylan y Malatesta, 2009; Thomas *et al.*, 2009). Besier *et al.* (2001), recomiendan la inclusión de ejercicios pliométricos en el entrenamiento de fútbol para familiarizar a los jugadores con los cambios de dirección imprevistos.

El porcentaje de cambio en el rendimiento de esta cualidad en todos los grupos experimentales después del periodo de tratamiento en el estudio actual (4-6%) está en concordancia con los hallazgos previos en jóvenes jugadores de fútbol. En investigaciones anteriores similares (García-Pinillos *et al.*, 2014; Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Fatouros *et al.*, 2000; Wilson *et al.*, 1996; Adams *et al.*, 1992) también es habitual ver la hipótesis de que con el entrenamiento combinado se obtienen mejores resultados que entrenando de forma aislada cada aspecto. Sin embargo, las diferencias, aunque favorables al grupo que entrenó todo de forma integrada y combinada, fueron menores de lo esperado en la capacidad de la agilidad (con y sin balón).

Este cambio general significativo en el rendimiento del tiempo de la agilidad en todos los grupos experimentales (con y sin balón) demuestra que combinar pliometría y Sprint puede tener una influencia positiva para un test de campo similar y, por lo tanto, para el juego, pudiendo tener un impacto beneficioso en el desarrollo real de este deporte. Los ejercicios pliométricos específicos seleccionados implicaban movimientos laterales con potencia y cambio de direcciones, los cuales influyeron en mejorar de forma más rápida la cualidad de agilidad.

Varios estudios han encontrado que el entrenamiento de fuerza específico mejoró el rendimiento en el golpeo en jugadores de fútbol (Manolopoulos *et al.*, 2006; Dutta y Subramaniam, 2002; De Proft *et al.*, 1998; Taiana *et al.*, 1992). Otros estudios mostraron que combinar fuerza y potencia (Wong *et al.*, 2010) o el entrenamiento pliométrico del tren inferior (Ramírez-Campillo *et al.*, 2014; Marques *et al.*, 2013; Rubley *et al.*, 2011; Sedano *et al.*, 2011; Sedano *et al.*, 2009) podría aumentar de manera significativa el rendimiento en la velocidad de golpeo. Los resultados del presente estudio se encuentran en la misma línea de esta afirmación, ya que el programa de entrenamiento combinado de pliometría y sprint demostró un aumento significativo ($ES = 0.7-1.6$) en la velocidad de golpeo del balón entre los valores alcanzados en el pretest y el postest en todos los grupos experimentales, mientras que no hubo diferencias en los resultados obtenidos en el GC. Se piensa que los factores que influyen en esta habilidad podrían ser, por un lado, la especificidad del entrenamiento junto a la capacidad atlética (COMBG y ShootG); por otro, que la fuerza de las extremidades inferiores y el tronco pueden ser directamente responsables del aumento de la velocidad de golpeo (Lees y Nolan, 1998), así como que la velocidad lineal del pie y el tobillo y la velocidad angular de todas las articulaciones participantes en este gesto mejoran el rendimiento de disparo (Manolopoulos *et al.*, 2006); Además, las mejoras en la velocidad de disparo pueden ser causadas por la transferencia de energía originada entre los diferentes segmentos corporales que actúan al realizar un golpeo en fútbol pudiendo haber contribuido a conseguir valores más altos después de la intervención realizada combinando pliometría y velocidad (Sáez de Villarreal *et al.*, 2013).

Un hallazgo interesante de este estudio fue que los grupos experimentales no demostraron un aumento significativo en la resistencia intermitente (RI) ($ES = 0.1$ a 0.17) después del tratamiento combinado de pliometría y velocidad. Las diferencias, aunque hay que tener en cuenta que los resultados fueron favorables al grupo que entrenó combinando todo, fueron menores de lo esperado en el rendimiento de la cualidad de resistencia intermitente. Estos resultados discrepan de los anteriormente descritos en estudios de fuerza y alta intensidad de entrenamiento en forma de ejercicios dinámicos (como sentadillas, CMJ con carga, saltos, y sprints), que ponen de relevancia la mejora rápidamente de la resistencia, obteniendo ganancias significativas en el VO_2 máx y permitiendo una mayor mejora en la RI (Wong *et al.*, 2010; Chamari *et al.*, 2004; Hoff y Helgerud, 2002; Helgerud *et al.*, 2001).

Sin embargo, estos valores son compatibles con otros resultados de algunos estudios anteriores (Nakamura *et al.*, 2012; Hennessy y Watson, 1994; Chromiac y Mulvaney, 1990), que sugieren una incompatibilidad de entrenamiento de fuerza y con la mejora de la RI. Una posible explicación de que no aumentaran los valores en los grupos experimentales podría ser la especificidad del entrenamiento y el número limitado de ejercicios específicos para garantizar un mayor rendimiento en la resistencia y el sistema cardiovascular de los sujetos o porque el entrenamiento no se integró de forma apropiada. Por ello, se puede argumentar que se podría haber logrado más ganancia mediante el aumento del volumen y densidad del tratamiento. Otro factor que podría contribuir a los diferentes resultados de las investigaciones que incluyen el rendimiento de la RI es la capacidad del propio jugador.

En resumen, los datos actuales demuestran claramente que la adición de un entrenamiento pliométrico combinado con velocidad en futbolistas adolescentes previamente a un entrenamiento moderado específico de fútbol parece ser un buen estímulo para la mejora en el rendimiento de la capacidad de salto, sprint, agilidad del joven jugador y velocidad de golpeo.

Por otra parte, para los jugadores de fútbol jóvenes que no tienen experiencia previa con pliometría y entrenamiento de velocidad, se debe programar una fase general de adaptación para asegurar la técnica adecuada de cada ejercicio y la seguridad del propio individuo al realizarlo. Como resultado, la aplicación de un entrenamiento pliométrico con aceleraciones junto con el entrenamiento regular de fútbol se puede realizar durante la temporada sin interferencia concomitante en el rendimiento de resistencia.

Aplicaciones prácticas

La implicación práctica de la investigación actual podría ser que los jugadores adolescentes de fútbol pueden aumentar el rendimiento del salto, sprint y agilidad y velocidad del golpeo de balón mediante la realización de un programa de 9 semanas de entrenamiento pliométrico combinado con velocidad dentro de ejercicios de tren inferior (sentadillas con salto, saltos horizontales, saltos laterales y verticales en vallas, y ejercicios que implican velocidad). Las mejoras de rendimiento que se muestran en este estudio son de gran interés para los entrenadores de fútbol y directamente aplicables a jugadores de fútbol adolescentes, ya que el rendimiento de este deporte se basa en gran medida en la capacidad de salto vertical, sprint, y las habilidades de agilidad que fueron reforzadas por un régimen de entrenamiento de alta intensidad. Por otra parte, para los jugadores de fútbol jóvenes que no tienen experiencia previa con pliometría y entrenamiento de velocidad, se debería incluir una fase general de adaptación para asegurar la correcta ejecución técnica y la seguridad de los sujetos a la hora de realizar cada ejercicio. Los entrenadores deben tener en cuenta la progresión en los aumentos de la carga y asegurarse de realizar ejercicios sobre una superficie estable, lo que reduce la probabilidad de lesión de un jugador. Los resultados pueden ayudar a los entrenadores y científicos del deporte a formular mejores directrices y recomendaciones para la evaluación del atleta y su selección, prescripción del entrenamiento y el seguimiento y la preparación para la competición. Estas mejoras pueden ser beneficiosas para conseguir jugadores más competitivos y transferirlo en el rendimiento de los partidos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Conclusiones del Estudio 1

1. La introducción de un entrenamiento de fuerza adecuado (utilizando cargas bajas y rápida velocidad de ejecución) en prepúberes (8-9 años) en fútbol produce un efecto positivo en otras cualidades físicas condicionales (potencia de salto, resistencia intermitente y flexibilidad isquio-lumbar) optimizando el rendimiento del joven jugador.
2. El tratamiento aplicado produce un efecto positivo sobre la potencia de salto, siendo significativo entre la primera y la última medición. No trabajar la fuerza en edades tempranas produce una tendencia constante a empeorar ésta cualidad realizando solo entrenamiento de fútbol.
3. Se produce una mejora significativa aplicando el tratamiento sobre el rendimiento de la resistencia intermitente, permitiendo al joven jugador recuperar más rápido y realizar más y mayores esfuerzos de forma eficaz y a intensidades requeridas.
4. Se obtiene una ganancia significativa en la cualidad de flexibilidad al entrenar fuerza sin realizar trabajo específico de flexibilidad, produciéndose un descenso significativo y constante con solo entrenamiento de fútbol.
5. No existe ningún tipo de efecto negativo en ninguno de los sujetos experimentales a lo largo del tratamiento asociado al índice de lesiones musculares, tendinosas o ligamentosas, siendo este muy bajo después de un entrenamiento de fuerza, produciéndose únicamente 3 lesiones a lo largo de la temporada, de las cuales ninguna superó los 14 días de baja deportiva.

Conclusiones del Estudio 2

1. La introducción de un entrenamiento pliométrico adecuado antes de realizar una sesión de fútbol, combinado con velocidad en jugadores adolescentes (14-15 años) produce un efecto positivo en la mejora del rendimiento de otras capacidades físicas como son el salto, sprint, agilidad y velocidad de golpeo, optimizando el rendimiento del joven jugador.
2. La inclusión de una metodología combinada produce mayores ganancias en las diferentes variables a entrenar que una propuesta de método de entrenamiento único.
3. El tratamiento aplicado produce un efecto positivo sobre las capacidades de salto y sprint, existiendo una mejora significativa en ambas al finalizar el proceso. Se consigue alcanzar mayor rendimiento que con el entrenamiento único de fútbol en estas capacidades implicadas en acciones explosivas, tan determinantes en el desenlace de este deporte.
4. Una metodología combinada de pliometría y sprint produce un aumento significativo en el rendimiento de la agilidad en jugadores adolescentes de fútbol, produciendo mejoras en todos los grupos experimentales.
5. La combinación de pliometría y sprint produce un estímulo positivo sobre la velocidad de golpeo, aumentando de forma significativa esta capacidad en todos los grupos experimentales.
6. No existió ningún tipo de efecto en ninguno de los grupos experimentales sobre la resistencia intermitente durante la duración del tratamiento.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. AAGAARD, P., SIMONSEN, E.B., TROLLE, M., BANGSBO, J. & KLAUSEN, K. Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiol. Scand.* August, 154 (4): 421-7. 1995.
2. ABERNETHY, P., WILSON, G. & LOGAN, P. Strength and power assessment. Issues, controversies and challenges. *Sport Med.* 19:401-417. 1995.
3. ADAMS, K., O'SHEA, J.P., O'SHEA, K.L. & CLIMSTEIN, M. The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 6(1): 36-41. 1992.
4. ALEXANDER, M.J.L. The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters. *Can. J. Sports Sci.* 14: 148-157. 1989.
5. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (7th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
6. ASKLING, C., KARLSSON, J. & THORSTENSSON, A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* August, 13 (4): 244-50. 2003.
7. AZIZ, A.R., MUKHERJEE, S., CHIA, M.Y. & THE, K.C. Relationship measured maximal oxygen uptake and aerobic endurance performance with running repeated sprint ability in young elite soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* December, 47 (4): 401-407. 2007.
8. BAKER, D., NANCE, S. & MOORE, M. The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power trained athletes. *J. Strength Cond. Res.* 15(1):92-97. 2001.
9. BAKER, D. Acute and long-term power responses to power training: Observations on the training of an elite power athlete. *NSCA.* Vol.23, N° 1:47-56.2001a.

10. BAKER, D., WILSON, G. & CARLYON, B. Generality versus specificity: A comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. *Eur. J. Appl. Physiol.* 68(4):350-355. 1994.
11. BANGSBO, J., LAIA, F.M., & KRUSTRUP, P. The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med.* 38 (1): 37-51. Review. 2008.
12. BANGSBO, J., NORREGAARD, L. & THORSO, F. Activity profile of competition soccer. *Can. J. Sport Sci.* 16: 110–116, 1991.
13. BAUER, T., THAYER, R.E. & BARAS, G. Comparison of training modalities for power development in the lower extremity. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 4:115-121. 1990.
14. BEHM, D.G., & SALE, D.G. Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J. Appl. Physiol.* 74:359-368. 1993.
15. BESIÉ, T.F., LLOYD, D.G., ACKLAND, T.R. & COCHRANE, J.L. Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33: 1176–1181, 2001.
16. BISCOTTI, G.N. Le basi Della Forza. *Il Nuovo Calcio.* 117, pp 102-107. 2002.
17. BISCOTTI, G.N. Forza e prevenzione: matrimonio possibile. *Il Nuovo Calcio,* 110, pp 121-125. 2001.
18. BLAKEY, J.B. & SOUTHARD, D. The combined effects of weight training and plyometric on dynamic leg strength and leg power. *J. Appl. Sports Sci. Res.* 1 (1):14-16. 1987.
19. BLATTNER, S. & NOBLE, L. Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Res. Quart.* 50 (4): 533-538. 1979.
20. BOBBERT, M.F. Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sport Med.* 9: 7-22. 1990.

21. BOBBERT, M.J., MACKAY, M., SCHINKELSHOEK, D., HUIJING, P. & VAN INGEN SHENAU, G.J. Biomechanical analysis of drop and countermovement jumps. *Eur. J. Appl. Physiol.* 54: 566-573. 1986.
22. BOSCO, C. *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos.* Barcelona. Paidotribo. 2000.
23. BOSCO, C. Evaluation and planning of conditioning training for alpine skiers. *Science and Skiing. Abstract book*, 229–250. 1997.
24. BOSCO, C., BELLI, A., ASTRUA, M., TIHANYI, J., POZZO, R., KELLIS, S., TSARPELA, O., FOTI, C., MANNO, R. & TRANQUILLI, C. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *Eur. J. Appl. Physiol.* 70:379–386. 1995.
25. BOSCO, C., KOMI, P.V., PULLI, M., PITTEA, C. & MONTONEY, H. Considerations of the training of elastic potential of human skeletal muscle. *Volleyball Technical Journal*; 1(3):75-80. 1982.
26. BOSCO, C., TARKKA, I. & KOMI, P.V. Effect of elastic energy and myoelectrical potentiation of triceps surae during stretch-shortening cycle exercise. *Int. J. Sports Med.* 3(3):137-140. 1982a.
27. BOSCO, C., VIITASALO, J.T., KOMI, P.V. & LUHTANEN, P. Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiol. Scand.* 45(114):57-56, 1982b.
28. BOSCO, C., & KOMI, P.V. Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *Eur. J. Appl. Physiol.* 26(24):1-3. 1979.
29. BROWN, M.E., MAYHEW, J.L. & BOLEACH, L.W. The effect of plyometric training on the vertical jump of high school basketball players. *J. Sport Med. Physical Fitness*, 26 (1):1-4. 1986.
30. BUCHHEIT, M., MENDEZ-VILLANUEVA, A., DELHOMEL, G., BRUGHELLI, M. & AHMAIDI, S. Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *J. Strength Cond. Res.* October, 24 (10): 2715-22. 2010.

31. CARREÑO, J. & LÓPEZ CALBET, J.A. Prevención y tratamiento de las lesiones musculares producidas por el ejercicio excéntrico. *El Entrenador Español*. 98: 34-45. 2003.
32. CASTAGNA, C., IMPELLIZZERI, F.M., CECCHINI, E., RAMPININI, E. & ÁLVAREZ, J.C. Effects of intermittent-endurance fitness of match performance in young male soccer players. *J. Strength Cond. Res.* October, 23 (7): 1954-9. 2009.
33. CASTAGNA, C., IMPELLIZZERI, F.M., BELARDINELLI, R., ABT, G., COUTTS, A., CHAMARI, K. & D'OTTAVIO, S. Cardiorespiratory responses to Yo-yo intermittent Endurance Test in nonelite youth soccer players. *J. Strength Cond. Res.* May, 20 (2): 326-30. 2006.
34. CASTAGNA, C., IMPELLIZZERI, F.M., CHAMARI, K., CARLOMAGNO, D. & RAMPININI, E. Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer player: a correlation study. *J. Strength Cond. Res.* May, 20 (2): 320-5. 2006.
35. CASTAGNA, C., D'OTTAVIO, S. & ABT, G. Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond Res* 17: 775–780, 2003.
36. CAVANAGH, P.R. On “muscle action” vs. “muscle contraction”. *Biomechanics*, 21 (1): 69. 1988.
37. CHAMARI, K., CHAOUACHI, A., HAMBLI, M., KAOUECH, F., WISLOFF, U. & CASTAGNA, C. The five jump-test for distance as a field test to assess lower limb explosive power in soccer players. *J. Strength Cond. Res.* May, 22 (3): 944-50. 2008.
38. CHAMARI, K., HACHANA, Y., AHMED, Y.B., GALY, O., SGHAÏER, F., CHATARD, J.C., HUE, O. & WISLOFF, U. Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br. J. Sports Med.* Abril, 38 (2): 191-6. 2004.
39. CHELLY, M.S., CHERIF, N., BENAMAR, M., HERMASSI, S., FATHLOUN, M., BOUHLEL, E., TABKA, Z. & SHEPHARD, R. Relationships of peak leg power, 1-RM half back squat and leg muscle volume to 5-m sprint performance of junior soccer players *J Strength Cond Res* 24: 266–271, 2010.

40. CHELLY, M.S., FATHLOUN, M., CHERIF, N., BEN AMAR, M., TABKA, Z. & VAN PRAAGH, E. Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *J. Strength Cond. Res.* Noviembre, 23 (8): 2241-9. 2009.
41. CHIMERA, N.J., SWANIK, K.A., SWANIK, C.B. & STRAUB, S.J. Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *J. Athletic Training.* 39(1):24-31.2004.
42. CHRISTOU, M., SMILIOS, I., SOTIROPOULOS, K., VOLAKLIS, K., PILIANIDIS, T. & TOKMAKIDIS, S.P. Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *J. Strength Cond. Res.* Noviembre, 20 (4): 783-91. 2006.
43. CHROMIAC, J.A. & MULVANEY, D.R. A review: The effects of combined strength and endurance training on strength development. *J Appl. Sport Sci. Res.* 4: 55-60. 1990.
44. CHU, D. *Jumping into Plyometrics* (2nd ed.) Champaign, IL: Human Kinetics. 1998.
45. CLUTCH, D., WILTON, M., McGOWN, C. & BRYCE, G.R. The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Res. Quart.* 54(1):5-10. 1983.
46. COMETTI, G., MAFFIULETTI, N.A., POUSSON, M., CHATARD, J.C. & MAFFULLI, N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *Int. J. Sports Med.* January, 22 (1): 45-51. 2001.
47. COMETTI, G. *Fútbol y musculación.* Barcelona (España). INDE. 1999.
48. COMETTI, G. *Los métodos modernos de musculación.* Barcelona (España). Paidotribo. 1998.
49. COMETTI, G. *La pliometrie.* Universite De Bourgogne (Francia). Ufr Staps Dijon. 1990.
50. COMETTI, G. *Métodos modernos de musculación* (4ª Ed.). Barcelona (España). Paidotribo. 1989.

51. COMFORT, P., STEWART, A., BLOOM, B. & CLARKSON, B. Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *J. Strength Cond. Res.* January, 28(1): 173-7. 2014.
51. COSTELLO, F. Using weight training and plyometric to increase explosive power for football. *NSCA J.* April-May. 6:22-25. 1984.
52. COSTILL, D.L., MILLER, S.J., MYERS, W.C., KEHOE, F.M. & HOFFMAN, W.M. Relationship among selected tests of explosive leg strength and power. *Res. Quart. Am. Ass. Health Physical Ed. Rec.* 39: 785-787. 1968.
53. CROISIER, J.L., GANTEAUME, S., BINET, J., GENTY, M. & FERRET, J.M. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer: players: a prospective study. *Am. J. Sports Med.* August, 36 (8): 1469-75. 2008.
54. CRONIN, J.B. & HANSEN, K.T. Strength and power predictors of sports speed. *J. Strength Cond. Res.* 19(2):349–357. 2005.
55. DAUTY, M., POTIRON-JOSSE, M. & ROCHCONGAR, P. Consequences and prediction of hamstring muscle injury with concentric and eccentric isokinetic parameters in elite soccer players. *Am. Readapt. Med. Phys.* December, 46 (9): 601-6. 2003.
56. DE BELLIS, R. La decompressione Della colonna vertebrale. *Il Nuovo Calcio*, 126, pp 32-34. 2003.
57. DE PROFT, E., CABRI, J., DUFOUR, W. & CLARYS, J.P. Strength training and kick performance in soccer players. *In Science and Football. Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football.* Eds: Reilly, T., Lees, A, Davids, K. & Murphy, W.J. London: E & FN SPON, pp. 108–113. 1988.
58. DELECLUSE, C. Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training. *Sports Med.* 24(3):147–156. 1997.
59. DELECLUSE, C., VAN COPPENOLLE, C., WILLEMS, H., VAN LEEMPUTTE, E., DIELS, M. & GORIS, M. Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance *Med. Sci. Sports Exerc.* 27. 1203-1209. 1995.

60. DE VRIES, H.A. Efficiency of electrical activity as a measure of the functional state of muscle tissue. *Am. J. of Phys. And Med.* 47, pp 10-22. 1968.
61. DIALLO, O., DORE, E., DUCHE, P. & VAN PRAAGH, E. Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 41(3): 342-348. 2001.
62. D'OTTAVIO, S. *El Rendimiento del Joven Futbolista.* Barcelona. Paidotribo. 2001.
63. DOWSON, M.N., NEVILL, M.E., LAKOMY, A.M., NEVILL, A.M. & HAZELDINE, R.J. Modeling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *J. Sports Sci.*, 16, 257-265. 1998.
64. DRISS, T.H., VANDEWALLE H. & MONOD, H. Maximal power and force velocity relationships during cycling and cranking exercises inn volleyball players: correlation with vertical jump test. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 37:175-181. 1998.
65. DUKE, S. & BENELIYAHU, D. Plyometric: optimising athletic performance through the development of power as assessed by vertical leap ability: an observational study. *Chiropr. Sports Med.* 6:10-15. 1992.
66. DUTTA, P. & SUBRAMANIAM, S. Effect of six weeks isokinetic strength training combined with skill training on football kicking performance. *In Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football.* Spinks, W., Reilly, T., & Murphy, A., eds. New York: Routledge, pp. 333–340.60. 2002.
67. EBBEN, W., & BLACKARD, D. Developing a strength-power program for amateur boxing. *Strength Cond. Feb.*, 42-51. 1997.
68. ELLIS, L., GASTIN, P., LAWRENCE, S., SAVAGE, B., BUCKERIDGE, A., STAPFF, A., TUMILTY, D., QUINN, A., WOOLFORD, S., & YOUNG, W. Protocols for the physiological assessment of team sports players. In: *Physiological Tests for Elite Athletes.* Gore, C.J. ed. Champaign: Human Kinetics, pp. 128–144.40. 2000.
69. ENGSTROM, B. ¿Cómo se pueden prevenir las lesiones en un futbolista de talla mundial? *Clinics in Sports Med.* 17 (4): 755-768. 1998.

70. ESCAMILLA, R., FLEISIG, G.S., ZHENG, N., BARRENTINE, S.W., WILK, K.E. & ANDREWS, J.R. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med. Sci. Sports Exerc.* Abril, 30(4): 556-559. 1998.
71. FAIGENBAUM, A.D. Strength Training for Childrens and Adolescents. *Clin. Sports Med.* Octubre, 19 (4), pp 593-619. 2000.
72. FARRAR, M. & THORLAND, W. Relationship between isokinetic strength and sprint times in college-age men. *J. Sports Med.* 27:368-372. 1987.
73. FATOUROS, I.G., JAMURTAS,A.Z., LEONTSINI, D., TAXILDARIS, K., AGGELOUSIS, N., KOSTOPOULOS, N. & BUCKENMEYER, P. Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *J. Strength Cond. Res.* 14(4):470-476. 2000.
74. FEES, M.A. Complex Training. *Athletic Therapy Today* January, 18. 1997.
75. FERRETE, C., REQUENA, B., SUAREZ-ARRONES, L., & SAEZ DE VILLARREAL, E. Effect of strength and high-intensity training on jumping, sprinting, and intermittent endurance performance in prepubertal soccer players. *J Strength Cond Res.* February, 28(2): 413-22. 2014.
76. FLECK, S.J. & KRAEMER, W.J. Designing resistance training programs, 2nd Ed. Champaign, IL: Human Kinetics. 1997.
77. FORD, H.J.R., PUCKETT, J., DRUMMOND, J., SAWYER, K., GANTT, K. & FUSSELL, C. Effects of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. *Precept. Mot. Skills.* 56(3): 919-922. 1983.
78. FRY, A.C., KRAEMER, W.J. & WASEMAN, C.A. The effect of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in women's intercollegiate volleyball. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 5:174-181. 1991.
79. GAMBETTA, V. Plyometric training. *Track and Field Quart. Rev.* 78(1): 58-59. 1978.

80. GARCÍA-PINILLOS, F., MARTÍNEZ-AMAT, A., HITTA-CONTRERAS, F., MARTÍNEZ-LÓPEZ, E.J. & LATORRE-ROMÁN, P.A. Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of Young soccer players. *J Strength Cond. Res.* September, 28(9):2452-60. 2014.
81. GARGANTA, J. & PINTO, J. La enseñanza del Fútbol. En GRAÇA, A. & OLIVEIRA, J. (Coord.). *La enseñanza de los juegos deportivos*. Paidotribo. Barcelona (España). 1997.
82. GARHAMMER, J. A review of power output studies of Olympic and Powerlifting: methodology, performance prediction and evaluation test. *J. Strength Cond. Res.* 7(2): 76-89. 1993.
83. GEHRI, D.J., RICARD, M.D., KLEINER D.M. & KIRKENDALL, D.T. A comparison of plyometric training technique for improving vertical jump ability and energy production. *J. Strength Cond. Res.* 12(2):85-89. 1998.78.
84. GEMAR J.A. The effects of weight training and plyometric training on vertical jump, standing jump and forty-meter sprint. Ph.D. Thesis. Brigham Young University. 1986.
85. GONZALEZ-BADILLO, J.J. Proyecto de investigación: Identificación de las variables dinámicas, cinemáticas y temporales relacionadas con el salto vertical con contramovimiento. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla. 2006.
86. GONZÁLEZ-BADILLO J.J., IZQUIERDO, M. & GOROSTIAGA, E.M. Moderate volume of high relative training intensity produces greater strength gains compared with low and high volumes in competitive weightlifters. *J. Strength Cond. Res.* 20 (1): 73-81. 2006.
87. GONZALEZ-BADILLO, J.J., & RIBAS-SERNA, J. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona. Publicaciones INDE. 2002.
88. GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. & GOROSTIAGA, E.M. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Barcelona (España). INDE. 1995.

89. GOROSTIAGA, E.M., IZQUIERDO, M., RUESTA, M., IRIBARREN, J., GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. & IBÁÑEZ, J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur. J. Appl. Physiol.* May, 91 (5-6): 698-707. 2004.
90. GOROSTIAGA, E.M. Aspectos fisiológicos en el fútbol: test de campo y el entrenamiento de la fuerza. Primer Congreso Internacional de Preparadores Físicos de Fútbol. Madrid (España). 2001.
91. GOROSTIAGA, E.M., IZQUIERDO, M., ITURRALDE, P., RUESTA, M. & IBÁÑEZ, J. Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *Eur J Appl Physiol* 80: 485-493, 1999.
92. GRABAU, D.E., VITZTHUM, K., MACHE, S., GRONEBERG, D.A. & QUARCOO, D. Gendermedizinische Aspekte einer Kreuzbandruptur. *Sportverletz Sportschaden*, 25(4): 235-240. 2011.
93. HAHN, E. Entrenamiento con niños. Barcelona (España). Ed. Martínez Roca. 1988.
94. HAKKINEN, K. Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 29(1):9-26. 1989.
95. HAKKINEN, K. Training and detraining adaptations in electromyographic, muscle fibre and force production characteristics of human leg extensor muscles. University of Jyväskylä. Jyväskylä (Finland). 1986.
96. HAKKINEN, K., ALEN, M. & KOMI, P.V. Changes in isometric force and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol. Scand.* 3(125):73-585. 1985.
97. HAKKINEN, K. & KOMI, P.V. The effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scand J Sports Sci* 7: 65-76, 1985.

98. HAKKINEN, K. & KOMI, P.V. Changes in electrical and mechanical behaviour of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. *Scand.J. Sports Sci.* 755-64. 1985a.
99. HAKKINEN, K. & KOMI, P.V. The effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scand. J. Sports Sci.* 765-76, 1985b.
100. HAKKINEN, K., KOMI, P.V. & TESCH, A. Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force-time, muscle fiber and metabolic characteristics of leg extensor muscles. *Scand. J. Sports. Sci.* 3: 0-58. 1981a.
101. HAKKINEN, K. & KOMI, P.V. Effect of different combined concentric and eccentric muscle work regimens on maximal strength development. *J. Human Mov. Stu.* 7: 33-34. 1981b.
102. HAMMETT, J.B. & HEY, W.T. Neuromuscular adaptation to short-term (4 weeks) ballistic training in trained high school athletes. *J. Strength Cond. Res.* 17:556-560. 2003.
103. HARTMAN, J. & TÜNEMANN, H. Entrenamiento moderno de la Fuerza. Barcelona (España). Ed. Paidotribo. 1996.
104. HATFIELD, F. Power, a scientific approach. Contemporary. Chicago. 1989.
105. HEIDT, R.S., SWEETERMAN, L.M., CARLONAS, R.L., TRAUB, J.A. & TEKULVE, F.X. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *Am. J. Sports Med.* 28: 659-662. 2000.
106. HELGERUD, J., ENGEN, L.C., WISLOFF, U. & HOFF, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* November, 33 (11): 1925-31. 2001.
107. HENDERSON, G., BARNES, C.A. & PORTAS, M.D. Factors associated with increased propensity for hamstring injury in English Premier League soccer players. *J Sci Med Sport* 13: 397-402, 2010.

108. HENNESSY, L. & KILTY, M. Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *J. Strength Cond. Res.* 15 (3): 326-331. 2001.
109. HENNESSY, L.C. & WATSON, A.W.S. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *J. Strength Cond. Res.* 8: 12-19. 1994.
110. HERRERO, J.A., IZQUIERDO, M., MAFFIULETTI, N.A. & GARCÍA-LÓPEZ, J. Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *Int. J. Sports Med.* July, 27 (7): 533-539. 2006.
111. HEWETT, T.E., & STROUPE, A.L. Plyometric training in female athletes. *Am. J. Sport Med.* 24(6):765-773. 1996.
112. HOFF, J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. *J. Sports Sci.* June, 23 (6): 573-82. Review. 2005.
113. HOFF, J. & HELGERUD, J. Endurance and Strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med.* 34 (3): 165-80. Review. 2004.
114. HOFF, J. & HELGERUD, J. Maximal strength training enhances running economy and aerobic endurance performance. In: Hoff, J. & Helgerud, J., editors *Football (Soccer): new developments physical training research*. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology (Noruega), pp 39-55. 2002.
115. HOFF, J., BERDAHL, G.O. & BRATEN, S. Jumping height development and body weight considerations in ski jumping. In: Muller, E., Schwameder, H., Raschner, C., Lindinger, S. & Kornexl, E., (eds). *Science a skiing II*. Hamburg: Verlag Dr kovac (Alemania). 403-12. 2001.
116. HOLCOMB, W.R., KLEINER, D.M. & CHU, D.A. Plyometrics: Considerations for safe and effective training. *Strength Cond.* 20:36-39. 1998.
117. IMPELLIZZERI, F.M., MARCORA, S.M., CASTAGNA, C., REILLY, T., SASSI, A., IAIA, F.M. & RAMPININI, E. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med* 27: 483-492, 2006.

118. INGLE, L., SLEAP, M., & TOLFREY, K. The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *J Sports Sci* 24: 987–997, 2006.
119. IZQUIERDO, M., HAKKINEN, K., GONZALEZ-BADILLO, J.J., IBAÑEZ, J. & GOROSTIAGA, E.M. Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur. J. Appl. Physiol.* 87:264-271. 2002.
120. GUY, J.A. & MICHELI, L.J. Strength Training for Children and Adolescents. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* Vol 9, nº 1. January-February, pp 29-36. 2001.
121. JULLIEN, H., BISCH, C., LARGOUËT, N., MANOUVRIER, C., CARLING, C.J. & AMIARD, V. Does a short period of lower limb strength training improve performance in field-based tests of running and agility in young professional soccer players? *J. Strength Cond. Res.* March, 22(2): pp 404-11. 2008.
122. KANEKO, M., FUCHIMOTO, T., TOJI, H. & SUEI, K. Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand. J. Sports Sci.* 5(2):50-55.1983.
123. KEOHANE, A.L. The effects of six week depth jumping program on the vertical jumping ability of figure skaters. M.P.E Thesis. Univ. of British Columbia. 1997.
124. KIBELE, A. Possible errors in the comparative evaluation of drop jumps from different heights. *Ergonomics.* Vol. 42. 7:1011-1014. 1999.
125. KNUTTGEN, H.G. & KOMI, P.V. Basic definitions for exercise. En Komi, P.V. (Ed.) *Strength and Power in Sports*, pp 3-6. Boston Blackwell Scientific Publications. 1992.
126. KOMI, P.V. Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic and mechanical factors. *Int. J. of Sport Med.* 7, pp 10-15. 1986.
127. KOMI, P.V, VIITASALO, J.T., RAURAMAA, R., & VIRKKO, V. Effect of isometric strength training of mechanical, electrical and metabolic aspects of muscle function. *Eur. J. of App. Phys.* 40, pp 45-55. 1978.

128. KOTZAMANIDIS, C. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *J. Strength Cond. Res.* May, 20 (2): 441-445. 2006.
129. KOTZAMANIDIS, C., CHATZOPOULOS, D., MICHAELIDIS, C., PAPAIAKOVOU, G. & PATIKAS, D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability soccer players. *J. Strength Cond. Res.* May, 19 (2): 369-75. 2005.
130. KRAMER, J.F., MORROW, A. & LEGER, A. Changes in rowing ergometer, weight lifting, vertical jump and isokinetic performance in response to standard and standard plus plyometric training programs. *Int. J. Sports Med.* 14(8):449-454. 1983.
131. KRUSTRUP, P., MOHR, M., AMSTRUP, T., RYSGAARD, T., JOHANSEN, J., STEENBERG, A., PEDERSEN, P.K. & BANGSBO, J. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.* April, 35 (4): 697-705. 2003.
132. LAGO, C. *La preparación Física en el Fútbol.* Madrid. Biblioteca Nueva. 2002.
133. LEHANCE, C., BINET, J., BURY, T. & CROISIER, J.L. Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* April, 19 (2): 243-51. 2009.
134. LaSTAYO, P.C., WOOLF, J.M., LEWEK, M.D., SNYDER-MACKLER, L., REICH, T. & LINDSTEDT, S.L. Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* October, 33 (10): 557-71. 2003.
135. LEES, A. & Nolan, L. The biomechanics of soccer: A review. *J Sports Sci* 16: 211-234, 1998.
136. LITTLE, T. & WILLIAMS, A.G. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 19: 76–78, 2005.

137. LOS ARCOS, A., YANCI, J., MENDIGUCHIA, J., SALINERO, J.J., BRUGHELLI, M. & CASTAGNA, C. Short-term training effects of vertically and horizontally oriented exercises on neuromuscular performance in professional soccer players. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* May, 9(3): 480-8. 2014.
138. LUEBBERS, P.E., POTTEIGER, J.A., HULVER, M.W., THYFAULT, J.P., CARPER, M.J. & LOCKWOOD, R.H. Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *J. Strength Cond. Res.* 17(4): 704-709. 2003.
139. MAFFIULETTI, N.A., DUGNANI, S., FOLZ, M., DI PIERNO, E. & MAURO, F. Effects of combined electro stimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34(10), 1638-1644. 2002.
140. MAIO ALVES, J.M., REBELO, A.N., ABRANTES, C. & SAMPAIO, J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *J. Strength and Cond. Res.* April, 24(4):936-41. 2010.
141. MAKARUK, H., PORTER, J.M., CZAPLICKI, A., SADOWSKI, J. & SACEWICZ, T. The role of attentional focus in plyometric training. *J Sports Med. Phys. Fitness.* June, 52(3):319-27. 2012.
142. MANNING, J.M., DOOLY-MANNING, C. & PERRIN, D.H. Factor analysis of various anaerobic power tests. *J. Sport Med. Phys. Fit.* 28 (8), 138-144. 1988.
143. MANOLOPOULOS, E., PAPADOPOULOS, C. & KELLIS, E. Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. *Scand J Med Sci Sports* 16: 102–110, 2006.
144. MARKOVIC, G & MIKULIC, P. Neuromusculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. School of Kinesiology. University of Zagreb (Croatia). *Sports Med.* October, 1: 40 (10), pp 859-95. 2010.
145. MARKOVIC, G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *Br J Sports Med* 41: 349–355, 2007.

146. MARQUES, M.C., PEREIRA, A., REIS, I.G. & VAN DEN TILLAAR, R. Does an in-Season 6-Week Combined Sprint and Jump Training Program Improve Strength-Speed Abilities and Kicking Performance in Young Soccer Players? *J Human Kinet.* December, 31; 39: 157-66. 2013.
147. MARTÍN ACERO, R. Rapidez, aceleración y velocidad. *Revista de Entrenamiento Deportivo.* 8, 4, pp 12-19. 1994.
148. MARTÍN ACERO, R. La prevención de las lesiones de aductores. *Revista de Entrenamiento Deportivo,* 3 (3), pp 11-14. 1989.
149. MATAVULJ, D., KUKOLJ, M., UGARKOVIC, D., TIHANYI, J. & JARIC, S. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 41(2): 159-164. 2001.
150. MERO, A., LUTHANEN, P., VIITASALO, J.T. & KOMI, P.V. Relationships between the maximal running velocity, muscle fiber characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scand. J. Sports Sci.* 3: 16-22. 1981.
151. MEYLAN, C. & MALATESTA, D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *J. Strength Cond. Res.* December, 23 (9): 2605-13. 2009.
152. MICHAELIDIS, Y., FATOUROS, I.G., PRIMPA, E., MICHAELIDIS, C., AVLONITI, A., CHATZINIKOLAOU, A., BARBERO-ÁLVAREZ, J.C., TSOUKAS, D., DOUROUDOS, I.I., DRAGANIDIS, D., LEONTSINI, D., MARGONIS, K., BERBERIDOU, F. & KAMBAS, A. Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes. *J. Strength Cond. Res.* January, 27(1): 38-49. 2013.
153. MJOLSNES, R., ARNASON, A., OSTHAGEN, T., RAASTAD, T. & BAHR, R. A. 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* October, 14 (5): 311-17. 2004.
154. MONTEIRO, W.D., SIMÃO, R., POLITO, M.D., SANTANA, C.A., CHAVES, R.B., BEZERRA, E. & FLECK, S.J. Influence of strength training on adult women's flexibility. *J. Strength Cond. Res.* May, 22 (3): 672-7. 2008.

155. MOORE, E.W.G., HICKEY, M.S. & REISER, R.F. Comparison of two twelve week off-season combined training programs on entry level collegiate soccer players performance. *J. Strength Cond. Res.* 19 (4): 791-798. 2005.
156. MORITANI, T. Time course of adaptations during strength and power training. In: *Strength and power in sport*. Komi, P.V. Ed. Oxford: Blackwell Scientific. 266-278. 1992.
157. MOSS, B.M., REFSNES, P.E., ABILDGAARD, A., NICOLAYSEN, K. & JENSEN, J. Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *Eur. J. Appl. Physiol.* 75(3):193-199. 1997.
158. MUJICA, I., SANTISTEBAN, J. & CASTAGNA, C. In season effect of short-term sprint and power training programs on elite juniors soccer players. *J. Strength Cond. Res.* 23 (9): 2581-7. 2009.
159. NAKAMURA, D., SUZUKI, T., YASUMATSU, M. & AKIMOTO, T. Moderate running and plyometric training during off-season did not show a significant difference on soccer-related high-intensity performances compared with no-training controls. *J Strength Cond. Res.* December, 26(12): 3392-7. 2012.
160. NAVARRO VALDIVIESO, F. Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la resistencia. Madrid (España). Ed. C.O.E.S. 2000.
161. NESSER, T.W., LATIN, R.W., BERG, K. & PRENTICE, E. Physiological determinants of 40-meter sprint performance in young male athletes. *J. Strength Cond. Res.* 10: 263-267. 1996.
162. NEWTON, R.U., KRAEMER, W.J. & HAKKINEN, K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31(2): 323-330. 1999.
163. NEWTON, R., & KRAEMER, W.J. Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength Cond.* 16(5):20-31.1994.

164. NUZZO, J.L., McBRIDE, J.M., CORMIE, P. & McCAULLEY, G.O. Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *J. Strength Cond. Res.* May, 22 (3): 699-707. 2008.
165. O'SHEA, J.P. The parallel squat. *NSCA J.* 7(1): 1-6. 1985.
166. OZMUN, J.C., MIKESKY, A.E. & SURBURG, P.R. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26, pp 510-514. 1994.
167. PINCOLINI, V. Quando il calciatore va in palestra. *Il Nuovo Calcio*, 126, pp 92-104. 2003.
168. POLHEMUS, R., BURKHARDT, E., OSINA, M. & PATTERSON, M. The effects of plyometric training with ankle and vest weights on conventional weight training programs for men. *Track and Field Q. Rev.* 80 (4): 59-61. 1980.
169. POTTEIGER, J.A., LOCKWOOD, R.H., HAUB, M.D., DOLEZAL, B.A., ALMUZAINI, K.S., SCHROEDER J.M. & ZEBAS, C.J. Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *J. Strength Cond. Res.* 13(3):275-279. 1999.
170. RAMÍREZ-CAMPILLO, R., GALLARDO, F., HENRÍQUEZ-OLGUÍN, C., MEYLAN, C., MARTINEZ, C., ÁLVAREZ, C., CANIUGUEO, A., CADORE, E.L. & IZQUIERDO, M. Effect of vertical, horizontal and combined plyometric training on explosive, balance and endurance performance of Young soccer players. *J. Strength Cond. Res.* December, 31. [Epub ahead of print]. 2014.
171. RAMÍREZ-CAMPILLO, R., HENRÍQUEZ-OLGUÍN, C., BURGOS, C., ANDRADE, D., ZAPATA, D., MARTINEZ, C., ÁLVAREZ, C., BAEZ, E.I., CASTRO-SEPÚLVEDA, M., PEÑAILILLO, L. & IZQUIERDO, M. Effect of progressive volume-based overload during plyometric training on explosive and endurance performance in Young soccer players. *J. Strength Cond. Res.* December, 31. [Epub ahead of print]. 2014.

172. RAMÍREZ-CAMPILLO, R., MEYLAN, C.M., ÁLVAREZ, C., HENRÍQUEZ-OLGUÍN, C., MARTINEZ, C., CAÑAS-JAMETT, R., ANDRADE, D.C. & IZQUIERDO, M. Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of Young soccer players. *J. Strength Cond. Res.* May, 28(5):1335-42. 2014.
173. RAMÍREZ-CAMPILLO, R., ANDRADE, D.C., ÁLVAREZ, C., HENRÍQUEZ-OLGUÍN, C., MARTINEZ, C., BÁEZ-SANMARTÍN, E., SILVA-URRA, J., BURGOS, C. & IZQUIERDO, M. The effects of intersset rest on adaptation to 7 weeks of explosive training in Young soccer players. *J. Sports Sci. Med.* May, 1; 13(2): 287-96. 2014.
174. RAMÍREZ-CAMPILLO, R., MEYLAN, C.M., ÁLVAREZ-LEPÍN, C., HENRÍQUEZ-OLGUÍN, C., MARTINEZ, C., ANDRADE, D.C., CASTRO-SEPÚLVEDA, M., BURGOS, C., BAEZ, E.I. & IZQUIERDO, M. The effects of interday rest on adaptation to 6-weeks of plyometric training in Young soccer players. *J. Strength Cond. Res.* November, 18. 2013.
175. RAMSAY, J.A., BLIMKIE, C.J., SMITH, K., GARNER, S., MacDOUGALL, J. & SALLE, D.G., Strength training effects in prepubescent boys. *Issues and controversies. Med. Sci. Sports Exerc.* 22, pp 605-614. 1990.
176. REILLY, T., BANGSBO, J. & FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite 585 soccer. *J Sports Sci* 18: 669–683, 2000.
177. REILLY, T. & DORAN, D. Fitness assessment. In: *Science and Soccer* (2nd ed.). Reilly T. & Williams, M.A. eds. Routledge, pp. 21–46. 2003.
178. REILLY, T. & THOMAS, V. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J. Hum. Mov. Stud.* 2: 87–97, 1976.
179. REILLY, T., WILLIAMS, A.M., NEVILL, A. & FRANKS, A. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *J. Sports Sci.* 18: 695-702, 2000.
180. RIMMER, E., & SLEIVERT, G. Effects of plyometric intervention program on sprint performance. *J. Strength Cond. Res.* 14(3): 295-301. 2000.

181. RONNESTAD, B.R., KVAMME, N.H., SUNDE, A. & RAASTAD, T. Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *J. Strength Cond. Res.* May, 22 (3): 773-80. 2008.
182. ROSS, A., LEVERITT, M. & RIEK, S. Neural influences on sprint running. Training adaptations and acute responses. *Sports Med.* 31:409-425, 2001.
183. RUBLEY, M.D., HAASE, A.C., HOLCOMB, W.R., GIROUARD, T.J. & TANDY, R.D. The effect of plyometric training on power and kicking distance in female adolescent soccer players. *J. Strength Cond. Res.* January, 25(1): 129-34. 2011.
184. RUIZ ALONSO, J. *El Entrenamiento de la Fuerza en el Fútbol*. Lérida (España). Ed. Deportiva Agonos. 2001.
185. SAEZ DE VILLARREAL, E., REQUENA, B., IZQUIERDO, M. & GONZALEZ-BADILLO, J.J. Enhancing sprint and strength performance after combined vs maximal power, heavy-resistance and plyometric training alone. *J. Sci. Med. Sport* 16(2):146-150. 2013.
186. SAEZ DE VILLARREAL, E., REQUENA, B. & CRONIN, J.B. The effects of plyometric training on sprint performance: a meta-analysis. *J. Strength Cond. Res.* 26:575–584. 2012.
187. SAEZ DE VILLARREAL, E., REQUENA, B., ARAMPATZI, F. & SALONIKIDIS, K. Effect of plyometric training on chair-rise, dumping and sprinting performance in three age groups of women. *J. Sports med. Phys. Fitness.* Jun; 50(2):166-73. 2010.
188. SAEZ DE VILLARREAL, E., KELLIS, E., KRAEMER, W.J. & IZQUIERDO, M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *J. Strength Cond. Res.* 23(2): 495–506, 2009.
189. SÁEZ DE VILLARREAL, E., GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. & IZQUIERDO, M. Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *J. Strength Cond. Res.* 22 (3): 715-725. 2008.

190. SALE, D.G. & MacDOUGALL, D. Specificity in strength training. A review for the coach and athlete. *Can J. Appl. Sports Sci.* 6: 87-92. 1981.
191. SANDER, A., KEINER, M., WIRTH, K. & SCHMIDTBLEICHER, D. Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *Eur. J. Sport Sci.*; 13(5): 445-51. 2013.
192. SANTOS, E., RHEA, M.R., SIMÃO, R., DIAS, I., DE SALLES, B.F., NOVAES, J., LEITE, T., BLAIR, J.C. & BUNKER, D.J. Influence of moderately intense strength training of flexibility in sedentary young women. *J. Strength Cond. Res.* November, 24 (11). 3144-9. 2010.
193. SCHMIDTBLEICHER, D. Training for power events. En Komi, P.V. *Strength and power in sport*. London. Ed. Blackwell. Scientific Publication. 381-395. 1992.
194. SEDANO CAMPO, S., MATHEU, A., REDONDO, J.C. & CUADRADO, G. Effects of plyometric training on explosive strength, acceleration capacity and kicking speed in young elite soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* March; 51(1):50-8. 2011.
195. SEDANO CAMPO, S., VAEYENS, R., PHILIPPAERTS, R.M., REDONDO, J.C., DE BENITO, A.M. & CUADRADO, G. Effects of lower-limb plyometric training on body composition, explosive strength, and kicking speed in female soccer players. *J. Strength Cond. Res.* 23(6): 1714–1722. 2009.
196. SEIRULO, F. Criterios modernos del Entrenamiento en el Fútbol. En *Jornadas Internacionales de Medicina y Fútbol premundial 94*, San Sebastián. S.H.E.E.- I.V.E.F. Vitoria (España). 1995.
197. SHALFAWI, S.A., HAUGEN, T., JAKOBSEN, T.A., ENOKSEN, E. & TONNESSEN, E. The effect of combined resisted agility and repeated sprint training vs. strength training on female elite soccer players. *J. Strength Cond. Res.* November, 27(11): 2966-72. 2013.
198. SHARP, R.L., TROUP, J.P. & COSTILL, D.L. Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14(1):53-6. 1982.

199. SHEPPARD, J.M. & YOUNG, W.B. Agility literature review: Classifications, training and testing. *J. Sports Sci.* 24: 919–932, 2006.
200. SIEGLER, J., GASKILL, S. & RUBY, B. Changes evaluated in soccer-specific power endurance either with or without a 10-week, in season, intermittent, high-intermittent training protocol. *J. Strength Con. Res.* 17(2):379-387. 2003.
201. SINNING, W.E., DOLNY, D.G., LITTLE, K.D., CUNNINGHAM, L.N., RACANIELLO, A., SICONOLFI, S.F. & SHOLES, J.L. Validity of “generalized” equations for body composition analysis in male athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17: 124–130, 1985.
202. SMOLL, F.L. & SMITH, R.E. *Coaches who never lose: A 30 minute primer for coaching effectiveness.* Portola Valley, CA: Warde Publishers. 1996.
203. SÖHNLEIN, Q., MÜLLER, E. & STÖGGL, T.L. The effect of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *J Strength Cond Res.* August, 28(8):2105-14. 2014.
204. SPURRS, R.W., MURPHY, A.J. & WATSFORD, M.L. The effect of plyometric training on distance running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 89(1): 1-7. 2003.
205. STABENOW DAHAB, K. & McCAMBRIDGE, T.M. A Multidisciplinary Approach. *Sports Health.* May-June, vol. 1, issue 3; pp 223-226. 2009.
206. STOLEN, T., CHAMARI, K., CASTAGNA, C. & WISLOFF, U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med.* 35 (6): 501-36. Review. 2005.
207. TAIANA, F., GREHAIGNE, J.F. & COMETTI, G. The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performances. *J. Sports Sci.* 10: 170, 1992.
208. THARP, G.D., NEWHOUSE, R.K., UFFELMAN, L., THORLAND, W.G. & JOHSON, G.O. Comparison of sprint and run times with performance on the Wingate Anaerobic test. *Res. Quart.* 56: 73-76. 1985.

209. THOMAS, K., FRENCH, D. & HAYES, P.R. The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *J. Strength Cond. Res.* 23: 332–335, 2009.
210. TONNESSEN, E., SHALFAWI, S.A., HAUGEN, T. & ENOKSEN, E. The effect of 40-m repeated sprint training on maximum sprinting speed, repeated sprint speed endurance, vertical jump, and aerobic capacity in young elite male soccer players. *J. Strength Cond. Res.* September, 25(9): 2364-70. 2011.
211. TURNER, A.M., OWINGS, M. & SCHWANE, J.A. Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *J. Strength Con. Res.* 17(1):60-67. 2003.
212. VÁCZI, M., TOLLAR, J., MESZLER, B., JUHÁSZ, L. & KARSAI, L. Short-term high intensity plyometric training program improves strength, power and agility in male soccer players. *J. Human Kinet.* March, 28; 36: 17-26. 2013.
213. VENTURELLI, M., BISHOP, D. & PETTENE, L. Sprint training in preadolescent soccer players. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* December, 3 (4): 558-62. 2008.
214. VERHOSHANSKY, V. Perspectives in improvement of speed-strength of jumpers. *Yessis Rev. Soviet Phys. Ed. Sports.* 3: 28-34. 1968.
215. VERHOSHANSKY, V. Are depth jumps useful? *Yessis Rev. of Soviet Phys. Ed. Sports.* 4:75-78. 1967.
216. VILACA MAIO ALVES, J.M., REBELO, A.N., ABRANTES, C. & SAMPAIO, J. Short-term of complex and contrast training in soccer players vertical jump, sprint, and agility abilities. *J. of Strength and Cond. Res.* 24(4), 936-941. 2010.
217. WAGNER, D.R., & KOCAK, M.S. A multivariate approach to assessing anaerobic power following a plyometric training program. *J. Strength Cond. Res.* 11(4):251-255.1997.
218. WEINECK, J. Fútbol total. (Vol. 2). Barcelona (España). Paidotribo. 1994.
219. WELLS, K.F. & DILLON, E.K. The sit and reach. A test of back and leg flexibility. *Research Quarterly*, 23, pp 115-118. 1952.

220. WILKERSON, G.B., COLSTON, M.A., SHORT, N.I., NEAL, K.L., HOEWISCHER, P.E. & PIXLEY, J.J. Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *J. Athl. Train.* 39(1):17-23. 2004.
221. WILSON, G.J., MURPHY, A.J. & WALSHE, A.D. Performance benefits from weight and plyometric training: Effects of initial strength level. *Coach. Sport Sci. J.* 2(1):3-8. 1997.
222. WILSON, G.F., MURPHY, A.J. & GIORGI, A. Weight and plyometric training: effects on eccentric and concentric force production. *Can. J. Appl. Physiol.* 21(4):301-315. 1996.
223. WILSON, G.J., LYTTLE, A.D., OSTROWSKI, K.J. & MURPHY, A.J. Assessing dynamic performance: a comparison of rate of force development. *J. Strength Cond. Res.* 9(3):176-181. 1995.
224. WILSON, G.R., NEWTON, R.U., MURPHY, A.J. & HUMPHRIES, B.J. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25(11):1279-1286. 1993.
225. WILT, F. Plyometrics: what it is and how it works. *Modern Athlete and Coach.* 16: 9-2. 1978.
226. WISLOFF, U., CASTAGNA, C., HELGERUD, J., JONES, R. & HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br. J. Sports Med.* June, 38 (3): 285-8. 2004.
227. WISLOFF, U., HELGERUD, J. & HOFF, J. Strength and endurance of elite soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30: 462-7. 1998.
228. WITVROUW, E.D.L., ASSELMAN, P., HAVE, D. & CAMBIER, D. The flexibility of the muscle like a factor o risk for the lesions of the developing muscle in masculine professional footballers. *A. J. of Sports Med.* 31, 1, pp 41-46. 2003.
229. WITZKE, K.A. & SNOW, C.M. Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32(6):1051-1057. 2000.

230. WONG DEL P. & WONG, S.H. Physiological profile of Asian elite youth soccer players. *J. Strength Cond. Res.* August, 23 (5): 1383-90. 2009.
231. WONG, P.L., CHAMARI, K. & WISLOFF, U. Effects of 12-week on-field combined strength and power training on physical performance among U-14 young soccer players. *J. Strength Cond. Res.* March, 24 (3): 644-52. 2010.
232. YOUNG, W.B., PRYOR, J.F. & WILSON, G.J. Effects of instructions on characteristics of countermovement and drop jump performance. *J. Strength Cond. Res.* 9: 232-236. 1995.
233. YOUNG, W. Training for speed/strength: heavy versus light loads. *NSCA Journal*, 15, 5, 34-42. 1993.
234. ZATSIORSKY, V.M. Science and practice of strength training. *Human Kinetics*. Champaign, IL. 1995.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO I DOCUMENTO REDACTADO SOBRE CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO para el estudio “Efecto de un entrenamiento de fuerza a alta intensidad sobre el rendimiento de la potencia de salto, velocidad y resistencia intermitente en jugadores prepúberes de fútbol.”

D.....
 mayor de edad, con D.N.I. actuando como padre, madre o tutor/a
 de.....

DECLARO:

Que he sido informado por el Dr.
 sobre las posibles consecuencias de la realización de un entrenamiento de fuerza en
 prepúberes dos veces a la semana y los tests físico de velocidad de desplazamiento en 15
 metros, salto vertical (CMJ), yo-yo test de resistencia intermitente (nivel 1) y flexibilidad
 isquio-lumbar, así como los riesgos potenciales y molestias que pudieran derivarse, a la
 vez que he podido realizar todas las preguntas que he considerado necesarias, siendo
 respondidas de manera comprensible para mí.

También, se me ha informado de mi derecho a rechazar el tratamiento o revocar este
 consentimiento.

Por lo tanto, CONSIENTO al sujeto a someterse a los protocolos indicados.

Si este caso puede ser de utilidad científica y para tal fin se publican artículos científicos,
 autorizo su publicación siempre y cuando se me garantice el más absoluto respeto a la
 intimidad y anonimato de mi autorizado.

Firma del padre, madre o tutor/a

Firma del responsable del estudio

En, a de de 20...

CONSENTIMIENTO INFORMADO para el estudio “*Efecto de un entrenamiento de pliometría y velocidad sobre el rendimiento de las capacidades físicas y técnicas en jugadores adolescentes de fútbol.*”

D.....
 mayor de edad, con D.N.I. actuando como padre, madre o tutor/a
 de.....

DECLARO:

Que he sido informado por el Dr.
 sobre las posibles consecuencias de la realización de un entrenamiento pliométrico con aceleraciones en adolescentes de dos a tres veces por semana y los tests físico de velocidad de desplazamiento en 10 metros, velocidad en zig-zag 10 metros, salto vertical (CMJ y ABK), potencia y precisión de tiro, y, yo-yo test de resistencia intermitente (nivel 2), así como los riesgos potenciales y molestias que pudieran derivarse, a la vez que he podido realizar todas las preguntas que he considerado necesarias, siendo respondidas de manera comprensible para mí.

También me ha informado de mi derecho a rechazar el tratamiento o revocar este consentimiento.

Por lo tanto, CONSIENTO al sujeto a someterse a los protocolos indicados.

Si este caso puede ser de utilidad científica y para tal fin se publican artículos científicos, autorizo su publicación siempre y cuando se me garantice el más absoluto respeto a la intimidad y anonimato de mi autorizado

Firma del padre, madre o tutor/a

Firma del responsable del estudio

En, a de de 20...

ANEXO II CONTROL DE ASISTENCIA EN EL GRUPO EXPERIMENTAL EN ESTUDIO 1

CICLO 1

Sujeto	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7		SEMANA 8	
	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2
1	●	●	---	---	---	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	●	●	---	---	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
9	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
10	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
11	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

--- Falta.

● Asistencia.

CICLO 2

Sujeto	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7		SEMANA 8	
	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2
1	---	●	●	●	---	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	---	●	●	●	●	●	---	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	---	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	---	●	●	●	---	●
5	---	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	●	●	---	---	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	---	●
9	---	●	●	●	●	●	●	●	●	●	---	●	●	●	●	●
10	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
11	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

--- Falta.

● Asistencia.

CICLO 3

Sujeto	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7		SEMANA 8	
	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 1	SESIÓN 2
1	---	---	●	---	●	●	---	●	---	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	---
5	---	●	●	●	●	●	---	●	---	●	●	●	●	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	---	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	●	●	●	●	●	●	---	●	●	●	●	●	●	●	●	●
9	---	●	●	●	●	●	---	●	●	●	●	●	---	---	---	---
10	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
11	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

--- Falta.

● Asistencia.

ANEXO III CONTROL DE ASISTENCIA EN LOS GRUPOS EXPERIMENTALES EN ESTUDIO 2

Sesión Nº	Sujeto Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S	18	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S	17	X	V	V	V	V	V	V	V	X	V	V	V	V
S	16	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S	15	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	X	V	V
S	14	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S	13	V	V	V	V	X	V	V	V	V	V	V	X	V
S	12	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S	11	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S	10	V	V	V	V	V	X	V	V	V	V	V	V	V
S	9	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S	8	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S	7	V	V	X	V	V	V	V	V	X	V	V	V	V
S	6	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	X
S	5	V	V	V	V	X	V	V	V	V	V	V	V	V
S	4	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	X	V	V
S	3	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S	2	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S	1	X	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
		GRUPO COMBINADO												

X Falta.

V Asistencia.

Sesión Nº	GRUPO SLALOM													
	Sujeto Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S 18	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 17	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 16	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 15	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 14	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 13	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 12	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 11	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 10	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 9	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 8	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 7	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 6	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 5	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 4	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 3	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 2	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 1	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

× Falta.

V Asistencia.

Sesión Nº	Sujeto Nº	GRUPO GOLPEO												
		S 1	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
S 2	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
S 3	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	X	V	V	
S 4	V	V	V	V	V	X	V	V	V	V	V	V	V	
S 5	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
S 6	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
S 7	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
S 8	V	V	V	V	V	X	X	V	V	V	V	V	V	
S 9	V	V	V	V	V	V	V	V	V	X	V	V	X	
S 10	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
S 11	V	V	V	V	V	V	V	V	V	X	V	V	V	
S 12	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	X	V	V	
S 13	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
S 14	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
S 15	V	V	V	X	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
S 16	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
S 17	V	V	V	V	V	V	V	X	V	V	V	V	V	
S 18	V	V	X	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	

X Falta.

V Asistencia.

**ANEXO IV CONTENIDO DE LAS SESIONES DEL TRATAMIENTO EN
ESTUDIO 1**

CICLO 1.

Despl. Carga= Desplazamiento de carga; 2x8 (en tarea)= Seires x repeticiones.

SEMANA 1			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Circuito cuatro estaciones de fuerza. Acción específica tras cada serie.		Descripción: Dos zonas de trabajo. Dos grupos. 1x1 finalización + trabajo fuerza.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 2x8	Salvar gol en miniportería.	Sentadilla 3x8	4 pases con compañero.
Salto con carga 3x6	Balón aéreo de cabeza.	Salto obstáculo 3x5	remate plancha (frontal en valla pequeña)
Sentadilla profunda 3x6	Tiro potencia 100%.	Aceleraciones 3x20mts	Simulación entrada.
Despl. Carga 3x10"	3 mts. Slalom con balón.		
Observaciones: La mecánica de ejecución aún no es la óptima. Se trabaja con interés y realizando lo que se pide.		Observaciones: Se hacen dos grupos y se reparten en cada zona. 2x6' de trabajo en cada zona.	

SEMANA 2			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Circuito técnico 3 estaciones (3'). Entre estaciones trabajo fuerza.		Descripción: Dos zonas de trabajo. Dos grupos. 1x1 finalización + trabajo fuerza.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x8	No hay.	Sentadilla 3x6	No hay.
Salto con carga 3x6	No hay.	Salto obstáculo 3x5	No hay. (frontal valla mediana)
Sentadilla profunda 3x6	No hay.	Aceleraciones 4x20mts	No hay.
Despl. Carga 3x10"	No hay.		
Observaciones: El grupo trabaja bien, aunque alguno no lo hace al 100%. Se les pide más responsabilidad para mejora.		Observaciones: Empiezan a ser conscientes de la importancia de trabajar bien. La mecánica de ejecución empieza a ser la deseada.	

SEMANA 3

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Circuito técnico 6 estaciones (3´). 4 estaciones de fuerza. 1 agilidad. 1 coordinación		Descripción: 3x3 con cuatro porterías. Tarea percepción. Tres equipos. Equipo que no juega trabajo de fuerza.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x8	4 pases con pareja.	Sentadillas 3x8	No hay.
Salto con carga 3x6	Remate plancha.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	Tiro potencia 100%	(Desde plataforma pequeña)	
Despl. Carga 4x10"	Pase aéreo, control, devol.	Aceleraciones 3x20 mts	No hay.
Observaciones: Desarrollo normal. El grupo trabaja bien. Se pide más calma al hacer las series.		Observaciones: Empiezan a ser consciente de la importancia de trabajar bien. La mecánica de ejecución en general es prácticamente la deseada.	

SEMANA 4

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: El trabajo de fuerza se realiza tras tarea orientada al desarrollo de habilidades motrices básicas.		Descripción: Circuito técnico 3 estaciones. Una estación de fuerza. Otra, conducción + 1x1 + finalización. Y otra, pase profundidad + centro + remate.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 2x6	No hay.	Sentadilla 3x6	No hay.
Salto con carga 3x6	No hay.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	No hay.	(lateral en valla pequeña)	
Despl. Carga 4x10"	No hay.	Aceleración 4x20mts	No hay.
Observaciones: Estar pendiente entre las pausas entre series.		Observaciones: Sobre todo en ejercicios de sentadillas hay que estar pendientes, ya que corren mucho.	

SEMANA 5

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Se desarrolla tras una tarea orientada al desarrollo de la toma de decisiones y mejora de las hab. motrices básicas, con duración 2x4´+ 45" rec.		Descripción: Tras partido con 3 equipos simultáneos. (10´)	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x6	No hay.	Sentadilla 3x4	No hay.
Salto con carga 3x6	No hay.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	No hay.	(plataforma mediana)	
Despl. Carga 5x10"	No hay.	Aceleración 4x20mts	No hay.
Observaciones: Todo el grupo la realiza a la vez. Yo marco los tiempos entre repeticiones y entre series.		Observaciones:	

SEMANA 6			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Calentamiento con juegos de velocidad. Tarea principal de percepción 4 porterías (8'). Tras ello, se realiza fuerza.		Descripción: Durante partido amistoso. Los jugadores van rotando y realizando trabajo de fuerza.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x4	No hay.	Sentadilla 3x4	No hay.
Salto con carga 3x6	No hay.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadillas profundas 3x6	No hay.	(plataforma mediana)	
Despl. Carga 3x10"	No hay.	Aceleración 3x20mts	No hay.
Observaciones: El grupo trabaja de forma correcta y dinámica.		Observaciones:	

SEMANA 7			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Dos zonas de trabajo: A: Tarea téc-tác. Mejora velocidad toma decisiones. B: Trabajo Fuerza.		Descripción: Tras tarea de velocidad de reacción con doble remate.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 2x6	Pases por parejas (x8)	Sentadilla 3x6	No hay.
Salto con carga 3x6	remate volea.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	7 mts. Vel. con balón.	(lateral en valla mediana)	
Despl. Carga 4x10"	slalom balón.	Aceleración 4x20mts	No hay.
Observaciones: El grupo se implica bastante en el trabajo.		Observaciones:	

SEMANA 8			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Se realiza tras una tarea principal enfocada a la velocidad de reacción y desplazamiento.		Descripción: Tras realizar trabajo de mejora de habilidades motrices básicas.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x6	No hay.	Sentadilla 3x6	4 pases con compañero.
Salto con carga 3x6	No hay.	Salto obstáculo 3x5	remate plancha
Sentadilla profunda 3x6		(frontal en valla grande)	
Despl. Carga 4x10"	No hay.	Aceleraciones 4x20mts	Simulación entrada.
Observaciones:		Observaciones: La ejecución técnica es correcta y fluida.	

CICLO 2.

Despl. Carga= Desplazamiento de carga; *2x8 (en tarea)*= Seires x repeticiones.

SEMANA 1			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Se realiza tras una tarea de 2x1 +1 con trabajo de coordinación agilidad, técnica de carrera y velocidad de desplazamiento. (8')		Descripción: Se realiza entre series de circuito técnico orientado a conducciones, pases, controles y remates.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x6	No hay.	Sentadilla 3x6	No hay.
Salto con carga 3x4	No hay.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	No hay.	(lateral valla mediana)	
Despl. Carga 4x10"	No hay.	Aceleraciones 4x20m	No hay.
Observaciones: Ausencias debidas a selección provincial.		Observaciones:	

SEMANA 2			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: se realiza al acabar una tarea 5x5 intentando crear situación de ansiedad. (10')		Descripción: Tras tarea de velocidad de reacción con doble remate.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x8	No hay.	Sentadilla 3x6	No hay.
Salto con carga 3x4	No hay.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	No hay.	(frontal valla mediana)	
Despl. Carga 4x10"	No hay.	Aceleraciones 4x20m	No hay.
Observaciones: Marco los tiempos y ejecución de los ejercicios para que se realicen de forma correcta.		Observaciones:	

SEMANA 3

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Circuito integrado con cuatro estaciones: Coordinación, agilidad, 2 de fuerza.		Descripción: Tarea perceptiva con componente cognitivo. 3 equipos. El que está fuera realiza trabajo de fuerza.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x8	8 pases.	Sentadilla 3x6	No hay.
Salto con carga 3x4	Balón aéreo.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	Chut potencia.		(Lateral en valla mediana)
Despl. Carga 4x10"	Slalom balón.	Aceleraciones 3x20 mts.	No hay.
Observaciones: Estar encima de ellos para correcta ejecución. La inactividad crea pérdida de correcta ejecución.		Observaciones: Se desarrolla con normalidad.	

SEMANA 4

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Se realiza tras A: 2x1 entrando por banda. Trabajo previo (Coord, Agil, y Téc. Carrera) (8´) B: Posesión 4x3 (5´)		Descripción: Durante partido amistoso. Los jugadores van rotando y realizando trabajo de fuerza.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x6	No hay.	Sentadilla 3x6	No hay.
Salto con carga 3x4	No hay.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	No hay.		(plataforma pequeña)
Despl. Carga 4x10"	No hay.	Aceleraciones 4x20m	No hay.
Observaciones:		Observaciones:	

SEMANA 5

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Se realiza tras trabajo específico por grupos. (10´) Grupo que no está jugando trabajo de fuerza.		Descripción: Circuito por parejas 4 postas. Dos ellas trabajo de fuerza. F1: Sentadillas y salto banco. F2: Aceleraciones.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x6	No hay.	Sentadillas 3x4	Pases.
Salto con carga 3x6	No hay.	Salto obstáculo 3x5	Balón aéreo.
Sentadilla profunda 3x6	No hay.		(plataforma mediana)
Despl. Carga 5x10"	No hay.	Aceleraciones 3x 20 mts.	Tackle tras 20 mts.
Observaciones:		Observaciones: Los porteros la realizan tras circuito debido a que se necesitan en portería.	

SEMANA 6

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Triangular orientado a mejoras físico-tácticas. (3x5´) Grupo que no está jugando trabajo de fuerza.		Descripción: Se lleva a cabo tras tarea de velocidad de reacción y desplazamiento con componente cognitivo.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x4	No hay.	Sentadillas 3x4	No hay.
Salto con carga 3x6	No hay.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	No hay.	(llevar rodillas a pecho)	
Despl. Carga 3x10"	No hay.	Aceleraciones 3x 20 mts.	No hay.
Observaciones: Algunos jugadores la realizan en otro momento debido a que están en reconocimiento médico en el club.		Observaciones:	

SEMANA 7

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Circuito físico-técnico. 4 estaciones (2 fuerza) F1: Sentadilla profunda + desplazamiento carga. F2: sentadillas + salto peso.		Descripción: Durante partido amistoso. Los jugadores van rotando y realizando trabajo de fuerza.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x4	Dominio balón.	Sentadilla 3x4	No hay.
Salto con carga 3x6	Dominio balón.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	Pases largos.	(frontal valla mediana)	
Despl. Carga 3x10"	Pases largos.	Aceleraciones 3x20m	No hay.
Observaciones: Las acciones específicas se realizan tras acabar la posta completa, es decir, tras las 2 tareas.		Observaciones:	

SEMANA 8

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Partido entrenamiento con jugadores aprueba. (Alternancia con tareas técnico-tácticas)		Descripción: Se realiza tras calentamiento general (3´) y estiramientos (3´).	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 3x6	No hay.	Sentadillas 3x6	No hay.
Salto con carga 3x5	No hay.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	No hay.	(Valla mediana saltar como se quiera)	
Despl. Carga 3x10"	No hay.	Aceleraciones 4x20 mts.	No hay.
Observaciones: Los jugadores realizan fuerza a medida que rotan durante el partido.		Observaciones: Se realiza antes de tarea principal debido a lluvia para asegurar su realización.	

CICLO 3.

Despl. Carga= Desplazamiento de carga; *2x8 (en tarea)*= Seires x repeticiones.

SEMANA 1			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Integrada en circuito físico-técnico: Coordinación, agilidad y fuerza. No hay acciones específicas.		Descripción: Trabajo en dos zonas: A) Circuito técnico con balón. B) Trabajo fuerza con acciones específicas.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 4x6	No hay.	Sentadilla 4x6	Remate volea (Balón lanza pareja)
Salto con carga 4x4	No hay.	Salto obstáculo 4x5	Cada dos saltos balón cabeza.
Sentadilla profunda 4x6	No hay.		(frontal valla mediana)
Despl. Carga 5x10"	No hay.	Aceleraciones 4x20 mts.	Al final salvar gol (lanzo yo balón).
Observaciones: Faltan jugadores debido a selección provincial.		Observaciones: Se incorporan dos jugadores nuevos. Realizarán fuerza pero no entran dentro del estudio.	

SEMANA 2			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Se realiza tras un trabajo técnico-táctico regenerativo. Existe competición. 2 tareas (10').		Descripción: Tras tarea principal de velocidad de reacción, con finalización y trabajo previo coordinativo. Existe componente cognitivo (7')	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 4x8	No hay.	Sentadilla 4x6	No hay.
Salto con carga 4x4	No hay.	Salto obstáculo 4x5	No hay.
Sentadilla profunda 4x6	No hay.		(Valla pequeña lateral)
Despl. Carga 5x10"	No hay.	Aceleraciones 4x20 mts.	
Observaciones: Marco los tiempos y ejecución de los ejercicios para que se realicen de forma correcta.		Observaciones:	

SEMANA 3

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Circuito integrado con cuatro estaciones: Coordinación, agilidad, 1 agilidad + fuerza 1 coordinación + fuerza.		Descripción: Durante partido amistoso. Los jugadores van rotando y realizando trabajo de fuerza.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 4x8	Circuito agilidad.	Sentadilla 4x8	No hay.
Salto con carga 4x4	Circuito agilidad.	Salto obstáculo 4x5	No hay.
Sentadilla profunda 4x6	Circuito coordinativo.	(salto y llevar rodillas al pecho)	
Despl. Carga 5x10"	Circuito coordinativo.	Aceleraciones 4x20 mts.	No hay.
Observaciones: Trabajo por parejas donde existe competición. Yo marco el tiempo de repeticiones y doy salida del circuito para evitar malas ejecuciones.		Observaciones: trabajamos a la vez sin acciones para realizar la técnica correctamente.	

SEMANA 4

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Se realiza tras trabajo en dos zonas (2x5´+ 1´30" rec) Orientadas a trabajo téc-táct con toma de decisiones y fuerza.		Descripción: Tras realizar trabajo de mejora de habilidades motrices básicas a través de circuito integrado continuado.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 5x6	No hay.	Sentadilla 5x6	No hay.
Salto con carga 5x4	No hay.	Salto obstáculo 5x5	No hay.
Sentadilla profunda 5x6	No hay.	(lateral valla mediana)	
Despl. Carga 6x10"	No hay.	Aceleraciones 4x20 mts.	No hay.
Observaciones: Faltan jugadores debido a selección provincial.		Observaciones: Trabajo de la tarea previa es de carga baja.	

SEMANA 5

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Tras tarea de mejora del componente cognitivo en situaciones técnico-tácticas de juego		Descripción: Se realiza tras trabajo liviano de velocidad de reacción con toma de decisiones.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 5x6	No hay.	Sentadilla 6x4	Chut potencia.
Salto con carga 3x4	No hay.	Salto obstáculo 5x5	Remate en plancha.
Sentadilla profunda 5x6	No hay.	(Sobre plataforma pequeña)	Realizar tackle al final de serie
Despl. Carga 5x10"	No hay.	Aceleraciones 5x20 mts.	
Observaciones: Se da más pausa de la habitual debido a que el equipo viene de una semana muy intensa debido a torneo.		Observaciones: Se da más pausa de lo habitual entre series para no cargar demasiado debido a partido en 24h.	

SEMANA 6

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Integrada en circuito técnico de descarga. 2 zonas de fuerza, 1 fútbol-tenis, 1 pases largos.		Descripción: Tras tarea 3x2 con toma de decisiones y trabajo previo de coordinación, agilidad y Técnica de carrera.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 4x4	8 pases rápidos con pareja	Sentadilla 3x4	No hay.
Salto con carga 2x6	Chut potencia.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	7 mts. Conducción balón.	(lateral valla pequeña)	
Despl. Carga 3x10"	Slalom entre conos.	Aceleraciones 3x20 mts.	No hay.
Observaciones:		Observaciones:	

SEMANA 7

SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Tras acabar una tarea orientada a Resistencia dirigida en circuito con balón. (14´total). No hay acciones específicas.		Descripción: Integrada a tarea principal orientada a percepción. Triangular atacando a dos porterías. Los equipos rotan y el que está fuera trabaja fuerza.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 4x4	No hay.	Sentadilla 3x4	No hay.
Salto con carga 2x6	No hay.	Salto obstáculo 3x5	No hay.
Sentadilla profunda 3x6	No hay.	(frontal valla mediana)	
Despl. Carga 3x10"	No hay.	Aceleraciones 3x20 mts.	No hay.
Observaciones: El jugador ausente se debe a lesión en rodilla.		Observaciones: El jugador ausente se debe a lesión en rodilla.	

SEMANA 8			
SESIÓN 1		SESIÓN 2	
Descripción: Tras tarea de percepción y toma de decisiones (6').		Descripción: Tras trabajo de velocidad de reacción con componente cognitivo.	
TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA	TAREA	ACCIÓN ESPECÍFICA
Sentadilla 4x6	8 Pases con pareja.	Sentadilla 4x4	No hay.
Salto con carga 4x4	Remate volea.	Salto obstáculo 4x5 (plataforma mediana)	No hay.
Sentadilla profunda 4x6	Chut potencia.	Aceleraciones 4x20 mts.	No hay.
Despl. Carga 4x10"	Conducción de balón.		
Observaciones: El jugador ausente se debe a lesión en rodilla.		Observaciones: Jugadores ausentes se deben a lesiones.	

CAPÍTULO VIII

TRABAJOS PUBLICADOS

EFFECT OF STRENGTH AND HIGH-INTENSITY TRAINING ON JUMPING, SPRINTING, AND INTERMITTENT ENDURANCE PERFORMANCE IN PREPUBERTAL SOCCER PLAYERS

AU1 CARLOS FERRETE, BERNARDO REQUENA, LUÍS SUAREZ-ARRONES, AND EDUARDO SÁEZ DE VILLARREAL

AU2 **AU3** Faculty of Sport, University Pablo de Olavide, Sevilla, Spain

ABSTRACT

Ferrete, C, Requena, B, Suarez-Arrones, L, and Sáez de Villarreal, E. Effect of strength and high-intensity training on jumping, sprinting, and intermittent endurance performance in prepubertal soccer players. *J Strength Cond Res* XX(X): 000–000, 2013—The purpose of this study was to examine the effects of a 26-week on-field combined strength and high-intensity training on the physical performance capacity among prepubertal soccer players who were undertaking a competitive phase of training. Twenty-four prepubertal soccer players between the age of 8 and 9 years were randomly assigned to 2 groups: a control (C; $n = 13$) and an experimental group (S; $n = 11$). Both groups performed an identical soccer-training program, whereas the S group also performed combined strength and high-intensity training before the soccer-specific training. The 15-m sprint time (seconds), countermovement vertical jump (CMJ) displacement, Yo-Yo intermittent endurance test (Yo-Yo IE), and Sit and Reach flexibility were each measured before (baseline) and after 9 (T2), 18 (T3), and 26 weeks (posttest) of training. There were no significant differences between the groups in any of the variables tested at baseline. After 26 weeks, significant improvements were found in the CMJ (6.72%; effect size [ES] = 0.37), Yo-Yo IE (49.57%, ES = 1.39), and Flexibility (7.26%; ES = 0.37) variables for the S group. Conversely, significant decreases were noted for the CMJ (–10.82%; ES = 0.61) and flexibility (–13.09%; ES = 0.94) variables in the C group. A significant negative correlation was found between 15-m sprint time and CMJ ($r = -0.77$) and Yo-Yo IE ($r = -0.77$) in the S group. Specific combined strength and high-intensity training in prepubertal soccer players for 26 weeks produced a positive effect on performance qualities highly specific to soccer. Therefore, we propose modifications to current training methodology for prepubertal soccer players to

AU4 include strength and high-intensity training for athlete preparation in this sport.

KEY WORDS sprint, Yo-Yo test, countermovement jump, flexibility, football

INTRODUCTION

Soccer is one of the most popular sports in the world with the age of participants spanning from childhood to old age and is marked by various intensities of physical activity. As a whole, these various movement intensities are performed in an intermittent fashion, and during game situations, there are moments where relatively low-intensity movements are interspersed with maximal bouts of high-intensity exercise (36). Specifically, these high-intensity movements (i.e., sprinting, jumping, or cutting) and low-intensity movements (jogging or standing) occur in varying lengths depending upon an array of factors that include the athlete's playing position, skill level of the athlete, style of play, and tactical strategies employed by the team (24). Careful inspection of a match reveals that high-speed sprinting only contributes approximately 3% to the total distance covered in children's games (4), and the most crucial moments of the game such as winning ball possession, scoring, or conceding goals depend on the ability of the athlete to perform these high-speed movements (35). It is generally accepted that high-intensity actions such as sprinting or vertical jumping are integral elements for success in soccer and therefore need to be trained as part of a periodized youth training program (23).

Recently, numerous studies have focused on determining which training intervention maximize improvements in sprint and jumping performance in both adult and young soccer players (7,8,30). The vast majority of the scientific studies looking at training interventions designed to improve these attributes have proposed in-season short-term training (e.g., 4–8 weeks) programs that employ several weekly training interventions (7,8,12,16,18,30). Ultimately, these training interventions target the development of sprint or jumping performance and attempt to integrate with other training

Address correspondence to Eduardo Sáez de Villarreal, esaesae@upo.es.
0(0)/1–10

Journal of Strength and Conditioning Research
© 2013 National Strength and Conditioning Association

factors to increase recovery from matches and soccer-specific training sessions. For example, Mujika et al. (33) showed a significant improvement in 15-m sprint time after a 7-week period in which the specific soccer training was supplemented with 1 session per week of complex training (alternating heavy-light resistance with soccer-specific drills) in elite youth soccer players. One important aspect of the results presented by Mujika et al. (33) is that the use of 1 training session dedicated to supplemental training was able to improve performance. This finding may be of particular interest to soccer coaches because 1 training session of this type could potentially be added to the competitive soccer schedule, regardless of player age or how busy the competitive schedules to maintain fitness during the competitive season (36).

In young soccer players, several training interventions have proven to be effective for improving vertical jump and sprint performance. Mainly, these interventions have included traditional resistance training methods with submaximal resistances (i.e., 30–60% 1 repetition maximum) (7,8,25), complex training methods (33,44), and plyometric training interventions (12,30). For example, Christou et al. (8) after 16 weeks of traditional resistance training that was performed twice a week in addition to soccer training (5 times per week) observed greater increases in upper- and lower-body strength, and vertical jump performance (i.e., Squat Jump [SJ] was increased 31%) compared with soccer training alone (i.e., SJ was increased 9.8%). Similarly, Meylan and Malatesta (30) observed that 8 weeks of low-intensity plyometric training (2 training interventions per week) implemented in conjunction with the soccer-specific training program of adolescent soccer players resulted in significantly improved 10-m sprint times (0.04 seconds, –2.1%) and jump heights (countermovement jump [CMJ], 2.6 cm, 7.9%). All these training strategies suggest that the inclusion of a more intense and non-soccer-specific training stimulus, which is integrated into the normal soccer-training program, has the potential to induce improvements in jumping and sprinting performances that are greater than maturation or soccer-specific training performance gains.

Additionally, it is widely accepted that the capacity to perform repeated explosive bouts is an important determinant of player performance (24), and it is also associated with a high aerobic power ($\dot{V}O_2\text{max}$) (18). Because of the relationship between $\dot{V}O_2\text{max}$ and the ability to engage in repeated explosive bouts, it is often believed that the implementation of a soccer-training program at an early age that contains a strength-based training intervention may negatively impact aerobic endurance. The majority of the studies discussed previously have only examined the training effects of strength training on explosive movements such as sprint and jump, and have not examined the specific effects of these training interventions on aerobic endurance. Similarly, to the authors' knowledge, there is little information in the scientific literature about the effects of these proposed training interventions on joint flexibility, especially hip flexibility.

To date, only 1 study (8) has measured hip flexibility after the training and showed a reduction of 8% in the sit and reach test in comparison with soccer training alone. Typically, a reduced range of motion in hip joint has been associated with an increased hamstrings injury risk in soccer players (19) and the inclusion of a strength program that compromises the hips range of motion may be problematic.

Nevertheless, to the best of our knowledge, no study has analyzed if similar effects occur in prepubertal soccer players (<10 years). In addition, only short-term training interventions (mostly between 4 and 8 weeks) have been discussed in the scientific literature. To the authors' knowledge, no study has examined the effects of a long-term training intervention (>24 weeks) in prepubertal soccer players. In light of the aforementioned considerations, the aim of this study was to examine the effects of an in-season, low-impact (low-volume) strength, and high-intensity (sprinting, jumping and cutting) training program on physical performance among prepubertal soccer players. It was hypothesized that the combination of soccer drills and the proposed strength and high-intensity training program during a 26-weeks' period would enhance players' vertical jump and sprint performance to a greater extent than soccer drills alone without modifying endurance fitness and hip joint flexibility.

METHODS

Experimental Approach to the Problem

This study was designed to determine the effects of a strength and high-intensity training program on the prepubescent soccer players vertical jump performance, sprint speed, endurance, and hip flexibility. The training program was integrated into the players' normal soccer training during a 26-week period that was mainly characterized by low-volume and high-intensity (strength, sprinting, jumping, and cutting) sessions, which was considered a moderate-impact training program. To determine training effects, the following tests were selected: (a) 15-m sprint time, (b) CMJ height, (c) Yo-Yo intermittent endurance test (Yo-Yo IE), and (d) Sit and Reach flexibility test. All the tests were executed before the initiation of the training period and were started at baseline (baseline), after 9 weeks (T2), 18 weeks (T3), and at the end of the training period (26 weeks) (posttest). The initial tests were completed in 2 days (Monday and Wednesday) as part of a regularly scheduled testing program. After the initial measurements, the subjects were randomly assigned to 2 groups: control (C; $n = 13$) that only performed the soccer-training program, and an experimental group (S; $n = 11$) that performed the same soccer-training program as the C group plus a specifically designed strength and high-intensity training program.

Subjects

This study involved a group of 24 young soccer players from the Real Betis Balompié Academy, in Spain. All the recruited subjects were between the ages of 8 and 9 years (Table 1) and did not have any background involving regular strength

TABLE 1. Characteristics of the groups (mean ± SD).

Group	Age (y)	Height (cm)		Body weight (kg)		% Body fat		Soccer exp (mos)
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	
C (n = 13)	8.26 ± 0.33	131.9 ± 6.6	136.6 ± 6.1*	29.3 ± 4.6	30.9 ± 3.9*	12.8 ± 1.9	12.2 ± 3.9	18
S (n = 11)	9.32 ± 0.25	135.6 ± 6.2	145.1 ± 6.6*	34.1 ± 4.2	35.9 ± 4.3*	13.2 ± 0.5	12.8 ± 3.1	24

*Significant difference between pretraining and posttraining values ($p \leq 0.05$).

and high-intensity training or competitive sports that involved any kind of strength or high-intensity exercises before the initiation of this study. Exclusion criteria for this study included subjects with potential medical problems or a history of ankle, knee, or back pathology in the 3 months before the initiation of the study. Additionally, the subjects with medical, orthopedic problems that compromised their participation or performance in this study, any lower extremity reconstructive surgery in the past 2 years, or unresolved musculoskeletal disorders were excluded from participation. All the subjects and their legal guardians were carefully informed about the experiment procedures and about the potential risk and benefits associated with participation in the study. All the subjects and guardians read and signed an informed consent document before being included in the study. All the procedures were approved by an Institutional Ethics Review Committee of the University in accordance with the current national and international laws and regulations governing the use of human subjects (Declaration of Helsinki II).

Testing Procedures

The players were familiarized with all the tests and procedures used to evaluate force and power production before the initiation of testing. In addition to familiarization sessions that were performed a few days before testing, all the subjects participated in testing sessions using similar protocols while training with their Academy programs. All tests to determine the vertical jump, sprint, endurance, and hip-flexibility capacity were carried out every 9 weeks (baseline, T2, T3, and posttest), throughout the 26 weeks that encompassed this study. The performance tests were completed in 2 days: On day 1: anthropometric measurements, height of CMJ (centimeters) and 15-m sprint time tests were completed. On day 2, the flexibility test (sit and reach) and intermittent endurance test (Yo-Yo IE) were completed. Before the tests and after completing the anthropometric measurements, the subjects carried out a standardized warm-up consisting of 5 minutes of submaximal running at $9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ followed by dynamic light stretching. The subjects then performed 2 minutes of specific soccer warm-up (changes of directions, sprints, jumps, and heading) and 4 minutes of stretching (first static and then dynamic). Additionally, sufficient rest was carefully allowed between all tests.

Anthropometry. Before the physical tests, body height, body weight (Seca-balance, Seca 222, New York, NY, USA), and body fat percentage of the subjects were determined. The fat percentage was calculated by means of measurements of skinfold thickness using a Harpenden skinfold calliper (ASSIST Creative Resources Ltd., London, United Kingdom). The 7-site Jackson-Pollock formula (41), validated for use with athletes, was used in this study to estimate body density. Body fat percentage was then calculated using the appropriate formula recommended by American College of Sports Medicine (2), based on age and ethnicity. Two experienced testers assessed the anthropometric measurements throughout the entire study.

Countermovement Jump. A CMJ was used to assess explosive strength of the lower extremity muscles. The CMJ test was performed using an electronic contact platform (Ergo Jump Plus Bosco System, Muscle LabV718, Langesund, Norway). During the CMJ, the subjects were instructed to place their hands on their hips while performing a downward movement followed by a maximal effort vertical jump. All the subjects were instructed to land in an upright position and to bend the knees after landing. Five trials were executed with a pause of 5 seconds between jumps. The 2 extreme values of the 5 trials were eliminated (best and worst), and the average of the 3 central values was used for the subsequent statistical analysis. The intraclass correlation coefficient (ICC) for this test was 0.96.

The 15-m Sprint Time. Sprint times were recorded for a 15-m distance that was conducted outdoors with suitable weather conditions (sunny and standard conditions of wind) on the soccer pitch (artificial grass). For all sprint tests, the subjects started the test using a crouch start and commenced sprinting with a random sonorous sound. Infrared beams were positioned at the sprint distance to be measured with photoelectric cell (Muscle LabV718). After a thorough warm-up, the subjects were given 2 practice trials performed at half speed to familiarize them with the timing device. Two trials were completed, and the best performance trial was used for the subsequent statistical analysis. Three minutes of rest was permitted between 15-m trials. The reliability of the 15-sprint test was considered to be high as indicated by an ICC = 0.94.

TABLE 2. Strength training program for the S group.*

Weeks Exercises/ sessions	1		2		3		4		5		6		7		8		9
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	
1/4 Squat	2 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 6	3 × 8	3 × 8	2 × 6	3 × 6	3 × 6	3 × 4	3 × 4	3 × 4	2 × 6	3 × 6	3 × 6	3 × 6	Tests
Vertical jump (3-kg weight)	3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		
Deep squat	3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		
Weight displacement	3 × 10"		3 × 10"		4 × 10"		4 × 10"		5 × 10"		3 × 10"		4 × 10"		4 × 10"		
Obstacle jump		3 × 5		3 × 5	3 × 5		3 × 5			3 × 5		3 × 5		3 × 5		3 × 5	
Sprint		3 × 20		4 × 20	3 × 20		4 × 20			4 × 20		3 × 20		4 × 20		4 × 20	
Weeks Exercises/ sessions	10		11		12		13		14		15		16		17		18
	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	
1/4 Squat	3 × 6	3 × 6	3 × 8	3 × 6	3 × 8	3 × 8	3 × 6	3 × 6	3 × 6	3 × 4	3 × 4	3 × 4	3 × 4	3 × 4	3 × 6	3 × 6	Tests
Vertical jump (3-kg weight)	3 × 4		3 × 4		3 × 4		3 × 4		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 5		
Deep squat	3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		3 × 6		
Weight displacement	4 × 10"		4 × 10"		4 × 10"		4 × 10"		5 × 10"		3 × 10"		3 × 10"		3 × 10"		
Obstacle jump		3 × 5		3 × 5	3 × 5		3 × 5		3 × 5		3 × 5		3 × 5		3 × 5		
Sprint		4 × 20		4 × 20	3 × 20		4 × 20		4 × 20		3 × 20		3 × 20		4 × 20		
Weeks Exercises/ sessions	19		20		21		22		23		24		25		26		27
	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	
1/4 Squat	4 × 6	4 × 6	4 × 8	4 × 6	4 × 8	4 × 8	5 × 6	5 × 6	5 × 6	6 × 4	4 × 4	3 × 4	4 × 4	3 × 4	4 × 6	4 × 4	Tests
Vertical jump (3-kg weight)	4 × 4		4 × 4		4 × 4		5 × 4		3 × 4		2 × 6		2 × 6		4 × 4		
Deep squat	4 × 6		4 × 6		4 × 6		5 × 6		5 × 6		3 × 6		3 × 6		4 × 6		
Weight displacement (in.)	5 × 10		5 × 10		5 × 10		6 × 10		5 × 10		3 × 10		3 × 10		4 × 10		
Obstacle jump		4 × 5		4 × 5	4 × 5		5 × 5		5 × 5		3 × 5		3 × 5		4 × 5		
Sprint		4 × 20		4 × 20	4 × 20		4 × 20		5 × 20		3 × 20		3 × 20		4 × 20		

*S = sessions; 1/4 squat = the degree of knee flexion was over 120°; vertical jump (3-kg weight) = rebounds jumps using a weight ball of 3 kg; deep squat = the degree of knee flexion was >30°; weight displacement = maximal speed with partner resistance (a set always was of 10 seconds); obstacle jump = rebounds jumps over platform of 5, 10, and 15 cm and lateral jumps over hurdles of 10 cm; sprint = maximal speed on 20 m.

TABLE 3. Sprint 15 m (seconds), CMJ (centimeters), Yo-Yo IE (meters), and sit and reach (centimeters) test performance of the S and C groups before and after 26 weeks in-season training.*†

	S (N = 11)					
	Baseline	T2	T3	Post	% Of change	ES
Sprint 15 m (s)	2.7 ± 0.1	2.8 ± 0.1	2.9 ± 0.1	2.8 ± 0.1	3.70	1
CMJ (cm)	22.3 ± 2.7‡§¶	23.7 ± 3.5	23.7 ± 3.4	23.8 ± 4.3	6.72	0.37
Yo-Yo IE (m)	476 ± 169.1‡¶#	580 ± 193.4	704 ± 156.8	712 ± 228.4	49.57	1.39
Sit and reach (cm)	23.4 ± 4.5§¶#**	22.5 ± 4.5	25.3 ± 3.7	25.1 ± 5.5	7.26	0.37
	C (N = 13)					
	Baseline	T2	T3	Post	% Of change	ES
Sprint 15 m (s)	2.9 ± 0.1	2.9 ± 0.1	3.0 ± 0.1	2.9 ± 0.1	1.37	0.40
CMJ (cm)	20.2 ± 3.4¶	20.3 ± 3.2	20.2 ± 2.7	18.0 ± 3.6	-10.82	0.61
Yo-Yo IE (m)	540.3 ± 192.5‡§¶	584 ± 236.4	640 ± 226.9	646.6 ± 229.9	19.67	0.55
Sit and reach (cm)	25.2 ± 3.5¶††	23.8 ± 2.9	24.2 ± 4.2	21.9 ± 4.7	-13.09	0.94

*Baseline = baseline values; T2 = after 9 weeks; T3 = after 18 weeks; POST = after 26 weeks; % of change = percentage of change between baseline-post; ES = effect size; CMJ = countermovement jump; Yo-Yo IE = Yo-Yo intermittent endurance test; S = experimental; C = control.

†Values are reported as mean ± SD.

‡Significant difference between baseline and T2 values ($p < 0.05$).

§Significant difference between baseline and T3 values.

¶Significant difference between baseline and postvalues.

||Significant differences between experimental and control groups ($p < 0.05$).

#Significant difference between T2 and T3 values.

**Significant difference between T2 and postvalues.

††Significant difference between T3 and posttest values.

AU11

Yo-Yo Intermittent Endurance Run: Level One. The Yo-Yo IE test was performed according to the procedures suggested by Castagna et al. (5) and Krustup et al. (28). Because soccer includes high-intensity, intermittent bouts of exercise, which stresses the anaerobic glycolysis metabolic pathway, the Yo-Yo IE is considered to closely match movement patterns seen in a soccer match. In this study, the Yo-Yo IE test

started in stage 8, at 11.08 km·h⁻¹ in standard 20-m intervals. The total distance covered in the shuttles was recorded for analysis. The ICC was 0.90.

Flexibility (Sit and Reach) Test. This test was used to assess the progress in the lumbar and hamstring flexibility. The sit and reach test was performed according to the procedure suggested by Wells et al. (45). Two trials were completed, with a pause of 30 seconds between trials, choosing the best performance for the subsequent statistical analysis. The reliability of this measure was ICC = 0.94.

Training Procedures

Soccer training took place 3 d·wk⁻¹ (Monday-Wednesday-Friday). Although C only underwent soccer training, the S supplemented the soccer training with a proposed strength and high-intensity training program. This program consisted of exercises

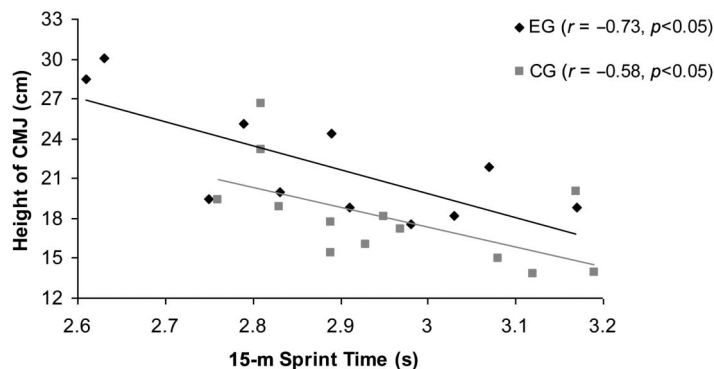


Figure 1. Correlation between counter movement jump (CMJ) (centimeters) and 15-m sprint time (seconds) in the S and C groups at posttest.

performed at maximal voluntary intensity using player's body weight (or body weight plus light resistances) as external resistance. The strength and high-intensity training program took place $2 \text{ d} \cdot \text{wk}^{-1}$ during 26 weeks of treatment. Each session lasted 30 minutes and consisted of the following components: 10 minutes of standard warm-up (5 minutes of submaximal running at 6 km^{-1} and several displacements, stretching exercises for 5 minutes, and 2 submaximal exercises of jump), 15 minutes of strength and high-intensity work, and 5 minutes of stretching exercises. The strength and high-intensity exercises consisted of 1/4 squat, deep jumps, CMJ with weight, and sprint exercises. The resting period between each series was 1 minute. No strength and high-intensity training was performed by the C group. The training was performed on the artificial grass (the same as competition), with the subjects using appropriated soccer equipped (boots and clothes). All the training sessions were fully supervised by a certified strength and conditioning specialist to ensure that the proper technique was performed. All the subjects were carefully instructed before the treatment and received a practical demonstration and performed familiarization trials with the exercises. The treatment was performed before the start of the regular soccer-training session. The subjects were instructed to avoid any strenuous physical activity, in addition to the programmed training intervention, for the duration of the experiment. Additionally, the subjects were encouraged to maintain their normal hydration levels, sleep, and dietary habits for the duration of the study. The training program followed by the S is outlined in Table 2.

Statistical Analyses

Descriptive statistics (mean \pm *SD*) for the different variables were calculated. The ICC was used to determine the reliability of the measurements. A 2-way mixed analysis of variance was used on each continuous dependent variable. The inde-

pendent variables included 1 between-subjects factor, the strength and high-intensity training intervention, with 2 levels (GC and GE), and 1 within-subject factor, time, with 4 levels (baseline, T2, T3, and posttest). Any significant differences found by the analysis of variance were followed by Bonferroni's post hoc analysis. A Pearson's correlation was used to examine the relationships between variables. Effect sizes (ESs) were also calculated using Cohen's d $\left(\frac{[\text{posttest mean} - \text{pretest mean}]}{SD} \right)$. Statistical significance was accepted at an alpha level of $p \leq 0.05$.

RESULTS

Anthropometric Characteristics

No significant differences in the anthropometric variables measured (body weight, height, and % body fat) were observed in the pretest between the S and C. Both groups increased significantly in body height and weight from the baseline to posttest with no change in percentage of body fat (Table 1). In addition, at the posttest, the S grew significantly more than the C (enhancement of 9.5 vs. 4.7 cm, respectively), whereas no differences were observed between groups at body weight.

The 15-m Sprint Time

The 15-m Sprint Time (seconds) increased in the S (3.70%; ES = 1) and C group (1.37%; ES = 0.4). No significant differences ($p \leq 0.05$) were observed after training in the magnitude of the increase between the S and C groups (Table 3).

Height in Countermovement Jump

A significant increase ($p \leq 0.05$) was observed in height in the CMJ in S between baseline and posttest (6.72%; ES = 0.37). Significant ($p \leq 0.05$) decreases were observed in height in the CMJ in C between baseline and posttest (-10.82%; ES = 0.61). Significant differences ($p \leq 0.05$) were observed after training in the magnitude of the increase between the S and C groups (Table 3).

Yo-Yo Intermittent

Endurance Test

Significant increases ($p < 0.05$) were observed in the Yo-Yo IE test in S and C between baseline and posttest (49.57%, ES = 1.39; 19.67%, ES = 0.55), respectively. Significant differences ($p \leq 0.05$) were observed after training in the magnitude of the increase between the S and C groups (Table 3).

Sit and Reach Flexibility Test

A significant increase ($p \leq 0.05$) was observed in the Sit and

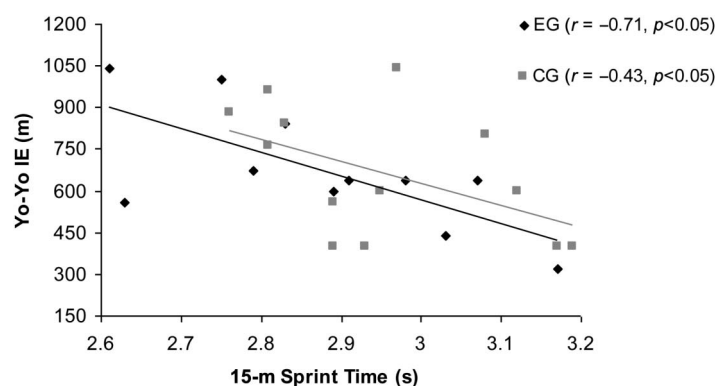


Figure 2. Correlation between Yo-Yo intermittent endurance (Yo-Yo IE) test (meters) and 15-m sprint time (seconds) in the S and C groups at posttest.

Reach Flexibility test in S between baseline and posttest (7.26%; ES = 0.37). Significant ($p \leq 0.05$) decreases were observed in C between baseline and posttest (-13.09%; ES = 0.94). Significant differences ($p \leq 0.05$) were observed after training in the magnitude of the increase between the S and C groups (Table 3).

Correlations Between Variables

In the S, 15-m sprint time correlated negatively ($p < 0.05$) with jump height in CMJ ($r = -0.73$) (Figure 1) and with Yo-Yo IE test ($r = -0.71$) (Figure 2). In the C, jump height in the CMJ correlated negatively ($p < 0.05$) with the 15-m sprint time ($r = -0.58$) and positively with the Sit and Reach test ($r = 0.64$). No significant correlations were found between the jump height in CMJ and flexibility test (Sit and Reach) in S.

DISCUSSION

A novel approach in this study was to examine the effect of a 26 weeks of a combined strength and high-intensity training program in prepubertal (8–9 years) soccer players in an attempt to maximize sprint and jumping ability, intermittent endurance, and hip flexibility. Our results substantiated our hypothesis that the training intervention used (2 d·wk⁻¹, squats, different type of jumps, and sprints exercises) improves jumping performance in a group of prepubertal soccer players. Furthermore, intermittent endurance and hip-flexibility performance were significantly enhanced in the S group after the strength and high-intensity training program. These results tend to support most of the previous published studies performed examining these types of training interventions with young soccer players (7,8,12,16,30). Although previous studies selected players older than those selected in this study and measured adaptations in shorter training interventions, generally the training strategies used confirmed that the inclusion of a more intense and nonspecific training stimulus into the normal soccer-training program produces larger jump and sprint performances than natural growth and specific soccer practice generates. Moreover, the results obtained in this study are in line with those of the researchers that justify the positive effect of a strength and high-intensity training on endurance capacity (42).

A great deal of research has focused on the development of sprint performance using a myriad of training methods, including speed training, technical sprint drills, sprinting against resistances, weight training, combined resistance and speed training, or plyometric training (30,37,39). Most related studies have selected 10- or 30-m distances for sprint testing. In this study, 15-m distance was selected because during a soccer game each sprint bout last on an average of 2–3 seconds (14). Various studies have suggested that the strength training can improve the sprint ability of young soccer players (7,16,25,26,32). For example, Chelly et al. (7) after an 8-week (2 s·wk⁻¹) training intervention based on squat exercise (loads ranging between 70 and 95% 1RM) supplemented to the habitual soccer training observed significant

improvements in sprinting (7–12%). Additionally, positive results in sprint ability have been obtained when strength training was combined with plyometric training (11,27) or when plyometric training was applied alone (30). In a representative study because of its similarity, Meylan and Malatesta (30) observed that 8 weeks of low-intensity plyometric training (2 training interventions per week) implemented in the soccer-training program of adolescent players resulted in significantly improved 10-m sprint times (-2.1%). On the contrary, the present research suggests no significant improvement in 15-m sprint time after the 26 weeks of the S intervention. It is well known that sprint running performance is the product of stride rate and stride length with numerous components influencing this apparently simple formula. Because both elements are clearly influenced by the anthropometric characteristics (38), one of the main possible explanations for the decrement in the sprint performance observed in the S group could be the anthropometric changes observed in subjects used in this investigation. Indeed, during the experimental phase the S group increased their height significantly in respect to the C group. From the results observed in this study it is clear that control of the anthropometric state of the players in short intervals of time may be an obligatory element in further studies analyzing the effects of training intervention in young soccer players. On the other hand, performance in sprint exercise has traditionally been believed to be largely dependent on genetic factors, with only relatively small improvements occurring with training (38). Improvements in 10- and 100-m sprint times have been observed after a training intervention that incorporated some sprint-specific plyometric exercises (11). For example, jumping exercises that were nonspecific to running performance did not cause any effect on running speed (14). When exercises were specific (e.g., speed bounding) to running performance, the training program had a positive effect on running velocity (13). In this sense, a lack of specificity in the training could be another reason that may explain partly the lack of performance observed in the S group especially between baseline and T2 where it may be speculated that anthropometric changes were less significant. It is possible that a training program that incorporates greater horizontal acceleration (i.e., skipping, jumps with horizontal displacement) would result in the most beneficial effects.

Numerous studies (16,32) have measured vertical jump height as an indicator of muscle power of the lower limbs in soccer players. Several studies have shown the effectiveness of plyometric and strength training in improving vertical jump (16,30,39). On the other hand, previous studies report no improvements in the vertical jump after strength training when slow or normal contraction speed is used during training (15). In this study, significant CMJ improvements were observed between baseline and posttest. However, CMJ performance decreased in the C group. The improvements concur with those of previous studies (16,32), showing that a combined program of different modalities of strength training and power-oriented strength

training (i.e., using full-squat or parallel-squat exercise) and plyometrics can significantly increase vertical jump performance. The discrepancy between these results and results from previous studies might be attributed to several reasons: the subjects in this study were very young and not specialists in plyometric and strength training in contrast to the greater training experience and initial training status of subjects in previous research; the speed of movement rather than the resistance or load was more important and positively affects the jump performance of young soccer players; the differences in soccer players' training history (i.e., with or without systematic strength training); the competitive level or the procedures used to measure vertical jumping performance may explain these discrepancies. Specifically, some authors have shown that subjects with low levels of strength show significant improvement in vertical jump ability, regardless of the training stimulus (1,39), whereas previously strength-trained subjects may show limited improvements in vertical jump ability (17).

Several studies have shown a significant correlation between sprint time and CMJ using different strength training methods (27,34,39,43,44). In this study, a significant negative correlation ($r = -0.77, p < 0.05$) was found between vertical jump height in the CMJ and 15-m sprint time. This is in accordance with previous studies in senior (45) and young (6,16) elite soccer players. For example, Wisloff et al. (46) observed in Norwegian senior elite players a significant correlation between vertical jump height and 10- and 30-m sprint time. These results confirm the relation between vertical jump height and short-duration sprint time and agree with those biomechanical analyses of sprinting showing that short-distance sprint is highly dependent on the subject's ability to generate powerful extensions of the knee extension, hip extensor, and plantar-flexors muscles. This suggests a possible transfer from the gain in the leg muscular power into the sprint performance (16).

An interesting finding in this study was that the S group increased intermittent endurance (>40%) after combined strength and high-intensity training. This agrees with the results previously described that strength and high-intensity training, in the form of dynamic exercises (i.e., squat, weighted CMJ, drop jump, and sprints), has been reported to enhance an individual's ability to rapidly develop endurance, obtain significant gains in the $\dot{V}O_2\text{max}$ and allow for greater improvement in IE (6,18,21,22,47,48). The results obtained are not compatible with the results of previous studies (9,20), which suggested an incompatibility of strength training and enhance IE. Therefore, the combined strength and high-intensity training used in this study enhanced aerobic-anaerobic and explosive performances and resulted in improved IE. Nevertheless, it is believed that the concurrent soccer training also plays a role in maintaining the IE level in both groups. Furthermore, in this study, the relationship between 15-m sprint time and Yo-Yo IE test ($r = -0.77, p < 0.05$) is interesting. This is in accordance with previous studies (3,47). All these studies produce

findings that point in the same direction, independent of the age of the subjects, skill, performance, and the aim of study. It suggests that subjects get quicker and more effective recoveries encouraging new intense and effective action through strength training (3,6,18,21,23,28,47,48).

Flexibility increased significantly (7.93%) in the S and decreased significantly (-13.23%) in the C group, producing a significant difference between the groups. It seems that the group that only participated in soccer training impair flexibility development, even when proper care was taken to include stretching exercises in the training program. Recent studies concerning flexibility reported that if stretching exercises are part of the strength training program, flexibility would not be impaired and it may even increase (31,40). These studies showed similar results with other population types and strength training programs (40). In this study, stretching exercises were performed before, during, and after the strength and high-intensity training sessions. The low volume and high intensity of strength training or the combination of soccer and resistance training in our study improve flexibility. It should be noted that in the C, a significant decrease in flexibility was observed. Furthermore, our subjects were prepubertal, and the phase of their physical development might also interact with flexibility levels. More emphasis was probably required on specific stretching exercises and further research is needed to determine which factors might impede flexibility or not when prepubertal soccer players lift weights and follow strength and power-oriented training programs.

In this study, the injury rate was only 3 muscular or ligament injuries. The rates are relatively low, considering the training mode, (i.e., low-impact plyometric exercises, squat, and sprint exercises). Higher injury frequencies have even been encountered in football and in other sports (10,29). Any interruptions in training because of musculoskeletal symptoms and injuries were short, suggesting that the disorders and injuries were not serious. The cornerstones of the training were throughout the intervention sufficient warming-up before training, muscle stretching after training, not too fast progressing intensity, variation in training sessions, and finally, no competitive elements were included in the training program. The relatively low incidence of training induced injuries and the unchanged or decreased level of musculoskeletal symptoms during the training indicate the feasibility of the program.

In summary, the present data clearly demonstrated that adding strength and high-intensity training in previously moderately trained prepubertal soccer players appear to be a good stimulus for improving jumping ability, intermittent endurance, and flexibility performance. Moreover, for very young soccer players who do not have prior experience with strength and high-intensity training, a general adaptation phase must be scheduled to ensure proper movement technique and safety. As a result, the applicability of strength and high-intensity training together with regular soccer

training could be performed during the season with no concomitant interference on endurance performance.

PRACTICAL APPLICATIONS

We have clearly demonstrated that prepubertal soccer players can enhance muscle strength, power, and endurance by undertaking a 26-week in-season program of combined strength and high-intensity-oriented training involving exercises for lower body (squat, full-squat, loaded and unloaded jump, and sprint exercises). Moreover, there is no apparent interference between the development of strength and power and endurance and flexibility performance. This study also emphasizes the importance of high levels of strength and power to resolve high-intensity game actions. Such benefits can be realized from only 2 short strength and high-intensity training sessions per week in-season. The performance improvements shown in this study are of great interest for soccer coaches and are directly applicable to prepubertal soccer players, because the performance of this sport relies greatly on the specific on-field vertical jump, maximal sprint, and agility abilities that were enhanced by the lower-body strength and high-intensity oriented training regimen. Previous authors have found a similar benefit of strength and power training in others and this sport, but this is the first study to our knowledge involving prepubertal soccer players. It is recommended that soccer coaches implement in-season strength and high-intensity training to enhance the performance of their players. The outcomes may help coaches and sport scientists formulate better guidelines and recommendations for athlete assessment and selection, training prescription and monitoring and preparation for competition. Similar studies using larger group numbers plus more extensive preparatory strength programs may produce results indicating the superiority of ≥ 1 of these training modes.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors have no professional relationships with companies or manufacturers that might benefit from the results of this study. There is no financial support for this project. No funds were received for this study from National Institutes of Health, Wellcome Trust, University or others. The results of this study do not constitute endorsement of any product by the authors or the National Strength and Conditioning Association.

REFERENCES

1. Adams, K, O'shea, JP, O'shea, KL, and Climstein, M. The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J Appl Sport Sci Res* 6: 36–41, 1992.
2. American College of Sports Medicine (ACSM). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (7th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
3. Aziz, AR, Mukherjee, S, Chia, MY, and Teh, KC. Relationship between measured maximal oxygen uptake and aerobic endurance performance with running repeated sprint ability in young elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 47: 401–407, 2007.

AU8

4. Castagna, C, D'Ottavio, S, and Abt, G. Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond Res* 17: 775–780, 2003.
5. Castagna, C, Impellizzeri, FM, Chamari, K, Carlomagno, D, and Rampinini, E. Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer player: A correlation study. *J Strength Cond Res* 20: 320–325, 2006.
6. Chamari, K, Hachana, Y, Ahmed, YB, Galy, O, Sghaier, F, Chatard, JC, Hue, O, and Wisloff, U. Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br J Sports Med* 38: 191–196, 2004.
7. Chelly, MS, Fathloun, M, Cherif, N, Ben Amar, M, Tabka, Z, and Van Praagh, E. Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *J Strength Cond Res* 23: 2241–2249, 2009.
8. Christou, M, Smilios, I, Sotiropoulos, K, Volaklis, K, Piliandis, T, and Tokmakidis, SP. Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *J Strength Cond Res* 20: 783–791, 2006.
9. Chromiac, JA and Mulvaney, DR. A review: The effects of combined strength and endurance training on strength development. *J Appl Sport Sci Res* 4: 55–60, 1990.
10. Croisier, JL, Ganteaume, S, Binet, J, Genty, M, and Ferret, JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective study. *Am J Sports Med* 36: 1469–1475, 2008.
11. Delecluse, C, Van Coppenolle, C, Willems, H, Van Leemputte, E, Diels, M, and Goris, M. Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med Sci Sports Exerc* 27: 1203–1209, 1995.
12. Diallo, O, Dore, E, Duche, P, and Van Praagh, E. Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 41: 342–348, 2001.
13. Ford, HT, Puckett, J, Drummond, J, Sawyer, K, Gantt, K, and Fussell, C. Effects of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. *Percept Mot Skills* 56: 919–922, 1983.
14. Fry, AC, Kraemer, WJ, Weseman, CA, Conroy, BP, Gordon, SE, and Hoffman, K. The effect of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in women's intercollegiate volleyball. *J Appl Sport Sci Res* 5: 74–81, 1991.
15. Gorostiaga, EM, Izquierdo, M, Iturralde, P, Ruesta, M, and Ibañez, J. Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 80: 485–493, 1999.
16. Gorostiaga, E, Izquierdo, M, Ruesta, M, Iribarren, J, González-Badillo, JJ, and Ibañez, J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol* 91: 698–707, 2004.
17. Häkkinen, K and Komi, PV. The effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scand J Sports Sci* 765–776, 1985.
18. Helgerud, J, Engen, LC, Wisloff, U, and Hoff, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc* 33: 1925–1931, 2001.
19. Henderson, G, Barnes, CA, and Portas, MD. Factors associated with increased propensity for hamstring injury in English Premier League soccer players. *J Sci Med Sport* 13: 397–402, 2010.
20. Hennessy, LC and Watson, AWS. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *J Strength Cond Res* 8: 12–19, 1994.
21. Hoff, J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. *J Sports Sci* 23: 573–582, 2005.

AU9

22. Hoff, J and Helgerud, J. Maximal strength training enhances running economy and aerobic endurance performance. In: *Football (Soccer): New Developments Physical Training Research*. J. Hoff and J. Helgerud, eds. Trondheim, Norway: Norwegian University of Science and Technology, 2002. pp. 39–55.
23. Hoff, J and Helgerud, J. Endurance and strength training for soccer players: Physiological considerations. *Sports Med* 34: 165–180, 2004.
24. Implelizzeri, FM, Marcora, SM, Castagna, C, Reilly, T, Sassi, A, Iaia, FM, and Rampinini, E. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med* 27: 483–492, 2006.
25. Jullien, H, Bisch, C, Largouët, N, Manouvrier, C, Carling, CJ, and Amiard, V. Does a short period of lower limb strength training improve performance in field-bases tests of running and agility in young professional soccer players? *J Strength Cond Res* 22: 404–411, 2008.
26. Kotzamanidis, C. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *J Strength Cond Res* 20: 441–445, 2006.
27. Kotzamanidis, C, Chatzopoulos, D, Michalidis, C, Papaiaikovou, G, and Patikas, D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability soccer players. *J Strength Cond Res* 19: 369–375, 2005.
28. Krstrup, P, Mohr, M, Amstrup, T, Rysgaard, T, Johansen, J, Steensberg, A, Pedersen, PK, and Bangsbo, J. The yo-yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc* 35: 697–705, 2003.
29. Lehance, C, Binet, J, Bury, T, and Croisier, JL. Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 19: 243–251, 2009.
30. Meylan, C and Malatesta, D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *J Strength Cond Res* 23: 2605–2613, 2009.
31. Monteiro, WD, Simão, R, Polito, MD, Santana, CA, Chaves, RB, Bezerra, E, and Fleck, SJ. Influence of strength training on adult women's flexibility. *J Strength Cond Res* 22: 672–677, 2008.
32. Moore, EW, Hickey, MS, and Reiser, RF. Comparison of two twelve week off-season combined training programs on entry level collegiate soccer players' performance. *J Strength Cond Res* 19: 791–798, 2005.
33. Mujika, I, Santisteban, J, and Castagna, C. In-season effect of short-term sprint and power-training programs on elite junior soccer players. *J Strength Cond Res* 23: 2581–2587, 2009.
34. Nuzzo, JL, McBride, JM, Cormie, P, and McCaulley, GO. Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *J Strength Cond Res* 22: 699–707, 2008.
35. Reilly, T, Bangsbo, J, and Franks, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci* 18: 669–683, 2000.
36. Reilly, T, Williams, AM, Nevill, A, and Franks, A. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *J Sports Sci* 18: 695–702, 2000.
37. Rimmer, E and Sleivert, G. Effects of plyometric intervention program on sprint performance. *J Strength Cond Res* 14: 295–301, 2000.
38. Ross, A, Leveritt, M, and Riek, S. Neural influences on sprint running. Training adaptations and acute responses. *Sports Med* 31: 409–425, 2001.
39. Sáez Sáez de Villarreal, E, González-Badillo, JJ, and Izquierdov, M. Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *J Strength Cond Res* 22: 715–725, 2008. AU10
40. Santos, E, Rhea, MR, Simão, R, Dias, I, De Salles, BF, Novaes, J, Leite, T, Blair, JC, and Bunker, DJ. Influence of moderately intense strength training of flexibility in sedentary young women. *J Strength Cond Res* 24: 3144–3149, 2010.
41. Sinning, WE, Dolny, DG, Little, KD, Cunningham, LN, Racaniello, A, Siconolfi, SF, and Sholes, JL. Validity of "generalize" equations for body composition analysis in male athletes. *Med Sci Sports Exerc* 17: 124–130, 1985.
42. Stone, MH, Sands, WA, Pierce, KC, Newton, RU, Haff, GG, and Carlock, J. Maximum strength and strength training—A relationship to endurance? *Strength Cond J* 28: 44–53, 2006.
43. Venturelli, M, Bishop, D, and Pettene, L. Sprint training in preadolescent soccer players. *Int J Sports Physiol Perform* 3: 558–562, 2008.
44. Vilaca Maio Alves, JM, Rebelo, AN, Abrantes, C, and Sampaio, J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *J Strength Cond Res* 24: 936–941, 2010.
45. Wells, KF and Dillon, EK. The sit and reach. A test of back and leg flexibility. *Res Q* 23: 115–118, 1952.
46. Wisloff, U, Castagna, C, Helgerud, J, Jones, R, and Hoff, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med* 38: 285–288, 2004.
47. Wong, PL, Chamari, K, and Wisloff, U. Effects of 12-week on-field combined strength and power training on physical performance among U-14 young soccer players. *J Strength Cond Res* 24: 644–652, 2010.
48. Wong, PL and Wong, SH. Physiological profile of Asian elite youth soccer players. *J Strength Cond Res* 23: 1383–1390, 2009.

EFFECTS OF PLYOMETRIC AND SPRINT TRAINING ON PHYSICAL AND TECHNICAL SKILL PERFORMANCE IN ADOLESCENT SOCCER PLAYERS

EDUARDO SÁEZ DE VILLARREAL,^{1,2} LUIS SUAREZ-ARRONES,^{1,2} BERNARDO REQUENA,^{1,2}
GREGORY G. HAFF,³ AND CARLOS FERRETE¹

AU2 ¹Faculty of Sport, University Pablo de Olavide, Seville, Spain; ²MasterdeFútbol Lab, University Pablo de Olavide, Seville,

AU3 Spain; and ³Center for Exercise and Sports Science Research, Edith Cowan University, Joondalup, Australia

ABSTRACT

Sáez de Villarreal, E, Suarez-Arrones, L, Requena, B, Haff, GG, and Ferrete, C. Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. *J Strength Cond Res XX(X): 000–000, 2015*—To determine the influence of a short-term combined plyometric and sprint training (9 weeks) within regular soccer practice on explosive and technical actions of pubertal soccer players during the in-season. Twenty-six players were randomly assigned to 2 groups: control group (CG) (soccer training only) and combined group (CombG) (plyometric + acceleration + dribbling + shooting). All players trained soccer 4 times per week and the experimental groups supplemented the soccer training with a proposed plyometric-sprint training program for 40 minutes (2 days per weeks). Ten-meter sprint, 10-m agility with and without ball, CMJ and Abalakov vertical jump, ball-shooting speed, and Yo-Yo intermittent endurance test were measured before and after training. The experimental group followed a 9-week plyometric and sprint program (i.e., jumping, hurdling, bouncing, skipping, and footwork) implemented before the soccer training. Baseline-training results showed no significant differences between the groups in any of the variables tested. No improvement was found in the CG; however, meaningful improvement was found in all variables in the experimental group: CMJ (effect size [ES] = 0.9), Abalakov vertical jump (ES = 1.3), 10-m sprint (ES = 0.7–0.9), 10-m agility (ES = 0.8–1.2), and ball-shooting speed (ES = 0.7–0.8). A specific combined plyometric and sprint training within regular soccer practice improved explosive actions compared with conventional soccer training only. Therefore, the short-term combined program had a beneficial impact on explosive actions, such as sprinting, change of direction, jumping, and ball-shooting

speed which are important determinants of match-winning actions in soccer performance. Therefore, we propose modifications to current training methodology for pubertal soccer players to include combined plyometric and speed training for athlete preparation in this sport. **AU4**

KEY WORDS agility, acceleration, vertical jump, ball-shooting speed, dribbling

INTRODUCTION

Soccer researchers have examined the physical, physiological, and technical requirements of a range of small-sided games and training methods. In modern soccer, the physiological and physical demands are essential to optimal performance at all levels (adults, youth, and juniors). These demands include high-intensity movements (i.e., sprinting, jumping, cutting, changing of directions, or ball-shooting), moderate-intensity (jogging), and low-intensity (walking). These demands are influenced by different factors, these are: players position, skill level, style of play, and tactical strategies used by the team (25).

Careful inspection of a match reveals that during a typical game, a 2- to 4-second sprint occurs every 90 seconds (3,38); high-speed sprinting only contributes approximately 3% to the total distance covered in children's games (5), and the most crucial moments of the game, such as winning ball possession, scoring, or conceding goals depend on the ability of the athlete to perform these high-speed movements (36). It is generally accepted that high-intensity actions such as sprinting or vertical jumping are integral elements for success in soccer and therefore need to be trained as part of a periodized youth training program (23).

The sport of soccer is requiring athletes to become more athletic, as indicated by short-term muscle power becoming more crucial in many game situations. Jumping ability, acceleration, and sprinting make important contributions to the performance potential of soccer players (23). Some 96% of sprints are shorter than 30 m, and 49% are only over a distance of 10 m (46). Thus, the performance over distances of 10 m or

Address correspondence to Dr. Eduardo Sáez de Villarreal, esaesae@upo.es.

00(00)/1–10

Journal of Strength and Conditioning Research

© 2015 National Strength and Conditioning Association

less, and the velocity attained during the first step are considered to be key indicators of player potential (8,9). Because of the advantage of having greater speed, acceleration, and power, a great deal of research has focused on the development of sprint, vertical jump, and agility performance using a myriad of training methods, including speed training, sprint drills, sprinting against resistances, weight training, combined resistance and speed training, and plyometric training (PT) (13,14,39,40,42). Recently, numerous studies have focused on determining which training intervention maximizes improvements in sprint and jumping performance in both adult and young soccer players (9,10,34). The majority of the scientific studies looking at training interventions designed to improve these attributes have proposed in-season short-term training (e.g., 4–8 weeks) programs that use several weekly training interventions (9,10,15,34).

In young soccer players, PT does provide such training stimuli and has been shown to improve explosive actions in pubertal and prepubertal (8,15,19,28,34,50) populations. For example, Meylan and Malatesta (34) observed that 8 weeks of low-intensity PT implemented in conjunction with the soccer-specific training program of adolescent soccer players resulted in significantly improved 10-m sprint times and jump heights. Similarly, Wong et al. (50), after 12 weeks of combined strength and PT that was performed twice a week in addition to soccer training, observed greater increases in vertical jump, ball-shooting speed, and 10-m and 30-m sprint times performance compared with soccer training alone. All these training strategies suggest that the inclusion of a more intense and non-soccer-specific training stimulus, which is integrated into the normal soccer training program, has the potential to induce improvements in jumping and sprinting performances that are greater than maturation or soccer-specific training performance gains. The focus of this article is on the effects of PT and sprint training on physical and technical skill performance.

In previous studies investigating the effect of PT on explosive actions of prepubertal and pubertal children (8,15,19,28,34,50), PT was always focused on improving vertical jump and speed performance. Nevertheless, to the author's knowledge, no study has examined the effects of a short-term plyometric program (9 weeks) supplemented with sprint training as part of regular in-season training in pubertal soccer players. In light of the aforementioned considerations, the aim of this study was to examine the effects of an in-season, short-term plyometric program supplemented with sprint training program on specific explosive actions (i.e., change of directions, ball-shooting speed, and technical drills) among early pubertal soccer players. It was hypothesized that the combination of soccer technical drills and the proposed specific plyometric and sprint training program during a 9-week period would enhance players' explosive actions (i.e., sprinting, change of direction, jumping, and ball-shooting speed) to a greater extent than soccer training alone.

METHODS

Experimental Approach to the Problem

This study examined the effects of a PT program mixed with acceleration (10 m) and technical skills within regular soccer practice on their capacity of jump, sprint, endurance, and technical skills in young soccer players. The training program was added to the normal soccer training during 18 sessions (9 weeks), and it was mainly characterised by short-term (low-volume) and moderate-intensity sessions (low-impact training program). To determine training effects, the following tests were selected: (a) 10-m sprint time (seconds); (b) 10-m agility test (seconds) with and without ball (starting from the right and left sides); (c) countermovement jump (CMJ) (centimeter) and Abalakov vertical jump (centimeter); (d) Yo-Yo intermittent endurance (IE) test (meter); and (e) ball-shooting speed ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$). All tests were executed before and after the 9-week training period. The initial tests were completed in 2 days (Tuesday and Thursday) as part of a regular testing program. After the initial measurements, subjects were randomly assigned to 2 groups: Control group (CG) ($n = 13$) (only performed the soccer training program), and combined group (CombG) ($n = 13$) (soccer training program + plyometric + sprint + dribbling + shooting training). All training sessions were supervised. Every subject in the experimental groups performed the exercises at 6:15 PM. (before the soccer training). All participants attended 2 practices per week lasting for 40 minutes. The subjects were instructed to avoid any strenuous physical activity during the duration of the experiment and to maintain their dietary habits for the whole duration of the study.

Subjects

This study involved a group of 26 young soccer players (all of them were players from the Real Betis Balompié Academy) (AU5) between the ages of 14 and 15 years (Table 1). None of the subjects had any background in regular strength and power training or competitive sports that involved any kind of strength or power exercises during the treatment. Exclusion criteria included subjects with potential medical problems or a history of ankle, knee, or back pathology in the 3 months before the study or subjects with medical or orthopaedic problems who compromised their participation or performance in this study or any lower extremity reconstructive surgery in the past 2 years or unresolved musculoskeletal disorders. All subjects and their legal tutor were carefully informed about the experiment procedures and about the potential risk and benefits associated with participation in the study and signed an informed consent document before any of the tests were performed. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki II, and it was approved by the ethics committee of the responsible department. This study was performed between March 2012 and May 2012. (T1)

Testing Procedures

The players were carefully familiarized with the test procedures of voluntary force and power production during several

TABLE 1. Characteristics of the groups (mean \pm SD).

Group	Age (y)	Height (cm)	Body weight (kg)	Body fat %	Soccer experience (y)
CombG ($n = 13$)	15.33 \pm 0.34	168.04 \pm 7.78	57.13 \pm 8.34	12.78 \pm 2.13	6.2 \pm 1.8
Control Group ($n = 13$)	14.90 \pm 0.17	165.20 \pm 8.49	54.47 \pm 6.62	13.63 \pm 1.32	5.8 \pm 1.5

submaximal actions a few days before the measurements were taken, and the tests were also previously done for control training purposes. All tests to determine the vertical jump, sprint, agility, endurance, and technical skills capacity were carried out each 9 weeks (pretest and post-test), after 9 weeks of treatment. The performance tests were completed in 2 days. On day 1, the following tests were completed: measurement of height, body mass, CMJ test (centimeter), Abalakov test (centimeter), and Yo-Yo IE test (meter). On day 2, the 10-m sprint time (seconds), agility test (seconds), and ball-shooting speed test ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) were completed. Before the tests and after completing the anthropometric measurements, subjects carried out a standardized warm-up consisting of 5 minutes' submaximal running at $9\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ followed by light stretching. Subjects then performed 4 minutes of specific soccer warm-up (changes of directions, sprints, jumps, and heading including pass the ball and dribbling) and 4 minutes of stretching (first static and then dynamic). Additionally, sufficient rest was allowed between all tests to limit the effects of fatigue in subsequent tests.

Anthropometry. Before the physical tests, body height, body weight (Seca 222; Seca-balance, New York, NY, USA), and body fat percentage of the subjects were determined. The fat percentage was calculated by means of measurements of skinfold thickness using a Harpenden skinfold calliper (ASSIST Creative Resources, Ltd., London, United Kingdom). The 7-site Jackson-Pollock formula (45), validated for use with athletes, was used in this study to estimate body density. Body fat percentage was then calculated using the appropriate formula recommended by American College of Sports Medicine (2), based on age and ethnicity. Two experienced testers assessed the anthropometric measurements throughout the entire study. The intraclass correlation coefficient (ICC) was 0.98.

Vertical Jump Tests. A CMJ and Abalakov vertical jump test were used to maximize stretch-shortening cycle activity and to assess explosive strength of the lower extremity muscles. Both tests were performed using an electronic contact platform (Ergo Jump Plus Bosco System, Muscle Lab. V7.18; Ergotest Technology, Langesund, Norway). During the CMJ, the subject was instructed to rest his hands on his hips, but during the Abalakov test, the use of hand was free while performing a downward movement followed by a maximal

effort vertical jump. All subjects were instructed to land in an upright position and to bend the knees after landing. The 2 extreme values of the 5 trials, with a pause of 10 seconds between jumps, were eliminated (the best and the worst), and the average of the 3 central values was used for the subsequent statistical analysis for each type of vertical jump. The ICC was 0.93 for CMJ and 0.91 for Abalakov vertical jump measurements indicating high reliability.

Ten-Meter Sprint Time. Sprint times were recorded for 2 distances: 0–5 m and 0–10 m. The 10-m sprint test was conducted outdoors on the soccer pitch (artificial grass). For all sprint tests, the subjects started the test using a standardized crouch start and commenced sprinting with a random sonorous sound. Infrared beams were positioned at the sprint distance to be measured with a photoelectric cell (Muscle Lab. V7.18; Ergotest Technology). Subjects were given 2 practice trials performed at half speed after a thorough warm-up to familiarize them with the timing device. Two trials were completed, and the best performance trial was used for the subsequent statistical analysis. Three minutes of rest were permitted between 10-m trials. The ICC was 0.96.

Ten-Meter Agility Test. The agility test was performed on the field, with soccer shoes, and consisted of four 60-degree changes of direction over 10 m (34). The timing system and start procedure were the same as the 10-m sprint. Poles of approximately 1.5-m high were placed on the floor to indicate the change of direction. The participants were not allowed to touch the poles because they sprinted and changed direction. This test was selected because it required acceleration, deceleration, and balance control, which are facets of agility (44). Its relative simplicity minimized the role of learning effects. Four trials were completed starting from each side (2 dribbling with the ball and 2 without ball), and the best performance trial was used for the subsequent statistical analysis. Three minutes of rest was permitted between trials. The ICC was 0.93 from the right side and 0.92 from the left side. For the agility dribbling with the ball, the ICC was 0.82 from the right side and 0.83 from the left side.

Ball-Shooting Speed Test. Ballistic strength production during a soccer shoot was evaluated in a soccer field. For the shoot, the subjects were instructed to use their preferred technique

to shoot a soccer ball as fast as possible through a standard goal. Shoot tests were undertaken after a 10-minute standardized warm-up and using a standard soccer ball (mass, 440 g; circumference, 0.69 m). To simulate a typical soccer action, the players were allowed to prepare the shoot and they were instructed to shoot with maximal velocity toward the center of the goal from the penalty line (11 m far from the net). The coaches supervised this test closely to ensure that the required techniques were followed. Each subject continued until 10 correct consecutive shoots had been recorded (5 with each leg). Five to ten seconds of rest was allowed between the shoots. The ball-shooting speed was measured using Stalker Sports Radar (Texas, USA). The radar device was positioned on a tripod behind the shooter. The 2 extreme values of the trials were eliminated (the best and the worst), and the mean of the central values was used for the subsequent statistical analysis. The ICC was 0.90 with the right leg and 0.89 with the left leg.

Yo-Yo Intermittent Endurance Run: Level One. Yo-Yo IE test was performed according to the procedures suggested by Castagna et al. (6) and Krustup et al. (29). Because soccer includes high-intensity intermittent bouts of exercise, which stresses the anaerobic glycolysis metabolic pathway, the Yo-Yo IE is considered to closely match movement patterns seen in a soccer match. It was used to estimate the $\dot{V}O_{2\max}$ and to measure the IE capacity of younger soccer players. In this study, the Yo-Yo IE test started in stage 10, at $12.52 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, in standard 20-m intervals. The total distance covered in the shuttles was recorded for analysis, but the distance covered during the rest interval was excluded (6). The ICC was 0.93.

Training Procedures

Soccer training took place 4 days per week (Monday, Wednesday, Thursday, and Friday). The experimental group (CombG) supplemented the soccer training with a proposed plyometric-sprint training program. During this time, CG underwent regular soccer training (40 minutes) and no additional sprint and technique were performed. This program consisted of exercises performed at maximal voluntary intensity using player's body weight (or body weight plus light resistances). The proposed plyometric-sprint training program took place 2 days per week (Monday and Thursday) during 9 weeks of treatment. Each session lasted 40 minutes and consisted of the following components: 10 minutes of standard warm-up (5 minutes' submaximal running at $6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ and several displacements, stretching exercises for 5 minutes, and 2 submaximal exercises of jump), 25 minutes of plyometric-speed and technical drills work, and 5 minutes of stretching exercises. The plyometric-sprint exercises consisted of 1/2 squat with jump, skipping, stride length, sidelong jumps of 30-cm hurdle, vertical jumps in 30-cm hurdle, and second support of triple jump; 10-m sprint + technical dribbling + shoot (the same shoot of test

were added to all exercises in each repetition in CombG. The resting period between each series was 1 minute. The CG played an "extra" 40 minutes of soccer to equate total training and carried out the same testing protocols as the other groups. The training was performed on the artificial grass (the same as competition), with the subjects using appropriated soccer-equipped boots and clothes. All the training sessions were fully supervised by a certified strength and conditioning specialist to ensure that the proper technique was performed. All the subjects were carefully instructed before the treatment and received a practical demonstration and performed familiarization trials with the exercises. The treatment was performed before the start of the regular soccer training session. The subjects were instructed to avoid any strenuous physical activity, in addition to the programmed training intervention, for the duration of the experiment. Additionally, the subjects were encouraged to maintain their normal hydration levels, sleep, and dietary habits for the duration of the study. The training program followed by the experimental groups is outlined in Table 2. T2

Statistical Analyses

Descriptive statistics (mean \pm SD) for the different variables were calculated. The ICC was used to determine the reliability of the measurements. The distribution of each variable was examined with the Kolmogorov-Smirnov normality test. The training-related effects and the differences between the groups were assessed using a multiple analysis of variance with the contrast *F* of Snedecor. When a significant *F*-value was achieved, Bonferroni post hoc procedures were performed to locate the pairwise differences between the mean values. Holm's correction was used to control type 1 and 2 errors. The effect sizes (ESs) were calculated. Statistical significance was accepted at an α level of $p \leq 0.05$.

RESULTS

Anthropometric Characteristics

No significant differences in the anthropometric variables measured (body weight, height, and % body fat) were observed in the pretest between the experimental and CGs. After 9 weeks of training, no significant changes were observed in any of the physical characteristics analyzed.

Vertical Jump

Statistically significant increases ($p \leq 0.05$) occurred in the experimental group in CMJ (centimeter) (CombG [3 cm, 9.4%, ES = 0.9]) and in the Abalakov vertical jump (CombG [5.4 cm, 15.5%, ES = 1.3]). Significant differences ($p \leq 0.01$) were observed after training in the magnitude of the increase between the experimental group and CG (Table 3). T3

Sprint Time

During 9 weeks of training, statistically significant decreases ($p \leq 0.05$) occurred in 5-m and 10-m sprint time in CombG (-0.07 seconds, 8.6%, ES = 0.7), (-0.09 seconds, 4.8%, ES = 0.9, respectively). Significant differences ($p \leq 0.01$) were

TABLE 2. Plyometric training program for the experimental group.*

Group	Exer	Week 1		Week 2		Week 3		Week 4		Week 5	
		Ses 1	Ses 2	Ses 3	Ses 4	Ses 5	Ses 6	Ses 7	Ses 8	Ses 9	
CombG	1/2 Squat	2 × 6	2 × 6	2 × 8	3 × 6	3 × 6	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 8	4 × 6
	Skipping	2 × 10 m	2 × 10 m	2 × 15 m	3 × 10 m	3 × 10 m	3 × 10 m	3 × 10 m	3 × 10 m	3 × 10 m	4 × 10 m
	V. Jumps	2 × 6	2 × 6	2 × 8	3 × 6	3 × 6	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 8	4 × 6
	Stride J	2 × 6	2 × 6	2 × 8	3 × 6	3 × 6	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 8	4 × 6
	Sidelong	2 × 6	2 × 6	2 × 8	3 × 6	3 × 6	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 8	4 × 6
2° Triple	2 × 6	2 × 6	2 × 8	3 × 6	3 × 6	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 8	3 × 8	4 × 6
Total		60	60	80	90	90	120	120	120	120	120
		Week 6		Week 7		Week 8		Week 9			
CombG	1/2 Squat	3 × 10	4 × 6	4 × 6	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 10
	Skipping	3 × 15 m	4 × 10 m	4 × 10 m	4 × 15 m	4 × 15 m	4 × 15 m	4 × 15 m	4 × 15 m	4 × 15 m	4 × 20 m
	V. Jumps	3 × 10	4 × 6	4 × 6	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 10
	Stride J	3 × 10	4 × 6	4 × 6	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 10
	Sidelong	3 × 10	4 × 6	4 × 6	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 10
2° Triple	3 × 10	4 × 6	4 × 6	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 8	4 × 10	
Total		150	120	120	160	160	160	160	160	160	200

*Ses = number of session; Exer = plyometric exercises; 1/2 Squat = the degree of knee flexion was over 90°; Skipping = Maximal frequency on distance (10, 15, or 20 m); V. Jumps = Vertical jumps; Stride J = stride jumps; Sidelong = sidelong jumps; 2° triple = repeat the second movement of triple jump; Total = total jumps per session; CombG = combined Group that included plyometric training + 10-m sprint + dribbling + shoot.

TABLE 3. Countermovement jump, Abalakov vertical jump, 10-m sprint time, agility, ball-shooting, and Yo-Yo IE tests' performance of the experimental groups before and after 9-wk of training.*†

	CombG				CG			
	Pre	Post	%	ES	Pre	Post	%	ES
CMJ (cm)	31.8 ± 3.2	34.8 ± 3.5‡	9.4	0.9 ± 0.07	30.9 ± 3.8	31.2 ± 3.7	0.9	0.07 ± 0.01
Abalakov (cm)	34.7 ± 4.1	40.1 ± 4.2‡	15.5	1.3 ± 0.12	33.4 ± 3.8	33.7 ± 3.9	0.8	0.07 ± 0.01
0–5-m sprint (s)	0.81 ± 0.1	0.74 ± 0.1‡	8.6	0.7 ± 0.05	0.80 ± 0.1	0.83 ± 0.1	–3.7	–0.3 ± 0.03
0–10-m sprint (s)	1.87 ± 0.1	1.78 ± 0.1‡	4.8	0.9 ± 0.08	1.91 ± 0.1	1.93 ± 0.1	–1	–0.2 ± 0.03
Agility Right (s)	4.15 ± 0.3	3.82 ± 0.1‡	7.9	1.1 ± 0.10	4.18 ± 0.1	4.15 ± 0.1	0.7	0.3 ± 0.03
Agility left (s)	4.26 ± 0.3	4.01 ± 0.1‡	5.8	0.8 ± 0.07	4.29 ± 0.1	4.25 ± 0.1	0.9	0.4 ± 0.03
Agility with ball right (s)	5.18 ± 0.4	4.80 ± 0.2‡	7.3	0.9 ± 0.06	5.19 ± 0.2	5.17 ± 0.2	0.3	0.1 ± 0.01
Agility with ball left (s)	5.48 ± 0.3	5.12 ± 0.2‡	6.5	1.2 ± 0.11	5.43 ± 0.2	5.41 ± 0.1	0.3	0.1 ± 0.01
Ball-shooting speed right (km·h ^{–1})	79.1 ± 9.1	86.3 ± 10‡	9.1	0.8 ± 0.07	78.50 ± 6.9	81.34 ± 6.3	3.5	0.4 ± 0.03
Ball-shooting speed left (km·h ^{–1})	76.6 ± 10.5	84.2 ± 10.2‡	10.1	0.7 ± 0.04	77.3 ± 6.8	79.1 ± 8.4	2.3	0.2 ± 0.01
Yo-Yo IE (m)	752.6 ± 180	796.3 ± 154	5.8	0.3 ± 0.02	756 ± 71	764.5 ± 79	1.05	0.1 ± 0.01

*CombG = combined group; CG = control group; ES = effect size; CMJ = countermovement jump; IE = intermittent endurance.

†Values are reported as mean ± SD and 95% confidence interval for the ES.

‡Significant differences between pretraining and post-training values ($p \leq 0.05$) and significant differences with the CG ($p < 0.01$).

observed after training in the magnitude of the decrease between CombG and CG group (Table 3).

Agility Test

Statistically significant decreases ($p \leq 0.05$) occurred in the experimental group in Agility test starting from the right side [CombG (–0.33 seconds, 7.9%, ES = 1.1)] and from the left side (CombG [–0.25 seconds, 5.8%, ES = 0.8]). Significant differences ($p \leq 0.01$) were observed after training in the magnitude of the increase between the experimental group and CG (Table 3).

Agility Test With Ball

Statistically significant decreases ($p \leq 0.05$) occurred in the experimental group in Agility test starting from the right side (CombG [–0.38 seconds, 7.3%, ES = 0.9]) and from the left side (CombG [–0.36 seconds, 6.5%, ES = 1.2]). Significant differences ($p \leq 0.01$) were observed after training in the magnitude of the increase between the experimental group and CG (Table 3).

Ball-Shooting Speed

Ball-shooting speed (km·h^{–1}) significantly increased ($p \leq 0.05$) in the experimental group with the right leg (CombG [72 km·h^{–1}, 9.1%, ES = 0.8]) and with the left leg (CombG [76 km·h^{–1}, 10.1%, ES = 0.7]). Significant differences

($p \leq 0.01$) were observed after training in the magnitude of the increase between CombG and CG (Table 3).

Yo-Yo Intermittent Endurance Test

No significant increases ($p \leq 0.05$) were observed in the Yo-Yo IE test in the experimental group and CG. No significant differences ($p \leq 0.05$) were observed after training in the magnitude of the increase between the groups (Table 3).

DISCUSSION

A novel approach in this study was to examine the effect of 9 weeks of a combined plyometric and sprint training program in pubertal (14–15 years) soccer players in an attempt to maximize physical and technical skill performance (i.e., sprinting, jumping, agility, ball-shooting speed ability, and IE). Our results substantiated our hypothesis in that the combination of soccer technical drills and specific plyometric and sprint training with additional training time in-season improves jumping and sprinting performance in a group of adolescent soccer players. Furthermore, agility and ball-shooting speed performance were significantly enhanced in the experimental group after the plyometric and sprint training program. These results tend to support most of the previous published studies performed examining these types of training interventions with young soccer players (15,28,34,50). Although previous studies

selected players younger or older than those selected in this study and measured adaptations in shorter or longer training interventions, generally the training strategies used confirmed that the inclusion of a specific plyometric and sprint training stimulus into the normal soccer training program produces larger jump, sprint, agility, and ball-shooting speed performances than natural growth and specific soccer practice generates. Moreover, such improvement could have a positive influence on game performance because the ability to win challenges and score goals is related to this type of physical demand.

Several studies have shown the effectiveness of PT in improving vertical jump (8,15,33,41,50). In this study, significant CMJ (3 cm, 9.4%) and Abalakov vertical jump (5.4 cm, 15.5%) improvements were observed between baseline and post-test in the experimental group. The improvements concur with those of previous studies (8,34,50), showing that a combined program of different modalities of strength training and power-oriented strength training and plyometrics can significantly increase vertical jump performance. Thereby, the improvement observed in the jump ability in this study seems reasonable, and seems to result from the change in the level of neuromuscular activation (neural factors) and motor coordination, in response to specific PT (15). However, previous studies have also shown no improvement in the vertical jump after combined strength training when slow or normal contraction speed was used in the training (20,35,47). The discrepancy between the results in this study and those from previous studies might be attributed to several reasons: differences in the length of the training programme and by the higher training loads and volumes used in the studies; the specificity of the training and the athletic ability; the speed of movement rather than the resistance or load was more important and positively affected the jump performance of young soccer players; the players were very young and not specialists in plyometric and strength training in contrast to the greater training experience and initial training status of players in previous research; the differences in soccer players' training history (i.e., with or without systematic strength and power-oriented training); and the competitive level or the procedures used to measure vertical jumping performance may explain these discrepancies. In addition, the current results for the CMJ and Abalakov vertical jump after the combined plyometric, sprint, shooting, and agility training program also seem to be greater than simple training methods composed of resistance training or PT followed by children despite a greater training load.

Various studies have suggested that the strength training can improve the sprint ability of young soccer players (9,20,27). Other researches have focused on the development of sprint performance using speed training or sprinting against resistances (14). Meanwhile, a common trend in training programs indicates that a combination of methods is more effective for enhancing performance rather than

stand-alone approaches (1). Additionally, positive results in sprint ability have been obtained when strength training was combined with PT (13,28). However, to our knowledge, no studies have compared the effectiveness of combined plyometric and sprint training on maximal sprint capacity in pubertal soccer players. The present research suggests significant improvement in 10-m sprint time after 9 weeks of the plyometric and sprint intervention in the CombG (ES = 0.9). This finding suggested that a combined training program provides the most powerful stimulus in improving the various parameters of sprint ability. We hypothesized here that combined training was superior to 1 training mode alone. One plausible explanation could be related to the effect of a positive number of exercises to ensure a sufficient performance of participants' neuromuscular and metabolic systems. Thus, it can be argued that greater improvement have been achieved by combining the number of exercises.

The basic movement patterns in soccer also require high levels of agility (17,37). Because an earlier study (31) demonstrated that agility and acceleration are independent qualities in soccer, it was necessary to assess them with specific testing. Previous studies in early and pubertal soccer players have used different agility tests distances from 40 to 50 m (26,36). However, the test of 10-m agility (with and without ball) seemed to be the most relevant to assess the specific quality of agility in soccer because of the high frequency of short high-intensity sprints during a game and the specificity of dribbling. Previous studies have demonstrated the efficiency of a plyometric program to improve specific agility actions of young soccer players (34,48), and Besier et al. (4) have recommended the inclusion of plyometrics in soccer training to familiarize players with unanticipated changes in direction. The percentage of change in the experimental group in performance after a training period in this study (5.8–7.9%) is in accordance with previous findings on agility ability in young soccer players. As is habitual with similar research, (1,18,49) we hypothesized here that combined training is superior to 1 training mode alone. However, the differences, although favorable to the group that trained with the combination of exercises, were lower than expected in agility ability with and without dribbling with the ball. This significant change in agility time performance in the experimental group (with and without ball) demonstrated that a combined plyometric and sprint program can have a positive influence on a field test similar to game play and therefore may have an impact on true soccer performance. The specific plyometric drills selected contained many powerful lateral movements and change of directions, which had an impact on the capacity to improve the agility ability faster.

Several studies found that specific strength training improved kicking performance in male soccer players (12,16,32,47). Other studies showed that a combined strength and power training (50) or lower-limb PT (43) could meaningfully increase kicking speed performance. Results of this study are in agreement with this statement because it was

shown that the combined plyometric and sprint training program caused significant increases ($ES = 0.7\text{--}0.8$) in ball-shooting speed between pretraining and post-training values for the experimental group, whereas there were no differences for CG. Factors thought to influence ball-shooting speed could include the specificity of the training and the athletic ability (CombG); lower-body and trunk muscle strength that is directly responsible for increasing the speed of the foot (30); or that the linear velocity of the foot and ankle and angular velocity of all joints improves shooting performance (32). In addition, improvements in ball-shooting speed could be caused by the increased transfer of energy from proximal to distal segments, which may have contributed to a higher ball speed value after the combined plyometric and speed training intervention program (43). In addition, given the importance of the relationship between speed and accuracy in the kicking performance, it is important to highlight the lack of soccer shooting accuracy measurement as a limitation of this study.

An interesting finding in this study was that the experimental group did not demonstrate a significant increase in IE ($ES = 0.3$) after combined plyometric and sprint training. The differences, although favorable to the group that trained with the combination of exercises, were lower than expected in IE performance. This disagrees with the results previously described that strength and high-intensity training, in the form of dynamic exercises (i.e., squat, weighted CMJ, drop jump, and sprints), has been reported to enhance an individual's ability to rapidly develop endurance, obtain significant gains in the $\dot{V}O_{2\max}$, and allow for greater improvement in IE (7,21,24,50). However, the results obtained are compatible with the results of some previous studies (11,22), which suggested an incompatibility of strength training and enhance IE. A possible explanation for no increase in the results of the experimental group could be the specificity of training, and the limited number of specific exercises to ensure a sufficient improvement of player endurance and cardiovascular system or because the workout was not integrated properly. Thus, it can be argued that greater improvement could have been achieved by increasing the volume and density of the treatment. Another factor that could possibly contribute to the different outcomes between previous investigations with respect to the associations between IE performances is the training and athlete's background.

In summary, this data clearly demonstrated that adding combined plyometric and sprint training in previously moderately trained pubertal soccer players seems to be a good stimulus for improving jumping, sprinting and agility ability, and ball-shooting performance. Moreover, for young soccer players who do not have previous experience with periodized plyometric and sprint training, a general adaptation phase must be scheduled to ensure proper movement technique and safety. As a result, the applicability of combined plyometric and sprint training together with regular soccer training could be performed during the season with no concomitant interference on endurance performance.

PRACTICAL APPLICATIONS

The practical implication of this research would be that pubertal soccer players can enhance jumping, sprinting and agility ability, and ball-shooting speed performance by undertaking a 9-week in-season program of combined plyometric and sprint training involving exercises for lower body (squat jump, loaded and unloaded jump, bounding, hurdling, and sprint exercises). The performance improvements shown in this study are of great interest for soccer coaches and are directly applicable to pubertal soccer players, because the performance of this sport relies greatly on the specific on-field vertical jump, maximal sprint, and agility abilities that were enhanced by the high-intensity oriented training regimen. Moreover, for young soccer players who do not have previous experience with plyometric and sprint training, a general adaptation phase is scheduled to ensure proper movement technique and safety. Coaches should consider progressive increases in the load and ensure that exercises are performed on soft landing surfaces, reducing the probability of player injury. The outcomes may help coaches and sport scientists formulate better guidelines and recommendations for athlete assessment and selection, training prescription and monitoring, and preparation for competition. Such improvements can be beneficial to winning challenges and could be transferred into game-play performance.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors have no professional relationships with companies or manufacturers that might benefit from the results of this study. There is no financial support for this project. No funds were received for this study from National Institutes of Health, Wellcome Trust, University or others. The results of this study do not constitute endorsement of any product by the authors or the National Strength and Conditioning Association.

REFERENCES

1. Adams, K, O'Shea, J, O'Shea, K, and Climstein, M. The effects of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power development. *J Appl Sports Sci Res* 6: 36–41, 1992. AU6
2. American College of Sports Medicine (ACSM). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (7th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
3. Bangsbo, J, Norregaard, L, and Thorso, F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci* 16: 110–116, 1991.
4. Besier, TF, Lloyd, DG, Ackland, TR, and Cochrane, JL. Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exerc* 33: 1176–1181, 2001.
5. Castagna, C, D'Ottavio, S, and Abt, G. Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond Res* 17: 775–780, 2003.
6. Castagna, C, Impellizzeri, FM, Chamari, K, Carlomagno, D, and Rampinini, E. Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer player: A correlation study. *J Strength Cond Res* 20: 320–325, 2006.

7. Chamari, K, Hachana, Y, Ahmed, YB, Galy, O, Sghaier, F, Chatard, JC, Hue, O, and Wisloff, U. Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br J Sports Med* 38: 191–196, 2004.
8. Chelly, MS, Cherif, N, BenAmar, M, Hermassi, S, Fathloun, M, Bouhlel, E, Tabka, Z, and Shephard, R. Relationships of peak leg power, 1-RM half back squat and leg muscle volume to 5-m sprint performance of junior soccer players. *J Strength Cond Res* 24: 266–271, 2010.
9. Chelly, MS, Fathloun, M, Cherif, N, Ben Amar, M, Tabka, Z, and Van Praagh, E. Effects of a back squat training program on leg power, jump- and sprint performances in junior soccer players. *J Strength Cond Res* 23: 2241–2249, 2009.
10. Christou, M, Smilios, I, Sotiropoulos, K, Volaklis, K, Piliandis, T, and Tokmakidis, SP. Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *J Strength Cond Res* 20: 783–791, 2006.
11. Chromiac, JA and Mulvaney, DR. A review: The effects of combined strength and endurance training on strength development. *J Appl Sport Sci Res* 4: 55–60, 1990.
12. De Proft, E, Cabri, J, Dufour, W, and Clarys, JP. Strength training and kick performance in soccer players. In: *Science and Football. Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football*. T. Reilly, A. Lees, K. Davids, and W.J. Murphy, eds. London, United Kingdom: E & FN SPON, 1988. pp: 108–113.
13. Delecluse, C, Van Coppenolle, H, Willems, E, Van Leemputte, M, Diels, R, and Goris, M. Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med Sci Sports Exerc* 27: 1203–1209, 1995.
14. Delecluse, C. Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training. *Sports Med* 24: 147–156, 1997.
15. Diallo, O, Dore, E, Duche, P, and Van Praagh, E. Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 41: 342–348, 2001.
16. Dutta, P and Subramaniam, S. Effect of six weeks isokinetic strength training combined with skill training on football kicking performance. In: *Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football*. W. Spinks, T. Reilly, and A. Murphy, eds. New York, NY: Routledge, 2002. pp: 333–340.
17. Ellis, L, Gastin, P, Lawrence, S, Savage, B, Buckeridge, A, Stapff, A, Tumilty, D, Quinn, A, Woolford, S, and Young, W. Protocols for the physiological assessment of team sports players. In: *Physiological Tests for Elite Athletes*. C.J. Gore, ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000. pp: 128–144.
18. Fatouros, IG, Jamurtas, AZ, Leontsini, D, Taxildaris, K, Aggelousis, N, Kostopoulos, N, and Buckenmeyer, P. Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *J Strength Cond Res* 14: 470–476, 2000.
19. Ferrete, C, Requena, B, Suarez-Arrones, L, and Saez de Villarreal, E. Effect of strength and high-intensity training on jumping, sprinting, and intermittent endurance performance in prepubertal soccer players. *J Strength Cond Res* 28: 413–422, 2014.
20. Gorostiaga, EM, Izquierdo, M, Ruesta, M, Iribarren, J, Gonzalez-Badillo, JJ, and Ibanez, J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol* 91: 698–707, 2004.
21. Helgerud, J, Engen, LC, Wisloff, U, and Hoff, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc* 33: 1925–1931, 2001.
22. Hennessy, LC and Watson, AWS. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *J Strength Cond Res* 8: 12–19, 1994.
23. Hoff, J and Helgerud, J. Endurance and strength training for soccer players: Physiological considerations. *Sports Med* 34: 165–180, 2004.
24. Hoff, J and Helgerud, J. Maximal strength training enhances running economy and aerobic endurance performance. In: *Football (Soccer): New Developments Physical Training Research*. J. Hoff and J. Helgerud, eds. Trondheim, Norway: Norwegian University of Science and Technology, 2002. pp: 39–55.
25. Implelizzeri, FM, Marcora, SM, Castagna, C, Reilly, T, Sassi, A, Iaia, FM, and Rampinini, E. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med* 27: 483–492, 2006.
26. Ingle, L, Sleaf, M, and Tolfrey, K. The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *J Sports Sci* 24: 987–997, 2006.
27. Jullien, H, Bisch, C, Largouet, N, Manouvrier, C, Carling, CJ, and Amiard, V. Does a short period of lower limb strength training improve performance in field-bases tests of running and agility in young professional soccer players? *J Strength Cond Res* 22: 404–411, 2008.
28. Kotzamanidis, C, Chatzopoulos, D, Michailidis, C, Papaikovou, G, and Patikas, D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res* 19: 369–375, 2005.
29. Krustup, P, Mohr, M, Amstrup, T, Rysgaard, T, Johansen, J, Steensberg, A, Pedersen, PK, and Bangsbo, J. The yo-yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc* 35: 697–705, 2003.
30. Lees, A and Nolan, L. The biomechanics of soccer: A review. *J Sports Sci* 16: 211–234, 1998.
31. Little, T and Williams, AG. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 19: 76–78, 2005.
32. Manolopoulos, E, Papadopoulos, C, and Kellis, E. Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. *Scand J Med Sci Sports* 16: 102–110, 2006.
33. Markovic, G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *Br J Sports Med* 41: 349–355, 2007.
34. Meylan, C and Malatesta, D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *J Strength Cond Res* 23: 2605–2613, 2009.
35. Mujika, I, Santisteban, J, and Castagna, C. In-season effect of short-term sprint and power training programs on elite junior soccer players. *J Strength Cond Res* 23: 2581–2587, 2009.
36. Reilly, T, Bangsbo, J, and Franks, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci* 18: 669–683, 2000.
37. Reilly, T and Doran, D. Fitness assessment. In: *Science and Soccer* (2nd ed.). T. Reilly and M.A. Williams, eds: Routledge, 2003. pp. 21–46.
38. Reilly, T and Thomas, V. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Hum Mov Stud* 2: 87–97, 1976.
39. Rimmer, E and Sleivert, G. Effects of plyometric intervention program on sprint performance. *J Strength Cond Res* 14: 295–301, 2000.
40. Saez de Villarreal, E, Gonzalez-Badillo, JJ, and Izquierdo, M. Low and moderate plyometric training frequency produce greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *J Strength Cond Res* 22: 715–725, 2008.
41. Saez de Villarreal, E, Kellis, E, Kraemer, WJ, and Izquierdo, M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: A meta-analysis. *J Strength Cond Res* 23: 495–506, 2009.
42. Saez de Villarreal, E, Requena, B, Izquierdo, M, and Gonzalez-Badillo, JJ. Enhancing sprint and strength performance after combined vs maximal power, heavy-resistance and plyometric training alone. *J Sci Med Sport* 16: 146–150, 2013.

43. Sedano Campo, S, Vaeyens, R, Philippaerts, RM, Redondo, JC, De Benito, AM, and Cuadrado, C. Effects of lower-limb plyometric training on body composition, explosive strength, and kicking speed in female soccer players. *J Strength Cond Res* 23: 1714–1722, 2009.
44. Sheppard, JM and Young, WB. Agility literature review: Classifications, training and testing. *J Sports Sci* 24: 919–932, 2006.
45. Sinning, WE, Dolny, DG, Little, KD, Cunningham, LN, Racaniello, A, Siconolfi, SF, and Sholes, JL. Validity of “generalize” equations for body composition analysis in male athletes. *Med Sci Sports Exerc* 17: 124–130, 1985.
46. Stolen, T, Chamari, K, Castagna, C, and Wisloff, U. Physiology of soccer: An update. *Sports Med* 35: 501–536, 2005.
47. Taiana, F, Grehaigne, JF, and Cometti, G. The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performances. *J Sports Sci* 10: 170, 1992.
48. Thomas, K, French, D, and Hayes, PR. The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *J Strength Cond Res* 23: 332–335, 2009.
49. Wilson, GF, Murphy, AJ, and Giorgi, A. Weight and PT: Effects on eccentric and concentric force production. *Can J Appl Physiol* 21: 301–315, 1996.
50. Wong, PL, Chamari, K, and Wisloff, U. Effects of 12-week on-field combined strength and power training on physical performance among U-14 young soccer players. *J Strength Cond Res* 24: 644–652, 2010.