



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE

***“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE POTENCIA EN
PIERNAS, OBTENIDOS EN EL ENTRENAMIENTO SOBRE DIFERENTES
SUPERFICIES (CÉSPED Y ARENA) EN FUTBOLISTAS DE ENTRE 16 Y 18
AÑOS DEL CLUB LIGA DEPORTIVA UNIVERSITARIA DE QUITO”***

Autores:

Dr. CARLOS ALEXEI DARQUEA BUSTILLOS

Dr. LUIS FERNANDO FEIJÓ ZARUMA

Director: Dr. OSCAR CONCHA ZAMBRANO

Quito – Ecuador

2014

PARA TÍTULOS PROFESIONALES DE ESPECIALISTAS (CUARTO NIVEL)

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

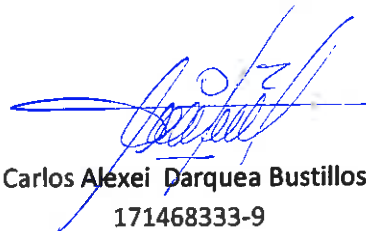
Nosotros, CARLOS ALEXEI DARQUEA BUSTILLOS y LUIS FERNANDO FEIJO ZARUMA C.I. 171468333-9 y 110381429-7 respectivamente autores del trabajo de graduación intitulado: “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE POTENCIA EN PIERNAS, OBTENIDOS EN EL ENTRENAMIENTO SOBRE DIFERENTES SUPERFICIES (CESPED Y ARENA) EN FUTBOLISTAS DE ENTRE 16 Y 18 AÑOS DEL CLUB LIGA DEPORTIVA UNIVERSITARIA DE QUITO”, previa a la obtención del título profesional de ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE, en la Facultad de Medicina:

- 1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
- 2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 23 de mayo del 2014



Luis Fernando Feijo Zaruma
110381429-7



Carlos Alexei Darquea Bustillos
171468333-9

1. TEMA:

“Análisis Comparativo entre los Resultados de Potencia en Piernas, obtenidos en el Entrenamiento sobre Diferentes Superficies (Césped y Arena) en Futbolistas de entre 16 Y 18 años del Club Liga Deportiva Universitaria de Quito, durante los meses de enero a diciembre del año 2012”.

2. AGRADECIMIENTOS:

- A Dios por sus bendiciones derramadas
- A nuestras familias por el apoyo brindado
- A la PUCE, Director, docentes y demás participantes de nuestro postgrado por darnos la oportunidad de seguir creciendo en nuestra formación
- A nuestros compañeros por cada experiencia que compartimos en este postgrado
- A Liga Deportiva Universitaria de Quito por apoyar la investigación en su campo deportivo

3. DEDICATORIAS

ALEXEI:

A las dos personas más importantes en mi vida, Daysi Salazar y Mathias Darquea, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda y cariño, ahora regreso un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado.

FERNANDO:

Para Elizabeth: Porque el Amor será para Siempre

Para Sofía: Eres la estrella que ilumina mi camino

4. DERECHOS DE AUTOR

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

POSGRADO ESPECIALIZACION EN MEDICINA DEL DEPORTE

TESIS

**PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL
DEPORTE**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE POTENCIA EN
PIERNAS, OBTENIDOS EN EL ENTRENAMIENTO SOBRE DIFERENTES
SUPERFICIES (CÉSPED Y ARENA) EN FUTBOLISTAS DE ENTRE 16 Y 18 AÑOS
DEL CLUB LIGA DEPORTIVA UNIVERSITARIA DE QUITO, DURANTE LOS MESES
DE ENERO A DICIEMBRE DEL AÑO 2012”.**

DR. CARLOS ALEXEI DARQUEA BUSTILLOS

DR. LUIS FERNANDO FEIJO ZARUMA

QUITO- ECUADOR

2014

5. TABLA DE CONTENIDOS

1. TEMA:	2
2. AGRADECIMIENTOS:	3
3. DEDICATORIAS	4
4. DERECHOS DE AUTOR.....	5
5. TABLA DE CONTENIDOS	6
6. LISTA DE GRÁFICOS.....	10
7. RESUMEN	12
8. ABSTRACT	13
9. RESULTADOS	65
10. DISCUSIÓN	83
11. CONCLUSIONES	88
12. RECOMENDACIONES:	89
13. BIBLIOGRAFÍA:	90
14. APÉNDICE.....	93
15. REVISION BIBLIOGRAFICA	103

CUERPO PRINCIPAL

1. INTRODUCCIÓN	15
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
2.1 DEFINICION DE ASPECTOS BIOMECANICOS.....	18
ABSORCION DE IMPACTOS	18
2.2 DEFORMACIÓN.....	18
2.3 ÁREA DE DEFORMACIÓN	19
2.4 DEFORMACIÓN VERTICAL ESTANDAR.....	19
2.5 COMPORTAMIENTO BIOMECANICO UNIFORME DE LA SUPERFICIE DE ENTRENAMIENTO.....	20
2.6 FUNCIÓN DEPORTIVA BIOMECÁNICA DE LA SUPERFICIE DE ENTRENAMIENTO.....	20
3. JUSTIFICACIÓN	22
4. OBJETIVO.....	24
5. OBJETIVOS ESPECIFICOS	24
6. HIPOTESIS:	24
7. CONCEPTUALIZACIONES.....	25
CAPITULO 1.....	25
1.1 POTENCIA	25
1.2 Fisiología de la potencia	26
1.3 Principales problemáticas del entrenamiento de la potencia muscular.....	27
1.4 La fuerza.....	28
1.4.1 Entrenamiento de fuerza	28
1.4.2 Fuerza rápida vs. Fuerza explosiva.....	30

1.4.3	Fuerza máxima.....	31
1.5	Resistencia muscular.....	32
1.6	Fuerza máxima absoluta vs. Fuerza máxima relativa.....	32
1.7	Relación entre la fuerza y la velocidad	33
1.8	Tipos de fibras musculares y la generación de potencia muscular.....	36
1.8.1	Fibras lentas (tipo I).....	36
1.8.2	Fibras rápidas (tipo II)	36
1.8.3	Regulación del reclutamiento de fibras. Principio del tamaño	37
1.8.4	Excepciones al principio del tamaño	37
CAPITULO: 2.....		39
RENDIMIENTO FÍSICO EN LOS DEPORTISTAS JÓVENES		39
2.1.	Habilidad motora.....	39
2.2.	La Fuerza	40
2.3.	Función pulmonar.....	41
2.4.	Función Cardiovascular	41
2.4.1.	Ejercicio Submáximo.....	42
2.4.2.	Ejercicio Máximo	43
2.5.	Capacidad Aeróbica	44
2.6.	Economía de Carrera	44
2.7.	Capacidad Anaeróbica	45
2.8.	La Forma Física de los jóvenes.....	46
2.9.	Crecimiento y maduración	46
CAPITULO: 3.....		47
PESO CORPORAL ÓPTIMO PARA EL RENDIMIENTO.....		47

3.1. Constitución, tamaño y composición corporal.....	47
3.2. Valoración de la composición corporal	49
3.3. Densimetría	49
CAPITULO: 4	51
4. EVALUACIÓN DE CAPACIDADES FÍSICAS.....	51
4.1 EL SALTO VERTICAL CON CONTRAMOVIMIENTO CMJ.....	54
4.2 IMPORTANCIA DEL TERRENO EN EL RENDIMIENTO DE LOS DEPORTISTAS	55
4.3 Inconvenientes Biomecánicos	58
8. MÉTODO DE INVESTIGACION.....	60
8.1 CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	60
8.2 TIPO DE ESTUDIO.....	62
8.3 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE LA INFORMACION.....	62
8.3.1 Explicación del Counter Movement Jump (CMJ).....	63
8.3.2 PLAN DE ANALISIS:.....	64

6. LISTA DE GRÁFICOS

<u>Gráficos</u>	<u>PAGS:</u>
Gráfico 1: distribución de los jugadores según realización de entrenamientos, 2012.....	64
Gráfico 2: distribución de la altitud n salto, 6 semanas antes del entrenamiento, 2012.....	66
Gráfico 3: distribución de la altitud en salto, 6 semanas después del entrenamiento, 2012.....	68
Gráfico 4: distribución del tiempo de vuelo en salto, 6 semanas antes del entrenamiento, 2012.....	71
Gráfico 5: distribución de tiempo de vuelo en el segundo salto para todo el grupo.....	73
Gráfico 6: distribución de altitud del salto según la posición del futbolista en el campo de juego.....	76
Gráfico 7: distribución de la altitud del salto según la posición del futbolista en el campo de	

juego.....78

Gráfico 8: distribución de la altura del salto según la lateralidad.....80

Gráfico 9: relación entre el peso y la altitud del salto.....81

7. RESUMEN

El entrenamiento sobre una superficie inestable como la arena se realiza tratando de lograr un propósito en particular. Este propósito será determinado de acuerdo a la planificación de ejercicios, el tiempo, la intensidad y sin duda alguna la constancia de mantener un programa de entrenamiento en arena dentro de los micro y macro ciclos de trabajo en el fútbol de las categorías formativas.

Originalmente este entrenamiento dentro del fútbol estaba determinado para realizarse una vez al año, en la etapa de pre-temporada, y se combinaba con otros entrenamientos en diferentes superficies y que al final no daban una información clara de cuáles eran los cambios reales que se obtenían al utilizar arena.

El presente estudio realiza un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en pruebas de potencia en el entrenamiento en dos tipos de superficie (arena y césped), de 40 jugadores, 20 de la selección de fútbol sub16, comprendidos entre 14 y 16 años y 20 de la selección sub18, de entre 17 y 18 años, escogidos al azar, de las divisiones formativas del Club de Fútbol Liga Deportiva Universitaria de Quito, las pruebas fueron realizadas de manera simultánea y en circunstancias similares. Se sometieron al entrenamiento de 6 semanas en arena 3 días/semana, y el grupo de control será el resto de sus compañeros de división, en total 10 deportistas de entre 14 y 16 años y 10 deportistas de entre 17 y 18 años.

8. ABSTRACT

Training on an unstable surface such as Arena is done trying to achieve a particular purpose. This purpose will be determined according to the planning exercise, time, intensity, and certainly the record of maintaining a training program within the micro arena macro cycles and working in soccer training categories.

Originally this training was given in football to be held once a year in the pre - season, and combined with other workouts on different surfaces and in the end did not give clear information on what were the actual changes obtain using sand .

This study makes a comparative analysis between the results of potency tests in training in two types of surface (sand and grass), 40 players, 20 of the U16 national team, between 14 and 16 years and 20 sub18 selection, between 17 and 18 years, randomly selected from the training divisions of the Football League Club Liga Deportiva Universitaria de Quito, the tests were performed simultaneously and under similar circumstances. Were subjected to 6-week training in 3 days/week sand, and control group will be the rest of his fellow division, a total of 10 athletes aged between 14 and 16 years and 10 athletes between 17 and 18 years.

CUERPO

PRINCIPAL

1. INTRODUCCIÓN

El entrenamiento deportivo en cualquier disciplina, tiene cada vez una relación más estrecha con las ciencias aplicadas al deporte. La principal interacción entre la ciencia y el deporte está destinada a elaborar planes de entrenamiento y a determinar el plan necesario para conseguir objetivos fijados y planeados durante un ciclo de trabajo.

Es tarea de Médicos del Deporte, Entrenadores, Fisioterapeutas y Monitores, el conocimiento adecuado e innovador relacionado a las técnicas aplicables en el entrenamiento físico.

El entrenamiento deportivo es un proceso planificado y complejo que organiza cargas de trabajo progresivamente crecientes destinadas a estimular los procesos fisiológicos del organismo, favoreciendo el desarrollo de las diferentes capacidades físicas, con el objetivo de promover y consolidar el rendimiento más alto de un deportista.

Hacia este camino deben dirigirse las investigaciones en el entrenamiento deportivo. Se puede entonces empezar a analizar el proceso como un todo, o aislar las partes del mismo por un interés investigativo particular de una u otra ciencia.

Para el fútbol profesional, por ejemplo, se consideran necesarias, además de la técnica y la interacción adecuada con el grupo, ciertas capacidades físicas como

velocidad, fuerza, resistencia, etc. De manera evidente deben ser entrenadas de manera secuencial, pero también introduciendo variables que ayuden a conseguir dichas capacidades.

El presente trabajo plantea las ventajas de entrenar en diferentes superficies de terreno, a las cuales se le puede exponer a un futbolista, por tanto, este trabajo plantea el entrenamiento inestable sobre arena como una completa interacción entre la acción y el resultado.

Como regla general, las acciones del entrenamiento inestable restan importancia a los movimientos mono articulares en una sola dirección (como los de una carga guiada que encontramos en gimnasios), y en los que actúan solo ciertos grupos musculares aislados y de forma estricta, limitando los rangos de movimiento tridimensionales. Obviamente los resultados obtenidos involucran participación de varios grupos musculares y a la vez mejoramiento de varias capacidades.

Los resultados que se exponen en este trabajo básicamente nos orientan hacia la toma de decisiones más sistemáticas y reales con respecto al entrenamiento deportivo en una superficie no muy común, alejándonos de aspectos empíricos y llegando a establecer planes y programas deportivos específicos para la práctica deportiva de grupos determinados.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Uno de los inconvenientes principales en el entrenamiento para fútbol, es que no se logra obtener una relación estable entre la superficie del terreno y las

modificaciones corporales, el desarrollo de motricidad fina, la potencialización de cualidades técnicas e incluso el riesgo de lesión. Entonces el deportista con muy poca información, se ve obligado a ser el que se adapte a la diversa tipología del terreno que ha de englobar la planificación del entrenamiento diseñada.

En una sesión de entrenamiento de fútbol nos podría interesar trabajar sobre un tipo determinado de terreno y en la siguiente sesión en otro distinto, todo dependerá de los objetivos; por ejemplo si se quiere realizar un trote regenerativo de descarga se utilizará una superficie blanda y amortiguadora, como por ej. hierba, tierra batida, etc.; de lo contrario si lo que se busca es trabajar la velocidad, la superficie deberá ser lisa, dura, e inestable por ej, superficie sintética, concreto, arena, etc.

Como norma general y para una actividad deportiva óptima sin riesgo alguno se ha de buscar siempre una superficie plana, semiblanda, consistente, con capacidad absorbente de líquidos y uniforme.

“A la hora de llevar a cabo cualquier planificación del entrenamiento de un deportista; bien sea con objetivos recreativos, salud o rendimiento; se ha de conocer qué factores pueden influir en la elección de la superficie de entrenamiento. Esto es un aspecto muy interesante y bastante descuidado por los entrenadores. Hay que decir que en una carrera de 30 minutos a un ritmo medio (4 minutos 20 segundos el kilómetro) el pie impacta con el suelo aprox. unas 5000 veces; si a esto añadimos que el valor de cada impacto del pie sobre el suelo es

entre 2 y 5 veces el peso de nuestro cuerpo imagínense lo realmente importante que supone una óptima planificación de la superficie de entrenamiento”¹

Ahora recordemos las ventajas y desventajas biomecánicas de adaptar al entrenamiento a una adecuada superficie:

2.1 DEFINICION DE ASPECTOS BIOMECANICOS

ABSORCION DE IMPACTOS

“Absorción de impactos es la capacidad del terreno de reducir las fuerzas de impacto que soporta el deportista al correr o saltar. Estos esfuerzos repetitivos (correr, saltar), se transmiten a través de la cadena musculo esquelética del deportista provocando lesiones por el progresivo deterioro de elementos como las articulaciones de la rodilla o el tobillo.”²

2.2 DEFORMACIÓN

Hace referencia al cambio que sufre el terreno frente a un impacto, por ejemplo impactos de talón en carrera o aplastamientos posteriores a impactos por caída

¹ McKenzie y cols., 1985; Subotnick, 1985).

² Bases Biomecánicas y neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte. M. Izquierdo, Ed. Panamericana, 2008.

del deportista. La deformación ayuda a amortiguar pero puede llegar a producir inestabilidades en el caso de ser excesivo, así, la deformación del terreno cuando sufre un impacto por carrera o salto no debe ser excesivo para evitar desequilibrios en el deportista.

2.3 ÁREA DE DEFORMACIÓN

Este concepto se utiliza para definir el tipo de comportamiento bajo compresión en la zona de aplicación del impacto, como cuando un jugador salta. Hay que evitar que esta zona sea excesivamente grande, ya que podría provocar incomodidad y posible pérdida de equilibrio en otros deportistas. Se distinguen dos tipos de comportamiento.

- Área Elástica. Se deforma una zona amplia alrededor del punto de aplicación de la carga
- Punto Elástico. La deformación es muy puntual en el punto de aplicación de la carga

2.4 DEFORMACIÓN VERTICAL ESTANDAR

Se trata de una medida de la deformación del terreno durante un impacto mediante una aproximación al comportamiento de un muelle ideal. La curva de fuerza–deformación de un muelle ideal es una recta, siendo la pendiente de la

recta la rigidez del muelle. El procedimiento que se sigue para calcular la formación vertical estándar es dibujar una recta que pasa por el origen de coordenadas y por el punto definido por una fuerza máxima y la deformación máxima medidas mediante un ensayo. De esta forma la pendiente de una recta dibujada sería la rigidez de un muelle ideal que aproximadamente se ajusta al pavimento ensayado. La deformación vertical estándar sería la deformación que el muelle sufriría al aplicarle una determinada fuerza (1500 N o 153,6 kg).

2.5 COMPORTAMIENTO BIOMECANICO UNIFORME DE LA SUPERFICIE DE ENTRENAMIENTO.

Uno de los peores defectos que puede presentar un terreno deportivo para el usuario es que presente zonas con diferente comportamiento. Por ello hay que asegurar que el proceso de instalación o la estructura del terreno no han provocado ese tipo de defecto. *La uniformidad se valora con la diferencia existente en las propiedades medidas en los diferentes puntos ensayados*³

2.6 FUNCIÓN DEPORTIVA BIOMECÁNICA DE LA SUPERFICIE DE ENTRENAMIENTO.

La función deportiva abarca las propiedades del terreno que pueden disminuir el riesgo de lesiones al mismo tiempo que facilitan un buen rendimiento del

³ DIEZ-BURILLO, *Influencia de la Superficie de Juego en el Entrenamiento de Futbolistas Amateurs*, Madrid, 2006.

deportista en términos de vistosidad del juego y otros así como un correcto comportamiento del bote del balón o de la pelota.

En la función deportiva hay que tener en cuenta que la calidad de un terreno de hierba artificial o de arena se distingue desde los aspectos resultantes de la interacción del usuario con el terreno y los que determinan la interacción del balón con ambos usuario y terreno.

3. JUSTIFICACIÓN

Uno de los factores fundamentales en el entrenamiento en fútbol es adecuarse al terreno en que se compete. Sin embargo, el proceso de obtención de las cualidades físicas del futbolista durante su formación, obliga a realizar entrenamientos múltiples, favoreciendo de esta manera el desarrollo del deportista.

Al elaborar una sesión de entrenamiento se podría tomar en cuenta ciertos factores que podrían llegar a ser modificables según la planificación y que involucran aspectos importantes como el mejoramiento de capacidades físicas o la prevención de lesiones.

Por ejemplo: Algunos autores han estudiado aspectos que pueden llegar a producir lesiones en futbolistas entre los que se pueden citar los siguientes:

- La biomecánica del sujeto (dismetrías, desalineaciones, etc.)
- La constitución morfológica y antropométrica
- La alimentación
- El desarrollo óptimo de las cualidades físicas según el tipo de esfuerzo
- Los zapatos usados para entrenar
- El calentamiento previo al entrenamiento y a la competición
- La hora del día y época del año
- El lugar en el campo

- Factores psicológicos
- El estrés, la fatiga, el sueño
- La climatología
- Práctica de otros deportes
- Superficie de entrenamiento

Al discriminar lo señalado, encontramos citados en varias ocasiones aspectos físicos y biomecánicos que se relacionan con la superficie de entrenamiento.

La planificación del entrenamiento en diferentes superficies puede también variar, independiente a la intención del entrenador, por las siguientes circunstancias:

- Factores Climáticos: Lluvia que podría convertir a la arena en barro, o viento en volátil a la misma y así ser perjudicial para los pulmones.
- Recursos Naturales: Donde los atletas rurales tendrían cierta ventaja por disponer de estos recursos más a mano.
- Infraestructura: Que es el caso en esta Investigación, en la cual se adopta a la piscina de arena que cuenta un solo club de Fútbol Profesional, Liga Deportiva Universitaria de Quito.
- Sin embargo, en ocasiones se puede improvisar, gracias al conocimiento de factores que forman, o ayudan a formar una superficie blanda.

4. OBJETIVO

Diferenciar los resultados que se pueden obtener para potencia en piernas, en futbolistas, según la superficie de entrenamiento (césped y arena).

5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la superficie más adecuada para el entrenamiento de jugadores de futbol en edades comprendidas de 16 a 18 años.
2. Establecer el tiempo de entrenamiento de los jugadores en la superficie que potencie su rendimiento.

6. HIPOTESIS:

El entrenamiento en Superficie de Arena durante períodos cortos (3 veces/semana) mejorará la Capacidad Física en potencia de piernas en jugadores de fútbol.

7. CONCEPTUALIZACIONES

CAPITULO 1

1.1 POTENCIA

De acuerdo a Jiménez (2004) la potencia es "la unidad de trabajo efectuado en un tiempo determinado".⁴

Según Anselmi (2006) "la potencia, es la capacidad de realizar un trabajo en el menor tiempo posible y depende en forma directa de la fuerza y la velocidad".⁵

Bompa (2005) expresa que "la potencia se refiere a la capacidad del sistema neuromuscular para producir la mayor fuerza en el período de tiempo más corto. Potencia es simplemente el producto de la fuerza (F) y la velocidad (V) de desplazamiento. Por lo tanto $P = F \times V$. Para los propósitos deportivos, cualquier incremento de potencia puede ser el resultado de la mejoría tanto en fuerza como en velocidad, o en ambas".⁶

⁴ *Jiménez, Determinación de la Carga de Entrenamiento para la Mejora de la Fuerza orientada a la Salud (Fitness Muscular) 2004*

⁵ *Anselmi, Manual de Fuerza y Potencia, Tranvías Editores (2006)*

⁶ *Bompa, Entrenamiento para jóvenes deportistas, Editorial Hispano europea 2005*

Básicamente remitiéndonos a la física, la fórmula a utilizarse sería la siguiente:

$$P = F \times V$$

En donde:

P = Potencia

F = Fuerza

V = Velocidad

1.2 Fisiología de la potencia

Existen una serie de parámetros fisiológicos que intervienen en la potencia, favoreciendo la contracción muscular y pliométrica.

Según Cometti (1998 -1999) se distinguen: El tipo de fibras (fibras lentas, fibras rápidas), los factores nerviosos, el modo de reclutamiento de las fibras, la sincronización de las unidades motrices, factores introducidos por el estiramiento muscular, el reflejo miotático, la elasticidad muscular en serie, etc.⁷

⁷ COMETTI, Los métodos modernos de musculación Editorial Paidotribo (1998 -1999)

1.3 Principales problemáticas del entrenamiento de la potencia muscular

El entrenamiento de la potencia es muy complicado para la gran mayoría de los preparadores físicos, básicamente porque el mismo se realiza en un gimnasio de sobrecarga que no es un ambiente adecuado ni óptimo para la mayoría de los deportes. Esta es la razón esencial por la que el entrenamiento de la fuerza se confunde con actividades de sobrecarga que se realizan en el gimnasio como por ejemplo, el fisicoculturismo o el entrenamiento para el mejoramiento de la aptitud física en general.⁸

Esta confusión se produce por la difusión y la gran comercialización que se ha dado al fisicoculturismo, de hecho es probable que varios deportistas de buen rendimiento hayan pasado por un período de entrenamiento tipo fisicoculturismo antes de tener una relación directa con un programa de entrenamiento de fuerza como parte de su preparación física específica.

De esta manera, es importante establecer las conceptualizaciones y nociones básicas sobre los principales elementos que intervienen en el entrenamiento de la potencia muscular, empezando evidentemente por un elemento básico, la fuerza.

⁸ CAPP, Dario *Entrenamiento de la Potencia Muscular. 1ª Edición. Mendoza 2000*).

1.4 La fuerza

Según Knuttgen & Kraemer, 1987, la fuerza es el poder de contracción de los músculos como resultado de un solo esfuerzo máximo, en un movimiento dado, a una velocidad específica.⁹

La importancia que posee este concepto es que nos orienta al entendimiento de que cualquier actividad física como caminar, correr o romper un récord mundial, está mediada por la contracción muscular. Es así, que un cualquier persona que trabaje con deportistas (médicos, fisioterapeutas, entrenadores, preparadores físicos) debe comprender la anatomía y la fisiología básica del sistema muscular humano para poder realizar y poner en práctica un plan de entrenamiento específico; lo cual es de trascendental importancia, puesto que una de las grandes falencias de los entrenamientos deportivos es precisamente no tomar en cuenta la individualidad de la fuerza y la potencia muscular de cada deportista.

1.4.1 Entrenamiento de fuerza

De acuerdo a Wilmore & Costill, 2007, el entrenamiento de fuerza se define como el empleo de métodos de resistencia progresiva (propio peso, peso libre, máquinas) para incrementar la habilidad de vencer o resistir una carga.¹⁰

⁹ Knuttgen & Kraemer, Sports sciences; Physical education and training; Sports 1987

¹⁰ Wilmore & Costill, Fisiología del esfuerzo y del deporte, Editorial Paidotribo 2007

En primer lugar, tal como se puede analizar en la definición, el entrenamiento de fuerza se basa en seguir una serie de métodos, entendiéndose como método al conjunto de pasos ordenados y sistematizados con el fin de obtener un objetivo específico, mismo objetivo que en muchas de las ocasiones no se consigue debido al empleo de malos métodos, sin un orden claro y sin un propósito particular.

Tal como se expresó anteriormente, hablamos de una serie de métodos, no solo de uno en particular, por lo que no es nada recomendable que en un proceso de entrenamiento de años se aplique un solo método, por el solo hecho de que éste parezca mejor que otro.

Otro aspecto a tomar en cuenta es que estos métodos deben ser progresivos en los que se refiere a las cargas. Por lo tanto es importante recordar la fuerza máxima del deportista para asegurar el principio de progresividad. Es relevante al mismo tiempo que esta progresividad en las cargas esté determinado por diferentes tipos de las mismas, desde el peso corporal mismo, hasta una serie de artefactos que se pueden usar para este fin.

La fuerza entonces debe ser entendida como un elemento fundamental y dinámico dentro del proceso de entrenamiento. Es conocido que la fuerza se puede generar con o sin movimiento de las articulaciones pero en ambos casos se produce entrecruzamiento de la actina y miosina generando tensión. Sin embargo, las contracciones dinámicas son las más utilizadas.

Es así que las contracciones dinámicas centran toda atención dentro del entrenamiento de la fuerza; y básicamente pueden observarse de dos maneras: en forma isotónica que se refiere a una contracción sin control de la velocidad o en forma isocinética, que se refiere a una contracción con el control de la velocidad por medio de un dispositivo de retroalimentación.

De esta forma las contracciones isotónicas se desarrollarán con relación al entrenamiento de sobrecarga pudiéndose dividir en dos grupos: por un lado contracciones relacionadas con la velocidad de ejecución y por otro lado las relacionadas con el tiempo de ejecución.

1.4.2 Fuerza rápida vs. Fuerza explosiva

La fuerza rápida es la que desarrolla con una alta velocidad (no máxima) teniendo "control" sobre ambas fases que componen a la contracción muscular (excéntrica y concéntrica). Este tipo de fuerza es característica de los deportes cíclicos en donde los movimientos se deben repetir muchas veces de forma consecutiva como en el caso del ciclismo, remo o atletismo.

La fuerza explosiva en cambio intenta desarrollar la mayor cantidad de fuerza en la menor unidad de tiempo posible (máxima velocidad). La diferencia fundamental de la fuerza explosiva con la fuerza rápida reside en el hecho de que la primera se aplica a otro tipo de movimientos (acíclicos). De esta manera el entrenamiento de este tipo de fuerza se plantea con ejercicios que son de alta velocidad de contracción (balísticos) como saltos, golpes, lanzamientos o ejercicios de

sobrecarga derivados del levantamiento de pesas. Generalmente este tipo de ejercicios se ejecuta con un tiempo de aplicación de la fuerza que no excede los 300 milisegundos.

Los gestos explosivos son típicos de movimientos acíclicos donde la culminación del ciclo de movimiento no da comienzo a otro ciclo de movimiento (salto para remate de vóley, lanzamiento de balón de mano, etc.).

1.4.3 Fuerza máxima

El concepto de fuerza máxima en general se acota a ejercicios con alto peso y baja velocidad, pero, es importante aclarar que la fuerza máxima involucra una gran cantidad de situaciones. Es así que después de realizar el análisis descrito anteriormente, se pueden citar los siguientes tipos de fuerza máxima:

1. Fuerza máxima dinámica o isotónica.
2. Fuerza máxima explosiva.
3. Fuerza máxima isocinética.
4. Fuerza máxima isométrica.
5. Fuerza máxima dinámica concéntrica.
6. Fuerza máxima dinámica excéntrica.

Es así que la comprensión del concepto de fuerza máxima es de suma importancia en el momento de elegir los ejercicios para el desarrollo de la potencia.

1.5 Resistencia muscular

La resistencia muscular es la capacidad de los músculos para ejecutar un trabajo manteniendo una contracción máxima durante un período bien determinado de tiempo (isometría) o bien moviendo una carga submáxima en forma continuada.

Es muy frecuente confundir este concepto ya que muchas veces no se cuenta con los elementos necesarios para un correcto desarrollo de la fuerza, como es un gimnasio, y se utiliza la manera más común de producir una sobrecarga muscular como es el propio peso corporal, que precisamente es el método más inexacto que se puede aplicar, ya que solo se pueden contar repeticiones sin saber qué porcentaje de la fuerza máxima es la que se está utilizando.

Por lo tanto la realización de un movimiento cualquiera, efectuado en series, puede o no ser un entrenamiento beneficioso para el desarrollo del tipo de fuerza que necesita un determinado deporte.

1.6 Fuerza máxima absoluta vs. Fuerza máxima relativa

Para ampliar el concepto de fuerza máxima debemos expresar la misma en relación con el peso corporal y con las necesidades del deporte o prueba

específica. La fuerza relativa simplemente se expresa dividiendo el peso levantado en ejercicio para el peso corporal.

La fórmula general es la siguiente:

Fórmula general:

Fuerza relativa = Peso levantado / Peso corporal

Ejemplo:

Ejercicio sentadilla 1 R.M. =115 kg.

Peso corporal del deportista =85 kg.

Fuerza relativa = 115 kg /85 kg =1.35

El resultado básicamente expresa la cantidad de sobrecarga que el deportista puede levantar en relación a su propio peso.

1.7 Relación entre la fuerza y la velocidad

Sin duda este tema es uno de los más controversiales dentro del entrenamiento con sobrecarga, ya que muchos entrenadores poseen prejuicios de lo que realmente significa el entrenamiento de fuerza. Realizando una equivocada interpretación del tema muchos imaginan que el entrenamiento de fuerza es

desplazar grandes cantidades de peso a una velocidad muy pequeña y con un gran esfuerzo.

Sin embargo, y con un conocimiento más integral tema, existen dos metodologías principales en el entrenamiento de fuerza. Estas metodologías son:

1. Realizar los ejercicios lo más parecidos al gesto deportivo (especificidad) en cuanto al tipo de contracción, a los niveles de fuerza y a la velocidad de ejecución.
2. Entrenar solo los músculos implicados en el deporte y las destrezas deportivas básicas, sin importar las condiciones. El aumento de fuerza de los músculos incrementará el rendimiento en la destreza.

Una vez citados estas dos metodologías es importante tomar en cuenta el hecho de que antes de escoger una de las dos, es necesario realizar un profundo análisis de la relación entre fuerza y velocidad. Así como se expresó anteriormente dentro

de la clasificación de fuerzas, ésta puede desarrollarse con “altas o bajas velocidades”.

Hill, 1938, citado por Wilmore & Costill, 2007; ha propuesto una ley que afirma: “La fuerza es inversamente proporcional a la velocidad”. Esta apreciación básicamente es válida científicamente para ejemplos de contracción muscular concéntrica. De

hecho, todas las máquinas de resistencia variable cumplen con dicha ley al igual que muchos de los ejercicios con cargas libres.¹¹

La razón por la que se cumple la ley de Hill es por el tipo de movimiento analizado, donde la fuerza aplicada en el movimiento durante la fase concéntrica lleva un solo sentido de desplazamiento desde que comienza hasta que finaliza su aplicación. A esto se le denomina movimiento simple. Por ejemplo, en una flexión de codo podemos observar con un simple análisis de palancas como el punto A y el punto B están unidos con una trayectoria curva por donde se debe desplazar la carga sostenida en la mano.

Así, y analizando la problemática de la preparación de fuerza en el fútbol, si se utiliza por ejemplo el ejercicio de extensión de piernas en la camilla con cargas del 80% desarrollaremos la fuerza de un deportista, pero si la velocidad de ejecución nunca será similar (o mayor) a la del gesto deportivo por más que el sujeto realice el movimiento lo más rápido posible, ya que cuando la carga es alta, la velocidad en este tipo de ejercicios es baja. Por otro lado, si quiero generar alta velocidad indefectiblemente debo disminuir la carga de entrenamiento.

Es por esta razón que cuando a un deportista que realiza extensiones de piernas a gran velocidad con cargas bajas, manifestando que está entrenando la potencia máxima, sabemos que esto no es del todo correcto. La razón principal es que se

¹¹ Hill, 1938, citado por Wilmore & Costill, 2007;

encuentra en el problema de aumentar la carga a expensas de disminuir la velocidad y viceversa.

Lo correcto sería elegir otro tipo de ejercicios que permita mantener o elevar los dos componentes de la potencia a la vez.

1.8 Tipos de fibras musculares y la generación de potencia muscular

Para poder obtener una visión más clara y sistemática del ejercicio que podemos realizar, así como el plan de entrenamiento específico que se puede utilizar, es necesario conocer la composición fibrilar de la musculatura.

En este punto hay que recordar que el sistema muscular no es homogéneo en cuanto a la constitución de sus fibras, y de acuerdo a la clasificación de Pette, 1990, las fibras se dividen de la siguiente manera:

1.8.1 Fibras lentas (tipo I)

- Altamente resistentes a la fatiga cuando los movimientos son lentos.
- Poseen alta cantidad de mitocondrias y de capilares.
- Alta cantidad de mioglobina.
- Bajo poder de producción de fuerza.
- Largo tiempo de ciclo de contracción-relajación (90 a 14° m/seg).

1.8.2 Fibras rápidas (tipo II)

Se subdividen en dos:

1.8.2.1 II a

- Alta producción de fuerza.
- Alta resistencia a la fatiga.
- Bajo tiempo de ciclo contracción-relajación (40-90 mseg).

1.8.2.2 Tipo II b

- Alta producción de fuerza.
- Poca resistencia a la fatiga.
- Bajo tiempo de ciclo de contracción-relajación (40-90 mseg).

1.8.3 Regulación del reclutamiento de fibras. Principio del tamaño

La graduación de la fuerza de la musculatura se produce a través de dos vías. Una es la velocidad de descarga de las unidades motoras (frecuencia de disparo de las motoneuronas), es decir la fuerza es generada por la suma de los impulsos. La otra vía es por el reclutamiento de unidades motoras de mayor umbral de excitación.

1.8.4 Excepciones al principio del tamaño

Cuando un movimiento es muy rápido como puede ser un lanzamiento de béisbol, las unidades motoras rápidas pueden ser activadas sin que sea necesario activar a las unidades motoras lentas (Smith, 1980). Así, dentro de esta categoría se

incluyen a todos los gestos de movimiento de carácter balístico explosivo como saltos, lanzamientos, golpes, etc.

CAPITULO: 2.

RENDIMIENTO FÍSICO EN LOS DEPORTISTAS JÓVENES

La función de casi todos los sistemas fisiológicos mejora hasta que se alcanza la plena madurez o poco antes de la misma. Después de esto, la función se estabiliza durante un período de tiempo antes de comenzar a declinar con el envejecimiento (Wilmore & Costill, 2007). Entonces será importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- La coordinación
- La fuerza.
- La función pulmonar.
- La función cardiovascular.
- La capacidad aeróbica.
- La eficiencia mecánica.
- La capacidad anaeróbica.
- La tensión térmica.

2.1. Habilidad motora

La habilidad motora de hombres y mujeres aumenta con la edad, durante los primeros 17 años; sin embargo, las mujeres tienden a estabilizarse en la pubertad dentro de los aspectos antes mencionados. Este mejoramiento responde a dos

aspectos básicos: en primer lugar, el desarrollo de los sistemas neuromuscular y endócrino, y en segundo lugar, la mayor actividad física de los niños.

Con respecto a la nivelación observada en las niñas se pueden distinguir claramente dos factores que contribuirían a este aspecto: el incremento en los niveles de estrógeno en la pubertad o de la razón estrógeno/testosterona que conducen a un mayor depósito de grasa, lo cual evidentemente tiende a empeorar el rendimiento. Esto, complementado con la adopción de un estilo de vida sedentario por parte de las niñas, que responde a factores de tipo psicosocial, explicaría una carencia en el desarrollo de las habilidades motoras. En cambio la sociedad promueve una mayor actividad física, así como un estilo de vida más activo en los niños, lo que definitivamente influye en sus capacidades motrices. Sin embargo, hay que recordar que en la actualidad existen mejores oportunidades y mayores actividades que promueven el desarrollo de las niñas.

2.2. La Fuerza

Con respecto a la fuerza debemos decir que ésta es directamente proporcional al aumento de la masa muscular que a su vez guarda relación con la mayor edad de los chicos y chicas. El máximo de fuerza se alcanza generalmente en las mujeres a los 20 años y en los hombres entre los 20 y 30 años de edad.

Muchos cambios favorecen el desarrollo de la fuerza, entre ellos, hormonales que ayudan el incremento de la masa muscular.

Se han observado que la amplitud del desarrollo y la capacidad de rendimiento de los músculos dependen de la madurez del sistema nervioso.

Básicamente podemos decir que unos niveles altos de fuerza, potencia y habilidad son imposibles si el niño no ha alcanzado la madurez nerviosa. La mielinización de muchos nervios motores es incompleta hasta la madurez sexual, por lo que el control neural de la función muscular es limitado antes de llegar a este período.

2.3. Función pulmonar

La función pulmonar cambia notablemente con la edad, de esta manera, los volúmenes pulmonares aumentan hasta que el crecimiento se completa. Los ritmos de flujo máximo siguen el mismo modelo. Los cambios en estos volúmenes y en los ritmos de flujo son equiparados por los cambios en la ventilación más elevada que puede lograrse durante la realización de ejercicios agotadores, la cual recibe la denominación de ventilación espiratoria máxima o ventilación minuto máxima.

2.4. Función Cardiovascular

Los cambios dentro de la función cardiovascular pueden observarse dentro de la realización de ejercicios máximos y submáximos.

2.4.1. Ejercicio Submáximo

La tensión arterial mientras se está en reposo y durante la realización de ejercicios submáximos es menor en el niño que el adulto, pero se incrementa progresivamente hasta llegar a los valores de los adultos hasta los últimos años de la adolescencia. La tensión arterial también está directamente relacionada con el tamaño corporal, así, las personas que poseen un mayor tamaño suelen tener tensiones arteriales más elevadas. En los niños, el flujo sanguíneo hacia los músculos activos durante el ejercicio puede ser mayor que en los adultos, ya que los niños tienen una resistencia periférica menor.

Hay que recordar que el gasto cardíaco es el producto de la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico. Al poseer los niños un corazón de menor tamaño, es evidente que el volumen sanguíneo total va a producir un volumen sistólico menor, tanto en reposo como en actividad, con respecto a un adulto. En un intento por compensar esto, la respuesta de la frecuencia cardíaca del niño a una intensidad determinada de esfuerzo submáximo (como por ejemplo, sobre un cicloergómetro) es mayor que en una persona adulta. A medida que el niño va creciendo y desarrollándose, el tamaño del órgano cardíaco y el volumen sanguíneo aumentan, lo que trae como resultado un aumento en el volumen sistólico para la misma intensidad absoluta de esfuerzo.

2.4.2. Ejercicio Máximo

La frecuencia cardíaca máxima (FC max.) es mayor en los niños pequeños, pero disminuye literalmente a medida que van cumpliendo años. Los niños menores de diez años suelen presentar frecuencias cardíacas máximas superiores a 210 latidos/minuto. Estudios transversales han arrojado resultados interesantes, indicando que la frecuencia cardíaca máxima disminuye algo menos de 1 latido cada año. Los estudios longitudinales, en los que algunas personas son seguidas a lo largo del tiempo muestran datos y resultados más precisos con respecto a este tema.

Durante la realización de niveles máximos de ejercicio, tal como se ha podido visualizar en los ejercicios submáximos, el menor tamaño del corazón, así como el menor volumen de la sangre del niño limitan el volumen sistólico máximo que puede alcanzarse. De igual forma, la elevada frecuencia cardíaca máxima no puede compensar esto plenamente, dejando al niño con un menor gasto cardíaco máximo que el adulto. Esto limita el rendimiento del niño a ritmos de esfuerzo absolutos altos; puesto que la capacidad del niño para liberar oxígeno es inferior a la del adulto.

No obstante, para ritmos relativamente altos de esfuerzo en que el niño es responsable de mover su masa corporal, este menor gasto cardíaco máximo no se constituye en una grave limitación.

2.5. Capacidad Aeróbica

Las adaptaciones pulmonares y cardiovasculares básicas se producen en respuesta a los cambiantes niveles de ejercicio, cumplen con el propósito de acomodar las necesidades de oxígeno de los músculos que se ejercitan. Por lo tanto, los incrementos en la función pulmonar y cardiovascular que acompañan al crecimiento y al desarrollo del niño indican que la capacidad aeróbica aumenta de forma similar.

2.6. Economía de Carrera

En cualquier actividad que precise un ritmo fijo de esfuerzo, como por ejemplo pedalear sobre un cicloergómetro, el menor VO_2 max., del niño limita la capacidad de resistencia. Sin embargo, para actividades en las cuales el peso corporal constituye la resistencia principal al movimiento, tales como las carreras de fondo, los niños no deben estar en desventaja porque sus valores de VO_2 max., expresados en relación con el peso corporal son ya los del adulto.

Pero el niño no puede mantener un ritmo de carrera tan rápido como el del adulto, debido básicamente a las diferencias en lo que respecta a la eficacia mecánica del esfuerzo. De esta forma se podría decir que a una velocidad determinada sobre una cinta ergométrica, el niño tendrá un consumo de oxígeno submáximo sustancialmente más elevado que el adulto al expresarlo en relación con el peso corporal.

Incluso si el niño alcanza un umbral de lactato con el mismo consumo relativo de oxígeno que un adulto, el ritmo de un niño será mucho más lento.

2.7. Capacidad Anaeróbica

La capacidad que un niño posee para realizar actividades de tipo anaeróbico es limitada, lo que ha sido demostrado de varias formas; así, los niños no pueden alcanzar contracciones de lactato como los adultos en los músculos y en la sangre para ejercicios de intensidad máxima y submáxima, lo cual básicamente explica una menor actividad de tipo glucolítico. Niveles bajos de lactato pueden reflejar una menor concentración de fosfofructocinasa, la enzima clave limitadora del ritmo de la glucólisis.

Sin embargo, el umbral de lactato, cuando se expresa como porcentaje del VO_2 max., no parece ser un factor limitante en los niños porque los umbrales de lactato de éstos son similares, o incluso algo más elevados, que en adultos entrenados de modo similar.

Los niños no pueden alcanzar proporciones de intercambio respiratorio elevados durante la realización de ejercicios máximos o agotadores. Las proporciones de intercambio respiratorio máximo en los niños no son nunca superiores a 1,10; y algunas veces son inferiores a 1,00; pero, las proporciones en los adultos suelen ser de más de 1,0 y con frecuencia mayores a 1,15. Estos son indicadores de que en los niños se produce menos CO_2 para el mismo consumo de oxígeno, lo cual a su vez constituye un indicativo de un menor amortiguamiento del lactato.

2.8. La Forma Física de los jóvenes

Este es un tema de gran interés debido a la creciente adopción de un estilo de vida sedentario por parte de los jóvenes de las distintas partes del globo terráqueo. Así, durante las últimas décadas ha habido un incremento del tiempo que los jóvenes dedican a actividades no deportivas.

Aunque hay niños y jóvenes que practican deportes otros no lo hacen, como vemos influenciados por factores socio-culturales así como por deficientes programas de cultura física y recreación que las escuelas y colegios que fomentan esta realidad.

De lo expresado anteriormente podría deducirse la alta incidencia de problemas como la obesidad, problemas cardiovasculares, hipertensión, etc., en los niños y jóvenes.

2.9. Crecimiento y maduración

El efecto que tiene el entrenamiento deportivo sobre el crecimiento y la maduración es muy importante. El entrenamiento regular no tiene efecto aparente sobre el crecimiento y estatura. No obstante, sí afecta al peso y a la composición corporal. Generalmente el entrenamiento produce:

- Una reducción en la grasa corporal total.
- Un incremento en la masa magra.
- Un incremento en la masa corporal total.

CAPITULO: 3

PESO CORPORAL ÓPTIMO PARA EL RENDIMIENTO

Definitivamente el tamaño, la complexión y la composición corporal de un deportista juegan un papel de trascendental importancia en el éxito deportivo. De hecho, una preocupación constante dentro del entrenamiento deportivo constituye el análisis de la masa grasa y de la masa magra del deportista. El tipo corporal ideal varía con cada deporte. El tipo constitucional varía en cada deporte.

En la actualidad tanto entrenadores como deportistas deben conocer la importancia de conseguir y mantener un peso corporal adecuado y óptimo para la obtención de un mejor rendimiento en determinada actividad deportiva.

Aunque el tamaño y la constitución corporal se pueden alterar, solo la composición corporal se puede cambiar considerablemente a través de la actividad física y de una adecuada dieta. De hecho, el entrenamiento contra resistencia puede incrementar sustancialmente la masa muscular y una dieta combinada con ejercicio puede reducir significativamente la grasa corporal; cambios que evidentemente son muy importantes para la optimización del rendimiento deportivo.

3.1. Constitución, tamaño y composición corporal

Es importante establecer en primer lugar las diferencias entre estos términos; así, decimos que la constitución corporal hace referencia a la morfología, forma o

estructura del cuerpo. La mayor parte de los sistemas científicos de clasificación de la constitución corporal han identificado tres componentes principales:

- Muscularidad.
- Linealidad.
- Adiposidad.

Así, la complexión de un deportista es una combinación única de estos tres componentes.

El tamaño corporal hace referencia a la altura y a la masa (peso) de un individuo. La forma corporal se clasifica generalmente como baja o alta, grande o pequeña, pesada o ligera. Las distinciones entre estas categorías pueden variar dependiendo de las necesidades específicas de rendimiento, por lo que el tamaño corporal debe considerarse en relación al deporte específico, la posición del deportista o el tipo de prueba a realizarse.

La composición corporal se refiere a la composición química de cuerpo. Aquí la principal diferencia entre los modelos de clasificación propuestos es la terminología de masa magra, que se usa para definir a la masa magra y a la masa esencial (la cantidad de masa necesaria para sobrevivir). Sin embargo, la masa grasa se usa con frecuencia para hacer referencia a términos de porcentaje de grasa corporal, que es el porcentaje de masa corporal total que se compone de grasa. La masa magra simplemente se refiere a todo el tejido corporal que no

corresponde a grasa, como por ejemplo, el tejido óseo, muscular, los órganos y el tejido conectivo.

3.2. Valoración de la composición corporal

La valoración de la composición corporal proporciona información adicional verdaderamente importante tanto para el entrenador como para el deportista, más allá de datos y mediciones básicas como estatura y peso del deportista; que si bien son valores relevantes a tomar en cuenta, no proporcionan la calidad de información que nos brinda la composición corporal del deportista, Así, tener un exceso de peso puede ser un problema, pero generalmente estar obeso tiene un impacto negativo sobre el rendimiento deportivo.

3.3. Densiometría

Una densiometría se encarga de medir la densidad del cuerpo de un deportista. La densidad (D) se define como la masa dividida para el volumen:

$$D_{\text{corporal}} = \text{masa}_{\text{corporal}} / \text{volumen}_{\text{corporal}}$$

La masa corporal es la escala del peso del deportista. El volumen corporal puede obtenerse mediante varias técnicas, sin embargo, la más utilizada y común es la del pesaje hidrostático, la cual consiste en pesar al deportista estando totalmente sumergido en el agua.

La densiometría ha sido durante mucho tiempo la técnica preferida para valorar la composición corporal. Las técnicas nuevas generalmente se comparan con la

densimetría para determinar su precisión. No obstante, hay que señalar que esta tiene sus limitaciones.

Para determinar la densidad debemos suponer dos cosas:

1. La densidad de cada tejido incluyendo la masa magra es conocida y permanece constante.
2. Cada tipo de tejido representa una proporción constante de masa magra.

CAPITULO: 4

4. EVALUACIÓN DE CAPACIDADES FÍSICAS

La evaluación de la fuerza y potencia forma parte del control del entrenamiento. El control tiene como objetivo proporcionar constante información acerca de los efectos del trabajo realizado y del estado físico-técnico del deportista. A través de él se racionaliza el proceso de entrenamiento y se obtiene una mejor información que puede ayudar a proporcionar unos estímulos más ajustados y obtener los mejores rendimientos.

Cualquier tipo de control implica una forma de medida. La buena medición es una tarea importante y compleja en el campo deportivo. Una buena medida es necesaria para realizar un buen diagnóstico y para evaluar el trabajo que realizamos:

La valoración de la potencia se puede hacer al menos para conseguir los siguientes objetivos:

- Controlar el proceso de entrenamiento/cambios en el rendimiento
- Valorar la relevancia de la fuerza y la potencia en el rendimiento específico:
varianza explicada
- Definir las necesidades de fuerza y potencia

- Definir el perfil del deportista: puntos fuertes y débiles
- Comprobar la relación entre los progresos en fuerza y potencia y el rendimiento específico:
- Relación entre cambios
- Predecir los resultados
- Prescribir el entrenamiento más adecuado en función de:
 - o Las necesidades de fuerza y potencia en el deporte y el propio sujeto
 - o Los resultados de los test realizados hasta el momento
- Valorar la influencia de la fuerza y potencia sobre las demás cualidades
- Discriminar entre deportistas del mismo y de diferentes niveles deportivos
- Contribuir a la identificación de talentos

Cuando nos proponemos realizar una medición, debemos tener en cuenta una serie de consideraciones. En primer lugar tener claro que es lo que podemos medir: fuerza, velocidad, potencia, técnica, relación entre diferentes cualidades o carga de entrenamiento. No es siempre fácil conocer la esencia y la estructura de lo que se quiere valorar, por lo que a veces queremos medir una cosa y medimos otra. Por otra parte, debemos asegurarnos de que el instrumento de medida posea una constancia y precisión suficientes, de forma de que cada magnitud de la característica, cualidad o fenómeno que se mida reciba idéntica o semejante valoración en todos los casos en los que sea utilizado el instrumento. También es necesario considerar las circunstancias en las que se realiza la medición: el

calentamiento previo, la temperatura, la hora y sobre todo la actitud del deportista, que no siempre se esfuerza de la misma forma en realización de un test.

Para realizar una buena medición, es necesario conocer los mecanismos responsables de la producción de fuerza y potencia, así como la relación entre estas cualidades y el rendimiento deportivo. También hay que tener en consideración la sensibilidad de los test a los cambios producidos por el entrenamiento y la influencia que tienen en los resultados a la similitud entre el tipo de test y el tipo de entrenamiento realizado. Todo esto ha de venir acompañado de la suficiente fiabilidad y validez.

Dando por hecho que la activación muscular voluntaria es máxima, el resultado obtenido cuando medimos la fuerza de un músculo o grupo de músculos depende: de la longitud muscular o ángulo de la articulación en la que se hace la medición, de la posición en la que se realiza el test, el tipo de activación con el que se mide (concéntrica, excéntrica, isométrica, ciclo estiramiento-acortamiento), de la velocidad de acortamiento en actividades concéntricas y de la velocidad de estiramiento en las excéntricas, del tiempo de tensión en actividades isométricas y del hecho de que los sujetos conozcan el test o no.

El tiempo de activación isométrica determina que alcancemos el pico máximo de fuerza o que nos quedemos en una fuerza isométrica máxima relativa, inferior a la máxima posible.

Tanto los grupos musculares como el movimiento, la velocidad y el tiempo de aplicación de la prueba deben ajustarse lo máximo posible a las características del gesto específico, de forma que los resultados sean representativos del tipo de fuerza que se requiere en una especialidad concreta. Para cumplir este requisito debemos hacer una buena selección de test y tratar de establecer las correlaciones de cada uno con los rendimientos específicos.

4.1 EL SALTO VERTICAL CON CONTRAMOVIMIENTO CMJ

Como es conocido, el salto con contra movimiento (CMJ) se realiza con una flexión extensión rápida de piernas con la mínima parada entre las fases excéntrica y concéntrica. La mayor altura alcanzada en este test respecto al salto vertical sin contra movimiento (SJ) se atribuye a la influencia de la energía elástica o al mayor momento de fuerza generada durante la fase de flexo/extensión, fundamentalmente debido a la optimización de los mecanismos de excitación, estimulación y contracción muscular. Por esta razón, lo normal es que la altura alcanzada en el CMJ sea mayor que en el SJ. De manera similar a lo comentado anteriormente, durante la ejecución de este tipo de salto no podría existir la fase dinámica (movimiento) sin una fase previa de fuerza isométrica.

El CMJ también se puede realizar con pesos adicionales con el fin de obtener información sobre toda la curva de fuerza-velocidad. La prueba se realiza por medio de una serie de saltos CMJ, comenzando sin carga y añadiendo

progresivamente peso a la barra hasta llegar al peso que se considere adecuado. La relación entre la elevación del centro de gravedad y el peso utilizado se representa en unos ejes coordenados dando lugar a una curva de fuerza-velocidad, que realmente sería una curva peso-altura, pero que es perfectamente válida para analizar las características de fuerza-velocidad en el salto del sujeto y su evolución en el entrenamiento.

La posibilidad de calcular la potencia durante un salto vertical sin contra movimiento previo es realizar el cálculo del impulso a partir de la componente vertical de fuerza vertical que se aplica por encima de la masa del sujeto durante el tiempo que dura la fase propulsiva.

4.2 IMPORTANCIA DEL TERRENO EN EL RENDIMIENTO DE LOS DEPORTISTAS

Es conocido que la adaptación del usuario frente a superficies duras lleva consigo un aumento de la actividad muscular excéntrica, así como modificaciones en el patrón de movimientos ligados a variaciones en el rango articular de la rodilla y del tobillo con respecto a superficies menos rígidas.

Así las lesiones que se presentan por ejemplo en un campo de hierba artificial reflejadas en la bibliografía, son las relacionadas con el reducido nivel amortiguador de estos pavimentos, así como con los problemas derivados de una tracción rotacional o lineal excesivas.

Algunos estudios recomiendan un mínimo de 6 sesiones de entrenamiento para que el jugador se adapte a una nueva superficie. Esa posible necesidad de adaptación a la superficie de juego es una de las causas que podrían explicar el incremento de lesiones al utilizar un nuevo terreno.

En el caso particular de la arena, uno de los principales retos de este tipo de superficie es: Responder a las necesidades de los gestores deportivos. Uno de los problemas es también la necesidad o no de utilizarlo para diferentes deportes, por esto se debe tomar muy en cuenta los usos y los usuarios a quien van destinadas estas entidades como meta final.

De este modo, la adecuación de una cancha de arena para actividad deportiva se evalúa atendiendo 2 grupos grandes de propiedades o funciones:

- Función Deportiva: Que tiene en cuenta las necesidades del usuario e incluye las propiedades del terreno para garantizar la correcta práctica deportiva, desde los puntos de vista de la seguridad del jugador y de la vistosidad del juego.
- Función técnica, que hace referencia a la capacidad del terreno para soportar agresiones que lo deterioren o modifiquen gravemente.

4.2 Definición De Aspectos Biomecánicos

4.2.1 Absorción de impactos:

Es la calidad del pavimento para reducir las fuerzas de impacto que soporta el deportista al correr o saltar. Estos esfuerzos repetitivos se repiten a través de la cadena musculoesquelética del deportista, provocando lesiones por el progresivo deterioro de elementos de las articulaciones como tobillo o rodilla.

4.2.2 Deformación:

Hace referencia a la deformación que sufre la superficie frente a un impacto, por ejemplo impactos del talón en la caída o durante la carrera.

4.2.3 Rigidez:

La rigidez de la superficie está inversamente relacionada con su absorción de impactos y deformación. Sin embargo, esta relación no es lineal debido al comportamiento elástico o no elástico del material deportivo.

4.2.4 Agarre:

Esta propiedad está relacionada con el deslizamiento entre el calzado y la superficie, la tracción debe ser mínima para que el jugador pueda realizar los gestos y el pavimento resista la fuerza que los zapatos ejercen sobre él.

En la arena hay muy poco impacto, por lo tanto la carga de lo que estés haciendo aumenta al doble utilizando así el doble de energía, por ejemplo al caminar o trotar.

- La inestabilidad aumenta las demandas de los músculos estabilizadores de las articulaciones protegiendo a éstas, de posibles lesiones y aumentando la carga recibida.

- Los músculos contraen fibras diferentes y de distinta manera al trabajar las articulaciones de modo alternativo debido a la mayor demanda estabilizadora y propioceptiva.

- Se mejora el equilibrio, la coordinación intramuscular y el físico general, siendo habitual realizarlo al principio del período preparativo (pretemporada). También es adecuado para programas de pérdida de peso en niveles avanzados.

El cambio en los estímulos aplicados a músculos estabilizadores y dinámicos genera mayores procesos adaptativos, si la progresión aplicada es correcta.

4.3 Inconvenientes Biomecánicos

Como ya hemos mencionado, el cambio en la técnica de ejecución puede disminuir el rendimiento específico de un gesto. Es decir, aunque la carga

percibida sea mayor, el entrenamiento de saltos en arena, por ejemplo, no mejorará el salto realizado en pista de parquet.

Es importante que la inestabilidad de la superficie no genere una modificación de la técnica correcta de ejecución en la medida de lo posible. Debemos respetar las curvaturas fisiológicas de la espalda en nuestros movimientos y no realizar los ejercicios en amplitudes articulares excesivas. No aplicar inestabilidad a una persona ya de por sí inestable

Ya que las necesidades adaptativas son mayores debidas a la inestabilidad del medio, las progresiones y la aplicación de estímulos debe ser correcta.

Existen variantes en el entrenamiento sobre superficie de arena como el Skiping Beach, creado por el preparador físico de la selección venezolana de fútbol femenino, combina ejercicios de skiping y circuitos de funcional training al aire libre, sobre arena de playa. Al realizarse sobre una superficie inestable, este entrenamiento permite desarrollar las capacidades de coordinación neuromotora, potencia, flexibilidad, velocidad, resistencia aeróbica y anaeróbica.

8. MÉTODO DE INVESTIGACION

Se seleccionó a 38 jugadores, usando el criterio de que sean quienes han estado entrenando en el equipo desde un inicio en arena; se realizará la planificación del entrenamiento normal, en microciclo. Otros veinte jugadores que se incorporaron después al equipo, sin entrenamiento en arena y servirán como grupo control.

El entrenamiento consistió básicamente en:

- Calentamiento
- Pliometría
- Alargues (Sprint)
- Fuerza excéntrica

8.1 CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	INDICADOR	ESCALA
Edad	Una medición	Años
Talla	Constitución Anatómica	Centímetros
Peso	Constitución Anatómica	Centímetros
Lateralidad	Mayor masa muscular	Relativa
Longitud de Miembros Inferiores	Constitución Anatómica	Centímetros
Comienzo de Actividad	Tiempo de entrenamiento	Años

Deportiva de Competencia		
Entrenamiento en Arena: Actividad Física controlada destinada a mejorar capacidades físicas medibles	Tiempo asignado para este entrenamiento	Número de horas acumuladas
Superficie de entrenamiento: Desarrollo de fibras musculares adaptadas a la potencia	Superficie Césped: Superficie que evita el impacto articular Superficie Arena: Superficie que mejora las capacidades físicas	Grupo expuesto y grupo no expuesto
Potencia: Capacidad muscular del deportista para utilizar una fuerza determinada en un tiempo específico	Test de Salto	Centímetros (Altura) Segundos (Vuelo)
Perímetro Muscular en Muslo	Cineantropometría	Centímetros

La forma de evaluación a los jugadores en cada aspecto será la siguiente:

- Potencia: Test de Salto (CMJ) mide la altura del salto y el tiempo de vuelo y se interpreta de la siguiente manera:
 - o Altura en Centímetros
 - o Tiempo de Vuelo en segundos

8.2 TIPO DE ESTUDIO

COHORTE HISTORICA (RETROSPECTIVA), CON ASIGNACION AL GRUPO EXPERIMENTAL POR ORDEN DE LLEGADA

8.3 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE LA INFORMACION

Se realizará la aplicación de encuestas durante 2 momentos específicos:

1. Antes de las 6 semanas de Entrenamiento en Arena (9 de enero 2012)
2. Luego de las 6 semanas de Entrenamiento en Arena (24 de Febrero de 2012)

La plantilla de Recolección de Datos se encuentra disponible en este documento como Anexo.

Registro: Se harán en documentos electrónicos y expresados en números según la variable analizada

Cuantificación: Expresada en números para cada evaluación

Cuantificación: Expresada según los datos obtenidos en las siguientes fórmulas:
mayor a prom+1ds menor a prom+1ds

8.3.1 Explicación del Counter Movement Jump (CMJ)

Partiendo de una extensión de rodillas en bipedestación o extensión de las rodillas hasta un ángulo de 90°, para consecutivamente, este tipo de salto consiste en realizar un movimiento rápido de flexión y sin pausa alguna efectuar un salto vertical máximo. Evalúa la fuerza explosiva con reutilización de energía elástica pero sin aprovechamiento del reflejo miotático (potencia). Denominado como test de fuerza concéntrico-elástica-explosiva o test de fuerza explosivo-elástica.

8.3.2 PLAN DE ANALISIS:

Tipo de entrenamiento: { **Potencia muscular de piernas**
promedio (cm) y promedio (segundos)

Arena

Césped

Tipo de entrenamiento { **Potencia muscular de piernas**
mayor a prom+1ds menor a prom+1ds

Arena

Césped

9. RESULTADOS

Resultado 1:

Distribución de Jugadores en el Plan de Entrenamiento:

Tabla 1: DISTRIBUCION DE LOS JUGADORES SEGÚN REALIZACION DE ENTRENAMIENTOS, 2012

Arena	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Grupo 1 (SI ARENA)	38	65,52%	65,52%
Grupo 2 (No Arena)	20	34,48%	100,00%
TOTAL	58	100,00%	100,00%

Gráfico 1: DISTRIBUCION DE LOS JUGADORES SEGÚN REALIZACION DE ENTRENAMIENTOS, 2012



RESULTADO 1: En la tabla y el gráfico número 1, podemos constatar que del 100% de los jugadores, el 65,52% (correspondiente a 38), fueron sometidos a realizar como parte de su entrenamiento trabajos en arena, en cambio el 34,48% (correspondiente a 20), no realizaron entrenamiento en arena.

Resultado 2:

TABLA 2: Distribución de la altitud en salto, 6 semanas antes del entrenamiento, 2012

Medias

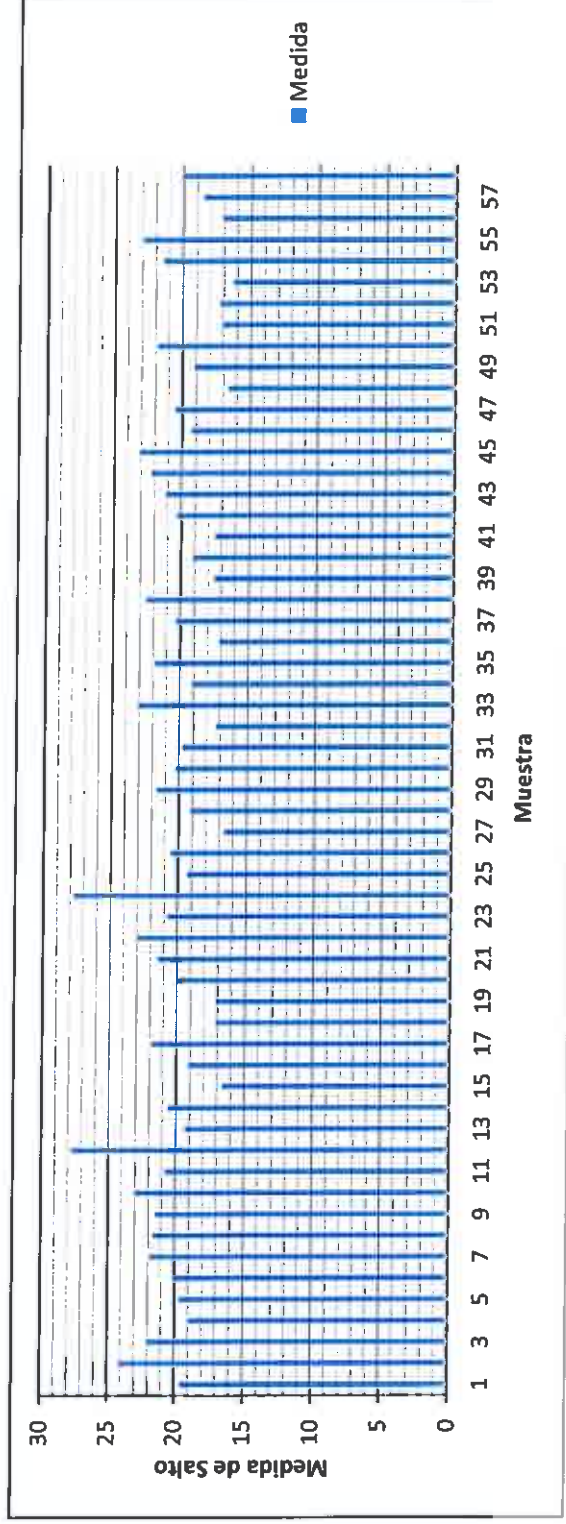
Variable: Centímetros de Altitud 6 Semanas Previas al Entrenamiento en Arena

Centímetros de Altitud 6 Semanas Previas

	Muestra	Media	DESVIACION ESTANDAR	Min	Median	Max	Moda
Centímetros de Altitud 6 Semanas Previas	58	20,1914	2,4607	16,3	20,15	27,7	17,1

Gráfico 2:

Distribución de la altitud en salto, 6 semanas antes del entrenamiento,
2012



RESULTADO 2: En la tabla 2 y Gráfico 2: Se puede analizar que la media del Salto para cada uno de los jugadores en el primer salto es de 20,19cm, con una desviación estándar de 2,46cm, una máxima de 27,7cm y mínima de 16,3cm.

RESULTADO 3:

Tabla 3: Distribución de la altitud en salto, 6 semanas después del entrenamiento, 2012

Centímetros de Altitud 6 Semanas Previas * arena	Muestra	Total	Media	Desv. Estándar	Min	Mediana	Max	Moda
1 (Sometidos a entrenar en arena)	38	928,3	24,4289	2,6864	18,6	24,45	31,7	22,1
2 (Sin arena)	20	407,8	20,39	2,3249	16,8	20,2	24,4	18,5

Gráfico 3:

Distribución de la altitud en salto, 6 semanas después del entrenamiento, 2012



RESULTADO 3: En la tabla y gráfico número 3: Se puede analizar que la media del Salto para cada uno de los jugadores sometidos al entrenamiento en arena en el segundo salto es de **24,42cm**, con una desviación estándar de **2,68cm**, una máxima de **31,7cm** y mínima de **18,6cm**. Además, se observa que la media del Salto para cada uno de los jugadores no sometidos al entrenamiento en arena en el segundo salto es de **20,39cm**, con una desviación estándar de **2,32cm**, una máxima de **24,4cm** y mínima de **18,5cm**

Esta diferencia es estadísticamente significativa por ANOVA ($F=31,7254$, $p<0,01$), lo que significa que se comprueba la hipótesis de que luego de 6 semanas de entrenamiento en arena se consigue una mayor potencia en los miembros inferiores, que se expresa de forma cuantitativa en el test de salto.

Tabla 3.1: PRUEBA PARAMÉTRICA DE LA DESIGUALDAD DE MEDIAS POBLACIONALES

ANOVA, una prueba paramétrica de la desigualdad de medias poblacionales					
Variación	SS	Df	MS	F	
Entre	206,933	1	206,933	31,7254	
Dentro	365,2677	56	6,5226		
Total	572,2007	57			
Valor P	0				

NOTA: El test de Barlett mostró un valor de $p= 0,4176$ por lo que el uso de ANOVA es apropiado.

Resultado 4:

TABLA 4:

Distribución del tiempo de vuelo en salto, 6 semanas antes del entrenamiento, 2012

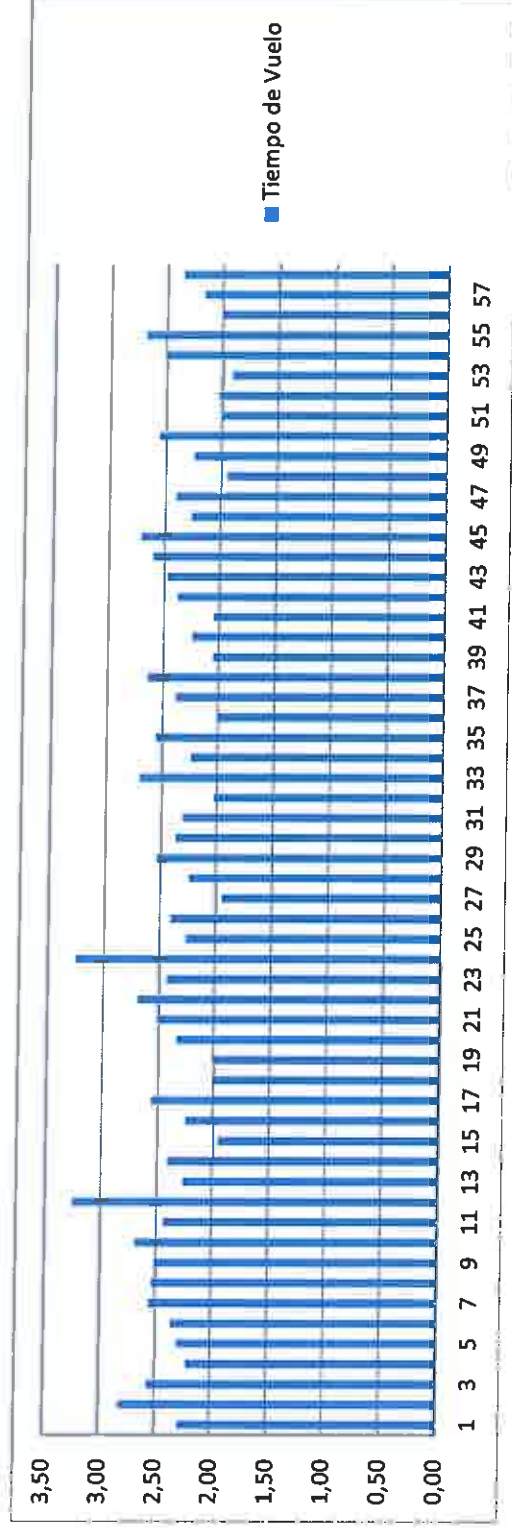
Medias

Variable: Tiempo en Seg. Primer Salto

	Muestra	Total	Media	Desv. Estándar	Min	Median	Max	Moda
Tiempo en Seg Primer Salto	58	137,2919	2,3671	0,2885	1,9109	2,3623	3,2474	2,0047

GRAFICO # 4

Distribución del tiempo de vuelo en salto, 6 semanas antes del entrenamiento, 2012



Resultado 4: En la tabla 4 y Gráfico 4: Se puede analizar que la media del tiempo de vuelo para cada uno de los jugadores en el primer salto es de **2,36seg**, con una desviación estándar de **0,28seg**, una máxima de **3,24seg** y mínima de **1,91seg**.

RESULTADO 5:

Tabla 5: Distribución de tiempo de vuelo en el

Segundo Salto para todo el grupo

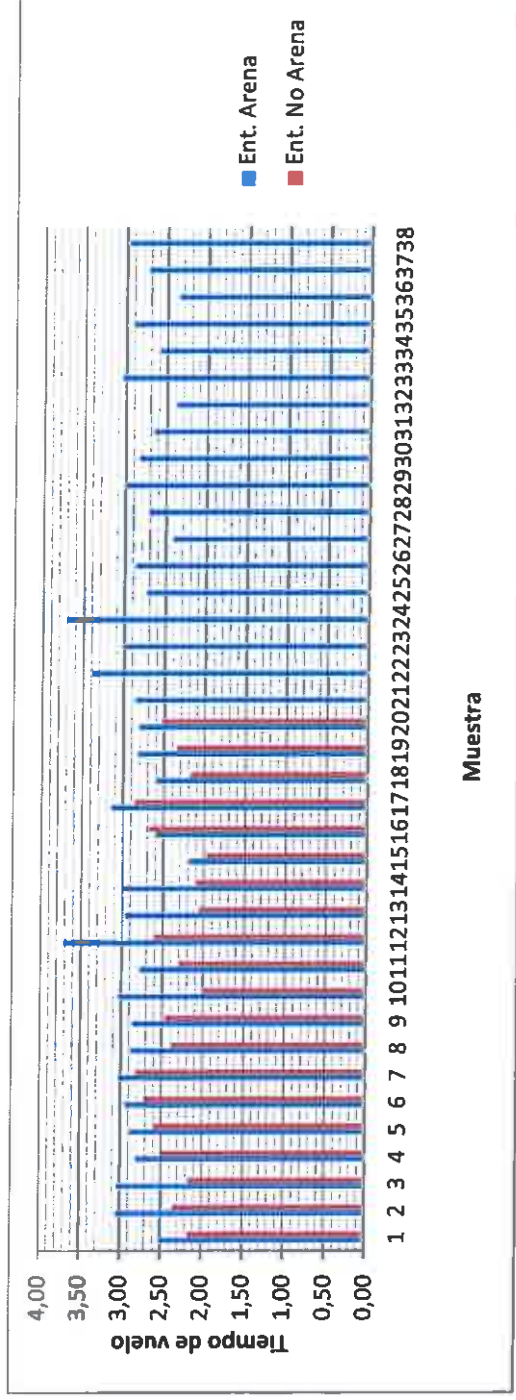
Medias

Variable Principal: Tiempo en Seg Segundo Salto

Variable secundaria: arena

Tiempo en Seg Segundo Salto * arena	Muestra	Media	Desv. Estándar	Min	Mediana	Max	Moda
1	38	2,8639	0,3149	2,1805	2,8664	3,7163	2,5909
2	20	2,3904	0,2726	1,9695	2,3681	2,8605	2,1688

GRAFICO # 5



Resultado 5: En el siguiente resultado se puede observar que la media de cada uno de los sujetos sometidos a entrenamiento de 6 semanas en arena, en su tiempo de vuelo fue de **2,86seg**, con un máximo de 3,71 seg y un mínimo de 2,18 seg; en contraste con los que no fueron sometidos al entrenamiento en arena cuyo salto corresponde al valor medio de 2,39seg, mínimo de 1,96seg. y máximo de 2,86seg.

Esta diferencia es estadísticamente significativa por ANOVA ($F=32,3774$, $p<0,01$), lo que significa que se comprueba la hipótesis de que el entrenamiento en arena mejora considerablemente el tiempo de vuelo en el salto, cualidad importante para el futbolista en el gesto deportivo.

Tabla 5.1: PRUEBA PARAMÉTRICA DE LA DESIGUALDAD DE MEDIAS POBLACIONALES

ANOVA, una prueba paramétrica de la desigualdad de medias poblacionales				
Variación	SS	df	MS	F
Entre	2,9378	1	2,9378	32,3774
Dentro	5,0812	56	0,0907	
Total	8,0191	57		
Valor P	0			

NOTA: El test de Barlett mostro un valor de $p= 0,4809$ por lo que el uso de ANOVA es apropiado.

RESULTADO 6:

Tabla 6: Distribución de Altitud del Primer Salto según la

Posición del Futbolista en el Campo de Juego

Medias

Variable Principal: Centímetros de Altitud 6 Semanas Previas

Variable Secundaria: posición

Centímetros de Altitud 6 Semanas Previas * posición	Muestra	Mean	Des. Estándar	Min	Mediana	Max	Moda
Arquero	6	19,3833	2,2999	16,6	19,3	23,1	16,6
Defensa	12	19,8333	2,1428	16,6	19,95	24	16,6
Delantero	17	21,2059	2,9949	17,1	20,7	27,7	17,1
Lateral	12	19,225	2,1016	16,3	19,1	22,2	19,1
Volante	11	20,5091	2,0201	17,1	21,4	23	21,4

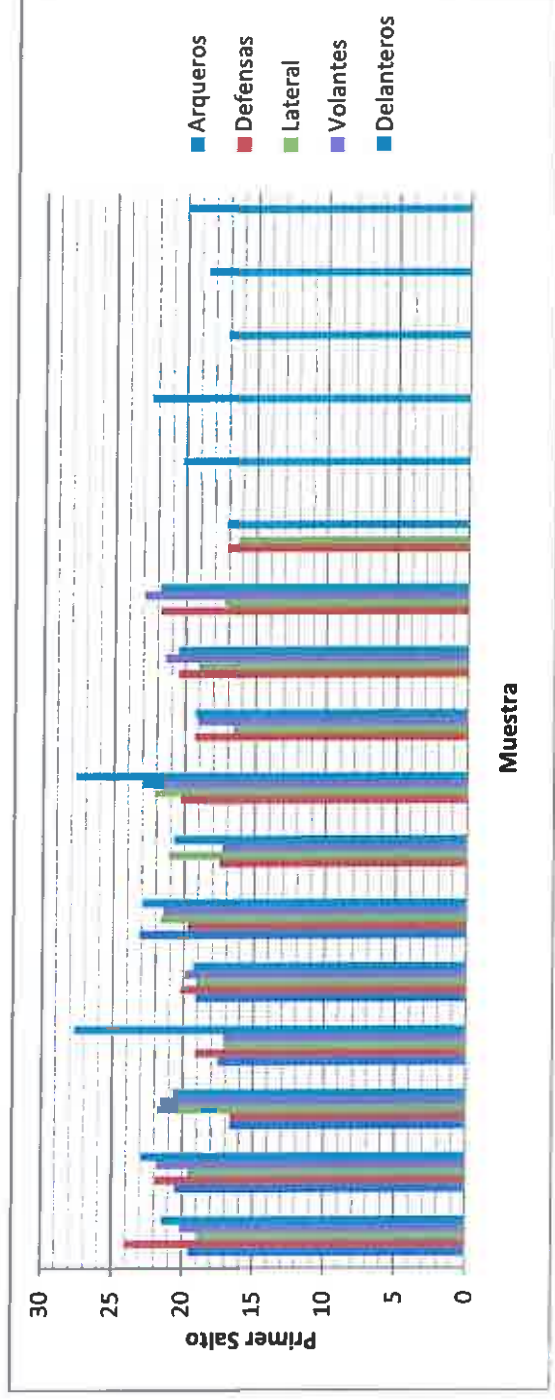


Grafico # 6 En el siguiente resultado apreciamos que los jugadores que consiguieron la media mayor en centímetros fueron los delanteros con: 21,20cm, una máxima de 27,7 y una mínima de 17,1cm. Y los que tuvieron una media menor fueron los laterales con 19,22cm, con una máxima de 22,2cm. Y una mínima de 16,3cm. Como observamos las diferencias son importantes, ahora veremos si los resultados mejoran con el entrenamiento en arena.

RESULTADO 7:

TABLA 7: Distribución de la Altitud del Segundo Salto según la

Posición del Futbolista en el campo de Juego

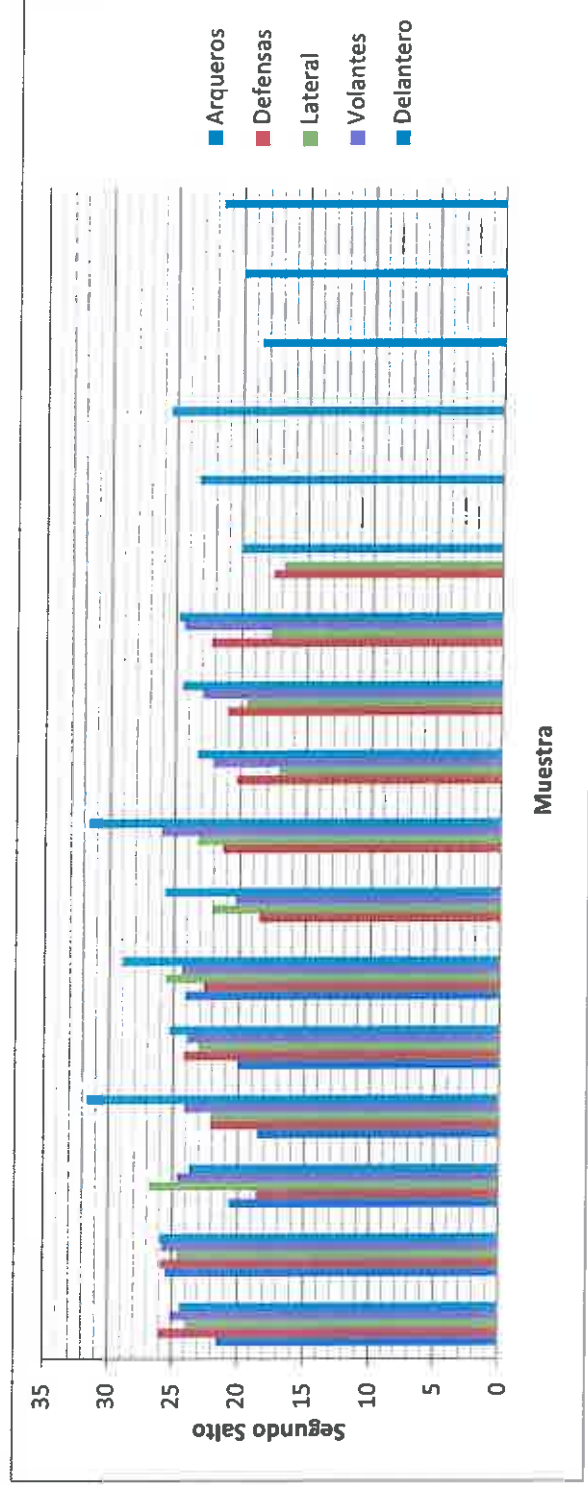
Media

Variable Principal: Centímetros de Altitud 6 semanas Después

Variable Secundaria: posición

Centímetros de Altitud 6 semanas Después *	Obs	Mean	Desv. Estándar	Min	Mediana	Moda	Max
Arquero	6	21,7167	2,6172	18,5	21,05	18,5	25,5
Defensa	12	21,7083	2,7497	17,6	21,7	17,6	26
Delantero	17	24,6471	3,6586	18,6	24,5	23,3	31,7
Lateral	12	21,8917	3,3487	16,8	22,6	22,1	26,8
Volante	11	23,9636	1,6627	20,3	24,4	24,4	26

GRAFICO # 7



En el siguiente resultado determinamos que la media mínima ahora está presente en otro grupo de futbolistas las defensas los cuales obtuvieron una media de: 21,70cm, una mínima de 17,6 cm y una máxima de 26cm. En contraste los delanteros siguen siendo los que obtienen los valores más altos, con una media de 24,6cm, una mínima de 18,6 y una máxima de 31,7cm.

RESULTADO 8:

TABLA 8: Distribución de la altura del salto según la lateralidad

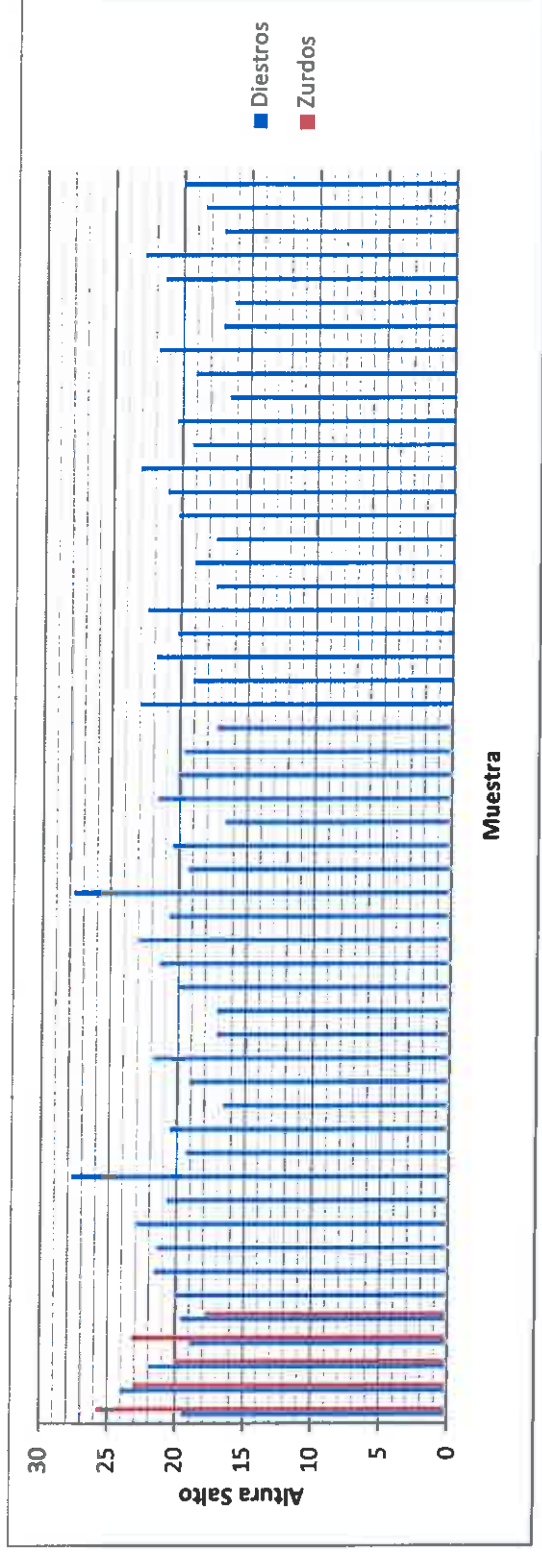
Media

Variable principal: Centímetros de Altura 6 Semanas Previas

Variable Secundaria: Lateralidad

Centímetros de Altura 6 Semanas Previas *	Obs	Mean	Desv. Estand.	Min	Mediana	Max
Derecho	53	20,2566	2,4775	16,3	20,2	27,7
Izquierdo	5	19,5	2,4156	17,1	19,1	22,2

GRAFICO # 8



RESULTADO 8: En el presente resultado podemos determinar qué: En primer lugar es evidente el mayor porcentaje de futbolistas diestros (91,3%) sobre los zurdos (8,7%), a pesar de esta diferencia se puede definir que los resultados de la altitud del salto luego del entrenamiento en arena para los Diestros fueron: Media de 20,2cm, con una desviación estándar de 2,47cm., una mediana de 20,2cm., un máximo de 27,7cm. y un mínimo de 16,3cm. En el caso de los zurdos los resultados de la altitud del salto fueron: Media de 19,5cm, con una desviación estándar de 2,45cm., una mediana de 19,1cm., un máximo de 22,2cm. y un mínimo de 19,1cm.

RESULTADO 9:

Correlación entre Altura del Salto y Peso de los Jugadores

GRAFICO # 9

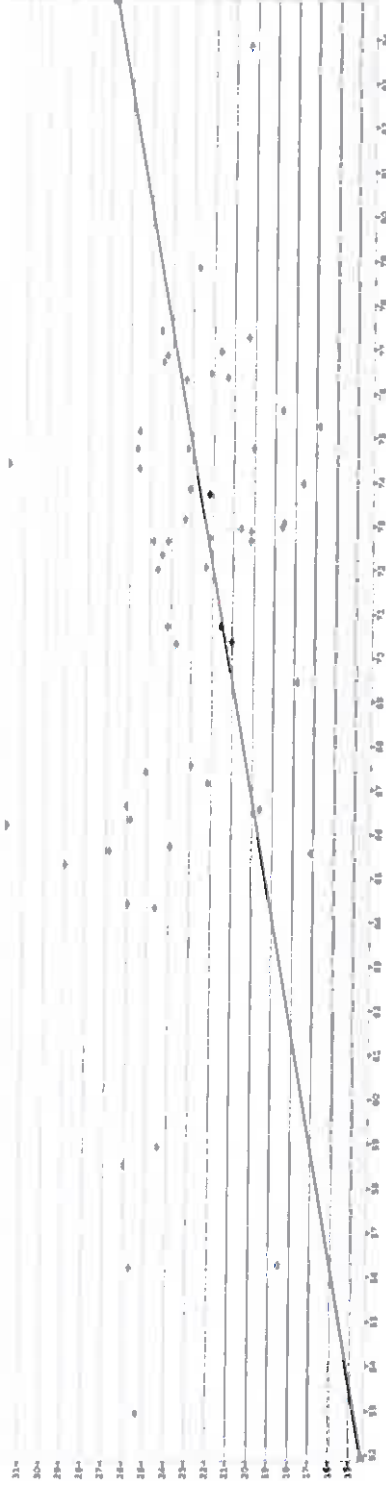


Grafico 9: Correlación entre peso de los sujetos después de 6 semanas de entrenamiento en relación con la altura del salto. RESULTADO 9: Se evidencia que existe una relación positiva entre el peso y la altura del salto, lo que significa que a pesar de que existe un aumento del peso en los Jugadores durante el entrenamiento, este incremento indica aumento de masa muscular, lo cual explica también el cambio positivo en la potencia del salto.

10. DISCUSIÓN

El fútbol es un deporte con una importante exigencia muscular, y no solo para desarrollar capacidades físicas como la fuerza, la resistencia o la velocidad, sino, también una que constituye una mezcla de las anteriores denominada potencia.

En el fútbol la potencia de los Miembros Inferiores, dotará al deportista de una capacidad física que haga que su gesto deportivo sea más eficaz, y de esta forma conseguir un mejor dominio del balón en juego. Lo que hemos planteado es si esto es susceptible a entrenamiento, y a la vez si el entrenamiento en superficies diferentes mejoraría esta capacidad.

Es importante señalar que la recolección de datos para la presente investigación se hizo bajo un protocolo estandarizado, el cuál trato de minimizar cualquier posibilidad de error, este protocolo establecía:

1. La utilización de una sola plataforma de Salto AXON JUMP MODELO S
2. Se realizó el Test en la misma hora del día y en el orden de los jugadores de acuerdo a su posición en el campo de Juego (Arqueros-Defensas-Laterales-Volantes-Delanteros)
3. Se realizó 3 intentos y se tomó a la mejor marca como resultado final.

Nuestro estudio demuestra:

1.- El entrenamiento normal del fútbol en arena, para jugadores entre 15 y 18 años en un periodo de 6 semanas, mejora la capacidad del salto en sus dos parámetros cuantificables, tanto en la altura del salto CMJ (medida en centímetros: ANOVA $F=31,7254$, $p<0,01$),).

2.- El tiempo de vuelo del CMJ (medido en segundos: ANOVA $F=32,3774$, $p<0,01$).

Además demostramos que los futbolistas que obtuvieron mejor promedio en el salto luego del entrenamiento en arena son los delanteros (24,6cm), quienes además son los que obtienen más beneficios del juego aéreo y tanto en su preparación como en el gesto deportivo durante el juego, involucran ejercicios de salto con mayores repeticiones que el resto de jugadores. En contraste los de menor promedio previo al entrenamiento en arena fueron los laterales (19,2cm) y luego del entrenamiento los defensas (21,7), es decir los jugadores que ocupan los puestos de lateral se beneficiaron con el entrenamiento en arena, y los defensas en cambio se perjudicaron con el mismo.

Considerando a los sujetos sometidos al análisis podemos determinar qué: El grupo de deportistas están todavía en una etapa de desarrollo muscular y continua la adaptación hormonal, además son sujetos que no habían entrenado antes en dicha superficie, la selección fue desarrollada con respecto a sus antecedentes deportivos, es decir, muchos empezaron a entrenar desde edades muy tempranas

y otros lo hacían solo hace algunos meses. Estos son factores a considerar al momento de analizar lo favorable de nuestros resultados y la mejoría en los datos obtenidos.

“La biomecánica y energética previstos de sprint en arena Consejos para el fútbol de formación, refieren que: La comparación entre los valores registrados en la arena con los registrados en césped natural o artificial ha puesto de manifiesto una disminución significativa ($p < 0,001$) de la velocidad, la aceleración, la longitud de la zancada, tiempo de vuelo y la eficiencia de la energía mecánica y la rigidez. Sin embargo en este estudio se realizaba un análisis solo del sprint y no del salto, y al mencionar el tiempo de vuelo, este se refería al tiempo de vuelo exclusivamente de la zancada”. (Gaudino P, Alberti G, & Minetti A 2012)

“Efecto del entrenamiento pliométrico en arena, frente a la hierba, en el dolor muscular, y la capacidad al saltar y correr en los jugadores de fútbol”. Concluyen que: El grupo de arena ha mejorado su CMJ ($p = 0,033$) y CMJ / SJ ($p = 0,005$) significativamente ($p < 0,001$) más que los jugadores en el grupo de hierba. En la misma forma, los jugadores en el grupo de arena experimentaron menos dolor muscular que aquellos en el grupo de hierba ($p < 0,001$). (Impellizzeri FM, Rampinino E, Castagna C & Martino F 2008)

El entrenamiento pliométrico en la arena mejora tanto la capacidad de salto y carreras de velocidad y el dolor inducido es menor en el músculo. Una superficie de hierba parece ser superior en la mejora de rendimiento CMJ, mientras que la superficie de arena mostró una mayor mejoría en SJ. Por lo tanto, el entrenamiento pliométrico en diferentes superficies puede estar asociado con diferentes efectos inducidos por el entrenamiento en algunos factores neuromusculares relacionados con la eficiencia del ciclo de estiramiento-acortamiento. El estudio midió exclusivamente la longitud del salto y no utilizaba como parámetro la altura ni el tiempo de vuelo. Además se sometió a análisis a este grupo de deportistas luego de solo una sesión de entrenamiento en arena y no después de un periodo prolongado como lo hicimos nosotros.

“El entrenamiento sobre diferentes superficies tiene diferentes efectos sobre el rendimiento”. Obtienen como resultado que: Existe un efecto significativo en el entrenamiento en diferentes superficies sobre tres grupos. Hay un efecto significativo del Grupo III (que ejecuta el entrenamiento en arena) en comparación con los otros dos grupos. Tanto la circunferencia del muslo y la pantorrilla aumentó significativamente en corredores. (Rajkumar K, 2010)

Ambos grupos de tratamiento mostraron un aumento significativo similar en el salto vertical. Los grupos de entrenamiento se sometieron a 8 semanas de entrenamiento, en diferentes superficies, se realizó una prueba solo de salto

vertical y no se valoró tiempo de vuelo, además no eran futbolistas, sino se trataba de atletas de sprint y fondo.

Todos estos estudios anteriores se correlacionan de varias formas con el nuestro. Sin embargo el conjunto de variables individuales tal como edad, tipo de superficie y tiempo de entrenamiento son los que hacen que nuestros resultados se puedan someter a pruebas y análisis, evidenciando la aprobación de la hipótesis planteada. La importancia de analizar cada variable es el tratar de minimizar los errores en este tipo de investigación.

11. CONCLUSIONES

- La realización de ejercicios en arena aumenta la potencia en consecuencia la altura de salto, aumento de la velocidad en la fase de impulsión y aumento en los niveles de potencia desarrollados durante la realización de saltos verticales.
- El entrenamiento en arena, sirve para potenciar tobillos, rodillas, cadera en un trabajo de propiocepción.
- Cuando entrenamos potencia sobre superficie de arena, utilizamos menos carga, esto ayuda al reclutamiento de fibras musculares necesario para adquirir los aumentos de fuerza deseados.
- Un plan de entrenamiento de potencia sobre superficie de arena, planificado y controlado, resulta importante para los futbolistas jóvenes que se encuentran en una etapa trascendental para alcanzar un alto rendimiento deportivo.

12. RECOMENDACIONES:

- Debido a que nuestro análisis se realizó en deportistas de elite sometidos a entrenamiento continuo, y los resultados son estadísticamente significativos, consideramos que el entrenamiento en arena es la mejor superficie para mejorar la potencia de las piernas en los deportistas.
- El tiempo del ejercicio que se dedica a la semana debe ser de 4 horas divididas en 2 días de la semana preferentemente.
- Se debe utilizar el trabajo en la arena al principio de la temporada, ya que la musculatura no está acondicionada y si se lo realizaría en una superficie dura tanto las articulaciones, tendones y musculatura, sobre todos en los dos últimos, se verían seriamente dañados ocasionando lesiones.
- El adaptar un área específica para la construcción de la cancha de arena no debe considerarse un gasto sino una inversión favorable.

13. BIBLIOGRAFÍA:

- BILLAT Veronique. Fisiología y Metodología del Entrenamiento. 1ª Edición. Editorial Paidotribo. 2002
- BOMPA (2005), Entrenamiento para jóvenes deportistas Editorial Hispano europea 2005
- CAPPÀ Dario. Entrenamiento de la Potencia Muscular. 1ª Edición. Mendoza 2000
- COLLS, M. y. (1985). Estudio de las superficies de entrenamiento de los atletas. Efdeportes, <http://www.efdeportes.com/efd49/superf1.htm>.
- COMETTI Los métodos modernos de musculación Editorial Paidotribo (1998 -1999)
- CHIROSA,L.J CHIROSA,I.J.; REQUENA,B.; FERICHE,B. y PADIAL,P REVISTA MOTRICIDAD. Efecto de diferentes métodos de entrenamiento de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en un salto vertical Número 8, páginas 47-71. 2002
- CHU Donald. Ejercicios Pliométricos. 3ª Edición. Editorial Paidotribo. 2006
- *DIEZ-Burillo, Influencia de la Superficie de Juego en el Entrenamiento de Futbolistas Amateurs, Madrid, 2006).*

- DÍEZ, O, BURILLO P, Influencia de la superficie de juego en el rendimiento de futbolistas amateurs: hierba natural, césped artificial y tierra. 2012.
- GAUDINO P, C. G. (2012). La biomecánica y energética previstos de sprint en arena. Australia: Elsevier Ltd.
- GUYTON Artur, HALL John. Tratado de Fisiología Médica. 14ª Edición. Medicta 2008
- IMPELLIZZERI FM, R. E. (2008). Efecto del entrenamiento pliométrico en arena frente a la hierba en el dolor muscular. PubMed.
- IZQUIERDO Mikel Bases Biomecánicas y neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte. M. Izquierdo, Editorial Panamericana, 2008).
- JUÁREZ D, Subijana C, De Antonio R Navarro E. Valoración de la fuerza explosiva general y específica en futbolistas juveniles de alto nivel, Laboratorio de Biomecánica Deportiva, 2006, Madrid, Universidad de Alcalá de Henares.
- JIMÉNEZ (2004) Determinación de la Carga de Entrenamiento para la Mejora de la Fuerza orientada a la Salud (Fitness Muscular)
- KAPANDJI A.I. Fisiología Articular. 6ª Edición. Editorial Panamericana 2006

- MCKENZIE y Cols., Estudio de las superficies de entrenamiento de los atletas con relación a la prevención de lesiones 1985; Editorial Subotnick, 1985).
- PRENTICE William, Técnicas de Rehabilitación en Medicina Deportiva. 3ª Edición. Editorial Paidotribo 2001
- RAJKUMAR Karve, P. S. (2010). Entrenamiento sobre diferentes superficies tienen diferentes efectos . India: Sports Med.
- SHERRY Eugene, WILSON Stephen. Manual Oxford de Medicina Deportiva. 1ª Edición. Editorial Paidotribo 2005
- WILLMORE Jack, COSTILL David. Fisiología del Deporte y del Esfuerzo. 5ª Edición. Editorial Paidotribo 2006
- WILMORE & COSTILL, Fisiología del esfuerzo y del deporte, Editorial Paidotribo 2007

14. APÉNDICE

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS



		FICHA N.	
Edad:	Peso:		
Entrenamiento en Césped Horas:		Entrenamiento en Arena Horas:	
Lateralidad:	DERECHO	IZQUIERDO	
Posición en el Campo de Juego:	Portero:		
	Defensa:		
	Lateral:		
	Volante:		
	Delantero		

Test de Salto (CMJ)	
Altitud en cm.	Tiempo de Vuelo en Seg.

Dr. Alexei Darquea

Dr. Fernando Feijó

IMPLEMENTOS UTILIZADOS PARA TOMA DE MUESTRAS DE LA INVESTIGACIÓN

- Utilización de canchas de césped y arena instalaciones Liga Deportiva Universitaria de Quito.
- Alfombra de salto
- Cinta Métrica
- Cronometro
- Computador
- Formatos establecidos
- Software



CONSENTIMIENTO INFORMADO

DECLARACION DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo....., de.....años de edad
y con CI N°.....

He sido informado sobre los objetivos del estudio, del procedimiento de datos, así como la entrevista para la encuesta. He sido también informado que mis datos de identidad serán protegidos, para garantía de la confidencialidad.

Con estos antecedentes voluntariamente acepto participar en el estudio y autorizo para que se tomen los datos en la encuesta y que los resultados sean utilizados para cubrir los objetivos del proyecto.

Quito,.....de.....de 2012.

Nombre del Investigador

FIRMA DEL INVESTIGADO

C. I. N°.....

FOTOGRAFIAS











15. REVISION BIBLIOGRAFICA

ARTICULOS

Artículo # 1

VALORACIÓN DE LA FUERZA EXPLOSIVA GENERAL Y ESPECÍFICA EN FUTBOLISTAS JUVENILES DE ALTO NIVEL

**VALORACIÓN DE LA FUERZA EXPLOSIVA GENERAL Y ESPECÍFICA EN
FUTBOLISTAS JUVENILES DE ALTO NIVEL**

Daniel Juárez* (djuarezsg@yahoo.es), **Cristina L. de Subijana****
(cristina.ldeSubijana@uah.es), **Raquel de Antonio*** (rak_antonio@hotmail.com)
Enrique Navarro* (enrique.navarro@upm.es)*Laboratorio de Biomecánica Deportiva,
INEF, Madrid
****CAFAD, Universidad de Alcalá de Henares**

Resumen

La fuerza explosiva es una capacidad física fundamental en el fútbol, por lo que su valoración resulta importante para el control y planificación del entrenamiento. El objetivo de este estudio fue valorar la fuerza explosiva general y específica en futbolistas juveniles de alto nivel. 21 jugadores pertenecientes a un club de alto nivel ($16,1 \pm 0,2$ años; $1,77 \pm 0,06$ m; $67,7 \pm 6,3$ kg) llevaron a cabo un test general de fuerza explosiva (salto vertical con contramovimiento -CMJ) y un test específico (golpeo de balón con la máxima potencia), obteniéndose, a través de una plataforma de fuerzas Dinascan IBV y de un sistema de captura automática del movimiento en 3D Vicon, datos de diversas variables relacionadas con la fuerza explosiva, siendo posteriormente registrados en una hoja de cálculo Excel diseñada al efecto. Se observa que los tests llevados a cabo proporcionan, en un corto periodo de tiempo, una información de gran relevancia para el control y la planificación del entrenamiento con el objetivo de intentar optimizar el rendimiento de los futbolistas.

Palabras clave: fuerza explosiva, valoración, salto, golpeo.

Abstract

Explosive strength is a fundamental physical capacity in soccer. Therefore, the evaluation of explosive strength is important for periodization and control of the training program. The purpose of this study was to evaluate general and specific explosive strength at high level junior soccer players. 21 soccer players ($16,1 \pm 0,2$ years-old; $1,77 \pm 0,06$ m.; $67,7 \pm 6,3$ kg) belonging to high level team performed two type of tests. The first one was a general explosive strength test (countermovement jump- CMJ) and the second one was a specific sport test (soccer kick with the maximal power). Data was obtained from a Dinascan IBV force platform and from a 3D Vicon system of automatic capture of the movement. It was later registered in an Excel spreadsheet. It showed that these tests provided, within a short period of time, fundamental information for periodization and control of the training program in order to improve the performance of soccer players.

Key words: explosive strength, evaluation, jump, soccer kick.

1. INTRODUCCIÓN

Las acciones decisivas del juego en fútbol implican la realización de gestos en los que la fuerza explosiva, además de la técnica, tiene una gran trascendencia (Cometti, 2002; Tous, 2004), como el golpeo de balón o el salto realizado para ejecutar un remate de cabeza.

La capacidad de poseer un buen golpeo de balón es de clara relevancia en el fútbol (Zabala & Lozano, 2002) bien sea por la necesidad que surge durante el juego de pasar el balón a un compañero, cuando se considere necesario, o bien para conseguir el objetivo principal de estos deportes, el gol, lo que implica que sea una destreza cuyo entrenamiento y valoración debe ser tenido en cuenta dentro de la planificación de la preparación física y técnica del jugador.

En este sentido, la valoración de la fuerza explosiva o capacidad para generar la mayor fuerza en el menor tiempo posible (González Badillo & Ribas, 2002), resulta relevante de cara a intentar mejorar la metodología del entrenamiento y adecuar la planificación del mismo con el objetivo de optimizar el rendimiento. Por esto, es importante no sólo una valoración general de la fuerza explosiva, sino, más aún, una evaluación de los gestos típicos del deporte o valoración de la fuerza explosiva específica. En este sentido, la realización de un test de golpeo de balón resulta recomendable (Markovic, Dizdar, & Jaric, 2006).

El objetivo de esta investigación fue valorar la fuerza explosiva general y específica en futbolistas juveniles de alto nivel.

2. MÉTODO

Para la realización del presente trabajo se contó con la participación de 21 futbolistas juveniles masculinos ($16,1 \pm 0,2$ años; $1,77 \pm 0,06$ m; $67,7 \pm 6,3$ kg) pertenecientes a un club de fútbol de alto nivel. El registro de datos se llevó a cabo en el Laboratorio de Biomecánica Deportiva del INEF de Madrid.

Los tests de valoración de la fuerza explosiva que se realizaron fueron los siguientes:

Test general:

Salto vertical con contramovimiento (countermovement jump, CMJ). El sujeto se colocaba con cada pie en una plataforma de fuerzas diferente, con las manos en las caderas, y las rodillas extendidas. La ejecución consistía en un salto vertical con la máxima potencia con movimiento de flexión previo (Bosco, 1994).

Test específico:

Golpeo de balón: el sujeto se colocaba a unos 4-5 m del balón, y cuando recibía la orden se aproximaba al balón con la velocidad que considerara oportuna para realizar un golpeo de empeine con la máxima potencia con la pierna preferente, hacia una red situada 5 metros por delante del balón. El balón estaba situado junto a una plataforma de fuerzas, de tal manera que el sujeto colocaba el pie de apoyo sobre dicha plataforma.

Las variables que se registraron en cada uno de los tests fueron las siguientes:

Salto Vertical:

- Altura de salto (cm).
- Fuerza Vertical máxima total (N).
- Fuerza Vertical máxima relativa (BW- veces el peso corporal)
- Fuerza Vertical máxima aplicada en cada apoyo: Fz1 (en plataforma 1) y Fz2 (en plataforma 2) (N). La pierna que se situaba en la plataforma 1 era la pierna de golpeo preferente
- Fuerza Vertical máxima porcentual respecto a la fuerza total en cada apoyo (Fz1%, Fz2%)
- Potencia máxima total (w)
- Potencia máxima relativa a la masa corporal (w/kg)

Golpeo de balón:

- Fuerza Vertical máxima absoluta (N) en la pierna de apoyo.
- Fuerza Vertical máxima relativa al peso corporal (BW) en la pierna de apoyo.
- Velocidad de salida del balón (m/s).

Los datos referidos a los saltos fueron registrados mediante dos plataformas dinamométricas Dinascán IBV a una frecuencia de 250 Hz. Los datos se filtraron con un filtro de paso bajo a 50

Hz y posteriormente se exportaron a ficheros Texto. También se utilizó una de estas plataformas para registrar las fuerzas de reacción de la pierna de apoyo en el golpeo de balón.

La velocidad de salida del balón fue calculada utilizando el Sistema de Captura Automática del Movimiento en 3D Vicon, que es un sistema multicámara de última generación que permite capturar el movimiento a tiempo real sin apenas interferir en su ejecución. Posteriormente a la captura, un Software permite la simulación en 3D y la obtención de variables mecánicas.

El protocolo fue el siguiente:

En primer lugar se realizaba un calentamiento estandarizado de aproximadamente 15 minutos. A continuación se realizaban 3 saltos con contramovimiento (CMJ), con un descanso entre ellos de 15 segundos. Seguidamente se registraban los 3 golpes, con un descanso entre intentos de 45 s.

3. RESULTADOS

En la tabla 1 están expuestos las medias y desviaciones estándar obtenidas en las variables relativas al CMJ.

Tabla 1. Media \pm DS de las variables relativas al CMJ

Altura (cm)	F. vert. máx. (N)						Potencia máx. (w)	
	total	Fz1	Fz2	relativa (BW)	% Fz1	% Fz2	Total	relativa (w/kg)
41,5 $\pm 0,1$	1673,75 $\pm 163,32$	862,22 $\pm 96,88$	811,53 $\pm 90,97$	2,54 $\pm 0,26$	51,52 $\pm 2,79$	48,48 $\pm 2,79$	3658,30 $\pm 556,81$	54,45 $\pm 6,59$

Los datos referidos al golpeo de balón se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Media \pm DS de las variables relativas al golpeo de balón

F. vert. máx (N) en la pierna de apoyo		Velocidad máxima del balón (m/s)
Absoluta	Relativa (BW)	
2694,44 \pm 616,59	4,29 \pm 0,77	28,25

4. DISCUSIÓN

El valor medio de salto obtenido en CMJ es similar al obtenido en otros estudios con jugadores profesionales (Bosco, 1991; G. Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard, & Maffulli, 2001; Portolés, 1996), pero inferior a la registrada en otros estudios, realizados tanto con jugadores profesionales (Faina et al., 1988; Weineck, 1997) como amateurs (Taïana, Gréhaigne, & Cometti, 1993). Sin embargo, en otros estudios con futbolistas profesionales se

obtuvieron valores de salto en CMJ inferiores a la media encontrada en el presente trabajo (Acikada et al., 1997; Castellano, Masach, & Zubillaga, 1996; Garganta, Maia, Silva, & Natal, 1993).

Se ha observado la aplicación de una fuerza vertical máxima de 2 veces y medio el peso corporal en la ejecución del CMJ, valor similar al encontrado en 161 aspirantes al ingreso en una Facultad de Ciencias del Deporte (Lara, Abián, Alegre, Jiménez, & Aguado, 2005), observándose un porcentaje de aplicación de fuerza algo superior por parte de la pierna considerada preferente en el golpeo de balón. Estos datos pueden resultar muy relevantes de cara a contribuir en la evaluación del proceso de reentrenamiento después de una lesión, pudiendo observar si este porcentaje ha variado y utilizando los valores de referencia para orientar las cargas de trabajo y determinar, junto a otros parámetros, el momento óptimo para la vuelta a los terrenos de juego.

En los golpes de balón realizados, se encontró un pico máximo de fuerza en la pierna de apoyo en el momento del golpeo de $2694,44 \pm 616,59$ N, lo que supone la aplicación de una fuerza superior a 4 veces el peso corporal del sujeto, muy superior a la fuerza relativa encontrada en otros estudios (Roberts, Zernicke, Youm, & Huang, 1974; Rodano, Cova, & Vigano, 1988; Rodano & Tavana, 1993).

En cuanto a la velocidad máxima del balón, la media observada en nuestro estudio es similar al registrado en futbolistas de los 20 mejores equipos de la liga danesa (Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo, & Klausen, 1996; Trolle, Aagaard, Simonsen, Bangsbo, & Klausen, 1993), en 6 futbolistas de la Universidad de Indiana (Levanon & Dapena, 1998) y en 5 futbolistas experimentados de una escuela superior (Nunome, Ikegami, Asai, & Sato, 2002).

De cara a su utilidad práctica, las mediciones llevadas a cabo deben tratarse analizando los datos obtenidos por cada futbolista de forma individual, estableciendo un perfil de cada jugador. Los datos registrados, junto a los aportados por otro tipo de tests, contribuirán a orientar las cargas de entrenamiento de la forma más individualizada posible.

5. CONCLUSIONES

Los tests llevados a cabo proporcionan, en un corto periodo de tiempo, una información de gran relevancia para el control y la planificación del entrenamiento y el reentrenamiento tras una lesión, con el objetivo de intentar optimizar el rendimiento de los futbolistas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1996). Specificity of training velocity and training loads on gains in isokinetic knee joint strength. *Acta Physiologica Scandinavica*, *156*(2), 123-129.
- Acikada, C., Ozkara, A., Hazu, T., Acsi, A., Turnagol, H., & Tinazci, C. (1997). Strength and endurance profiles of some First Division soccer league players. *Turkish journal of sports medicine*, *32*(4), 181.
- Bosco, C. (1991). *Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista*. Barcelona: Paidotribo.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Castellano, J., Masach, J., & Zubillaga, A. (1996). Cuantificación del esfuerzo físico del jugador de fútbol en competición. *Training Fútbol*(7), 27-41.

- Cometti, G. (2002). *La preparación física en el fútbol*. Barcelona: Paidotribo.
- Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power elite, subelite and amateur french soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 45-51.
- Faina, M. C., Gallozzi, S., Lupo, R., Colli, R., Sasse, C., & Marini, C. (1988). Definition of the physiological profile of the soccer player. En T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and Football* (Vol. I, pp. 158-163). New York: E & FN Spon.
- Garganta, J., Maia, J., Silva, R., & Natal, A. (1993). A comparative study of explosive leg strength in elite and non-elite young soccer players. En T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and Football* (Vol. II, pp. 304-306). New York: E & F. N., Spon.
- González Badillo, J. J., & Ribas, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: Inde.
- Lara, A., Abián, J., Alegre, L., Jiménez, L., & Aguado, X. (2005). Tests de salto con plataforma de fuerzas en una población de aspirantes al ingreso en una Facultad de Educación Física. Extraído el 8 de abril de 2005, de: www.uclm.es
- Levanon, J., & Dapena, J. (1998). Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 917-927.
- Markovic, G., Dizdar, D., & Jaric, S. (2006). Evaluation of tests of maximum kicking performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(2), 215-220.
- Nunome, H., Ikegami, T., Asai, T., & Sato, Y. (2002). Three-dimensional kinetics of in-side and instep soccer kicks. In W. Spinks, T. Reilly & A. Murphy (Eds.), *Science and Football* (Vol. IV, pp. 27-31). London: Routledge.
- Portolés, J. (1996). El trabajo de la fuerza en futbolistas de élite. *Training Fútbol*(6), 12-25.
- Roberts, E. M., Zernicke, R. F., Youm, T., & Huang, C. (1974). Kinetic parameters in kicking. En R. C. Nelson & C. A. Morehouse (Eds.), *Biomechanics* (Vol. IV, pp. 157-162). Baltimore: University Park Press.
- Rodano, R., Cova, P., & Vigano, R. (1988). Design of a football boot: a theoretical and experimental approach. En T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Eds.), *Science and Football* (pp. 416-425). London: E & FM Spon.
- Rodano, R., & Tavana, R. (1993). Three-dimensional analysis of instep kick in professional soccer players. En T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Eds.), *Science and Football* (Vol. II, pp. 357-361). London: E & F. N., Spon.
- Tañana, F., Gréhaigne, J. F., & Cometti, G. (1993). The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performances. En T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Eds.), *Science and Football* (Vol. II, pp. 94-97). London: E & F. N., Spon.
- Tous, J. (2004). Entrenamiento de la fuerza. En F. Drobnic, J. M. González & J. L. Martínez (Eds.), *Fútbol. Bases científicas para un óptimo rendimiento* (pp. 77-82). Madrid: Ergon.
- Trolle, M., Aagaard, P., Simonsen, E. B., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1993). Effects of strength training on kicking performance in soccer. En T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Eds.), *Science and Football* (Vol. II, pp. 95-97). London: E & F. N., Spon.
- Weineck, J. (1997). *Fútbol total* (Vol. II). Barcelona: Paidotribo.
- Zabala, M., & Lozano, L. (2002). Perspectiva biomecánica del golpeo en fútbol: una revisión a modo de recorrido histórico. Extraído el 20 de diciembre, de: www.efdeportes.com/efd45/golpeo1.htm

Agradecimientos

Este estudio se ha llevado a cabo gracias a la financiación de la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha y el Fondo Social Europeo, y a la colaboración de jugadores y técnicos del Club Atlético de Madrid.

Artículo # 2

**EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE
CONTRASTE PARA LA MEJORA DE LA FUERZA DE IMPULSIÓN EN
UN SALTO VERTICAL**

EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE CONTRASTE PARA LA MEJORA DE LA FUERZA DE IMPULSIÓN EN UN SALTO VERTICAL

Chirosa, L.J.; Chirosa, I.J.; Requena, B.; Feriche, B. y Padial, P.

Dpto. Educación Física y Deportiva, Fac. Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de Granada.

RESUMEN

La finalidad del presente estudio es conocer el efecto de dos tipos de entrenamiento de contraste de fuerza en los que se combinan cargas ligeras (multisaltos) con cargas pesadas (sentadillas al 70% del 1RM) sobre las distintas manifestaciones de la fuerza dinámica. La muestra seleccionada se extrajo del Ejército Español de Tierra, divididos en dos grupos experimentales (n=30: 15 en cada grupo, varones, 22 ± 4 años de edad), sin que existiera para ello grupo control. La razón de este diseño, sin grupo control, es porque está suficientemente comprobado por la literatura científica que el entrenamiento de contraste de fuerza produce ganancias significativas en la altura del salto. La variable independiente manipulada es la forma de combinación de las cargas: en el grupo 1 la combinación de cargas se realiza en la misma serie (grupo de contraste en la serie -CSR-) y en el grupo 2 la combinación de cargas se realiza en la misma sesión (grupo de contraste en la sesión -CSS-). Por lo tanto, lo que se trata de determinar es qué método de contraste, de los dos empleados, es más eficaz. Procedimiento: Ambos grupos experimentales entrenaron 3 veces a la semana, durante 8 semanas consecutivas. La intensidad del entrenamiento y la carga fue la misma para los dos grupos. Se realizaron controles, mediante una alfombra de contacto, al inicio y en la 4ª y 8ª semana de la experimentación. Se evaluó la altura de salto siguiendo el protocolo de Bosco: salto sin contramovimiento (SJ), salto con contramovimiento (CMJ), salto sin contramovimiento con el 50% de peso corporal (SJ50), salto sin contramovimiento con el 100% de peso corporal (SJ100) y la fuerza máxima del tren inferior mediante una repetición máxima -1RM en sentadilla-. Resultados: Tras el correspondiente análisis estadístico, realizada la t de Student, se observó que en todas las variables estudiadas se produjo un incremento significativo (p<.001). En la comparación entre los grupos, en lo referente al salto, el grupo de CSR fué el que obtuvo las ganancias en altura más rápidamente, aunque al final del tratamiento los resultados entre los dos grupos se equipararon. En lo referente a la fuerza máxima conseguida, este mismo grupo CSR obtuvo mayores incrementos (p<.001). Conclusiones: El entrenamiento de contraste de fuerza con cargas (70% de 1RM) y multisaltos mejora significativamente las distintas manifestaciones de la fuerza dinámica, independientemente del método elegido. El entrenamiento de CSR produce adaptaciones más rápidas en la fuerza explosiva y mayores incrementos en la fuerza máxima que en el entrenamiento de CSS.

PALABRAS CLAVES: Entrenamiento, fuerza, salto vertical.

ABSTRACT

The purpose of the present study is to determine the effect of two types of strength training on the different manifestations of dynamic force in which light loads (repetitive jumps) and heavy loads are combined (Squat 70% of the 1RM). The study sample was selected from the Spanish Army (n=30: 15 males in each group, 22 ± 4 years of age), for which no control group existed. The reason for the lack of group control is sufficiently verified by scientific literature demonstrating that strength

EFEECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE CONTRASTE ...

training produces significant gains in the height of the jump. The manipulated independent variable is the form of combination of the loads. In group 1 the combination of loads is made in the same set, and in group 2 the combination of loads is made in different sets, thereby determining which method, of both used, is more effective. Procedure: Both experimental groups trained 3 times per week, during 8 consecutive weeks. The intensity of the training and the load were the same for both groups. The height of the jumps was measured by means of an electronic platform at the beginning of the experiment and in the 4th and 8th weeks. Measures were made following the Bosco protocol: Squat Jump (SJ), Contramovement Jump (CMJ), Squat Jump with 50% of body weight (SJ50), Squat Jump with 100% of body weight (SJ100) and the maximum force of the lower limbs by means of a maximum repetition -1RM in Squats. Results: After the corresponding statistical analysis, made the t-Student, it was observed that of all the variables studied a significant increase took place ($p < .001$). In the comparison between groups, group 1 obtained gains in height more quickly, although ultimately the results between both groups were equal. However, with respect to the maximum force obtained, group 1 obtained higher increases ($p < .001$). Conclusions: The different manifestations of dynamic force improve significantly with both methods. Group 1 training produces faster adaptations in explosive force and higher increases in the maximum force than in group 2 training.

KEY WORDS: Training, strength, vertical jump.

1. INTRODUCCIÓN

Los métodos utilizados por los entrenadores para incrementar la potencia de sus jugadores, en determinados deportes colectivos (balonmano, baloncesto, fútbol) son muy diversos, sin embargo en numerosas ocasiones las bases científicas para su aplicación carecen de fundamentación. Esto posibilita que alguno de estos deportistas consigan grandes incrementos de fuerza que después, por la poca transferencia del trabajo, no son capaces de aplicar en el gesto de competición.

Es cierto que aplicando diferentes métodos de entrenamiento de fuerza, ya sea de un modo aislado o de forma combinada, se puede mejorar el rendimiento en diferentes gestos explosivos -saltos, lanzamiento, etc. (Bosco, 1987). Las razones por las que se obtienen resultados similares utilizando diferentes vías de trabajo, radica en la multitud de factores que inciden en la optimización de los gestos explosivos. Es posible, aplicando diferentes métodos de entrenamiento, incrementar la máxima fuerza desarrollada, mejorar la frecuencia de impulso, optimar la sincronización de las unidades motrices implicadas, aumentar la coordinación intermuscular, influir positivamente sobre la capacidad de reclutamiento muscular, acrecentar el aprovechamiento de la energía elástica, etc. (González Badillo, 2000 ;García Manso, 1999; Moss et al, 1997; Bosco, 1994).

Cada uno de estos factores mencionados, puede incrementar sensiblemente la potencia del jugador. Lo que no está del todo demostrado es la incidencia exacta de cada uno de estos mecanismos de actuación interna (Bosco,

1988). Con relación a esto, no es erróneo pensar que la actuación positiva sobre alguno de estos factores mejorará la capacidad de los deportistas para realizar gestos explosivos, ya que, como se ha visto, diferentes mecanismos de adaptación fisiológica conducen a los mismos resultados externamente medibles.

Para el caso concreto de nuestro estudio, en donde pretendemos encontrar un método de entrenamiento que mejore la fuerza del tren inferior e incrementar la altura del salto vertical (fuerza aplicada), hemos constatado, analizando la literatura específica, que es posible conseguir este objetivo utilizando diferentes métodos de entrenamiento de fuerza. Por ejemplo, trabajos con cargas máximas por encima del 85% de la fuerza máxima dinámica (FDM), con pocas repeticiones, consiguen este efecto (Stiff y Verkhoshansky, 2000). La realización de este tipo de entrenamiento es justificable por las mejoras que produce en la capacidad de reclutamiento de unidades motrices (Sale, 1987; Vélez, 1992), principalmente en las unidades de contracción rápida encargadas de generar tensión en gestos explosivos (Schmidtbleicher, 1988), además de incidir en la coordinación intermuscular (González y Gorostiaga, 1995) y producir poca hipertrofia (Zanón, 1975).

Aparte de estas justificaciones, existen otras razones como el nivel de maduración o el nivel de forma, que puede influir para que el método de intensidad máxima consiga estos resultados. De hecho, está comprobado que el entrenamiento con cargas altas, de tipo máximo y submáximo, en sujetos jóvenes y poco entrenados mejora la altura del salto (Fowler et al, 1995; Zurita et al, 1995; Adams et al, 1992; Duke y Beneliyahu, 1992; Venable et al, 1991; Bauer et al, 1990; Gemar, 1988; Blattner y Noble, 1979). En función de estos estudios pensamos que, para este tipo de población, el requerimiento previo, para un entrenamiento más exigente, debe ser un trabajo de fuerza general con lo que previsiblemente también se conseguirán ganancias en la altura de salto.

Por contra, en sujetos entrenados la ganancia de fuerza general no es suficiente para conseguir incrementos en el salto vertical (Bosco, 2000; García Manso, 1999; González, 1996; Kauhanen et al, 1988; Hakkinen et al, 1988; Clutch et al, 1983). La causa es posible encontrarla en las diferencias entre las características biomecánicas y neurofisiológicas de los ejercicios de fuerza de piernas utilizados y el salto vertical sin cargas (Baker, 1996). Es factible incidir positivamente en la altura utilizando ejercicios con mayor correspondencia con el salto, como por ejemplo la arrancada y el dos tiempos, utilizados en halterofilia (González, 1996). De hecho, existe una correlación positiva entre la altura del salto y la mejora en la carga media de arrancada (Zanon, 1979). También es

posible conseguir esa conexión enlazando ejercicios de cargas máximas con acciones de salto, siendo esta una de las cuestiones que pretendemos demostrar con nuestra investigación.

Siguiendo con el análisis de estos métodos, es conocido que el entrenamiento con cargas máximas y submáximas se utiliza y puede servir como base para alcanzar la forma deportiva, al igual que es requerido para el mantenimiento de la condición especial de fuerza alcanzada en periodos de competición (Zanon, 1979). Aprovechando esto, existe la tendencia a mejorar la fuerza explosiva para el incremento de la altura del salto utilizando en primer lugar trabajos de fuerza máxima (aproximadamente dos meses) para concluir con un período de trabajo de fuerza explosiva.

Las nuevas concepciones, apoyadas por experiencias de naturaleza empírica, prevén el uso de fuerza máxima y explosiva en un mismo espacio de tiempo (Stiff y Verkhoshansky, 2000). Al principio de la preparación se debe insistir en el trabajo de fuerza máxima para posteriormente darle mayor importancia al desarrollo de fuerza explosiva aplicado al gesto específico (Bosco, 1994). Esto es debido, según este autor, a que la capacidad de desarrollo de la fuerza máxima y la fuerza explosiva presentan numerosas características comunes; ambas mejoran la sincronización de unidades motrices, aumentan la coordinación intermuscular e incrementan la frecuencia de los impulsos del cerebro que llegan a los músculos (Cometti, 1998, Bompa, 1996). Ello induce a pensar que, si estos factores se mejoran con el entrenamiento de fuerza máxima, pueden influenciar positivamente en la fuerza explosiva.

El entrenamiento exclusivo de fuerza máxima, en periodos muy prolongados de entrenamiento, no consigue mejorar la altura de salto. Las investigaciones realizadas, en las que se han controlado largos periodos de entrenamiento, no han encontrado una correlación positiva entre las dos variables (altura de salto y fuerza máxima). Es más el aumento de la fuerza máxima, en periodos prolongado de trabajo, suele ir acompañado de un aumento de la hipertrofia general, perjudicando por razones obvias el salto (Mayhew et al, 1997; Pincivero et al, 1997; Bosco, 1994; Hakkinen y Komi, 1985; Komi et al, 1982; Hakkinen et al, 1981; Bosco et al, 1979).

Otro modo de mejorar la altura del salto, mediante la utilización de cargas externas, es aplicando pesos que optimen la potencia máxima de ejecución (Bosco, 2000; González Badillo, 2000). Esta estrategia de entrenamiento, requiere el levantamiento de cargas relativamente ligeras, aproximadamente de

un 30% de la Fuerza Isométrica Máxima a alta velocidad (este método incide en la mejora de potencia máxima mecánica). Kaneko et al (1983), al observar los efectos del entrenamiento a distintas intensidades (0%,30%, 60% y 100% de la fuerza dinámica máxima), detectaron que sobre el 30% de la FIM se obtenían los mayores incrementos en la potencia máxima inicial, mientras que al 100%, lo que aumentaba era la fuerza máxima. Estos datos fueron corroborados por Moritani et al (1987), quienes sugirieron, que para cualquier método de entrenamiento que intente mejorar la potencia, se debe utilizar una carga de entrenamiento del 30% de la FIM.

Existen otras formas de entrenamiento, contrastadas empíricamente, que también consiguen aumentar la altura del salto, son los llamados métodos pliométricos. Pliométrica es toda acción muscular, con una fase excéntrica seguida de una fase concéntrica, en la que existe un tiempo muy corto de acoplamiento entre fases. Actúa, lo que los fisiólogos han denominado, el ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) (Cometti, 1988, Komi, 1985).

Los efectos del trabajo pliométrico son múltiples, incidiendo, sobre todo, en los mecanismos inhibidores y facilitadores de la acción muscular, al mismo tiempo que favorece la mayor aplicación de fuerza por unidad de tiempo (Bosco, 2000; Tous,1999; González y Gorostiaga, 1995). Las consecuencias de esta forma de entrenamiento sobre la capacidad de almacenamiento de energía elástica por parte del músculo, son actualmente desconocidas (Sale, 1993), aunque por los resultados externos obtenidos en las distintas investigaciones no cabe duda de su influencia.

El primero en describir un método de carácter pliométrico fue Verkhoshansky (1968), citado por Clutch (1983). La técnica llamada salto en profundidad fue utilizada por los atletas rusos, obteniendo grandes éxitos deportivos en competiciones internacionales. A partir de ese momento y en esta misma línea, trabajos desarrollados por diferentes autores, aplicándolos a diferentes actividades deportivas, han demostrando la eficacia del entrenamiento pliométrico, realizado con salto tras caída previa, para aumentar la altura del salto (Madrid y Aragon, 1997; Piedra et al, 1997; Marina y Gusi, 1997; Zurita et al, 1995; Adams et al, 1993; Duke y Beneliyahu, 1992; Hortobágyi et al, 1991; Bauer et al, 1990; German, 1988; Blakey, 1987; Pokrajac, 1985; Oses, 1983; Brow et al, 1983; Clutch et al, 1983; Verkhoshansky y Tatyán, 1983; Polhemus, 1983; Gracelli, 1983; Bosco et al, 1982 Lesko, 1981; Blattner y Noble, 1979; Thorstensson, 1976).

Son pocas las investigaciones que hemos encontrado donde se comparan la eficacia de las tres sistemáticas de entrenamiento más habituales de trabajar el tren inferior para mejorar la altura de salto. Por ejemplo, Wilson et al (1993), realizaron una investigación en la que compararon la eficacia de estos tres modelos diferenciados de entrenamiento: con cargas máximas, pliométrico y con cargas basadas en la potencia máxima de ejecución (aproximadamente el 30%) con relación a la altura del salto. Aunque los tres grupos mejoraron significativamente la altura del salto, los resultados fueron superiores para el grupo experimental que entrenó con la carga que se establece al valorar la potencia máxima inicial (aproximadamente el 30% de la carga).

También existe la posibilidad de mejorar la altura del salto combinando los métodos de trabajo que hemos mencionado, de hecho, algunas de las publicaciones a las que se ha hecho alusión han contrastado el efecto de combinar métodos, principalmente trabajos pliométrico y de carga máxima, demostrando que la combinación de dichas cargas dentro de un mismo entrenamiento, produce mejores efectos que su uso por separado (Fower, 1995; Zurita et al, 1995; Adams et al, 1992; Duke y Beneliyahu,1992; Bauer et al, 1990; Germar, 1988; Polhemus, 1983; Bosco et al, 1979).

Sin embargo, siguiendo la lógica del contraste, la cual se basa en combinar cargas pesadas con ligeras, no hemos encontrado ninguna referencia con respecto a que forma de combinación es la óptima. Creemos necesario una investigación que aclare parte de este problema. Vamos a comprobar si entrenar con cargas pesadas más multisaltos varía su efecto dependiendo si el trabajo se realiza en la misma serie o en la sesión.

2. MATERIAL Y MÉTODO

Hipótesis

Los sujetos de los dos grupos experimentales, sometidos a diferentes entrenamientos de contraste (contraste en la sesión y contraste en la serie), mejorarán significativamente la altura de salto y la fuerza dinámica máxima. El grupo con entrenamiento de contraste en la serie obtendrá mejores resultados que el de contraste en la sesión.

Muestra

Hemos elegido como sujetos experimentales a 30 soldados del Ejército Español de Tierra, pertenecientes al acuartelamiento Cervantes de Granada. Han

sido escogido tras cumplir con una serie de condiciones previas, que interesan ser controladas para obtener validez interna: a) Varones. b) Poder ejecutar media sentadilla con una carga del 100% de su peso corporal. c) Tener unas condiciones de vida prácticamente idénticas.

Además, para evitar variables contaminantes se les ha controlado la edad, el peso, la composición corporal, la estatura, los años de entrenamiento, la calidad de ese entrenamiento, el tipo de práctica deportiva, el estado físico, las patologías clínicas que puedan afectar al resultado de la prueba y la toma de medicamentos o suplementos que afecten al desarrollo de la fuerza. Todos estos requisitos garantizan un mínimo de condición física previa, así como, una adecuada salud de todos los sujetos para poder realizar los entrenamientos o bien el tratamiento experimental.

Debemos señalar que se ha elegido a este tipo de sujetos por pertenecer a un grupo representativo de la población masculina española, que están en el rango de edad (18 a los 24 años) todos los sujetos son de reemplazo y mantienen unas mismas condiciones de vida. Por este motivo, de entre todos los sujetos del mismo reemplazo que estaban en el acuartelamiento, hemos elegimos al azar 60 soldados de los cuales, una vez comprobadas las condiciones previas, hemos seleccionado 50 sujetos. Debemos reseñar que de toda la muestra inicial sólo 30 sujetos realizaron completamente la experimentación, produciéndose una muerte experimental de 20 sujetos.

Diseño

Se trata de un diseño experimental multigrupo, con una variable independiente en la que existen dos niveles. Los sujetos se distribuyen en función de las marcas conseguidas en el pretest en dos grupos homogéneos de 15 componentes. Los dos grupos realizan un tratamiento experimental sin que exista un grupo control ya que está suficientemente demostrado, por otros investigadores, que el entrenamiento con métodos de carga combinado con métodos de multisaltos o pliométricos mejora la altura de salto (Zurita et al, 1995; Adams et al, 1992; Duke y Beneliyahu, 1992; Bauer et al, 1990; Germar, 1988; Polhemus, 1983; Bosco et al, 1979). El objetivo de esta investigación es comprobar con qué de tipo de contraste, en el trabajo de fuerza, se mejora más la altura de salto.

Variables

Variable independiente: El entrenamiento del tren inferior mediante un método de contraste, con trabajo concéntrico en orden al 70% de una repetición máxima, combinado con multisaltos. La variable independiente tiene dos niveles, se mantiene el volumen de carga y varía la forma de realización. VII- Entrenamiento de contraste en la sesión: Dentro de una misma sesión se combinan series pesadas con series ligeras con un tiempo de reposo de tres minutos entre serie. VI2- Entrenamiento de contraste en la serie: Se trabaja dentro de la misma serie cargas máximas y multisaltos.

Variables dependientes: VD1- Altura máxima de salto sin contramovimiento (SJ). VD2- Altura máxima de salto con contramovimiento (CMJ). VD3- Altura máxima de salto sin contramovimiento con carga adicional del 50% y 100% del peso corporal (SJ50 y SJ100). VD4- Índice de elasticidad VD5- Índice de fuerza velocidad o índice de Bosco

Para controlar las posibles variables extrañas y darle mayor validez interna al diseño, hemos tenido en cuenta una serie de consideraciones:

- La asignación de los sujetos se realizó siguiendo un contrabalanceo posterior al pretest, para igualar las medias y las desviaciones y de ese modo conseguir grupos homogéneos.
- El tiempo de duración del experimento es relativamente corto (ocho semanas), por lo que los procesos relacionados con la maduración del sujeto no deberían afectar al entrenamiento.
- Sólo se administra un sólo tratamiento a cada grupo, eliminando al posibilidad de un error progresivo.
- El trabajo se ha diseñado de tal forma que, a pesar de la dificultad que entraña controlar las numerosas variables que intervienen en un programa de entrenamiento, creemos haber conseguido igualar todas excepto la que hemos considerado como independiente.
- Las variables situacionales no existen porque todos trabajan y realizan los tests en las mismas condiciones; el efecto del aprendizaje no existe por tratarse de habilidades básicas practicadas por los sujetos que han tenido que superar un requisito previo exigente, además, se contaba con la ventaja de que todos los sujetos mantenían unas condiciones de vida similares, pues se encontraban realizando el servicio militar en el mismo acuartelamiento.

Estas son las principales variables extrañas que pueden afectar a la validez interna que están suficientemente controladas. En la descripción del proceso se indicarán algunas características del mismo que también contribuyen a mejorar el control experimental.

Procedimiento

Los sujetos son 30 soldados, voluntarios, del Cuerpo de Operaciones Especiales del acuartelamiento Cervantes de Granada, que han sido seleccionados tras cumplir con las condiciones previas anteriormente expuestas.

Los entrenamientos han sido dirigidos por una licenciada en Ciencias de la Actividad Física, que ha sido entrenada para ello. Se le entregaron por escrito los entrenamientos que los sujetos debían realizar; ni la entrenadora, ni los sujetos conocían la hipótesis de trabajo.

Los entrenamientos se han realizado durante tres días alternos, en un período continuado de ocho semanas. A la cuarta semana se les realizó un test intermedio de control para analizar la evolución de la forma hasta ese momento.

Las intensidades de los ejercicios propuestos fueron modificados en la cuarta semana en función de las pruebas realizadas.

Tras establecer la línea base, previamente al entrenamiento, se realizó en la octava semana la batería de tests final, que sirvió para medir la evolución del rendimiento y su efecto sobre las variables dependientes.

Los controles se realizaron en el laboratorio de Análisis del Movimiento Humano de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y Deporte bajo la observación del entrenador y el investigador principal.

Instrumental de medida

Plataforma de presión, microordenador portátil: IBM 486 SL/25, goniómetro manual, goniómetro electrónico Ibv, plicómetro Slim Guide, báscula, cinta antropométrica, paquímetro, banco de madera de altura conocida para facilitar al antropometrista la toma de diferentes medidas, lápiz dermatográfico para señalar los puntos anatómicos y marcas de referencia, pesos y escala métrica para calibrar los aparatos, programa informático de cineantropometría para el posterior tratamiento de los datos, debido al alto número de medidas realizadas, material de registro y entrenamiento.

Adquisición y análisis de los datos

Todo el proceso de adquisición de datos está controlado por un software de control (ASISTANT +), del cuál, se selecciona la opción de alta velocidad para la adquisición de los registros, programado con una frecuencia de 3000 Hertzios por canal y una duración de tres segundos para cada registro. La adquisición se pone en marcha de forma manual por medio de la tecla interruptor situada en el teclado del ordenador. A partir de aquí, se recoge la señal TTL procedente de la plataforma de presión que interrumpe dicha señal cuando se presiona, lo que permite conocer en qué momento comienza y termina el vuelo del deportista (Padial, 1994; Martínez, 1993).

Los cálculos se ejecutan de forma automática al medir el ordenador la diferencia de tiempo entre dos presiones sucesivas.

Descripción de protocolo de pruebas y test empleados

Antes de comenzar la batería de test para el tren inferior se les realizó el control de los datos antropométricos. La preparación para todas las pruebas de salto es la misma y se realiza al inicio de los bloques de entrenamiento. Previamente se ha realizado el estudio antropométrico de los sujetos. También, todos los sujetos reciben información escrita de cómo se realizan los tests. Antes de realizar cada una de las pruebas se les demuestra prácticamente cual es su ejecución correcta.

El protocolo es el mismo para todos los sujetos. Primero se realiza el calentamiento y luego se realizan cada una de las pruebas en este orden: SJ, CMJ, SJ50, SJ100, AB, 1RM Fmax en semisentadillas.

Análisis estadístico

- Análisis de tipo descriptivo por grupos y para cada una de las variables analizadas tanto previamente como durante y post-entrenamiento. Se obtuvieron las medidas de posición (media, mediana, etc.), así como las medidas de dispersión (rango, varianza, desviación típica, error estándar de la media), valores mínimo y máximo observados en cada muestra, etc. . Asimismo se ha realizado dicho estudio para las diferencias de los valores antes, durante y después del entrenamiento para cada una de las variables estudiadas.
- Para contrastar la normalidad de las variables se ha aplicado el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a cada variable y para cada una de las

muestras así como a las diferencias entre los valores en los instantes 1, 2 y 3. En caso de resultar el test de normalidad significativo se emplearán para las comparaciones posteriores los correspondientes tests no-paramétricos. Hay que resaltar que todos los tests de normalidad han resultado no significativos por lo cual los tests empleados han sido siempre paramétricos, basados en la normalidad de las variables.

- Para estudiar las posibles diferencias entre los grupos con respecto a cada una de las variables se realizaron t de Student para muestras independientes, que estudia si existen diferencias entre las medias de los dos grupos experimentales dando el correspondiente valor de la t experimental así como sus grados de libertad y la correspondiente significación. Cuando nos se cumple la hipótesis de homogeneidad de varianzas, se realiza el correspondiente test de Welch.
- Dentro de cada grupo se han comparado los valores antes-después mediante la t de Student para datos apareados y asimismo para comparar si las ganancias ó pérdidas medias pueden considerarse iguales en los dos grupos experimentales se comparan las diferencias medias obtenidas en cada grupo mediante la t de Student.
- Para estudiar si existe relación lineal entre las variables estudiadas, se han hallado los coeficientes de correlación lineal de Pearson entre las distintas variables dentro de cada experimento y grupo, donde además se nos proporciona el correspondiente nivel de significación (valor de probabilidad), de cada uno de los coeficientes hallados.

3. RESULTADOS

Partimos de la base que los dos grupos experimentales son homogéneos ya que no existen diferencias significativas en el pretests en la comparación de los grupos en todas las variables estudiadas (tabla 1).

Analizando las diferencias entre los grupos en el test intermedio, se puede apreciar la existencia de una mejora significativa ($P < .05$) en la altura de salto del grupo 2 (entrenamiento de contraste en la serie) en las variables SJ y CMJ (tabla 2).

Tras el postest, realizada la comparación entre los dos grupos experimentales (tabla 3), la relación deja de ser significativa para las variables SJ y CMJ. Sin embargo, resulta muy significativo ($P < .01$) el aumento en el grupo 2 para la otras dos variables controladas SJ100 y la fuerza máxima dinámica en media sentadilla (MaxF).

EFECTO DE DIFERENTES METODOS DE ENTRENAMIENTO DE CONTRASTE...

Tabla 1. Estadística batería de tests tren inferior. Comparación entre grupos

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ grupo 1	28,56	4,07	1,05	-1,34	27,36	.192
SJ grupo 2	30,72	4,75	1,22			
CMJ gr.1	30,97	4,63	1,20	-1,70	28,00	.101
CMJ gr.2	33,82	4,57	1,18			
SJ50 gr.1	20,30	3,12	0,81	-1,74	22,13	.094
SJ50 gr.2	22,07	1,92	0,50			
SJ100 gr.1	10,80	3,50	0,91	-1,40	25,29	.174
SJ100 gr.2	12,35	2,49	0,64			
MaxF gr.1	136,66	19,61	5,06	0,61	27,49	.550
MaxF gr.2	132,00	22,50	5,81			

SJ: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento. CMJ: Altura en centímetros del salto con contramovimiento. SJ50: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional. SJ100: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional. MaxF: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas

Tabla 2. Estadística test intermedio grupo 1 y 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ grupo 1	31,60	3,78	0,97	-2,51	28	.018 *
SJ grupo 2	35,07	3,80	0,98			
CMJ gr.1	32,61	3,84	0,99	-2,37	28	.025 *
CMJ gr.2	35,92	3,83	0,99			

SJ: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento. CMJ: Altura en centímetros del salto con contramovimiento.

Tabla 3. Estadística pretest y posttest grupo 1 y 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ grupo 1	35,19	3,45	0,89	-0,91	27,28	.370
SJ grupo 2	36,35	3,55	0,92			
CMJ grupo 1	35,79	4,13	1,07	-1,30	23,26	.208
CMJ grupo 2	37,41	2,54	0,66			
SJ50 gr.1	20,30	3,12	0,81	-1,88	23,26	0,73
SJ50 gr.2	22,07	1,92	0,50			
SJ100 gr.1	13,76	2,81	0,73	-2,65	24,17	.010 **
SJ100 gr.2	16,05	1,84	0,48			
MaxF gr.1	153	19,16	4,95	-2,68	27,14	.010 **
MaxF gr.2	173	22,95	5,93			

SJ: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento. CMJ: Altura en centímetros del salto con contramovimiento. SJ50: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional. SJ100: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional. MaxF: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas

En la tabla 4, se puede observar el desarrollo de los valores estadísticos entre el pretest y test intermedio para el grupo 1. En ellos se aprecia un incremento significativo ($P < .05$) en la variable CMJ. Este aumento es significativo ($P < .001$) para la variable SJ.

El resultado del análisis estadístico de la comparación del test intermedio y el posttest en el grupo 1 (tabla 5) presenta una mejora altamente significativa ($P < .001$) en las dos variables controladas (CMJ) y (SJ).

Tabla 4. Estadística pretest-test intermedio grupo 1.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 1	28,56	4,07	1,05	-4.88	14	.000 ***
SJ 2	31,60	3,78	0,97			
CMJ 1	30,98	4,63	1,19	-2.26	14	.041 *
CMJ 2	32,61	3,83	0,99			

SJ1: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ2: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el test intermedio. CMJ1: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el pretest. CMJ2: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el test intermedio.

Tabla 5. Estadística test intermedio- posttest grupo 1.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 2	31,60	3,78	0,97	-5.42	14	.000
SJ 3	35,19	3,44	0,89			
CMJ 2	32,61	3,83	0,99	-5.77	14	.000
CMJ 3	35,79	4,12	1,06			

SJ2: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ3: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el Postest. CMJ2: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el test intermedio. CMJ3: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el posttest.

La mejora también es altamente significativa ($P < .001$) en todas las variables SJ, CMJ, SJ50, SJ100 y MaxF controladas en el análisis estadístico realizado entre el pretest y posttest (tabla 6).

Tras un periodo de cuatro semanas, se observa un incremento altamente significativo de las dos variables controladas SJ y CMJ (tabla 7).

Los resultados de la tabla 8, sobre la comparación estadística del test intermedio y el posttest del grupo 2, presentan un incremento muy significativo ($P < .01$) para la variable CMJ y significativo ($P > .021$) para la variable SJ.

EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE CONTRASTE ...

Tabla 6. Estadística pretest-postest grupo 1.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 1	28,60	4,08	1,05	-6,51	14	.000 ***
SJ 3	35,16	3,48	0,89			
CMJ 1	30,96	4,63	1,97	-5,54	14	.000 ***
CMJ 3	35,79	4,13	1,07			
SJ50 1	15,54	3,29	0,85	-7,00	14	.000 ***
SJ50 3	20,30	3,11	0,80			
SJ100 1	10,79	3,50	0,90	-4,38	14	.001 ***
SJ100 3	13,75	2,80	0,72			
MaxF 1	136	19,60	5,06	-4,08	14	.001 ***
MaxF 3	153	19,16	4,94			

SJ1: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ3: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el postest. CMJ1: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el pretest. CMJ3: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el postest. SJ501: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional pretest. SJ503: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional postest. SJ1001: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional pretest. SJ1003: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional postest. MaxF1: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas en el pretest. MaxF3: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas en el postest.

Tabla 7. Estadística pretest - test intermedio grupo 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 1	30,72	4,75	1,22	-5,54	14	.000 ***
SJ 2	35,06	3,79	0,98			
CMJ 1	33,82	4,57	1,18	-3,15	14	.000 ***
CMJ 2	35,92	3,82	0,98			

SJ1: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ2: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el test intermedio. CMJ1: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el pretest. CMJ2: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el test intermedio.

Tabla 8. Estadística test intermedio - postest grupo 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 2	35,06	3,79	0,98	-2,59	14	.021 *
SJ 3	36,34	3,54	0,91			
CMJ 2	35,92	3,82	0,98	-2,90	14	.01 **
CMJ 3	37,41	2,53	0,65			

SJ2: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ3: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el Postest. CMJ2: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el test intermedio. CMJ3: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el postest.

En la tabla 9 se hace referencia a la comparación del pretest y posttest del grupo 2. En ella se aprecia un incremento altamente significativo ($P < .001$) para todas las variables analizadas SJ, CMJ, SJ50, SJ100, MaxF.

Tabla 9. Estadística pretest - posttest grupo 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 1	30,72	4,75	1,22	-6,99	14	.000 ***
SJ 3	36,34	3,54	0,91			
CMJ 1	33,82	4,57	1,18	-5,03	14	.000 ***
CMJ 3	37,41	2,53	0,65			
SJ50 1	17,45	2,75	0,70	-8,75	14	.000 ***
SJ50 3	22,07	1,91	0,49			
SJ100 1	12,34	2,94	0,64	-7,31	14	.000 ***
SJ100 3	16,05	1,84	0,47			
MaxF 1	132	22,54	5,84	-10,79	14	.000 ***
MaxF 3	173,66	22,94	5,92			

SJ1: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ3: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el posttest. CMJ1: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el pretest. CMJ3: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el posttest. SJ501: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional pretest. SJ503: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional posttest. SJ1001: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional pretest. SJ1003: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional posttest. MaxF1: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas en el pretest. MaxF3: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas en el posttest.

Resultados de los índices de fuerza

En la tabla 10, tras el análisis estadístico del pretest, no existen diferencias significativas entre la comparación de los dos índices utilizados.

En la tabla 11 se observa como tras el posttest, una vez realizado los dos tipos de entrenamiento, que no existen diferencias significativas entre los dos grupos experimentales en el caso del índice de elasticidad. En lo referente al índice de Bosco, se puede ver que la relación entre los grupos es muy significativa ($P < .01$).

En la tabla 12 se observa el efecto del entrenamiento de fuerza sobre los índices valorados cuando se utiliza un método de contraste en la sesión. Se puede ver como después del tratamiento las modificaciones en ambos índices son significativas ($P < .05$).

Estudiando los mismos criterios que en la tabla anterior pero en el grupo 2 (entrenamiento de fuerza con método de contraste en la serie) - tabla 13 -, se

EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE CONTRASTE ...

evidencia una mejora significativa ($P < .01$) en la disminución de los valores del índice de elasticidad tanto para el test intermedio como para el postest.

Tabla 10. estadística pretest Indices de fuerza grupos 1 y 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
IB grupo 1	0,37	0,97	0,25	0,98	27.18	.334
IB grupo 2	0,40	0,81	0,21			
IE grupo 1	2,41	2,41	0,74	-0,71	26.70	.481
IE grupo 2	3,10	3,10	0,59			

Indice de Bosco= Salto sin contramovimiento con carga adicional del 100% del peso corporal dividido por el salto sin contramovimiento
 Indice de elasticidad= Salto con contramovimiento menos salto con contramovimiento.

Tabla 11. estadística posttest Indices de fuerza grupo 1 y 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
IB grupo 1	0,38	0,58	0,15	-3,21	20.60	.004 **
IB grupo 2	0,44	0,02	0,07			
IE grupo 1	1,01	1,58	0,41	0,33	22.06	.744
IE gr.upo 2	0,85	0,89	0,23			

Indice de Bosco= Salto sin contramovimiento con carga adicional del 100% del peso corporal dividido por el salto sin contramovimiento
 Indice de elasticidad= Salto con contramovimiento menos salto con contramovimiento.

Tabla 12. Estadística de los índices de fuerza grupo 1.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
IB pretest	0,37	0,09	0,02	-0,74	14	.0473 *
IB postest	0,38	0,05	0,05			
IE pretest	2,41	2,90	0,74	1,94	14	.073
IE test intermedio	1,01	1,58	0,41			
IE test intermedio	1,01	1,58	0,41	0,89	14	.389
IE postest	0,60	1,39	0,35			
IE pretest	2,41	2,90	0,74	2,43	14	.029 *
IE postest	0,60	1,39	0,35			

Tabla 13. Estadística de los índices de fuerza grupo2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
IB pretest	0,40	0,81	0,02	-1,64	14	.123
IB postest	0,44	0,02	0,00			
IE pretest	3,10	2,31	0,59	3,01	14	.009 **
IE test intermedio	0,85	0,89	0,23			
IE test intermedio	0,85	0,89	0,23	-0,36	14	.724
IE postest	1,06	1,92	0,49			
IE pretest	3,10	2,31	0,59	2,96	14	.010 **
IE postest	1,06	1,92	0,49			

Resultado de los coeficientes de correlaciones lineal existentes entre las variables estudiadas.

En la tabla 14 figuran los coeficientes de correlación lineal de Pearson para las distintas variables estudiadas en el grupo 1. Sólo señalaremos los coeficientes donde P sea significativa.

En la tabla 15 presentamos los coeficientes de correlación lineal de Pearson para las distintas variables estudiadas en el grupo 2. Sólo señalaremos los coeficientes donde P sea significativa.

4. DISCUSIÓN

Para contextualizar la investigación, es necesario reseñar que el estudio se ha llevado a cabo con deportistas de nivel medio. Esta afirmación se hace después de comparar las marcas conseguidas en el pretest con otros trabajos en los que se utiliza la misma batería de tests (Bosco 1994).

Una vez realizado el tratamiento, ambos grupos CSR y CSS consiguen una mejora significativa en todas las variables analizadas (tabla 3, 6 y 9), excepto en la variable índice de Bosco en el CSR (tabla 11), que sirve para confirmar la mejora da la fuerza máxima dinámica con la utilización del CSR (Cometti, 1998).

EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE CONTRASTE...

Tabla 14. Coeficiente de correlación lineal de Pearson. Grupo 1.

	Peso	Diámetro	Grasa	SJ	CMJ	SJ50	SJ100	Fmax	IE	IB
Peso									-.5698 15 .027	
Diámetro					-.5510 15 .003	-.6312 15 .044				
Grasa										
SJ					.6976 15 .004		.5134 15 .050		.5514 15 .033	
CMJ		-.5510 15 .003		.6976 15 .004						
SJ50		-.6312 15 .044					.5219 15 .046			
SJ100				.5134 15 .050		.5219 15 .046				.8082 15 .000
Fmax										
IE	-.5698 15 .027			-.5514 15 .033						
IB							.8082 15 .000			

En los datos presentados, 1° indicamos el índice de correlación, 2° el grado de libertad y 3° el nivel de significación.

Tabla 15. Coeficiente de correlación lineal de Pearson. Grupo 2.

	Peso	Diámetro	Grasa	SJ	CMJ	SJ50	SJ100	Fmax	IE	IB
Peso									-.7245 15 .002	
Diámetro										
Grasa										
SJ					.5949 15 .019				-.5537 15 .032	-.6924 15 .004
CMJ				.5949 15 .019						
SJ50										
SJ100										.8411 15 .000
Fmax										
IE	-.7245 15 .002			-.5537 15 .032						.5492 15 .034
IB				-.6924 15 .004			.8411 15 .000		.5492 15 .034	

En los datos presentados, indicamos 1° el índice de correlación, 2° el grado de libertad y 3° el nivel de significación.

Los resultados obtenidos vienen a demostrar que ambos tratamientos son eficaces para la mejora de las distintas manifestaciones de fuerza en el tren inferior (tabla 6 y 9). Estos resultados confirman la eficacia del trabajo que combina cargas pesadas con multisaltos (lógica de contraste), para la mejora de la altura del salto, de acuerdo con los estudios realizados en esta línea por diversos autores (Stiff y Verkjoshanski, 2000; Cometti, 1999; Marina y Gusí, 1997; Sevin, 1995; Adams et al, 1992; Duke y Benmliyah, 1992; Baver et al, 1990; Blakey, 1987; Clutch et al 1983; Polhemus, 1983).

En estas investigaciones se comparó la eficacia de los trabajos que contrastan cargas pesadas, con saltos con la aplicación de cada una de las partes por separado, obteniéndose mejores resultados con el trabajo de contraste (Adams et al 1992, Duke y Benmliyah, 1992; Bosco y Pittera, 1982, Polhemus, 1983).

La bibliografía especializada muestra que en los distintos estudios encaminados a conocer el efecto del contraste entre cargas pesadas y ligeras se han producido mejoras significativas, aunque los medios y métodos empleados han sido diferentes (Marina y Gusí 1997; Selvin 1995; Adams et al 1992; Polhemus, 1983). Por ejemplo, Selvin (1995) en 6 semanas obtuvo incrementos de la altura de salto combinando una rutina de pesas (3 a 5 series de 10-4 repeticiones al 40-60%) con multisaltos (4-6 series x 10 saltos DJ 20 cm) en días alternos. En otro estudio de 6 semanas, Polhemus, (1983), mejoro la altura del salto de sus atletas combinando dentro del mismo día dos sesiones una de pesas (series de 5 repeticiones al 70%) con trabajo de saltos (levantar piernas con lastre y saltos DJ 20cm con lastre 10% del peso corporal).

A pesar de la dificultad de comparar estos estudios, por tratarse de diseños experimentales distintos, con el aquí realizado, sí se puede señalar que la combinación de cargas altas con multisaltos sirve para mejorar la altura de salto vertical (fuerza aplicada) en deportistas de nivel medio.

Una de las posibles causas de este comportamiento es que al contrastar cargas, ya sea en la sesión o en la serie, se produce un acumulo de efectos positivos sobre los distintos factores que mejoran la fuerza máxima y la explosiva (González y Gorrostiaga, 1995), lo que no podemos determinar con los métodos empleados, es el factor sobre el que se ha influido.

En otro orden de cosas, ambos tratamientos han producido aumentos altamente significativos ($P < .001$) en el perímetro del muslo, lo que concuerda con la investigación realizada por Hakikinen et al (1985) en la cual, combinando

trabajos de saltos con cargas del 60%, obtuvo aumentos en el perímetro muscular, a las 6 semanas de entrenamiento, debido a hipertrofia de fibras Ft principalmente (Bompa, 1999; Zatsiorsky, 1995; Garhammer et al, 1992). En nuestro estudio, no podemos saber que tipo de hipertrofia se ha producido, pero si estamos en condiciones de suponer que se ha producido hipertrofia, ya que el aumento del perímetro del muslo ha sido acompañado de un descenso en el porcentaje graso. No podemos descartar que el aumento del perímetro muscular se vea influenciado por el nivel de los deportistas. Se ha demostrado que cargas del 70%, además de producir optimización de la fuerza máxima conllevan un incremento del área transversal del músculo (Gollinck and Bayly, 1986).

En el test intermedio, realizado a la cuarta semana, ambos grupos consiguen ganancias en fuerza significativas, pero en la comparación de los dos grupos, aparecen diferencias significativas ($P < 0,5$) para el SJ y CMJ a favor del CSR (tabla 2,4,5,7 y 8). Diferencias que desaparecen al final del tratamiento (tabla 2 y 3), lo que muestra la eficacia del CSR en periodos cortos de tiempo con relación al CSS. Es probable que la sucesión inmediata de trabajo provoque mayor incitación en el grupo de CSR que el producido en el CSS, aumentando en los músculos requeridos la frecuencia de impulso y por tanto la tensión que son capaces de generar (Sale, 1992; Schmidtbleicher, 1988). Al mismo tiempo, la sucesión inmediata de dos trabajos de diferentes cargas, permite que la coordinación intermuscular también se vea favorecida (Chirosa et al, 2001; Commetti, 1998).

Al finalizar la experimentación, en la comparación entre grupos (tabla 3), existen diferencias significativas en rendimiento para las variables SJ100 y Fmax en semisentadillas, este hecho indica que CSR produce mayores incrementos sobre la fuerza dinámica máxima, probablemente debido a mejores adaptaciones de los factores nerviosos, ya que en ambos grupos se producen adaptaciones morfológicas similares.

En cuanto a los índices de fuerza controlados, se observa como en ambos grupos el índice de elasticidad muestra un descenso muy significativo ($P < 0,01$). Se puede concluir que los incrementos de fuerza activa conllevan un aumento menor de fuerza reactiva, necesitando un trabajo específico para su mejora (Padial, 1993); traduciéndose después en un incremento de la altura de salto.

Además podemos constatar (tabla 13 y 14) que la fuerza máxima dinámica tiene un alto grado de correlación con el índice de Bosco, que mide la relación entre la fuerza y la velocidad, mostrándose como un índice válido para

el control en deportes que necesitan aplicar una gran fuerza a gran velocidad (Zatsiorski, 1995; Bosco, 1994; Vittori, 1990; Viitasolo, 1988).

También podemos comprobar que existe una relación positiva entre la fuerza explosiva y la manifestación de fuerza elástica, aunque como hemos señalado el índice de elasticidad no muestra significación. Esto indica que el trabajo de contraste incrementa más la manifestación de fuerza explosiva que la fuerza elástica, confirmando que la fuerza elástica necesita ejercicios especiales para su mejora. Por último, en nuestra investigación no hemos encontrado una correlación significativa entre el incremento de la carga levantada en una repetición máxima y el aumento en la altura de salto, contradiciendo los trabajos realizados por Wisloff et al (1998) realizado con jugadores de fútbol de primera nacional.

CONCLUSIONES

- El entrenamiento de contraste con cargas del 70% de la fuerza máxima, combinado con series de 6 a 8 multisaltos, mejora las distintas manifestaciones de fuerza dinámica, sin importar si el contraste se realiza en la sesión o en la serie.
- El entrenamiento de fuerza con el método de contraste en la serie produce mas rápidamente aumentos en la altura de salto si lo comparamos con el método de contraste en la sesión, aunque con el tiempo los resultados se igualan.
- Mediante el entrenamiento de contraste en la serie se mejora más la fuerza dinámica máxima que con el método de contraste en la sesión.
- Los incrementos de fuerza activa son mayores que los de fuerza reactiva.
- El entrenamiento de contraste permite una relación positiva entre la fuerza explosiva y la elástica.

REFERENCIAS

- Adams,G.R.; Hather,B.M.; Baldwin,K.M. y Dudley,G.A. (1993). Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. *Journal of Applied Fisiology*. 74,2:911-915.
- Adams,K; O'Shea,J.P.; O'Shea,L. y Climstein,M. (1992). The effect of six weeks of squat-plyometric training on power production. *Journal of applied sport science research*.6, 1:36-41.
- Baker,D. (1996). Improving vertical jump performance through general, special and specific strength training: a brief review. *Journal Strength and condition Research*. 10, 2:131-136.

- Bauer,T; Thayer,R.E. y Bras,G. (1990). Comparison of training modalities for power development in the lower extremity. *Journal of applied sport science research*. 4,4:115-121.
- Blakey,J. (1987). The combined effects of weight training and plyometrics on dynamic leg strength and leg power. *Journal of applied sport science research*. 1.1:114-16.
- Blattner,S.E. y Noble, L. (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.54,4:583-588.
- Bompa,T.O. (1996). *Power training for sport*. Coaching Association of Canada. Ontario.
- Bompa,T.O. (1999). *Periodization Training for Sports*. Human Kinetics.Champaign, IL.
- Bosco,C. (1994). La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona: Paidotribo.
- Bosco,C. (1988). El entrenamiento de la fuerza en Voleibol. *RED*.5 y 6: 57-62.
- Bosco,C. (1987) Consideraciones fisiológicas sobre la fuerza explosiva y la velocidad. I Jornadas Internacionales sobre preparación física en deporte. UNISPORT. Málaga.
- Bosco,C. (1987). Valoraciones funcionales de al fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y la potencia anaeróbica y aláctica con el test de Bosco. *Apunts*. 24:151-156.
- Bosco,C. (2000). La fuerza muscular. Aspectos metodológicos. *Inde*. Zaragoza.
- Bosco,C.; Tihanyi,J.; Komi,P.V.; Fekete,G. y Apor.P. (1982). Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiology Scandinavian*.116:343-349.
- Bosco,C. y Pittera,C. (1982). Efectos de los ejercicios de saltos en la fuerza explosiva. *Volleiball*. 6:27-32.
- Bosco,C. y Komi,P.V. (1979). Mechanical characteristics and fibre composition of human leg extensor muscle. *European Journal Applied Physiology*. 41:275-284.
- Brown,M.E.; Mayhew,J.L. y Boleach,M.A. (1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 26:1-4.
- Chirosa;L.J.; Viciano,J. (2001). *El entrenamiento integrado en deportes de equipo*. Reprografía Digital. Granada
- Clutch,D.; Wilton,M.; McGown,C. y Bryce,G.R. (1983). The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.54.1:5-10.
- Cometti,G. (1988). *La pliometric*. Dijon:UFR Staps Dijon. Universite de Bourgogne.
- Cometti,G. (1988). Bases de la musculación moderna. *RED*.6:2-8.
- Cometti,G. (1998). *Los métodos modernos de musculación*. Paidotribo. Barcelona.

- Duke,S. y Beneliyahu,D. (1992). Plyometrics: optimising athletic performance through the development of power as assessed by vertical leap ability and observational study. *Chiropractic sports medicine*. 6.1.10-15.
- Fowler,N.E.; Trazaskoma,Z.; Wit,A.; Iskra,L. y Lees,A. (1995). The effectiveness of a pendulum swing for development of leg strength and counter movement jump performance. *Journal of sports sciences*. 13,2:101-108.
- García,J. M. (1999). *La Fuerza*. Gymnos. Madrid.
- Garhammer,J. y Takano,B. (1992). Training for weightlifting. In: Komi, P.V. *Strength and power in sport*. Blackwell Scientific Publications. London
- Gemar,J.A. (1988). The effects of weight training and plyometric training on vertical jump, standing long jump and forty-meter sprint. University of Oregon.
- Gonyea,W.J.; Sale,D.; Gonyea,F. y Milesky. (1986). Exercise induce increases in muscle fibre number. *European Journal Applied Physiology*. 55:137-141.
- González,J.J. (1996). Efectos de diferentes cargas de entrenamiento sobre la fuerza muscular, la técnica y los procesos fisiológicos. Universidad de Granada.
- González.J.J. y Gorostiaga,E. (1995). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento. Zaragoza: Inde.
- Gracelli. (1995). Efeitos do treinamento pliometrico e treinamento isotonico com sobrecarga sobre ariavesi componentes do salto em extensao. Universidade de Sao Paulo.
- Hakkinen,K.; Kalline,M.; Izquierdo,M. Jokeainen,K, Kassila,H, Malka,E, Kraemer,WJ, Newton,RU. y Alen,K. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *Journal Applied Physiology*. 84.4:1341-1349..
- Hakkinen,K.; Pakarinen,A; Alrn,M.; Kauhane,H. y Komi,P.V. (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *Journal Applied Physiology*. 65. 6:2406-2412.
- Hakkinen,K.; Komi.P.V.; Allen,M. (1985). Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-skortening cycle exercise. *Scandinavian journal Sports Sciences*.7.2:65-76.
- Hortobaguy,T.; Galudi,J. ; Mihalyfi,P.; Boldog,I.; y Merkely,B. (1985). Effects of varying types of strength training on maximal voluntary contraction, electromyographic activity and speed profile of the human knee extensors. *Hungarian review of sports medicine*. 26.2:97-109.
- Kaneko,M.; Fuchimoto,T.; Toji,H. y Sney,K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scandinavian Journal of Sport Sciences*. 5.2:50-55.
- Kauhane,H.A.; Hakkinen,K. y Komi,P. (1988). Changes in biomechanics of weightlifting and neuromuscular performance during one year training

- of elite weightlifters. *International Series on Biomechanics. Biomechanics*. 11b:895-900.
- Komi,P.V. y Bosco,C. (1987). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in sports and exercise*. 10.4: 261-265.
- Lesko,M. (1981). Efecto del ejercicio "salto vertical previo salto de profundidad" en al estructura motriz del impulso de voleibolistas juveniles. *Teorie a praxe telesné výchovy*. 4:231-239.
- Marina,M. Y Gusi,N. (1997). El entrenamiento de la fuerza de salto en gimnasia artística femenina. *Apuntes Educación Física y Deporte*. 47:67-73.
- Mayhew,J.L. Ware,J.S.; Johns,R.A. y Bemben,M.G. (1997). Changes in upper body power folloeing heavy-resistance strength traning in college men *Int. Jounal Sports Medicine*. 18.7:516-520.
- Moritni,T.; Muro,M; Ishida,K. y Taguchi,S. (1987). Electrophysiological analyses of the effects of muscle power training. *Research Journal Physiology*. 1:23-32.
- Moss,B.M, Refsnes,P.E. Adildgaarde,A, Nicolayen,K. y Jensen,J. (1997). Effects of maximal effort strength training with diffrent loads on dynamic strength, cross-sectional area, load power and load-velocity relationships. *European Journal Applied Physiology*. 75.3:193-199.
- Oses,A. (1983). O efeito de tres diferntes programas de treinamento do salto en profundidade sobre os resultados dos saltos vertical e horizontal. *Universidade de Sao Paulo*.
- Padial,P (1993). Relaciones entre los diferentes tipos de fuerza en los voleibolistas de elite y sus modificaciones en el entrenamiento. *Congreso Mundial de ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. Granada.
- Piedra,D.; Salazar,W. y Fonseca,L. (1997). Entrenamiento de ejercicios pliométricos basados en su altura óptima y su influencia en la fuerza, velocidad y potencia. *IV Simposyum Internacional en Ciencias del Deporte y la Salud*. Boletín Informativo. Universidad de Costa Rica.
- Pincivero,D.M. Lephart,S.M. y Karunakara,RG. (1997). Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity traning. *Journal Sports Medicine*. 31.3:229-234.
- Pokrajac,B.R. (1985). Características antropométricas y motrices del jugador de balonmnao. *I Jornadas sobre especialidades deportivas*. Programa de perfeccionamiento para entrenadores de balonmano. UNISPORT. Málaga.
- Polhemus,R. (1983). El entrenamiento pliométrico para la mejora de la destreza deportiva *Askesis* 2:14-15. Traducida de la revista *Scholastic Coach*. 57,8.
- Sale,D.G. (1993). Determining factors of strength. *NSCAJ*. 15.1:9-31.
- Sale,D.G. y McDougall,J.D. (1981). Specificity in strength training: a review for the coach and athlete. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*. 6:87-92.

- Schimidtbleicher,D. (1988). Resultados y métodos de investigación del entrenamiento de fuerza rápida. Actas de fuerza rápida. Málaga.
- Siff,M. y Verkoshansky,Y. (2000). Superentrenamiento. Paidotribo. Barcelona.
- Thorstenson,A. (1976). Muscle strength, fibre types and enzyme activities in man. Acta Physiology Scandinavian. 443:1-44.
- Tous,J. (1999). Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Ergo. Barcelona.
- Velez,M. (1992). El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto. Apunts de medicina del deporte. 112:139-156.
- Verkhosshansky,Y. (1973). Salto de profundidad en el entrenamiento de los saltadores de longitud. Tract Technique. Traducido del Legkaya Atletikca. Sep. 1967.
- Vittori,C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. RED. 4.3:2-8.
- Wisloff,U. ; Helgerud,J y Hoff,J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. Medicine and Science in Sports and Exercise.30.3:462-467.
- Zanon,S. (1977). Las cadenas biocinéticas del cuerpo humano. Atlética leggera. 211:1-5.
- Zanon,S. (1975). Problemática de la mejora de la fuerza muscular en las actividades deportivas. Atlética leggera. 186.
- Zatsiorski,V.M. (1995). Science and practice of strength training. Human Kinetics. Champaign, IL.
- Zurita,C.; López,D. y Balue,N. (1995). El entrenamiento de la fuerza explosiva. Repercusiones sobre el elemento contráctil y elástico muscular. Apunts Educación Física y Deportes. 32:41-49.