

INSTITUTO UNIVERSITARIO ASOCIACIÓN CRISTIANA DE JÓVENES

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTE

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO Y
HALTERÓFILO SOBRE DISTINTAS MANIFESTACIONES DE
LA FUERZA EN FUTBOLISTAS JUVENILES**

Investigación presentada al Instituto Universitario de la Asociación Cristiana de Jóvenes, como parte de los requisitos para la obtención del diploma de graduación en la Licenciatura en Educación Física, Recreación y deporte.

Tutor: Fabián Boyaro.

MATHIAS VECINO

MONTEVIDEO

2014

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos generales y específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.2 Acciones determinantes en el fútbol	6
2.3 Fuerza.....	7
2.4 Fuerza máxima.....	8
2.5 Fuerza Reactiva	10
2.6 Índice de elasticidad.....	12
2.7 Pliometría.....	13
2.8 Ejercicios derivados de halterofilia	14
3. METODOLOGÍA.....	16
3.1 Modelo de investigación.....	16
3.2 Universo.....	16
3.3 Muestra	16
3.4 Instrumentos de recolección de datos	17
3.4.1 Materiales Utilizados.....	20
3.4.2 Protocolo de evaluación	21
3.4.3 Programa de entrenamiento.....	24
3.5 Procedimiento de análisis de los datos.....	28
4. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	29
5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	35
6. CONCLUSIONES.....	38
7. REFERENCIAS.....	39

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Test Squat Jump (SJ). Fuente: Imagen de Bosco (1994, p.40).....	17
Ilustración 2. Test Contramovimiento Jump (CMJ). Fuente: Imagen de Bosco (1994, p. 89).	18
Ilustración 3. Test Drop Jump (DJ). Fuente: Imagen de Bosco (1994, p. 119).	19
Ilustración 4. Porcentaje de carga máxima (CM) en función del número de repeticiones máximas (RM) que se pueden realizar con ficha carga. Fuente: tabla de McDonagh y Davies (<i>apud</i> Bosco, 2000 p. 87).	20
Ilustración 5. Distribución de las semanas a lo largo del periodo de entrenamiento. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).	24
Ilustración 6. Programa de entrenamiento. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).	25
Ilustración 7. Identificación del porcentaje de carga para el ejercicio de arranque de potencia. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).	26
Ilustración 8. Peso correspondiente al 30, 40 y 50 % individual para el ejercicio arranque de potencia. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).	27
Ilustración 9. Comparación entre pre y pos test (\pm DE) tras la aplicación del método pliométrico y ejercicios derivados de halterofilia de manera combinada, y porcentaje de mejora. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).	29
Ilustración 10. Valores de media en los test SJ y CMJ. Fuente: Gráfica de elaboración propia (2014).	30
Ilustración 11. Valor de media para el índice de elasticidad muscular (IE). Fuente: Gráfica de elaboración propia (2014).	30
Ilustración 12. Porcentaje de mejora por subgrupos. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).	30
Ilustración 13. Valor de media para la fuerza máxima. Fuente: Gráfica de elaboración propia (2014).	31
Ilustración 14. Porcentaje de mejora por subgrupos. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).	31
Ilustración 15. Valores de media para índice de fuerza reactiva, altura y tiempo de contacto. Fuente: Gráficas de elaboración propia (2014).	32
Ilustración 16. Porcentaje de mejora por subgrupos. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).	33
Ilustración 17. Porcentaje de percepción subjetiva de los futbolistas sobre distintas acciones de juego en el fútbol. Fuente: gráficas de elaboración propia (2014).	34
Ilustración 18. Hoja entregada a los futbolistas con acciones de juego y percepción subjetiva. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).	34

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos producidos en la fuerza máxima, el índice elástico, y la fuerza reactiva de miembros inferiores, al utilizar los métodos de pliometría y ejercicios derivados de halterofilia de manera combinada, durante 12 semanas de entrenamiento, en futbolistas juveniles (18 y 19 años) pertenecientes a la cuarta división del Club Atlético Progreso. Fueron seleccionados 10 futbolistas de manera intencional a quienes se les aplicó una batería de test en plataforma de contacto Pro Jump, y cuyos saltos evaluados fueron Squat Jump (SJ), Contramovimiento Jump (CMJ), y Drop Jump (DJ); también se aplicó un test de fuerza máxima con barra olímpica utilizando el ejercicio de media sentadilla con repeticiones submáximas previo a la aplicación del programa de entrenamiento y finalizado el mismo. Para las sesiones de entrenamiento se utilizaron vallas graduales en los cuales se ejecutaron los multisaltos, y barra de 5kg con sus respectivas pesas para efectuar el ejercicio derivado de halterofilia (arranque de potencia). Los resultados indicaron mejoras notorias en las tres variables estudiadas; en la fuerza máxima el incremento fue del 43 %, en el índice de elasticidad un 37%, mientras que la fuerza reactiva tuvo un aumento del 17% en promedio. Culminado el estudio se pudo concluir que tras 12 semanas de entrenamiento utilizando los métodos antes mencionados, se aprecian mejoras porcentualmente interesantes en la fuerza máxima, índice de elasticidad y fuerza reactiva, por lo que esta modalidad de trabajo podría ser adoptada por entrenadores que tengan a cargo grupos con similares características a los estudiados. El volumen, la frecuencia, la intensidad y los tipos de ejercicios propuestos fueron los apropiados, a la vista de los resultados obtenidos en la presente investigación.

Palabras clave: Fuerza máxima. Fuerza reactiva. Índice de elasticidad. Pliometría. Ejercicios derivados de halterofilia.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tuvo como propósito investigar acerca de cuáles son las modificaciones que produce el entrenamiento pliométrico y ejercicios derivados de la halterofilia, en la fuerza reactiva, máxima, e índice elástico de tren inferior. Se trabajó durante el año 2014 con integrantes de la cuarta división de fútbol del Club Atlético Progreso, jóvenes de 18 y 19 años, con una frecuencia de 2 sesiones semanales durante 12 semanas de entrenamiento.

Los ejercicios pliométricos son según Bompa (2000, p.152) “aquellos en los que los músculos se cargan en una contracción excéntrica (elongación), seguida inmediatamente por una contracción concéntrica (acortamiento)”.

En el método isotónico de entrenamiento, como es el caso de los ejercicios de halterofilia “el intento por desplazar un peso tan rápido y forzosamente como sea posible en toda la amplitud del movimiento es uno de los métodos clásicos del entrenamiento de la potencia” (BOMPA, 2000, p.147). Según Cappa (2000) los ejercicios clásicos en los cuales compete la halterofilia olímpica desde 1972 son el arranque y envión. Este mismo autor (p.67) plantea que los ejercicios derivados de halterofilia “utilizan movimientos parciales o modificados de los ejercicios clásicos”; estos al desplazar cargas con alta velocidad serían el método adecuado para el desarrollo de la fuerza y la potencia. (HOFFMAN *et al.*, 2004).

Foran (2007) plantea que los ejercicios de la halterofilia (arranque, envión) deberían ser practicados por los deportistas, ya que son ejercicios multiarticulares, en los cuales los músculos involucrados en el movimiento participan de modo sincronizado y en conjunto durante la ejecución técnica; según este mismo autor (p.74) “estos movimientos son un medio potente para la activación del sistema neuromuscular y del sistema neuroendócrino que a su vez regulan cada sistema del cuerpo”.

Para el presente estudio se utilizó el ejercicio de arranque de potencia, cuyo movimiento comienza con la barra sostenida a la altura del muslo, por encima de las rodillas de los deportistas; a diferencia del arranque clásico de competición en halterofilia olímpica que, como expresa Cappa (2000) la posición inicial de la barra es apoyada sobre el piso.

Para el desarrollo de esta investigación fue elegido el fútbol, ya que es un deporte en el cuál se realizan diferentes tipos de esfuerzos tales como la velocidad, la fuerza, los cambios de direcciones, así también como las aceleraciones y los saltos (TRÍCOLI *et al.*, 2005); todos estos movimientos cumplen un papel importante en el rendimiento de los

futbolistas, por lo tanto es razonable, que su entrenamiento deba incluir este tipo de esfuerzos para conseguir mejores logros deportivos.

Se pretendió además, a través de este trabajo, obtener datos objetivos para todos los entrenadores de este deporte, y también que sirva de base para futuras investigaciones; máxime teniendo en cuenta la popularidad del fútbol en nuestro país.

Lo que predomina en dicho deporte es el metabolismo aeróbico, no obstante los esfuerzos que serán decisivos y fundamentales comprometen a las fuentes de energía anaeróbicas, y es aquí donde la capacidad para realizar los esfuerzos de forma reactiva, ágiles y aplicando los mayores niveles de fuerza máxima posible cobran trascendencia. Estos esfuerzos son realizados en tramos relativamente cortos y de forma muy explosiva. (COMETTI, 2002).

Una investigación realizada en Cuba con futbolistas de la primera categoría del Club Isla de la Juventud, con un promedio de edad de 23 años, consistió en combinar dos métodos de entrenamiento, pliometría y ejercicios derivados de halterofilia; los investigadores realizaron el test de salto vertical sin impulso SJ (squat jump), previo al proceso de entrenamiento y finalizado el mismo. Culminada la investigación llegaron a la conclusión que el método de entrenamiento combinado mejoró la fuerza explosiva de los futbolistas; según los autores hubo un aumento promedio de 10 centímetros en el salto sin impulso. La pliometría se entrenó con una frecuencia de 4 sesiones por semana durante 4 meses, los ejercicios pliométricos utilizados fueron saltos frontales, laterales sobre obstáculos de entre 15 a 45 cm de altura, y saltos a cajones de baja altura realizando no más de 6 repeticiones; los ejercicios derivados de halterofilia utilizados fueron arranque colgado y clin¹ colgado, las repeticiones utilizadas eran de 3 o 4 por serie, y el porcentaje de carga fue de 30-40% de la fuerza máxima en los primeros 2 meses, aumentando a 60-80% de la fuerza máxima en los restantes 2 meses. (AGÜERO, LICEA Y MESA, 2012).

Por lo anteriormente expuesto, se plantea el siguiente punto de partida: determinar de forma objetiva el grado de influencia que produce la pliometría combinada con ejercicios derivados de halterofilia en la fuerza reactiva, el índice elástico, y la fuerza máxima en miembros inferiores sobre futbolistas juveniles.

¹ El clin consiste en levantar la barra hasta la altura del pecho, el movimiento puede comenzar desde la plataforma, por debajo de las rodillas o también desde el muslo si el colgado. (SUAREZ, 2005).

1.1 Objetivos generales y específicos

General:

Determinar los efectos producidos en la fuerza máxima, el índice elástico, y la fuerza reactiva de miembros inferiores, al utilizar los métodos de pliometría y ejercicios derivados de halterofilia de manera combinada, durante 12 semanas de entrenamiento, en futbolistas juveniles.

Específicos:

Determinar las variaciones en los valores de fuerza máxima en miembros inferiores luego de 2 sesiones semanales durante 12 semanas de entrenamiento, utilizando los métodos de pliometría y ejercicios derivados de halterofilia de manera combinada.

Valorar si después de aplicado el programa de entrenamiento bajo los métodos mencionados, se aprecian mejores resultados en cuanto a la fuerza reactiva.

Detectar las variaciones en el índice elástico luego de 24 sesiones de entrenamiento distribuidas en 2 estímulos semanales utilizando el método combinado referido anteriormente.

Determinar en función de los resultados obtenidos, si la propuesta realizada fue correcta en cuanto a volumen, frecuencia, intensidad y tipos de ejercicios.

En todos los casos anteriores se valoraron los resultados utilizando el método de pretest y postest.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Hernández y García (2012) realizaron una investigación con 40 futbolistas españoles juveniles, con un promedio de edad de 17 años. El propósito de este estudio fue determinar los efectos que producía sobre la velocidad lineal en 10m y 20m un programa de entrenamiento de potencia y fuerza, compuesto por saltos (pliometría) y trabajos con carga con el peso óptimo; los ejercicios escogidos fueron cargada de potencia, media sentadilla, saltos con peso, y multisaltos sobre 40-50cm; los ejercicios con carga tuvieron un volumen de 4 series de 5 repeticiones, los saltos fueron de 3 series de 20 apoyos con descansos de 2 minutos entre series. Los resultados indicaron que dicho método de entrenamiento tuvo mejoras significativas en el test de velocidad lineal sobre 10 m, pero no sucedió lo mismo con la prueba en 20m, ya que la ganancia fue solo de un 0,3 %. La investigación tuvo una duración de 8 semanas con una frecuencia de trabajo de 2 sesiones semanales.

Tricoli *et al.* (2005) Llevaron a cabo una investigación en Brasil con 32 estudiantes de educación física, a los cuales se los dividió en 3 grupos, el primero trabajó con ejercicios de pliometría, el segundo con ejercicios de halterofilia, mientras que el tercero fue un grupo de control; concluyeron, finalizado el mismo, que los ejercicios de halterofilia proporcionan resultados significativamente mejores en comparación con los de pliometría en el test de saltos utilizando contramovimiento, prueba que se emplea para valorar la manifestación de la fuerza en sus componentes elásticos-explosivos (GONZÁLEZ MONTESINOS *et al.*, 2010). Siguiendo con dicha investigación se determinó que con respecto a la fuerza máxima que fue medida utilizando el ejercicio de media sentadilla, el método de entrenamiento que trae mejores resultados es el pliométrico por encima de los ejercicios de halterofilia; de todas maneras se aprecian mejoras en ambos. Este estudio tuvo una duración de 8 semanas, con una frecuencia de 3 sesiones semanales. El grupo que entrenó con ejercicios de pliometría realizó saltos sobre vallas, saltos con caída de 40 cm, y saltos con una sola pierna, mientras que el grupo que trabajó con ejercicios de halterofilia empleó los ejercicios de envión, arranque, y media sentadilla, efectuando 4 series de 4 repeticiones las primeras 4 semanas, para posteriormente aumentar el volumen a 6 series de 4 repeticiones; todas ellas se realizaron a través de repeticiones máximas.

Por su parte, se realizó una investigación en la temporada 2009-2010, con 22 jugadores de Balonmano pertenecientes a la primera categoría de la federación de Túnez, cuyas edades superaban los 20 años. La duración del estudio fue de 12 semanas, con una

frecuencia de 2 sesiones semanales. A los participantes se los dividió en 2 grupos, un grupo experimental compuesto por 11 jugadores, mientras que el otro fue un grupo de control con la misma cantidad de integrantes; uno de los propósitos de la investigación fue saber si la combinación de 2 tipos de entrenamientos (pliometría, velocidad) mejora el rendimiento en el salto vertical. El grupo experimental combinó los 2 tipos de entrenamientos mencionados anteriormente, mientras que el de control realizó los entrenamientos habituales del deporte. Las pruebas de salto utilizados fueron (SJ, CMJ, DJ). El número de saltos pliométricos por sesión fueron de 40 saltos en las primeras 4 semanas, aumentando a 60 las últimas 8 semanas, la altura de los saltos fueron incrementándose de 20 cm hasta 60 cm; los resultados de la investigación indicaron que un entrenamiento combinado de pliometría y velocidad en la misma sesión mejoran la capacidad de salto vertical, en el SJ mejoró un 2,40%, en el CMJ 2,78 %, y en el DJ el incremento fue de un 2,62%. (CHERIF *et al.*, 2012).

Rahimi y Behpur (2005) efectuaron un estudio con 48 estudiantes universitarios de 19 años promedio, en el cual compararon los efectos de 3 tipos de entrenamientos (pliométrico, levantamiento de pesas tradicional y su combinación) para determinar de qué manera influye sobre el salto vertical (contramovimiento con utilización de brazos), carrera en 50 m y fuerza máxima; la duración de la investigación fue de 6 semanas con una frecuencia de 2 sesiones semanales. Los ejercicios de pliometría utilizados fueron saltos en profundidad, en cuclillas, y sobre cajones, las series fueron de 3 a 6, las repeticiones de 6 a 8, y la altura utilizada fue de entre 40 y 75 centímetros; los ejercicios de pesas tradicionales utilizados fueron flexiones de rodillas parado, y prensa de piernas, las repeticiones fueron de 10 al 40 % de 1 RM las primeras tres semanas, aumentando al 100% de 1RM las últimas 3 semanas. Los resultados indicaron que los 3 tipos de entrenamiento mejoraron las variables estudiadas de manera significativa, sin embargo en método de entrenamiento combinado obtuvo ganancias superiores que el método pliométrico y levantamiento de pesas tradicional de formas separadas.

Una investigación realizado con basquetbolistas universitarios en Chile, con edades promedio 22 años, reflejó que el entrenamiento pliométrico ofreció resultados significativamente favorables en saltos con contramovimiento, pero no así en saltos Abalakov, Squat Jump, y tampoco en la fuerza reactiva, que a pesar de que se observaron mejoras estas no fueron significativas; la cantidad de saltos pliométricos por sesión de entrenamiento fueron entre 250 y 300 (DELGADO *et al.*, 2011). Vale aclarar que este estudio fue realizado durante 8 semanas de entrenamiento (en 16 sesiones), y no se evaluó teniendo en cuenta el test Drop Jump, mientras que el presente estudio tiene 12 semanas de duración; esto podría traer algunas mejoras en los resultados considerando la fuerza reactiva mediante el test Drop Jump.

2.2 Acciones determinantes en el fútbol

Este deporte es muy popular no solo en el Uruguay sino también en muchas otras partes del mundo; la mayoría lo practica como un divertimento, por placer, y unos pocos lo realizan de forma profesional. El fútbol ha evolucionado desde el punto de vista del marketing invirtiéndose millones de dólares por parte de empresarios, y también en cuanto a sus formas de entrenamiento.

La preparación física debe conseguir mejorar las acciones principales del deporte, en el caso del fútbol saltar más alto, correr más rápido. Estas ganancias se producen principalmente por el incremento en la fuerza explosiva, es por ello que dicha fuerza debe ser la base de la preparación del futbolista, dejando en segundo plano la concepción clásica del entrenamiento en el cual la resistencia era primordial. (COMETTI, 2002).

Los métodos de entrenamiento que se utilizan para el fútbol son muy variados y depende de la capacidad física que se quiera trabajar. Según Cometti (2002) los esfuerzos en el fútbol se caracterizan por ser explosivos, es decir, utilizando mucha intensidad en periodos de tiempo cortos, por ejemplo saltar a cabecear o realizar una carrera de velocidad de 10 metros, y repetidos muchas veces durante el transcurso del partido; es por ello que el entrenamiento que ayuda a mejorar esta capacidad de fuerza y potencia cobra trascendencia en este deporte.

Es oportuno destacar, que Moine, Vankershaver y Cometti² (*apud* COMETTI, 2002) realizaron un análisis de los diferentes tipos de esfuerzos que realizan los jugadores de fútbol de la primera división de Francia dentro de la cancha en el año 1997. Aquí se analizaron futbolistas que desempeñaban diferentes posiciones dentro del terreno de juego. Los datos que se obtuvieron fueron, que el 95% de los esfuerzos son de menor intensidad (carrera moderada, desplazamientos lentos y en reposo), el 5% restante son esfuerzos rápidos, explosivos y de intensidades elevadas; pero cabe señalar que ese 5% de esfuerzos intensos según Cometti (2002), a pesar de ser menores en un partido son determinantes en este deporte, porque son acciones que definen los encuentros, es por eso que los ejercicios intensos en el fútbol, según dicho autor, son las más importantes y en las que se deberá hacer mayor hincapié a la hora de diseñar los programas de entrenamiento.

Se realizó otra investigación sobre los desplazamientos de los futbolistas dentro del terreno de juego; este estuvo compuesto por 300 futbolistas de elite, y se analizaron 20 partidos de primera división de la liga española, y 10 partidos de liga de campeones, durante

² MOINE C; VANKERSHAVER, J; COMETTI, G. **Etudes des efforts en football**. Dijon: UFRSTAPS, 1997.

las temporadas 2002/2003 y 2003/2004; uno de los propósitos fue determinar las características de los movimientos de dichos deportistas dentro del terreno de juego; las distancias recorridas por los jugadores se dividió en 5 niveles de intensidad. Los resultados generales indicaron que en un partido, entre el 58,2 y 69,4 % de los desplazamientos son caminando o en reposo (0-11 km/h); del 13,4 al 16,3% son de baja velocidad (11-14 km/h); entre el 12,3 y 17,5% de moderada velocidad (14-19 km/h), del 3,9 al 6,1 % realizan movimientos de alta velocidad (19-23 km/h), y del 2,1 al 3,7 % son sprint o aceleraciones (mayores 23 km/h); dentro de este nivel según los autores que realizaron esta investigación se encuentran acciones como saltos, cambios de dirección, remates y carreras en diferentes direcciones. (DI SALVO *et al.*, 2007).

2.3 Fuerza

Según Zhelyazkov (2001, p. 157) "Es la capacidad (cualidad motriz) del ser humano para influir u oponerse a los objetos físicos del ambiente externo mediante la tensión muscular (contracción) transmitida a través del sistema de palancas de su cuerpo". La fuerza ante condiciones extremas en lo que respecta a actividades deportivas, dependerá de ciertos factores como la voluntad, la velocidad con la que se ejecuta el trabajo así como su duración, además de factores externos que pueden ser resistencias, gravedad y demás, pero es necesario aclarar que esta capacidad va a depender de la actividad organizada del sistema neuromuscular (ZHELYAZKOV, 2001) y (VERKHOSHANSKY, 2002).

Weineck (2005) y Zhelyazkov (2001), plantean que una definición detallada de "fuerza", en donde se abarquen los aspectos físicos y psíquicos, expone diversos impedimentos, ya que esta capacidad presenta una gran variedad en lo que respecta a sus tipos de manifestaciones, su trabajo, y a que existen muchos factores que influyen en ella y se expresan en diversas condiciones deportivas. Debido a esto, el autor citado primeramente, menciona que para realizar un concepto de la capacidad "fuerza" se necesita relacionarla con las diferentes manifestaciones de la fuerza que son, en sus tres formas principales, fuerza máxima, fuerza rápida y resistencia de fuerza.

Vale destacar que es dentro de la fuerza rápida en donde se ubica la fuerza de salto, la cual es estudiada en esta investigación. Asimismo Weineck (2005, p. 216) manifiesta que "La fuerza nunca aparece en las diferentes modalidades bajo una "forma pura" abstracta, sino que siempre aparece en una combinación o forma mixta, más o menos matizada, de los factores de rendimiento de la condición física". Esta afirmación es la base que impulsa a estudiar en el presente trabajo a la fuerza manifestándose en reactiva y máxima.

Por su parte, Martin, Carl y Lehnertz (2001), amplían la clasificación y sitúan a la fuerza reactiva junto a las demás mencionadas. Estos autores destacan que las fuerzas rápida, reactiva, explosiva y de resistencia deben encontrarse jerárquicamente por debajo de la fuerza máxima en la clasificación, pues las primeras dependen de la fuerza máxima disponible de los músculos.

Es necesario decir que dichas manifestaciones de fuerza se pueden estudiar desde los puntos de vista general y específico, siendo el primero la fuerza por parte de todos los grupos musculares sin tener en consideración la disciplina deportiva que se practique, por lo tanto la específica, es la forma en que la fuerza se manifiesta de una forma característica de una modalidad deportiva. (WEINECK, 2005).

Al respecto, Harre (1987) plantea que la fuerza podría ser una capacidad determinante en algunos deportes, no obstante, si es analizada con una mayor precisión, se trata de una magnitud para medir el porcentaje de fuerza máxima en las fibras rápidas y las de resistencia. Los distintos deportes, incluyendo el fútbol solicitan distintas exigencias de la fuerza; ésta aparece vinculada con las demás capacidades condicionales así como también con las coordinativas. Martin, Carl y Lehnertz (2001) mencionan que el entrenamiento de la fuerza es un aspecto de mucha relevancia en el entrenamiento deportivo.

También se plantea que “el movimiento como una manifestación de la motricidad humana es imposible sin la participación activa de los músculos y la fuerza que se desarrolla en su tensión” (ZHELYAZKOV, 2001, p.157). En esta frase se puede observar la importancia que tiene la capacidad motora de la fuerza en todos los movimientos que realiza una persona, así como también se desprende la importancia en su entrenamiento a nivel deportivo.

Martin, Carl y Lehnertz (2001) afirman que “la producción de fuerza es uno de los rasgos esenciales del rendimiento muscular, y para este cometido el músculo esquelético presenta una elevada capacidad debido a su microestructura”.

Por su parte, los factores determinantes de la manifestación y desarrollo de las capacidades de fuerza están condicionados mínimamente por cuatro aspectos, ellos son los nerviosos centrales, los periféricos, energéticos y hormonales. (VERKHOSHANSKY, 2002).

2.4 Fuerza máxima

Harre (1987, p.123) la define como “la fuerza más alta que un deportista puede ejercer con una contracción voluntaria de los músculos”. Por su parte Martin, Carl y Lehnertz (2001, p.120) expresan que “La fuerza máxima es la mayor fuerza posible que el sistema

neuromuscular es capaz de ejercer con la máxima contracción voluntaria”, y a su vez plantean que la fuerza máxima es condicionada “por la parte voluntariamente activable de la fuerza absoluta”, y es esta última según dichos autores la que desarrollan los músculos cuando son sometidos a una máxima estimulación eléctrica, y bajo condiciones isométricas.

La fuerza máxima está constituida por los valores maximales de fuerza que un músculo o grupo muscular pueden lograr; vale agregar que la superación o retención de resistencias máximas son criterios del sistema neuromuscular con el fin de sincronizar el mayor número de unidades motrices, a su vez es caracterizada por impulsos de mucha frecuencia y procesos metabólicos que suceden de forma agitada. (ZHELYAZKOV, 2001).

Gómez y De Souza (2008) mencionan que la fuerza máxima es caracterizada por los niveles de fuerza que los deportistas son capaces de alcanzar producto de la tensión máxima de fuerza que produce el músculo en una contracción de carácter voluntario.

También se expresa que "la fuerza máxima es la máxima fuerza posible que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer en contracción máxima voluntaria". (WEINECK 2005, p.216). Se distinguen dentro de esta fuerza según Frey³ (*apud* WEINECK, 2005, p.216) la estática y la dinámica, siendo esta última "la fuerza máxima que el sistema neuromuscular es capaz de realizar con contracción voluntaria dentro de una secuencia motora"; de esto se desprende que la estática es "la fuerza máxima que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer en contracción voluntaria contra una resistencia insuperable".

También se afirma que la fuerza máxima es un aspecto fundamental en lo que tiene que ver con el rendimiento de los deportistas en algunas disciplinas como la halterofilia, luchas, etc, pero su trascendencia comienza a adquirir más importancia a la hora de relacionarla con las demás capacidades motoras. (ZHELYAZKOV, 2001).

Por su parte Weineck (2005) plantea que la fuerza máxima va a depender de algunos componentes y su mejora va a conseguirse a través de ellos, los mismos son:

- Sección transversa fisiológica del músculo,
- Coordinación intermuscular (entre aquellos músculos que colaboran en un movimiento),
- Coordinación intramuscular (coordinación dada dentro del músculo).

En cuanto a la coordinación intramuscular y su mejora, Weineck (2005, p. 217) dice que permite "un incremento de la fuerza sin aumento sustancial de la sección transversa y

³ FREY, G. **Zur Terminologie und Struktur physischer Leistungsfaktoren und motorischer Fähigkeiten.** Leistungssport, 1977.

del peso", éste mismo autor plantea que esto es un aspecto fundamental en aquellas disciplinas en donde se precisa de aceleraciones del propio peso corporal, como lo son en aquellas que se evidencian los saltos de altura o mismo podría incluirse el Fútbol en este punto.

En lo que respecta a la parte energético de este movimiento "el papel decisivo en el desarrollo de la fuerza máxima lo desempeñan los fosfatos ricos en energía (ATP, PC)", debido a que es en escasos segundos donde la fuerza máxima se ve desarrollada (WEINECK, 2005, p. 217) y (ZHELYAZKOV, 2001).

Gómez y de Souza (2008) manifiestan que en el caso de los futbolistas así como también en cualquier otro tipo de deportista, la fuerza máxima es capaz de elevarse con el perfeccionamiento de la coordinación neuromuscular, y también por el aumento de la masa muscular (hipertrofia muscular), en el caso del primer aspecto mencionado tienden a destacar el hecho de que permite mejorar los niveles de fuerza en cortos períodos de tiempo pero también puede perderse rápidamente con interrupciones o faltas de entrenamiento, en cuanto al aumento de fuerza mediante la ganancia de masa muscular, se precisa entrenamientos en períodos largos. Según dichos autores un aumento de la fuerza máxima va a traer consigo mejoras en los niveles de potencia, y los movimientos de aceleración y velocidad, por lo que su entrenamiento traería beneficios importantes para los futbolistas.

2.5 Fuerza Reactiva

Fue necesario revisar numerosa bibliografía para poder encontrar autores que definen a la fuerza reactiva como manifestación de la fuerza, y aquellos que la incluyen en su clasificación.

Así, se destacan Martin, Carl y Lehnertz (2001) cuando mencionan que la fuerza reactiva "es el rendimiento muscular que genera un impulso elevado dentro de un ciclo de estiramiento-acortamiento"; la misma según éstos autores depende de varios factores como lo son la fuerza máxima, la velocidad de producción de la fuerza, así como también la capacidad de tensión reactiva. Debido a esto es necesario definir el significado de ciclo estiramiento-acortamiento, el mismo según los autores citados es la combinación de las contracciones concéntrica y excéntrica; en dicho ciclo puede aumentarse el rendimiento en lo que tiene que ver con la contracción concéntrica, esto se debe al comportamiento elástico de los músculos durante la fase excéntrica y luego de la misma. Según los autores nombrados (p.123), ponen como ejemplo el saltar a un obstáculo pequeño, al caer sobre la superficie e intentar despegar luego de la caída con un salto hacia arriba; en esa trayectoria

de elevación del cuerpo “los músculos que participan en la sinergia ya están inervados y en tensión, trabajando como unas tiras de goma. En la fase de flexión, donde se cede, estos músculos se estiran y frenan el cuerpo”.

Verkhoshansky (1999, 2002) por su parte define a esta fuerza como una capacidad para manifestar esfuerzos con mucha potencia luego de un estiramiento previo de los músculos por una fuerza externa. Menciona también que se trata de una capacidad específica del sistema neuromuscular.

Se manifiesta también que “cuando un músculo activado se estira o un músculo estirado pasivamente se activa, su tensión aumenta y almacena energía elástica en sus zonas de elasticidad en serie”. (MARTIN, CARL Y LEHNERTZ, 2001, p.124). Estos autores afirman que si se utiliza la curva fuerza-tiempo para describir la fuerza reactiva, se puede dividir en dos fases, por un lado está la parte empleada para poder amortiguar la energía elástica, y por otro lado aparece la que hace producir una aceleración de las partes del cuerpo direccionándolo con respecto al salto. También hacen referencia en la página citada que “cuando, partiendo de una fase de amortiguación relativamente breve, tiene lugar el mayor impulso de despegue posible, estamos ante un comportamiento reactivo óptimo”.

Verkhoshansky (2002) establece acerca de la capacidad reactiva algunos puntos que son de características importantes, los mismos son:

- A mayor intensidad de estiramiento muscular, será mayor la potencia y la velocidad de contracción del músculo,
- Posee una gran relación con la velocidad de los músculos del estiramiento a la contracción,
- Depende de la fuerza isométrica y de la rigidez del componente elástico del músculo cuando se da bajo condiciones de cargas pesadas,
- El hecho de que el músculo utilice la energía de deformación elástica, dependerá de algunos factores como los son el rápido estiramiento previo al esfuerzo y también que el pasar del estiramiento a la contracción, se haga rápidamente.

Éste mismo autor asegura que se han demostrado en estudios aspectos relacionados a la fuerza reactiva que son muy interesantes e importantes para el deporte, por ejemplo citado en su libro (p. 273) que “las propiedades de los músculos, junto al aumento de la eficacia de los movimientos reactivo-balísticos ejecutados con máxima potencia, permiten aumentar la economía energética de los movimientos”; esto es muy importante para deportes como el fútbol en donde se debe trabajar en base a la resistencia de esfuerzos potentes y de corta duración, el hecho de economizar movimientos va a permitir que los

deportistas posean un mayor almacenamiento de energía para utilizarla en momentos oportunos.

Una forma de determinar el valor de fuerza reactiva es a través del cálculo del índice de fuerza reactiva (RSI); según McClymont⁴ (*apud* FLANAGAN, COMYNS, 2008) este valor surge de dividir la altura alcanzada durante el salto con caída previa, y el tiempo de contacto requerido para efectuar dicho salto.

2.6 Índice de elasticidad

Se plantea que el índice de elasticidad del músculo calcula el porcentaje de energía elástica en los miembros inferiores; para obtener este índice es necesario realizar el cálculo de la diferencia entre el CMJ y el SJ. (MIRELLA, 2001).

Vale aclarar que el concepto de elasticidad se ha venido manejando en el apartado de fuerza reactiva, siendo esta una capacidad del músculo para estirarse y contraerse en milésimas de segundos. (MARTIN, CARL Y LEHNERTZ, 2001).

Según González Montesinos *et al.* (2007), ha quedado demostrado que en muchos deportes respecto a miembros inferiores un determinado gesto motor de forma aislada puede comprender fases excéntricas que en determinados momentos son amortiguadas y se transforman en energía en forma de calor, y en otras ocasiones se vuelven a utilizar luego de los estiramientos de componentes elásticos del músculo en energía cinética.

González Badillo y Gorostiaga Ayestarán (2002) definen la elasticidad como aquella capacidad que utiliza durante una contracción concéntrica, la energía que fue almacenada en una contracción de carácter excéntrica que se produjo anteriormente, y al igual que Mirella (2001) expresan que es la diferencia porcentual entre el salto con contramovimiento (CMJ) y el salto vertical (SJ). A su vez Weinek (2005) plantea que si la elasticidad de los músculos es deficiente trae como consecuencia una reducción en la amplitud de los movimientos y una disminución en la interacción coordinativa, es decir que los músculos agonistas (contracción) deberán vencer una resistencia superior que provocan los músculos antagonistas, según dicho autor (p.373) “estas secuencias motoras inhibidas por el rozamiento interno no solo exige un gasto energético mayor y menos eficaz, sino que reduce en poco tiempo la velocidad de los movimientos”.

⁴ McClymont, D. **The use of the reactive strength index as an indicator of plyometric training conditions.** Lisbon: Routledge, 2003.

Los ejercicios de rebotes o también llamados multisaltos “mejoraran el movimiento multiarticular y harán posible el desarrollo de la elasticidad muscular” (BOMPA, 2000, p.154); la mejoría en la elasticidad muscular es muy importante en aquellos deportes que tienen como característica los movimientos explosivos como el saltos, remate. (GONZALEZ MONTESINO *et al.*, 2010).

2.7 Pliometría

La pliometría es un método de entrenamiento utilizado con mucha frecuencia actualmente, según Cometti (1998) produce ganancias en la fuerza muscular de forma significativa.

La pliometría “consiste en activar un musculo primero mediante una fase excéntrica para pasar enseguida a activar la fase concéntrica que sigue de forma natural. Actúa así lo que los fisiólogos denominan ciclo estiramiento-acortamiento.”(COMETTI, 1998, p.23); el rol principal que cumplen los ejercicios pliométricos según Bosco (2000, p.122) es “estimular las propiedades neuromusculares provocando demandas en las que se desarrollan, en tiempos muy breves, niveles de fuerza muy elevados que se manifiestan a una velocidad muy alta”; según éste mismo autor esto se puede realizar gracias a la puesta en marcha del ciclo estiramiento-acortamiento.

Verkhoshansky (1999, p.37) plantea que el método pliométrico “es una forma específica de preparación de la fuerza dirigida al desarrollo de la fuerza explosiva muscular y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular”; según éste mismo autor, la forma más apropiada para desarrollar la fuerza explosiva y la velocidad según sus experiencias realizadas, es a través del entrenamiento pliométrico por encima de los ejercicios con sobrecarga; algunas de las ventajas que remarca de dicho método es que el pasaje del trabajo excéntrico al concéntrico es más rápido que el método con sobrecargas, la tensión acumulada en la amortiguación, y al no haber sobrecarga genera un mayor trabajo muscular en el momento del impulso, y una mayor velocidad en la fase concéntrica del movimiento.

Otras de las ventajas es que “en el entrenamiento pliométrico, los músculos se contraen con más fuerza y velocidad desde una posición preestirada. Cuanto más rápido sea el preestiramiento, mas forzada será la contracción concéntrica” (BOMPA, 2000, p. 152); según plantea éste autor el pasaje de la fase excéntrica (aterrizaje), a la fase concéntrica (vuelo) debe ser tan rápido y continuo como sea posible.

Fatourus *et al.* (2000) manifiestan que el entrenamiento de la pliometría ha tenido un gran respaldo en aquellos deportes que requieren gran explosividad y un aumento de la capacidad de salto.

Se realizó una investigación en la cual se aplicó con un grupo experimental formado por estudiantes de educación física, con edad promedio de 19 años, el método de entrenamiento pliométrico, este tuvo una duración de 4 semanas con 3 estímulos semanales, logrando un total de 12 sesiones de entrenamiento; los resultados obtenidos indicaron que tanto en los test Abalakov, Squat Jump y contramovimiento, hubo mejoras pero estas no fueron significativas, los investigadores plantean que el test más sensible (se observan mejores resultados) con el entrenamiento pliométrico en el contramovimiento, también dejan en claro que el poco tiempo de aplicación de este método fue un factor decisivo por el cual no se obtuvieron mejorías significativas en los sujetos; la media de saltos por sesión fueron de 163 apoyos, los ejercicios utilizados fueron multisaltos horizontales, ejercicios con vallas y saltos sobre bancos suecos.(GARCÍA *et al.*, 2005).

Fatourus *et al.* (2000) plantean que los investigadores no han llegado a un acuerdo sobre la efectividad relativa del trabajo pliométrico en comparación con el levantamiento de pesas, ni la combinación de ambos sobre el desarrollo de la capacidad de salto de los deportistas. Esta investigación pretende descubrir si la combinación de los métodos de entrenamientos pliométricos y ejercicios derivados de halterofilia (arranque de potencia) trae mejoras importantes sobre la fuerza máxima, reactiva e índice elástico en futbolistas particularmente.

2.8 Ejercicios derivados de halterofilia

Los ejercicios derivados de halterofilia según Castro (2005) se clasifican teniendo en cuenta el grado de similitud que tienen con los de competencia (clásicos). Los ejercicios clásicos de halterofilia olímpica son el arranque y envión; según este mismo autor (p.19) el arranque “consiste en el levantamiento de la barra con un movimiento continuo desde la plataforma hasta la completa extensión de los brazos sobre la cabeza”. Por su parte, los ejercicios especiales o derivados son aquellos que están formados por partes de los movimientos clásicos, es decir, tienen pequeñas modificaciones en cuanto a la técnica que se utiliza en la competición (SUÁREZ, 2005); cuando se planifica un programa de entrenamiento para los deportes no se utilizan los ejercicios clásicos, sino que se recurre a los ejercicios derivados (CAPPA, 2000), este es el caso del arranque colgado o colgante que

según Román (2005, p.69) “se asemeja al arranque olímpico, solo que la posición inicial es con la barra bajo o sobre las rodillas”; en éste caso la barra parte por encima de las rodillas.

Muchos entrenadores profesionales en deportes plantean que los ejercicios de levantamiento de pesas son una herramienta importante y eficaz para el desarrollo de la fuerza. (TRICOLI *et al.*, 2005).

Se realizó una investigación en Estados Unidos con jugadores de futbol americano, con un promedio de 19 años, de la divisional III de la Asociación Atlética Universitaria Nacional, el propósito de dicho estudio fue comparar dos métodos de entrenamiento; un grupo entrenó utilizando ejercicios de halterofilia y derivados, mientras que otro lo hizo con ejercicios de levantamiento de pesas tradicional, esta investigación duró 15 semanas con una frecuencia de entrenamientos de 4 sesiones semanales; los resultados indicaron que no se hallaron diferencias significativas entre los grupos en los test de salto vertical, en el sprint sobre 40 yardas, agilidad, ni en la fuerza máxima a través de los datos en bruto; sin embargo luego de la transformación de los datos a log10 se determinó que el grupo que entrenó con ejercicios de halterofilia y derivados, obtuvo mejoras significativamente mayores en el test de salto vertical, aumentos importantes en el sprint sobre 40 yardas, y una mejora del 18% en el test de fuerza máxima. Los ejercicios de halterofilia y derivados utilizados para este estudio fueron arranques desde el piso y sobre rodillas, y envión, el volumen de los ejercicios fueron 5 series de entre 5 y 8 repeticiones aproximadamente con cargas máximas. (HOFFMAN *et al.*, 2004).

En el caso del entrenamiento del arranque de potencia para los futbolistas se plantearan de manera práctica teniendo en cuenta la descripción técnica realizada por Cappa (2000). Según éste autor, la toma de la barra es amplia, y la posición inicial de la misma es por encima de las rodillas, rápidamente se debe levantar la barra en un solo movimiento, la cual deberá culminar su recorrido encima de la cabeza con los brazos extendidos y la posición de las piernas en semiflexión, para luego efectuar la recuperación. Según el autor citado anteriormente este ejercicio es recomendable para diseños de entrenamiento que busquen mejorar la potencia; evitando la flexión profunda de piernas, ya que en algunos deportes no se utiliza ese ángulo de flexión durante el gesto específico.

Este movimiento tiene un componente fundamental de fuerza explosiva (rápida), ya que se debe aplicar determinado nivel de fuerza y tratando de que la velocidad de movimiento no descienda y sea la más rápida posible para lograr su propósito, según Weineck (2005, p.217) “la fuerza rápida tiene que ver con la capacidad del sistema neuromuscular para mover el cuerpo, partes del cuerpo (p.ej., brazos, piernas) u objetos (p.ej., balones, pesos, jabalinas, discos, etc) con velocidad máxima”.

3. METODOLOGÍA

3.1 Modelo de investigación

El modelo de investigación es cuantitativo, Sautu (2003, p.54) plantea que estas metodologías “se caracterizan por hacer un uso extensivo del método experimental y por encuestas, y técnicas estadísticas de análisis”.

En lo que refiere al tipo de investigación, que es experimental, Forteza de la Rosa y Ramírez Farto (2007) plantean que en este tipo de investigaciones se selecciona un grupo de sujetos de determinado deporte, con algunas características homogéneas, y se los somete a un tipo de entrenamiento (variable independiente), finalizado el periodo de entrenamiento se determina como afecta sobre algunos parámetro determinado (variable dependiente).

3.2 Universo

El universo se trata de la población o realidad a la que la investigación va dirigida (CEA, 1996).

El universo de esta investigación fue todo el plantel de cuarta división del Club Atlético Progreso en el año 2014, siendo un total de 19 futbolistas, éstos deportistas con edades que van entre los 18 y 19 años estuvieron sometidos a un programa de entrenamiento combinado de pliometría y ejercicios derivados de halterofilia. Se trabajó con una frecuencia de 2 sesiones semanales durante 12 semanas.

3.3 Muestra

Según Sabino (1986, p.104) una muestra es “un conjunto de unidades, una porción del total, que nos representa la conducta del universo total”. En este caso es de tipo intencional, según dicho autor (p.106) “una muestra intencionada escogen sus unidades no en forma fortuita sino completamente arbitraria”; se tomaron como muestra inicial para esta investigación 10 futbolistas de cuarta división del Club Atlético Progreso, mientras que culminaron el programa de entrenamiento 7 de ellos. La muestra fue de tipo intencional debido a que se seleccionaron para formar parte de esta investigación a aquellos deportistas que previo al inicio del programa de entrenamiento demostraron realizar de forma correcta el

ejercicio de arranque de potencia, los deportistas que no formaron parte de este estudio fue debido a errores en la técnica y coordinación de dicho ejercicio, lo que impidió que la muestra tuviera mayor número de integrantes.

3.4 Instrumentos de recolección de datos

Las herramientas que se utilizaron para esta investigación fueron una batería de test, compuesto por 3 tipos de saltos, squat jump (SJ), contramovimiento jump (CMJ) y drop jump (DJ). A través de dichas pruebas se determinó los niveles de fuerza reactiva y el índice de elasticidad de los futbolistas antes y después de aplicado el método de entrenamiento. Estas evaluaciones fueron introducidas por Bosco y son utilizados actualmente con mucha frecuencia por entrenadores en varias disciplinas deportivas.

En el salto squat jump (SJ), según Bosco (1994) el atleta debe realizar un salto vertical partiendo desde una posición de 90° de flexión de rodilla, el tronco deberá permanecer recto, y las manos se colocan sobre la cadera. Posteriormente el deportista deberá ejecutar el salto de manera vertical sin efectuar un contramovimiento hacia abajo, según dicho autor (p.39) “constituye una prueba simple, de fácil aprendizaje y de elevada estandarización”. Este salto permite determinar el nivel de fuerza explosiva de los miembros inferiores de los deportistas por medio de la altura conseguida. (BOSCO, 1994).

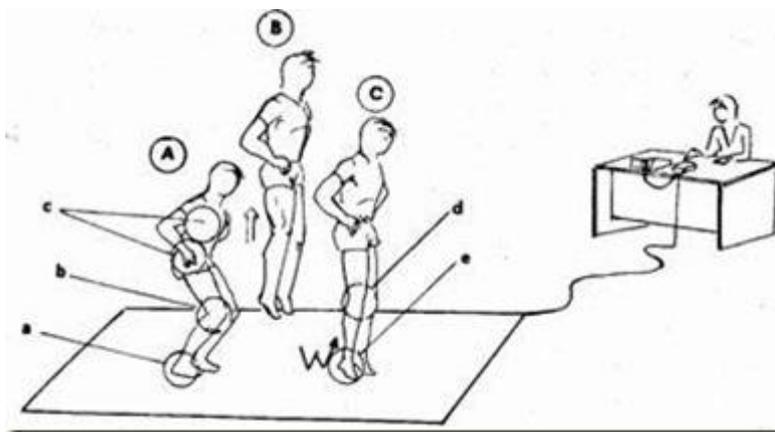


Ilustración 1. Test Squat Jump (SJ). Fuente: Imagen de Bosco (1994, p.40).

El salto con contramovimiento (CMJ), según Bosco (1994, p.88) “es una prueba en la que la acción de saltar hacia arriba se realiza con ayuda del ciclo de estiramiento-acortamiento”; éste mismo autor plantea que el deportista comienza en una posición erguida, con las manos en la cadera, posteriormente deberá ejecutar un contramovimiento

hacia abajo, para culminar el mismo con un salto vertical, las piernas deben llegar a flexionarse 90° con respecto a la articulación de la rodilla durante el descenso. En el momento de la flexión, el tronco deberá permanecer recto para evitar cualquier implicación en el resultado final, la diferencia de datos entre los test squat jump y contramovimiento proporciona una idea de las cualidades elásticas del atleta (COMETTI, 1998). Esta prueba permite determinar, según Bosco (1994) la reutilización de la energía elástica y la coordinación intra e intermuscular.

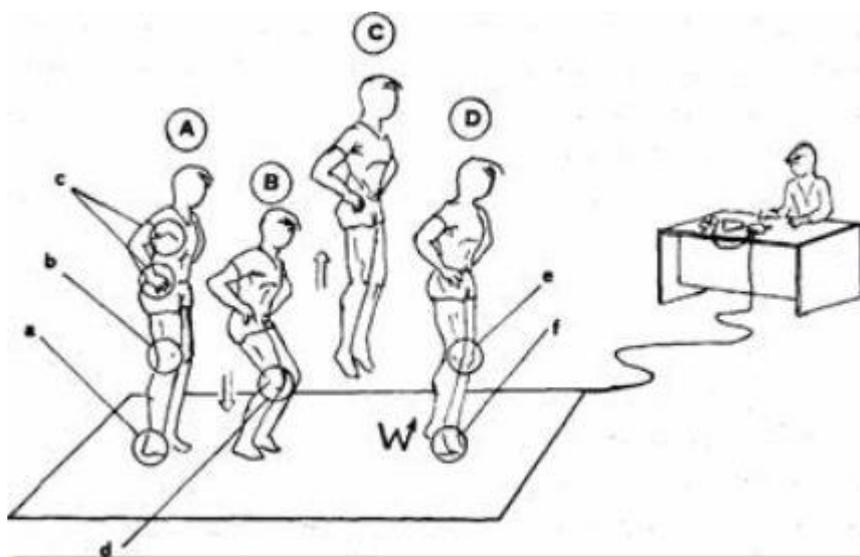


Ilustración 2. Test Contramovimiento Jump (CMJ). Fuente: Imagen de Bosco (1994, p. 89).

En el salto drop jump (DJ) el deportista comienza parado sobre cajones con determinadas medida, las mismas fueron de 32cm, 40cm y 50cm, en posición erguido, con las piernas extendidas, y manos en la cadera; posteriormente adelanta un pié para hacer contacto con la alfombra de medición de manera bipodal; luego del contacto deberá frenar lo más rápido posible el descenso realizando un bloqueo de rodillas, para culminar el movimiento efectuando un salto violento tratando de que este esfuerzo sea vertical, y buscando la mayor altura posible (BOSCO,1994). Según el autor mencionado anteriormente la elevación de la cual cae el deportista (cajones) va incrementándose lo que genera una mayor inercia, las alturas varían entre 20 a 100 centímetros, para esta investigación se efectuaron sobre las medidas mencionadas anteriormente debido a que fue el material que había disponible en el lugar de investigación Club Atlético Progreso.

Durante la ejecución del Drop Jump, se les pidió a los deportistas que lleguen a flexionar la articulación de la rodilla hasta los 90° en el momento de la caída, para

estandarizar la prueba y evitar que durante dicho salto se produjeran diferentes ángulos de flexión entre los sujetos a estudiar.

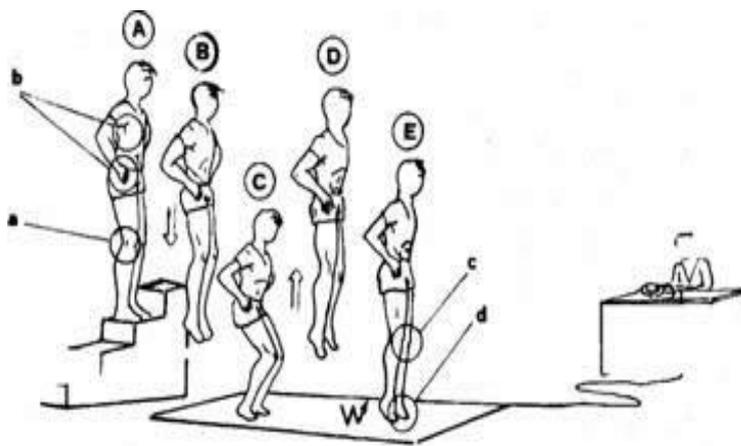


Ilustración 3. Test Drop Jump (DJ). Fuente: Imagen de Bosco (1994, p. 119).

Para realizar el test de fuerza máxima se utilizó el ejercicio de media sentadilla con flexión de rodilla hasta los 90° ; se eligió esta técnica debido a que en la mayoría de los antecedentes escogidos para fundamentar esta tesis, tenían como ejercicio de evaluación para determinar la fuerza máxima este movimiento.

Al momento de realizar la evaluación se estimó el peso máximo a través de repeticiones submaximas; según Bosco (2000, p.86) “con éste método se ha intentado, estimar la carga máxima (C_m o $F_{m\acute{a}x}$) que se puede movilizar utilizando cargas submaximas”. Este autor plantea que con una carga cualquiera el deportista trata de realizar el mayor número de repeticiones posibles, a este número de repeticiones que realizó le corresponde un porcentaje de la carga máxima; por lo cual realizando una regla de tres se calcula el peso (kg) que dicho deportista podría movilizar en 1 RM (repetición máxima).

Se aplicó el método de repeticiones submáximas debido a que son deportistas juveniles que no han tenido experiencia alguna en la realización de fuerza máxima, y se intentó evitar cualquier tipo de lesión. Según Weineck (2005, p.285) “un ejercicio de este tipo, con cargas sobre la columna vertebral, debe evitarse en niños y, en la mayoría de los casos, también en jóvenes”, según dicho autor (p.285) “en el deporte juvenil de alto rendimiento la fuerza máxima puede estimarse mediante el número de repeticiones”.

Máximo número de repeticiones que se pueden realizar en una serie	Porcentaje de la carga máxima
1 RM	100 %
2 RM	95 (\pm 2) %
3 RM	90 (\pm 3) %
4 RM	86 (\pm 4) %
5 RM	82 (\pm 5) %
6 RM	78 (\pm 6) %
7 RM	74 (\pm 7) %
8 RM	70 (\pm 8) %
9 RM	65 (\pm 9) %
10 RM	61 (\pm 10) %
11 RM	57 (\pm 11) %
12 RM	53 (\pm 12) %

Ilustración 4. Porcentaje de carga máxima (CM) en función del número de repeticiones máximas (RM) que se pueden realizar con ficha carga. Fuente: tabla de McDonagh y Davies⁵ (*apud* Bosco, 2000 p. 87).

3.4.1 Materiales Utilizados

Se utilizó una alfombra de medición pro jump, cajones de distintas alturas (32cm, 40cm, 50cm), una barra olímpica con sus respectivas pesas, vallas desarmables y barra de 5 kg y pesas respectivas.

La alfombra de medición pro jump a través de los test presentes en el software permitió, determinar los niveles de fuerza reactiva e índice de elasticidad antes y después de culminado el periodo de entrenamiento. Esta alfombra funciona como un cronómetro, calcula

⁵ McDonagh, M.J.N; Davies, C.T.M. **Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads.** European Journal of applied physiology, 1984.

a partir del tiempo de vuelo y de contacto de los deportistas los parámetros solicitados en la evaluación. Los cajones se utilizaron para efectuar el test Drop Jump.

La barra olímpica con sus respectivas pesas fue escogida para determinar el nivel de fuerza máxima.

Las vallas desarmables brindaron la posibilidad de regular la altura de los saltos pliométrico. La barra de 5kg con pesas adaptadas, posibilitaron la realización de los ejercicios de arranque de potencia (este último material era el disponible en el lugar de la investigación para trabajar durante el periodo de entrenamiento).

3.4.2 Protocolo de evaluación

El día lunes 14 de abril por la mañana se realizaron las evaluaciones iniciales de squat jump (SJ) y contramovimiento jump (CMJ). Se ejecutó una entrada en calor general de 7 minutos, que consistió en movilidad articular general y desplazamientos (movilidad de cintura, galopas laterales, galopas cruzadas, trote, talones a la cola, skipping alto y bajo, carrera hacia atrás, y en zig-zag), posteriormente los deportistas elongaron los grupos musculares de tren inferior, máximo 6 segundos por musculo de manera estática (cuádriceps, izquiotibiales, gemelos, psoas, aductores), luego se efectuó una entrada en calor específica con el propósito de activar las fibras rápidas las cuales son solicitadas primordialmente en dichos test, la duración fue de 3 minutos y los ejercicios propuestos fueron coordinación en escalera (skipping, saltos bipodales, y unipodales con variantes coordinativas). La duración total del calentamiento fue de 10 minutos.

A continuación de la entrada en calor cada deportista realizó 3 ejecuciones de dichas pruebas, tomándose como referencia para el analisis estadístico el valor más alto en cada una de ellas, eliminándose aquellas ejecuciones que tuvieran errores técnicos. En el squat jump (SJ) se eliminaron aquellos saltos en los cuales el deportista efectuó un contramovimiento hacia abajo, en los cuales la espalda no haya estado lo mas perpendicular posible con respecto al piso en el momento del salto, otro error fue soltar las manos de la cadera durante la ejecución, y cuando se producen desplazamientos hacia adelante o lateral.

En el salto con contramovimiento se eliminaron las ejecuciones que tuvieron como errores técnicos: la inclinación del tronco hacia adelante en el momento de la flexión de rodillas, realizar una flexión menor o mayor de 90° con respecto a la articulación de la rodilla,

despegar las manos de la cadera durante el salto, y la realización del mismo hacia adelante o hacia los lados, y no de manera vertical como debería ser.

Todos los deportistas realizaron primero el salto con contramovimiento y luego el squat jump debido a que el primer test (CMJ) es más sencillo de ejecutar, antes de la realización de dichas evaluaciones cada uno de ellos efectuó a modo de prueba 2 repeticiones tanto del SJ como del CMJ para poder corregir los errores técnicos mencionados anteriormente.

El día martes 15 de abril por la mañana se llevó a cabo la evaluación de fuerza máxima; para ello se realizó una entrada en calor general de 7 minutos con movilidad articular general y desplazamientos (movilidad de cintura, galopas laterales, galopas cruzadas, trote, talones a la cola, skipping alto y bajo, carrera hacia atrás, y en zig-zag). Posteriormente los deportistas efectuaron elongación estática de miembros inferiores máximo 6 segundos (cuádriceps, izquiotibiales, psoas, aductores, gemelos); para luego pasar a una entrada en calor específica buscando activar las fibras de contracción rápida, a través de ejercicios de coordinación en escalera (skipping, saltos bipodales y unipodales con variantes coordinativo), la duración de la misma fue de 7 minutos. La duración total del calentamiento fue de 14 minutos.

Cada deportista realizó el ejercicio de media sentadilla, comenzando con la barra sobre los hombros, en posición de pié, para posteriormente flexionar rodillas hasta llegar a los 90° con respecto a dicha articulación, y luego volver a la posición inicial. El investigador controló el grado de flexión de rodillas, y se efectuaron comentarios a los deportistas durante la ejecución del ejercicio. La carga se estimó teniendo en cuenta el peso corporal de cada deportista, los cuales realizaron el máximo número de repeticiones posibles en una serie; finalizando el ejercicio se registró el número de repeticiones logrado por cada uno de ellos con el peso asignado.

El día Jueves 17 de abril por la mañana se efectuó la evaluación de Drop Jump (DJ), se realizó el mismo protocolo de entrada en calor que en las evaluaciones anteriores, entrada en calor general de 7 minutos de movilidad articular y desplazamientos, elongación de los grupos musculares de tren inferior, y posteriormente una entrada en calor específica para activar las fibras de contracción rápida, a través de ejercicios en escalera de coordinación; la duración de la misma fue de 3 minutos. La duración total del calentamiento fue de 10 minutos.

Cada atleta ejecutó 3 saltos desde distintas altura, las mismas fueron de 32cm, 40cm y 50cm. En esta evaluación se eliminaron las ejecuciones que tuvieron como errores técnicos: dejarse caer mediante un salto desde el cajón, no llegar a realizar una flexión de 90° con respecto a la articulación de la rodilla durante el contacto con la plataforma, soltar las manos de la cadera en el momento de la ejecución, y realizar el salto hacia adelante luego del contacto con la plataforma. Cada deportista antes de comenzar efectuaron 2 repeticiones de dicho test buscando corregir los errores técnicos que se pudieran producir. Para el análisis estadístico se tomó el mejor valor individual de índice de fuerza reactiva (RSI), este valor es la relación entre la altura del vuelo y el tiempo de contacto. También se utilizó este dato para saber desde que altura en los saltos pliométricos se expresa una mejor reactividad y poder en las últimas 4 semanas de entrenamiento subdividir a los deportistas.

El día viernes 18 de Abril tuvo lugar la evaluación de arranque de potencia para determinar el peso individual correspondiente al 30, 40 y 50 % de 1 RM. Para dicha prueba los futbolistas realizaron una entrada en calor general de 7 minutos en la que realizaron desplazamientos y movilidad articular (movilidad de cintura, galopas laterales, galopas cruzadas, trote, talones a la cola, skipping alto y bajo, carrera hacia atrás, y en zig-zag); culminando con una entrada en calor específica de 3 minutos en la que se realizó coordinación en escalera (skipping, saltos bipodales y unipodales con variantes coordinativo), La duración total del calentamiento fue de 10 minutos. Cada uno de ellos ejecutó el ejercicio de arranque de potencia con un peso determinado (35kg), intentando realizar el mayor número de repeticiones posibles en una serie; a este peso cargado le corresponde un porcentaje de carga máxima teniendo en cuenta el número de repeticiones realizadas, por medio de la tabla citada anteriormente para calcular fuerza máxima. Luego a través de una regla de tres se determinó para cada deportista su peso individual correspondiente al 30, 40 y 50 del peso máximo para el ejercicio de arranque de potencia. Para las evaluaciones finales se repitió el mismo protocolo de evaluación, la única diferencia fue que en el test de fuerza máxima se le agregó a cada deportista 10 kg adicionales al que movilizaron en la evaluación inicial, el propósito de este incremento fue para que los futbolistas no pudieran realizar más de 12 repeticiones máximas, ya que la tabla de McDonagh y Davies tiene el porcentaje de carga máxima correspondiente de hasta dicho número de repeticiones.

A los futbolistas involucrados en la presente investigación no se les permitió tener más de 2 faltas los días en los cuales se aplicó el programa de entrenamiento, en caso que esto sucediera quedarían excluidos. De los 10 deportistas que comenzaron, 3 de ellos fueron apartados, 1 por motivos personales dejó de asistir, el segundo debido a una lesión muscular durante un partido de competencia, y el tercero por causa de 4 faltas a sesiones

de entrenamiento; por lo tanto los que pudieron cumplir con dicho protocolo fueron 7 futbolistas.

3.4.3 Programa de entrenamiento

La duración del estudio estuvo comprendida entre los meses de abril y julio.

ABRIL	JUNIO
Semana 1: Martes 22 y Jueves 24	Semana 7: Martes 3 y Jueves 5
Semana 2: Martes 28 y Jueves 30	Semana 8: martes 10 y Jueves 12
MAYO	Semana 9: Martes 17 y Jueves 19
Semana 3: Martes 6 y Jueves 8	Semana 10: Martes 24 y Jueves 26
Semana 4: Martes 13 y Jueves 15	JULIO
Semana 5: Martes 20 y Jueves 22	Semana 11: Martes 1 y Jueves 3
Semana 6: Martes 27 y Jueves 29	Semana 12: Martes 8 y Jueves 10
Semana 13: Evaluaciones finales	
Lunes 14: evaluación SJ, CMJ. Martes 15: evaluación DJ. Miércoles 16: evaluación fuerza máxima.	

Ilustración 5. Distribución de las semanas a lo largo del periodo de entrenamiento. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).

Previo al inicio del programa de entrenamiento todos los deportistas realizaron 10 sesiones de entrenamiento para el aprendizaje y perfeccionamiento de la técnica de arranque de potencia, llevado a cabo en el mes de marzo.

Semanas 1-2			
Día	Series y repeticiones de arranque de potencia	Series y altura de los saltos	Pausa
Día 1: martes	5 series de 4 repeticiones de arranque de potencia. (30%)	6 saltos frontales 35 cm.	2 min
Día 2: jueves	5 series de 4 repeticiones de arranque de potencia. (30%)	6 saltos laterales 35 cm.	2 min
Semana 3-6			

Día 1: martes	6 series de 5 repeticiones de arranque de potencia. (40%)	6 saltos frontales 40 cm.			3 min
Día 2: jueves	6 series de 5 repeticiones de arranque de potencia. (40%)	6 saltos frontales unipodales 20 cm. (3 series con cada pierna)			3 min
Semana 7-8					
Día 1: martes	8 series de 5 repeticiones de arranque de potencia. (40%)	8 saltos frontales 45 cm.			3 min
Día 2: jueves	8 series de 5 repeticiones de arranque de potencia. (40%)	8 saltos frontales unipodales 22, 5 cm. (3 series con cada pierna)			3 min
Semana 9-12					
Día 1: martes	8 series de 6 repeticiones de arranque de potencia. (50%)	8 saltos 47cm.(con deportistas de mejor RSI 32)	8 saltos 55cm.(con deportistas de mejor RSI 40)	8 saltos 60cm.(con deportistas de mejor RSI 50)	3 min
Día 2: jueves	8 series de 6 repeticiones de arranque de potencia. (50%)	8 saltos 47cm.(con deportistas de mejor RSI 32)	8 saltos 55cm.(con deportistas de mejor RSI 40)	8 saltos 60cm.(con deportistas de mejor RSI 50)	3 min

Ilustración 6. Programa de entrenamiento. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).

Para el ejercicio de arranque de potencia se tomó en cuenta lo planteado por Bompa (2000), en el cual propone para los deportes colectivos una carga entre el 30- 50 % de 1 RM de dicho ejercicio, el número de series entre 3-6, y en número de repeticiones de 4-10. El tiempo que pausa que se realizó entre series fueron de 2 y 3 minutos, lo recomendado por el autor mencionado anteriormente es entre 2-6 minutos.

Para determinar el porcentaje de carga a utilizar con cada deportista, los mismos realizaron el ejercicio de arranque de potencia intentando hacer el mayor número de repeticiones posibles con 35 kg total, a través de la tabla de cálculo de cargas máximas mencionada anteriormente se identificó para cada uno de ellos el porcentaje en kilos correspondiente al rango de entre 30-50%.

Número de deportista	Máximo número de repeticiones realizadas en una serie.	Peso total movilizado.	Porcentaje de la carga máxima correspondiente.
1	12	35 kg	53%
2	9	35 kg	65%
3	6	35 kg	78%
4	4	35 kg	86%
5	7	35 kg	74%
6	5	35 kg	82%
7	8	35 kg	70%

Ilustración 7. Identificación del porcentaje de carga para el ejercicio de arranque de potencia. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).

Luego a través de una regla de tres teniendo en cuenta el peso movilizado (35kg) y el porcentaje correspondiente de acuerdo al número de repeticiones obtenidas, se determinó el peso en kilos correspondiente al 30, 40 y 50 % de una repetición máxima de arranque de potencia, para qué, a partir de este dato cada deportista realizara dicho movimiento con el peso individualizado.

Número de Deportista	Peso correspondiente al 30%.	Peso correspondiente al 40%.	Peso correspondiente al 50%.
1	20 kg	26 Kg	33 Kg
2	16 kg	22 Kg	27 Kg
3	13 kg	18 Kg	23 Kg
4	12 kg	16 Kg	21 Kg
5	14 kg	19 Kg	24 Kg

6	13 kg	17 Kg	22 Kg
7	15 kg	20 Kg	25 Kg

Ilustración 8. Peso correspondiente al 30, 40 y 50 % individual para el ejercicio arranque de potencia. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).

Las primeras 2 semanas de trabajo de campo ejecutaron dicho ejercicio con un peso del 30% de cada deportista, para posteriormente incrementar la intensidad de manera progresiva.

Las series que propone Bompa (2000) para los saltos pliométricos con entre 3-5 máximo 6, y las repeticiones entre 4-6, el descanso entre series entre 3 y 4 minutos. Por su parte Bosco (2000) plantea que el número de saltos pliométricos semanales no pueden superar los 80-100 divididos es 2 sesiones de entrenamiento, pudiéndose aumentar el volumen gradualmente. Para Cometti (1998) el número de repeticiones por serie de saltos pliométricos sobre vallas deben ser 8 cuando se aplican métodos de entrenamientos mixtos en la misma serie, y el número total de series que propone dicho autor es entre 6 y 8.

Para la pliometría se eligieron los multisaltos, ya que según Bompa (2000, p.154) “los ejercicios de rebote también mejorarán el movimiento multiarticular y harán posible el desarrollo de la elasticidad muscular requerida”.

Las primeras 2 semanas de dicho ejercicio se trabajó con lo que Bompa (2000) llama pliometría de bajo impacto, aquí según dicho autor los saltos no sobrepasan la altura de 35cm, lo que se buscó con esto fue realizar una adaptación de los deportistas al trabajo, debido a que se aplicaron 2 métodos de entrenamiento combinados.

En las siguientes 6 semanas se buscó aumentar la intensidad de los saltos teniendo como referencia lo propuesto por Bompa (2000), el cual indica que para los deportistas de nivel avanzado mayores de 17 años, la intensidad del entrenamiento pliométrico debe ser medio y alto, tomándose como nivel medio alturas de entre 20 y 50 centímetros, e intensidad submaximo (nivel alto) ejercicios de rebote bipodales y unipodales; También se utilizó como referencia investigaciones anteriores mencionadas en el marco teórico.

En las últimas 4 semanas de trabajo de campo se replanteó el mismo al observar que se debió comenzar, en los ejercicios pliométricos, con la altura conseguida en el mejor valor de RSI (índice de fuerza reactiva) para cada deportista, ya que ese dato individualizaba a cada uno de ellos; para lograr esto, se subdividió al grupo en tres, por un lado los deportistas que en la evaluación inicial tuvieron su mejor RSI (relación entre altura de vuelo/

tiempo de contacto) desde 32 cm, por otro aquellos que su mejor valor fue desde 40 cm, y por último los que tuvieron un mejor índice desde 50 cm.

Luego de haber hecho esta subdivisión, en aquellos deportistas que su mejor RSI en la evaluación inicial fue desde 50 cm, en las últimas 4 semanas se les incrementó 15 cm a la altura que estaban saltando todos hasta ese momento (octava semana), que era 45 cm, es decir pasaron a saltar vallas de 60 cm, éste aumento de 15 cm fue debido a que en un comienzo todos estaban saltando a una altura de 35 cm, la diferencia entre esta altura y la de los futbolistas que tenían un mejor valor de RSI de 50 era de 15 cm, por lo cual se intentó compensar esa diferencia para la última parte del estudio.

Este mismo aumento en proporción se efectuó en los futbolistas que en la evaluación inicial tuvieron un mejor valor de RSI de 40 cm, por lo que en la última parte del estudio de campo pasaron a saltar vallas de altura de 55 cm, aumentándose 15 cm a partir de su mejor valor de RSI, el mismo razonamiento con aquellos que tuvieron su mejor valor de RSI en 32 cm, aumentándose la altura de las vallas de manera proporcional con los dos grupos anteriores, por lo que éstos pasaron a saltar desde 47 cm.

El trabajo de campo se realizó en una cancha auxiliar del estadio del Club Atlético Progreso (Abraham Paladino), la cual está ubicada a metros del mismo, designado para el entrenamiento de las divisiones juveniles del club. La batería de test aplicado antes y después de llevado a cabo el método de entrenamiento de pliometría y ejercicios derivados de halterofilia se realizó en las instalaciones del estadio, salvo el test de fuerza máxima que se efectuó en un gimnasio debido a que allí se encontraba la barra olímpica y las pesas, necesaria para dicho test.

3.5 Procedimiento de análisis de los datos

Se analizaron los datos a partir del cálculo de la media para todos los test y los desvíos estándar, se presentaron los resultados de manera general y mediante subdivisiones que fueron realizadas en las últimas 4 semanas del periodo de entrenamiento.

4. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Entrenamiento Combinado			
Test	Pre	Post	Porcentaje de mejora
Squat Jump (cm)	30,2 (± 4.1)	34,0 (± 4,0)	13 %
Contramovimiento			
Jump (cm)	35,1 (± 4,6)	40,7 (± 4.8)	16 %
Índice de			
Elasticidad (cm)	4,9 (± 2,4)	6,7 (± 2,2)	37%
Media Sentadilla (kg)	101 (± 14,7)	144 (± 18,8)	43 %
Drop Jump			
Altura (cm)	34,5 (± 4,4)	40,1 (± 5,2)	16%
Drop Jump			
Tiempo de contacto			
(ms)	527 (± 24,4)	520 (± 24,8)	1%
Índice de fuerza			
Reactiva. RSI			
(cm/ms)	0,066	0,077	17%

Ilustración 9. Comparación entre pre y pos test (\pm DE) tras la aplicación del método pliométrico y ejercicios derivados de halterofilia de manera combinada, y porcentaje de mejora. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).

Índice de Elasticidad (IE)

En la gráfica siguiente se muestra la media conseguida en los test CMJ y SJ, antes y después de aplicado el método de entrenamiento, obteniéndose mediante la resta de estos dos valores en cada una de las evaluaciones, el índice de elasticidad muscular. Se puede observar una mejora promedio de un 37%.

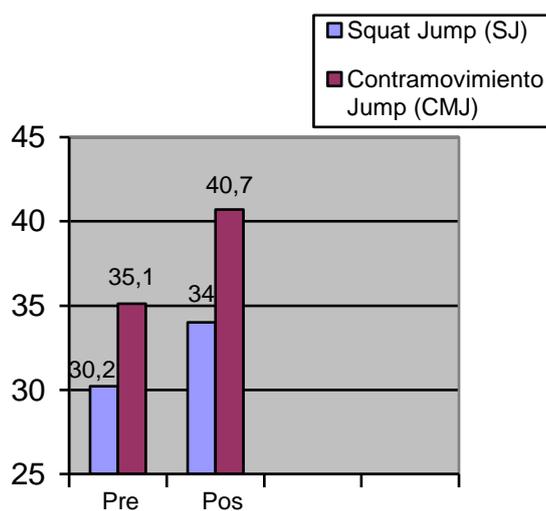


Ilustración 10. Valores de media en los test SJ y CMJ. Fuente: Gráfica de elaboración propia (2014).

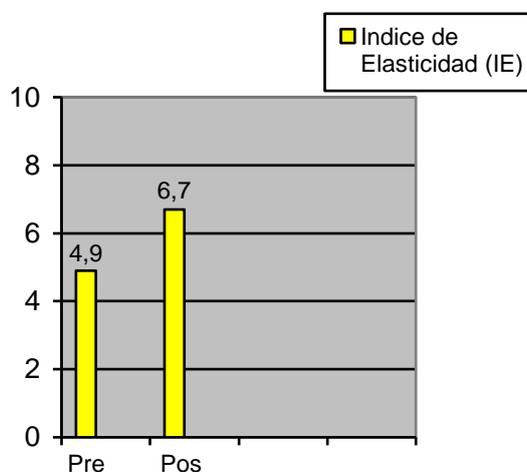


Ilustración 11. Valor de media para el índice de elasticidad muscular (IE). Fuente: Gráfica de elaboración propia (2014).

Subgrupo N°	N° de los deportistas en cada Subgrupo.	Valor de media de evaluación inicial IE. (cm)	Valor de media de evaluación final IE. (cm)	Porcentaje de mejora IE.
1	2-4-6-7	4,1	5,8	41%
2	5	8,4	9,2	10 %
3	1-3	4,7	7,3	55 %

Ilustración 12. Porcentaje de mejora por subgrupos. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).

En la tabla se muestra el valor porcentual de cada subgrupo en cuanto al índice de elasticidad muscular, el grupo 1 obtuvo una ganancia del 41%, mientras que el 2 compuesto por 1 deportista tuvo una mejora del 10 %, el tercer grupo aumentó un 55%.

Fuerza Máxima (FM)

Con respecto a la fuerza máxima luego de aplicado el método de entrenamiento combinado, se evidenció un incremento promedio del 43 %, obteniéndose un valor de media inicial de 101 kg y un valor final de 144 kg.

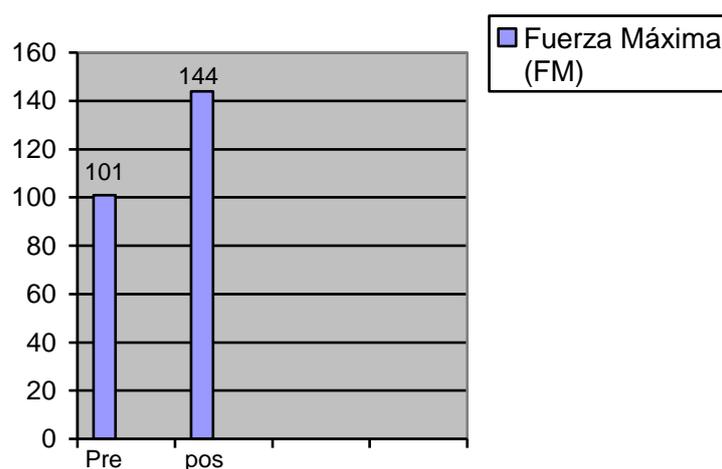


Ilustración 13. Valor de media para la fuerza máxima. Fuente: Gráfica de elaboración propia (2014).

En la siguiente tabla se puede apreciar el grado de mejoría que tuvieron los respectivos subgrupos formados con respecto al test de fuerza máxima.

Subgrupo N°	N° de los deportistas en cada Subgrupo.	Evaluación inicial FM promedio. (kg)	Evaluación final FM promedio. (kg)	Porcentaje de mejora FM.
1	2-4-6-7	397	553	39%
2	5	100	151	51%
3	1-3	212	306	44%

Ilustración 14. Porcentaje de mejora por subgrupos. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).

Fuerza Reactiva (FR)

En lo que respecta a la fuerza reactiva, se apreció luego del periodo de entrenamiento mencionado, un incremento del 17% de promedio general, la media del índice de fuerza reactiva pasó de 0,066 a 0,077 cm/ms.

Las gráficas siguientes muestran la altura media (cm), y el tiempo de contacto (ms) conseguida mediante el mejor valor de RSI individual en las 2 instancias de evaluación.

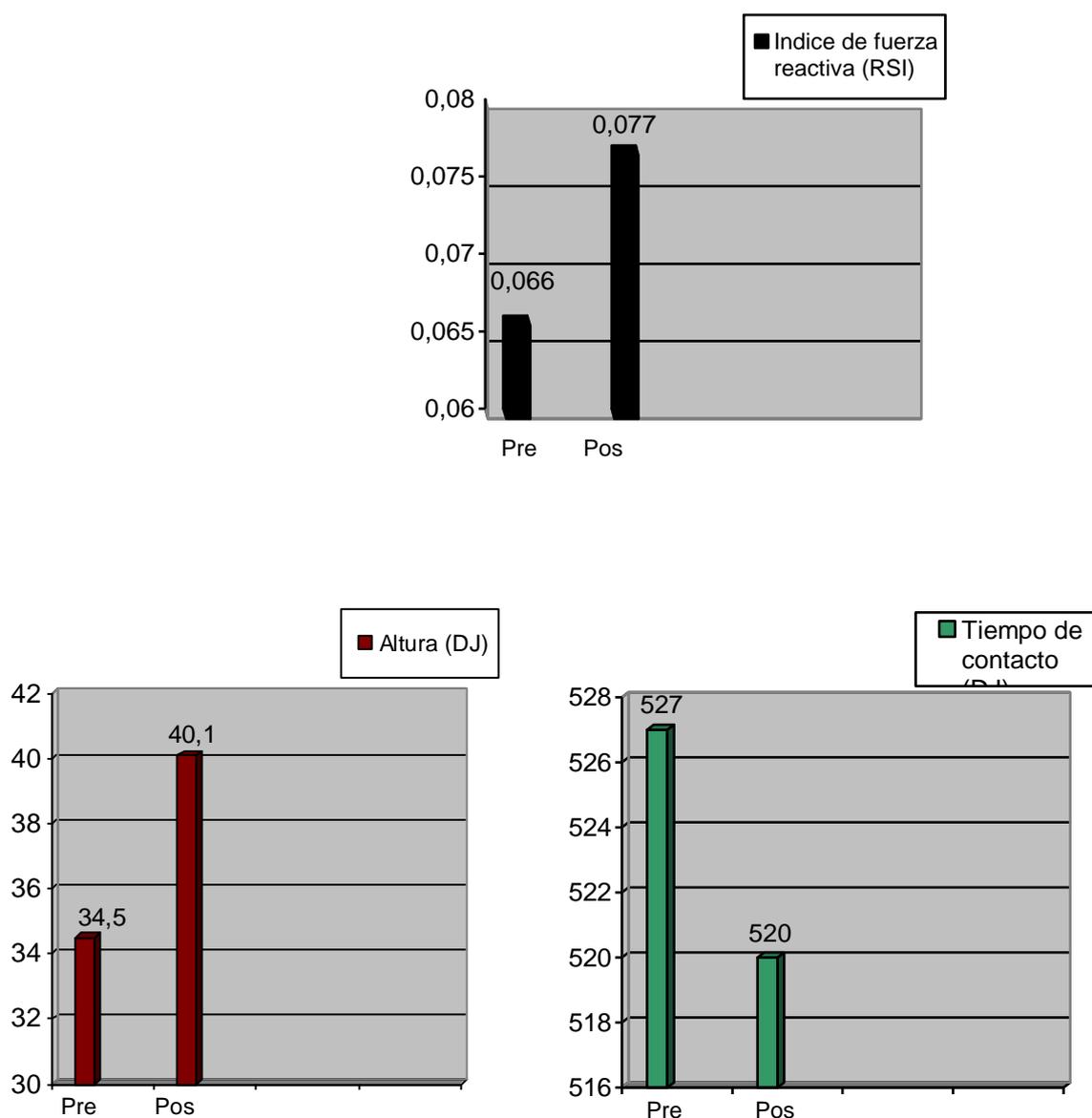


Ilustración 15. Valores de media para índice de fuerza reactiva, altura y tiempo de contacto. Fuente: Gráficas de elaboración propia (2014).

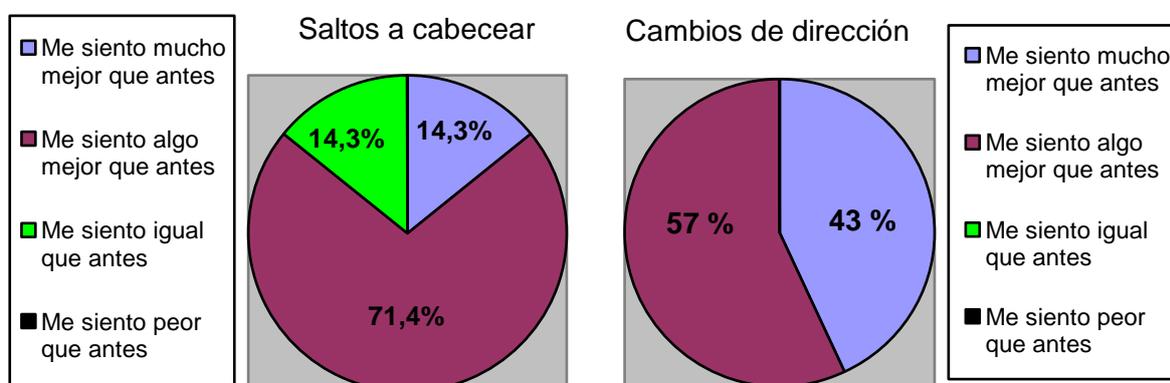
Subgrupo N°	N° de los deportistas en cada Subgrupo.	Evaluación inicial fuerza reactiva.(cm/ms)	Evaluación final fuerza reactiva.(cm/ms)	Porcentaje de mejora FM
1	2-4-6-7	0,265	0,302	14%
2	5	0,066	0,074	12%
3	1-3	0,126	0,165	31 %

Ilustración 16. Porcentaje de mejora por subgrupos. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).

Luego de culminado el periodo de entrenamiento de 12 semanas utilizando el método de pliometría y ejercicios derivados de halterofilia de manera combinada, se apreciaron mejoras en cuanto a la fuerza reactiva, índice de elasticidad, y fuerza máxima.

Percepción subjetiva

Culminado el proceso de entrenamiento y antes de la evaluación final, se entregó a cada futbolista una hoja en la cual se plantearon acciones motoras específicas, y ellos debían marcar en qué nivel se sentían con respecto a dicha acción.



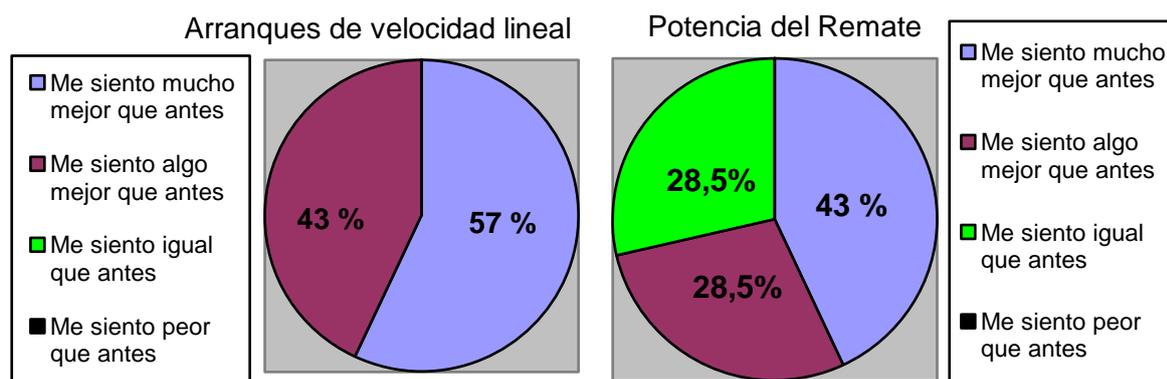


Ilustración 17. Porcentaje de percepción subjetiva de los futbolistas sobre distintas acciones de juego en el fútbol. Fuente: gráficas de elaboración propia (2014).

En el siguiente cuadro se puede apreciar en la columna vertical ubicada a la izquierda determinadas acciones motrices dentro de una cancha de fútbol, mientras que en la columna horizontal superior la percepción subjetiva de cómo se siente cada deportista; los números que aparecen dentro corresponde a la cantidad de futbolistas que marcaron dichas opciones.

	Me siento peor que antes	Me siento igual que antes	Me siento algo mejor que antes	Me siento mucho mejor que antes
Saltos a cabecear.		1 futbolista.	5 futbolistas.	1 futbolista.
Cambios de dirección.			4 futbolistas.	3 futbolistas.
Arranque de velocidad lineal.			3 futbolistas.	4 futbolistas.
Potencia del remate al balón.		2 futbolistas.	2 futbolistas.	3 futbolistas.

Ilustración 18. Hoja entregada a los futbolistas con acciones de juego y percepción subjetiva. Fuente: Tabla de elaboración propia (2014).

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El principal descubrimiento de esta investigación fue que el método de entrenamiento combinado utilizando ejercicios derivados de halterofilia (arranque de potencia) y pliometría, provocó mejoras porcentualmente interesantes en la fuerza máxima, índice de elasticidad, y fuerza reactiva en los futbolistas de cuarta división del Club Atlético Progreso.

La literatura encontrada con respecto a la combinación de dichos métodos de entrenamiento, fue una investigación realizada por Agüero, Licea y Mesa (2012), quienes aplicaron el test SJ (Squat Jump) para valorar el nivel de mejora de la fuerza explosiva en futbolistas, los resultados indicaron un incremento de 10 centímetros promedio en la evaluación final de SJ. En la presente investigación la ganancia obtenida en dicho test fue de 3,8 centímetros, esta diferencia pudo deberse a la cantidad de sesiones realizadas, ya que el estudio realizado por dichos autores tuvo una duración de 4 meses, aplicando una carga de 4 estímulos semanales, obteniéndose un total de 64 sesiones de entrenamiento, mientras que el tiempo de este estudio fue de 3 meses, con una carga de 2 estímulos semanales obteniéndose un total de 24 sesiones de entrenamiento. Otra de las causas que pudo haber provocado la diferencia encontrada en el test SJ, es que la investigación realizada por Agüero, Licea y Mesa (2012) fue realizada con futbolistas adultos con promedio de edad de 23 años, y según Weineck (2005) entre los 20 y 30 años es donde se produce el pico más alto de entrenabilidad de la fuerza en deportistas varones, también entre las edades mencionadas se observa el punto más alto de secreción hormonal (testosterona).

Con respecto a la fuerza máxima se evidenció una mejora del 43% promedio, se puede apreciar en los resultados como expresan Gómez y De Sousa (2008) una relación real entre dicha fuerza y el incremento en los niveles de potencia de los futbolistas, y también en los de fuerza reactiva, ya que según Martin, Carl y Lehnertz (2001) todos los tipos de fuerzas dependen de la máxima disponible en los músculos, por lo tanto la mejoría de esta lleva consigo el incremento de las demás. Comparando el valor obtenido en esta investigación con el estudio realizada por Tricoli *et al.* (2005) se puede apreciar que el grado de mejoría fue similar; en el grupo que entrenó con ejercicios de pliometría el incremento en el nivel de fuerza máxima fue del 48%, mientras que el grupo que entrenó con ejercicios derivados de halterofilia fue del 44%. La actual investigación que combinó los métodos de entrenamiento antes mencionado no potenció este resultados, lo cual pudo deberse a que la investigación realizada por dichos autores fue realizada con estudiantes de educación física que a priori podrían tener mayor experiencia en la realización de este tipo de ejercicio, y una

técnica de ejecución precisa del movimiento. En los test de SJ (Squat Jump), CMJ (Comtramovimiento Jump) y el valor de índice de elasticidad de este estudio tuvieron mejoras superiores que los recogidos por Tricoli *et al.* (2005), lo que indicaría que la combinación de entrenamiento pliométrico y ejercicios derivados de halterofilia, producen ganancias mayores que utilizando un solo método de entrenamiento.

En cuanto a la fuerza reactiva se apreció un incremento promedio del 17%, los resultados indicaron una mejora de todos los futbolistas con respecto a dicha fuerza, pero no todos los aumentos individuales fueron importantes, este hecho pudo ser debido a que en la mayor parte de la investigación no se trabajó en los saltos pliométricos con la altura de las vallas donde se expresa el mejor valor de índice de fuerza reactiva (RSI) individual, lo que provocó en aquellos deportistas que no estuvieron saltando en su mejor valor una ganancia inferior de fuerza reactiva; esto pudo haber causado la disparidad en los resultados obtenidos. Otro hecho que pudo ocasionar la diferencia en los resultados obtenidos de cada deportista fue que durante la evaluación del Drop Jump (DJ) no hubo medidas intermedias de cajones (32, 40, 50 cm), lo que pudo haber incidido en algunos futbolistas ya que su mejor valor en el índice de fuerza reactiva podría haber estado en alturas intermedias a las mencionadas.

Al comparar este estudio con el realizado por Cherif *et al.* (2012), se observó que a pesar de que la cantidad de sesiones realizadas fueron las mismas, el grado de mejora de la presente investigación en las pruebas SJ, CMJ, y DJ fueron mayores; de estos resultado se deduce que la combinación de entrenamiento utilizando ejercicios derivados de halterofilia y pliometría, provoca mejoras superiores que el entrenamiento de pliometría y velocidad; esto puede deberse a que, como expresa Cappa (2000) la realización a una muy alta velocidad de los ejercicios derivados de halterofilia serian claves para los programas de entrenamiento de la fuerza y potencia.

En cuanto al índice de elasticidad muscular los datos arrojaron una mejora promedio del 37%, lo cual muestra un incremento elevado, esta ganancia pudo ser debido a que los valores iniciales de algunos deportistas eran muy bajos, lo que provocó un incremento mayor en el índice de elasticidad muscular de los mismos; este hecho denota en el grupo estudiado falta de experiencia previa en programas de entrenamiento de la fuerza; No se aprecia en los valores de media una relación entre los niveles de fuerza reactiva y el índice de elasticidad muscular, con excepción de 1 deportistas, el N°5 que tuvo un incremento del 12 % en fuerza reactiva, y un 10% en el índice de elasticidad muscular.

Se evidenció una relación positiva entre la percepción subjetiva de los futbolistas culminado el proceso de entrenamiento, y los datos objetivos obtenidos de los test aplicados. La totalidad de los deportistas manifestaron haber mejorado en las distintas

acciones de juego propuestas, el 57 % manifestaron sentirse mucho mejor que antes con respecto a la acción de juego arranque de velocidad lineal, mientras que el 43% expresaron sentirse algo mejor que antes. Dicha acción mencionada anteriormente tiene relación con el test SJ, y este muestra una mejora de los deportistas del 13%. Lo mismo ocurre con la percepción de los futbolistas sobre las demás acciones; el 43% manifestó sentirse mucho mejor que antes dentro del campo de juego al realizar cambios de dirección, el 57% expresó sentirse algo mejor que antes con respecto a este movimiento, la acción de juego mencionada tiene relación con el test Drop Jump, ya que el mismo se encarga de valorar el nivel fuerza reactiva de los futbolistas, y dicha fuerza se manifiesta en acciones de juego como por ejemplo los cambios de dirección, en este test hubo un aumento promedio del 17%. Esta acción de juego se relaciona también con el Contramovimiento Jump (CMJ), ya que se encarga de determinar las cualidades elásticas-explosivas de los miembros inferiores de los deportistas; aquí se observó una mejora del 16% promedio lo que ratifica lo mencionado anteriormente.

Se puede observar en los valores de media obtenidos inicialmente un muy bajo nivel de fuerza en general, por ejemplo la media inicial en el test SJ fue de 30,2 centímetros, mientras que en el CMJ fue de 35,1; los valores de referencia que propone Bosco (1994) para futbolistas jóvenes de 18 años son de 35 cm en SJ, y 39 cm en CMJ, con lo cual se puede deducir que parte de la mejoría pudo deberse a este hecho.

6. CONCLUSIONES

Con la investigación realizada se pudo concluir que luego de aplicado un programa de entrenamiento combinado utilizando ejercicios derivados de halterofilia y pliometría, durante 12 semanas con una frecuencia de 2 estímulos semanales, se apreciaron mejoras porcentualmente interesantes en la fuerza máxima, índice de elasticidad, y fuerza reactiva en futbolistas juveniles de cuarta división del Club Atlético Progreso.

Las ganancias importantes en todas las variables estudiadas pudieron ser causadas por el bajo nivel de fuerza y potencia inicial de los deportistas, ya que no han tenido experiencias anteriores en la realización de ejercicios derivados de halterofilia, y muy poca en ejercicios pliométricos evidenciándose una técnica de ejecución incorrecta de los saltos. Por lo que para esta población con su poca experiencia previa fue eficiente el programa de entrenamiento combinado.

Se puede deducir que la combinación de ejercicios derivados de halterofilia y pliometría produce mejoras superiores a la combinación de los métodos pliométricos y velocidad, y aún que utilizando un solo método de entrenamiento.

Estos resultados ratifican que el entrenamiento combinado en la misma serie, utilizando ejercicios derivados de halterofilia, y pliometría en futbolistas produce mejoras importantes, por lo que podría ser incorporado por parte de los entrenadores esta modalidad de trabajo en poblaciones de similares características, buscando incrementar los niveles de fuerza y potencia de sus deportistas; ya que las acciones de juego en el futbol cada vez más requieren de mucha intensidad, siendo estos métodos de entrenamientos fundamentales en los programa que procuren aumentar las cualidades de fuerza y potencia de los deportistas.

Por este investigador el estudio fue una instancia de aprendizaje en la ejecución de los test realizados en la plataforma de salto, debido a que fue la primera ocasión en las cuales se evaluaron los saltos Squat Jump, contramovimiento Jump, y Drop Jump, también para el test de fuerza máxima, utilizando repeticiones submaximas con tabla de equivalencia.

Se pudo apreciar una vinculación positiva entre la percepción subjetiva de los futbolistas y los datos objetivos arrojados de las evaluaciones finales, lo que indica que los deportistas sienten el cambio producido por el programa de entrenamiento dentro del campo de juego, en acciones determinadas del deporte.

El volumen, la intensidad, la frecuencia y el tipo de entrenamiento propuesto, a la vista de los datos obtenidos, fueron apropiados, ya que los resultados de la investigación lo muestran, para ello se tuvo en cuenta autores especializados en el área de entrenamiento deportivo, y para su diseño se tomaron principios como el de progresividad de la carga.

7. REFERENCIAS

AGÜERO, Osmany; LICEA, Rafael; MESA, Jesús. Ejercicios pliométricos y especiales colgantes para el mejoramiento de la fuerza explosiva en futbolistas de la primera categoría de la Isla de la Juventud. **EFdeportes.com**, Buenos Aires, año 17, n.167, Abr. 2012. Disponible en: <<http://www.efdeportes.com/efd167/ejercicios- pliometricos-para-la-fuerza-explosiva-en-futbolistas.htm>> Acceso en: 14 de mar. 2014.

BOMPA, Tudor. **Periodización del entrenamiento deportivo**. Paidotribo, 2000. 219 p.

BOSCO, Carmelo. **La fuerza muscular**. España: Inde, 2000. 390 p.

BOSCO, Carmelo. **La valoración de la fuerza con el test de Bosco**. España: Paidotribo, 1994.190 p.

CAPPA, Darío. Metodología de la Enseñanza de Ejercicios derivados del Levantamiento de Pesas. In: CAPPA, Darío. **Entrenamiento de la potencia muscular**. Argentina: Dupligráf, 2000. cap.4. p.61-86.

CASTRO, Paulo; Manual de capacitación en iniciación deportiva en levantamiento de pesas. **Servisport LTDA**. Chile, p.1-96, Dic. 2005. Disponible en: <<http://es.scribd.com/doc/28753921/Manual-de-Levantamiento-de-Pesas>> Acceso en: 3 abr. 2014.

CEA, María Ángeles. **Metodología cuantitativa: Estrategias y técnicas de investigación social**. Madrid: Síntesis, 1996. 416 p.

CHERIF, Monsef *et al.* The Effect of a Combined High-Intensity Plyometric and Speed Training Program on the Running and Jumping Ability of Male Handball Players. **Asian journal of sports medicine**, v.3, n.1, p.21-28, mar.2012. Disponible en: <<http://asjasm.tums.ac.ir/index.php/asjasm/article/view/157/pdf>> Acceso en: 8 mayo 2014.

COMETTI, Gilles. **La preparación física en el fútbol**. Barcelona: Paidotribo, 2002. 174 p.

COMETTI, Gilles. **La pliometría**. Barcelona: Inde, 1998. 152 p.

DELGADO, Pedro *et al.* Análisis del desarrollo de la fuerza reactiva y saltabilidad, en Basquetbolistas que realizan un programa de entrenamiento polimétrico. **Motricidad y**

Persona, Temuco, n.10, p.33-44, ago.2011. Disponible en: <<https://www.google.com.uy/#q=An%C3%A1lisis+del+desarrollo+de+la+fuerza+reactiva+y+saltabilidad%2C+en+basquetbolistas+que+realizan+un+programa+de+entrenamiento+polim%C3%A9trico>> Acceso en: 25 set. 2013.

DI SALVO, V *et al.* Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. **International Journal Sports Medicine**, v.28, n.3, p. 222-227, 2007. Disponible en: <http://scholar.google.com.uy/scholar?q=Performance+Characteristics+According+to+Playing+Position+in+Elite+Soccer&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart&sa=X&ei=OaZeU7SKH4Gs2wX00oD4AQ&ved=0CCgQgQMwAA> Acceso en: 28 abr. 2014.

FATOUROS, Joannis *et al.* Evaluation of Plyometric Exercise Training, Weight Training, and Their Combination on Vertical Jumping Performance and Leg Strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.14, n.4, p.470-476, 2000. Disponible en: <http://www.setantacollege.com/wp-content/uploads/Journal_db/00124278-200011000-00016.pdf> Acceso en: 22 de nov. 2013.

FLANAGAN, Eamonn; COMYNS, Thomas. Utilización del tiempo de contacto y el índice de fuerza reactiva para optimizar el entrenamiento del ciclo de estiramiento-acortamiento rápido. **PubliCE Standar**, Ireland, 2008. Disponible en: < <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-fuerza-y-potencia/articulos/utilizacion-del-tiempo-de-contacto-y-el-ndice-de-fuerza-reativa-para-optimizar-el-entrenamiento-del-ciclo-de-estiramiento-acortamiento-rapido-1082>> Acceso en 8 ago. 2014.

FORAN, Bill. **Acondicionamiento físico para deportes de alto rendimiento**. España: Hispano europea. 2007. p. 368.

FORTEZA DE LA ROSA, Armando; RAMÍREZ FARTO, Emerson. **Teoría, metodología y planificación del entrenamiento deportivo de lo ortodoxo a lo contemporáneo**. El problema científico en el entrenamiento deportivo. Sevilla: Wanceulen, p. 11-25, 2007.

GARCÍA, D *et al.* Analisis de las adaptaciones inducidas por cuatro semanas de entrenamiento pliométrico. **Revista internacional de medicina y ciencia de la actividad física y deporte**, v.5, n.17, p.68-76, mar. 2005. Disponible en: <<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista17/artentrenamiento3.pdf>> Acceso en 21 nov. 2013.

GOMEZ, Antonio Carlos; DE SOUZA Juvenilson. **Futebol treinamento esportivo de alto rendimento**. Sao Paulo: Artmed, 2008. 254 p.

GONZALEZ BADILLO, Juan José; GOROSTIAGA AYESTARÁN, Esteban. **Fundamentos del entrenamiento de la fuerza, aplicación al alto rendimiento**. Barcelona: Inde, 2002. 321 p.

GONZÁLEZ, J *et al.* Propuesta para calcular el índice de elasticidad máxima en miembros inferiores. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**, v.10, n.39, p.356-368, 2010. Disponible en: <<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista39/artcalculo161.pdf>> Acceso en 12 oct. 2013.

GONZALEZ, J *et al.* La capacidad de salto e índice de elasticidad en educación primaria. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**, v.7, n.28, p.359-373, 2007. Disponible en: <<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista28/artsalto68.pdf>> Acceso en: 14 nov. 2013.

HARRE, Dietrich. **Teoría del entrenamiento deportivo: Fundamentos, principios y métodos**. Buenos Aires: Stadium, 1987. 288 p.

HERNÁNDEZ, Y; GARCÍA, J. efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la velocidad lineal. **European journal of human movement**, n.28, p.1-21, 2012. Disponible en: <http://ruidera.uclm.es:8080/xmlui/bitstream/handle/10578/2900/fi_1354397982-european%20journal%20of%20human%20movement%202012.pdf?sequence=1> Acceso en: 10 mayo 2014.

HOFFMAN, Jay *et al.* Comparison of Olympic vs Traditional Power Lifting Training Programs in Football Players. **Journal of strength and conditioning Research**, v.18, n.1, p.129-135, 2004. Disponible en: <<https://umdrive.memphis.edu/akcreasy/public/EXSS%202010/Quiz%20%233-%20Olympic%20Lifts%20and%20Power.pdf>> Acceso en: 15 mar. 2014.

MARTIN, Dietrich; CARL, Klaus; LEHNERTZ, Klaus. **Manual de Metodología del Entrenamiento Deportivo**. Barcelona: Paidotribo, 2001. 406 p.

MIRELLA, Ricardo. **Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad**. Barcelona: Paidotribo, 2001. 258 p.

RAHIMI, Raham; BEHPUR, Naser. The effects of plyometric, weight and plyometric-weight training on anaerobic power and muscular strength. **Physical Education and Sport**,

v.3, n.1, p. 81-91, 2005. Disponible en: <<http://facta.junis.ni.ac.rs/pe/pe2005/pe2005-08.pdf>>
Acceso en: 9 mayo 2014.

SABINO, Carlos. **El proceso de investigación**. Buenos aires: Hvmantitas, 1986. 188p.

SAUTU, Ruth. **Todo es teoría**. Objetivos y métodos de investigación. Buenos aires: Lumiere, 2003. 180p.

SUÁREZ, Iván Román. **Fuerza Total**. La Habana, 2005. 335 p.

TRÍCOLI, Valmor *et al.* Short-term effects on lower-body functional power development: Weightlifting vs. Vertical Jump training programs. **The journal of strength & conditioning Research**, v.19, n.2, p.433-437, mayo.2005. Disponible en: <http://www.setantacollege.com/wp-content/uploads/Journal_db/SHORT-TERM%20EFFECTS%20ON%20LOWER-BODY%20FUNCTIONAL%20POWER%20DEVELOPMENT.%20WEIGHTLIFTING%20VS.%20VERTICAL%20JUMP%20TRAINING%20PROGRAMS.pdf> Acceso en: 26 set. 2013.

VERKHOSHANSKY, Yuri. **Teoría y metodología del entrenamiento deportivo**. Barcelona: Paidotribo, 2002. 350 p.

VERKHOSHANSKY, Yuri. **Todo sobre el Método Pliométrico**. Barcelona: Paidotribo, 1999. 199 p.

WEINECK, Jürgen. **Entrenamiento Total**. Barcelona: Paidotribo, 2005. 686 p.

ZHELYAZCOV, Tsevan. **Bases del entrenamiento deportivo**. Barcelona: Paidotribo, 2001. 424 p.