



**Universidad de Concepción del Uruguay – UCU**  
**Centro Regional Rosario**

*Licenciatura de Educación Física con orientación en Ciencias del Ejercicio*

*Tesina de Grado*

***Índice de Fuerza Reactiva: Efectos del  
entrenamiento Pliométrico sobre la condición  
física de jugadores de básquet juveniles***

**Autor:** Prof. Iosca Lisandro

**Tutor:** Lic. Amione Gastón

Rosario, Santa Fe, Argentina, 2019

# **Índice de Fuerza Reactiva: Efectos del entrenamiento Pliométrico en la condición física de jugadores varones de básquet juveniles**

Autor: Iosca, Lisandro.

Tutor: Amione, Gastón

Tesis presentada en la Universidad de Concepción del Uruguay, Centro Regional Rosario, de la carrera de Licenciatura en Educación Física con orientación en Ciencias del Ejercicio.

---

## ***DEDICACIONES***

*A todo el equipo de docentes que formaron parte de mi formación dentro  
de la carrera, y en especial a mi tutor que me  
brindó su apoyo, Amione, Gastón.*

*A mis compañeros, por formar parte de este proceso.*

*A todas las personas que estuvieron en este camino.*

---

## INDICE

### Capítulo I: Introducción:

1.1	Introducción.....	6
1.2	Planteamiento del problema.....	6
1.3	Objetivos	
1.3.1	Objetivo general.....	7
1.3.2	Objetivos específicos.....	7
1.4	Justificación.....	8
1.5	Contexto.....	8
1.6	Hipótesis.....	8

### Capítulo II: Marco teórico:

2.1	Antecedentes y estado del arte.....	9
2.2	Mecanismos fisiológicos del entrenamiento pliométrico .....	11
2.2.1	Acciones musculares de los ejercicios pliométricos.....	11
2.2.2	Ciclo estiramiento-acortamiento.....	13
2.2.3	Propiedades del músculo y del tendón .....	14
2.2.4	Sistema nervioso central.....	15
2.2.5	Energía.....	16
2.3	Fuerza.....	16
2.3.1	Fuerza aplicada.....	17
2.3.2	Fuerza elástico-explosiva.....	17
2.3.3	Fuerza reflejo elástico-explosiva.....	17
2.3.4	Fuerza reactiva.....	18
2.3.5	Índice de fuerza reactiva.....	18

### Capítulo III: Marco metodológico:

3.1	Diseño de investigación.....	19
3.2	Selección de la muestra.....	19

---

3.3 Medición de las variables.....	20
3.4 Recolección de datos.....	24

**Capítulo IV: Resultados y análisis de datos:**

4.1 Análisis estadístico .....	25
4.2 Análisis e interpretación de resultados .....	25

**Capítulo V: Discusión y conclusiones:**

5.1 Discusión.....	27
5.2 Conclusiones.....	29
5.3 Aplicaciones prácticas.....	30

**Capítulo VI**

6.1 Referencias bibliográficas.....	31
-------------------------------------	----

---

## CAPITULO I

### 1.1 Introducción

El entrenamiento pliométrico se ha vuelto muy popular entre entrenadores y atletas en las últimas décadas, demostrando ser un método efectivo para mejorar el rendimiento de los atletas.

La capacidad para producir fuerza y potencia del tren inferior es un factor importante en el rendimiento de muchas actividades atléticas; es una de las formas de actividad más frecuente en la mayoría de los deportes de equipo que requieren saltar, lanzar o esprintar, como es el caso del básquet, depende fuertemente de la fuerza-velocidad.

Partiendo desde esta afirmación suponemos que interactúa e interviene con otras capacidades físicas generando un efecto positivo.

A la hora de valorar el rendimiento físico de jugadores de básquet juveniles los indicadores de la condición física más relevantes son la fuerza, la velocidad, la potencia, el índice de fuerza reactiva (RSI), la habilidad de cambio de dirección, la velocidad aeróbica máxima (VAM) y las medidas antropométricas.

De este modo, esta investigación está enfocada en ver el efecto que generaría implementar un programa de entrenamiento pliométrico al entrenamiento habitual de jugadores juveniles de básquet durante 6 semanas y ver el efecto y su relación sobre los indicadores de rendimiento como el salto vertical, velocidad de aceleración, la capacidad de cambiar de dirección, la VAM y la fuerza muscular.

Los descubrimientos científicos han indicado que el entrenamiento pliométrico es un método de entrenamiento efectivo y seguro para jugadores de básquet en categorías juveniles, que permite a los jóvenes hacer frente a las crecientes demandas físicas del básquet moderno.

### 1.2 Planteamiento del Problema

En el entrenamiento pliométrico se plantean diversas metodologías y protocolos de trabajo, donde hay muchos factores a considerar como la superficie del salto, la intensidad del entrenamiento, el volumen de entrenamiento, el tipo de ejercicio de salto, la intensidad del salto, la altura de caída, duración de la pausa, frecuencia de entrenamiento y el peso del lastre entre los factores más importantes a mencionar.

---

Considerando la intensidad como el factor más relevante. Vemos que para aumentar la intensidad los métodos de entrenamiento pliométrico se utilizan saltos con caídas desde alturas que aumentan progresivamente.

En la actualidad se pueden ver protocolos de entrenamiento con alturas fijas (por ej.: 30cm), considerando el rendimiento promedio del salto con contramovimiento (CMJ) de los atletas para definir la altura óptima del entrenamiento.

Sin embargo, la utilización de alturas fijas o estandarizadas de caídas puede violar el principio de entrenamiento de individualidad, pudiendo verse afectado el rendimiento.

Por lo tanto, se sugiere el uso de “alturas de caídas óptimas” basadas en el valor más alto del RSI como una forma simple y efectiva de prescribir entrenamientos pliométricos.

Entrenamiento pliométrico con *drop jumps* desde altura óptima: ¿Es un método efectivo para optimizar los efectos del entrenamiento pliométrico sobre las medidas de aptitud física en jóvenes jugadores de básquet?

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar y comparar los efectos de un programa de entrenamiento pliométrico a través de *drop jumps* desde altura óptima sobre el rendimiento físico de jóvenes jugadores de básquet.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Detectar diferencias entre grupos en todas las variables de aptitud física antes y después de las pruebas:

- Comparar el rendimiento de la capacidad de salto.
- Comparar el rendimiento en la velocidad de aceleración.
- Comparar el rendimiento en la capacidad de cambio de dirección.
- Comparar el rendimiento en la manifestación de la fuerza reactiva.
- Comparar el rendimiento en la velocidad aeróbica máxima.

---

#### **1.4 Justificación**

Teniendo en cuenta que la manifestación de fuerza reactiva es de suma importancia para los deportes situacionales, ver su relación con otras variables del rendimiento servirá para notar la importancia de introducir un protocolo de entrenamiento pliométrico dentro de los entrenamientos de los jugadores de básquet.

#### **1.5 Contexto**

La investigación se llevará a cabo en el “Club Atlético y Social Unión y Progreso”, de la ciudad de Rosario, Santa Fe.

Con jugadores varones de básquet de las categorías U15, U17 y U19.

#### **1.6 Hipótesis**

Basándonos y analizando investigaciones encontradas relacionadas sobre el tema abordado en esta investigación, hipotetizamos que habrá una mejora del rendimiento en variables relacionada a la fuerza, velocidad y la habilidad de cambio de dirección por diferentes adaptaciones como el aumento de la activación muscular, mejora de la coordinación intermuscular, y mejor utilización del CEA, pudiendo facilitar la producción de fuerza máxima y rápida.



---

## CAPITULO II

### Marco Teórico

#### 2.1 Antecedentes y estado del arte

Existen muchas investigaciones relacionadas sobre el entrenamiento pliométrico, donde la variedad de protocolos realizados, intensidad, volumen, superficie de contacto, ejercicios, población, género, varían de unos a otros, por lo que para el desarrollo de esta investigación se hará referencia a aquellas que resultan más relevantes y significativas para el desarrollo del marco teórico.

En 2001 Dusan Ugarkovic y cols. Analizaron el efecto del entrenamiento pliométrico en jugadores de básquet juniors en la performance de salto, comparando un grupo que realizaba *drops jumps* desde 50cm (EG-50), otro grupo desde 100cm (EG-100) y un grupo control (CG) llevando a cabo 3 sesiones semanales durante 6 semanas. Los resultados mostraron un aumento en la mejora del CMJ de 4,8cm, 5,6cm en los grupos EG-50 y EG-100 respectivamente, y sin diferencias significativas en el CG.

Ognjen Andrejic en 2012, analizó el efecto de un programa de entrenamiento pliométrico y de fuerza en la performance de jugadores de básquet de 12-13 años, donde se compararon dos grupos, uno realizaba solo entrenamiento de fuerza (ST) y otro entrenamiento combinado de fuerza y pliometría (CT), durante 6 semanas y dos sesiones semanales. Dentro de las evaluaciones de performance que se realizaron se encontraban el salto vertical, salto en largo, lanzamiento de medicine ball (MB), 20m sprint, carrera 4x15m y test de flexibilidad “stand and reach”. En el estudio los participantes completaron el 100% de las asistencias, no hubo lesiones de ningún tipo en ambos grupos. Luego del programa de entrenamiento el grupo CT tuvo mejoras significativas en todas las pruebas, mientras que el grupo ST tuvo mejoras significativas solo en lanzamiento de MB y el test de flexibilidad. El grupo CT evidencio mejoras significativamente mayores en el salto vertical, salto en largo, 20m sprint, carrera de 4x15m y lanzamiento de MB que el grupo ST.

En otro estudio publicado por Ramírez-Campillo y cols. En 2015 analizaron el efecto de las adaptaciones pliométricas entre diferente tiempo de descanso entre sesiones durante 6 semanas en jóvenes jugadores. Compararon dos tipos de días de descanso, con 24hrs (PT24) y 45hrs (PT48) entre sesiones y su efecto en las adaptaciones explosivas, con 2 sesiones semanales. Se analizaron

---

166 jugadores jóvenes de entre 10 y 17 años, en la performance de SJ, CMJ, RSI 20cm, salto en largo, 20m sprint, test de agilidad, y test intermitente de ir y volver en 20m. Los resultados mostraron mejoras de pequeñas a moderadas en todos los test, sin diferencias significativas entre tratamientos. Como conclusión del estudio se recomienda que los ejercicios pliométricos no se realicen en días consecutivos, pero la realización de sesiones pliométricas dos veces por semana con 24 o 48hrs de descanso entre sesión da como resultado adaptaciones similares de explosividad y resistencia en jugadores jóvenes varones.

En una revisión sistemática realizada por Bedoya, Miltenberger y López en 2015, donde analizaron el efecto del entrenamiento pliométrico en la performance atlética en jugadores jóvenes sobre 7 estudios donde el criterio de inclusión fue 1) el uso del entrenamiento pliométrico para evaluar el rendimiento atlético, 2) jóvenes deportistas desde la preadolescencia hasta 17 años y 3) estudios realizados entre el 2000 y el 2014. La evaluación de la performance atlética consistía en velocidad, habilidad de salto y agilidad. Se evidenciaron mejoras significativas con el uso del entrenamiento pliométrico. La evidencia y literatura sugiere que el entrenamiento pliométrico para este grupo etario es recomendado y no sugiere ningún tipo de lesión siempre y cuando se implementen las medidas de seguridad recomendadas. Como conclusión se sugiere que el entrenamiento pliométrico puede realizarse 2 sesiones semanales, con 48-72hrs de descanso, 3-4 ejercicios de 2-4 series con 6-15 repeticiones, volúmenes de salto por sesión de 50-60 hasta 100-120, siempre en condiciones de seguridad y bajo supervisión de un profesional.

En otro estudio realizado por Ramírez-Campillo y cols. en 2018, investigaron la precisión del índice de fuerza reactiva (RSI) para la optimización de los efectos del entrenamiento pliométrico, donde se compararon dos grupos, uno con la utilización de *drops jumps* desde alturas fijas de 30cm (FIXED) y otro desde alturas optimas (OPT) evaluadas a través del rendimiento en una prueba incremental de *drop jump* y un grupo control (GC). Analizaron distintas variables del rendimiento atléticos donde se encontraba el CMJ, RSI, 5 saltos horizontales, 20m sprint, habilidad de cambio de dirección, 5 repeticiones máximas (5RM) y prueba de resistencia de 2,4 km. La muestra consistía en 73 jóvenes jugadores varones de nivel nacional de 10,9-15,9 años. Luego de 7 semanas de trabajo con 2 sesiones semanales, ambos grupos mostraron mejoras significativas sobre el CG, el grupo OPT tuvo las mejores adaptaciones sobre el grupo FIXED, pero sin diferencias significativas entre ambos. Como conclusión se sugiere que a partir de estos resultados que para

---

maximizar los beneficios derivados del *drop jump*, la intervención del entrenamiento pliométrico debe basarse en parámetros individuales a través de la determinación de la altura óptima de caída que permita a los atletas desarrollar su fuerza reactiva durante el salto. Sin embargo, esto podría ser poco práctico cuando se trabaja con gran número de sujetos, ya que el proceso requiere mucho tiempo y es posible que se necesiten repetidas mediciones para determinar los mejores valores de RSI a lo largo del tiempo. Además, la individualización de las alturas de caídas generalmente requiere un gran número de cajas con diferentes alturas, lo que puede ser costoso y a veces difícil de adquirir para los entrenadores. Para resolver esta impracticabilidad, los resultados actuales sugieren que el entrenamiento pliométrico realizado con *drops jumps* de altura moderada (30cm) puede inducir mejoras significativas en el rendimiento deportivo de jóvenes jugadores. Aunque son más bajo que las adaptaciones logradas con las alturas de caídas óptimas, estos cambios positivos podrían ser de significativa importancia.

## **2.2 Mecanismos fisiológicos del entrenamiento pliométrico**

El uso de los ejercicios pliométricos surge de la necesidad de manejar la fuerza de la gravedad en la búsqueda del máximo nivel deportivo. La toma de impulso para un salto, un sprint o un lanzamiento refleja la tendencia natural del deportista a desarrollar estrategias para superar la gravedad o la inercia de un objeto o del propio cuerpo para producir una acción más energética. Aunque pueda parecer una estrategia sencilla, los mecanismos fisiológicos que participan en la ejecución de un movimiento pliométrico son bastantes complejos e incluyen una serie de acciones musculares coordinadas y sinérgicas que permiten alcanzar un resultado óptimo. Para explicar los mecanismos fisiológicos y las estructuras anatómicas que hay detrás de las acciones pliométricas, es necesario comprender las acciones musculares más importantes y la anatomía implicada en estos ejercicios.

### **2.2.1 Acciones musculares de los ejercicios pliométricos**

Uno de los ejemplos más comunes de acción pliométrica es el ciclo de zancada de un deportista que corre. La *contracción musculare excéntrica* de los músculos de la cadera y la pierna al contactarse con el suelo evitan que este se caiga al suelo oponiéndose lentamente a la elongación de estos músculos. Además de prevenir un descenso excesivo del centro de masas del cuerpo, las

---

acciones musculares excéntricas ayudan a amortiguar el impacto con el suelo. Las acciones excéntricas a lo largo de las extremidades inferiores, las caderas y el tronco actúan de forma colectiva absorbiendo los impactos y minimizando las fuerzas aplicadas sobre el tejido conjuntivo y las estructuras esqueléticas. Las fuerzas que soportan los músculos durante las contracciones excéntricas pueden ser superiores al 40% de las otras acciones musculares (Chu y Myer, 2013). Si no existieran estas estructuras que absorben los impactos, el cuerpo del deportista se vería muy castigado en cada aterrizaje tras una zancada o un salto, lo que acabaría derivando en una lesión grave.

Una vez que los músculos desaceleran y frenan el movimiento descendente del cuerpo durante el contacto con el suelo es una zancada, estos no se estiran ni se acortan durante un corto periodo de tiempo. Las articulaciones del tren inferior permanecen fijas durante este intervalo, sin que se produzca flexión ni extensión. Cuando los músculos están en un estado de tensión constante sin que exista movimiento, se está produciendo una *contracción muscular isométrica*. En el caso de la zancada y otras acciones pliométricas similares, las contracciones isométricas son de muy corta duración y preceden a la inversión de la acción muscular de estiramiento a acortamiento. Un corredor contacta con el suelo tras una zancada, absorbe la fuerza de impacto y, finalmente, empuja hacia arriba y hacia adelante para comenzar la fase de vuelo de la zancada. Esta acción isométrica, también llamada fase de amortiguación, es esencial para producir la potencia necesaria para efectuar contracciones musculares enérgicas en acciones pliométricas.

Una vez que se desacelera, frena e invierte la acción muscular, el acortamiento del musculo necesario para generar un movimiento potente se cono como *contracción muscular concéntrica*. Las contracciones concéntricas son el producto de las acciones pliométricas y, en el caso de la zancada, dan lugar a la fase de impulso, que propulsa al deportista hacia la fase de vuelo. La acción concéntrica es la que suele recibir mayor atención en las acciones deportivas, sin embargo, una acción bien ejecutada es el resultado de toda una serie de acciones musculares perfectamente sincronizadas y ejecutadas eficientemente. En numerosos movimientos de diferentes deportes tiene lugar una combinación similar de acciones musculares excéntricas, isométricas y concéntricas. Estas acciones se conocen también como fases de carga, amortiguación y descarga, respectivamente.

---

### 2.2.2 Ciclo estiramiento-acortamiento

La combinación de las acciones musculares, la participación nerviosa y la elasticidad del tejido conjuntivo que permite efectuar una acción pliométrica eficaz puede explicarse más fácilmente mediante el ciclo estiramiento-acortamiento (CEA). Cuando tanto el músculo como el tendón se estiran rápidamente, como ocurre en los movimientos excéntricos rápidos, el sistema nervioso reacciona reclutando una mayor cantidad de fibras musculares para producir más fuerza, en un esfuerzo por invertir el sentido del movimiento (Komi, 1984). El conjunto musculotendinoso detecta el rápido estiramiento a través de las fibras del huso neuromuscular, que son receptores sensoriales que se encuentran en el interior del músculo. Las fibras del huso neuromuscular controlan el grado y la velocidad del estiramiento del músculo y responden con una contracción muscular concéntrica enérgica del músculo. Esta respuesta automática al rápido estiramiento del músculo garantiza que el deportista no tenga que pensar expresamente en contraer fuertemente sus músculos para realizar un esfuerzo explosivo. Los mecanismos implicados en el CEA se conocen como reflejo de estiramiento, elasticidad del tendón, preactivación y potenciación (Fukutani, Kurihara e Isaka, 2015). Se ha debatido mucho, aunque sin alcanzar grandes acuerdos, sobre la contribución relativa de cada uno de estos mecanismos al CEA (Komi, 2000).

El reflejo de estiramiento, o también llamado reflejo miotático, es un mecanismo fundamental para el CEA y la producción de fuerza durante un ejercicio pliométrico. A pesar de que una parte de la fuerza generada en un movimiento pliométrico procede de la energía elástica liberada por los componentes elásticos de los músculos y tendones, como si se tratara de una banda elástica, una cantidad de fuerza considerable procede del rápido reclutamiento de fibras musculares provocada por el reflejo miotático.

El objetivo principal de este reflejo es controlar el grado de estiramiento muscular como medida de precaución para prevenir una elongación excesiva y el daño muscular. Mediante el reclutamiento de una gran cantidad de fibras musculares de un determinado músculo en un corto intervalo de tiempo, esta respuesta automática asegura que el músculo se estire solo hasta un límite seguro antes de comenzar el acortamiento. Aunque se considera una medida de seguridad de regulación automática, los entrenadores y científicos del deporte han observado que entrenar esta respuesta de forma segura contribuye a mejorar el rendimiento.

---

Se suele hacer referencia a la fase de amortiguación o fase de transición para describir la parte del movimiento pliométrico que va desde el principio de la contracción excéntrica hasta el principio de la contracción concéntrica. La fase de amortiguación es el periodo en el que el deportista se prepara para efectuar un movimiento explosivo. No es deseable una fase de amortiguación larga, ya que de esto deriva en una pérdida considerable de potencia. Una fase de amortiguación demasiado larga no solo hace que se desperdicie toda contribución elástica la salto, sino que también limita el potencial de activación del reflejo de estiramiento y la fuerza resultante de la contracción concéntrica. Por esta razón, los deportistas deben tratar de acortar la duración de la fase de amortiguación cuando realicen una acción pliométrica enérgica (Wilson, Elliott y Wood, 1991). La magnitud de la fuerza aplicada en la fase de amortiguación determinara la fuerza de contracción resultante en la parte concéntrica de la acción muscular.

### **2.2.3 Propiedades del músculo y del tendón**

El órgano tendinoso de Golgi es otro mecanismo sensorial presenten en el complejo músculo-tendón. Este receptor de estiramiento se encuentro en los tendones y, cuando se estira bruscamente, transmite la señal a la medula espinal para originar una respuesta inhibitora en el musculo contraído. La acción del órgano tendinoso de Golgi se considera un mecanismo de protección del músculo frente a una tensión excesiva o a una potencial lesión. Un salto desde una altura moderada puede producir fuerza suficiente como para provocar un estiramiento excéntrico que active los husos neuromusculares y de lugar a una respuesta concéntrica potente, pero un salto desde una altura excesiva puede producir un rápido estiramiento del tendón y originar una respuesta inhibitora de los órganos tendinosos de Golgi, lo que impediría la contracción concéntrica.

Aunque los mecanismos sensoriales necesario para originar una respuesta muscular explosiva son esenciales en las acciones pliométricas, los componentes contráctiles del musculo desempeñan un papel importante en la creación del movimiento. Los elementos básicos para la generación de fuerza son los miofilamentos de activa y miosina, formados por moléculas de actina y miosina respectivamente. Estos miofilamentos se agrupan para formar miofibrillas dentro de las fibras musculares. Estas fibras musculares forman paquetes o fascículos musculares que se combinan para formar los músculos esqueléticos que producen el movimiento humano.

---

La contracción de un músculo se inicia cuando los filamentos de actina y miosina forman puentes cruzados y se deslizan unos sobre otros. El deslizamiento se produce gracias a la adhesión y separación cíclica de los filamentos de miosina sobre los de actina (Spudich, 2001).

Otro elemento que contribuye a las propiedades explosivas del músculo se conoce como componente elástico en serie. Dentro de dicho componente, las fibras musculares, incluidos los elementos de los miofilamentos de actina y miosina forman los puentes cruzados, se conectan en línea con estructuras elásticas, como los tendones. La elongación del componente elástico en serie durante la contracción muscular produce una energía similar a la de una banda elástica estirada (Hill, 1950). Como se ha mencionado anteriormente, si la fase de amortiguación de un movimiento pliométrico es demasiado larga, se disipa la energía potencial almacenada en la elasticidad e los músculos y se pierden los beneficios de la fase excéntrica, principalmente, en forma de calor (Cavagna, 1997). Una consideración importante a la hora de realizar cualquier ejercicio pliométrico es asegurarse de que la fase excéntrica y el estiramiento previo del componente elástico en serie se produzca de forma rápida, lo que dará lugar a un movimiento más explosivo y elástico.

#### **2.2.4 Sistema nervioso central**

Si bien los componentes anatómicos son fundamentales para la ejecución mecánica de la contracción muscular en los ejercicios pliométricos, la energía nerviosa y el *software* necesarios para manejar el *hardware* son igualmente importantes. Se requiere de una implicación neural considerable, ya que los movimientos explosivos requieren del máximo reclutamiento de fibras musculares disponibles. Independientemente del tamaño del músculo, no se podrá efectuar un movimiento explosivo a máxima intensidad si el cerebro y la médula espinal (sistema nervioso central) no envían las señales adecuadas.

Luego de series que requieran de velocidad, potencia o fuerza a alta intensidad es necesario dejar un tiempo de recuperación adecuado que permitan realizar una ejecución máxima, una recuperación completa permitirá obtener un mayor beneficio del entrenamiento pliométrico. Comyns y cols. en 2011 han demostrado que se necesitan hasta 5 minutos de recuperación después de una serie de entrenamiento intenso de CEA para conseguir un rendimiento posterior igual o mejor. No sorprende que muchos científicos e investigadores del deporte analicen los *drops jumps* (caída desde un cajón) sobre plataformas de fuerza o de contacto para medir fatiga central y

---

periférica de los deportistas y que hagan un seguimiento de su estado general de recuperación mediante el CEA.

### **2.2.5 Energía**

La disponibilidad de una fuente de energía se ha considerado como el constituyente primario de la capacidad para general potencia (15,80). Nuestro organismo obtiene energía a partir de la hidrólisis del adenosín trifosfato (ATP). La energía contenida dentro de estos enlaces se obtiene, sobre todo, a través del procesamiento de los carbohidratos y los lípidos, los cuales son ingeridos a través de las fuentes de alimentación natural, junto con las fuentes originales de energía producida por el sol.

Debido a que la potencia es trabajo por unidad de tiempo, los movimientos o actividades que tienen como componente la potencia máxima parece implicar franjas de tiempo relativamente cortas, por lo tanto, sus fuentes primarias de energía son aquellas que tienden a ser las de disposición más rápida. Estas fuentes se encuentran en el ATP almacenado dentro del musculo y en su formación rápida a corto plazo mediante el aporte de grupos fosfatos a partir de la fosfocreatina, que también se halla almacenada en el musculo.

### **2.3 Fuerza**

Siguiendo al autor Juan José González Badillo la podemos definir de la siguiente forma:

*La fuerza desde el punto de vista de la mecánica y de la fisiología*

La fuerza desde el punto de vista de la mecánica, es toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo. La fuerza también es capaz de deformar el cuerpo, bien por presión (compresión o intento de unir las moléculas de un cuerpo) o por estiramiento o tensión (intento de separar las moléculas de un cuerpo). En definitiva, *la fuerza sería la medida del resultado de la interacción de dos cuerpos*. En el sentido que se define la fuerza en la mecánica, la fuerza muscular, como causa, sería la *capacidad de la musculatura para deformar un cuerpo o para modificar su aceleración del mismo*: iniciar o detener el movimiento de un cuerpo, aumentar o reducir su velocidad o hacerle cambiar de dirección. Desde el punto de vista fisiológico, la fuerza se entiende como la *capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse*.



---

La definición de fuerza desde el punto de vista de la mecánica se centra en el efecto externo, generalmente observable, producido por la acción muscular, la atracción de la gravedad o la inercia de un cuerpo. Por el contrario, desde el punto de vista fisiológico la fuerza es la tensión generada por el músculo, es algo interno, que puede tener relación con un objeto (resistencia u oposición) externo o no.

### **2.3.1 Fuerza aplicada**

Ni el concepto de fuerza desde el punto de vista de la mecánica ni desde la fisiología coincide o representa de manera total a la “fuerza” que debemos analizar en el deporte.

Lo que nos interesa en el deporte es la *fuerza aplicada* en las acciones deportivas. En toda acción deportiva se dan dos fuentes de fuerza: 1) la fuerza (tensión) que genera el músculo, lo que podríamos llamar *fuerza interna*, y 2) la fuerza que representa la carga o resistencia que hay que superar (a vencer o la resistencia al desplazamiento de los cuerpos), lo que podríamos llamar *fuerza externa*. De la *interacción* entre la fuerza interna y externa surge la *fuerza aplicada*, que es la fuerza que debemos analizar en el deporte. Por ello, la fuerza aplicada será el *resultado* de la acción muscular sobre las fuerzas externas, será *el grado en el que se manifiesta externamente la tensión interna* generada en el músculo. Por tanto, la fuerza aplicada no es ni la tensión del músculo ni la carga que se desplaza.

### **2.3.2 Fuerza Elástico-Explosiva**

El término “Elástico” hace referencia al resultado de una acción en la que se realiza un CEA intenso o a alta velocidad. El resultado de la acción depende en parte de la fuerza elástica que se ha generado en la fase excéntrica del CEA.

El término “explosiva” se emplea porque la fase concéntrica de la acción se realiza a la máxima velocidad posible. La generación de esta fuerza elástica no tendría sentido si la fase concéntrica no se realizara a alta velocidad y de manera inmediata después de la excéntrica.

### **2.3.3 Fuerza Reflejo-Elástico-Explosiva**

Este concepto es semejante al anterior, pero requiere que el CEA se realice a una mayor velocidad y que el reflejo de estiramiento contribuya a que la fase concéntrica sea más efectiva.

---

Esta situación se daría en mayor medida cuando el CEA se produce después de una “caída” desde una determinada altura. Se refiere a una acción con “rebote”.

#### **2.3.4 Fuerza Reactiva**

Del concepto anterior se desprende la fuerza reactiva de una acción, en el caso de una caída, una acción excéntrica, se da una “reacción”, es decir, una acción en sentido contrario, una acción concéntrica.

#### **2.3.5 Índice de Fuerza Reactiva (RSI)**

La fuerza reactiva es una representación de la función rápida del CEA. Muestra la capacidad para cambiar rápidamente de una contracción excéntrica a concéntrica y la habilidad para desarrollar fuerzas máximas en tiempo mínimo (11).

La utilización del RSI está justificada en que el mismo expresa la mejor relación entre el tiempo de vuelo y el tiempo de contacto, estando estas variables relacionadas con la aplicación de fuerza en función del tiempo.

Según González Badillo, J.J. la fuerza útil en el ámbito deportivo es *aquella que somos capaces de aplicar o manifestar a la velocidad que se realiza el gesto deportivo* (12).

Es importante considerar la fuerza que se puede manifestar en un tiempo dado, sobre todo en los periodos de tiempos muy reducidos (100-200ms). Si se dispone de 3-4 segundos, seguramente se llegue a producir la fuerza máxima isométrica, pero si sólo se dispone de 200-300ms (situación mucho más frecuente en el deporte), su fuerza útil será la que sea capaz de conseguir en estos periodos de tiempo (12).

Movimientos rápidos como el salto pueden involucrar contracciones musculares en periodos de 50 a 200ms, los cuales son considerablemente tiempos menores a los que se alcanza la fuerza muscular máxima (aproximadamente 300ms) (13).

---

## CAPITULO III

### Marco Metodológico

#### 3.1 Diseño de la investigación

Para percibir los efectos del entrenamiento pliométrico sobre las medidas de aptitud física de los jugadores de básquet juveniles, se realizó un ensayo experimental longitudinal simple ciego. Los atletas se asignaron al azar a un grupo entrenamiento (GE), y un grupo control (GC). Antes y luego de las 6 semanas de entrenamiento se realizó una batería de test con evaluaciones de salto, RSI, velocidad, VAM y habilidad para cambiar de dirección.

#### 3.2 Selección de la muestra

La muestra seleccionada fue no probabilística y estuvo conformada por un grupo de 20 (n=20) jugadores de básquet de sexo masculino de entre 14 y 18 años de edad, del “Club Atlético y Social Unión y Progreso”, de la ciudad de Rosario.

En un diseño aleatorizado simple ciego, los participantes se asignaron a 1 de los 2 grupos: grupo entrenamiento (GE, n=10) o grupo control (GC, n=10) Las características de los participantes se presentan en la Tabla 1. Un número similar de bases, alas, y pivots estuvieron presente en cada grupo.

La secuencia de asignación se generó al azar electrónicamente (<https://www.randomizer.org>).

Criterios de inclusión: (a) 1 año mínimo de entrenamiento sistemático de básquet y competición, (b) libres de lesiones músculo-esqueléticas durante los últimos 4 meses, (c) no experiencia sistemática de entrenamiento con ejercicios pliométricos en los últimos 4 meses, y (d) asistencia del 90% a todas las sesiones de la intervención de entrenamiento pliométrico.

Los participantes y los padres o tutores respectivos de los sujetos menores de 18 años fueron informados sobre los procedimientos experimentales, los posibles riesgos y los beneficios asociados con la participación en el estudio.

**Tabla 1:** Medias y desvíos estándares para las principales características de los jugadores

Variable	Grupo	Media $\pm$ Desvio estándar
Edad	Experimental	17,40 $\pm$ 1,84
	Control	17,60 $\pm$ 1,35
Peso (kg)	Experimental	66,75 $\pm$ 13,23
	Control	69,77 $\pm$ 9,50
Altura (M)	Experimental	1,75 $\pm$ 0,10
	Control	1,79 $\pm$ 0,07
BMI	Experimental	21,63 $\pm$ 2,76
	Control	21,69 $\pm$ 2,18

### 3.3 Medición de las variables

Los participantes serán instruidos a los procedimientos durante 4 sesiones de aprendizaje de 15 minutos durante las 2 semanas previas del inicio de la investigación, para reducir los efectos de aprendizaje.

La batería de test será desarrollada durante una semana previa al plan de entrenamiento, realizándolas en diferentes días, y una semana luego del plan de entrenamiento, con la misma metodología (mismo orden, hora y lugar). Los deportistas serán instruidos de no realizar actividades extenuantes en los días previos a las evaluaciones.

Para determinar las diferentes variables de la condición física de los jugadores de básquet se les realizarán las siguientes valoraciones de campo:

- Salto con Contra movimiento (CMJ)
- Índice de fuerza reactiva (RSI)
- Aceleración lineal en 10m (A10m.)
- Talla y peso
- Lane Agility Test (LAT)
- 30-15 Intermittent Fitness Test (30-15IFT)
- 5RM en Sentadilla (5RM)

La mejor puntuación en 3 intentos se registrará para todas las pruebas de rendimiento, y solo una en el 30-15IFT y 5RM.

---

Intervalo de descanso de 2 a 3 minutos entre cada intento por prueba, y de 5 a 10 minutos entre las pruebas, para reducir los efectos de la fatiga.

### **Salto con Contra movimiento (CMJ)**

Para determinar la altura alcanzada en el CMJ, se utilizará una plataforma de contacto marca “Axon Jump” Modelo “S”.

El atleta comienza parado sobre el tapiz, con manos en la cintura y tronco recto. Realiza una flexión de piernas hasta los 90° aproximadamente, seguido de una extensión rápida de piernas, intentando elevar el centro de gravedad lo más alto posible (el ángulo de la rodilla en los momentos de despegue y contacto será de 180°).

### **Determinación del RSI**

Para determinar el RSI se aplicó un Test Incremental DJ-RSI.

El atleta comenzará la prueba desde una altura de 20cm hasta 50cm, que irá aumentando sucesivamente de a 10cm mientras el rendimiento mejore o se mantenga, realizando tres intentos en cada altura. El test finaliza cuando el rendimiento decae o el tiempo de contacto sobrepasa los 250ms.

La ecuación que utilizaremos para calcular el RSI será:

$$\text{RSI} = \text{Tiempo de vuelo} / \text{Tiempo de contacto.}$$

### **Aceleración Lineal en 10m.**

Para determinar la velocidad alcanzada en 10m. se utilizarán 2 plataformas de contacto marca “Axon Jump”, una al inicio y otra a los 10m.

El atleta comienza en posición de salida alta. El sprint comienza cuando los atletas inician voluntariamente la prueba, activándose automáticamente la plataforma de contacto por el apoyo de los pies del atleta, iniciando el cronometro que se detendrá también automáticamente al contacto con la plataforma a los 10m.

---

### **Medidas Antropométricas**

Para la obtención de la talla se medirán descalzos a través de un tallímetro, y para el peso sólo con short a través de una balanza digital marca “Omron” modelo Hn 289.

### **Lane Agility Test (LAT)**

Para la evaluación de la agilidad y el cambio de dirección se utilizará el “Lane Agility Test” que mide que tan rápido se mueve y cambia de dirección un jugador en diferentes perfiles (hacia adelante, hacia atrás, y los laterales).

Se configurarán los conos. El atleta comienza en posición de salida alta, no se permite ningún balanceo previo, parado sobre una plataforma de contacto marca “Axon Jump”. Al tomar contacto con la misma iniciará el cronómetro, y deberá correr hacia adelante hasta la línea de fondo; en el cono cambiar el movimiento y desplazarse lateralmente hasta la marca, para cambiar el sentido y desplazarse hasta la línea de tiros libres, donde cambiará el movimiento para deslazar lateralmente, y llegar al punto donde comenzó, tocar el cono y volver a recorrer el circuito en el sentido contrario. Al pisar nuevamente la plataforma de contacto se detendrá el cronómetro obteniendo así el tiempo de duración del test.

### **30-15 Intermittent Fitness Test-28m (30-15IFT)**

Debido a su componente práctico y validado específicamente con el objetivo de prescribir cargas intermitentes en deportes de conjunto de manera lineal (15,16), utilizaremos este test adaptado al básquet (17). El objetivo del test es obtener la velocidad final alcanzada (VFA), a través de un protocolo incremental. Asumiendo que ésta tiene una gran correlación con la velocidad aeróbica máxima (VAM) (18).

El 30-15IFT-28m consiste en carreras de ida y vuelta de 30s con periodos de recuperación de 15s. La velocidad inicial es de 8km/h y se incrementa en 0.5km/h en cada etapa subsiguiente de 30s. Los jugadores deben correr ida y vuelta entre dos líneas separadas por una distancia de 28m a un ritmo determinado por una señal auditiva. La señal auditiva pre-grabada permite que los individuos ajusten su velocidad de carrera. Durante el periodo de 15s de recuperación pasiva, los jugadores caminan hacia delante, hacia la línea más cercana dependiendo del lugar en el cual ha finalizado la carrera. En esta línea dará comienzo la siguiente etapa. Se debe completar la mayor cantidad posible de etapas, y el test finaliza cuando los jugadores no pueden mantener la velocidad

---

de carrera requerida o cuando pueden alcanzar las zonas conjuntamente con la señal auditiva en 3 ocasiones consecutivas. La velocidad alcanzada durante la última etapa completada determina la VIFT(VFA) del jugador. El VO<sub>2</sub>máx puede estimarse a partir de la VIFT.

### **Programa de entrenamiento**

Antes de comenzar el período de entrenamiento, los jugadores fueron instruidos sobre cómo realizar los ejercicios, con énfasis en la técnica de ejecución de saltos. El entrenamiento pliométrico se realizó fuera de la temporada competitiva. El GC no realizó el entrenamiento. El diseño de la intervención pliométrica se basó en los registros de entrenamientos anteriores, así como en los resultados de investigaciones previas (23,24,25,28).

Cada sesión incluyó saltos denominados de tipo “*bounce*”, de esfuerzos máximos orientados verticalmente, con la participación activa del ciclo estiramiento-acortamiento, con impulso de brazos. El grupo entrenamiento ejecutó saltos desde caídas *drop jumps* desde altura óptima evaluados previamente mediante un Test Incremental DJ-RSI, descrito anteriormente.

A los participantes se les pidió que realicen los saltos a máxima intensidad buscando el menor tiempo de contacto en el suelo y la mayor altura posible, revertiendo el movimiento descendente después de la caída tan pronto como sea posible en un empuje ascendente. Los ejercicios, series, repeticiones y progresiones por semana se indican en la Tabla 2. De esta manera los jugadores progresaron de 60 saltos durante cada sesión de la primera semana, hacia 100 saltos durante cada sesión de la quinta semana de entrenamiento pliométrico, con una puesta a punto durante la sexta semana.

El entrenamiento pliométrico se realizó con una frecuencia de 2 veces por semana, durante un período de 6 semanas.

**Tabla 2.** Programa de entrenamiento pliométrico

Semana I	Semana II	Semana III	Semana IV	Semana V	Semana VI
6x10	7x10	8x10	9x10	10x10	4x10

---

### **3.4 Recolección de los datos**

Los datos fueron recolectados en dos instancias, una previa al tratamiento metodológico del trabajo de campo y la otra al finalizar el mismo, de esta manera se identificaron los cambios en las variables a analizar.

Luego, se hicieron las comparaciones entre los grupos en el pretest y postest y se realizaron las conclusiones respectivas.



---

## CAPITULO IV

### Resultados y análisis de datos

#### 4.1 Análisis estadístico

Se calcularon las medias y desvíos estándares para cada una de las variables medidas en los dos grupos, en ambos momentos, pre y post programa de entrenamiento pliométrico. Para evaluar la significación de las diferencias obtenidas entre los valores medios pre y post para cada una de las variables medidas se utilizaron t de Student para muestras apareadas.

Se realizó un Análisis de la variancia (ANOVA) para evaluar si existían diferencias entre los dos grupos estudiados en todas las variables medidas y en ambos momentos. Los t de Student para muestras independientes se utilizaron para detectar posibles diferencias en los valores medios obtenidos post entrenamiento entre los grupos obtenidos.

Considerando sólo los valores medios obtenidos post entrenamiento para los jugadores de ambos grupos se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables RSI y cada una de las otras 5 variables medidas.

El análisis estadístico se realizó con el Software Minitab versión 16.

#### 4.2 Análisis e interpretación de los resultados

Las medias y desvíos estándares pre y post entrenamiento pliométrico para cada una de las variables medidas a los jugadores de ambos grupos se presentan en la Tabla 2. Tanto en el grupo experimental como en el grupo control resultaron significativas las diferencias entre los valores medios pre y post entrenamiento de las variables RSI, mientras que para el resto de las variables entre los valores medios pre y post entrenamiento no resultaron significativas.

**Tabla 3:** Medias y desvíos estándares Pre y Post entrenamiento de las variables medidas a los jugadores de ambos grupos

Variable	Grupo	Pre	Post	Ganancia	
				Absoluta	%
CMJ	Experimental	37,55 ± 6,20	38,29 ± 4,57	0,74	1,98
	Control	36,27 ± 5,57	37,36 ± 5,73	1,08	2,99
20cm RSI	Experimental	2,48 ± 0,37	3,02 ± 0,44 *	0,53	21,47
	Control	2,22 ± 0,32	2,66 ± 0,40 *	0,44	19,90
RSI	Experimental	2,69 ± 0,41	3,34 ± 0,42 *	0,65	24,10
	Control	2,39 ± 0,42	2,84 ± 0,39 *	0,46	19,11
10m Sprint	Experimental	1,74 ± 0,09	1,71 ± 0,07	-0,03	-1,93
	Control	1,77 ± 0,07	1,78 ± 0,11	0,01	0,65
30-15 IFT	Experimental	19,00 ± 1,33	19,15 ± 1,55	0,15	0,79
	Control	18,25 ± 2,08	18,50 ± 1,86	0,25	1,37
Lane Agility Test	Experimental	11,83 ± 0,55	11,60 ± 0,56	-0,23	-1,94
	Control	12,25 ± 0,78	12,48 ± 0,73	0,23	1,85
* Diferencia significativa entre los valores medios Pre y Post entrenamiento (p<0,05)					

---

## CAPITULO V

### Discusión y conclusiones

#### 5.1 Discusión

En el presente estudio evaluamos la hipótesis de que 6 semanas de entrenamiento pliométrico podría producir mejoras en diferentes parámetros del rendimiento físico de jugadores juveniles de básquet. Se observó que los jóvenes que participaron en el entrenamiento pliométrico no obtuvieron mejoras significativas en la capacidad de salto vertical CMJ con 1,98% y velocidad en 10m -1,93% en comparación con los jóvenes que participaron en el grupo control que no realizaron entrenamiento pliométrico, 2,99 y -0,65% respectivamente.

Sí se observaron mejoras significativas en el 20cm RSI (21,47%) y en el RSI (24,10%).

Estos resultados no están completamente de acuerdo con los hallazgos de diversas investigaciones llevadas a cabo con jóvenes que sugieren que la realización de entrenamiento pliométrico puede ser útil para mejorar el rendimiento muscular (Ognjen 2011, Ramirez-Campillo y colaboradores 2015). Por ejemplo, Ognjen en 2011 (29) reportó que luego de 6 semanas de entrenamiento pliométrico hubo mejoras en la altura del salto vertical del 7,8% y mejoras en la velocidad de -5,3%. Similares hallazgos fueron reportados por Ramirez-Campillo y colaboradores en 2015 (24) quienes observaron que un programa de entrenamiento pliométrico de 6 semanas de duración, y que incluyó *drops jumps* desde dos alturas diferentes produjo mejoras significativas en la capacidad de salto, en la velocidad, y el índice de fuerza reactiva del 7,4%, -5,6% y 12,2% respectivamente.

Una de las limitaciones que vemos posibles en nuestro estudio es la utilización de una sola variante de salto en el programa, que fueron los *drops jumps* tipo “*bounce*” y falta de entrenamiento de fuerza combinado para mejores ganancias de fuerza muscular.

Aparentemente los programas de entrenamiento que incluyen movimientos que son biomecánica y metabólicamente específicos respecto de los test de rendimiento pueden probablemente inducir mayores mejoras en las medidas seleccionadas. Si bien hay pocas actividades de entrenamiento, si es que en realidad hay alguna, que tenga transferencia del 100% a la actividad deportiva, en términos de especificidad, nuestros hallazgos sugieren que un programa combinado que incluya diferentes tipos de entrenamiento que sean específicos de los test (por ejemplo, más variantes de saltos y velocidad en todas las direcciones), puede ser más efectivo para mejorar el rendimiento

---

en actividades de potencia en jóvenes. La pliometría de alta velocidad que consiste en una rápida acción muscular excéntrica seguida de una potente contracción concéntrica es importante para mejorar la tasa de desarrollo de la fuerza durante los saltos y los *sprints*, mientras que el entrenamiento con sobrecarga de alta intensidad es necesario para mejorar la fuerza muscular y la aceleración (30).

De esta manera, los efectos del entrenamiento pliométrico con diferentes variantes de saltos, combinado con el entrenamiento con sobrecarga podría generar mayores ganancias que los efectos del entrenamiento pliométrico con *drops jumps* en jóvenes atletas.

En la presente investigación, los sujetos que participaron en el GE tuvieron mejoras significativas mayores del índice de fuerza reactiva que los atletas del GC. El programa de entrenamiento pliométrico produjo mejoras en el índice de fuerza reactiva desde 20cm del 21,47% y del 24,10% en el mejor RSI desde diferentes alturas (20, 30, 40 y 50cm). Estos datos sí concuerdan con los hallazgos de Ramirez-Campillo y colaboradores quienes en 2018 observaron que la adición de ejercicios pliométricos tipo *drop jump "bounce"* incrementó la capacidad de fuerza reactiva de jóvenes jugadores.

Estos hallazgos pueden deberse a la elección del tipo de salto incluido en nuestro programa, si bien los ejercicios pliométricos tienen un componente vertical, los ejercicios utilizados se enfocaron en rebotar lo más rápidamente posible y despegar del suelo. Al parecer, hubiera sido necesario incorporar ejercicios pliométricos que requieran de la triple extensión de miembros inferiores para promover ganancias en el rendimiento en los saltos verticales mayores a las que pueden obtenerse sólo realizando *drops jumps "bounce"*. Esta sugerencia es consistente con los hallazgos de Faigenbaum y cols. 2012, que han observado mejoras en el salto vertical en jóvenes que realizaron en forma regular saltos de diferentes tipos, con diferentes direcciones, bipodales y unipodales.

Si bien, cierta evidencia sugiere que el entrenamiento pliométrico puede incrementar la velocidad en adultos (31), los datos acerca del entrenamiento pliométrico sobre la velocidad en jóvenes son limitados. Myer y colaboradores 2005, demostraron que un programa con múltiples componentes de 6 semanas de duración que incluyó ejercicios con sobrecarga, ejercicios pliométricos y ejercicios de velocidad, produjo mejoras significativas en el *sprint* en 9,1m en mujeres atletas adolescentes. Similares descubrimientos de Kozamanidis 2006, reportó que la velocidad de carrera mejoró en niños prepúberes luego de 10 semanas de entrenamiento pliométricos. Sin embargo,

---

observó mejoras en la velocidad para distancias de carrera de 0 a 30m, 10 a 20m y 20 a 30m, pero no en la distancia de 0 a 10. En nuestro estudio, el programa de entrenamiento pliométrico no influyó el rendimiento de velocidad medido con el test de 10m.

El entrenamiento pliométrico provocó mejoras no significativas estadísticamente en Lane Agility Test de -1,94%. Este Hallazgo demuestra la necesidad de un programa de acondicionamiento con múltiples componentes para mejorar el rendimiento en actividades que implican aceleración, desaceleración y cambios de dirección. Se podría hipotetizar que un programa de acondicionamiento que incluya ejercicios pliométricos, de sobrecarga y ejercicios de mecánica de carrera podría mejorar en mayor medida el rendimiento de carrera en los jóvenes.

Los resultados de esta investigación también demuestran que no hubo mejoras en el rendimiento en el Test Intermitente 30-15IFT. Investigaciones anteriores han demostrado los efectos positivos de los ejercicios pliométricos en las capacidades de resistencia de atletas jóvenes (35, 36). En este sentido, se esperaba observar una mejora en la capacidad de resistencia. Sin embargo, este no fue el caso, se deberían realizar más investigaciones para aclarar este problema.

## 5.2 Conclusiones

En el presente estudio hemos demostrado que la adición de un programa de entrenamiento pliométrico de *drops jumps tipo "Bounce"* de máximo esfuerzo con orientación vertical de dos veces por semana durante seis semanas es efectivo para la mejora del índice de fuerza reactiva, que puede tener una transferencia al rendimiento en el juego.

Para un mejor desarrollo de las capacidades físicas en jóvenes jugadores de básquet, los programas de entrenamiento deberían contener no sólo *drop jumps*, sino incluir diferentes tipos de entrenamiento (velocidad, fuerza, saltabilidad) y diferentes esquemas de carga (sobre toda la curva fuerza-velocidad) que podrían llegar a ser más efectivos para mejorar el rendimiento físico. Si bien el entrenamiento pliométrico puede inducir un aumento en el RSI, para optimizar las adaptaciones del entrenamiento esta estrategia debe aplicarse adecuadamente en un plan de entrenamiento más complejo que incorpore otros ejercicios para la mejora de la potencia (por ejemplo, *sprints*, diferentes saltos, drills de coordinación y cambio de dirección).

---

Con un diseño correcto y una supervisión competente, el entrenamiento pliométrico no generaría una sobrecarga adicional en los músculos esqueléticos de los jóvenes atletas, como lo demuestra la ausencia de dolencias y lesiones durante todo el programa de entrenamiento.

### **5.3 Aplicaciones prácticas**

El programa de entrenamiento pliométrico de alta intensidad a corto plazo dos veces por semana indujo mejoras en las medidas del índice de fuerza reactiva de jóvenes jugadores de básquet, que podría tener una transferencia al rendimiento en el juego. Pero que no son suficientes para ver mejoras en las diferentes medidas tomadas de la condición física de los jóvenes jugadores.

Para optimizar las adaptaciones del entrenamiento, esta estrategia de entrenamiento debe aplicarse adecuadamente en un plan de entrenamiento más complejo que incorpore otros ejercicios como, por ejemplo, *sprints*, diferentes variantes de saltos, ejercicios de cambio de dirección y entrenamiento con sobrecarga.

---

## CAPITULO VI

### 6.1 Referencias bibliográficas

1. Legerlotz K, Marzilger R, Bohm S, and Arampatzis A. Physiological Adaptations following Resistance Training in Youth Athletes-A Narrative Review. *Pediatr Exerc Sci* 28: 501-520, 2016.
2. Bedoya, AA, Miltenberger, MR, and Lopez, RM. Plyometric training effects on athletic performance in youth soccer athletes: A systematic review. *J Strength Cond Res* 29: 2351–2360, 2015.
3. Ramirez-Campillo, R, Andrade, DC, and Izquierdo, M. Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength. *J Strength Cond Res* 27: 2714–2722, 2013.
4. Rosas, F, Ramirez-Campillo, R, Diaz, D, Abad-Colil, F, Martinez- Salazar, C, Caniuqueo, A, Canas-Jamet, R, Loturco, I, Nakamura, FY, McKenzie, C, Gonzalez-Rivera, J, Sanchez-Sanchez, J, and Izquierdo, M. Jump training in youth soccer players: Effects of Haltere type handheld loading. *Int J Sports Med* 37: 1060–1065, 2016.
5. Bobbert, MF, Huijting, PA, and van Ingen Schenau, GJ. Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Med Sci Sports Exerc* 19: 332–338, 1987.
6. Ramirez-Campillo, R, Alvarez, C, Garcí'a-Pinillos, F, Sanchez- Sanchez, J, Yanci, J, Castillo, D, Loturco, I, Chaabene, H, Moran, J, and Izquierdo, M. Optimal reactive strength index: is it an accurate variable to optimize plyometric training effects on measures of physical fitness in young soccer players? *J Strength Cond Res* 32(4): 885–893, 2018
7. Peng, HT, Kernozek, TW, and Song, CY. Quadricep and hamstring activation during drop jumps with changes in drop height. *Phys Ther Sport* 12: 127–132, 2011.
8. McGuigan, MR, Cormack, SJ, and Gill, ND. Strength and power profiling of athletes: Selecting tests and how to use the information for program design. *Strength Cond J* 35: 7–14, 2013.

- 
9. Juan José González Badillo, Mario A. Cardoso Marques. Fuerza y su entrenamiento en deportes de equipo: Datos de investigación 2011.
  10. Juan José González Badillo, Juan Ribas Serna. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza 2002.
  11. McClymont D (2008). The use of the reactive strength index as an indicator of plyometric training conditions. In: Reilly T, Cabri J, and Araujo D, eds. Science and Football V: The Proceedings of the Fifth World Congress on Sports Science and Football. Lisbon, Portugal, 11–15 April 2003. New York: Routledge; pp. 408–416.
  12. Juan Jose Gonzalez Badillo, Esteban Gorostiaga Ayestarán. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. 1995.20
  13. Aagaard P, Andersen L.L. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development.
  14. Flanagan EP and Harrison AJ (2007). Muscle dynamics differences between legs, in healthy adults. *J Strength Cond Res* 21: 67–72.
  15. Buchheit M. The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players 2008.
  16. Buchheit M. The 30-15 Intermittent Fitness Test: 10-year review. 2009.
  17. Haydar B, Buchheit M. Le 30-15 Intermittent Fitness Test, application pour le Basketball. 2009.
  18. Esper Di Cesare P.A. Baloncesto formativo: La preparación física, 2017.
  19. Mirzaei, B, Norasteh, AA, and Asadi, A. Neuromuscular adaptations to plyometric training: Depth jump vs. countermovement jump on sand. *Sport Sci Health* 9: 145–149, 2013.
  20. Markovic, G and Mikulic, P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Med* 40: 859–895, 2010.
  21. Vissing, K, Brink, M, Lonbro, S, Sorensen, H, Overgaard, K, Danborg, K, Mortensen, J, Elstrom, O, Rosenhoj, N, Ringgaard, S, Andersen, JL, and Aagaard, P. Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *J Strength Cond Res* 22: 1799–1810, 2008.



- 
22. Andrade, DC, Henriquez-Olguin, C, Beltran, AR, Ramirez, MA, Labarca, C, Cornejo, M, Alvarez, C, and Ramirez Campillo, R. Effects of general, specific and combined warm-up on explosive muscular performance. *Biol Sport* 32:123–128, 2015.
  23. Ramirez-Campillo, R, Andrade, DC, Alvarez, C, Henriquez-Olguin, C, Martinez, C, Baez-Sanmartin, E, Silva-Urra, J, Burgos, C, and Izquierdo, M. The effects of interset rest on adaptation to 7 weeks of explosive training in young soccer players. *J Sports Sci Med* 13: 287–296, 2014.
  24. Ramirez-Campillo, R, Henriquez-Olguin, C, Burgos, C, Andrade, DC, Zapata, D, Martinez, C, Alvarez, C, Baez, EI, Castro-Sepulveda, M, Penailillo, L, and Izquierdo, M. Effect of progressive volume-based overload during plyometric training on explosive and endurance performance in young soccer players. *J Strength Cond Res* 29: 1884–1893, 2015.
  25. Ramirez-Campillo, R, Meylan, C, Alvarez, C, Henriquez-Olguin, C, Martinez, C, Canas-Jamett, R, Andrade, DC, and Izquierdo, M. Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *J Strength Cond Res* 28: 1335–1342, 2014.
  26. NSCA (National Strength & Conditioning Association) y McGuigan Mike. *Developing Power*. 2017.
  27. Derek Hansen y Steve Kennelly. *Plyometric Anatomy*. 2017.
  28. Verkoshansky Yuri. *Todo sobre el método pliométrico*. 2016.
  29. Ognjen, Andrejic. The effects of a plyometric and strength training program on the fitness performance in young basketball players. *Physical Education and Sport*, 2011.
  30. Fleck S.T., Kraemer W.J., *Designing resistance training programs*. 2004.
  31. Delecluse, C, Van Coppenolle, H, Williems, E, Van Leemputte, M, Diels, R, Goris, M. Influence of high-resistance and high-velocity on sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*. 1995.
  32. Faigenbaum, AD, McFarland, JE, Keiper, FB, Tevling W, Ratamess, NA, Kang, J, Hoffman, JR. Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 year. *J Sports Sci Med*. 2007.

- 
33. Myer, GD, Ford, KR, Palumbo, JP, Hewett, TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res.* 2005.
  34. Kotzamanidis, C. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepuberal boys. *J Strength Cond Res.* 2006.
  35. Ramirez-Campillo, R, Gallardo, F, Heriquez-Olguin, C, Meylan, CM, Martinez, C, Alvarez, C, Caniuqueo, A, Cadore, EL, Izquierdo, M. Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *J Strength Cond Res* 29: 1784-1795,2015.
  - Ramirez-Campillo, R, Burgos, CH, Heriquez-Olguin, C, Andrade, DC, Martinez, C, Alvarez, C, Castro-Sepulveda, M, Marques, MC, Izquierdo, M. Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *J Strength Cond Res* 29: 1317-1328,2015.