



**CÍRCULO
INTERNACIONAL
DE EXPERTOS EN
DEPORTES DE
COMBATE**

Entrenamiento Pliométrico en el Tae Kwon Do

LEFYCD Alan Ornelas Murrieta
Preparador Físico
Especialista en Pliometría

Fisiología del Entrenamiento Pliométrico

El origen de la utilización del salto como medio de preparación y desarrollo atlético no es un concepto nuevo, probablemente sea un fenómeno que ha estado presente desde el deporte antiguo, sin embargo, como con otros contenidos del entrenamiento lo importante no era tanto su existencia ni su aplicación, sino que le fuera otorgado un enfoque sistemático, así como un lugar dentro de la periodización del entrenamiento.

Entonces, a pesar de que autores estadounidenses como Vern Gambetta¹ afirman con firmeza que dicha modalidad de entrenamiento ya estaba presente en distintas partes del mundo y no es algo acreditable a la unión soviética, el primero en obtener resultados importantes mediante un acercamiento sistematizado fue el entrenador soviético Yuri Verkhoshansky², quien además de asistir a la antigua URSS en la formación de grandes saltadores (de altura y triplistas) publicó sus descubrimientos científicos sentando así los cimientos sobre los cuales se construiría después la teoría del entrenamiento pliométrico.

La teoría del entrenamiento pliométrico se conformó mediante dos componentes que se desarrollaron de manera simultánea en Europa: el *Fisiológico* y el *Metodológico*. El componente *fisiológico* se construyó a partir de la investigación relativa al ciclo estiramiento-acortamiento mientras que el *metodológico* se concentró en encontrar un lugar para el entrenamiento pliométrico dentro del desarrollo especial de la fuerza.

De acuerdo a Verkhoshansky³ todo comenzó en 1950, cuando se encontraba entrenando a un grupo de saltadores (longitud, triple, altura) en donde los ejercicios con sobrecarga eran utilizados a menudo para el entrenamiento de la fuerza, sin embargo, a pesar de que los

resultados se presentaban de manera clara, él sentía la urgencia de llevar el cuerpo humano de sus atletas a niveles aún más altos en cuanto a su forma física, necesitaba someter sus organismos a estímulos de mayor intensidad para observar su respuesta. Su primera solución fue, disminuir el rango de movimiento en las sentadillas, de manera que, atletas que antes difícilmente levantaban 120-130 kg en una sentadilla profunda, ahora eran capaces de levantar 180-200 kg en media sentadilla. Este descubrimiento suponía la posibilidad de aplicar un estímulo más intenso que permitiera una producción más elevada de fuerza; no obstante, surgió un imprevisto que lo llevaría a descartar este enfoque: la columna lumbar de los atletas fue incapaz de sobreponerse al estrés causado por la sobrecarga y sus atletas estuvieron incapacitados para entrenar durante toda una semana debido a intensos dolores en la zona lumbar.

En ese entonces Verkhoshansky se encontraba estudiando la biomecánica del salto triple, donde fue capaz de notar que los deportistas con mejor rendimiento eran aquellos capaces de producir un nivel más elevado de fuerza en un menor tiempo de contacto con el suelo⁴. Tomando en cuenta lo anterior fue que le surgió la siguiente interrogante: “¿Por qué no utilizar durante el entrenamiento como trabajo externo de los músculos, en vez del peso en la barra, la energía cinética de la caída libre del cuerpo del deportista?”³

Tomando en cuenta el planteamiento anterior, Verkhoshansky llevó a cabo un estudio experimental mediante el cual pretendía comprender de manera más precisa la utilización de energía cinética como método de estimulación mecánica para forzar a los músculos a producir tanta tensión como les fuera posible.

En el *experimento* los atletas debían impulsarse verticalmente de manera explosiva con el miembro inferior, con tres variantes que diferían dependiendo el estado del músculo anterior al esfuerzo:

1. Desde un Estado de Tensión Isométrica
2. Desde un Estado de Rápido Estiramiento Voluntario bajo Tensión
3. Desde un Estado de Rápido Estiramiento Repentino bajo Tensión (Pliometría)

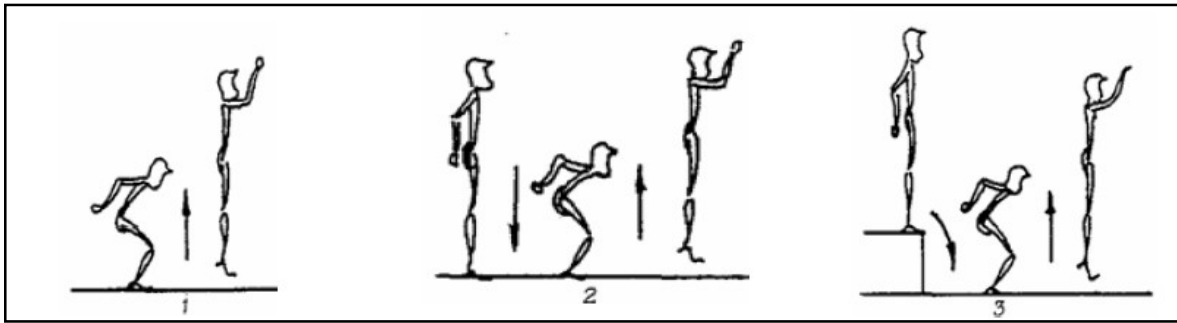


Figura 1. Primer experimento de Verkhoshansky (2006).

De manera casi simultánea científicos como Margaría, Cavagna, Saibene y Dusman publicaron en la década de los 60 una serie de estudios altamente significativos^{4,6,7} en donde, retomando las investigaciones de A.V. Hill sobre el funcionamiento de la musculatura esquelética, descubrieron que el músculo era capaz de producir una mayor cantidad de fuerza cuando se acortaba inmediatamente después de encontrarse en un estado de elongación bajo tensión, que cuando se acortaba partiendo de una longitud de reposo.⁶

Fue de esta manera que, a mediados de la década de los 60, nació conceptualmente el método pliométrico con la publicación del artículo: “Are Depth Jumps Useful?”.⁸ En dicha publicación Verkhoshansky después de un lustro de examinar los resultados del método ante los cambios en distintas variables, sentó las bases para la prescripción de los saltos en profundidad definiendo los componentes de la carga (volumen, intensidad y frecuencia).

A pesar de que las bases metodológicas y fisiológicas estaban sentadas, no fue hasta mediados de la década de los 70's que, posiblemente, debido al éxito de la URSS en los 100 y 200 metros planos⁹, así como en los saltos de altura y triple, el entrenador estadounidense Fred Wilt se interesó en los regímenes de entrenamiento soviéticos y descubrió el trabajo realizado por Verkhoshansky, bautizándolo con el término “Pliométricos” mediante la publicación de un artículo llamado “Plyometrics: What is it and how it Works¹⁰. En esta publicación Wilt estipula que, para él, el entrenamiento pliométrico es todo aquel que produce una sobrecarga de tipo isométrico que conlleva a la activación del reflejo mioelástico. Sin embargo, cierra con la siguiente afirmación: “No estoy particularmente contento con

esta interpretación, y puede verse alterada con la evolución de una definición más precisa.”¹⁰

A pesar de las dudas que tenía el autor sobre su interpretación del entrenamiento soviético basado en el salto, lo anterior introdujo en los Estados Unidos el concepto de Verkhoshansky, bajo un nombre distinto. Mientras Wilt y Michael Yessis (amigo y traductor principal de las publicaciones de Verkhoshansky) intentaban convencer a la comunidad norteamericana de la utilidad y seguridad del entrenamiento pliométrico, algunos autores se dieron a la tarea de publicar, tanto libros como artículos sobre pliometría que resultaban un tanto imprecisos, lo cual derivó en una gran confusión terminológica¹¹ que perdura hasta la fecha.

Como resultado, en Estados Unidos, y en la mayoría de países cuyo conocimiento principal de las ciencias del entrenamiento proviene de Norteamérica, la pliometría es vista como cualquier ejercicio de salto, mientras que en Europa Occidental y países de habla hispana cuyo conocimiento del entrenamiento proviene principalmente de la Unión Soviética la pliometría se refiere a ejercicios intensivos como el Salto en Profundidad.

Normalmente muchos entrenadores (me incluyo) nos esforzamos en establecer líneas de comunicación claras, intentando estandarizar conceptos que son, por naturaleza, variados. En este caso, el término pliometría tiene un significado distinto dependiendo del origen del conocimiento previo adquirido por el sujeto que lo emplee. Si un entrenador ha sido formado mediante enseñanzas estadounidenses, seguramente se refiere, cuando usa el término pliometría, a cualquier tipo de salto que ponga en acción el ciclo estiramiento-acortamiento, a su vez, si el entrenador se formó a sí mismo bajo los ideales de entrenamiento soviéticos seguramente se refiere a un Método de Shock (terminología propuesta por Verkhoshansky para referirse a los Saltos en Profundidad). El mayor problema aquí (como sucede normalmente con la terminología del entrenamiento) es que los conceptos no son homogéneos, lo cual puede derivar en conflictos sobre quién tiene la razón. Si le preguntas a un seguidor de la escuela norteamericana, el argumentará que su concepción de la pliometría es correcta y que además tiene bases teóricas para sustentar

dicha afirmación, mientras que un seguidor de la escuela soviética podría emitir el mismo argumento y tener aún más contexto histórico como respaldo; lo que nos lleva a un dilema derivado del clásico “¿Qué fue primero, el huevo o la gallina?” aunque en este caso el planteamiento sería: *¿A quién le creemos? ¿Al que lo inventó o al que le puso nombre?*

En mi caso el término pliométrico lo utilizo siempre teniendo en mente el Método de Shock, mientras que para los ejercicios variados de salto utilizo otros nombres dependiendo de la naturaleza de los mismos. Pero lo importante no es establecer una competencia de ver quien tiene la razón, si no esclarecer la bruma terminológica que tanto nos aqueja en las ciencias del deporte; por lo tanto, cuando en una misma conversación coincidan dos entrenadores con diferentes conceptualizaciones de la pliometría es importante definir las posturas de cada uno y utilizar un lenguaje que permita un intercambio claro de ideas para evitar cualquier confusión o malinterpretación. Como si de por si no fuera complejo este tema en cuanto a la delimitación conceptual teórica, viene también el dilema práctico de las publicaciones científicas. Basta con darse una vuelta a cualquier base de datos para encontrar que muchos artículos científicos utilizan el término *pliométrico* de manera variada y para nada uniforme. La solución en este caso es, a mi parecer, mucho más sencilla, solo basta con leer el protocolo de entrenamiento que fue utilizado en la intervención para discernir (dependiendo de nuestra interpretación de pliometría) si es que se refieren a pliometría o no.



Figura 2. Interpretación de “Pliometría” según el contexto histórico.

Tomando en cuenta la división de opiniones en cuanto al concepto, entonces justo preguntarse: ¿Qué es el Entrenamiento Pliométrico? La pliometría es la capacidad específica de desarrollar una acción muscular (contracción concéntrica) de alta intensidad inmediatamente después de un brusco estiramiento mecánico (contracción excéntrica)¹².

Fisiología del Entrenamiento Pliométrico

¿Concéntrico? ¿Excéntrico? Bueno estos dos términos son de hecho, la base sobre la cual se fundamenta el entrenamiento pliométrico y todo está unido por un proceso fisiológico conocido como el Ciclo Estiramiento-Acortamiento (CEA). El término CEA hace referencia a que en la locomoción humana (correr o saltar) el proceso contráctil de la musculatura del tren inferior se lleva a cabo de la siguiente manera: una contracción excéntrica o elongación bajo tensión de la musculatura extensora del tren inferior, seguida inmediatamente de una fase transición isométrica breve (acoplamiento) que terminan en la potenciación de la acción concéntrica final.

¿De dónde proviene la potenciación en la acción concéntrica? O más precisamente ¿Qué mecanismos fisiológicos causan que, cuando los distintos tipos de contracción muscular se ordenan de esta manera, el rendimiento final sea superior? Bueno, para explicar esto con mayor claridad, primero es necesario echar un vistazo general a las bases fisiológicas de la unidad miotendinosa.

Según el modelo mecánico clásico propuesto por A.V. Hill¹³ el músculo cuenta con dos componentes estructurales, agrupados según sus características, que son de gran importancia para el CEA, un componente contráctil (CC) y dos componentes elásticos: el componente elástico en serie (CES) y el componente elástico en paralelo (CEP). El componente contráctil se refiere a las estructuras móviles que proveen la fuerza activa durante la contracción del músculo como los filamentos de actina y miosina¹⁴.

El componente elástico en serie hace referencia a la estructuras musculares que yacen en línea con las fibras musculares como los puentes cruzados, las proteínas estructurales y los tendones. El componentes elástico en paralelo es de naturaleza no-contráctil y se encuentra paralelo a las fibras musculares como los tejidos conectivos del músculo: perimisio, epimisio y endomisio¹⁴.

Ahora si, teniendo en cuenta las estructuras básicas en las que sucede el CEA, podemos describir los mecanismos de potenciación concéntrica. Existen teorías sobre tres mecanismos fisiológicos los cuales suceden en tres estructuras o a tres niveles: a nivel contráctil (en el CC), a nivel elástico (en CEP y CES) y a nivel reflejo (mecanoreceptores). El mecanismo elástico hace referencia a la acumulación de energía elástica en el CEP y el CES para su posterior recuperación y utilización. Al encontrarse elongando bajo tensión, el tendón acumula un potencial de tensión elástico que puede ser utilizada bajo la condición de que el tiempo de transición entre la fase excéntrica y la concéntrica sea bajo¹⁵. En el caso del mecanismo contráctil, se hace referencia a que existe una alteración en las propiedades de la maquinaria contráctil. Dicha alteración ocurre durante la elongación bajo tensión del músculo agonista, la cual permite una mayor formación de puentes cruzados y una producción elevada de fuerza durante la contracción contráctil¹⁴.



Figura 3. Componentes Estructurales del Músculo.

Y, por último, el mecanismo reflejo refiere a la activación de dos reflejos, el miotático y el de inhibición autógena. El reflejo miotático es un reflejo monosináptico de origen medular¹⁶ cuyo objetivo es oponerse a los cambios súbitos sufridos en la longitud muscular¹⁷ que se dispara cuando un huso neuromuscular detecta un estiramiento en la musculatura, lo cual causa que se envíen impulsos nerviosos que causan una contracción en la musculatura previamente estirada y una inhibición en la musculatura antagonista¹⁸. En el reflejo de inhibición autógena el Órgano tendinoso de Golgi detecta el grado de contracción muscular, si el nivel de fuerza muscular generada es muy elevado, este lo considera una “contracción muscular excesiva” y debido a esto inhibe la musculatura agonista¹⁹.

Por lo tanto, según Schimdtbleicher²⁰, esta inhibición disminuye la capacidad contráctil del músculo después de un estiramiento mecánico. El entrenamiento pliométrico es capaz de aumentar la sensibilidad del huso neuromuscular²¹ y de aumentar el umbral del Órgano Tendinoso de Golgi²² lo cuál puede ser tomado como una mejor capacidad para detectar el estiramiento muscular y responder de manera contráctil, así como también una disminución en la inhibición de la musculatura agonista ante producciones elevadas de fuerza.

Evaluación Funcional del CEA

Una vez definidos los tres mecanismos sobre los que se fundamenta el CEA, ahora es necesario establecer un proceso de evaluación que nos permite conocer el estado funcional de nuestro atleta. Para lo siguiente, utilizaremos un modelo de tres partes conocido como PPP (Prevention, Prescription y Performance), el cual nos indica que debemos seleccionar tres tipos de test: test que nos informen sobre potenciales riesgos de lesión, test que nos informen sobre el estado del atleta para la prescripción y dosificación de la carga de entrenamiento y test que nos otorguen indicadores clave del rendimiento deportivo.

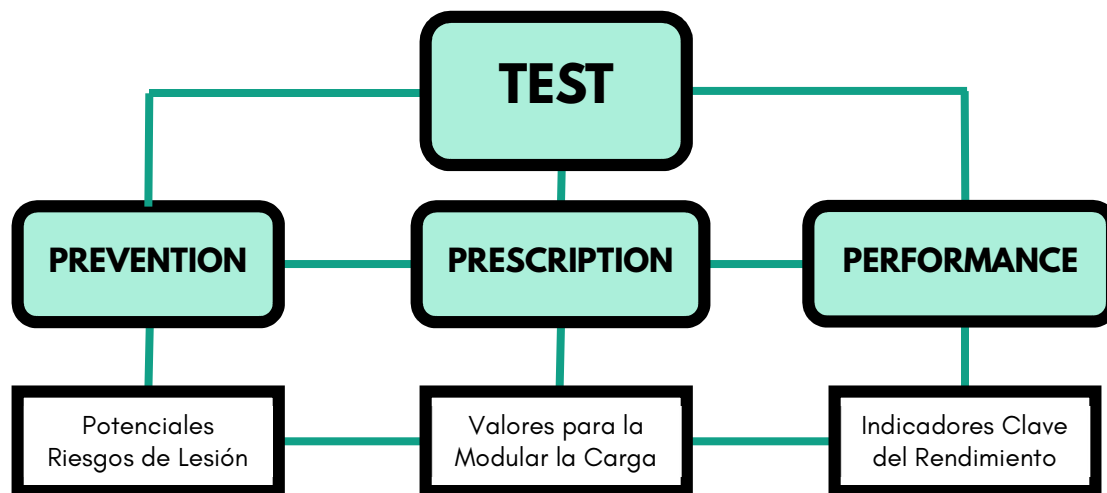


Figura 4. Modelo de Evaluación PPP

Prevention: Test LESS

El test Landing Error Scoring System (LESS) es un test para evaluar la biomecánica del aterrizaje, que nos permite observar la capacidad de absorción de fuerzas en nuestro atleta, el procedimiento es el siguiente: el sujeto debe colocarse en el cajón de salto. Se le indica al sujeto que salte hacia delante de manera que ambas extremidades salgan de la caja simultáneamente con el objetivo de aterrizar justo más allá de la línea, y luego salten buscando la altura máxima inmediata después del aterrizaje²³.

Materiales:

- Cinta métrica
- Caja: 30 cm de altura
- Cinta de marcado / cinta deportiva
- Dos cámaras de video incluido un trípode/ soporte)

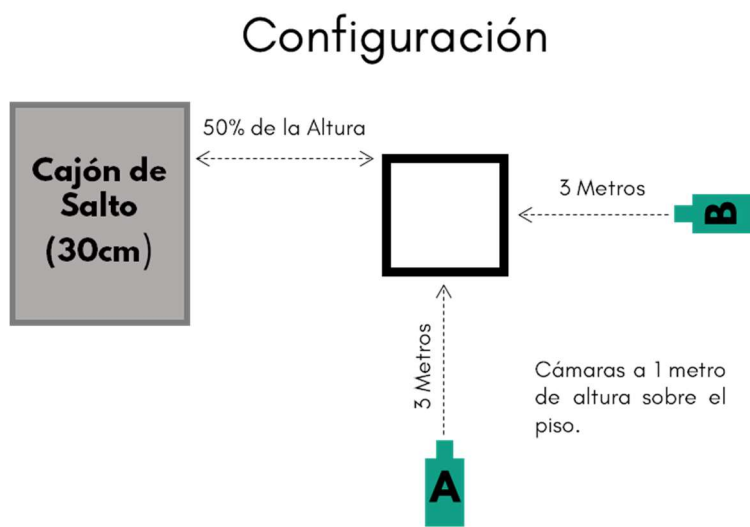


Figura 5. Configuración para el Test LESS

Prescription: Test de Bosco (Modificado)

El Test de Bosco está compuesto por una serie de saltos verticales, cuyo objetivo es valorar las características morfohistológicas (tipos de fibra muscular), funcionales (alturas y potencias mecánicas de salto) y neuromusculares (aprovechamiento de la energía elástica, reflejo miotático y resistencia a la fatiga) de la musculatura extensora de los miembros inferiores a partir de las alturas obtenidas en los distintos tipos de saltos verticales²⁴.

A pesar de que el test original está compuesto por seis saltos, para la prescripción del ejercicio pliométrico en el Tae Kwon Do, yo decido utilizar solo cuatro: el Squat Jump (SJ), el Countermovement Jump (CMJ), el Abalakov (ABK) y el Drop Jump (DJ). Los saltos pueden ser descritos de la siguiente manera:

- SJ: Desde una flexión de rodillas isométrica (90°) se realiza un salto máximo con las manos en la cintura.
- CMJ: Desde una posición de parado se realiza una rápida flexo-extensión de los miembros inferiores para producir un salto máximo con las manos en la cintura.
- ABK: Desde una posición de parado se realiza una rápida flexo-extensión de los miembros inferiores para producir un salto máximo con los brazos acompañando el movimiento.
- DJ: Desde un banco con altura de entre 20 y 100cm se realiza un drop después del cual el atleta realiza una rápida flexo-extensión de los miembros inferiores para producir un salto máximo con los brazos acompañando el movimiento.

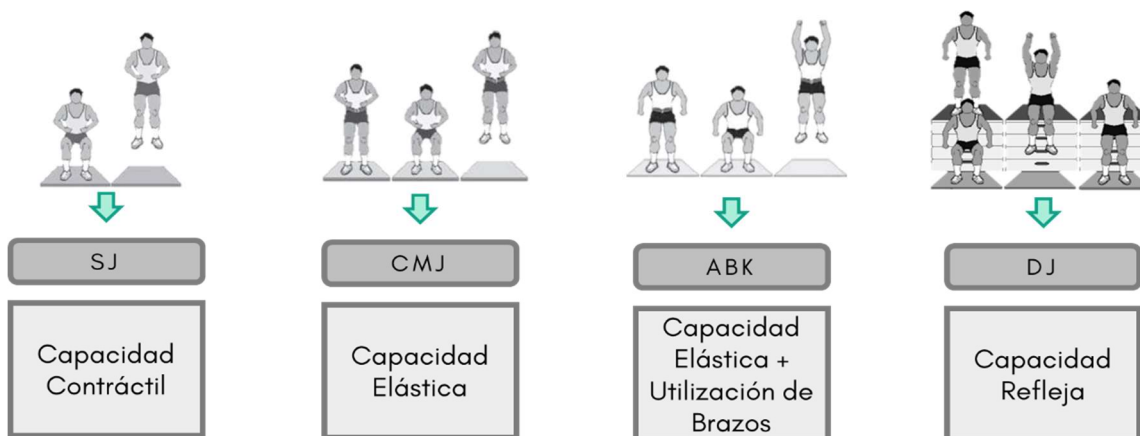


Figura 6. Test de Bosco y los mecanismos que evalúa.

Performance: Análisis de Video

Al ser el pateo la ejecución técnica que buscamos mejorar por medio del salto, lo más lógico es que, nuestra evaluación específica vaya dirigida a el pateo. En este caso, pese a no contar con tecnología de punta, es posible estimar los progresos en la potencia de pateo media la medición del tiempo desde que da inicio el movimiento hasta que se realiza el impacto.

De tal manera que, si se disminuye el tiempo de ejecución, seguramente existió un aumento en la velocidad de pateo, si hay un aumento en la velocidad seguramente existió un aumento en la aceleración y debido a que la fuerza es igual a la relación entre masa x aceleración, si somos capaces de acelerar una masa de similar magnitud en más rápido (en menos tiempo) seguramente seremos, más fuertes.

Sin embargo, a pesar de que este método de evaluación no se encuentra validado científicamente, permite una evaluación sencilla y poco costosa, que es de gran utilidad en el campo.

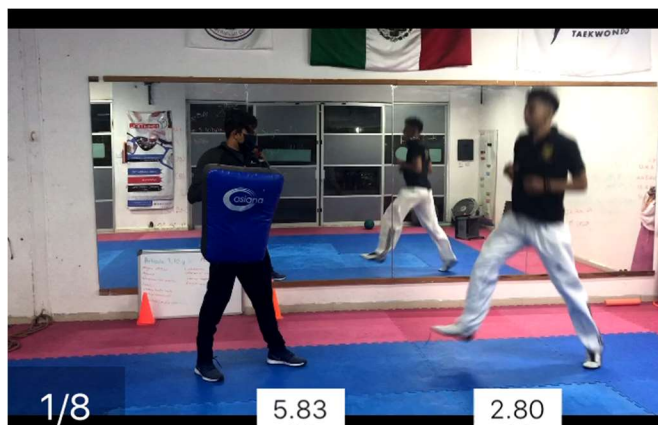


Figura 7. Análisis de Video para obtener el tiempo de ejecución mediante la App HUDL Technique.

Este texto es solo un apoyo para los contenidos del curso que requieren de un apoyo teórico más grande, para mejor comprensión revisar el video del curso.

Referencias

1. Radcliffe JC, Farentinos RC. High-powered plyometrics. Champaign, IL: Human Kinetics; 1999. 171 p.
2. Chu DA, Myer GD. Plyometrics. Champaign, IL: Human Kinetics; 2013. 242 p.
3. Verkhoshansky YV. Todo sobre el método pliométrico: medios y métodos para el entrenamiento y la mejora de la fuerza explosiva. Barcelona: Paidotribo; 1999.
4. Verkhoshansky YV. Perspectives in the improvement of speedstrength preparation of jumpers. Review of Soviet Physical Education and Sports. 1966;4(2):28-9.
5. Cavagna GA, Saibene FP, Margaria R. Mechanical work in running. Journal of Applied Physiology. 1 de marzo de 1964;19(2):249-56.
6. Cavagna GA, Saibene FP, Santi GF, Margaria R. ANALYSIS OF THE MECHANICS OF LOCOMOTION. Exp Med Surg. 1963;21:117-26.
7. Cavagna GA, Dusman B, Margaria R. Positive work done by a previously stretched muscle. Journal of Applied Physiology. enero de 1968;24(1).
8. Verkhoshansky, Y. (1967). Are depth jumps useful?. *Track and Field*, 12(9).
9. Faccioni, A. (2001). Plyometrics. <<http://www.faccioni.com/reviews/pliometrics.htm>
10. Wilt, F. (1978). Plyometrics: what it is and how it works. *Modern Athlete and Coach*, 16: 9-2.
11. Yessis M. Explosive plyometrics. Michigan: Ultimate Athlete Concepts; 2009. 142 p.
12. Verkhoshansky, Y. y Lazarev, V. (1989). From the Eastern Bloc: Principles of Planning Speed and Strength/Speed Endurance training in Sports. National Strength and Conditioning Association Journal: April 1989 - Volume 11 - Issue 2 - p 58-61
13. Hill, A.V. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proc R Soc Lond B. 10 de octubre de 1938;126(843):136-95.
14. Sahrom SB, Cronin JB, Harris NK. Understanding Stretch Shortening Cycle Ability in Youth: Strength and Conditioning Journal. junio de 2013;35(3):77-88.
15. Turner AN, Jeffreys I. The Stretch-Shortening Cycle: Proposed Mechanisms and Methods for Enhancement: Strength and Conditioning Journal. agosto de 2010;32(4):87-99.
16. Cometti G. Los métodos modernos de musculación [Internet]. Ciudad de México: Editorial Paidotribo México; 2017 [citado 14 de abril de 2020]. Disponible en: <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5809928>

17. Hall JE, Guyton AC. Tratado de fisiología médica. Barcelona: Elsevier; 2016.
18. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2010.
19. Barker RA, Barasi S, Neal MJ, Appiani F. Neurociencia en esquemas. Buenos Aires: Librería Akadia; 2010.
20. Schmidtbleicher, D. Resultados y métodos de investigación del entrenamiento de fuerza. Cuaderno de Atletismo. Madrid. Real Federación Española de Atletismo. 1988. nº 23. pp 45-54.
21. Pousson, M. Contribution a l'étude de l'incidence de la musculation excentrique sur l'emmagasinement d' energie elastique dans le muscle. Insep, París. 1984
22. Bosco, C. L'effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletrico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva. In *Atleticastudi* jan-fev. 1985: 7-117
23. Padua DA, Boling MC, DiStefano LJ, Onate JA, Beutler AI, Marshall SW. Reliability of the Landing Error Scoring System-Real Time, a Clinical Assessment Tool of Jump-Landing Biomechanics. *Journal of Sport Rehabilitation*. mayo de 2011;20(2):145-56.
24. Bosco, C. La valutazione della Forza con il test di Bosco., Società Stampa Sportiva, Roma. 1992