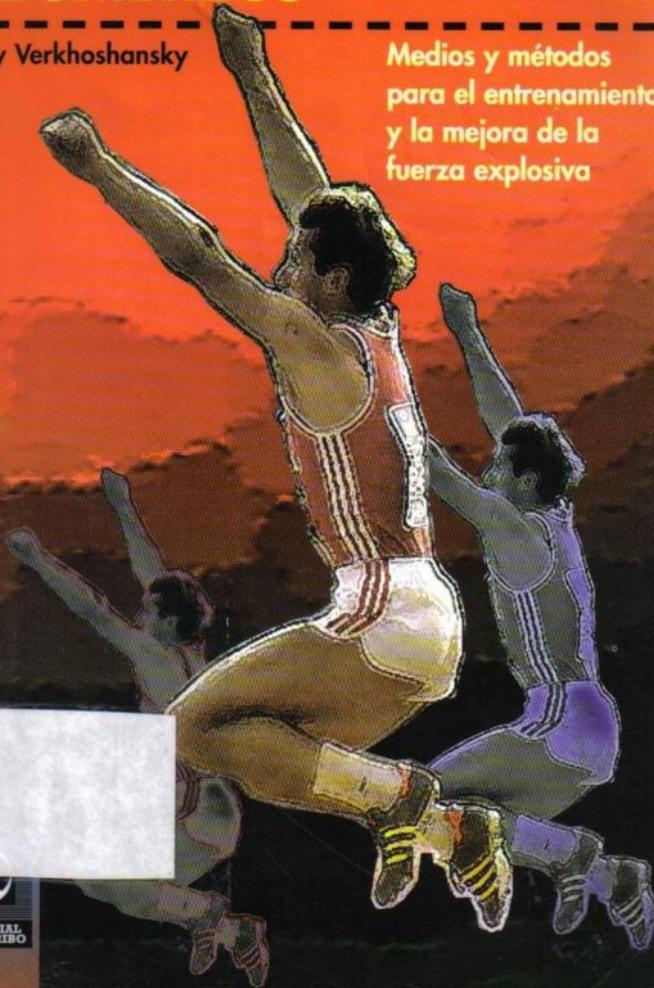


# TODOS SOBRE EL MÉTODO PLIOMÉTRICO

Yury Verkhoshansky

Medios y métodos  
para el entrenamiento  
y la mejora de la  
fuerza explosiva



6.077  
19m. E  
99  
3



EDITORIAL  
PAIDOTRIBO



U.C.M BIBLIOTECA TALCA



35616000813636

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

Titulo original de la obra: Mezzi e metodi per l'allenamento della forza esplosiva: tutto sul metodo d'Urto

© Società Stampa Sportiva

Traducción: Roberto Veiga Fontaniella  
Gemma Cueto Iglesias

Director de colección y revisor técnico: Manuel Pombo

© Yuri Verkhoshansky  
Editorial Paidotribo  
Consejo de Ciento, 245 bis, 1º 1ª  
08011 Barcelona  
Tel. 93 323 33 11 Fax. 93 453 50 33  
E-mail: paidotribo@paidotribo.com  
<http://www.paidotribo.com/>

Primera edición  
ISBN: 84-8019-462-6  
D.L.: B-39.452-99  
Fotocomposición: Editor Service, S.L.  
Diagonal, 299- 08013 Barcelona  
Impreso en España por A & M Gràfic

## Índice

Presentación .....	5
Algunas opiniones sobre el autor .....	7
Introducción .....	11
Primera parte: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MÉTODO PLIOMÉTRICO .....	15
Capítulo I: ¿En qué consiste el método pliométrico de trabajo muscular? .....	17
¿Cuáles son las particularidades del régimen pliométrico de trabajo muscular? .....	19
¿En qué consiste el método pliométrico? .....	37
¿En qué consiste la capacidad reactiva del sistema neuromuscular? .....	44
Medios para la evaluación de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular .....	48
Capítulo II: Técnica y dosificación del método pliométrico. ....	59
Técnica del impulso vertical después del salto hacia abajo .....	59
Dosificación de la carga en la ejecución del salto hacia abajo .....	66
Otros medios del método pliométrico .....	72
¿Cuándo no es aconsejable el método pliométrico? .....	86
Segunda parte: PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO CON EL MÉTODO PLIOMÉTRICO .....	89
Capítulo III: Programas de entrenamiento para deportes de fuerza rápida .....	91
Programa para saltadores de altura y de longitud de cualificación media .....	91
Programa para el periodo previo a la competición para levantadores de peso de alta cualificación .....	94

Programa para el periodo de pretemporada para levantadores de peso de alta cualificación .....	98
Programa para el periodo preparatorio de los levantadores de peso de alta cualificación .....	99
Programas universales para el desarrollo de la capacidad de salto de los deportistas en el periodo preparatorio .....	103
Programa para el desarrollo del impulso de las extremidades superiores en ejercicios de elevada dificultad para gimnastas de alto nivel .....	111
<b>Capítulo IV:</b>	
<b>Programas de entrenamiento para deportes cíclicos</b> .....	119
Programa para remeros de alto nivel .....	119
Programa para mediofondistas de alto nivel .....	126
Programa para el desarrollo de la aceleración en la salida de los velocistas ..	133
<b>Capítulo V:</b>	
<b>Programas de entrenamiento para deportes colectivos</b> .....	143
Programa para el desarrollo de la capacidad de salto de los jugadores de voleibol .....	143
Programa para el desarrollo de la capacidad de salto de los jugadores de baloncesto de alto nivel .....	151
Programa para el desarrollo de la velocidad del movimiento de tiro de los jugadores de waterpolo .....	159
Programa para el desarrollo de la potencia de tiro en el hockey sobre hielo .....	165
Programa para jugadores de fútbol americano de alto nivel .....	167
Programa de ejercicios de salto para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos de las extremidades inferiores .....	174
<b>Capítulo VI:</b>	
<b>El papel y la posición del método pliométrico en el sistema de los medios de entrenamiento especial de la fuerza</b> .....	177
<b>Conclusiones</b> .....	187
<b>Bibliografía</b> .....	189

## Presentación

Este libro sobre el método pliométrico se presenta por sí solo. Resulta una gran contribución a la metodología moderna del entrenamiento deportivo. El autor es el ruso (aunque italiano de adopción) Yuri Verkhoshansky.

Yuri Verkhoshansky no es sólo el mayor conocedor de la teoría del entrenamiento deportivo de nuestros tiempos. Al contrario, creo que es mucho más y que no se le hace un gran favor describiéndolo únicamente como un gran conocedor, un gran sabio, un teórico dueño del saber.

Yuri es un gran formulador de teorías: día a día, él se replantea a sí mismo en primer lugar, y después a quien le rodea y a quien le pide los conocimientos que posee para actualizarlos, en el sentido de que no queden anclados en el tiempo, sino que evolucionen acorde a los tiempos y a la humanidad, y que así, vayan siendo perfeccionados y estudiados a fondo.

Por todo esto, Yuri es un transformador de conocimientos metodológicos, un científico que no se contenta con saber y que va siempre más allá. Nada de lo que se ha hecho en el mundo de la ciencia aplicada al entrenamiento deportivo en cualquier lugar del mundo se le ha escapado. También es ejemplar el modo en que ha recogido y catalogado prácticamente todo. Yuri no sólo encuentra en su memoria todo aquello que le sirve para unir pasado a presente y presente a futuro. De hecho, Yuri es, por necesidad, un hombre que se anticipa a su tiempo. Se ha anticipado a otros que le han tomado prestadas ideas, conceptos y consejos, no sé si siempre dándole las gracias. Muchos fenómenos a los que asistiremos algún día se deberán al Verkhoshansky de hoy.

Yuri Verkhoshansky es conocido en todo el mundo por el centenar de escritos que ha publicado. A pesar de todo, es la persona más buena, modesta y tranquila que he conocido jamás. Yuri no tiene tiempo para las polémicas y las pequeñas disputas. Yuri siempre estudia y propone ideas.

**Prof. Dr. Pasquale Bellotti, MD**  
Jefe de Servicio de la Escuela del deporte

### ***Algunas opiniones sobre el autor***

Yuri Verkhoshansky es un entrenador del equipo olímpico de atletismo de Moscú y un especialista competente en los saltos de atletismo. Además, es el autor de una monografía fundamental sobre el triple salto.

*"Illustrated Guide to Olympic Track and Field Techniques".  
T. Ecker y F. Wilt. (Eds.). Parker  
Publishing Company, Inc. West Nyack, N.Y. 1966, p. 199.*

La teoría de la preparación de la fuerza de Verkhoshansky constituye un nuevo paso hacia delante en el desarrollo de las consecuencias en el campo de las capacidades motoras. Esta teoría se basa en conocimientos experimentales y, actualmente, representa el nivel más elevado de análisis de la capacidad motora y de las relaciones de ésta con otras capacidades.

*Prof. Stanislav Celikovsky, "Otzaky antropomotoriky v  
telesne vychove a sporta", Univerzita Karlova Praha,  
1978, 74-75.*

En una revista literaria se afirma que los principales trabajos de Verkhoshansky, dedicados al método pliométrico o a los programas de entrenamiento que incluyen el salto en contramovimiento, han suscitado gran interés. La mayor parte de las investigaciones posteriores siguen la dirección propuesta por Verkhoshansky.

*Ph. Lundin, NSCA Journal, USA, 1985, v. 7, 3, 73.*

Desde el momento en que conocí la metodología soviética de entrenamiento y el método pliométrico, he comenzado a comprender cómo combinar racionalmente el entrenamiento de la fuerza y el entrenamiento cíclico en la preparación anual de los Giants. Si los Giants continúan ganando, los métodos soviéticos pueden llegar a ser y, de hecho, ya son tan americanos como "Mom", "Pie apple" y "Super Bowl".

*Johnny Parker, segundo entrenador, encargado de la fuerza y de la preparación física del equipo de fútbol americano Giants NFL, "Health and Fitness", The Packet Magazine, 1987, enero 20-23, p. 21.*

Yuri Verkhoshansky es una figura relevante en el campo de los problemas de la fuerza rápida. En el atletismo ruso, la metodología del entrenamiento de la fuerza rápida comenzó a desarrollarse en los años 60, especialmente en lo referente a las disciplinas de salto. Posteriormente, también otras disciplinas empezaron a aplicar los resultados de estas investigaciones.

*M. Yessis, "Secrets of Soviet Sports Fitness and Training", Arbor House, New York, 1987, p. 87.*

Verkhoshansky confirma que los métodos y la filosofía del entrenamiento de los practicantes de deportes de fuerza rápida son diferentes respecto a los utilizados en el *Bodybuilding*. Verkhoshansky afirma que los *bodybuilders* concentran su atención en las proporciones del cuerpo y en la armonía de la figura, mientras que los practicantes de deportes de fuerza rápida deben preocuparse, sobre todo, por sus ligamentos y sus tendones.

*J. Abdo, "Muscle and Fitness", enero, 1990, p. 208.*

En Estados Unidos han aparecido muchas publicaciones sobre el método pliométrico. Los principios de este entrenamiento han sido establecidos, a principio de los sesenta, en la antigua Unión Soviética por el profesor Verkhoshansky, al que los lectores del *NSCA Journal* conocen muy bien. Sin embargo, este último, cuando desarrolla su fuerza explosiva utiliza sólo una mínima parte de estos principios. Trabajando con los deportistas americanos, me he dado cuenta de que no poseen una idea completa sobre cómo, cuándo y hasta qué punto se utiliza el entrenamiento pliométrico. En consecuencia, este entrenamiento provoca más daños que resultados positivos.

*V. Tabachnik, "NSCA Journal", 1990/1991, v. 12, 6, p. 31.*

Yuri habla, y todos en el deporte de fuerza rápida le escuchan.

*"Sport revue", enero, 1991 (Heft 265), p. 78, Mónaco.*

La mayor parte de las investigaciones sobre los buenos resultados del método pliométrico se han inspirado directa o indirectamente en los trabajos de Y. Verkhoshansky (1966, 1967), quien propuso el salto en contramovimiento como ejercicio de entrenamiento para los saltadores de atletismo.

*M. Bobbert, Sports Medicine, 1990, 9, p. 8.*

El régimen pliométrico (excéntrico) de trabajo muscular, en el sentido literal del término, lleva siendo utilizado por los deportistas mucho tiempo. Actualmente, en la variante del doctor Verkhoshansky, famoso científico soviético, ha adquirido un nuevo sentido. Este método ha sido posteriormente desarrollado en los trabajos de Komi, Häkkinen y otros especialistas.

Es importante que el entrenador estudie primero atentamente las publicaciones del doctor Verkhoshansky, el especialista más competente en este método de entrenamiento.

*M. Siff, "International Fitness Scientist", 1990, v. 1, 4, p. 11, Sudáfrica.*

## Algunas opiniones sobre el método pliométrico

Jamás habría pensado que los simples saltos en contramovimiento pudiesen resultar tan útiles para los levantadores de peso. Ojalá hubiese conocido antes este tipo de ejercicios.

*Yuri Kozin, ex-plusmarquista mundial en levantamiento de peso.*

Los saltos en contramovimiento constituyen uno de los principales medios que se utilizan para incrementar la fuerza explosiva y la capacidad reactiva muscular, así como para controlar mi estado funcional.

*Igor Palkin, ex-plusmarquista mundial de salto de altura.*

No me agradan los ejercicios con halteras ni los ejercicios de salto. Solamente los saltos en contramovimiento contribuyen a aumentar mi fuerza.

*Vladimir Jascenko, ex-plusmarquista mundial de salto de altura.*

Los saltos en contramovimiento son un medio de entrenamiento óptimo, pero para utilizarlos es necesario utilizar el cerebro.

*Ianlis Lysis, ex-plusmarquista mundial de lanzamiento de jabalina.*

Para los practicantes del triple salto, los saltos hacia abajo son el pan nuestro de cada día. Son más importantes que cualquier otra cosa.

*Viktor Saneev, ex-plusmarquista mundial de triple salto.*

Los saltos en contramovimiento convierten los músculos en muelles de acero más elásticos. Sin ellos, es imposible realizar saltos sobre el hielo, caracterizados por una elevada altura de vuelo.

*Stanislav Guk, entrenador de muchos campeones mundiales de patinaje sobre hielo de figuras.*

Los saltos en contramovimiento son la base de la capacidad de salto de los jugadores de voleibol.

*Vladimir Patkin, técnico general del equipo nacional soviético de voleibol.*

Para el saltador el salto en contramovimiento es como un chorro de agua fresca en un día caluroso. Además, es un método óptimo para evaluar el estado funcional del atleta y para aumentar la fuerza explosiva muscular.

*Vitalipetrov, entrenador del plusmarquista mundial de salto con pértiga Sergei Bubka.*

Los saltos en contramovimiento son el mejor método para conseguir capacidad explosiva en los músculos, especialmente si se combinan racionalmente con ejercicios con halteras.

*Ekkart Arbeit, técnico general del equipo nacional de gimnasia ligera de la antigua RDA.*

¿Saltos en contramovimiento? ¿Por qué no? Constituyen un método muy eficaz. Si lo hubiese sabido antes, Boston no habría vencido tan fácilmente a Roma.

*Igor Ter-Ovanesian, ex-saltador de longitud y técnico general del equipo nacional de la antigua URSS.*

## Introducción

Mi primera publicación sobre el método pliométrico para el desarrollo de la fuerza muscular explosiva salió a la luz hace treinta y ocho años. Aquel modelo que, en su momento, fue concebido como un medio específico para el desarrollo de la fuerza explosiva de los triplistas, se acabó convirtiendo en un medio para la preparación especial de la fuerza, no sólo para los practicantes de las distintas disciplinas deportivas, sino también para artistas de circo, de variedades, de ballet clásico o militares de unidades especiales.

En la literatura deportiva anglosajona, al método pliométrico se le ha llamado de muchas maneras, por ejemplo, *drop jump*, *depth jump*, *stretch-shortening training*, *reactive training*, *shock method*, etc. No obstante, esto no cambia la esencia y sólo confirma una cosa ya sabida, las cosas buenas tienen muchos nombres.

La introducción del método pliométrico en la práctica deportiva ha sido apoyada por muchos investigadores, deportistas y entrenadores. Para mí, ha sido una gran suerte el haber podido discutir las ventajas y desventajas de este método con los grandes maestros japoneses del triple salto de los años treinta, Naoto Tagima y Micno Oda. El método pliométrico ha sido probado y utilizado en entrenamientos por plusmarquistas mundiales y plusmarquistas de la antigua Unión Soviética en triple salto, Leonid Scerbakov, Vitold Kreer, Oleg Riachovsky y, más tarde, por muchos otros deportistas de fama mundial.

Famosos especialistas como Fred Wilf y Michael Yessis (EE.UU.), Peter Tschiene (Alemania), Mel Siff (República Sudafricana) y muchos otros contribuyeron a hacerlo popular en el deporte mundial. Este libro ha sido escrito para

entrenadores y deportistas italianos. Me complace mucho recordar el gran mérito que ha tenido un gran investigador italiano, mi amigo, Carmelo Bosco, al hacer popular el método pliométrico y realizar posteriores estudios sobre él.

El libro retoma el trabajo combinado del autor, primero como entrenador y después como investigador y asesor de grandes deportistas y entrenadores, y de muchos de sus alumnos, entrenadores y jóvenes científicos, sin cuya ayuda no hubiera sido posible la realización de este libro, que está dirigido a desarrollar un nuevo método, no tradicional, de preparación especial de la fuerza.

### Un poco de historia

A finales de los años 50, entrenaba a un prometedor grupo de saltadores de longitud, de triple salto y de altura, trabajaba de entrenador en el equipo de atletismo de Moscú y en la sociedad universitaria de Moscú "Burevestnik". En aquellos entrenamientos utilizábamos a menudo, con mucho entusiasmo, los ejercicios con haltera y advertimos de forma muy clara los resultados de este trabajo. No obstante, queríamos más.

Me acuerdo que una vez le dije a mis chicos: "Realizamos flexiones profundas con las extremidades inferiores, pero ¿qué pasaría si sólo realizáramos semiflexiones? Sería posible aumentar el peso de la haltera y, por tanto, el efecto del entrenamiento". Así, comenzamos a poner en práctica esta "genial" idea. Y... ¡milagro! Deportistas que antes levantaban, con gran dificultad, una haltera de 120-130 kg (que no estaba nada mal) comenzaron a utilizar fácilmente una haltera de 180-200 kg. Sin embargo, la columna vertebral de los deportistas se resentía. A pesar de todo, esto no tenía una importancia decisiva, porque habíamos dado un paso muy importante hacia el éxito deportivo.

Al día siguiente... ninguno de los deportistas vino a entrenarse. Todos sufrían dolores lumbares y no pudieron volver a entrenar hasta una semana después.

En ese momento comprendí que una haltera muy pesada y la resistencia de la columna vertebral son incompatibles. Entonces, ¿qué debíamos hacer? ¿Levantar una haltera en posición de supino haciendo impulso con las extremidades inferiores? De este modo también surgían problemas. En esta posición, los deportistas lograban levantar una haltera de 300 kg, e incluso podían levantar más peso. El problema era para el ayudante del deportista que realizaba el ejercicio, porque tenía muchas dificultades para sujetar la haltera y esto resultaba muy peligroso: quiero recordar que, en aquel tiempo, no disponíamos de aparatos especiales para realizar este ejercicio.

Ahora me acuerdo... en aquella época, estudiaba la biomecánica del triple salto utilizando el método ciclogramométrico y me sorprendía mucho el colosal trabajo que realizaban las extremidades inferiores de los triplistas. Por ejem-

plo, en el segundo salto durante 0,125 seg desarrollaban un impulso medio de fuerza de la extremidad inferior igual a 300 kg. Al mismo tiempo, al inicio del salto, la extremidad se flexionaba sobre la articulación de la rodilla y, posteriormente, se extendía, produciendo, de este modo, un cambio de 28-30° en la dirección del vector de la velocidad horizontal del cuerpo (alrededor de 9,5 m/seg).

Y, en ese momento, pensé: ¿por qué no utilizar durante el entrenamiento como trabajo externo de los músculos de las extremidades inferiores, en vez del peso de la haltera, la energía cinética de la caída libre del cuerpo del deportista?

Así nació el método pliométrico. Al inicio de los años 60, las primeras publicaciones sobre el método pliométrico suscitaron escepticismo, y eso calmó mi entusiasmo al generarme dudas. De todas maneras, las publicaciones hicieron su trabajo. Mientras me abandonaba a las dudas, los saltos en contramovimiento se introdujeron en Europa, después en América, en Japón y en Australia y, por último, a través de Finlandia e Italia volvieron a Rusia, pero con otra nacionalidad. Nuestros periodistas deportivos se lanzaron a describir, extasiados, las ventajas de este "invento de los especialistas extranjeros". Realmente, nadie es profeta en su tierra.

Actualmente, en mi archivo hay alrededor de 300 trabajos (libros y artículos) dedicados al método pliométrico publicados en todo el mundo. Todas estas publicaciones confirman los resultados de mis observaciones y de mi experiencia como entrenador. A pesar de que algunos especialistas aparentan no saber en qué dirección soplaban el viento ni de dónde había llegado aquella idea, sobre la que trabajaban, a sus laboratorios, los resultados de sus investigaciones no disminuyen en calidad y contribuyen al aumento de la popularidad de mi método. A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

## PRIMERA PARTE:

# CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MÉTODO PLIOMÉTRICO

---

El método pliométrico es una forma particular y específica de trabajar el sistema locomotor del hombre que el reconocido fisiólogo I. M. Secenov definió hace 100 años como «la función de muelle del músculo».

A. Hill descubrió que cuando el músculo permanece contraído, no sólo es capaz de transformar energía química en trabajo, sino que también transforma trabajo en energía química, cuando dicho trabajo, producido por una fuerza externa, provoca un estiramiento del músculo. «Además, una tensión muscular elevada que se desarrolle dentro de la fase del estiramiento permanece en el músculo incluso después de haber sido aprovechada por un individuo en la ejecución de movimientos de salto complejos que requieran una elevada capacidad de fuerza.»

En el contexto de la anatomía mecánica y la fisiología de los movimientos «la función de muelle de los músculos» se incluía como norma, por lo general, dentro del concepto de «trabajo negativo» o de «régimen muscular excéntrico» (pliométrico). No obstante, dado que este problema no era típico de la actividad cotidiana del hombre, los especialistas no le prestaron demasiada atención.

Sin embargo, en la actividad deportiva, esta forma de trabajo muscular, como ya había anticipado Hill, es vital para el desarrollo de la capacidad para realizar grandes impulsos de fuerza en breves espacios de tiempo.

Un estiramiento de los músculos mientras desarrollan su actividad representa:

1. Un elevado estímulo aferente a causa de la producción de una intensa corriente de impulsos desde la zona motora central hasta la periferia motora.
2. Un factor determinante para la acumulación de energía mecánica elástica (energía no metabólica) en los músculos, que aumenta notablemente el efecto de trabajo de la posterior contracción muscular.

Queremos subrayar aquí que no se trata de un estiramiento simple (deformación mecánica), sino de un *estiramiento muscular pliométrico* (es decir, repentino). Algunas investigaciones especiales han determinado que este régimen de trabajo muscular influye positivamente en la eficacia de la regulación central del trabajo, gracias a una rápida movilización de las unidades motoras, a una mayor frecuencia de sus impulsos y a una mejor sincronización de la actividad de las motoneuronas al comienzo del impulso explosivo de la fuerza (N. Masaghin, Y. Verkhoshansky y otros, 1987).

Este régimen constituye un mecanismo motor específico propio del hombre, un don de la naturaleza, que participa en la difícil relación entre hombre y entorno, propia también de la actividad deportiva. Desde el momento en que este hecho se hizo evidente, el método pliométrico se convirtió en objeto de investigaciones especiales (Y. Verkhoshansky, 1959, 1963, 1968, 1988).

De este modo, podemos afirmar que el método pliométrico posee dos ventajas fundamentales:

1. Se trata de un medio simple que permite aumentar el rendimiento mecánico de cualquier acción motora deportiva que exija efectuar un elevado impulso de fuerza en un tiempo mínimo.
2. Se trata de un método muy eficaz para la preparación especial de la fuerza, que favorece el aumento de la fuerza máxima, de la fuerza explosiva y de la fuerza inicial, así como la mejora de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular del deportista<sup>1</sup>.

A continuación, en el capítulo I, examinaremos con más detalle el método pliométrico.

<sup>1</sup> Los conceptos de "fuerza muscular inicial" y de "capacidad reactiva del aparato neuromuscular humano" han sido definidos y demostrados experimentalmente por primera vez por el autor (Y. Verkhoshansky, 1963, 1968, 1970) y actualmente se hallan muy difundidos en los estudios sobre biomecánica de los movimientos deportivos y sobre la fisiología de la actividad muscular.

## CAPÍTULO I:

### ¿EN QUÉ CONSISTE EL RÉGIMEN PLIOMÉTRICO DE TRABAJO MUSCULAR?

Tomemos un aparato deportivo, por ejemplo, una haltera de un peso no demasiado grande que cae desde una cierta altura. El deportista tiene la responsabilidad, ante todo, de detener la caída de la haltera mediante el impulso activo de la fuerza y, posteriormente, invertir el movimiento, es decir, empujarla hacia arriba (figura 1.1). En este caso, el impulso de fuerza se desarrolla, en primer término, según una modalidad de trabajo excéntrico (de amortiguación), para convertirse después en trabajo activo, concéntrico (reimpulso del aparato). Primero, los músculos se estiran de forma elástica (régimen excéntrico) y posteriormente comienzan a contraerse enérgicamente (régimen concéntrico). La transición del trabajo excéntrico al concéntrico se produce muy rápidamente (figura 1.2). La característica principal del desarrollo del impulso de fuerza en este tipo de movimiento es que, en la fase de amortiguación, la energía cinética del aparato se transforma en un determinado potencial de tensión elástica de los músculos que se encuentran estirados. Este potencial será posteriormente utilizado como suplemento de fuerza para el trabajo concéntrico.

La actividad de control del peso, es decir, la absorción de la energía cinética del aparato por parte de los músculos cumple dos funciones:

- Favorece el reclutamiento inmediato del músculo durante el trabajo activo en el momento inicial de la amortiguación del impacto por el aparato.

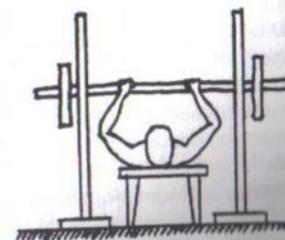


Figura 1.1. Impulso de la haltera después de su caída desde una cierta altura.

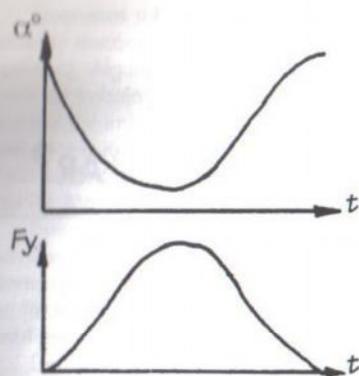


Figura 1.2. Variaciones del ángulo del codo ( $\alpha$ ) y del empleo de la fuerza muscular ( $F_y$ ) que se producen durante el impulso de la haltera que cae desde una cierta altura.

- Estimula el aumento rápido del impulso de fuerza. El valor máximo de este aumento será tanto mayor, cuanto mayor sea la energía cinética del aparato (es decir, la altura de caída) y cuanto menores sean el tiempo y la trayectoria de (su) detención.
- Crea un notable potencial de tensión muscular, que aumenta la potencia y, por tanto, la velocidad de la siguiente contracción muscular. Este incremento será mayor, cuanto más rápido se produzca el paso del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.

Por consiguiente, el régimen pliométrico se caracteriza principalmente por un estiramiento brusco de los músculos, ya tensos de antemano, que en el momento del estiramiento desarrollan un elevado impulso explosivo de la fuerza.

Atendiendo a motivos de organización del libro, distinguiremos dos tipos de movimientos en que se aplica un régimen pliométrico de trabajo muscular:

1. Aquellos movimientos efectuados en régimen de amortiguación del trabajo muscular, en que el objetivo principal reside únicamente en frenar la caída libre del aparato o del cuerpo del deportista (por ejemplo, la caída en el foso de arena en salto de longitud). Aquí, los músculos cumplen únicamente una función amortiguadora, esto es, actúan en régimen excéntrico o, en otras palabras, en régimen pliométrico.
2. Los movimientos en que encontramos un "régimen reversible" de trabajo muscular, donde el estiramiento precede a la contracción muscular. Se trata, por lo tanto, de un movimiento que combina el régimen excéntrico y concéntrico (por ejemplo, el salto de longitud).

En este caso, la función del movimiento consiste en utilizar eficazmente el potencial elástico de la tensión muscular acumulado durante el estiramiento

(fase de amortiguación) para aumentar la eficacia mecánica de la siguiente contracción muscular.

Generalmente, en la actividad deportiva la contracción muscular en estas condiciones tiene carácter balístico. De aquí se deriva que este régimen de trabajo haya sido denominado "régimen reactivo-balístico". Del mismo modo, la capacidad muscular de acumular energía elástica debido al estiramiento mecánico y de utilizarla como suplemento de fuerza, aumentando así el potencial de la siguiente contracción, ha sido denominada "capacidad reactiva del sistema neuromuscular" (Y. Verkhoshansky, 1961, 1970).

El régimen pliométrico es una forma específica de trabajo del sistema neuromuscular y un método altamente eficaz de preparación especial de la fuerza. No obstante, el uso incorrecto de este método puede dar lugar a resultados negativos.

Un entrenador experto debe saber siempre qué proponer para entrenar a los deportistas y prever los resultados que quiere obtener. Por ese motivo, el siguiente epígrafe está dedicado a las consecuencias prácticas que se derivan de los estudios experimentales, sin los cuales es difícil pensar en una aplicación efectiva del régimen pliométrico en el entrenamiento.

### ¿Cuáles son las particularidades del régimen pliométrico de trabajo muscular?

En los años 50 y 60, realizamos una serie de simples experimentos para estudiar las particularidades y el efecto de entrenamiento del método pliométrico. A pesar de que el instrumental utilizado era bastante rudimentario, los resultados obtenidos fueron bastante convincentes, lo que provocó una oleada de investigaciones prácticas y experimentales, no sólo en la antigua Unión Soviética, sino en todo el mundo.

Expondremos ahora los resultados de algunos experimentos con la esperanza, sobre todo, de poder cumplir los siguientes objetivos:

- Ayudar a comprender mejor la esencia del método pliométrico, así como la de los consejos prácticos, para poder así utilizarlos correctamente, y de los programas de entrenamiento.
- Ayudar a los entrenadores a resolver los problemas metodológicos que surgen después de utilizar este método.
- Informar a los investigadores y a los entrenadores interesados sobre nuevos estudios, sea en el campo de la metodología para el uso del método pliométrico, sea en el ámbito de la organización del proceso de entrenamiento que se realiza con este método.

## Primer experimento

La figura 1.3 muestra los resultados de un experimento en que los participantes, haciendo uso del máximo impulso de fuerza, impulsaban hacia arriba un peso equivalente al 60% del máximo, con cuatro variantes diferentes del estado funcional muscular anterior al esfuerzo:

1. *Estado de relajación* (en la posición inicial, la sobrecarga se mantenía con una parada a la altura del pecho).
2. *Estado de tensión isométrica* de los músculos, equivalente al peso de la sobrecarga (la sobrecarga se sostenía a la altura del pecho).
3. *Estado de estiramiento rápido* de los músculos. Los brazos con la sobrecarga estaban extendidos hacia arriba. Por eso, la carga bajaba rápidamente y, posteriormente, era impulsada enérgicamente hacia arriba mediante un cambio activo del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.
4. *Estado de estiramiento repentino anterior al impulso*, provocado por la amortiguación activa del peso, que caía desde una cierta altura (alrededor de 0,80 m).

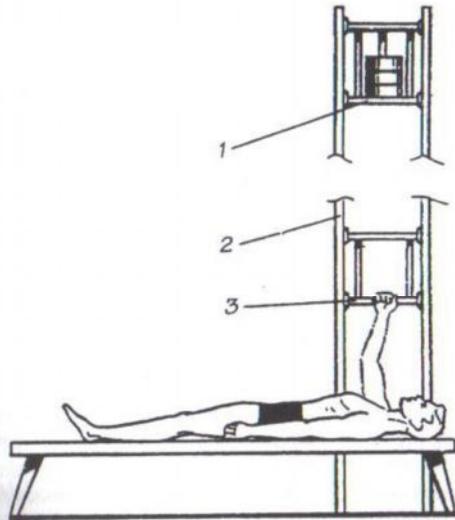


Figura 1.3. Esquema del equipo experimental (Y. Verkhoshansky, 1960).

1. Soporte con la carga.
2. Riel.
3. Soporte de amortiguación.

Se registraba la aceleración vertical del peso durante la fase de aceleración. Los resultados del experimento muestran (figura 1.4) que el efecto de trabajo del movimiento viene determinado principalmente por el estado funcional muscular que precede al impulso activo de fuerza. Es fácil apreciar que:

- Cuando el impulso activo de fuerza comienza desde un estado de relajación de los músculos, (1) éstos no pasan inmediatamente a desarrollar un trabajo intensivo y garantizan un mínimo efecto cinético respecto al resto de las variantes.
- Un estiramiento previo debido a una fuerza externa (2 y 3) permite a los músculos realizar un trabajo en el que se acumula energía elástica, que se utiliza como suplemento de fuerza en la siguiente contracción.
- La aceleración del peso es mayor cuando el estiramiento de los músculos que la preceden tiene un carácter brusco (pliométrico) (4).

Por consiguiente, la aceleración inicial del peso aumenta de una variante a otra. Su valor máximo se aleja al inicio del movimiento, y el tiempo total del movimiento disminuye ligeramente.

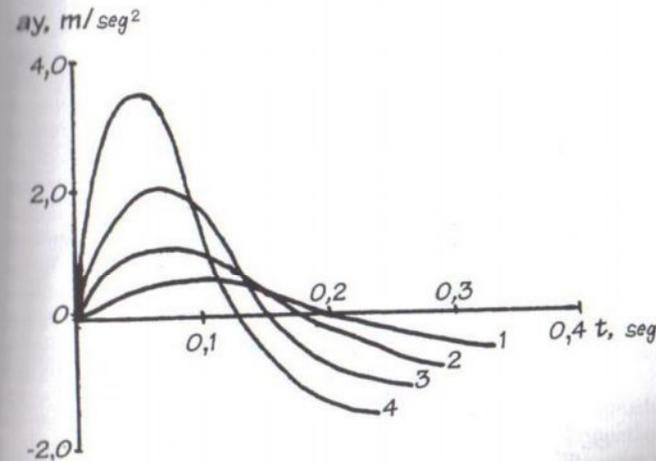


Figura 1.4. Ejemplos de registro de las curvas de aceleración de la carga dependiendo de las condiciones del estado funcional muscular anterior al trabajo (ver explicaciones en el texto).

## Segundo experimento

Los participantes en el experimento, utilizando un equipo especial (figura 1.3), realizaron durante algunos días un ejercicio que consistía en reimpulsar una sobrecarga "inmóvil" de pesos diversos (experimento 1, variante 3) y después de su caída desde diversas alturas (0,50 - 3,00 m). El peso de la sobrecarga era equivalente al 3,3, 6,6, 9,9 y 13,2% del máximo impulso de la fuerza, medido en posición inferior del peso, anterior a su aceleración. La media del peso de la sobrecarga es aproximadamente 2, 4, 6 y 8 kg.

Se registraba la altura de caída ( $h_1$ ) y de vuelo ( $h_2$ ) del peso, así como la curva "desplazamiento-tiempo" del punto de trabajo de la mano en la fase de amortiguación e impulso. En la figura 1.5 se muestran las variaciones de la altura de vuelo de la sobrecarga ( $h_2$ ) según su peso y las condiciones iniciales de su impulso hacia arriba. En la figura 1.6 se representa la típica curva "desplazamiento-tiempo" del punto de trabajo de la mano, en la fase de impulso de una carga elevada.

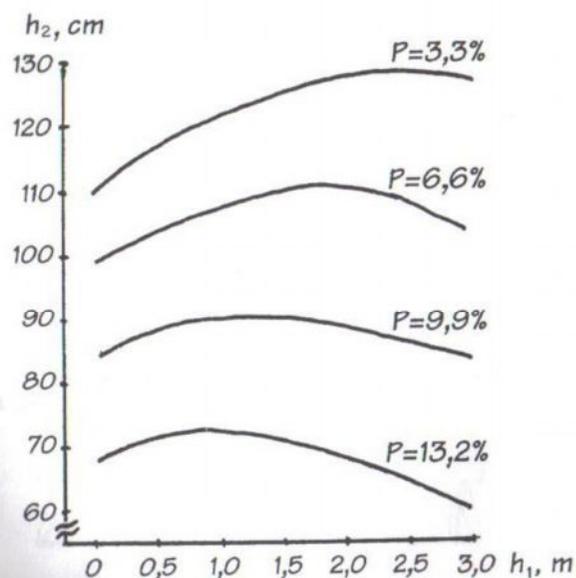


Figura 1.5. Variaciones de la altura de vuelo ( $h_2$ ) de una carga de peso diferente/variable ( $P$ ) en la fase de impulso después de su caída desde distintas alturas ( $h_1$ ).

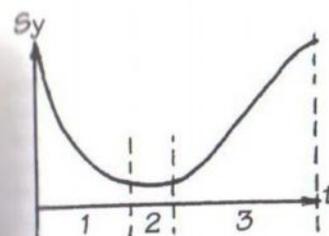


Figura 1.6. Curvas "desplazamiento-tiempo" típicas del punto de trabajo de la mano en la fase de impulso de una sobrecarga de peso elevado.

1. Fase de amortiguación.
2. Fase de transición.
3. Fase de reimpulso.

En la figura 1.7 se observa cuál es la tendencia de cambio de la duración de la fase de transición (es decir, de la fase que transcurre entre el trabajo muscular excéntrico y el concéntrico) en las diversas condiciones de levantamiento del peso. Especialmente, nos gustaría llamar la atención sobre los siguientes resultados:

1. La altura de vuelo después del impulso disminuye con el aumento del peso de la sobrecarga.
2. Con el aumento de la altura de caída de una sobrecarga del mismo peso (y, por tanto, de la misma energía cinética), la siguiente altura de vuelo (es decir, el efecto de trabajo del impulso de la fuerza para elevar la sobrecarga) aumenta, y, posteriormente, se estabiliza y comienza a disminuir cuando alcanza un valor lo suficientemente elevado.
3. Con la disminución del peso de la sobrecarga, a una altura de caída mayor de la sobrecarga corresponde una mayor altura de vuelo.
4. El movimiento de la mano comprende dos fases: por una parte, una fase de amortiguación (figura 1.6) en la que la velocidad es menor y se absorbe la energía cinética de la caída de la sobrecarga. Por otra parte, una fase activa de impulso en la que la sobrecarga es impulsada en dirección opuesta. En la figura 1.6, la curva "desplazamiento-tiempo" dibuja un trazo descendente, otro trazo ascendente y, entre ambos, un trazo casi recto que indica que el paso del trabajo excéntrico al concéntrico (fase intermedia) se produce con cierto retraso.
5. Por norma general, la duración de la fase de transición posee características individuales y responde a una determinada tendencia, dependiendo de las condiciones del movimiento, es decir, del peso de la sobrecarga y de la altura de la caída (figura 1.7):
  - a) Una sobrecarga relativamente ligera (en nuestro caso del 3,3% de la fuerza máxima) no ejerce una influencia notable sobre la duración de la fase de transición, aun si se aumenta la altura de caída.

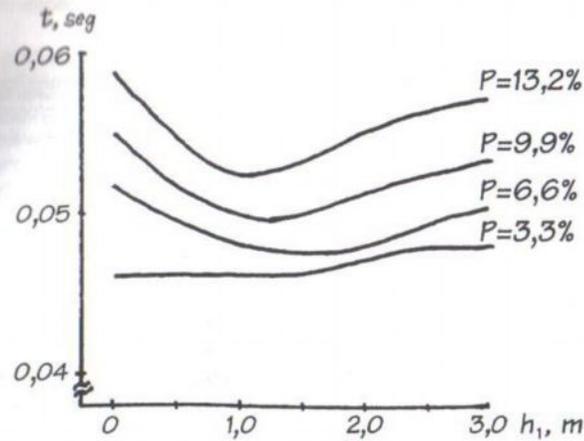


Figura 1.7. Tendencias en la dinámica de la duración de la fase de transición (desde el trabajo muscular excéntrico al concéntrico) en el experimento descrito en la pág. 22.

- b) La duración de la fase de transición aumenta con el incremento del peso de la sobrecarga.
  - c) Cuando se establece un equilibrio entre el peso de la sobrecarga y el incremento de la altura de caída, la fase de transición disminuye hasta cierto punto, para posteriormente aumentar de nuevo.
  - d) Generalmente, al máximo nivel de vuelo de la sobrecarga le corresponde una duración mínima en la fase de transición, es decir, la máxima velocidad de transición del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.
6. A grandes rasgos, el experimento confirma que:
- a) El efecto de trabajo del movimiento de impulso (altura de vuelo de la sobrecarga) es mayor cuando en la fase de amortiguación el estiramiento muscular tiene un carácter más brusco (pliométrico).
  - b) A cada peso de la sobrecarga le corresponde una altura determinada de caída, a la que va unida la altura máxima de vuelo en el impulso de la sobrecarga.
  - c) Normalmente, un aumento del peso de la sobrecarga deriva en un incremento de la duración de la fase de transición. En cambio, si se incrementa la altura de caída hasta un nivel óptimo, la duración de la fase de transición disminuye.

### tercer experimento

Utilizando siempre el mismo equipo especial (figura 1.3), un grupo de deportistas realizaba durante cuatro semanas de entrenamiento un ejercicio consistente en impulsar con una mano una sobrecarga de diferente peso (2-8 kg) después de su caída desde alturas que oscilaban entre 0,50 y 2,00 m. Este tipo de entrenamiento se efectuaba dos veces por semana. Durante una sesión de entrenamiento se realizaban 30 movimientos de impulso, un total de 240 movimientos de impulso en cuatro semanas.

Como parámetros de control de la eficacia del entrenamiento, se registraban la altura de vuelo de la sobrecarga (de 6 kg de peso) después de su caída desde diferentes alturas y la curva "desplazamiento-tiempo" del punto de trabajo de la mano. En las figuras 1.8 y 1.9 se muestran los resultados obtenidos por uno de los participantes en el experimento.

Es evidente que después de un entrenamiento específico se producen dos hechos:

- Un aumento de la altura de vuelo. En la figura 1.8 (curva b), el valor máximo de la altura de vuelo se desplaza hacia la derecha.
- Una disminución de la trayectoria de amortiguación y del tiempo de frenado de la sobrecarga. La transición del trabajo excéntrico al concéntrico se produce con mayor rapidez. El tiempo total del impulso disminuye (figura 1.9; curva b).

En general, los resultados del experimento han confirmado que, después de un entrenamiento específico, el sistema neuromuscular adquiere la capaci-

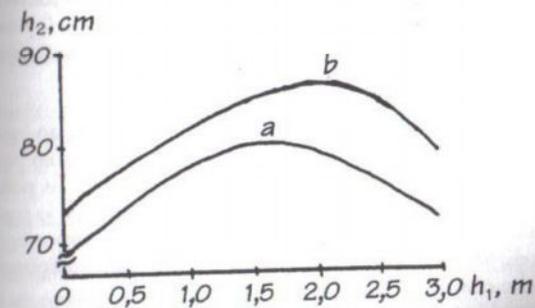


Figura 1.8. Relación entre la altura de vuelo ( $h_2$ ) de la carga (de 6 kg de peso) después de su caída desde diferentes alturas ( $h_1$ ) a) antes del entrenamiento, b) después del entrenamiento.

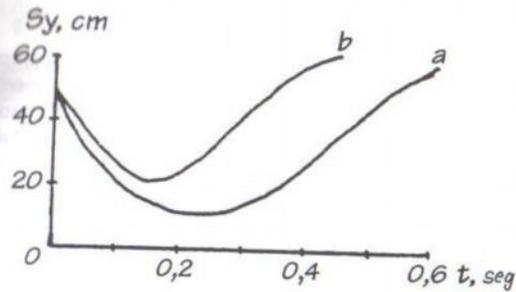


Figura 1.9. "Curva" desplazamiento-tiempo" de un peso de 6 kg en la fase de impulso después de su caída desde una altura de 2,00 m: a- antes del entrenamiento; b- después del entrenamiento.

dad de responder con una reacción positiva adecuada a la intensidad de un estímulo mecánico que anteriormente provocaba una disminución del efecto de trabajo del movimiento, por lo que este último se caracteriza por una mayor expresión del impulso explosivo de fuerza y por una transición más rápida del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.

En concreto, los resultados del experimento han demostrado que dentro del conjunto de parámetros examinados, se manifiestan características individuales propias de la capacidad motora de cada individuo del experimento. Estas diferencias individuales dependen de dos factores:

1. De la altura de vuelo de la sobrecarga. El valor máximo de la altura de vuelo se obtiene a partir de distintas alturas de caída de la sobrecarga.
2. De la duración del trabajo muscular en la fase de frenado (en otras palabras, en la fase de transición desde el régimen muscular excéntrico al concéntrico).

Normalmente, aquellos que consiguen mejores resultados en la altura de vuelo se caracterizan por un paso más rápido del régimen excéntrico al concéntrico (figura 1.10). El grado de utilización del excedente de potencial de tensión muscular durante la fase de amortiguación depende de la rapidez con que se efectúe dicho paso. Tal potencial se aprovecha más plenamente cuanto menor es la duración del intervalo que separa la fase de amortiguación de la fase de impulso activa.

Se ha descubierto que estas diferencias dependen, sobre todo, de la especificidad de la actividad deportiva del deporte que se practique. En aquellos que practiquen deportes que requieran una expresión explosiva del impulso de

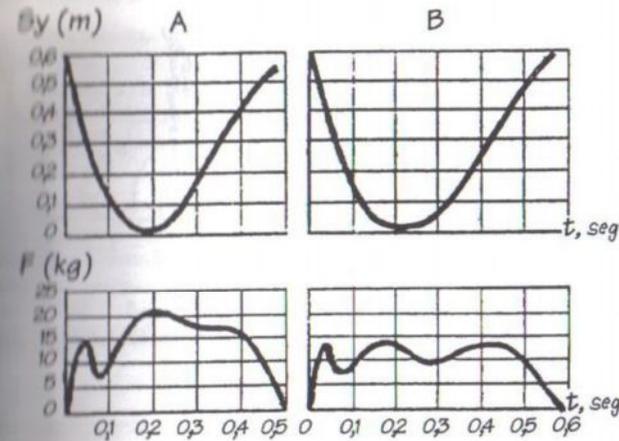


Figura 1.10. Ejemplo del registro de las curvas "desplazamiento-tiempo [Sy-t]" y "fuerza-tiempo [F(t)]" durante el impulso de la carga (el peso es de 6 kg) después de su caída desde 1,00 m de altura en un deportista entrenado (A) y en otro sin entrenar (B).

la fuerza, la altura máxima de vuelo de la sobrecarga se desplaza hacia la derecha sobre el eje de las abscisas (figura 1.5) y la duración de la fase de transición del régimen excéntrico al concéntrico es menor respecto al resto de los deportistas.

#### Cuarto experimento

Los participantes en el experimento realizaban tres variantes (distintas) de un salto hacia arriba con un impulso máximo de fuerza, sin impulsar hacia arriba las extremidades superiores (figura 1.11).

- i. Con las extremidades inferiores ligeramente flexionadas sin contramovimiento.
- ii. Con un contramovimiento, previa flexión de las extremidades inferiores.
- iii. Salto en contramovimiento desde una altura de 0,50 m.

Se registraron el dinamograma del impulso (figura 1.12) y la altura de vuelo (figura 1.13).

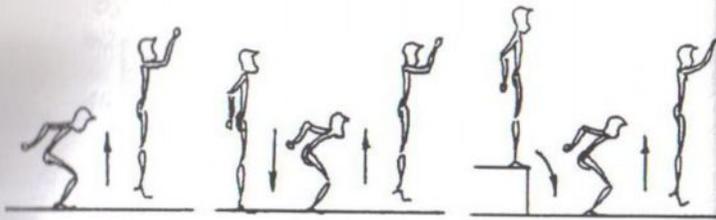


Figura 1.11. Tres variantes del impulso vertical.

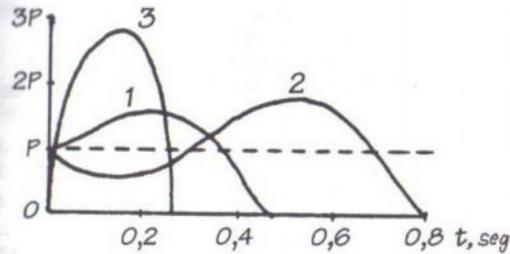


Figura 1.12. Dinamogramas típicos de tres variantes diferentes de un salto vertical: 1 - con las extremidades inferiores ligeramente flexionadas, 2 - con contramovimiento (previa flexión de las extremidades inferiores/sobre los pies); 3 - salto hacia abajo desde una altura de 0,50 m. P - peso del cuerpo del atleta.

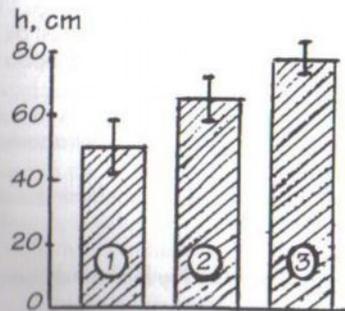


Figura 1.13. Altura de vuelo en tres variantes distintas de un salto vertical.

Los resultados del experimento muestran que:

- La altura máxima de vuelo se alcanzaba después del salto hacia abajo (figura 1.13).
- Después del salto hacia abajo siempre se registraba el máximo valor del impulso de la fuerza, el tiempo mínimo necesario para alcanzarlo y la menor duración de la fase de impulso (figura 1.12).

Cabe resaltar que en el experimento 1 se obtuvieron también resultados similares. En aquel experimento, el movimiento (ejercicio) de control consistía en levantar con la mano una sobrecarga sirviéndose de un equipo especial. Las mismas conclusiones se derivan de los estudios de E. Asmussen, F. Bonde-Peterson (1974), C. Bosco (1985, 1986), Th. Adams (1984), D. Clutch, M. Wilton (1983), R. Steben (1981) y otros.

#### Quinto experimento

Con el fin de contrastar la eficacia de diversos medios de entrenamiento de la fuerza rápida, dirigidos al desarrollo de la fuerza explosiva de los músculos de las extremidades inferiores, se entrenaron tres grupos de deportistas durante seis semanas (21 unidades de entrenamiento) aplicando diferentes medios.

El grupo A efectuaba únicamente los ejercicios de salto tradicionales (463 saltos).

El grupo B realizaba los mismos ejercicios con la haltera sobre los hombros:

- squat con sobrecarga de peso elevado;
- salto hacia arriba con sobrecarga de peso equivalente al 30 y al 70 % del máximo (400 repeticiones en total).

El grupo C solamente realizaba saltos hacia abajo con rebote desde alturas de 0,60 y 1,00 m (226 saltos en total).

El resultado del entrenamiento era controlado midiendo el impulso de la fuerza en la fase de impulso activo después del salto hacia abajo desde alturas que iban aumentando uniformemente a razón de 20 cm cada vez, de 0,20 a 1,40 m (siete saltos en total).

A partir de este entrenamiento específico se ha descubierto que (figura 1.14):

- A pesar de estar sometido a un volumen de entrenamiento menor respecto a los grupos A y B, el grupo C presentaba un mayor aumento del impulso de la fuerza en la fase de impulso activo.

- Este mayor incremento del impulso de la fuerza en el grupo C correspondía a una altura de caída en el salto hacia abajo equivalente a 0,40 y 0,60 m.
- El entrenamiento realizado con el salto hacia abajo (grupo C) favorece el aumento del impulso de la fuerza en la fase de impulso, cuando la altura de caída en el salto hacia abajo aumenta entre 0,20 y 0,60 m.

Investigaciones y estudios posteriores, elaborados durante el proceso de entrenamiento, han confirmado que los resultados de este experimento reflejan objetivamente las diferencias en el efecto de mejora sobre el sistema neuromuscular que existen entre los ejercicios tradicionales de salto, los ejercicios con haltera y los ejercicios de salto hacia abajo.

#### Sexto experimento

El objetivo principal de este experimento era definir la altura de caída óptima en los saltos hacia abajo para el desarrollo de la fuerza explosiva de los músculos extensores de las extremidades inferiores.

Con este fin, un grupo numeroso (36), formado, sobre todo, por deportistas que practicaban atletismo (velocistas, corredores de carreras de obstáculos, saltadores y lanzadores de alto nivel), realizaba una serie de saltos hacia abajo, en los que la altura inicial de caída era de 0,15 m y que aumentaba sucesivamente de forma regular de 0,20 a 1,55 m. En total, los participantes en el experimento realizaban ocho saltos.

Los ejercicios se efectuaban sobre un trampolín dinamométrico que permitía registrar la curva  $F(t)$  del impulso (figura 1.15), en base a la cual se calculaban el tiempo de apoyo, el valor máximo ( $F_{m\acute{a}x}$ ) y medio ( $F_m$ ) del impulso de fuerza desarrollado en el impulso y la potencia del trabajo (N). Al mismo tiempo, la variación del ángulo pierna-pie ( $\alpha^\circ$ ) durante la fase de impulso.

Gracias a la curva  $F(t)$  se calculaba también el denominado "coeficiente de reactividad" (del que hablaremos más adelante), que indica la capacidad de los músculos de pasar rápidamente del estiramiento a la contracción en condiciones de elevada resistencia externa.

Antes de hablar de los resultados del experimento, analizaremos la curva  $F(t)$ , ya que es importante para comprender la biomecánica del salto en contramovimiento y para evitar errores eventuales en la utilización de este ejercicio en el entrenamiento.

Parece oportuno llamar la atención sobre ciertos fenómenos que mencionaremos a continuación.

Cuando se inicia el contacto en el suelo con el apoyo, se aprecia una "onda" (curva) de la fuerza, provocada por el impacto mecánico. Las investigaciones muestran que:

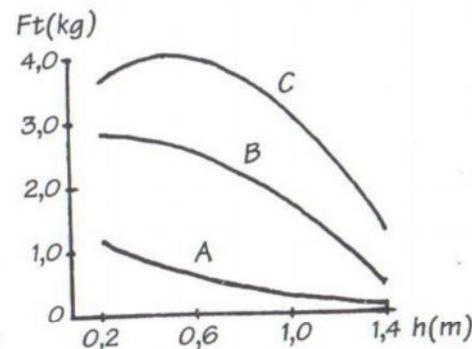


Figura 1.14. Aumento del impulso de la fuerza en la fase de impulso/empuje activo después del salto hacia abajo en los deportistas de los grupos experimentales.

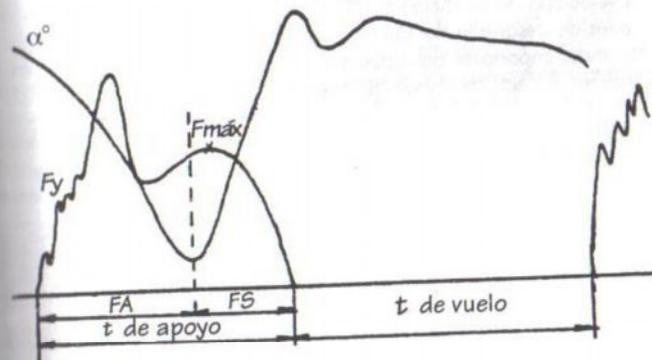


Figura 1.15. Componente vertical del empleo de la fuerza sobre el apoyo ( $F_y$ ) y variaciones del ángulo de la articulación de la rodilla ( $\alpha^\circ$ ), comunes en la fase de impulso vertical después de un salto hacia abajo (FA- fase de amortiguación; FS- fase de impulso vertical).

- Esta onda de fuerza es tanto mayor cuanto menor es la actividad con que se produce la interacción elástica del sistema muscular con el apoyo, es decir, el tiempo necesario para alcanzar el valor máximo del impulso de fuerza ( $F_{m\acute{a}x}$ ) es tanto mayor cuanto más rígido es el impacto con el apoyo en tierra.

- Al comienzo de la interacción con el apoyo, la fuerza pliométrica se "atenua" en los tejidos del sistema muscular. Esta fuerza no actúa sobre el baricentro y no influye en su trayectoria ni en su velocidad de desplazamiento.
- Sin embargo, un impacto excesivamente rígido ejerce una influencia considerable sobre el estado funcional del sistema neuromuscular y modifica la biomecánica del salto hacia abajo (la fase de impulso), reduciendo el efecto de trabajo.
- Al comienzo de la toma de contacto con el suelo, se percibe una flexión rápida (de amortiguación) de las articulaciones de las rodillas ( $\alpha^\circ$ ). En ese momento, la interacción con el apoyo aumenta. Posteriormente, la fuerza de la interacción con el apoyo decrece gracias a la extensión de las extremidades inferiores.
- El ángulo máximo de la articulación de la rodilla ( $\alpha^\circ$ ) y el máximo impulso de la fuerza ( $F_{m\acute{a}x}$ ) no coinciden cronológicamente. El impulso máximo de la fuerza se alcanza en el momento en que se inicia la extensión de la articulación de la rodilla, es decir, justamente después del paso del trabajo muscular excéntrico (de amortiguación) al concéntrico.
- La velocidad de transición del trabajo excéntrico al concéntrico en condiciones de desarrollo del máximo impulso de la fuerza es una capacidad funcional importante del sistema neuromuscular, que determina, en gran medida, el efecto de trabajo del impulso.

Podemos hablar ahora de los resultados del experimento. La figura 1.16 muestra que:

- a) Con el aumento de la altura de la caída en los saltos hacia abajo, la duración del periodo de apoyo ( $t_{\Sigma}$ ) disminuye al principio, pero posteriormente comienza a aumentar. El menor tiempo de contacto con el apoyo (superficie) corresponde a una altura de 0,75 m.
- b) El valor máximo del "coeficiente de reactividad" (R) y de la potencia de trabajo también corresponden a una altura de caída de 0,75 m.
- c) El impulso máximo de la fuerza ( $F_{m\acute{a}x}$ ) se alcanza después de un salto hacia abajo desde alturas comprendidas entre 0,95 y 1,15 m. Sin embargo, la velocidad del impulso desde el apoyo (representada por el tiempo total de apoyo, ( $t_{\Sigma T}$ ) disminuye antes.

Por eso, resulta evidente que:

1. Para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular de los deportistas de alta cualificación, la altura de caída óptima es alrededor de 0,75 m.
2. Para el desarrollo de la fuerza máxima de los músculos ( $F_{m\acute{a}x}$ ) es oportuno utilizar una altura equivalente a 1,10 m.

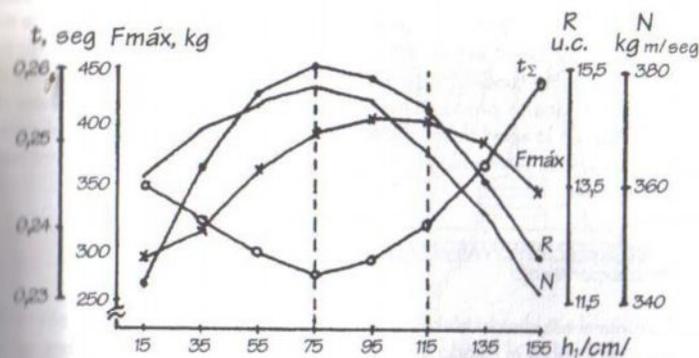


Figura 1.16. Cambio/modificación de las características del impulso con el aumento de la altura de caída en el salto hacia abajo (u.c. - unidad convencional).

Es preciso añadir que un nuevo aumento de la altura de caída en los saltos hacia abajo modifica notablemente las condiciones dinámicas de la expresión del impulso de la fuerza y los parámetros dinámicos del impulso. El tiempo de apoyo aumenta, sobre todo, a consecuencia de la duración de la fase de transición del trabajo excéntrico al concéntrico. Se produce un aumento brusco del valor de la interacción causada por el impacto, así como el de la profundidad de amortiguación al comienzo de la fase de apoyo. El valor máximo del impulso activo de la fuerza y la velocidad de contracción muscular en la fase de impulso se estabilizan.

Podemos distinguir dos etapas en el movimiento de impulso:

- La fase de amortiguación, en la que se absorbe la energía cinética de la caída libre del cuerpo.
- La fase de impulso propiamente dicha.

Dado que la fase de transición aumenta considerablemente, la energía producida por el estiramiento elástico de los músculos se pierde (es decir, se transforma en calor) y los músculos ya no disponen de aquel suplemento de fuerza que utilizaban para aumentar el potencial de la contracción en los saltos hacia abajo con altura de caída óptima.

Por consiguiente, los saltos hacia abajo desde una altura de caída elevada estimulan el entrenamiento en un único sentido: producen un brusco (pliométrico) estiramiento muscular.

La mayor parte de las investigaciones sobre este argumento llevadas a cabo en la antigua URSS y en otros países han confirmado los resultados de este experimento y sus consecuencias (Th. Adams, 1984; C. Bosco, 1985, 1996; M. Bobbert, 1990; Ph. Lundin, W. Berg, 1991; D. Chu y otros 1992). Algunas de las diferencias que se producen en los resultados se derivan de los niveles de preparación, de la edad de los individuos estudiados, del modo de evaluación de los parámetros biomecánicos, de las variantes, de la duración del entrenamiento, etcétera.

#### Séptimo experimento

Durante el estudio del efecto de los saltos hacia abajo sobre el sistema neuromuscular y sobre el estado funcional del deportista después de haber ejecutado el ejercicio varias veces, se ha apreciado una tendencia al aumento de la duración de la fase de apoyo y a la disminución del valor máximo del impulso de la fuerza y de la velocidad de transición entre el estiramiento y la contracción muscular. De este hecho se deriva que es recomendable realizar más de 10 saltos hacia abajo en una serie. Sin embargo, se plantea la cuestión de cuántas series se pueden realizar en una unidad de entrenamiento.

Para responder a esta pregunta, los mismos deportistas de alta cualificación han utilizado un número distinto de series (de 1 a 5). Antes de cada sesión de entrenamiento con equipos/aparatos especiales, se registraba la capacidad de desarrollar un impulso explosivo de la fuerza en el movimiento de extensión de la extremidades inferiores en posición sentada (figura 1.17). El impulso explosivo de la fuerza era nuevamente registrado cada 5 min durante un periodo de 30 min, después de la ejecución de los saltos hacia abajo, durante el cual los deportistas no realizaban ningún otro trabajo/esfuerzo muscular.

En el experimento se encontraron las siguientes tendencias:

1. Inmediatamente después de la ejecución de los saltos hacia abajo, la capacidad de ejercer la fuerza explosiva disminuía respecto al nivel inicial anterior a la realización misma del ejercicio. Esta reducción es tanto mayor, cuanto mayor es el número de las series.
2. Normalmente, en el quinto minuto del periodo de recuperación, la capacidad de desarrollar un impulso explosivo de la fuerza comienza a restablecerse. Más adelante, supera el nivel inicial para alcanzar el valor máximo en el décimo minuto y, a continuación, empieza a disminuir. No obstante, en el minuto 30 supera también el valor inicial.
3. Con el incremento del número de las series del 1 al 4, el valor del parámetro de la fuerza explosiva de los músculos muestra una tendencia al aumento.

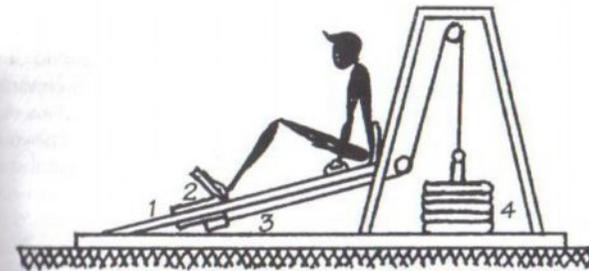


Figura 1.17. Esquema del equipo/aparato dinámico (de laboratorio) (Y. Verkhoshansky, 1967).

1. Piel.
2. Pedales y soporte móvil.
3. Medidor de fuerza (strain goudge).
4. Discos de la haltera.

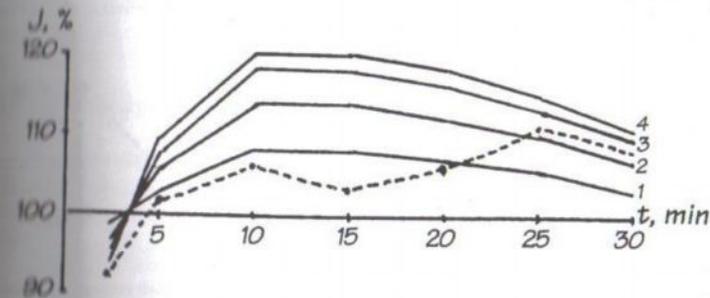


Figura 1.18. Tendencias de la expresión del efecto inmediato de entrenamiento de una (1), dos (2), tres (3), cuatro (4) y cinco (línea discontinua) series de saltos hacia abajo.

4. Generalmente, en la quinta serie esta tendencia se interrumpe. Aquí, la dinámica de la fuerza explosiva es muy particular y puede mostrar la tendencia representada en la figura 1.18 (línea discontinua). En ese caso, el aumento de la capacidad de desarrollar el impulso explosivo de la fuerza se manifiesta en menor medida y no aparece a los 5-10 min, sino mucho más tarde.

## Octavo experimento

El objetivo de este experimento era el de estudiar la posibilidad de utilizar el método pliométrico para desarrollar la fuerza explosiva y la capacidad reactiva de los músculos de las extremidades superiores y de la cintura escapulo-humeral de gimnastas de alto nivel durante la interacción con el apoyo en ejercicios de gran dificultad. Los participantes en el experimento realizaban, desde la posición vertical invertida, una caída desde un lugar elevado con contraimpulso de las extremidades superiores. La altura de caída iba aumentando gradualmente (5 cm cada vez) desde 5 hasta 40 cm. En total, los deportistas efectuaban ocho caídas. El ejercicio se ejecutaba con la siguiente modalidad: desde la posición vertical invertida sobre el plinto, el gimnasta se dejaba caer inclinando las extremidades inferiores hacia atrás, pasando a la vertical invertida sobre el apoyo en el suelo y efectuando sucesivamente un movimiento de impulso hacia arriba. La altura de vuelo era registrada. En base a los resultados obtenidos (figura 1.19), se pueden hacer estas consideraciones:

- Una altura de caída comprendida entre 5 y 10 cm no ejerce una influencia de consideración sobre el sistema neuromuscular de los gimnastas. En ese caso, las características biomecánicas del "rebote" son inferiores respecto a las de los ejercicios de competición (volteretas sobre el potro).

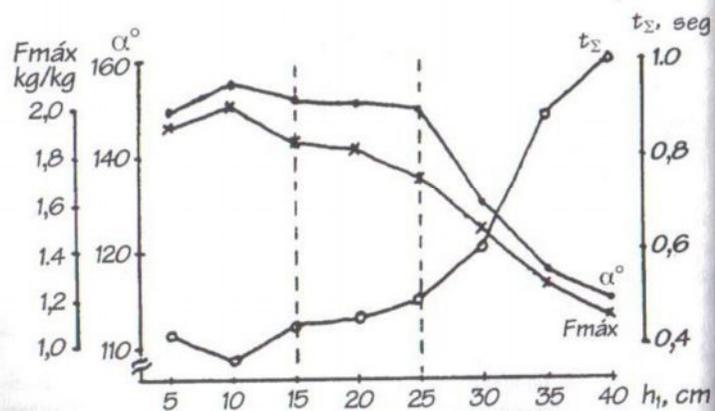


Figura 1.19. Modificación de las características del impulso de las extremidades superiores/manos con el aumento de la altura de caída.

- Cuando la altura de la caída es superior a 30 cm, el gimnasta no alcanza a resistir la carga en la fase de amortiguación, por lo que la excesiva flexión de las articulaciones del codo (hasta  $106^\circ$  de ángulo) influye negativamente en la eficacia del impulso.
- La altura óptima del ejercicio realizado con las extremidades superiores oscila entre 15 y 25 cm. En este caso, las características del impulso se aproximan a las que se producen en competición.

La mejor variante de la interacción con el apoyo de las tres ("suave", "dura" y "acentuada") resulta ser la última. En ésta, la tensión muscular comienza a manifestarse aun antes que la interacción con el apoyo, y el gimnasta entra en contacto con el apoyo mediante un movimiento enérgico. Esto permite recuperar de forma rápida y elástica los músculos de las extremidades superiores y de la cintura escapulo-humeral al inicio de la fase de amortiguación, y desarrollar a continuación, en la fase de impulso, un impulso activo y explosivo de la fuerza.

De ahí que la metodología para la aplicación práctica del método pliométrico de la fuerza rápida haya sido elaborada en base a análisis biomecánicos muy precisos (cuyos resultados ya han sido presentados en parte). En 1961, esta metodología fue definida como "método pliométrico para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular".

## ¿En qué consiste el método pliométrico?

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. Este método es un medio de preparación física especial.

Queremos recordar que el objetivo principal de la preparación física especial consiste en la *intensificación motriz del organismo* con el fin de activar los procesos de desarrollo de las capacidades funcionales necesarias para cada deporte determinado (Y. Verkhoshansky, 1961, 1977). Esta intensificación debe garantizar una *estimulación del sistema neuromuscular del deportista* hasta el punto de alcanzar en el entrenamiento un impulso de la fuerza que se aproxima o, por supuesto, supere en amplitud y en características cualitativas el impulso de la fuerza que se desarrolla en competición.

Preguntémosnos ahora qué se entiende por estimulación del sistema neuromuscular.

Huelga decir que la fuerza externa desarrollada por los músculos constituye, ante todo, el resultado de la fuerza de voluntad. Sin embargo, la tensión de trabajo producida exclusivamente por la fuerza de voluntad en las condiciones

normales de la vida cotidiana tiene unos límites determinados. Para aumentar la fuerza muscular, puede ocurrir que los músculos se vean estimulados por factores externos, por ejemplo. Mediante un estímulo mecánico, los estímulos aferentes así producidos envían una señal que informa al sistema nervioso central sobre el nivel de tensión muscular. Cuando la resistencia externa (por ejemplo, una sobrecarga) es demasiado elevada, el sistema nervioso central aumenta la intensidad de la corriente de impulsos enviada a la zona motora, que aumenta la potencia de la contracción muscular. Normalmente, la intensidad de la corriente de impulsos desde la zona motora central a las motoneuronas de los músculos activados (y, en consecuencia, el trabajo muscular externo) es tanto mayor cuanto mayor es la resistencia externa (es decir, la amplitud del estímulo externo).

Por eso, en el mecanismo neuromotor que se ocupa del movimiento, la señalización aferente tiene una importancia considerable, ya sea en lo referente a la cualidad o al valor de la fuerza muscular desarrollada. Al mismo tiempo, la intensificación sistemática de la tensión muscular producida por un entrenamiento regular es un factor que estimula la capacidad del sistema nervioso central para emitir corrientes de estímulos nerviosos a los músculos, lo que constituye una condición fundamental para el desarrollo de la fuerza muscular.

En la práctica deportiva se han ido utilizando diversos métodos para intensificar el régimen de trabajo del sistema neuromuscular con el fin de aumentar las capacidades funcionales. La ejecución de ejercicios con sobrecargas es el método más extendido. Sin embargo, aunque no se pone en duda el empleo de ejercicios con sobrecargas para el desarrollo de la fuerza máxima, no todos los entrenadores consideran apropiado su uso para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la velocidad. En este caso, el argumento más común es que los ejercicios con sobrecarga no garantizan en la medida de lo necesario la mejora de los componentes específicos del impulso explosivo de la fuerza, es decir, de la velocidad de los movimientos, de la rapidez de transición del estado de reposo muscular a la actividad muscular y de la rapidez de transición del trabajo muscular excéntrico al concéntrico (es decir, del estiramiento a la contracción muscular).

Por una parte, la mejora de estos componentes del impulso explosivo de la fuerza requiere un régimen específico de entrenamiento, que no puede ser realizado mediante el empleo de ningún tipo de ejercicio con sobrecargas. Por otra parte, si la reducción del peso de la sobrecarga puede paliar los inconvenientes descritos, esto conduce a la reducción del impulso dinámico de la fuerza. Se crea así un círculo vicioso que siempre ha resultado difícil quebrantar.

Los resultados de nuestros experimentos y los de la práctica deportiva nos han permitido salir de ese círculo vicioso. La solución consiste en el uso del régimen muscular pliométrico, esto es, en el uso de un método original y completamente diferente de los métodos tradicionales de estimulación de la tensión

muscular. En este método, el peso de la sobrecarga y su fuerza de inercia no influyen tanto en el estímulo mecánico externo para la actividad muscular como la energía cinética, acumulada en el aparato o en el cuerpo del deportista durante la caída libre desde una cierta altura. Un estiramiento brusco (pliométrico) de los músculos durante la acción de frenado del aparato (o del cuerpo) que cae constituye un factor de estímulo que aumenta la velocidad de la posterior contracción muscular y disminuye la duración de la fase de transición del trabajo excéntrico al concéntrico.

La dinámica del trabajo muscular en diferentes variantes del impulso hacia arriba con ambas extremidades inferiores, efectuado con un impulso máximo de la fuerza (figura 1.12), pone de relieve las considerables ventajas del método pliométrico debido a la estimulación de la tensión muscular que provoca la energía cinética. Las ventajas que ofrece este método son las siguientes:

1. El método pliométrico garantiza un desarrollo muy rápido del máximo impulso dinámico de la fuerza.
2. El valor del máximo impulso dinámico de la fuerza es superior al del resto de tipologías de trabajo.
3. Es importante destacar que este valor máximo de impulso dinámico de la fuerza es alcanzado sin utilizar una sobrecarga suplementaria.
4. La transición del trabajo excéntrico al concéntrico es más rápido que en otros casos.
5. El considerable potencial de tensión muscular acumulado en la fase de amortiguación y la inexistencia de una sobrecarga suplementaria garantizan un mayor trabajo muscular en la fase de impulso y una mayor velocidad de contracción muscular, que se manifiesta en la mayor altura de vuelo después del impulso (figura 1.13).

Los resultados de la electromiografía realizada durante los experimentos ya descritos revelan que el régimen pliométrico de trabajo muscular garantiza una mayor eficacia en la regulación central de la expresión explosiva del impulso de la fuerza (N. Masalghin, Y. Verkhoshansky, 1987; Y. Verkhoshansky, 1988), que se manifiesta en la consecución de un mayor número de unidades motoras, en una movilización más rápida y en una mayor frecuencia de sus impulsos, además de alcanzar una mejor sincronización de la actividad de las neuronas motoras en el momento de transición al impulso concéntrico de la fuerza.

Es preciso destacar que el debate sobre el "reflejo por estiramiento" y sobre los órganos tendinosos de Golgi, tan frecuente en la literatura científica, se perfila como una tentativa primitiva de explicar el mecanismo fisiológico del efecto de mejora del método pliométrico, por lo que deben juzgarse con gran cautela los consejos prácticos que se desprenden de estas ideas, propuestos por algunos investigadores (P. Komi, D. Schmidtbleicher).

Por lo tanto, la estimulación de la tensión muscular mediante la absorción de la energía producida desde la caída de un aparato o del cuerpo del deportista puede garantizar un elevado nivel de fuerza que no se podría obtener con la aplicación de otros métodos de estimulación mecánica sin utilizar una sobrecarga y sin disminuir la velocidad de contracción muscular: *la velocidad de la contracción muscular aumenta respecto a las condiciones normales*. No es difícil vislumbrar aquí una posibilidad real de resolver la contradicción entre resistencia externa y velocidad del movimiento.

El estudio combinado del efecto de mejora del método pliométrico llevado a cabo tanto en laboratorio como mediante la práctica del entrenamiento permite realizar las siguientes consideraciones:

1. La idea principal del método pliométrico consiste en la mejora de la capacidad específica del músculo para alcanzar un elevado impulso motor de la fuerza, inmediatamente después de un brusco (pliométrico) estiramiento muscular, desarrollado durante la actividad de frenado del aparato o del cuerpo del deportista que cae desde una cierta altura, produciéndose una transición rápida del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.
2. La energía cinética producida por la caída del aparato o del cuerpo del deportista, que garantiza una estimulación intensa de la actividad muscular, no hace disminuir la velocidad de la contracción muscular, ni la velocidad de transición del trabajo excéntrico al concéntrico (como ocurre en la ejecución de ejercicios con sobrecargas), sino que crea reservas para aumentarla.
3. En el régimen pliométrico, la movilización puesta en marcha de la actividad muscular tiene un carácter forzado. Si en el trabajo con sobrecargas, el grado de movilización del potencial motor de los músculos depende en gran medida de la fuerza de voluntad, en el régimen pliométrico viene determinado, sobre todo, por factores externos. En la fase del impacto con el suelo y de amortiguación, el sistema motor y el sistema nervioso son obligados a reaccionar ante las condiciones externas con un nivel tan elevado de actividad contráctil que no puede ser obtenido únicamente mediante el impulso voluntario de la fuerza.
4. El efecto positivo de estimulación muscular producido por la absorción de la energía cinética de la caída del aparato o del cuerpo del deportista sólo puede ser utilizado en determinadas condiciones: altura óptima de caída e intensificación de los movimientos del deportista en el impulso rápido hacia arriba.
5. En la práctica, la cantidad de la energía cinética que se utiliza para la estimulación de la actividad muscular está sujeta a variaciones que vienen determinadas ya sea por el peso del aparato, ya sea por la altura de caída. El aumento de la energía cinética, producido por el incremento del peso

del aparato, conduce a un aumento del impulso de la fuerza, pero hace disminuir la velocidad de transición del trabajo excéntrico al concéntrico y la velocidad de la contracción muscular en la fase de impulso.

De este modo, si el objetivo del entrenamiento es aumentar la velocidad de contracción muscular y la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, es evidente que aumentar la energía cinética incrementando el peso del aparato no ofrece ninguna ventaja. En este caso, es oportuno elegir el segundo camino y aumentar la energía cinética mediante el incremento de la altura de caída del aparato del cuerpo del deportista. No obstante, es necesario recordar que el efecto útil de este medio de intensificación sólo se alcanza con una determinada altura de caída. Si ésta es superada, la altura producirá el efecto contrario.

6. El método pliométrico no sólo garantiza un desarrollo eficaz de la fuerza muscular y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, sino que además aumenta considerablemente la amplitud de la máxima tensión voluntaria de los músculos. Por este motivo, en la elección de los medios de aplicación del método pliométrico es recomendable variar la altura de caída del aparato o del cuerpo del deportista dependiendo de los objetivos del entrenamiento.
 

Para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos es preciso emplear una altura de caída que permita alcanzar la máxima velocidad en la transición del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.

En cambio, para el desarrollo de la fuerza máxima debe ser un 40-45% mayor.
7. El régimen pliométrico posee un efecto de mejora extremadamente intenso, más elevado respecto a otros métodos de estimulación natural de la actividad muscular. Por esta razón, no se admiten errores (excesos) en su dosificación óptima y en la duración de su aplicación en entrenamiento, que no va más allá de un cierto límite. Antes de utilizar el método pliométrico se necesita una preparación preliminar de los músculos, de las articulaciones, de los ligamentos y de los tendones mediante ejercicios de fuerza y de salto.
8. El método pliométrico conduce rápidamente a un aumento de la capacidad de desarrollar impulsos explosivos de la fuerza. Sin embargo, en este caso, la duración del mantenimiento de tal incremento del impulso de la fuerza es breve, por lo que este método debe utilizarse en combinación con otros (métodos). En otras palabras, esto forma parte del sistema de la preparación física especial, en la que los medios de entrenamiento del método pliométrico deben garantizar preferentemente un efecto de mejora sobre el sistema nervioso central, mientras que los ejercicios con sobrecargas de distinto peso deben garantizar la hipertrofia muscular

necesaria para el deporte que se practique. Es preciso tener en cuenta que el aumento de la capacidad de fuerza del deportista, y su estabilización a un nivel más elevado, únicamente son posibles si la mejora de la función muscular se basa en transformaciones morfológicas adecuadas de la estructura muscular.

9. Es importante destacar que no se pueden sobrevalorar las posibilidades del método pliométrico, que se trata de uno de tantos métodos de intensificación del régimen de trabajo muscular y que no puede sustituir a otros métodos, por lo que debe ocupar una posición determinada (normalmente, complementaria) en el sistema de entrenamiento especial de la fuerza. Su posición dentro del sistema de entrenamiento viene determinada teniendo en cuenta la especificidad del deporte en cuestión, los objetivos principales y parciales del entrenamiento, el nivel de preparación del deportista y el calendario de competiciones.
10. El uso racional del método pliométrico para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular resuelve, en gran medida, el problema de la economía del entrenamiento, es decir, garantiza un gran nivel de preparación especial sin invertir una gran cantidad de energía y de tiempo.

Para verificar la gran eficacia del método pliométrico me remito a un ejemplo recogido de mi experiencia.

Un colaborador mío consiguió persuadir a su amigo, el ex-campeón del mundo de levantamiento de pesas, Yuri Kozin, para participar en un experimento con el fin de comprobar la eficacia del método pliométrico. En aquel momento, Yuri Kozin había abandonado su carrera como deportista de alto nivel y, por eso, aceptó participar en el experimento. El deportista comenzó a prepararse para el campeonato nacional que constaba de tres etapas. Recordemos que el deportista había conseguido en diciembre un resultado de  $155 \text{ kg} + 207,5 \text{ kg} = 362,5 \text{ kg}$ .

En la primera etapa (cinco semanas), el objetivo principal era crear las bases de la fuerza veloz mediante el trabajo con haltera (las dos primeras semanas) y desarrollar la fuerza explosiva utilizando los saltos hacia abajo (las tres semanas restantes). El volumen total del trabajo era equivalente a 310 saltos hacia abajo, 300 toneladas en los ejercicios de competición y 74 toneladas en los ejercicios de *squat* con la haltera. En la figura 1.20 se muestra la dinámica de los parámetros de fuerza veloz en el movimiento de control de la extremidad inferior con el aparato especial (figura 1.17).

Al final de la primera etapa preparatoria (marzo de 1977), el deportista obtiene los siguientes resultados:  $162,5 \text{ kg} + 210 \text{ kg} = 372,5 \text{ kg}$ .

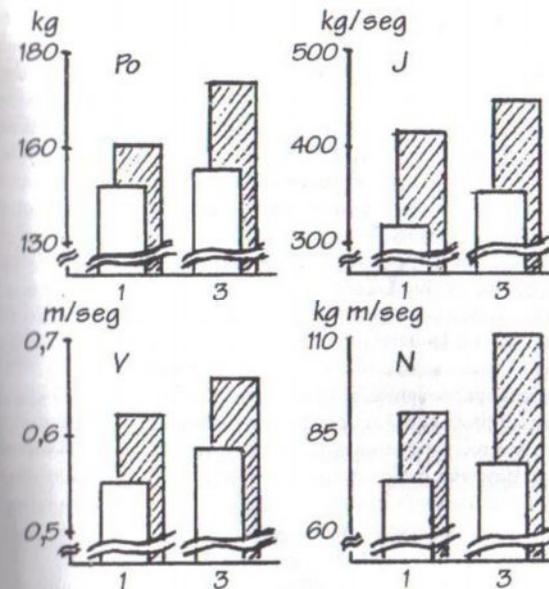


Figura 1.20. Modificación del nivel de preparación de fuerza rápida del antiguo plinmarquista/ex-campeón del mundo en el levantamiento de pesas Y. Kozin en la primera (1) y en la tercera (3) etapas del entrenamiento experimental. (Po - máxima fuerza muscular; J - fuerza explosiva; V - velocidad; N - potencia del movimiento).

En la segunda etapa (cinco semanas), el objetivo principal era el perfeccionamiento de la técnica y, por eso, el deportista no efectuaba saltos hacia abajo. El volumen total de las cargas de entrenamiento era equivalente a 226 toneladas en los ejercicios de competición con haltera y a 57 toneladas en los ejercicios de *squat*. Al final de la segunda etapa, el deportista estableció su récord personal en arrancada ( $165 \text{ kg} + 215 \text{ kg} = 380 \text{ kg}$ ).

La tercera etapa (cuatro semanas) tenía como objetivo personal intensificar el trabajo de fuerza veloz en la etapa de preparación del campeonato nacional. El deportista realizaba 310 saltos hacia abajo, mientras que el volumen de trabajo con la haltera era ligeramente reducido (el volumen total de los ejercicios con la haltera era de 176 toneladas y el de los ejercicios de *squat* de 40 toneladas).

Todo esto permite aumentar más adelante el nivel del estado de preparación de la fuerza rápida (figura 1.20), y en las competiciones, el deportista obtiene un resultado elevado: en el campeonato nacional (a mediados de mayo), Yuri Kozin fue capaz de repetir su mejor resultado en el ejercicio de arrancada, de mejorar su récord personal en la suma de los dos levantamientos (165 kg + 217,5 kg = 382,5 kg) y, a finales de mayo, aún fue capaz de mejorar en 2,5 kg más su récord personal en arrancada (167,5 Kg). En la misma competición (finales de mayo), el deportista había conseguido girar sobre el pecho un peso récord (222,5 kg), no siendo capaz, por imperfecciones de la técnica, de mantenerlo sobre la cabeza.

En la segunda mitad de 1977, un mes y medio antes de la Copa de la URSS (diciembre de 1977), Y. Kozin introdujo en su entrenamiento el salto hacia abajo. En la competición de la Copa consiguió repetir su récord personal en la suma de los dos levantamientos, y una semana después, en el campeonato de Moscú, mejoró su récord personal en el ejercicio en arrancada y en la suma de los dos levantamientos/alzadas (170 kg + 220 kg = 390 kg).

Yuri Kozin ha descrito así la opinión que le merece el empleo de los saltos hacia abajo: "Los saltos hacia abajo mejoran la explosividad, el sentido muscular y la coordinación de los movimientos; aumentan el estado emocional, crean la capacidad de sentir la velocidad de los movimientos e influyen positivamente en la técnica de ejecución de los ejercicios de arrancada y de lanzamiento."

Es importante subrayar que el principal aspecto de este ejemplo es que Yuri Kozin ha realizado este entrenamiento experimental al final de su carrera deportiva, cuando ya había alcanzado el máximo nivel de su capacidad física a través de métodos tradicionales. Esto quiere decir que el deportista ha podido aumentar su nivel de preparación gracias exclusivamente al efecto de mejora del entrenamiento, extremadamente elevado, del método pliométrico.

El método pliométrico es un eficaz método específico de estimulación muscular, dirigido al desarrollo de la capacidad de contracción después de un estiramiento brusco (pliométrico) de los músculos. Este mecanismo es un don de la naturaleza que ayuda al hombre en su difícil interacción con las fuerzas de inercia del propio cuerpo en condiciones extremas. El problema reside en aplicar correctamente este mecanismo a la práctica deportiva.

### ¿En qué consiste la capacidad reactiva del sistema neuromuscular?

En los epígrafes anteriores hemos utilizado en diversas ocasiones la expresión *capacidad reactiva del sistema neuromuscular*. Creo que el lector ya debe tener una idea clara de lo que es.

Pues bien, la "capacidad reactiva" es una característica particular de la función de trabajo del sistema neuromuscular que puede ser definida así: *la capacidad específica de desarrollar un impulso elevado de fuerza inmediatamente después de un intenso estiramiento mecánico de los músculos, es decir, en un rápido paso del trabajo muscular excéntrico al concéntrico en las condiciones de desarrollo, en este caso, de una carga dinámica* (Y. Verkhoshansky 1959, 1963, 1970, 1988). Las características concretas de este régimen de trabajo muscular han sido ilustradas en las figuras 1.2, 1.6, 1.7, 1.9, 1.10 y 1.15. El estiramiento previo de la musculatura, que provoca una deformación elástica de los músculos excitados, garantiza la acumulación de un determinado potencial de tensión muscular que al inicio de la contracción en el movimiento se transforma en energía cinética, dando como resultado un excedente de fuerza de tracción de los músculos (es decir, un factor que aumenta el efecto de su trabajo).

Normalmente, el trabajo en el régimen concéntrico tiene un carácter balístico. Por eso, este régimen de trabajo ha sido definido como *régimen reactivo-balístico*, y la capacidad muscular de acumular la energía elástica producida por el estiramiento y utilizarla como suplemento de energía que aumenta la potencia de la contracción ha sido denominada *capacidad del sistema neuromuscular* (Y. Verkhoshansky, 1958, 1963, 1970).

La existencia de la capacidad reactiva como característica del sistema de trabajo del hombre aparece en algunos conocidos principios de fisiología neuromuscular:

- Un previo estiramiento muscular aumenta el efecto de trabajo de la posterior contracción muscular.
- El trabajo concéntrico del músculo, que comienza inmediatamente a contraerse en un estado de tensión muscular debida al estiramiento previo, es mayor respecto al trabajo concéntrico del mismo músculo que comienza a contraerse en condiciones de tensión isométrica.
- El excedente de fuerza, determinado por un estiramiento del músculo, aumenta según la velocidad y la magnitud de dicho estiramiento. Este excedente de fuerza es tanto mayor cuanto más rápida es la transición del estiramiento a la contracción muscular.

Concretamente, sobre la base de los resultados obtenidos en los ejercicios deportivos se ha demostrado que el estiramiento previo de la musculatura es utilizado como un mecanismo de trabajo que garantiza una realización más eficaz del conjunto motor. Además, se ha probado que el régimen en que un estiramiento muscular brusco es anterior a la superación activa de la resistencia externa resulta ser el más eficaz, ya sea por los movimientos balísticos o por el entrenamiento de la fuerza explosiva (Y. Verkhoshansky, 1958, 1961).

Por ejemplo, se ha encontrado una elevada correlación ( $r = -0,80$ ) entre la duración de la fase de transición del trabajo excéntrico al concéntrico y la amplitud de la relación de apoyo en el levantamiento de pesas desde el pecho. Se ha encontrado en los gimnastas una correlación importante ( $r = -0,91$ ) entre la duración de la fase de transición del trabajo excéntrico al concéntrico y el nivel de la capacidad de salto. Con el aumento de la cualificación de los gimnastas, la correlación aumenta del 15,3 al 29,0%.

Una correlación elevada ha sido asimismo descubierta entre la capacidad reactiva del aparato neuromuscular y los resultados de competición en el salto triple con carrerilla ( $r = 0,95$ ), en la carrera de obstáculos ( $r = 0,71$ ), en el levantamiento de pesas ( $r = 0,94$ ) y entre la capacidad reactiva y el impulso de la fuerza en el salto en los saltos desde el trampolín con esquíes ( $r = 0,85$ ).

La capacidad reactiva se halla directamente ligada al fenómeno de recuperación por un trabajo mecánico de la energía elástica de la deformación muscular, es decir, de la utilización de la energía elástica acumulada en los músculos durante su estiramiento. Por ejemplo, se ha establecido que los jugadores de voleibol durante el impulso que se produce inmediatamente después del salto hacia abajo recuperan el 54% de la energía acumulada en la fase de amortiguación. En la ejecución de un salto con la haltera sobre los hombros (siendo el peso de la haltera equivalente al 40% del máximo), se recupera alrededor del 63% de la energía elástica. En una carrera a gran velocidad muy económica, se llega a recuperar hasta el 60% de la energía mecánica, pero solamente alrededor del 40% de la energía se consume realmente, por lo que este porcentaje deberá ser cubierto en el siguiente ciclo de la carrera por las fuentes metabólicas. Se ha encontrado una correlación elevada entre la capa-

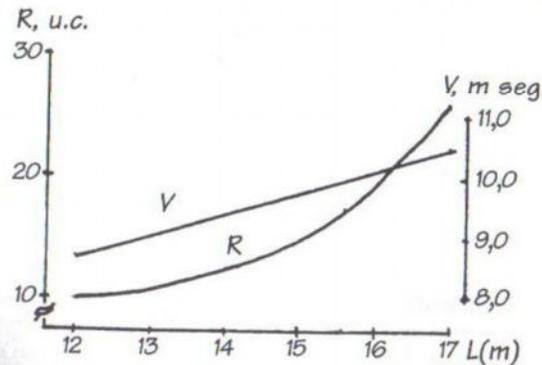


Figura 1.21. Variaciones de la capacidad deportiva de los músculos (R) y de la velocidad de carrerilla (V) en el salto triple con el aumento de la maestría deportiva de los saltadores (u.c. = unidad convencional).

cidad muscular de recuperar energía y los resultados de la prestación de carrera ( $r = 0,780$ ), y entre ésta y la economía de carrera ( $r = 0,870$ ).

La capacidad reactiva es una característica específica del sistema motor, que puede desarrollarse y mejorarse con el entrenamiento. Además, su importancia crece considerablemente con el aumento de la maestría deportiva. Más exactamente, el aumento de la maestría deportiva viene determinada por el desarrollo de la capacidad reactiva.

Más interesantes resultan aún los datos que representa el proceso combinado de perfeccionamiento de la *biomecánica del salto* en el salto hacia arriba (figura 1.22)<sup>1</sup>. Debemos destacar que con el aumento de la maestría deportiva aumenta la velocidad de la carrerilla ( $V_p$ ). El ángulo de la articulación de la rodilla de la extremidad de salto en el momento del apoyo ( $KC_{T\alpha}$ ) y el ángulo en la fase de amortiguación ( $KC_{FA\alpha}$ ) aumentan. El ángulo "extremidad de salto - superficie del trampolín" ( $TH_{\alpha}$ ) es menor. Por eso, en el salto aumenta la amplitud de la acción activa sobre el baricentro, y la extremidad de salto se utiliza más eficientemente como una palanca que permite cambiar la dirección del vector de la velocidad del cuerpo, adquirida en la carrerilla. De ahí que el carácter de la interacción entre el saltador y el apoyo en tierra/suelo varíe notablemente:

- disminuye la duración del salto;
- aumenta el componente vertical del impulso de fuerza y, como resultado,
- aumenta la velocidad vertical de vuelo del cuerpo.

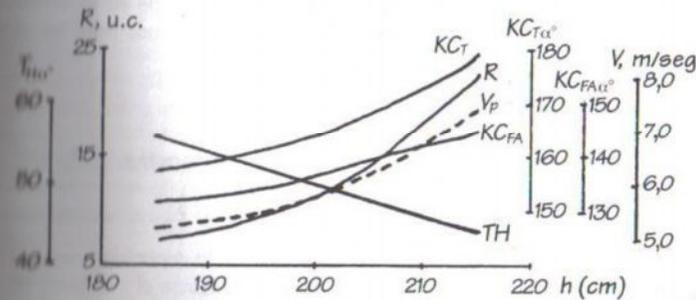


Figura 1.22. Variaciones de las características del impulso del salto en el salto hacia arriba (adelantamiento ventral) con el aumento de la maestría deportiva de los deportistas (R = capacidad reactiva;  $KC_T$  = ángulo de articulación de la rodilla de la extremidad de salto en el momento inicial del mismo;  $KC_{FA}$  = ángulo de la articulación de la rodilla en la fase de amortiguación;  $TH_{\alpha}$  = ángulo "extremidad de salto - superficie del trampolín" al comienzo del salto;  $V_p$  = velocidad de carrerilla).

<sup>1</sup> Los datos analizan el adelantamiento ventral.

Si nos preguntamos cuál es el motivo de esta transformación de los movimientos de salto, la respuesta es evidente: simplemente debe prestarse atención a la elevada inclinación del gráfico en la parte derecha del sistema de los ejes cartesianos, que representa los valores de la capacidad reactiva de los músculos (figuras 1.21 y 1.22). Esto determina la posibilidad de obtener resultados increíbles en el salto hacia arriba. A un nivel superior de maestría deportiva, la correlación entre los resultados de la prestación y la capacidad reactiva es 0,94. Sin embargo, para mejorar el récord personal en el salto hacia arriba, elevándolo, por ejemplo, de 210 a 220 cm, es necesario aumentar el nivel de la capacidad reactiva en un 27%. No resulta fácil conseguirlo, pero merece la pena correr el riesgo.

Pasemos ahora a otro fenómeno importante. En mis investigaciones, hemos establecido que cuando el deportista, en condiciones de régimen pliométrico, debe vencer una fuerte resistencia externa y la amplitud de los movimientos se ve limitada (por ejemplo, en el impulso de los ejercicios de levantamiento de pesas, en los saltos y en las jabalinas de atletismo), la expresión de la capacidad reactiva depende de la rigidez (*stiffness*) biomecánica de los músculos (en otras palabras, de la rigidez del componente elástico en serie). Esta última puede aumentar utilizando tensiones isométricas, o bien (y se trata del método más eficaz!) empleando el método pliométrico.

Por eso, si se considera que la capacidad reactiva del aparato neuromuscular tiene una importancia considerable para la eficacia de los movimientos deportivos, es preciso encontrar tiempo y medios oportunos para su desarrollo.

### Medios para la evaluación de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular

Los entrenadores interesados en el desarrollo de la capacidad reactiva de sus deportistas, antes o después, comienzan a plantearse el problema de su valoración cuantitativa. En este epígrafe trataremos de ayudarlos a resolver este problema y de brindarles nuestra experiencia.

Principalmente la capacidad reactiva (R) se calcula resolviendo la siguiente ecuación:

$$R = R_2/R_1;$$

en la que:

$R$  = cualquier característica del trabajo muscular en las fases de estiramiento y de contracción activa (por ejemplo, el valor de la capacidad de fuerza o de la potencia de trabajo).

Así, si se tiene la posibilidad de registrar en el laboratorio el componente vertical de la fuerza de impulso después del salto hacia abajo y el cambio del ángulo de articulación de la rodilla (figura 1.15), será posible definir el límite entre la fase de amortiguación y la fase de impulso.

Por lo tanto, no es difícil sustituir el valor medio del impulso de la fuerza en ambas fases y calcular el valor de la capacidad reactiva  $R$ . Por ejemplo, si el valor medio del impulso de la fuerza en la fase de amortiguación es 279 kg y en la fase de impulso es 326 kg, entonces:

$$R = 326/279 = 1,17$$

La capacidad reactiva del aparato neuromuscular es tanto mayor cuanto más elevada sea esta relación.

Si en el laboratorio se dispone de una plataforma dinamométrica, pero no existe la posibilidad de registrar la variación del ángulo de articulación de la rodilla en la fase de impulso, se puede aplicar la siguiente relación:

$$R = Fm/Pt;$$

en la que:

$Fm$  es el valor medio del impulso de fuerza;

$P$  es la duración del impulso de fuerza;

$t$  es el peso del aparato que es sustituido (o del cuerpo del deportista).

Por ejemplo, si en el impulso hacia arriba después de un salto hacia abajo, un deportista con un peso corporal de 75 kg desarrolla un impulso de la fuerza equivalente a 235 kg en 0,247seg, el valor (coeficiente) de la capacidad reactiva será:

$$R = 235/75 \cdot 0,247 = 12,7$$

En este caso, el significado físico del parámetro de la capacidad de reacción (R) reside en el valor de la carga que actúa sobre el organismo en la unidad de tiempo (Y. Verkhoshansky, 1963). El nivel de la capacidad reactiva es tanto mayor cuanto mayor es el valor del coeficiente (R).

El significado físico de la capacidad reactiva es similar al de la potencia mecánica. Para comprenderlo, basta con observar la figura 1.16. Se puede

apreciar que las tendencias en la dinámica de la capacidad reactiva (R) y en la potencia de trabajo (N) son muy parecidas. Así, encontramos un coeficiente de correlación de 0,940 entre ellas.

Cuando no se dispone de una plataforma dinamométrica es necesario utilizar una plataforma de contacto. De este modo, será posible registrar el tiempo de vuelo después del impulso hacia arriba una vez efectuado el salto hacia abajo.

El trampolín de contacto debe estar construido de tal forma que el cronómetro se ponga en marcha justo después del salto que sigue al apoyo. El cronómetro se para en el momento de la caída (final). En otros términos, se registran el tiempo total de vuelo y la caída del cuerpo del deportista. Además, se puede calcular fácilmente la altura de vuelo del cuerpo a partir del tiempo total, es decir, la altura del salto hacia arriba ejecutado inmediatamente después del salto hacia abajo.

Utilizando la fórmula de la caída libre de peso, podemos calcular la altura de vuelo del cuerpo del deportista:

$$h_y = V_0^2 / 2g$$

en la que:

$V_0$  es la velocidad inicial de vuelo.

$g$  es la aceleración de gravedad de un cuerpo de cualquier peso. Desconocemos la velocidad inicial de vuelo, pero sabemos el tiempo total de la fase de vuelo (tiempo de vuelo y tiempo de caída), por lo que podemos calcular la velocidad inicial de vuelo:

$$V_0 = gt / 2$$

Por ejemplo, en un impulso hacia arriba después del salto hacia abajo desde una altura de 0,45 m se ha registrado un tiempo de la fase de vuelo de 0,65s. Así:

$$V_0 = (9,8 \times 0,65) / 2 = 3,18 \text{ m/seg}$$

Por lo que la altura del cuerpo del deportista es:

$$h_y = V_0^2 / 2g = (3,18)^2 / (2 \times 9,8) = 10,11 / 19,6 = 0,51 \text{ m}$$

Utilizando el valor de la altura de vuelo ( $h_2$ ) y de la altura de caída ( $h_1$ ), se puede calcular R (el valor de la capacidad reactiva).

$$R = h_1 / h_2 = 0,51 / 0,45 = 1,13$$

Esta relación define la capacidad reactiva del sistema neuromuscular del deportista. El nivel de la capacidad reactiva es tanto mayor cuanto más elevada es esta relación (recordemos que la altura de caída es equivalente a 0,45 m).

Si para el control del nivel de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular se utiliza el impulso hacia arriba después de un salto hacia abajo realizado siempre desde la misma altura, no es necesario calcular la altura de vuelo del cuerpo, ni la relación R. Basta registrar el tiempo de vuelo, que es una característica de la variación de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular debido al entrenamiento. Con el incremento del tiempo de vuelo, aumentan entonces la altura de vuelo y la capacidad reactiva. La disminución del tiempo de vuelo es un indicador de la reducción de la capacidad reactiva. Para obtener una información más precisa, es necesario registrar el tiempo del impulso hacia arriba desde la plataforma de contacto.

Es evidente que el cambio de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular viene provocado por la carga de entrenamiento establecida. Por eso, al igual que el tiempo de vuelo y el tiempo de apoyo, podrá también medirse objetivamente la eficacia del proceso de entrenamiento en base a los parámetros más sencillos.

Si las pruebas son realizadas regularmente (una o dos veces por semana) y los datos son recogidos en un gráfico, se puede observar la dinámica de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular en una etapa de entrenamiento de larga duración.

Este tipo de gráfico, representado en la figura 1.23, muestra el resultado de la organización del proceso de entrenamiento, que ha permitido al deportista (saltador hacia arriba) alcanzar una elevada capacidad específica de trabajo en las competiciones importantes, es decir, en el periodo comprendido entre la semana 16 y la 20 (en el gráfico este periodo se indica con banderines). Este resultado ha sido determinado básicamente por la medición sistemática de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular. De hecho, sobre la base del cambio de los parámetros de la capacidad reactiva, ha sido posible controlar y corregir el proceso de entrenamiento, cuando esto era necesario.

Otro ejemplo de prueba regular de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular viene representado en la figura 1.24, y registra a un patinador sobre hielo de alto nivel. El tiempo de vuelo se registraba dos veces al mes mediante la ejecución de cinco saltos hacia arriba (realizados sucesivamente) con el máximo impulso de la fuerza. De este modo, se valoraba la resistencia específica del deportista, es decir, la capacidad de mantener un nivel elevado de capacidad reactiva durante la repetición sucesión de impulsos.

Es fácil apreciar:

1. La relación lineal entre capacidad reactiva y volumen de trabajo espacial de fuerza: con el aumento del volumen de las cargas de fuerza (6-7 o 10

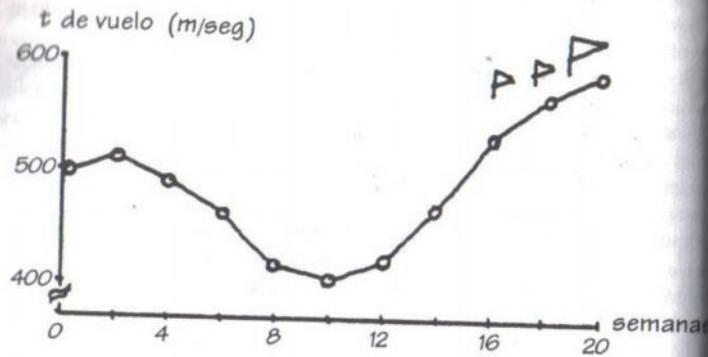


Figura 1.23. Dinámica de la duración de la fase de vuelo en el impulso vertical después de un salto hacia abajo desde la altura de 0,50 m en un saltador hacia arriba (los banderines indican el periodo de competiciones).

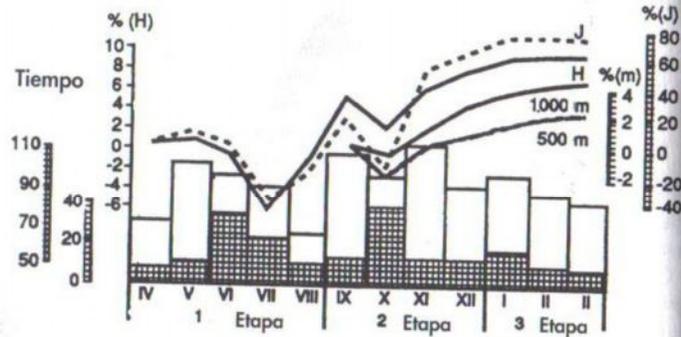


Figura 1.24. Dinámica de los parámetros de entrenamiento anual de un deportista que practica patinaje sobre hielo de velocidad. [J fuerza explosiva; H - suma del tiempo de la fase de vuelo de los 5 saltos verticales; 500 y 1.000 - resultados sobre distancias de 500 y 1.000 m; tiempo: tiempo total de trabajo sobre la distancia (parte blanca de las columnas) y del trabajo especial de fuerza (parte cuadrada de las columnas)]. Los parámetros J y H y el resultado de la prueba vienen indicados en porcentajes del primer resultado del año en curso.

meses), el nivel de la capacidad reactiva disminuye, pero la sucesiva reducción del volumen de las cargas de fuerza no favorece más adelante el momento.

- El cambio de los parámetros de la capacidad reactiva (H = suma del tiempo de las fases de vuelo) y de la fuerza muscular explosiva (J) tienden a la misma dinámica.
- Existe una correlación importante entre los parámetros de la capacidad reactiva y el aumento de los resultados del patinador.

Para finalizar, es preciso proponer a los entrenadores dos simples pruebas para la evaluación objetiva del potencial de fuerza de los músculos extensores de las extremidades inferiores del deportista.

El método de la primera prueba ha sido elaborado en base a mis primeros experimentos (cuarto experimento). Se trata de realizar, con un impulso máximo de fuerza y sin impulsar las extremidades superiores, tres variantes del salto hacia arriba (figura 1.11):

- Salto vertical con las piernas ligeramente flexionadas sin movimiento inverso.
- Salto vertical precedido de movimiento inverso (flexión de las extremidades inferiores).
- Salto vertical después de un salto hacia abajo desde una altura de 0,50 o 0,75 m.

El resultado obtenido con la primera variante indica el potencial de fuerza rápida de los grupos musculares extensores de las extremidades inferiores y la capacidad de moverlos rápidamente para la ejecución de un salto hacia arriba.

El resultado conseguido con la segunda variante muestra, sobre todo, la calidad elástica de los músculos y la capacidad del deportista de utilizarla para aumentar la potencia del impulso.

El resultado alcanzado con la tercera variante indica la capacidad reactiva del sistema neuromuscular del deportista. Si para el registro de los resultados de la prueba se utiliza una plataforma dinamométrica y cualquier sistema de medición de la duración de la fase de vuelo, puede obtenerse una información muy precisa. Si no existe esta posibilidad, puede emplearse una cinta métrica para medir la altura de vuelo (retomaremos esta cuestión más adelante).

Para un control aún más profundo del proceso de entrenamiento se ha elaborado otra prueba, el denominado "test de reactividad" (Y. Verkhoshansky, 1963).

Esta prueba se compone de seis saltos verticales a pies juntos sobre el mismo sitio sin utilizar el impulso de las extremidades superiores. El primero, a partir de una posición firme, y los restantes, después de un salto hacia abajo

desde una altura de 0,40 m. Estos saltos deben realizarse sin sobrecarga con sobrecargas de 10, 20, 30 y 40 kg<sup>2</sup>. Los ejercicios deben ser realizados siguiendo las siguientes modalidades (figura 1.25):

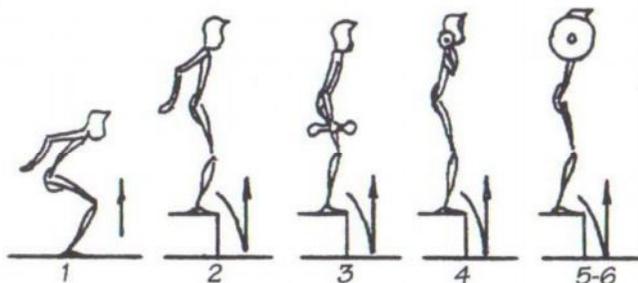


Figura 1.25. Variantes del impulso en el "test de reactividad" (Y. Verkoshansky, 1963).

- 1º salto: en posición firme con flexión de las rodillas. Las extremidades superiores se mantienen en línea recta con la espalda.
- 2º salto: después de un salto hacia abajo desde una altura de 0,40 m. Las extremidades superiores se mantienen en línea recta con la espalda.
- 3º salto: después de un salto hacia abajo desde una altura de 0,40 m, impulsando dos pesas de 5 kg. Este ejercicio se efectúa sin movimiento de las extremidades superiores.
- 4º salto: después de un salto hacia abajo desde una altura de 0,40 m, con una haltera de 20 kg de peso sobre la espalda.
- 5º y 6º saltos: desde la misma altura, con la haltera sobre la espalda. El peso de la haltera es 30 y 40 kg, respectivamente.

Con un cronómetro se registra el tiempo de vuelo, en base al cual se calcula la altura de vuelo de cada salto. Los datos de la altura de vuelo se incluyen en un gráfico (figura 1.26). La parte izquierda del gráfico representa el componente de velocidad, y la parte derecha, el componente de fuerza de la capacidad reactiva.

<sup>2</sup> El peso de la sobrecarga puede ser diverso, pero es importante que la diferencia entre el peso de la sobrecarga sea de 10 kg.

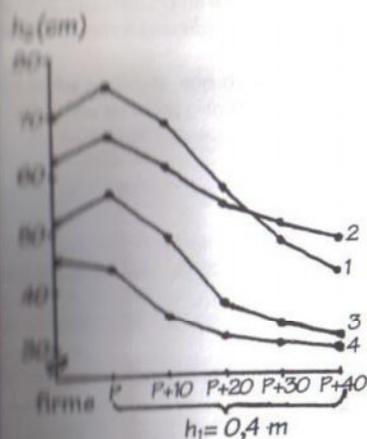


Figura 1.26. Ejemplos de las curvas del "test de reactividad" de un saltador (1), un lanzador (2), un velocista (3) y un corredor de medio fondo (4) (ver texto).

Estos ejemplos del "test de reactividad" demuestran que:

1. Entre los cuatro grupos de deportistas que practican atletismo, los saltadores y los lanzadores se caracterizan por un nivel más elevado de capacidad reactiva de las extremidades inferiores.
2. Los corredores de medio fondo se caracterizan por poseer un nivel más bajo de dicha capacidad.
3. El hecho de que en los saltadores, en los lanzadores y en los velocistas, la altura de vuelo en el rebote después del salto hacia abajo sea mayor respecto a la altura de vuelo en saltos normales hacia arriba se debe a un elevado nivel de capacidad reactiva del sistema neuromuscular.
4. El componente de velocidad de la capacidad reactiva se encuentra más acentuado en los saltadores, mientras que el componente de fuerza es mayor en los lanzadores.
5. Los resultados del "test de reactividad" de los velocistas ocupan una posición intermedia entre los resultados de los saltadores y los lanzadores por una parte, y los resultados de los corredores de medio fondo por otra. Sin embargo, debe saberse que algunos velocistas de gran calidad han obtenido en esta prueba resultados similares a los de los saltadores.

El "test de reactividad" es un método objetivo de control del proceso de entrenamiento, del que hablaremos más adelante.

Por ahora sólo añadiremos que si no se dispone de un cronómetro, la altura de vuelo en los "test de reactividad" puede medirse de una forma bastante exacta por medio de una simple cinta métrica.

Una parte de la cinta se halla unida a una correa que se coloca sobre los hombros del deportista (figura 1.27), mientras que la otra parte va sujeta a un borne-indicador característico por fricción reducida.

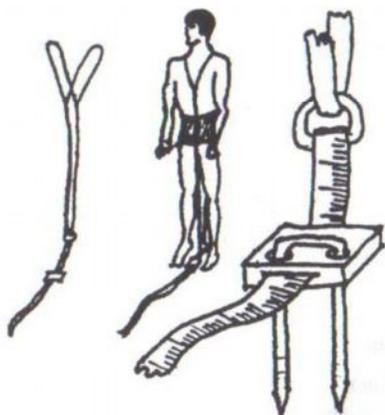


Figura 1.27. Registro de la altura de vuelo en el salto vertical con la cinta métrica.

La medición de la altura de vuelo se efectúa siguiendo la siguiente modalidad:

1. El borne va fijado al suelo en la posición de caída del deportista después del salto hacia abajo.
2. El deportista fija la correa a los hombros, a la cual viene unida una parte de la cinta métrica. En un principio, el deportista se sitúa en posición erecta y el borne se encuentra entre sus pies.
3. La otra parte de la cinta atraviesa el borne de modo que pueda extenderse sobre los hombros del deportista.
4. Sobre la cinta métrica (cerca del borne) viene marcado un punto que puede corresponder, por ejemplo, a 62 cm.
5. El deportista realiza el salto hacia arriba, con lo que la cinta se desliza por el borne.
6. Una vez ejecutado el salto, la cinta métrica marca una nueva medida, por ejemplo, 125 cm.

Para calcular la altura real de vuelo, basta con hacer una simple operación aritmética, es decir, la primera medida menos la segunda:

$$125 - 62 = 63$$

De lo que se deriva que en este caso la altura de vuelo equivale a 63 cm. Debe tenerse en cuenta que cuando se realiza un salto hacia abajo desde el plinto, el deportista tiene que sacar, al menos, 40 cm de cinta, puesto que el plinto se eleva a esta altura. Sin embargo, si el peso de la sobrecarga es elevado (por ejemplo, 40 kg), la altura de vuelo en el rebote posterior al salto hacia abajo puede ser inferior a 40 cm. Si esto es así, para medir la altura de vuelo, es necesario volver a introducir rápidamente la cinta en el borne durante el vuelo. Para efectuar esta operación, poseer una gran habilidad no resulta suficiente.

A modo de conclusión y teniendo en cuenta el carácter práctico del libro, debemos destacar que hemos descrito únicamente métodos simples para medir el nivel y la dinámica de los parámetros de la capacidad reactiva de los músculos extensores de las articulaciones inferiores, es decir, se trata de métodos suficientemente accesibles para la práctica deportiva cotidiana.

Mis alumnos y colaboradores han elaborado métodos de laboratorio más complejos y precisos que prevén la utilización de equipos especiales, programas informáticos, etc.

Estos métodos permiten, especialmente, medir objetivamente la capacidad elástica y la forma inicial de los músculos, la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, la resistencia muscular local y, mediante la aplicación del método invasivo, también es posible el cálculo del porcentaje de las fibras musculares, tanto lentas como rápidas, en las diferentes zonas musculares (Y. Verkhoshansky, 1988). Algunos de estos métodos también han sido aplicados con éxito en Italia (C. Bosco, 1985).

Señalemos que, ya sea en laboratorio o en el campo/al aire libre, estos métodos pueden desempeñar positivamente dos funciones:

- Favorecer el estudio de la capacidad funcional del sistema neuromuscular en las condiciones propias de la actividad deportiva.
- Garantizar la posibilidad de estudiar objetivamente la dinámica del estado funcional del deportista, dependiendo de la carga de entrenamiento preestablecida (Y. Verkhoshansky, 1970, 1979, 1988; Y. Verkhoshansky, I. Mironenko, T. Antonova y cols., 1983; Y. Verkhoshansky, 1990).

Se trata de dos funciones de suma importancia, ya sea desde el punto de vista de la teoría y la metodología del entrenamiento, o de la programación del proceso de entrenamiento.

## CAPÍTULO II:

# TÉCNICA Y DOSIFICACIÓN DEL MÉTODO PLIOMÉTRICO

---

El método pliométrico puede ser utilizado en la preparación especial de la fuerza de los diferentes grupos de músculos, especialmente, para la potenciación de los músculos extensores de las extremidades inferiores (por ejemplo, el salto en contramovimiento, utilizado para el desarrollo de la capacidad de salto) y de las extremidades superiores.

### Técnica del impulso vertical después del salto hacia abajo

La forma más simple, más accesible y mucho más eficaz del régimen pliométrico es el impulso vertical después del salto hacia abajo. Se trata de un método óptimo para el desarrollo de la capacidad de salto, de la fuerza máxima y explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos de las extremidades inferiores.

Los saltos hacia abajo han conquistado el mundo. Este método ha sido utilizado por deportistas del norte y del sur, en Canadá y en África; desde una pequeña patinadora de figuras en Moscú, hasta un niño de una escuela primaria de Nueva York; desde un plusmarquista mundial, hasta un desconocido estudiante de un *college*. Probablemente, no todos reflexionen sobre la técnica exacta del impulso vertical después del salto hacia abajo, y también debe prestarse atención a la ejecución de los saltos hacia abajo.

A pesar de su aparente simplicidad, la técnica del impulso después del salto hacia abajo resulta bastante difícil y requiere una atención especial.

De hecho, he observado a menudo cómo los deportistas efectuaban este tipo de ejercicio y debo decir que raramente he visto una técnica depurada.

El elemento fundamental del salto en contramovimiento es, probablemente, el impulso vertical, que debe ser elástico y enérgico, pero sin provocar una sobrecarga excesiva de los músculos y de las articulaciones. Sólo así el régimen

de trabajo muscular será óptimo, si se quiere obtener un efecto beneficioso. Una caída rígida (del salto) resulta muy peligrosa para las articulaciones y los ligamentos, mientras que, si se realiza suavemente, el efecto no es tan elevado.

Otro elemento importante del salto en contramovimiento es la caída desde el plinto. Las características del aterrizaje y del impulso vertical dependen de la modalidad de la ejecución de la caída desde el plinto.

En principio, es muy fácil saltar desde un plinto bajo. Sin embargo, este "salto" debe realizarse de tal modo que garantice la posibilidad de efectuar correctamente el componente elemental del ejercicio, es decir, el impulso vertical.

Por eso, para evitar errores eventuales, el lector debe tener paciencia y dedicar particular atención a la técnica justa de ejecución del salto en contramovimiento en su forma "clásica". Esta última prevé el impulso vertical con ambas extremidades inferiores.

De ahora en adelante, por comodidad emplearemos el término "salto en contramovimiento".

### El equipo

Para efectuar saltos en contramovimiento no sirven los equipos complejos. Basta disponer de:

1. Cualquier plinto (u otro tipo de aparato elevado) de altura variable, del que se pueda "saltar" a peso muerto hacia abajo.
2. Una alfombrilla de goma de 25-30 mm de espesor (50 x 50) que se coloca en el punto de caída, desde la que se realiza el impulso vertical, para amortiguar el impacto con el suelo. Si el atleta usa zapatillas y el suelo es espeso y elástico, no es necesaria la alfombrilla. No es recomendable sustituir la alfombrilla por un colchón de mayor grosor, ya que el impulso vertical hacia arriba será "flojo", débil, no elástico, y el trabajo muscular no tendrá la misma eficacia.
3. Un palo del que cuelgue un objeto (un banderín o una pelota). El deportista debe realizar el salto vertical y tratar de tocar con la mano dicho objeto.

### La caída

El deportista debe subir al plinto (o a un aparato parecido) y colocarse al borde en postura no rígida (figura 2.1), con la espalda y la cabeza rectas (la cabeza no debe bajarse, debe permanecer levantada), la mirada fija al frente. Comienza la ejecución del ejercicio y el deportista realiza un paso normal ha-

cia delante (figura 2.1.b), juntando las piernas al inicio de la caída (figura 2.1.c). Antes de la caída, el deportista no debe flexionar las extremidades inferiores (que deben estar extendidas), ni impulsarse hacia arriba o hacia delante con las dos piernas, ni flexionar la pierna de apoyo (figura 2.2).

La trayectoria de la caída debe ser vertical y el cuerpo debe permanecer recto. El deportista no debe inclinar la cabeza y los hombros hacia delante y debe mirar al frente hacia abajo. Durante la caída, las extremidades superiores con un movimiento natural y suelto, se llevan hacia atrás (figura 2.1.c). Una ejecución correcta y no rígida de todos los movimientos de caída tiene una gran importancia para una óptima caída y el posterior impulso hacia arriba.

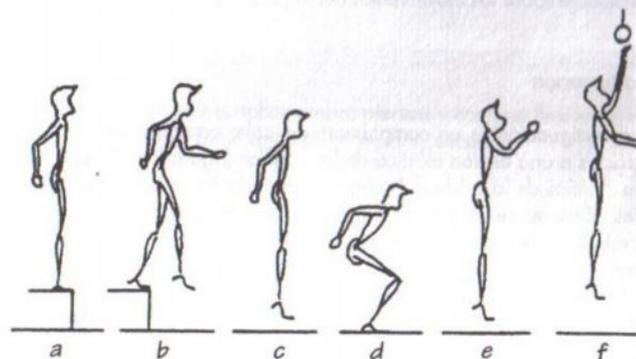


Figura 2.1. Técnica de ejecución del impulso después del salto hacia abajo.



Figura 2.2. Ejecución incorrecta de la caída desde el plinto.

### Caída del salto

El deportista debe caer sobre ambas extremidades inferiores. Primero sobre las puntas, para después recuperar el equilibrio apoyando también los talones. En el momento de la caída, las rodillas deben estar ligeramente flexionadas y los músculos mantenerse tensos de forma natural (el deportista no debe intentar tensar la musculatura). Los brazos siguen situados hacia atrás.

La caída es un elemento muy importante del salto en contramovimiento. Debe ser elástica e incluir un paso gradual a la amortiguación. El deportista no debe caer en ningún caso sobre los talones o las extremidades inferiores extendidas y en tensión, ya que esto provoca un impacto muy rígido que, a su vez, aumenta la sobrecarga sobre las articulaciones de las rodillas e influye negativamente sobre los movimientos del impulso hacia arriba.

### La amortiguación

La *amortiguación* es un componente del salto en contramovimiento en el que, gracias a una flexión elástica de las rodillas (figura 2.1.d) "se atenúa" la energía cinética de la caída del cuerpo y los músculos extensores de las extremidades inferiores se encuentran extendidos, acumulando energía elástica.

En esta fase, se alcanza el punto más bajo de flexión de la amortiguación. El deportista no debe inclinar excesivamente los hombros hacia delante y no debe relajar los músculos dorsales. Las extremidades superiores se llevan lo más atrás posible y deben estar preparadas para iniciar un enérgico movimiento de impulso.

La profundidad de la flexión de amortiguación de las rodillas se determina experimentando. Es preciso recordar que una flexión de amortiguación excesiva de las rodillas (una flexión muy profunda) impide realizar el posterior impulso hacia arriba, mientras que una flexión demasiado suave aumenta la rigidez del impacto con el suelo y hace así que no sea posible llevar a cabo un impulso hacia arriba que responda a todos los requisitos. En ambos casos, los músculos trabajan en un régimen desfavorable que disminuye notablemente el efecto de mejora del ejercicio. Además, una amortiguación rígida puede dañar las articulaciones de la rodilla. ¡Nunca viene mal recordarlo y ser cautos!

### El impulso

El impulso hacia arriba debe realizarse con mucha precisión y debe ser muy activo. Las extremidades superiores, con un amplio y enérgico impulso hacia delante, contribuyen a la extensión de las extremidades inferiores (figura

2.1.e). Una pausa en el movimiento de transición del trabajo excéntrico al concéntrico disminuye la eficacia del impulso y, por tanto, el efecto beneficioso del régimen muscular pliométrico. Para activar un mayor impulso es aconsejable situar, a la altura del punto máximo de vuelo, un objeto (un banderín o una pelota) que el deportista debe tocar con la mano.

### El vuelo

El *vuelo* después del impulso hacia arriba debe ser vertical. Recordemos que el deportista debe intentar tocar un objeto suspendido en lo alto (figura 2.1.f).

### La caída del salto

La *caída* debe ser suave, sobre ambas piernas y con una flexión de amortiguación de las rodillas. Debe evitarse un impacto excesivo.

### La orientación de los movimientos

La ejecución correcta, y por tanto el efecto beneficioso de este tipo de ejercicios, depende de cómo comprende el deportista el conjunto motor que debe realizar y de cómo se predispone para el impulso hacia arriba. Por eso, la formación de una orientación correcta de los movimientos es un punto clave para alcanzar una técnica correcta en el ejercicio completo y, en particular, del impulso hacia arriba. Especialmente, la amortiguación y el posterior paso al impulso hacia arriba deben ser interpretados (y, por tanto, realizados) como un movimiento global caracterizado por un impulso concentrado de fuerza. "Saltar elásticamente y con fuerza, y volar lo más alto posible", así debemos ir dispuestos a la ejecución del salto en contramovimiento.

Los siguientes consejos ayudan a asimilar la técnica racional del salto hacia abajo y a evitar errores eventuales:

1. Poner especial atención en tres factores fundamentales: en primer lugar, una caída elástica del salto. En segundo lugar, una ejecución de los movimientos de impulso de las extremidades inferiores, unida a la intensificación de los movimientos de impulso, amplios y potentes, de las extremidades inferiores. Por último, una correcta coordinación de los movimientos de las extremidades. Además, también es importante intentar tocar con la mano un objeto suspendido en lo alto (en el punto de altura máxima de vuelo).

Para ayudar a los deportistas a interpretar estos movimientos de un modo correcto, pueden realizarse saltos hacia arriba desde posición firme dirigidos a tocar un objeto suspendido en lo alto. Debe ponerse particular empeño en los movimientos circulares, correctos y enérgicos, de las extremidades superiores. Recordemos que en el momento en que la rodilla se flexiona para el movimiento de amortiguación, las extremidades superiores deben llevarse hacia atrás. Los movimientos de impulso de las extremidades superiores son elementos fundamentales de la técnica de impulso hacia arriba, que determinan la velocidad de los movimientos de las extremidades inferiores y la dirección del vuelo. Estos movimientos deben preceder al impulso hacia arriba con las extremidades inferiores. El deportista debe sentir subjetivamente que los movimientos de impulso de las extremidades superiores contribuyen a la ejecución del impulso hacia arriba.

Cuando el deportista se hace con la técnica de salto hacia arriba desde posición firme, será posible ejecutar el salto vertical con 2-3 pasos de carrerilla y con un salto hacia delante de las extremidades inferiores. En este caso, tras dicho salto hacia delante, el deportista cae primero sobre los talones, con un rapidísimo cambio a las puntas de los pies.

2. Cuando el deportista se hace con la técnica de salto hacia arriba, se puede pasar al entrenamiento de la caída elástica del salto hacia abajo desde poca altura (0,30-0,40 m) y teniendo en cuenta todos los consejos prácticos anteriores. Es muy importante formarse una correcta imagen del ejercicio y ponerla en práctica en la ejecución del impulso. Dada la escasa altura de caída, es recomendable prestar una atención inmediata a la ejecución correcta del movimiento de caída, ya que si se realiza incorrectamente puede complicar la caída, influir negativamente en la técnica de caída y de impulso y, en consecuencia, disminuir el efecto positivo del ejercicio. A medida que el deportista asimila la técnica de este ejercicio, debe aumentar la altura de caída hasta 0,50-0,60 m. No obstante, en vista de que la sobrecarga sobre el sistema neuromuscular aumenta, el número de saltos hacia abajo (volumen de trabajo) debe ser reducido.
3. Mientras que enseña la técnica de caída, el entrenador no debe dar al deportista instrucciones sobre la profundidad de la flexión de amortiguación de las rodillas. Normalmente, si el deportista se ha formado una orientación motora adecuada para un impulso elástico y potente, elige por sí solo la profundidad óptima de flexión. El entrenador únicamente debe intervenir cuando vea que el deportista no consigue encontrarla. De otro modo, precipitarse a un aumento o una reducción de la profundidad de la flexión de amortiguación de las rodillas no sólo resulta ineficaz, sino que además puede tener un efecto dañino. Hacer énfasis/insistir en esta práctica, que es muy difícil de controlar, tiene consecuencias negativas sobre la orientación motora del deportista y, además, resulta inútil. En cambio, si es aconsejable dar instrucciones que regulen el carácter general de la ejecución sin fijar cada uno de los elementos conjunto del movimiento. Por ejemplo, cuando es necesario aumentar la profundidad de la flexión de amortiguación de las rodillas, debe recomendarse un "incremento del tiempo del impulso hacia arriba". En cambio, cuando lo preciso es una reducción, se aconsejará "realizar el impulso hacia arriba rápidamente".

sejable dar instrucciones que regulen el carácter general de la ejecución sin fijar cada uno de los elementos conjunto del movimiento. Por ejemplo, cuando es necesario aumentar la profundidad de la flexión de amortiguación de las rodillas, debe recomendarse un "incremento del tiempo del impulso hacia arriba". En cambio, cuando lo preciso es una reducción, se aconsejará "realizar el impulso hacia arriba rápidamente".

4. Éstos son los cuatro errores más frecuentes en la ejecución del salto hacia abajo:
  - a) Un impulso desde el plinto demasiado intenso con ambas extremidades inferiores, o más bien una flexión de la extremidad de apoyo antes de la caída (figura 2.2). El deportista no conseguirá en ninguno de los dos casos adoptar una posición correcta durante la caída y prepararse para un posterior impulso hacia arriba.
  - b) Una caída rígida sobre las extremidades inferiores extendidas provoca una excesiva sobrecarga de la articulación tibiotalar.
  - c) Una flexión de amortiguación de las rodillas demasiado profunda.
  - d) Un movimiento de impulso no enérgico y poco amplio de las extremidades superiores.

Para corregir los errores *a* y *d*, basta con dar instrucciones lo suficientemente exactas y mostrar la ejecución correcta del ejercicio.

Para corregir los errores *b* y *c*, resultan muy útiles los siguientes ejercicios (figura 2.3): mientras el deportista repite 8-10 veces con ayuda de un compañero (*a*) o en las espaldaras (*b*) la ejecución de los impulsos hacia arriba, el entrenador debe corregir los movimientos del deportista hasta que éste asimile/encuentre la variante óptima del ejercicio.

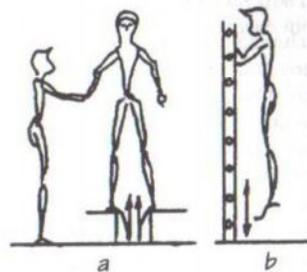


Figura 2.3. Ejercicios preparatorios para el perfeccionamiento de la técnica de salto hacia abajo.

Como colofón, podemos decir que los saltos hacia abajo constituyen un buen método de preparación en aquellas disciplinas deportivas que se caracterizan por una sobrecarga considerable del sistema neuromuscular (por

ejemplo, los saltos y lanzamientos de atletismo, el levantamiento de peso, la gimnasia, la acrobacia, los saltos desde el trampolín con esquíes, el patinaje sobre hielo de figuras, el esquí alpino, etc.). Al mismo tiempo, cuando para alcanzar los objetivos de la preparación especial es necesario ejecutar un salto hacia abajo, se exige un suficiente estado de preparación física. Por eso, antes de comenzar a conocer los detalles de la técnica de salto hacia abajo y, tanto más, antes de empezar a utilizar este tipo de ejercicios como medio de preparación especial de la fuerza, el deportista debe realizar un volumen elevado de ejercicios de salto y de sobrecarga.

### Dosificación de la carga en la ejecución del salto hacia abajo

El problema de dosificación de la carga en la ejecución de los saltos hacia abajo está de actualidad y se trata de un elemento muy relevante de la metodología del uso del método pliométrico.

Quiero exponer una de mis experiencias como entrenador. Una vez me presentaron a un joven jugador de baloncesto, alto, guapo y con unas piernas elásticas y potentes (como desearía todo entrenador), que había decidido convertirse en un gran saltador de altura.

Después de haber trabajado en el estadio (en el trampolín de salto hacia arriba), le pedí que realizase ejercicios de fuerza, evitando trabajar con la haltera. Comenzó a realizar impetuosamente saltos hacia abajo, utilizando la valla de la pista que tenía una altura de 1,20-1,30 m. Observándolo con el rabillo del ojo, conté ochenta saltos. Cuando se aproximó a mí, le pregunté: «¿Por qué saltabas desde la valla?»

Me respondió que era para desarrollar la fuerza explosiva y, luego, me explicó que se trataba de un ejercicio muy bueno. «Sin embargo, un fulano que no sabe nada de saltos hacia abajo», – dijo – «ha escrito en una revista deportiva que es aconsejable realizarlos desde una altura de 75 cm. Pero, ¿es posible que eso represente una carga?». Y concluyó diciendo: «Si hay que saltar, es mejor hacerlo desde una altura elevada y más de cuarenta veces.»

Podemos entender el razonamiento de este joven deportista, porque, subjetivamente los saltos hacia abajo pueden soportarse fácilmente. De hecho, después de la ejecución de los saltos hacia abajo, los deportistas no se sienten cansados como después de los ejercicios de *squat* con la haltera. Sin embargo, basarse en sensaciones subjetivas puede inducir a error.

En realidad, el límite razonable de saltos hacia abajo se alcanza mucho antes de que el deportista empiece a sentirse cansado. Tal límite se encuentra determinado por la carga de los ligamentos y por la disminución de la capaci-

dad del sistema nervioso central de mantener a nivel elevado la intensidad de la corriente de los estímulos motores.

La experiencia ha demostrado que durante el entrenamiento es muy fácil superar este límite sin darse cuenta. Si esto se produce una sola vez, no ocurre nada grave. Sin embargo, si se sobrepasa en entrenamiento frecuente y sistemáticamente, las consecuencias pueden ser impredecibles. En el mejor de los casos se produce un sobreentrenamiento; en el peor de los casos, puede causar males mayores, una desgracia. Por eso, en la dosificación de los saltos hacia abajo (y del método pliométrico en general) es preciso respetar esta regla: «es mejor quedarse corto que excederse.»

El efecto positivo de los saltos hacia abajo viene determinado por:

- La altura de caída.
- El número de saltos hacia abajo en una serie.
- El número de series en una unidad de entrenamiento.
- La pausa entre los saltos y las series.
- El número de las unidades de entrenamiento semanales.
- El número total de saltos hacia abajo.

#### La altura de caída

Con el aumento de la altura de caída, crece rápidamente la carga sobre el sistema muscular y el paso de la fase de amortiguación a la fase de impulso hacia arriba se complica más. La coherencia de estas dos fases es el criterio que sirve para definir la altura de caída adecuada en cada caso individual. Si esta armonía se rompe, es decir, si se produce una pausa considerable entre una fase y otra, esto indica que la altura de caída es demasiado elevada. La experiencia y los resultados que de ella se derivan muestran que los deportistas de alta cualificación deben tomar como referencia las siguientes alturas de caída:

- 0,75 m: para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular.
- 1,10 m: para el aumento de la fuerza máxima.

#### El número de saltos hacia abajo en una serie

En cada caso individual, el número de saltos hacia abajo viene determinado por la calidad de la ejecución del impulso hacia arriba y de la altura de vuelo después de éste. Un retraso en la transición de la amortiguación al impulso hacia arriba y la consiguiente disminución de la altura de vuelo (más fácil de calcular subjetivamente) son errores que es preciso corregir para realizar el salto. El número adecuado en una serie es diez.

Es importante tener en cuenta que en este caso el cansancio de los músculos de las extremidades inferiores no constituye un criterio para definir el número de saltos. El cansancio se hace evidente después de 15-20 repeticiones. Sin embargo, se trata ya de una carga excesiva, después de la cual la ejecución de la serie siguiente no será eficaz.

No es recomendable transformar la ejecución de los saltos hacia abajo en un trabajo monótono, como en una cadena de montaje. Cada salto hacia abajo debe realizarse con concentración, controlando la técnica de los movimientos y centrándose en la intensificación de un impulso potente.

#### *El número de series en una unidad de entrenamiento*

El punto de referencia para la definición del número de series de los saltos hacia abajo en una unidad de entrenamiento es el grado de cansancio específico. La debilidad muscular y la disminución considerable de la actividad de impulso son parámetros objetivos de cansancio. Cuando se determinan estas condiciones del estado funcional, no se puede realizar este tipo de ejercicio. La excesiva sobrecarga del sistema muscular provoca, en los días sucesivos, una brusca disminución de la capacidad de trabajo del deportista.

La dosificación adecuada en una unidad de entrenamiento es cuatro series de diez saltos cada una.

He visto buenos deportistas que, ignorando el sentido común, realizaban 100 saltos hacia abajo en una unidad de entrenamiento. Evidentemente, estos deportistas no se han muerto por eso, pero el hecho de que no hayan conseguido resultados importantes se debe a un exceso de carga.

#### *La pausa de recuperación entre los saltos hacia abajo y entre las series*

La pausa entre un ejercicio y otro en una serie es libre. Los saltos se repiten como se quiera y resulte más cómodo para el deportista. No es aconsejable reducir o aumentar la pausa de recuperación entre las repeticiones.

La duración de la pausa de recuperación entre las series se determina a partir del estado funcional subjetivo (estado de ánimo) del deportista. La siguiente serie debe comenzar únicamente cuando el deportista se encuentre listo para continuar realizando este ejercicio. Normalmente, son suficientes de 3 a 5 min, pero los deportistas no deben tener prisa y fiarse de sus sensaciones subjetivas. Para recuperar la capacidad de ejecución de un impulso energético, se requieren de 8 a 10 min. La recuperación debe ser activa e incluir ejercicios de relajación y de flexibilidad, movimientos de sacudida de los músculos y carrera ligera. Todos estos ejercicios favorecen la recuperación del sistema muscular.

#### *El número de las unidades semanales de entrenamiento*

De dos a tres unidades de entrenamiento semanales garantizan una carga adecuada. Dos unidades semanales de entrenamiento constituyen una carga totalmente legítima que puede soportarse bastante bien, ya sea por deportista de media o de alta cualificación. Una carga de este volumen permite una buena combinación con una carga de fuerza, garantizando así un elevado efecto beneficioso de la preparación especial de fuerza.

Solamente los deportistas de alto nivel que se encuentran suficientemente preparados para este tipo de trabajo y que saben perfectamente lo que están haciendo pueden realizar tres unidades de entrenamiento semanales.

#### *El número total de saltos hacia abajo*

Este tipo de ejercicios no puede efectuarse todo el año. Los saltos hacia abajo se utilizan únicamente en la etapa destinada a la preparación especial de la fuerza. En este caso, se pueden realizar de 300 a 400 saltos. Además, es preciso señalar que lo importante no es el número, sino su efecto positivo; en otras palabras, *no siempre la cantidad se convierte en calidad*.

Estos consejos prácticos deben aplicarse teniendo en cuenta que:

1. Se trata de saltos hacia abajo con impulso hacia arriba, realizados con ambas extremidades inferiores.
2. No constituyen el único medio para el desarrollo de la fuerza explosiva: con este propósito, los deportistas pueden utilizar una amplia gama de ejercicios diferentes.
3. Las grandes posibilidades de aumentar la fuerza explosiva y la capacidad reactiva del sistema neuromuscular que ofrecen los saltos hacia abajo sólo se materializarán si este tipo de salto forma parte de la metodología de la preparación especial de la fuerza.

A este propósito podemos hacer algunas observaciones:

1. Más de una vez he visto a algunos "especialistas" demostrar su competencia en el método pliométrico golpeando la superficie de una mesa con la mano y exclamando "hop", imitando así la caída "pliométrica" del salto hacia abajo. Se trata de un grave error. Los deportistas no deben escuchar a estos "especialistas", sino que deben recordar que la caída ha de ser suave y elástica. El impacto pliométrico no debe interpretarse literalmente, sino como una interpretación "poética" de la brusca parada de la caída del cuerpo, como una parada en la que la interacción elástica entre el cuerpo del deportista y el apoyo provoca una deformación (estiramiento) de los músculos extensores.

2. Algunos entrenadores y deportistas aconsejan realizar saltos hacia abajo desde alturas elevadas (hay entrenadores que proponen saltar desde alturas de hasta 3,00 m). Creo que estos consejos constituyen un "exceso" típico de los entrenadores. Cuando se corre la voz de que alguno, en alguna parte, ha obtenido resultados excelentes utilizando, por ejemplo, saltos hacia abajo desde una altura de 1,50 m, son pocos los entrenadores que se resisten a la tentación de proponer a sus deportistas saltos desde una altura de 2,00 e incluso 3,00 m para conseguir resultados aún mejores. Se trata de un exceso, porque hacer más no significa hacerlo mejor. Evidentemente, se puede incluso saltar desde el tejado de una planta de dos pisos, aunque no parece que sea muy sensato. En este caso, el sistema neuromuscular se expone a una sobrecarga enorme. Suponiendo que el deportista no se rompa los huesos, esta carga probablemente provoque el aumento de la fuerza, pero, ¿a qué precio? Aun si la articulación tibirotariana y la de las rodillas, los ligamentos y los tendones poseen grandes reservas de resistencia, la naturaleza no ha previsto cargas tan elevadas. Por eso, aunque hoy el deportista es capaz de soportar semejante "carga", nadie sabe cuáles serán las consecuencias mañana, cuando llegue a una edad más avanzada.
3. En mi experiencia práctica, ha habido casos en que los deportistas realizaban saltos hacia abajo con haltera desde una altura de 0,40-0,50 m. Puedo asegurar que estos ejercicios tienen efectos negativos. Es cierto que así se obtiene una mayor carga sobre las extremidades inferiores. Sin embargo, los que apoyan esta variante de entrenamiento no deben hacerse ilusiones, los daños pueden ser enormes, puesto que nuestras piernas no son de hierro y terminarán reduciendo su fuerza. Además, si en la variante "clásica" de salto hacia abajo, en la fase de impulso hacia arriba los músculos de las extremidades inferiores sólo trabajan contra la resistencia del propio cuerpo, en la variante con haltera sobre los hombros tienen que vencer también la resistencia del peso de la haltera. Por eso, se produce una disminución ya sea de la velocidad de transición del trabajo muscular excéntrico al concéntrico o de la velocidad de contracción muscular en el trabajo concéntrico. Por consiguiente, en la ejecución de los saltos hacia abajo con haltera sobre los hombros, el método pliométrico pierde su razón de ser.
4. Algunos deportistas efectúan saltos hacia abajo con impulso hacia arriba de una única pierna. Este ejercicio puede resultar útil en los ejercicios caracterizados por una elevada carga en el sistema motor, especialmente cuando esta carga se desarrolla en un tiempo breve (por ejemplo, los saltos y lanzamientos del atletismo, el levantamiento de peso, la gimnasia, la acrobacia, los saltos desde el trampolín con esquíes, el patinaje sobre hielo de figuras, el esquí alpino, etc.). La especificidad motora de estos deportes justifica la

ejecución tanto de los saltos hacia abajo desde una altura elevada, como de aquellos con caída sobre una sola extremidad inferior. Por lo tanto, la ejecución de los mismos en estas circunstancias resulta aconsejable.

Por ejemplo, para los jóvenes patinadores sobre hielo, según investigaciones especiales, son aconsejables los saltos hacia abajo con caída sobre una pierna desde alturas de 12 cm (7 años), 15 cm (8 años), 19 cm (9 años), 24 cm (10 años) y 23 cm (11 años). El salto hacia abajo se realiza con un ángulo de caída de 45° y el impulso debe ser realizado hacia arriba y con precisión.

Para aumentar la capacidad de salto hacia arriba en los jóvenes patinadores (13-15 años) son recomendables los saltos hacia abajo con un posterior impulso hacia arriba desde una altura óptima (definida por la práctica) en tres series:

- 1ª serie: el ejercicio se realiza desde una altura de 40-60 cm con posterior impulso hacia arriba, saltando sobre un obstáculo de poca altura (70-90 cm).
- 2ª serie: el ejercicio debe realizarse desde una altura de 20-30 cm, con caída sobre una sola pierna y con posterior impulso hacia arriba.
- 3ª serie: el ejercicio debe realizarse con posterior impulso hacia arriba, saltando sobre un obstáculo.

Los deportistas de alto nivel bien entrenados pueden efectuar este ejercicio con caída sobre una sola pierna desde una altura más elevada.

Por ejemplo, los deportistas especializados en triple salto realizan los saltos hacia abajo desde un potro de una altura de 1,10 m. El ejercicio se efectúa según la siguiente modalidad: el atleta da 2-3 pasos de carrerilla sobre el potro. Entonces, realiza un impulso hacia delante, cayendo sobre una única extremidad inferior, y, posteriormente, un impulso hacia delante y arriba/hacia arriba (figura 2.7).

El ex-plusmarquista mundial de salto de altura, Igor Palkin, utilizaba en algunas etapas de su preparación los saltos hacia abajo desde una altura de 1,00-1,50 m, con caída sobre una sola pierna y posterior impulso hacia delante.

Evidentemente, este ejemplo se refiere a atletas de alto nivel. A lo largo de mi carrera, he conocido y he trabajado con estos atletas y he comprendido que se nace con piernas de hierro. A los deportistas que no poseen esto por naturaleza, les aconsejaría que fuesen prudentes. El gran Paganini dijo una vez: ¡Cuán necesario es sentirlo uno mismo para hacer que los demás lo sientan! Así, también el entrenador debe "sentir" la presencia del efecto beneficioso sobre el entrenamiento de las cargas que ha prefijado como si lo realizase él mismo. Estas cargas deben garantizar un potencial de preparación para el estado funcional actual del deportista. Si el po-

tencial de entrenamiento es inferior respecto al nivel del estado funcional, las cargas establecidas resultan inútiles. Por el contrario, cuando es superior, las cargas son peligrosas. El determinar exactamente cuál es el efecto de entrenamiento objetivamente necesario para el deportista depende de la profesionalidad del entrenador.

### Otros medios del método pliométrico

El método pliométrico aplicado al aumento de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva ha cumplido ya 35 años. Durante este periodo, ya sea a través de investigaciones llevadas a cabo en mi laboratorio, ya sea a través de las investigaciones de otros especialistas, se ha elaborado una amplia gama de distintos modos de aplicación del método pliométrico para la preparación de diferentes disciplinas deportivas.

Trataremos aquí brevemente los métodos más interesantes, verificados mediante la práctica deportiva, de modo que aquellos entrenadores interesados puedan utilizar estos mismos medios, o bien elaborar, basándose en diversas construcciones, otros modelos de aplicación del método pliométrico y del equipo para ponerlo en práctica.

Comenzaremos por el salto hacia abajo. En la práctica, se utilizan diversas modalidades de impulso después del salto hacia abajo. Reproduciremos aquí una clasificación basada en varios criterios:

1. Según la dirección del impulso después del salto hacia abajo (figura 2.4):

- Salto hacia abajo con posterior impulso hacia delante.
- Salto hacia abajo con posterior impulso hacia arriba y hacia delante.
- Salto hacia abajo con posterior impulso hacia arriba.

El impulso hacia lo alto es el que garantiza una mayor carga muscular. Es aconsejable que los saltos hacia abajo con impulso hacia delante y hacia arriba sean utilizados como ejercicio preparatorio para el salto hacia abajo con impulso hacia arriba. El salto hacia abajo con posterior impulso hacia delante puede resultar también un ejercicio especializado para el desarrollo de la potencia del impulso de salida de los nadadores.

2. Según los movimientos realizados después del impulso:

Por ejemplo, los gimnastas después del impulso pueden realizar elementos específicos de gimnasia (figura 2.5). Recordemos que, en el curso de un experi-

mento, el uso de los tres ejercicios representados en la figura, tres veces por semana durante cuatro semanas, ha permitido a los gimnastas de alta cualificación aumentar en un 28% la eficacia del impulso de fuerza en el impulso con ambas piernas, para la ejecución de volteretas sobre el potro de elevada dificultad.

3. Según la correspondencia entre el carácter de la caída en el salto hacia abajo y la especificidad de la interacción del deportista con el apoyo en el ejercicio de competición:

Por ejemplo, para los púgiles, resulta muy eficaz el impulso después del salto hacia abajo (desde una altura de 50-70 cm) con caída sobre las extremidades inferiores ligeramente separadas sobre el plano sagital (figura 2.6.a). En el rebote, el deportista debe acentuar el impulso con la extremidad atrasada, imitando con un paso hacia delante el movimiento de un directo.

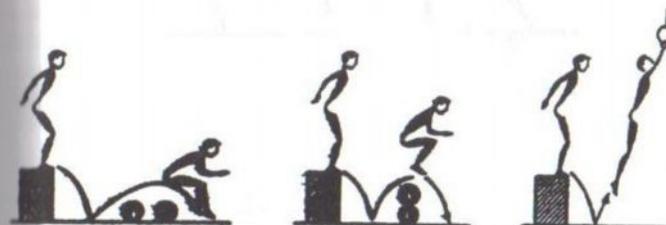


Figura 2.4. Diversas variantes del impulso después del salto hacia abajo.

Los saltadores con esquíes desde el trampolín utilizan los saltos hacia abajo desde una altura de 0,50-0,70 m con caída en cuclillas de diversa profundidad (figura 2.6. b) y con posterior impulso hacia arriba. En la ejecución de este ejercicio, el deportista debe intentar reducir todo lo posible la trayectoria de amortiguación.

En definitiva, la especificidad del ejercicio de competición puede determinar la oportunidad de realizar la caída y el impulso hacia arriba sobre una sola pierna. De este modo, para los especialistas en saltos triples es recomendable realizar un movimiento de caída hacia delante. Por ejemplo, precedido de dos o tres pasos sobre el potro, la caída sobre un pie y el impulso hacia delante y hacia arriba (figura 2.7).

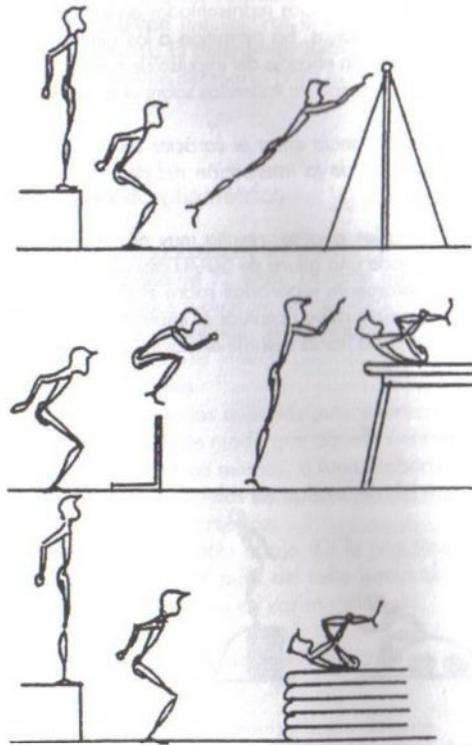


Figura 2.5. Diferentes variantes de los movimientos después del salto hacia abajo.

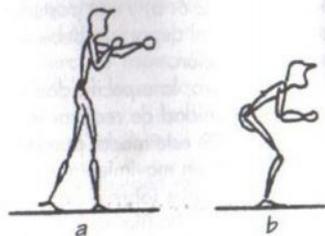


Figura 2.6. Diferentes variantes de la caída después del salto hacia abajo.

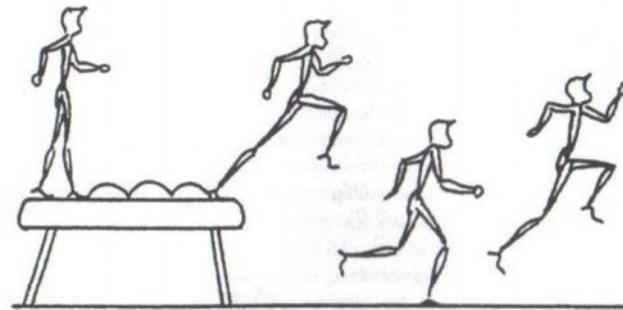


Figura 2.7. Salto hacia abajo desde el potro.

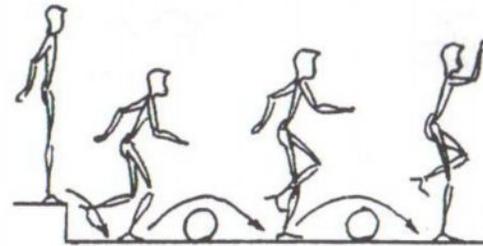


Figura 2.8. Salto hacia abajo con caída sobre un solo pie, aconsejable para los patinadores de figuras.

Para los patinadores de figuras sobre hielo es aconsejable efectuar una caída a plomo y un posterior impulso hacia arriba con una sola pierna (figura 2.8). Teniendo en cuenta que, en el patinaje de figuras, los patinadores utilizan combinaciones de salto de más elementos, es aconsejable realizar después 2-3 impulsos hacia arriba sobre 1-2 balones de entrenamiento.

#### 4. Según el número de impulsos.

Podemos distinguir entre saltos hacia abajo simples y múltiples. Los saltos hacia abajo simples se realizan con un impulso de la fuerza muy concentrado, y de ahí que se utilicen en la preparación de aquellos deportes que se caracterizan por un enérgico impulso de la fuerza (por ejemplo, en el salto de altura). Los saltos hacia abajo múltiples con una repetición de los máximos impulsos de la fuerza explosiva son recomendables para la preparación de los juegos deportivos. Los saltos hacia abajo múltiples pueden realizarse de formas y combinaciones muy diversas (figura 2.9).

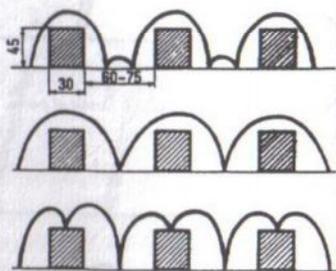


Figura 2.9. Variantes del impulso repetido después del salto hacia abajo.

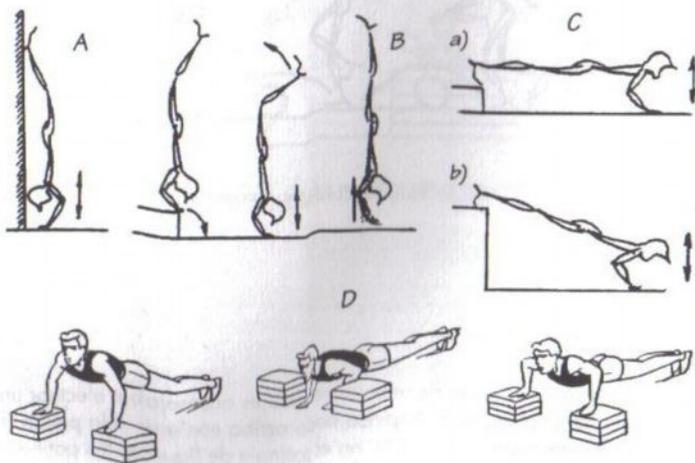


Figura 2.10. Ejercicios con régimen pliométrico para los gimnastas.

Los ejercicios en régimen pliométrico pueden ser realizados también con gran eficacia por los músculos de las extremidades superiores y de la cintura escapulohumeral. Por ejemplo, se ha demostrado que para la preparación de los gimnastas son útiles los siguientes ejercicios (que no exigen aparatos complejos.) (figura 2.10):

- El ejercicio A debe ser realizado en vertical, apoyando los talones sobre la pared.
- El ejercicio B consiste en la ejecución del salto hacia abajo sobre las extremidades superiores en posición vertical invertida. Al comienzo de la ejecución del ejercicio (en posición inicial sobre el plinto), los pies deben llevarse hacia atrás, mientras que en el posterior impulso hacia arriba, el deportista debe realizar un falso movimiento con las piernas, contribuyendo así a la extensión de las extremidades superiores.
- En el ejercicio C, después del impulso hacia arriba durante el vuelo, el deportista debe chocar las manos.
- El ejercicio D se efectúa apoyando la extremidades superiores sobre dos plintos. El deportista se deja caer en el espacio entre los plintos y vuelve a la posición inicial.

Para el desarrollo de la fuerza explosiva de las extremidades superiores y de la cintura escapulohumeral de los lanzadores de peso, de los púgiles, de los gimnastas y acróbatas y de los levantadores de peso también resulta muy eficaz otro modo de aplicación del método pliométrico. A este propósito, recordamos que a través de un experimento nuestro de laboratorio establecimos que un estiramiento muscular isométrico favorece el aumento de la potencia de la posterior contracción muscular (capítulo 1, *Primer experimento*).

Tomando este experimento como punto de partida, se ha elaborado una eficaz variante del método pliométrico para el desarrollo de la fuerza explosiva de los músculos extensores de las extremidades superiores, en el que se utiliza un equipo especial de entrenamiento (figura 2.11), construido a partir del equipo empleado en el experimento (figura 1.17). Este equipo especial cuenta con dispositivos de frenado que permiten desarrollar una elevada tensión isométrica de los músculos de la extremidad superior (75-80% del máximo), que precede a la amortiguación del impacto del soporte de la sobrecarga (figura 1.3) y al contraimpulso de este soporte. En el momento del impacto, los dispositivos de frenado del soporte de amortiguación se desenganchan automáticamente y, por eso, no impiden su movimiento hacia arriba después de la amortiguación. El peso óptimo del soporte con la carga equivale al 10-15% del máximo impulso de fuerza desarrollado en la posición más baja de la mano (es decir, 6-10 kg). La altura de caída del soporte es establecida de forma personal.

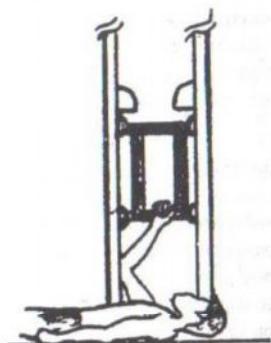


Figura 2.11. Esquema del equipo para aplicar el régimen pliométrico.

Esta acción del método pliométrico sobre los músculos constituye también un potente factor de estimulación del sistema nervioso central, que se manifiesta concretamente en el aumento de su excitabilidad y de la intensidad de la frecuencia de los estímulos motores enviados a los músculos. Por ejemplo, el efecto inmediato (a corto plazo) de la ejecución de tres series de tres movimientos pliométricos se manifiesta mediante el aumento del 1,5% de la fuerza máxima, del 12% de la fuerza explosiva y del 11% de la fuerza muscular inicial.

Utilizando esta variedad del método pliométrico en el entrenamiento durante seis semanas (600 impulsos en total), los deportistas que practican lanzamiento de peso han aumentado su fuerza muscular inicial y la fuerza explosiva en un 25 y un 20%, respectivamente.

El método pliométrico puede emplearse con gran éxito para el desarrollo de simples grupos musculares. Son aconsejables los ejercicios representados en la figura 2.12. En cada ejercicio, los movimientos pueden ser realizados de dos modos:

1. Al comienzo, la sobrecarga está suspendida a 10-15 cm para caer hasta la posición más baja, momento en el que es bruscamente elevada de nuevo gracias a un rápido paso del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.
2. Desde la posición más baja, un compañero eleva la sobrecarga 10-15 cm y después la deja caer. El deportista debe frenar su caída y levantarla con un movimiento brusco.

Para evitar accidentes, debe incluirse en el equipo un dispositivo restrictivo que impida que el movimiento por inercia de la sobrecarga supere la trayectoria establecida. Siguiendo estos consejos, cada deportista puede elegir un conjunto adecuado de ejercicios.

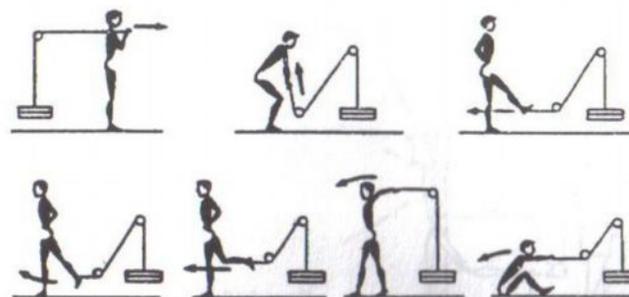


Figura 2.12. Ejemplos de ejercicios de carácter pliométrico para el desarrollo del impulso de la fuerza.

En la ejecución de ejercicios con carácter pliométrico debe tenerse en cuenta que:

1. El volumen de la carga pliométrica viene determinado por el peso de la sobrecarga y por la altura de caída. La combinación óptima entre ambos se establece empíricamente en cada caso individual. Sin embargo, siempre se otorga prioridad al aumento de la altura de caída antes que al peso de la sobrecarga.
2. La trayectoria de amortiguación debe ser óptima para así crear una tensión muscular pliométrica. Por esta razón, la posición inicial (es decir, los ángulos de las articulaciones) debe corresponderse con la posición en la que se inicia el movimiento en el ejercicio de competición.
3. El entrenamiento con el método pliométrico debe ir precedido de un calentamiento adecuado que incluya ejercicios para aquellos grupos de músculos que se vayan a trabajar con este método.
4. La dosificación de los ejercicios no debe sobrepasar los 10-15 movimientos en una serie. El número de ejercicios debe ser definido con gran precisión, teniendo en cuenta el carácter de la carga utilizada y el nivel de preparación del deportista.

Ilustraremos ahora con dos ejemplos la utilización del método pliométrico para el desarrollo de regiones musculares específicas.

En la figura 2.13 aparece un equipo especial utilizado por los futbolistas yugoslavos (B. Elyshic). Este equipo sirve para el desarrollo de la fuerza explosiva

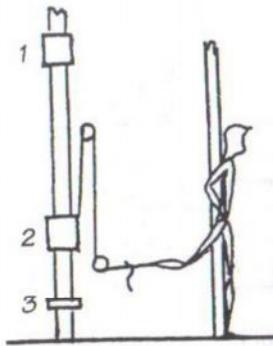


Figura 2.13. Esquema del equipo para futbolistas: 1 - soporte de la carga; 2 - soporte de amortiguación; 3 - frenado.

Los músculos que participan en el movimiento de chutar un balón. En la posición inicial, el estiramiento muscular pliométrico (repentino) se alcanza gracias al frenado del soporte con la carga que cae deslizándose por los rieles. El peso del soporte y la altura de caída los elige cada futbolista de forma individual.

Los resultados de la evaluación experimental de la eficacia de este equipo merecen particular atención. Para realizar dicha evaluación, han sido elaboradas tres unidades de entrenamiento semanales para tres meses (36-40 unidades en total). Cada unidad de entrenamiento incluía tres series, cada una con seis movimientos pliométricos. La eficacia del entrenamiento era evaluada según la velocidad de desplazamiento del muslo en los cuatro segmentos de la amplitud del movimiento de la extremidad inferior durante el golpeo al balón (figuras 2.14 y 2.15) y según el cambio de velocidad y la longitud de vuelo del balón (figura 2.16).

El uso de este equipo en el entrenamiento ha producido un aumento de la velocidad de desplazamiento de la pierna (figura 2.15). Esto se nota, sobre todo, en el primer segmento de la amplitud del movimiento, en el que la masa de la pierna se acelera. Aumentan, además, la velocidad y la longitud de vuelo del balón (figura 2.16). Más aún, después de una interrupción de 1,5 meses en el desarrollo de este tipo de entrenamiento, los valores de estos parámetros superaban todavía el nivel inicial (anterior al entrenamiento).

Otro tipo de equipo contribuye al desarrollo de los músculos involucrados en el movimiento de tiro o de lanzamiento con una extremidad por encima de la cabeza (lanzamiento de jabalina, waterpolo, béisbol, fútbol americano, tenis, etc.). El equipo funciona así: el soporte de la carga se sitúa sobre dos cuerdas completamente tensas (figura 2.17). Después de haber sido lanzada violentamente, la carga rebota en las redes gracias a la fuerza elástica de estas últimas, y después de haber sido frenada, avanza de nuevo hacia delante.

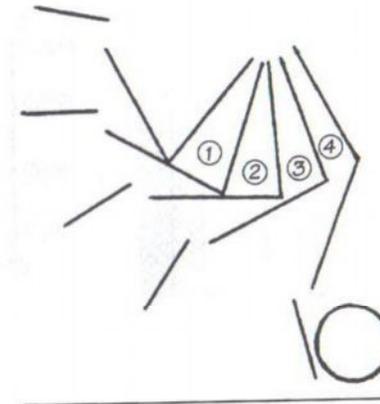


Figura 2.14. Ciclograma del golpeo al balón.

### Segmento de la amplitud del trabajo

- - Antes del entrenamiento
- ▨ - Después del entrenamiento

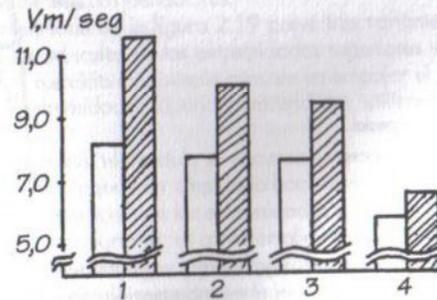


Figura 2.15. Cambio de la velocidad del movimiento del muslo como resultado del entrenamiento con un equipo especial.

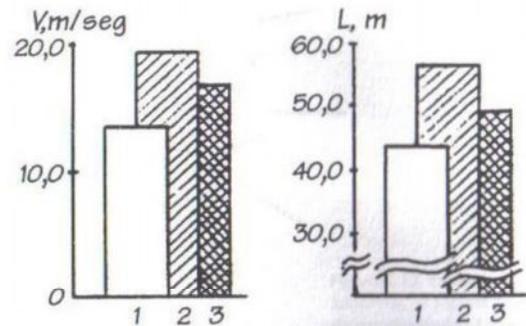


Figura 2.16. Cambio de la velocidad de vuelo (V) y de la distancia de vuelo (L) del balón antes del experimento (1), después de tres meses de entrenamiento (2) y después de una interrupción del entrenamiento de 1,5 meses (3).

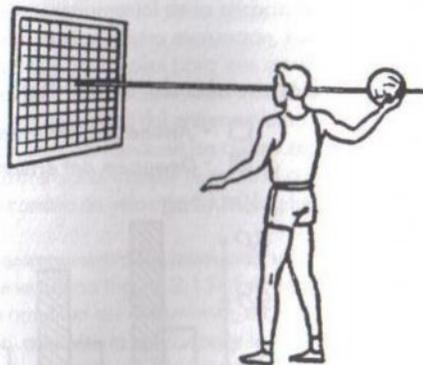


Figura 2.17. Equipo especial para el desarrollo del movimiento de tiro.

Para la mejora del mismo movimiento, se puede utilizar un equipo pendular (figura 2.18) que se basa en el mismo principio de creación de una carga pliométrica. Después de la ejecución del movimiento de tiro, el péndulo rebota sobre el elemento elástico colocado sobre la pared y, por eso, vuelve hacia atrás a gran velocidad. El frenado del péndulo y su aceleración en dirección opuesta dan lugar a una eficaz carga pliométrica para los músculos involucrados.

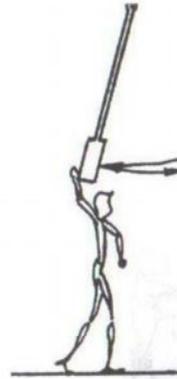


Figura 2.18. Equipo pendular para el desarrollo del movimiento de tiro.

En el trabajo con ambos equipos, el frenado de la masa de la sobrecarga en movimiento puede efectuarse en cualquiera de las dos posiciones de la mano que realiza el trabajo:

1. Hacia delante.
2. A nivel de la cabeza.

En una serie, estas posiciones pueden alternarse.

El uso del principio del péndulo en los equipos estudiados para crear un régimen muscular pliométrico ofrece muchas posibilidades. Y podemos poner otros dos ejemplos de equipos pendulares.

El equipo representado en la figura 2.19 prevé tres variantes de la carga pliométrica sobre los músculos de las extremidades superiores y de la cintura escapulohumeral. El ejercicio más simple consiste en empujar el péndulo (figura 2.19.A) con las extremidades superiores extendidas, utilizando únicamente la fuerza de las manos.

En el segundo ejercicio, el péndulo se encuentra ligeramente elevado (figura 2.19.B), de modo que pueda ser empujado hacia delante y hacia arriba utilizando los músculos extensores de las extremidades superiores y de la cintura escapulohumeral. En esta variante, el carácter pliométrico del régimen de trabajo aumenta y su intensidad viene regulada por la altura de vuelo del péndulo y por la posición del cuerpo respecto a su eje.

En el tercer ejercicio, el péndulo se encuentra aún más elevado (figura 2.19.C) y el deportista debe empujarlo hacia arriba. Aquí, también se ejerce fuerza sobre los músculos del tronco y de las extremidades inferiores, especialmente en el momento de amortiguación del impacto de caída del péndulo.

La dosificación óptima de la carga en una unidad de entrenamiento es

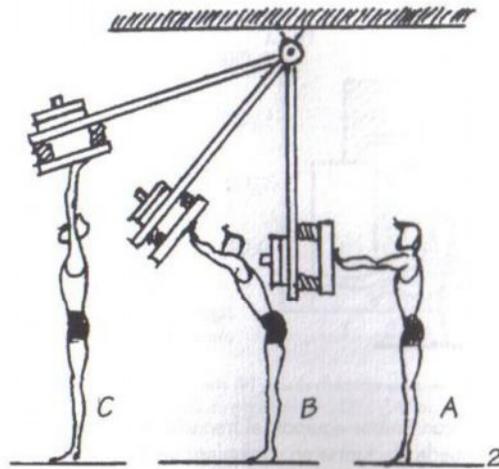


Figura 2.19. Variantes del equipo pendular.

20-25 repeticiones en el primer ejercicio, 15-20 en el segundo y 10-15 en el tercero. En una unidad de entrenamiento se realizan tres series de cada ejercicio. En gimnasia deportiva, la ejecución de estos ejercicios dos veces por semana durante seis semanas ha dado como resultado el aumento en un 10% de la fuerza del impulso de las extremidades superiores en ciertos ejercicios y, al mismo tiempo, ha producido una disminución del 12,5% del tiempo de apoyo y el incremento del 4,5% de la fase de vuelo.

Otra variante del equipo pendular (figura 2.20) prevé un trabajo con una sobrecarga más pesada y garantiza una acción pliométrica más elevada sobre los músculos de las extremidades superiores. El péndulo se encuentra suspendido a una distancia de 80 cm desde una espaldera fijada a la pared. El deportista, con los hombros apoyados en dicha espaldera, puede desplazar hacia atrás los codos al final de la fase de frenado del péndulo. El equipo está provisto de un resorte amortiguador que impide el movimiento del péndulo hacia el deportista. Como sobrecarga pueden utilizarse las pesas de la haltera, fijándolas al brazo del péndulo con una sujeción. El peso de la sobrecarga se elige de forma individual. La dosificación óptima es 4 x 10-15 repeticiones.

Los aparatos construidos sobre el modelo de columpio también han resultado muy eficaces (figura 2.21). El objetivo de este tipo de equipo es evidente.

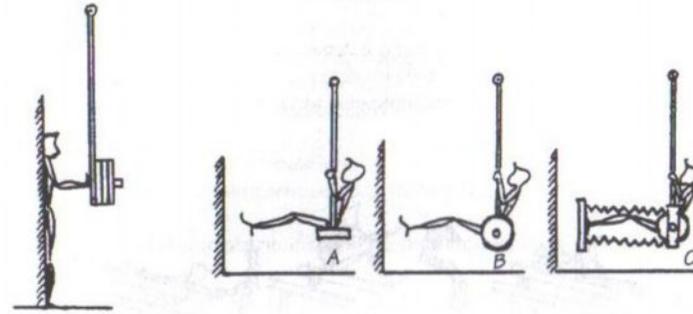


Figura 2.20. Variante del equipo pendular.

Figura 2.21. Equipo con columpio.

Aquí, la interacción con el apoyo es obtenida y regulada por el grado de oscilación del columpio (determinado por el propio deportista que se balancea o por un compañero).

En la figura 2.21, A representa un modelo simple de este equipo. En la misma figura, B muestra el mismo modelo, pero con la sujeción para las pesas de la haltera, que aumentan la masa total del columpio y, en consecuencia, crece también la interacción pliométrica entre los músculos de las extremidades inferiores y el apoyo. Por último, C representa un aparato con columpio que incluye una plataforma para las extremidades inferiores, fijada con cuerdas rígidas al asiento. El deportista se apoya con las extremidades inferiores en el trampolín. Esto le permite obtener una tensión muscular antes del impacto y el aprovechamiento activo de los músculos para el trabajo. La longitud de las cuerdas es la necesaria para poder flexionar ligeramente las rodillas.

Los deportistas rusos utilizan equipos de este tipo, que además vienen provistos de elevadores tensiométricos simples colocados sobre el panel de caída, colocados en la pared en el punto de impulso con las extremidades inferiores. El deportista podía ver el valor del máximo impulso de fuerza y el tiempo de apoyo, registrados en cada impulso sobre un panel luminoso dentro de su campo visual. Esta información le permitía controlar el valor del impulso de fuerza, creando además un estado emocional positivo.

Los equipos con soporte con ruedas sobre rieles de inclinación variable también son muy eficaces. El ejemplo de este tipo de equipo (figura 2.22 A) permite la ejecución del impulso con las extremidades inferiores, mientras que en los dos ejemplos restantes (B y C), el impulso se efectúa con las extremida-

des superiores. En todos los casos contemplados en la figura, el grado de la interacción pliométrica con el apoyo puede ser regulado desde el ángulo de inclinación de los rieles. En el ejemplo B también puede regularse por la masa del soporte, es decir, por el peso de los discos de la haltera. La dosificación óptima en una unidad de entrenamiento es 4 series x 10 repeticiones.

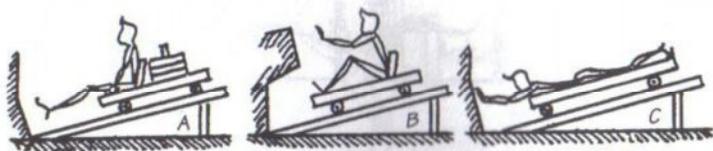


Figura 2.22. Equipo con soporte sobre ruedas.

### ¿Cuándo no es aconsejable el método pliométrico?

Los medios de entrenamiento del método pliométrico producen una elevada carga mecánica sobre el aparato locomotor e influyen notablemente sobre el sistema nervioso central. Esta carga puede provocar resultados negativos en algunos casos que examinaremos aquí.

#### 1. El método pliométrico está contraindicado en los siguientes casos:

- El deportista no está completamente restablecido de lesiones en los músculos, las articulaciones, los ligamentos y los tendones.
- El deportista se ha cansado con la carga anterior.
- El deportista presenta un estado crónico de sobreentrenamiento.
- El deportista padece pies planos congénitos. Esta contraindicación afecta principalmente a los saltos hacia abajo.

#### 2. El método pliométrico no es aconsejable en los siguientes casos:

- En las primeras etapas de la preparación combinada, en la que el joven puede alternar una amplia gama de métodos y medios de entrenamiento.
- En la etapa inicial del entrenamiento anual, cuando el organismo aún no está preparado para una sobrecarga mecánica intensa y necesita una potenciación programada.

- En la etapa de perfeccionamiento profundo de la técnica del ejercicio de competición, sobre todo cuando ésta se centra en la modificación de elementos delicados (detalles) de coordinación.
- En la etapa de preparación de la velocidad, en la que se requiere un elevado nivel de capacidad específica de trabajo del sistema neuromuscular.
- En vísperas de una competición.
- Cuando el deportista carece de una técnica racional de ejecución de los ejercicios.
- Cuando el deportista no dispone de un suficiente nivel de preparación física.
- En los entrenamientos que tienen lugar por la tarde, antes de acostarse. El método pliométrico provoca un estado de excitación excesiva del sistema nervioso central, por lo que aquellos deportistas fácilmente excitables corren el riesgo de no dormirse.

La última contraindicación es cuando el entrenador y el deportista no utilizan el cerebro en la aplicación del método pliométrico.

Recordemos que la dosificación óptima es cuatro series, de diez saltos cada una, desde una altura de 0,75-1,10 m. Subjetivamente, la carga producida por esta dosificación se soporta bastante bien, lo que puede llevar a la decisión de aumentarla, ya sea a través del incremento de la altura de caída, ya sea a través del aumento del número de saltos en una unidad de entrenamiento.

Otro de los errores consiste en incluir de forma intensiva el método pliométrico en el proceso de entrenamiento.

En ambos casos, el cuerpo no tardará en pasar factura. Hemos visto (y oído) muchos casos de este tipo.

En beneficio de los jóvenes entrenadores y deportistas contaremos esta historia.

En 1964, durante la preparación de los Juegos Olímpicos de Tokio, el entrenador de los lanzadores del equipo nacional de la Unión Soviética propuso a una "promesa" de nuestro equipo, la plusmarquista mundial en lanzamiento de jabalina, E. Osolina, y al candidato favorito para la medalla de oro, J. Lúsis, que utilizaran los saltos hacia abajo en el entrenamiento.

Lúsis efectuaba estos ejercicios desde una altura de 1,25-1,30 m, dos veces por semana y estaba muy satisfecho. Tanto es así que antes de los Juegos Olímpicos había mejorado sus resultados en los ejercicios de control. Así, por ejemplo, había empezado a realizar flexiones sobre las extremidades inferiores (*squat*) con halteras con una sobrecarga de 190 kg, en vez de 170 kg; desde la posición firme saltaba 3,30 m, en vez de 3,05 m, mientras que su resultado en el salto triple en posición de parado era 10,07 m, en vez de 9,38 m. El depor-

tista se sentía como "si hubiese sustituido los músculos de las piernas por muelles de acero". Sin embargo, justamente en aquellos músculos se escondía el peligro: un brusco aumento del potencial de fuerza de los músculos, no coordinado con la estructura y el ritmo de los movimientos en el paso "cruzado" antes del impulso final de la fuerza en el ejercicio de competición, perjudicaba la técnica habitual de los movimientos y..., en consecuencia, Lusia se quedó sin la medalla de oro que tanto deseaba y que, prácticamente, estaba destinada a él.

Cuando lo encontramos después de las Olimpiadas de Tokio, el deportista censuraba su superficialidad: «Los saltos hacia abajo constituyen un óptimo medio de entrenamiento, pero es preciso combinarlos con el uso de la razón», nos dijo Lusia.

## SEGUNDA PARTE:

# PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO CON EL MÉTODO PLIOMÉTRICO

La segunda parte del libro contiene programas concretos de entrenamiento con el método pliométrico que han sido verificados en la práctica. Estos programas de entrenamiento se dividen en tres grupos:

- Programas para deportes de fuerza rápida.
- Programas para deportes cíclicos.
- Programas para juegos deportivos.

Los entrenadores y los deportistas interesados pueden utilizarlos tal y como aparecen aquí o modificarlos, adaptándolos a la especificidad de otro deporte o a las particularidades individuales de cada deportista, incluso elaborando nuevos programas a partir de ellos.

Ya hemos dicho que, en un sistema de entrenamiento correcto, cada medio ocupa una posición y mantiene unas relaciones concretas con otros medios de entrenamiento. Por eso, al final de este libro trataremos también el papel y la posición del método pliométrico en el sistema de la preparación especial de la fuerza.

Dado que la eficacia de los programas de entrenamiento ha sido verificada experimentalmente mediante el uso de equipos especiales para la evaluación de los cambios en el estado de preparación del deportista, hemos estimado oportuno ilustrar aquí los resultados más interesantes de los experimentos realizados.

Estamos convencidos de que éstos podrán ayudar al entrenador a comprender mejor el concepto y las posibilidades del método pliométrico y a ver claramente lo que se puede esperar de uno u otro programa.

## CAPÍTULO III:

# PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO PARA DEPORTES DE FUERZA RÁPIDA

---

**E**n este capítulo representaremos programas para:

- Saltadores de altura y de longitud de cualificación media.
- El programa en la etapa previa a la competición para levantadores de peso de alta cualificación.
- Un programa universal para el desarrollo de la capacidad de salto en el periodo preparatorio.
- Un programa para el desarrollo del impulso de las extremidades superiores en ejercicios de gran dificultad para gimnastas de alto nivel.

### Programa para saltadores de altura y de longitud de cualificación media

Este programa está destinado al entrenamiento en el periodo preparatorio y se lleva a cabo dos veces por semana durante diez semanas. Incluye 475 saltos en contramovimiento, de los que 335 se efectúan desde una altura de 0,75 m y los restantes 140 desde 1,10 m.

En el calentamiento se prevé un volumen modesto (alrededor de 20 toneladas) de ejercicios con haltera. Estos ejercicios tienen un carácter de desarrollo general.

1° día	desde una altura de 0,75 m	3 x 5
2° día	desde una altura de 0,75 m	3 x 5
3° día	desde una altura de 0,75 m	2 x 10
4° día	desde una altura de 0,75 m	1 x 5
	desde una altura de 1,10 m	2 x 5
5° día	desde una altura de 0,75 m	2 x 10
6° día	desde una altura de 0,75 m	1 x 10
	desde una altura de 1,10 m	1 x 10
7° día	desde una altura de 0,75 m	2 x 10
	desde una altura de 1,10 m	1 x 5
8° día	desde una altura de 0,75 m	2 x 10
	desde una altura de 1,10 m	1 x 10
9° día	desde una altura de 0,75 m	3 x 10
10° día	desde una altura de 0,75 m	1 x 5
	desde una altura de 1,10 m	1 x 5
11° día	desde una altura de 0,75 m	3 x 10
12° día	desde una altura de 0,75 m	1 x 5
	desde una altura de 1,10 m	1 x 5
		1 x 10
13° día	desde una altura de 0,75 m	2 x 10
	desde una altura de 1,10 m	1 x 10
14° día	desde una altura de 0,75 m	1 x 10
	desde una altura de 1,10 m	1 x 10
15° día	desde una altura de 0,75 m	2 x 10
	desde una altura de 1,10 m	1 x 10
16° día	desde una altura de 0,75 m	1 x 10
	desde una altura de 1,10 m	1 x 10
17° día	desde una altura de 0,75 m	2 x 10
	desde una altura de 1,10 m	1 x 10
18° día	desde una altura de 0,75 m	2 x 10
	desde una altura de 1,10 m	1 x 10
19° día	desde una altura de 0,75 m	3 x 10
20° día	desde una altura de 0,75 m	1 x 5
	desde una altura de 1,10 m	2 x 10

Para poder evaluar su eficacia, el programa ha sido verificado en un experimento en el que participaba un grupo de control que empleaba el método tradicional de preparación especial de la fuerza que precedía, sobre todo, a la ejecución de estos ejercicios con haltera:

- Flexión sobre las extremidades inferiores (*squat*) con una haltera sobre los hombros. El peso de la haltera era del 90-95% del máximo (317 repeticiones).
- Saltos hacia arriba con una altera sobre los hombros de peso del 70-80% del máximo (175 repeticiones).
- Pequeños saltos con una haltera sobre los hombros de peso del 30-40% del máximo (175 repeticiones).

En total, los deportistas del grupo de control realizaron 1.472 ejercicios (80 toneladas).

Los resultados del entrenamiento experimental, expuestos a través de los resultados del "test de reactividad" (figuras 3.1 y 3.2), muestran la eficacia del programa de entrenamiento.

1. Los saltos hacia abajo (grupo A) garantizaban un aumento de los resultados del "test de reactividad", incluidos los impulsos con sobrecargas elevadas (30 y 40 kg).

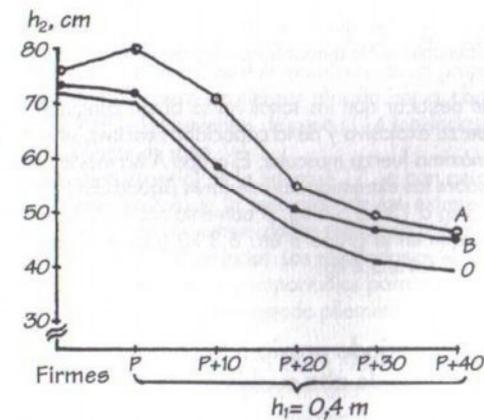


Figura 3.1. Curvas de los valores medios de un grupo del "test de reactividad". A - grupo experimental; B - grupo de control; O - valores iniciales del "test de reactividad" de ambos grupos).

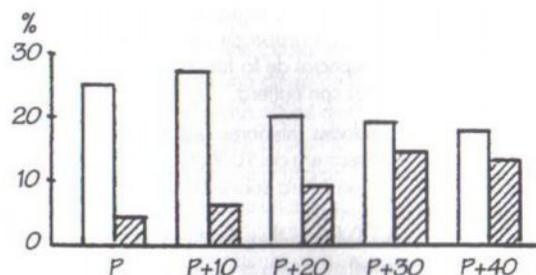


Figura 3.2. Aumento de los valores de la capacidad reactiva en el grupo experimental y en el grupo de control (zona rayada).

- El máximo aumento de la altura de vuelo ( $h_2$ ) se obtenía con los saltos hacia abajo desde una altura de 0,40 m sin sobrecarga y con una sobrecarga de 10 kg.
- El grupo que seguía el método tradicional de preparación especial de la fuerza también experimentó cambios positivos en los resultados del "test de reactividad", que eran más notables en los impulsos con sobrecarga elevada (20, 30 y 40 kg). No obstante, los resultados del grupo B eran por lo general considerablemente menores que los del grupo A.

Es importante destacar que los saltos hacia abajo aseguraban no sólo el aumento de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva, sino también el incremento de la máxima fuerza muscular. El grupo A ha mejorado su resultado en las flexiones sobre las extremidades inferiores (*squat*) con haltera, situándolo de  $114,3 \pm 8,3$  kg a  $130 \pm 5,6$  kg. El aumento era 16,0 kg (equivalentes al 14,0%), mientras que en el grupo B era 6,8 kg (equivalentes al 5,78%), de  $117,6 \pm 7,8$  kg a  $124,4 \pm 5,4$  kg.

### Programa para el periodo previo a la competición para levantadores de peso de alta cualificación

El entrenamiento experimental de tres semanas comienza cuatro semanas antes de las competiciones. La última semana antes de las competiciones se dedica a la puesta a punto técnica y a la preparación para las competiciones.

Los saltos hacia abajo deben realizarse tres veces a la semana. En total, en las tres semanas se realizan nueve unidades de entrenamiento:

1º día	desde una altura de 0,5 m	2 x 10
2º día	desde una altura de 0,5 m	2 x 10
3º día	desde una altura de 0,5 m	3 x 10
4º día	desde una altura de 0,5 m	4 x 10
5º día	desde una altura de 0,5 m	2 x 10
	desde una altura de 0,7 m	2 x 10
6º día	desde una altura de 0,7 m	4 x 10
7º día	desde una altura de 0,7 m	4 x 10
8º día	desde una altura de 0,7 m	4 x 10
9º día	desde una altura de 0,7 m	4 x 10

Durante el entrenamiento de control, realizado para verificar el programa de entrenamiento, el grupo experimental ( $n = 8$ ) realizaba un total de 310 saltos hacia abajo. Al mismo tiempo, se reducía el volumen de las flexiones sobre las extremidades inferiores (*squat*) con la haltera y se eliminaron completamente los ejercicios auxiliares de salto (saltos sobre el potro, saltos hacia arriba en posición firme, tratando de tocar un objeto suspendido en lo alto, etc.). El volumen total de trabajo especial con la haltera era equivalente a 786 levantamientos (90 toneladas).

Al mismo tiempo, para evaluar objetivamente el efecto del método pliométrico, se ha estudiado el proceso de entrenamiento de un grupo de control que seguía el mismo método, pero sin utilizar el salto hacia abajo. El grupo de control realizaba 929 levantamientos de peso (114 toneladas) y alrededor de 300 ejercicios auxiliares de salto.

Mediante el equipo especial de la figura 1.17, se han analizado una serie de parámetros biomecánicos de la extensión de las extremidades inferiores (movimiento de impulso de las extremidades inferiores realizado con el máximo impulso de la fuerza desde la posición sentada). Los resultados obtenidos con esta evaluación son muy interesantes y muy importantes para comprender la esencia (el concepto principal) del efecto del método pliométrico. Por esta razón, merecen especial atención.

En la figura 3.3 aparecen representadas las modificaciones semanales (en un periodo de tres semanas) que se producen en una serie de parámetros biomecánicos relacionados con la extensión de las extremidades inferiores de los levantadores de peso, en el momento en que realizan esta extensión con máximo impulso de la fuerza. Me gustaría profundizar, sobre todo, en estos resultados:

- En el grupo experimental se aprecia un aumento importante de todos los parámetros biomecánicos, significativamente mayor que el del grupo de control.

- En el grupo de control, por el contrario, se observa una cierta disminución de algunos parámetros (por ejemplo, de la velocidad media de movimiento, del esfuerzo máximo dinámico de fuerza, de la potencia media del trabajo y de la fuerza muscular inicial).
- Durante las tres semanas de entrenamiento, el parámetro que mide la capacidad de desarrollar impulsos explosivos de la fuerza tan importantes como la fuerza muscular inicial se mantiene a un nivel inferior respecto al nivel inicial (antes del entrenamiento).

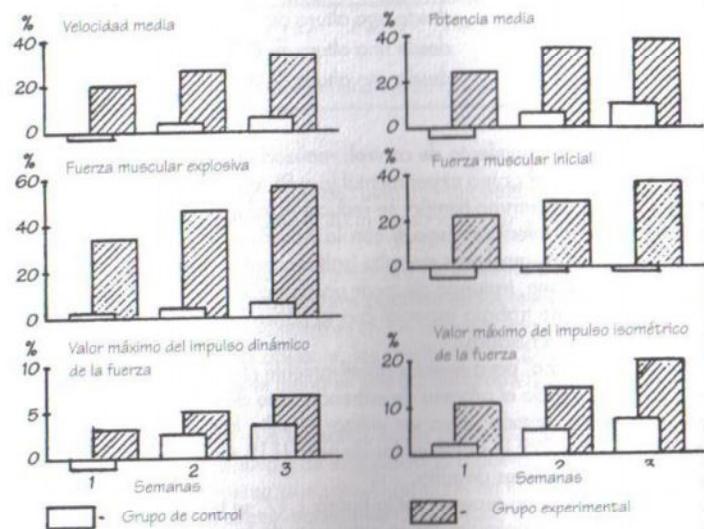


Figura 3.3. Variaciones de los valores de los parámetros de fuerza rápida en el movimiento de control (extensión de la extremidad inferior) en el levantamiento de peso.

A través de un dinamógrafo, se han registrado los parámetros biomecánicos, en el momento de la extensión de la pierna, de tres segmentos diferentes (trazos) de la amplitud del movimiento. En la figura 3.4 aparecen las modificaciones que se produjeron en cada uno de los segmentos examinados durante las tres semanas de preparación. Se aprecia fácilmente que:

- El método pliométrico (grupo A) desarrolló un aumento importante de la potencia de trabajo en cada segmento (trazo) de la amplitud de trabajo del movimiento.

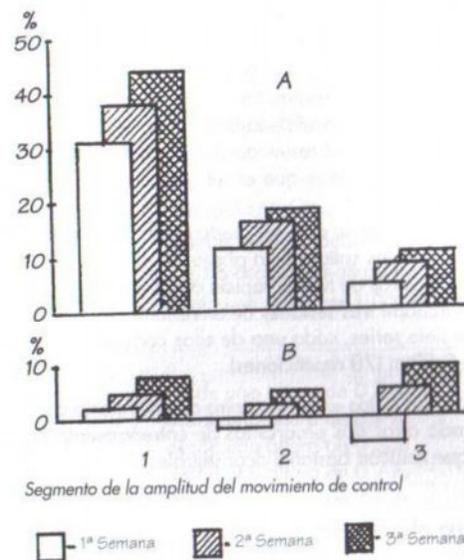


Figura 3.4. Cambio de la potencia del empleo de la fuerza en los diferentes segmentos de la amplitud del movimiento de control de los levantadores de pesos (A - grupo experimental; B - grupo de control).

- El aumento de la potencia de trabajo en el grupo experimental es esencialmente mayor que el en grupo de control.
- Cabe destacar que el mayor incremento de la potencia de trabajo aparece en el primer segmento de la amplitud del movimiento (es decir, en el trazo inicial).

Por lo tanto, se puede afirmar para concluir que:

- En tres semanas, el método pliométrico produjo un aumento importante, tanto de la fuerza isométrica máxima (20%), como de la fuerza muscular explosiva (58,8%).
- Hay que resaltar el hecho de que el método pliométrico asegura un gran aumento de la fuerza muscular inicial (38,1%) y de la potencia de trabajo en el trazo inicial de la amplitud del movimiento (43,8%). Éste es un dato muy importante porque para la aceleración de la haltera se necesita una gran potencia en el impulso de la fuerza que se realiza en el momento ini-

cial, cuando la fuerza se transmite a los aparatos, es decir, cuando empezamos a moverlos.

- La utilización del método pliométrico ha permitido conseguir resultados mejores que los del grupo de control tanto en la arrancada como en el impulso. El aumento total de la suma de los levantamientos (es decir, del resultado de la arrancada sumado al resultado del impulso) era en el grupo experimental de un 6,7%, mientras que en el grupo de control era sólo de un 1,5%.
- Por tanto, se sobreentiende que, ya desde la primera semana en la que comienzan a utilizarse los saltos hacia abajo, se producía un aumento importante de los parámetros de fuerza rápida de los deportistas. En esta primera semana se realizaban tres sesiones de entrenamiento especiales con un volumen total de siete series, cada una de ellas compuesta de 10 saltos desde una altura de 0,50 m (70 repeticiones).

De acuerdo con los datos experimentales anteriormente citados, se han elaborado y verificado otros dos programas de entrenamiento para los levantadores de pesos que resultan bastante aconsejables.

### Programa para el periodo de pretemporada para levantadores de peso de alta cualificación

Los saltos en contramovimiento deben realizarse tres veces a la semana durante tres semanas. El volumen total de la carga debe ser igual a 360 saltos, de los cuales 30 deben realizarse desde una altura de 0,50 m, 220 desde una altura de 0,70 m y 110 desde una altura de 1,00 m.

1 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,5 m	2 x 10
	desde una altura de 0,7 m	2 x 10
2 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,5 m	1 x 10
	desde una altura de 0,7 m	3 x 10
3 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	4 x 10
4 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	4 x 10
5 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	3 x 10
	desde una altura de 1,0 m	1 x 10
6 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	2 x 10
	desde una altura de 1,0 m	2 x 10
7 <sup>o</sup> día	desde una altura de 1,0 m	4 x 10
8 <sup>o</sup> día	desde una altura de 1,0 m	4 x 10
9 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	4 x 10

El último día de este programa debe realizarse entre 8 y 10 días antes del comienzo de la temporada.

### Programa para el periodo preparatorio de los levantadores de peso de alta cualificación

Los saltos hacia abajo deben realizarse tres veces a la semana durante cuatro semanas. El volumen total de la carga debe ser igual a 480 saltos, de los cuales 40 deben llevarse a cabo desde una altura de 0,50 m, 220 desde una altura de 0,70 m y 220 desde una altura de 1,00 m.

1 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,5 m	3 x 10
	desde una altura de 0,7 m	1 x 10
2 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,5 m	1 x 10
	desde una altura de 0,7 m	3 x 10
3 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	4 x 10
4 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	4 x 10
5 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	3 x 10
	desde una altura de 1,0 m	1 x 10
6 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	2 x 10
	desde una altura de 1,0 m	2 x 10
7 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	1 x 10
	desde una altura de 1,0 m	3 x 10
8 <sup>o</sup> día	desde una altura de 1,0 m	4 x 10
9 <sup>o</sup> día	desde una altura de 1,0 m	4 x 10
10 <sup>o</sup> día	desde una altura de 1,0 m	4 x 10
11 <sup>o</sup> día	desde una altura de 1,0 m	4 x 10
12 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,7 m	4 x 10

En líneas generales, estos dos últimos programas aportan el mismo grado de entrenamiento, a nivel de preparación de la fuerza, que el primer programa. Sin embargo, durante el estudio del tercer programa en el período preparatorio se ha comprobado un hecho muy interesante. Se ha podido apreciar que el método pliométrico no sólo garantiza un aumento importante del nivel de la preparación especial de la fuerza de los levantadores de pesos, sino que también ha contribuido al perfeccionamiento de su calidad técnica; esto se traduce en que el paso del trabajo muscular excéntrico al concéntrico en la ejecución de la tracción de la haltera hacia el pecho, en que el giro sobre el pecho

y el levantamiento de la haltera con los miembros superiores sobre la cabeza son más rápidos.

Como ejemplo, en la figura 3.5 aparecen representados los valores registrados del componente vertical de la reacción de apoyo ( $F_y$ ), del ángulo de la articulación de la rodilla ( $\alpha^\circ$ ) y de la velocidad vertical de la haltera ( $V_y$ ) en el momento de la extensión de los miembros superiores de un levantador de peso con la haltera, antes (A) y después (B) del entrenamiento experimental (un entrenamiento con saltos hacia abajo de una duración de cuatro semanas). La línea P representa la suma total del peso del cuerpo del deportista y de las pesas. Ahora pasamos a analizar cuáles han sido los cambios en el sistema de movimiento.

1. El tiempo de aceleración de la haltera disminuye notablemente (22,0%). En particular, si la fase de amortiguación ( $t_1$ ) disminuye un 12,5%, la fase de trabajo activo concéntrico disminuye un 26,4%. Por tanto, resulta fácil comprobar que en la fase de trabajo concéntrico ( $t_2$ ) aumentan tanto la velocidad de levantamiento de la haltera al pecho, como la de la extensión de la articulación de la rodilla. Además, disminuye la profundidad de la flexión en la amortiguación de las rodillas (el ángulo de la articulación de las rodillas en la posición más baja varía entre  $101^\circ$  y  $112^\circ$ ).
2. Evidentemente, estas modificaciones vienen determinadas por una mayor potencia del trabajo muscular y por una mejora de la capacidad reactiva de los músculos. Este hecho se explica gracias al carácter más concentrado de las expresiones del trabajo de la fuerza muscular ( $F_y$ ), al aumento más rápido del tiempo de trabajo de fuerza y al aumento de su valor máximo. Antes de utilizar los saltos hacia abajo, el máximo desarrollo de la fuerza era igual al 179% de la suma de la masa corporal del deportista y del equipo utilizado durante el periodo de competición. Sin embargo, después de este entrenamiento experimental (es decir, después del programa de ejercicios de salto hacia abajo) se alcanzaba un 211%. Al mismo tiempo, la fuerza muscular explosiva aumentaba un 54% y la capacidad reactiva del sistema neuromuscular un 28%.

Para concluir, conviene recordar que el volumen de trabajo con las halteras de los levantadores de peso que utilizaban el salto hacia abajo se redujo un 14,2% (940 alzadas) con respecto al volumen de trabajo aconsejado. A pesar de todo, los resultados en la suma de los dos levantamientos (resultado del impulso + resultado de la arrancada) conseguidos por los deportistas del grupo experimental superaban en un 12,3% (6,6 kg) a los de los deportistas que utilizaban el programa tradicional (que no incluía los saltos hacia abajo). La fuerza explosiva y la capacidad reactiva del sistema neuromuscular de los deportistas del grupo de control aumentaron un 7 y un 10%, respectivamente.

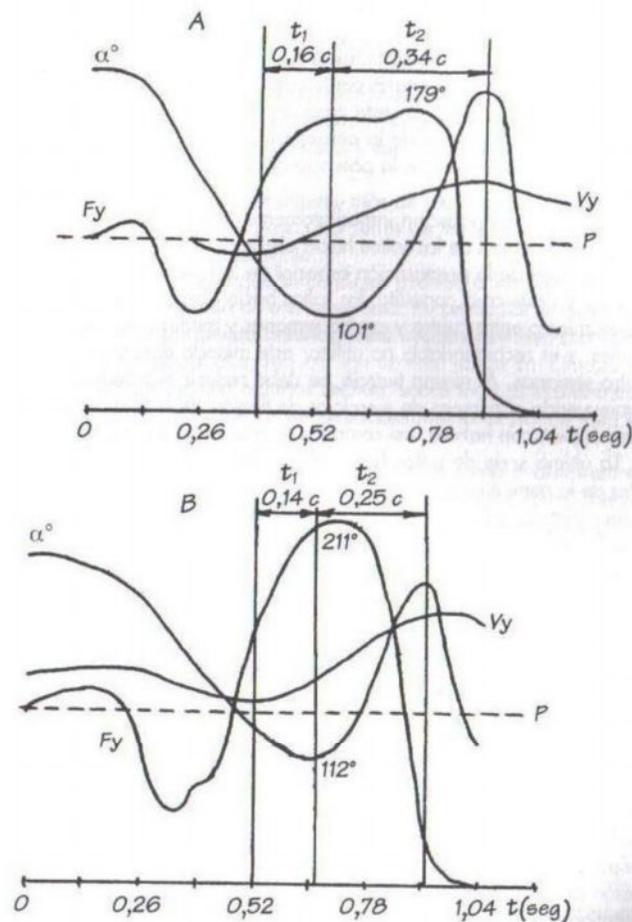


Figura 3.5. Características biomecánicas del trabajo de la extremidad inferior en el levantamiento de la haltera al pecho (el peso de la haltera será 150 kg) antes (A) y después del entrenamiento (B) (el entrenamiento, que incluía saltos hacia abajo, duraba cuatro semanas) (explicación en el texto).

La experiencia del uso de los saltos hacia abajo en el entrenamiento de los levantadores de peso permite afirmar lo siguiente:

1. Es aconsejable utilizar los saltos hacia abajo en el período de preparación sólo como medio suplementario dentro de una etapa caracterizada por un alto volumen de trabajo. En este caso, el objetivo principal consiste en el aumento de la intensidad de la preparación especial de fuerza con el fin de desarrollar directamente la potencia de los movimientos (impulso de la fuerza).
2. En la etapa de preparación inmediatamente anterior a las competiciones, el objetivo principal de los saltos hacia abajo consiste en el aumento inmediato del nivel de la preparación especial de la fuerza de los levantadores de peso. En este caso concreto, los saltos hacia abajo deben incluirse en el entrenamiento entre cuatro y cuatro semanas y media antes de las competiciones, y es recomendable no utilizar este método durante más de tres o cuatro semanas. Al mismo tiempo, se debe reducir el volumen de trabajo disminuyendo el número de ejercicios de flexión de las extremidades inferiores (*squat*) con haltera, así como los ejercicios de impulso y de arrancada. La última serie de saltos hacia abajo debe realizarse de 7 a 10 días antes de la competición.
3. Se recomienda realizar los saltos hacia abajo a partir del momento en que ya se haya llevado a cabo un trabajo importante con las halteras.
4. En una sesión de entrenamiento, los saltos hacia abajo deben comenzar a ejecutarse cuando ya se haya realizado un trabajo de base (sobre todo, técnico) con halteras, antes de llevar a cabo las flexiones con las extremidades inferiores (*squat*) y los ejercicios de impulso y arrancada.
5. En cada sesión de entrenamiento, los saltos hacia abajo deben ejecutarse después de un calentamiento especial compuesto de saltos hacia arriba, después de un salto hacia delante con las dos extremidades inferiores a la vez, seguido de más saltos hacia arriba, realizados empleando un impulso medio de la fuerza, después de un salto hacia abajo desde una altura muy accesible (0,30-0,40 m.)
6. Después de observar los experimentos efectuados, se ha llegado a la conclusión de que la altura de la caída y el número de saltos hacia abajo de los programas anteriormente citados son los adecuados. No obstante, si tenemos en cuenta que el efecto que producen los saltos hacia abajo en el organismo es diferente en cada caso, estos parámetros pueden ser alterados, teniendo en cuenta las condiciones de cada uno. Pese a todo, estos cambios sólo se pueden realizar empíricamente, es decir, a base de intentos, probando las diferentes variantes del número y de la distribución de los saltos, por ejemplo, durante la pretemporada.

7. Los saltos hacia abajo favorecen de un modo muy eficaz tanto el aumento del nivel de la preparación específica de la fuerza de los levantadores de peso, como el perfeccionamiento de su habilidad técnica. Por esta razón, cuando utilicemos este método en los entrenamientos, hay que controlar muy detalladamente el estado funcional del organismo del deportista y los pormenores de su técnica. Sólo de este modo se puede alcanzar el programa adecuado para estos ejercicios, y así, los deportistas pueden mejorar utilizándolo.
8. Estos ejercicios no deben realizarse más de tres veces a la semana (en días alternos) y en no más de cuatro series de 10 saltos cada una, en una misma unidad de entrenamiento.
9. El elevado rendimiento que se consigue gracias a los saltos hacia abajo permite ahorrar trabajo de entrenamiento. En particular, el uso de los programas de entrenamiento anteriormente citados permite, con respecto a los métodos tradicionales, reducir ligeramente (entre un 14 y un 16%) el volumen de trabajo con halteras debido, sobre todo, a la disminución del volumen de flexiones con las extremidades inferiores (*squat*) y de los ejercicios de impulso y de arrancada.
10. Para los levantadores de peso de las categorías comprendidas entre los 60 y los 100 kg, la altura adecuada estaría cerca de los 0,70 m, mientras que para las categorías de más de 100 kg la altura óptima rondaría los 0,50-0,60 m.

### Programas universales para el desarrollo de la capacidad de salto de los deportistas en el periodo preparatorio

Se trata de unos programas que pueden resultar útiles en cualquier caso en que sea necesario el desarrollo de la capacidad de salto. Dicho de otro modo, los pueden utilizar todos aquellos deportistas para quienes, independientemente del deporte que practiquen, sea necesario correr a gran velocidad, saltar, tener una gran capacidad de aceleración partiendo de una posición firme, ser capaz de cambiar bruscamente la dirección de la carrera, etc.

Estos programas de entrenamiento se han desarrollado de acuerdo con el así llamado "principio complejo" del efecto de mejora; en otras palabras, está previsto el uso de la interacción positiva (acumulación) de los efectos que mejoran el rendimiento de cada deportista en diferentes métodos de entrenamiento:

- Las flexiones de las extremidades inferiores y los saltos hacia delante con la haltera sobre la espalda.
- Los saltos hacia arriba cargando pesas en T.
- Los saltos en contramovimiento.

Al utilizar estos métodos, es recomendable realizar tres variantes con distintos niveles de dificultad. Las variantes del programa aparecen aquí explicadas siguiendo un orden creciente en el efecto potenciador que ejercen sobre el sistema neuromuscular.

#### Primera variante

La primera variante debe realizarse dos veces a la semana durante seis semanas (en total, doce sesiones de entrenamiento).

1 <sup>er</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	3 x 10
2 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	4 x 10
3 <sup>er</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores ( <i>squat</i> ) con haltera (el peso de la haltera es del 90-93% del máximo)	2-3 x 3
4 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	4 x 10
5 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con haltera (90-93% del máximo) - saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	2 x 3 2 x 10
Deben realizarse 2 series		
6 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con haltera (90-93% del máximo) - saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	1 x 3 1 x 10
Deben realizarse 3 series		
7 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con haltera (90-93% del máximo) - saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	1-2 x 3 2 x 10
Deben realizarse 2 series		

8 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con haltera (93-95% del máximo) - saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	1 x 3 1 x 10
Deben realizarse 3-4 series		
9 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con haltera (93-95% del máximo) - saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	1 x 3 1 x 10
Deben realizarse 4 series		
10 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con haltera (93-95% del máximo) - saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	1 x 3 2 x 10
Deben realizarse 2 series		
11 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	4 x 10
12 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	4 x 10

#### Notas:

1. Entre paréntesis aparecen indicados la altura de la caída en los saltos hacia abajo y el peso de la haltera.
2. El peso de la haltera viene indicado en tanto por ciento del peso máximo.
3. En éstas y en las siguientes variantes, la pausa entre las repeticiones de los ejercicios es 4-6 minutos, y entre las series, 8-10 minutos.

#### Segunda variante

La segunda variante del programa debe realizarse dos veces a la semana durante seis semanas (en total, doce sesiones de entrenamiento).

1 <sup>er</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	3 x 10
2 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 0,75 m) - saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	2 x 10 2 x 10
3 <sup>er</sup> día	- saltos hacia arriba cargando una pesa en T (24 kg)	4 x 10
4 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con haltera (90-93% del máximo) - saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	2-3 x 3 3 x 10
5 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	4 x 10
6 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con haltera (90-93% del máximo) - saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	2 x 3 1 x 10
Deben realizarse 3 series		
7 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con haltera (90-93% del máximo) - saltos hacia arriba cargando una pesa en T (24 kg)	2 x 3 2 x 10
Deben realizarse 2 series		
8 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	4 x 10
9 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (93-95% del máximo) - saltos hacia arriba cargando una pesa en T (32 kg)	1 x 3 1 x 10
Deben realizarse 2-3 series		
10 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	4 x 10

11 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (93-95% del máximo) - saltos hacia arriba cargando una pesa en T (32 kg)	2 x 3 2 x 10
Deben realizarse 2 series		
12 <sup>o</sup> día	- saltos hacia arriba cargando una pesa en T (32 kg) - saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	1 x 10 1 x 10
Deben realizarse 4 series		

*Tercera variante*

La tercera variante del programa prevé un trabajo específico, concentrado y muy eficaz para el desarrollo de la capacidad de salto, y exige una preparación previa adecuada. Este programa debe realizarse tres veces a la semana durante cinco semanas (en total, quince unidades de entrenamiento).

1 <sup>er</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (90-93% del máximo) - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (30-40% del máximo)	2 x 3 2 x 8-10
2 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	4 x 10

3 <sup>er</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	4 x 10
4 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (93-95% del máximo)	1 x 2-3
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T (24 kg)	1 x 10
	- saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	2 x 10
Deben realizarse 2 series		
5 <sup>o</sup> día	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T (32 kg)	2 x 10
	- saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	2 x 10
Deben realizarse 2 series		
6 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	4 x 10
7 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (93-95% del máximo)	2 x 2-3
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T (32 kg)	2 x 10
	Deben realizarse 2 series	
8 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (93-95% del máximo)	2 x 2-3
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T (24 kg)	2 x 10
	- saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	2 x 10
	Deben realizarse 2 series	
9 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	4 x 10

10 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (93-95% del máximo)	1 x 2-3
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (30-40% del máximo)	2 x 10
	Deben realizarse 3 series	
11 <sup>o</sup> día	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T (32 kg)	2 x 10
	- saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	2 x 10
Deben realizarse 2 series		
12 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	4 x 10
13 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (93-95% del máximo)	1 x 2-3
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (30-40% del máximo)	2 x 10
	Deben realizarse 3 series	
14 <sup>o</sup> día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (30-40% del máximo)	2 x 10
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T (24 kg)	2 x 10
	Deben realizarse 2 series	
15 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde 0,75 m)	2 x 10
	- saltos hacia abajo (desde 1,10 m)	2 x 10

Cuando se utilizan estos programas para el desarrollo de la capacidad de salto, hay que tener en cuenta que:

1. El deportista debe estar muy bien preparado antes de comenzar. Es decir, antes de utilizar estos programas, el deportista debe realizar un determinado número de ejercicios de salto con haltera. Además, el deportista tiene que tener una técnica correcta en los saltos hacia abajo.
2. En una sesión de entrenamiento, se pueden combinar algunos programas dedicados al desarrollo de la capacidad de salto con otro tipo de trabajo (por ejemplo, imitaciones de elementos técnicos, ejercicios para el tronco y para la cintura escapulohumeral, etc.), manteniendo siempre la supremacía de los programas a los que nos estamos refiriendo. En ningún caso, estos programas deben considerarse un "suplemento" de otros tipos de trabajo.
3. El trabajo dirigido al desarrollo de la capacidad de salto no puede combinarse con un trabajo que profundice en el perfeccionamiento de la técnica, ni con un trabajo encaminado a aumentar la velocidad de los movimientos.
4. La tercera variante del programa para el desarrollo de la capacidad de salto se basa en el principio de la concentración de la carga específica en un periodo determinado de tiempo. Este modelo de organización de la carga de entrenamiento prevé una carga importante sobre el organismo que, por lo general, provoca una fuerte disminución de una serie de parámetros funcionales, en particular, de la capacidad de llevar a cabo impulsos explosivos de la fuerza. Sin embargo, este fenómeno no representa ningún peligro y tiene un carácter temporal y reversible. Al final del programa, que dura cinco semanas, todos estos parámetros no sólo vuelven a su nivel inicial, sino que lo superan notablemente. Este fenómeno lo hemos estudiado y analizado en nuestro trabajo (1978-1985) *efecto del entrenamiento retardado a largo plazo* (Earlt). La esencia de este fenómeno consiste en que el efecto positivo funcional de un impulso de la fuerza concentrado no se desarrolla en el momento, sino que aparece al final de su ejecución (figura 3.6). La etapa de concentración de la carga (A) se corresponde con la denominada *fase paradójica de Earlt*, durante la cual la capacidad funcional del deportista (en este caso, la capacidad de desarrollar impulsos explosivos de la fuerza [J]) disminuye momentáneamente. A continuación, aparece la etapa de *rehabilitación*, caracterizada por un trabajo de alta intensidad, pero de poco volumen (B), que provoca no sólo que los parámetros funcionales vuelvan a su nivel inicial, sino que mejoren entre un 20 y un 30%.

El uso correcto de este método ofrece amplias posibilidades para la racionalización de los sistemas de entrenamiento de los atletas de alto nivel.

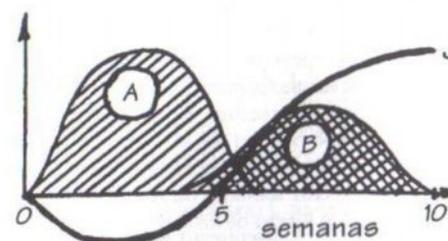


Figura 3.6. Esquema principal del efecto del entrenamiento retardado a largo plazo de un trabajo concentrado de la fuerza.

### Programa para el desarrollo del impulso de las extremidades superiores en ejercicios de elevada dificultad para gimnastas de alto nivel

Este programa dura doce semanas (en total, 48 sesiones de entrenamiento), de las cuales:

- Cuatro semanas se utilizan para el periodo de preparación general.
- Ocho semanas representan el periodo de preparación especial.

Se llevan a cabo seis sesiones de entrenamiento a la semana:

- Cinco sesiones de entrenamiento se dedican a la preparación para el concurso general; después del calentamiento se realiza un conjunto de ejercicios creados para la preparación especial de la fuerza.
- Una sesión de entrenamiento (la sexta, el jueves) se dedica en exclusiva a la preparación especial de la fuerza.

Los objetivos principales del periodo de preparación general son los siguientes:

- Preparar los músculos y los ligamentos de las extremidades superiores para una elevada carga pliométrica.
- Aumentar la fuerza de los grupos musculares que trabajan en el momento del impulso.

Es recomendable que el primero y el segundo grupos de ejercicios se alternen una semana uno y la siguiente semana el otro.

*Primer grupo*

1. A partir de una posición de apoyo en las barras paralelas, moverse hacia delante con impulsos sucesivos de los miembros superiores (2 repeticiones).
2. A partir de una vertical invertida, realizar impulsos hacia delante sobre los miembros inferiores (2 x 8).
3. Trepár por una cuerda con la única ayuda de las manos (2 repeticiones).
4. Con los brazos en forma de cruz sobre las barras paralelas, pasar a la posición vertical invertida con la fuerza de las manos (con ayuda del entrenador) (2 x 5).
5. Con el cuerpo extendido sobre el suelo en apoyo prono sobre las extremidades superiores en dos plintos de una altura de 10 cm, con las extremidades inferiores paralelas al suelo, dejarse caer hacia abajo con las extremidades superiores y volver a la posición inicial (2 x 8).
6. A partir de una posición vertical invertida, moverse tanto lenta como rápidamente con los miembros superiores sobre una distancia de 10 m.
7. A partir de la vertical invertida sobre un minitrampolín elástico, realizar impulsos hacia arriba con los miembros superiores (2 x 10).
8. A partir de la vertical invertida, realizar flexiones y extensiones con los miembros superiores (2 x 10).
9. A partir de una posición vertical, con la espalda apoyada sobre un potro, levantar con los miembros superiores estirados una haltera. El peso de la haltera debe ser del 85% del máximo (2 x 3).

*Segundo grupo*

1. A partir de la vertical invertida, impulsos hacia arriba estando parado con los miembros superiores (2 x 8).
2. A partir de la vertical invertida, con una sobrecarga (un cinturón de 3-4 kg) colocada en la cintura, realizar impulsos hacia arriba estando parado con los miembros superiores (2 x 8).
3. Trepár rápidamente por la cuerda utilizando sólo los miembros superiores y descender lentamente.
4. A partir de una vertical invertida en las anillas, agarrado a la anilla a pulso, pasar (lentamente) a la posición de cruz invertida mediante la fuerza realizando un movimiento escurridizo y volver rápidamente a la posición inicial.
5. Con el cuerpo tendido en el suelo, apoyado en los miembros superiores sobre dos plintos a una altura de 15 cm, y con las extremidades inferiores paralelas al suelo, dejarse caer hacia abajo y volver a la posición inicial (2 x 8).

6. A partir de una vertical invertida sobre las barras paralelas, realizar flexiones y extensiones de las extremidades superiores a gran velocidad (2 x 6).
7. A partir de la vertical invertida sobre un minitrampolín elástico, realizar impulsos hacia arriba con las extremidades superiores (2 x 20).

Los objetivos principales de este período de preparación especial son los siguientes:

- El desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos de las extremidades superiores.
- El aumento del nivel de realización del potencial motor de los gimnastas en los ejercicios de mucha dificultad.

El período de preparación especial se divide en dos partes de cuatro semanas cada una.

En la primera parte del período de preparación especial, el tercer grupo debe realizarse tres veces a la semana (lunes, miércoles y sábado), y el cuarto grupo, una vez a la semana (el jueves). En la segunda parte, el cuarto grupo se ejecuta dos veces a la semana (el martes y el sábado). Una vez a la semana, en un entrenamiento se deben realizar volteretas en apoyo que requieren una gran capacidad de impulso de las extremidades superiores, por ejemplo:

- Voltereta hacia delante cayendo sobre una colchoneta desde una altura de 220 cm en posición prona (4 repeticiones).
- Voltereta sobre el potro, cuya parte más alejada del gimnasta debe ser 10 cm más alta respecto a la parte más cercana (4 repeticiones).

La ejecución de estos ejercicios requiere un aumento de la potencia de la fuerza que surge durante la interacción entre las extremidades superiores y el apoyo (sobre el potro). Del mismo modo, también exige un aumento de la capacidad explosiva de los músculos de las extremidades superiores y de la cintura escapulohumeral, sobre los que estos ejercicios producen un efecto de mejora.

*Tercer grupo*

1. A partir de una vertical invertida sobre un minitrampolín elástico, realizar impulsos hacia arriba con las extremidades superiores desde una posición firme (2 x 20).
2. A partir de una vertical invertida, con un cinturón (2-3 kg) colocado en la cintura, avanzar con impulsos de las extremidades superiores hacia delante (2 x 10).

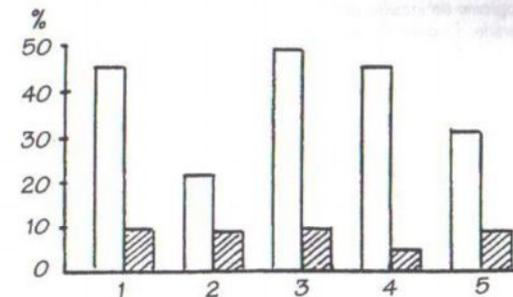
3. A partir de una vertical invertida, realizar caídas en contramovimiento sobre las extremidades superiores desde una altura de 15, 20 y 25 cm (3 x 5).
4. A partir de una posición con los brazos en forma de cruz sobre las barras paralelas, pasar tomando la posición de "arco" a una vertical invertida (con ayuda del entrenador) (2 x 5).
5. A partir de la vertical invertida, realizar a gran velocidad flexiones y extensiones de las extremidades superiores (2 x 6).
6. A partir de la vertical invertida sobre las anillas, agarrado a la anilla a pulso, pasar lentamente a través de un movimiento escurridizo a la posición de cruz invertida y volver a la posición inicial a la máxima velocidad posible.
7. A partir de la vertical invertida, con un cinturón colocado en la cintura de 0,50 a 1,00 kg de peso, realizar impulsos hacia arriba desde la posición de firme con las extremidades superiores, acompañados de un movimiento rápido de flexiones y extensiones de las extremidades inferiores (2 x 8).
8. Trepár rápidamente por una cuerda con la única ayuda de las extremidades superiores y descender lentamente (2 repeticiones).
9. Apoyado en las barras paralelas, avanzar rápido (a velocidad máxima) mediante impulsos sucesivos de las extremidades superiores (2 repeticiones).
10. Con el cuerpo extendido en el suelo, apoyado sobre dos plintos con las extremidades superiores (altura, 20 cm) en un ángulo "miembros inferiores-suelo" igual a 45°, dejarse caer hacia abajo y volver a la posición inicial (frecuencia alta, el ángulo de la articulación del codo debe ser abierto) (2 x 5).

#### Cuarto grupo

1. A partir de una posición vertical invertida sobre un minitrampolín elástico, realizar impulsos hacia arriba con las extremidades superiores (2 x 20).
2. A partir de una vertical invertida, con un cinturón colocado en la cintura de 2-3 kg, avanzar mediante impulsos sucesivos de las extremidades superiores (2 x 10).
3. A partir de una vertical invertida sobre un plinto de una altura de 25 cm, dejarse caer en contramovimiento de las extremidades superiores (3 x 5).
4. Con los brazos en forma de cruz sobre las barras paralelas, pasar realizando un movimiento de fuerza a la vertical invertida adoptando la posición de "arco" (con ayuda del entrenador) (2 x 7).
5. A partir de una vertical invertida, realizar impulsos hacia arriba desde la posición de firme con las extremidades inferiores y con sobrecarga (un cinturón de 0,50-1,00 kg colocado en la cintura), todo ello acompañado de un rápido movimiento de flexiones y extensiones de las extremidades inferiores (2 x 8).

6. Apoyado en las barras paralelas, avanzar rápidamente mediante impulsos sucesivos de las extremidades superiores (2 repeticiones).
7. Trepár rápidamente por una cuerda utilizando exclusivamente las extremidades superiores y descender lentamente (2 repeticiones).
8. A partir de una vertical invertida, descender unos peldaños (altura, 15 cm), dejándose caer hacia abajo con las extremidades superiores (3 x 5).
9. A partir de una vertical invertida, con una sobrecarga (un cinturón de 0,50-1,00 kg colocado en la cintura), realizar impulsos hacia arriba con las extremidades superiores, todo ello acompañado de un rápido movimiento de flexiones y extensiones de las extremidades inferiores (2 x 8).

La valoración experimental del programa ha revelado una mejora de los resultados en una serie de test de fuerza explosiva y de capacidad reactiva de los músculos de las extremidades superiores y de la cintura escapulohumeral a la hora de realizar impulsos desde una posición de apoyo (figura 3.7). Los parámetros de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los deportistas que utilizaban los programas anteriormente citados superaron a los de los deportistas del grupo de control (es decir, los deportistas que no utilizaban el programa especial para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular).



**Figura 3.7.** Modificaciones de los parámetros de fuerza rápida en los gimnastas durante la experimentación (los parámetros del grupo de control rayados).

1. Flexiones y extensiones de las extremidades superiores a partir de una vertical invertida (número de repeticiones).
2. Tiempo sobre una distancia de 3 m recorrida avanzando con las extremidades superiores (a partir de una vertical invertida) (seg).
3. Altura del vuelo en el impulso hacia arriba con las extremidades superiores a partir de una vertical invertida (cm).
4. Altura del vuelo en el impulso hacia arriba con las extremidades superiores después de una caída hacia abajo desde una altura de 15 cm (cm).
5. Altura del vuelo en el impulso hacia arriba con las extremidades superiores después de un salto hacia abajo desde una altura de 25 cm (cm).

En la figura 3.8 y en la 3.9 aparecen representados los dinamogramas del impulso hacia arriba después de una caída hacia abajo con las extremidades superiores desde una altura de 0,15 m; ilustran muy a las claras los cambios positivos que se producen en la interacción entre el gimnasta y el apoyo.

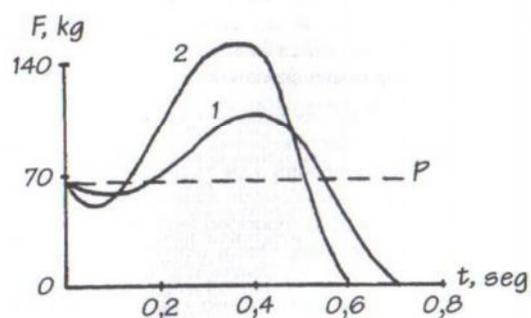


Figura 3.8. Dinamograma del impulso vertical realizado con las extremidades superiores a partir de una vertical invertida: 1 - antes del experimento; 2 - después del experimento.

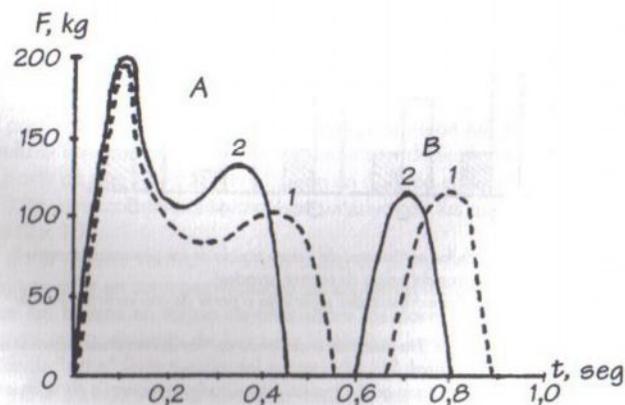


Figura 3.9. Dinamograma del impulso de las extremidades superiores después de una caída hacia abajo desde una altura de 0,15 m (A) y de la siguiente caída después del impulso hacia arriba de las extremidades superiores (B): 1 - antes del experimento; 2 - después del experimento.

En el impulso hacia arriba con las extremidades superiores a partir de la posición vertical invertida, aumenta el valor máximo del uso de la fuerza y disminuye el tiempo del movimiento completo (figura 3.8).

En el impulso realizado después de un salto hacia abajo (figura 3.9), el valor máximo del uso de la fuerza aumenta (segundo pico del dinamograma A) y el tiempo del movimiento completo disminuye. La duración de la fase de vuelo aumenta (fase que discurre entre el impulso A y la caída B). Al comienzo de la caída después del salto hacia abajo, el valor de la interacción pliométrica y el apoyo (primer pico del dinamograma A) no ha cambiado.

Las variaciones positivas a nivel de desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular de los gimnastas tienen también como consecuencia una mejora del impulso a la hora de realizar ejercicios de salto de control (vuelta hacia delante con 1,5 salto - giro hacia delante). El tiempo de vuelo después del impulso con las extremidades superiores disminuyó en 0,117 seg (13,7%), la altura de vuelo (incluida la del potro) aumentó 1,9 cm (6,2%). En el grupo de control, estos cambios fueron 0,007 seg (0,83%) y 1,4 cm (1,12%), respectivamente. En el grupo experimental, la puntuación (votación) en la prueba del potro aumentó de 9,03 a 9,25 puntos (2,43%), mientras que en el grupo de control pasó de 8,97 a 9 puntos (0,44%).

## CAPÍTULO IV:

# PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO PARA DEPORTES CÍCLICOS

---

En este capítulo se analizan programas para:

- Remeros de alto nivel.
- Mediodondistas de alto nivel.
- Velocistas de alto nivel.

### Programa para remeros de alto nivel

Este programa tiene la finalidad de aumentar el nivel de la capacidad reactiva y de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores en condiciones de agotamiento y prevé que:

- Los remeros posean un nivel bastante alto de fuerza máxima muscular.
- Al mismo tiempo, se realice un trabajo especial de fuerza sobre los músculos de las extremidades superiores, de la cintura escapulohumeral y del tronco.

El objetivo principal del programa consiste en aumentar el potencial de fuerza de los músculos extensores de las extremidades inferiores, teniendo en cuenta la especificidad del trabajo que realizan los remeros. Concretamente, esto se materializa:

- En el aumento de la máxima fuerza muscular.
- En el aumento de la fuerza explosiva.
- En la mejora de la R (capacidad reactiva) en unas condiciones en las que se requiera resistencia específica.
- En el desarrollo de la capacidad muscular elástica (capacidad de recuperación de la energía mecánica).

El programa incluye cuatro ejercicios de base de régimen muscular con carácter pliométrico, realizados en cuatro variantes diferentes (figura 4.1):

- Saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. El peso de la haltera debe ser un 40% del peso máximo en los ejercicios de flexión de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (*squat*).
- Saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. El peso de la sobrecarga (16, 24 o 32 kg) se elige de modo individual para cada atleta. Este ejercicio puede realizarse comenzando tanto desde el suelo, como con los pies apoyados en dos bancos paralelos.
- Saltos hacia un plinto (o hacia otro aparato), con una altura de 0,25-0,30 cm.
- Saltos hacia abajo desde una altura de 0,50 y 0,70 m.

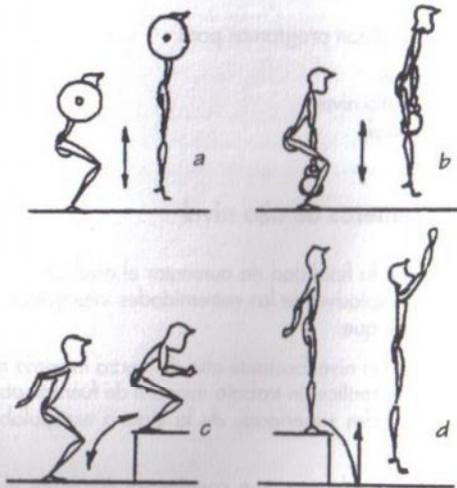


Figura 4.1. Ejercicios con carácter pliométrico de trabajo muscular para remeros.

Este programa puede alterarse, intercalando otros ejercicios para remeros explicados anteriormente.

En la base de este programa se encuentra el método a intervalos de series, que consiste en la repetición de un trabajo de alta intensidad y de breve duración con una pausa de recuperación corta. Varias repeticiones del ejercicio

constituyen una *tabla*, varias repeticiones de una tabla constituyen una *serie*, que, a su vez, deben realizarse varias veces con pausas relativamente largas. La dosificación del trabajo se mide a través de estos parámetros:

- El número de repeticiones en una tabla y, por consiguiente, la duración del trabajo.
- El número de tablas en una serie.
- El número de series.
- La pausa entre las tablas en una misma serie.
- La pausa entre las series.

Una indicación del tipo 8 x 10 (3) significa que:

- Deben realizarse 3 series.
- Cada serie está compuesta de 8 tablas.
- Cada tabla incluirá 10 repeticiones de un ejercicio.

Además, también aparecen indicadas las pausas entre las tablas y entre las series.

Este programa debe llevarse a cabo dos veces a la semana durante ocho semanas (en total, dieciséis sesiones de entrenamiento).

1 <sup>er</sup> día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera debe ser un 40% del máximo). La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-12 min	4 x 8 (2)
2 <sup>o</sup> día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera debe ser un 40% del máximo). La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-12 min - saltos hacia abajo desde una altura de 0,50 m. La pausa entre las tablas será de 1-2 min y entre las series, de 5-6 min	5 x 8 (2) 2 x 10 (2)
3 <sup>er</sup> día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-12 min - saltos hacia abajo desde una altura de 0,70 m	5 x 10 (2) 4 x 10 (1)

4° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-12 min	6 x 10 (2)
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 4 min	4 x 10 (1)
5° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-10 min	6 x 10 (3)
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 30 seg	4 x 8 (1)
6° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 30 seg y entre las series, de 8-10 min	6 x 10 (3)
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 30 seg y entre las series, de 4-6 min	5 x 8 (2)
7° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 30 seg y entre las series, de 8-10 min	8 x 10 (2)
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 10 seg	6 x 10 (1)
8° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 30 seg entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (2)
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 4-6 min	8 x 10 (2)
9° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 30 seg entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (4)
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 4-6 min	8 x 10 (2)

10° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 30 seg entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (3)
	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 4-6 min	10 x 10 (3)
11° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (4)
12° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (4)
13° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (3)
	- saltos hacia un plinto (altura de 0,25-0,30 m) realizados con una frecuencia moderada. La pausa entre las tablas será de 4 min	4 x 10 (2)
14° día	- saltos hacia un plinto, realizados con una frecuencia más elevada que el día anterior. La pausa entre las tablas será de 3 min y entre las series, de 10-12 min	4 x 50 (2-3)
15° día	- saltos hacia un plinto, realizados con una frecuencia alta. La pausa entre las tablas será de 2 min y entre las series, de 10-15 min	5 x 50 (2-3)
16° día	- saltos hacia un plinto. La pausa entre las tablas será de 2 min y entre las series, de 10-15 min	5 x 50 (3-4)

4° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-12 min - saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 4 min	6 x 10 (2) 4 x 10 (1)
5° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-10 min - saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 30 seg	6 x 10 (3) 4 x 8 (1)
6° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 30 seg y entre las series, de 8-10 min - saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 30 seg y entre las series, de 4-6 min	6 x 10 (3) 5 x 8 (2)
7° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 30 seg y entre las series, de 8-10 min - saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 10 seg	8 x 10 (2) 6 x 10 (1)
8° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 30 seg entre las series, de 8-10 min - saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 4-6 min	10 x 10 (2) 8 x 10 (2)
9° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 30 seg entre las series, de 8-10 min - saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 4-6 min	10 x 10 (4) 8 x 10 (2)

10° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 30 seg entre las series, de 8-10 min - saltos hacia arriba cargando con una pesa en T. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 4-6 min	10 x 10 (3) 10 x 10 (3)
11° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (4)
12° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (4)
13° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 8-10 min - saltos hacia un plinto (altura de 0,25-0,30 m) realizados con una frecuencia moderada. La pausa entre las tablas será de 4 min	10 x 10 (3) 4 x 10 (2)
14° día	- saltos hacia un plinto, realizados con una frecuencia más elevada que el día anterior. La pausa entre las tablas será de 3 min y entre las series, de 10-12 min	4 x 50 (2-3)
15° día	- saltos hacia un plinto, realizados con una frecuencia alta. La pausa entre las tablas será de 2 min y entre las series, de 10-15 min	5 x 50 (2-3)
16° día	- saltos hacia un plinto. La pausa entre las tablas será de 2 min y entre las series, de 10-15 min	5 x 50 (3-4)

Ahora pasemos a hacer algunas observaciones:

1. El programa antes descrito se basa en el principio del aumento gradual de la especificidad y de la intensidad del trabajo muscular, y resulta muy eficaz para alcanzar los objetivos previstos. No obstante, algunos entrenadores y deportistas pueden considerarlo un poco monótono. En este caso, se puede variar utilizando, por ejemplo, los siguientes ejercicios (figura 4.2):
  - a) Saltos simples hacia un plinto (altura = 0,80-1,00 m), realizados con 3-4 pasos de carrerilla y, por último, un salto hacia delante para caer con las dos piernas a la vez (2-4 x 10 con una pausa de 5-6 min.).
  - b) Saltos de obstáculos (altura = 0,40-0,60 m) realizados acentuando el impulso (3 x 10 con una pausa de 1 min).
  - c) Saltos con la cuerda sin moverse del sitio, con las piernas juntas (3 x 1, min. con una pausa de 1 min). Este ejercicio debe ejecutarse a la máxima velocidad.
  - d) Con el cuerpo tendido en el suelo, realizar velozmente impulsos hacia arriba con las extremidades superiores (en la fase de vuelo, el deportista tiene que dar una palmada) (3 x 20 con una pausa de 1 min).

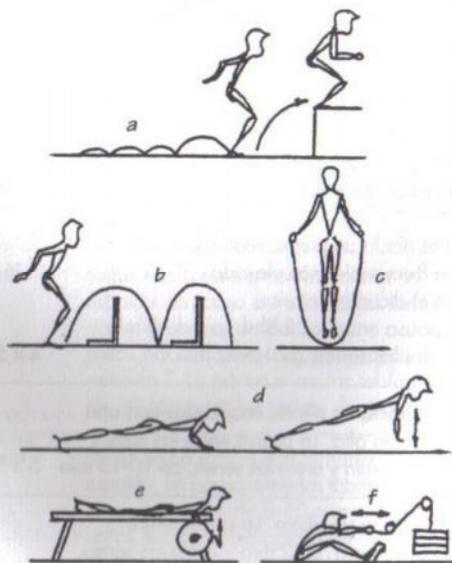


Figura 4.2. Ejercicios complementarios con carácter pliométrico de trabajo muscular para remeros.

- e) En posición de decúbito prono sobre un banco (figura 4.2.e) doblar los brazos con una haltera (la haltera debe tener un peso del 80% del máximo). El ejercicio tiene que realizarse de este modo concreto: al empezar, la haltera debe alzarse alrededor de 1/3 de la amplitud del movimiento, y después debe bajarse y, sucesivamente, con un rápido movimiento se pasa de la extensión a la flexión, se levanta la haltera hasta el nivel del pecho (3 x 6-8 con una pausa de 4-6 min). Se ejecutarán 2 series con una pausa de 8-10 min.
- f) Utilizando unos aparatos especiales, a partir de una posición de sentado, empleando la fuerza de las extremidades superiores y de la espalda, tracción de la sobrecarga al pecho (el régimen de trabajo es el mismo que el del ejercicio anterior). Este ejercicio debe realizarse de este modo: al empezar, la haltera debe alzarse alrededor de 1/3 de la amplitud del movimiento, y después debe bajarse y, sucesivamente, con un rápido paso del trabajo excéntrico al concéntrico se imita el movimiento de la fase de trabajo del momento de remar. El peso de la sobrecarga será del 80% del máximo. La dosificación es 3-4 x 8-10 con pausas entre las tablas de 4-6 min. Se deben ejecutar 2-3 series con pausas de 10-12 min.

Cuando se sustituyen los ejercicios del programa por los ejercicios anteriormente citados, hay que tener en cuenta, a la hora de elaborar el nuevo programa, el principio del aumento gradual de la especificidad y de la intensidad del trabajo muscular.

2. El programa va dirigido, sobre todo, al desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos extensores de las extremidades inferiores. Sin embargo, no se puede olvidar que también es necesario desarrollar la fuerza de resistencia específica de los músculos del tronco (sobre todo de los dorsales). Para este caso, se pueden utilizar otros dos días de la semana. Por lo tanto, el programa de preparación especial de fuerza podría tomar este aspecto:
  - Lunes: trabajo para los músculos de las extremidades inferiores.
  - Martes: trabajo para los músculos del tronco y de las extremidades superiores.
  - Jueves: trabajo para los músculos de las extremidades inferiores.
  - Viernes: trabajo para los músculos del tronco y de las extremidades superiores.
3. Para concluir, se puede afirmar que, si se lleva a cabo este programa, siguiendo con precisión las pausas recomendadas entre las tablas y las series, el deportista deberá emplear mucho tiempo todos los días. Esto es un punto a favor del programa, no un defecto. De hecho, la organización del trabajo en cada sesión de entrenamiento prevé una mejora tanto de la re-

gulación nerviosa central del trabajo muscular, como de los mecanismos específicos de producción de energía para este trabajo. Por tanto, este trabajo especializado de fuerza equivale, por su efecto sobre el organismo, a un volumen elevado (muchos kilómetros y horas) de trabajo fatigoso sobre una cierta distancia. En otras palabras, este tipo de trabajo garantiza un alto efecto de preparación del deportista con un menor uso de su tiempo y su energía.

### Programa para mediodfondistas de alto nivel

Este programa está dirigido, por un lado, al desarrollo de la capacidad activa y de la capacidad elástica de los músculos, como condición indispensable de la capacidad de recuperar energía, y por otro, al desarrollo de la resistencia muscular local.

Dado que los mediodfondistas tienen, por lo general, dos períodos de competición en un año (la temporada de invierno y la temporada de verano), la preparación especial de la fuerza también prevé dos períodos (diciembre-enero y marzo-abril). Por esta razón, se recomiendan dos programas de preparación especial de la fuerza.

1. Uno en el período preparatorio de la temporada de invierno (8 semanas).
2. Uno en el período preparatorio de la temporada de verano (6 semanas).

Teniendo en cuenta que el segundo programa se desarrolla sobre la base de las transformaciones morfofuncionales del organismo producidas después de la ejecución del primer programa, en aquél el régimen de trabajo será más intenso.

El programa sólo incluye dos variantes de ejercicios con la haltera sobre la espalda (figura 4.3):

- Saltos hacia arriba estando parado con las extremidades inferiores alineadas con la altura de los hombros, realizados desde una posición en cuclillas.
- Saltos hacia arriba separando las extremidades inferiores sobre el plano sagital (alternando las piernas) desde una posición de agachado.

La elección de estos ejercicios puede explicarse a través de un régimen de trabajo muy eficaz, que garantiza el desarrollo de la capacidad contráctil, elástica y de oxidación de los músculos, dependiendo de las condiciones en que trabajan en la carrera. La combinación de estos ejercicios garantiza una óptima preparación de las principales zonas musculares de las extremidades inferiores: los músculos extensores del muslo (posteriores y anteriores) y de la tibia, y los músculos flexores de la planta del pie (músculos tibiales).

El peso de la haltera será un 40% del máximo en los ejercicios de flexión de las extremidades inferiores, con el fin de poder realizar 10 movimientos con un máximo impulso de fuerza sin fatigarse y repetir esta serie 6-10 veces con diferentes pausas de recuperación.

El método de ejecución de estos ejercicios es el método a intervalos de series (que ya aparece explicado en el anterior programa dirigido a remeros).

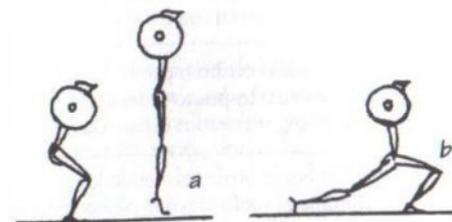


Figura 4.3. Ejercicios especializados con haltera para corredores.

Primer programa		
1 <sup>er</sup> día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-10 min	6 x 8 (2)
2 <sup>o</sup> día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-10 min	6 x 8 (3)
3 <sup>er</sup> día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 60 seg entre las series, de 8-10 min	8 x 10 (2)
4 <sup>o</sup> día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-10 min	8 x 10 (3)

5° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (2)
6° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-10 min	6 x 8 (2)
7° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 30 seg y entre las series, de 8-10 min	6 x 8 (3)
8° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 10-12 min	10 x 10 (3)
9° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 30 seg y entre las series, de 8-10 min	8 x 10 (2)
10° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 10 seg y entre las series, de 8-10 min	6 x 8 (2)
11° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 10 seg y entre las series, de 10-12 min	8 x 8 (3)
12° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 30 seg y entre las series, de 10-12 min	10 x 10 (3)
13° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 10 seg y entre las series, de 10-12 min	8 x 10 (3)

14° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 10 seg y entre las series, de 10-12 min	10 x 10 (3)
15° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 10 seg y entre las series, de 12-14 min	10 x 10 (4)
16° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 10 seg y entre las series, de 12-14 min	10 x 10 (4)

#### Segundo programa

1° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 60 seg entre las series, de 8-10 min	8 x 10 (2)
2° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (3)
3° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 30 seg entre, las series de 8-10 min	10 x 10 (2)
4° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 60 seg y entre las series, de 8-10 min.	10 x 10 (3)
5° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 30 seg y entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (3)

6° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 10 seg y entre las series, de 10-12 min	8 x 10 (2)
7° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 30 seg entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (4)
8° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 10 seg y entre las series, de 10-12 min	10 x 10 (3)
9° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 30 seg entre las series, de 8-10 min	10 x 10 (4)
10° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 10 seg y entre las series, de 10-12 min	10 x 10 (4)
11° día	- saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas. La pausa entre las tablas será de 10 seg entre las series, de 10-12 min	10 x 10 (4)
12° día	- saltos hacia arriba abriendo las piernas durante el vuelo sobre el plano sagital. La pausa entre las tablas será de 10 seg y entre las series, de 10-12 min	10 x 10 (4)

Deben llevarse a cabo 2 sesiones de entrenamiento a la semana. La dosificación del esfuerzo será la misma que en el programa anterior. Una indicación del tipo 8 x 10 significa 8 tablas, de 10 repeticiones cada una, que constituyen una serie. El número de repeticiones de una serie viene indicado entre paréntesis.

Puesto que todo ha sido estudiado mediante comparaciones, también, en este caso, se ha previsto una comprobación del programa a través de la observación de un grupo de control de mediofondistas que utilizaban los métodos tradicionales, pero que no realizaban el programa especializado de preparación de la fuerza.

Esta comprobación demostró que:

1. El programa garantizaba un aumento notable de la fuerza explosiva, de la capacidad reactiva y de la capacidad elástica de los músculos, que se traducía concretamente en un aumento importante, con respecto al grupo de control, de los resultados en el salto décuplo alterno, en la longitud de la zancada tanto en la carrera a máxima velocidad, como en la carrera a una velocidad de un nivel cercano al umbral anaerobio. En el mismo tiempo, el aumento de la frecuencia de las zancadas era muy pequeño.
2. Se apreció un nivel muy alto de correlación entre la capacidad reactiva de los músculos y la velocidad máxima de la carrera ( $r = 0,87$ ), entre la capacidad reactiva y el tiempo de apoyo en la carrera ( $r = 0,71$ ) y entre la capacidad reactiva y la longitud de la zancada durante la carrera a máxima velocidad ( $r = 0,91$ ). Al mismo tiempo, se descubrió una correlación muy importante entre el volumen total de trabajo con la haltera y la longitud de la zancada en la carrera a máxima velocidad ( $r = 0,59$ ) y entre el dato anteriormente señalado y la concentración de lactato en la sangre aparecido en los test de control de la resistencia a la fuerza ( $r = 0,64$ ).

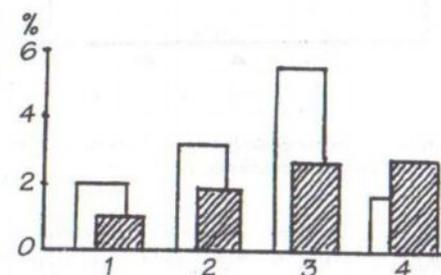


Figura 4.4. Aumento del resultado en el salto décuplo a partir de una posición de parada (1), de la longitud de las zancadas durante la carrera a máxima velocidad (2) y a velocidad a nivel del umbral anaeróbico (3), y en la frecuencia de las zancadas (4) en los deportistas expuestos al programa especializado de preparación de la fuerza.

3. El test de la resistencia muscular local (o test del lactato) muestra los cambios que se producen en la capacidad de oxidación de los músculos (figura 4.5). El test consiste en repetir 8 veces con pausas de 30 seg un intenso trabajo de corta duración (10 seg de saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda). Los controles de sangre deben efectuarse durante los intervalos y al final del test. Los tests se deben realizar tres veces: en octubre (1), en enero (2) y en junio (3).

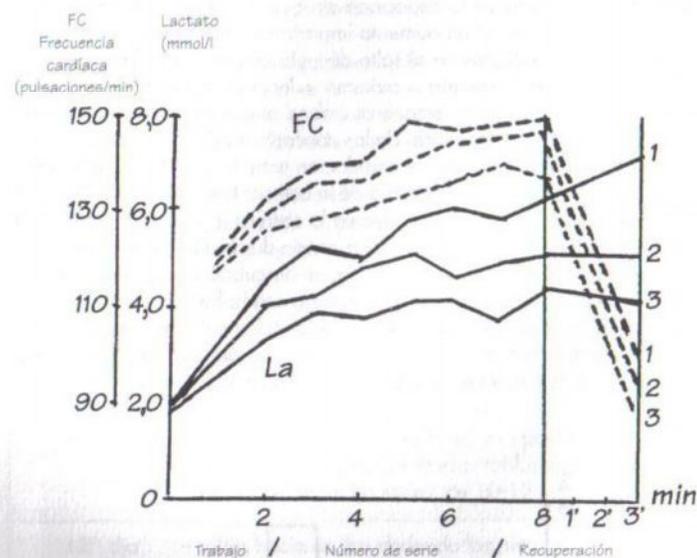


Figura 4.5. Dinámica de la concentración del lactato y de la frecuencia cardíaca (línea discontinua) en el test de la resistencia muscular local a intervalos.

Los resultados demuestran que, durante el entrenamiento anual, la curva del lactato sigue descendiendo. Esto significa una menor activación de la glucólisis para la producción de la energía en condiciones normales de trabajo muscular, que, a su vez, es un índice del aumento de la potencia de oxidación de los músculos. Después de comprobar que los atletas del grupo de control no mostraban cambios importantes en los resultados del test del lactato, se puede afirmar que el aumento de la capacidad de oxidación de los músculos de los corredores del grupo experimental se debe al programa específico de preparación de la fuerza.

4. Por último, el grupo de atletas que utilizaban el programa especializado de preparación de la fuerza obtuvieron mejores resultados en pruebas durante el período de competición. Es muy importante señalar que el volumen de trabajo en la carrera del grupo experimental era sólo 1.976 km, es decir, 2,3 vueltas menos respecto al volumen de trabajo del grupo de control (4.610 km). Éste es un argumento más que convincente a favor del programa anteriormente detallado.

Por consiguiente, merece la pena intentarlo y sólo se puede añadir que:

- Se debe tener en cuenta que los corredores del grupo experimental realizaban un número elevado de ejercicios específicos sólo para los músculos que actúan en la flexión del muslo sobre el hueso iliaco y ejercicios con carácter de desarrollo general.
- El programa de la preparación de la fuerza recomendado no es sólo un esquema fijo, sino que se trata de un punto de referencia para la elaboración de programas análogos para atletas concretos. Este programa puede modificarse añadiendo, por ejemplo, estos métodos con carácter pliométrico:
  - saltos hacia arriba, cargando con una pesa en forma de T;
  - saltos sobre obstáculos;
  - diferentes ejercicios de salto;
  - saltos hacia un plinto con 2-3 pasos de carrerilla, precedidos de un salto hacia delante con caída con las extremidades inferiores juntas.
- Cabe recordar que este programa ha sido concebido para el desarrollo de la capacidad muscular de manifestar fuerza explosiva y capacidad reactiva en condiciones de agotamiento. Si hablamos del sistema de preparación especial de la fuerza en general, debemos señalar que el programa debe incluir modos óptimos de entrenamiento, como ejercicios de salto, ejecutados de las más diversas maneras, flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda, carrera cuesta arriba, etcétera.

### Programa para el desarrollo de la aceleración en la salida de los velocistas

Este programa fue creado directamente para un atleta que entrenaba bajo mis órdenes en 1963, el campeón de la antigua Unión Soviética, con récord europeo y finalista de los Juegos Olímpicos de Tokio (1964) en la prueba de vallas, Boris Zubov. Boris poseía una excelente velocidad sobre la distancia y una fabulosa capacidad de impulso final, no tenía rival en el tramo final en la

prueba de los 200 m. Sin embargo, Boris no gozaba de una gran capacidad de aceleración en la salida.

Trabajamos mucho, pero sin éxito, en la técnica de la salida, hasta que comprendí que la velocidad en la carrera y la aceleración en la salida dependen de distintas capacidades. La naturaleza le había dotado de la primera capacidad y se había olvidado de dotarle de la segunda.

Tenía razón, y el programa específico de preparación de la fuerza, que nosotros elaboramos, confirmó mi suposición. Desgraciadamente, en aquella época no tenía ningún aparato científico, excepto el cronómetro y la cinta métrica y, por tanto, ahora no dispongo de ningún dato que pueda dar pruebas convincentes. No obstante, recuerdo que sentí una gran satisfacción cuando Boris fue capaz de aumentar en 60 cm la longitud de sus primeras zancadas en carrera después de una salida desde el taco, y de mejorar en 0,2 seg el tiempo sobre una distancia de 30 m partiendo de los tacos. Esto resultó suficiente para que entrase a formar parte del equipo nacional y que participase, primero en el encuentro URSS-EE.UU., y después en los Juegos Olímpicos de Tokio.

Luego, el programa fue perfeccionándose, y comenzaron a utilizarlo con éxito vallistas, futbolistas, jugadores de rugby y de béisbol, remeros, patinadores sobre hielo y otros deportistas.

El programa debe realizarse dos veces a la semana durante seis semanas (en total, doce sesiones de entrenamiento), e incluye estos ejercicios:

- Flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será un 50-60% del máximo) para desarrollar la fuerza máxima y para tonificar el sistema nervioso central.
- Saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será un 50-60% del máximo) a partir de una posición en cuclillas, para desarrollar la fuerza explosiva y para tonificar el sistema nervioso central.
- Saltos hacia arriba cargando con una pesa en T (16, 24 y 32 kg) para desarrollar la capacidad reactiva de los músculos.
- Saltos hacia abajo para desarrollar la fuerza explosiva y la capacidad reactiva de los músculos.
- Ejercicios de salto para desarrollar la capacidad de realizar más veces impulsos explosivos de la fuerza y la potencia anaerobia del organismo.
- Carrera cuesta arriba y saltos sobre las gradas del estadio para desarrollar la potencia anaerobia del organismo.

Ahora pasemos a explicar cómo deben ejecutarse la carrera cuesta arriba y los saltos sobre las gradas del estadio.

La carrera cuesta arriba (15-20 m) debe realizarse con una frecuencia moderada y enfatizando el impulso hacia delante y la amplitud de la zancada (el atleta tiene que llevar activamente hacia delante el miembro de oscilación).

Una carrera con pasos cortos y rápidos, ejecutada con las extremidades inferiores semiflexionadas, es un grave error que disminuye la especificidad del efecto beneficioso de este ejercicio.

Los saltos sobre las gradas (2-3 gradas) del estadio deben llevarse a cabo a través de un impulso activo hacia delante y hacia arriba. Se realizarán 6-10 repeticiones.

1 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 85-90% del máximo). La pausa entre las tablas será de 4-6 min, y entre las series, de 8-10 min	2-3 x 5-6 (2-3)
2 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda. El peso de la haltera será del 80% del máximo del 90% del máximo del 93-95% del máximo	1 x 10 1 x 5 1 x 12
	Deben realizarse 2-3 series. La pausa entre las tablas será de 4-5 min, y entre las series, de 6-8 min	
3 <sup>o</sup> día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda a partir de una posición semiacostada (el peso de la haltera será de un 50-60% del máximo) - salto quintuplo	2 x 6-8 1 x 4-5
	Deben realizarse 2-3 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min, y entre las series, de 8-10 min	
4 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda. El peso de la haltera será de un 70% del máximo de un 80% del máximo	1 x 12 1 x 10

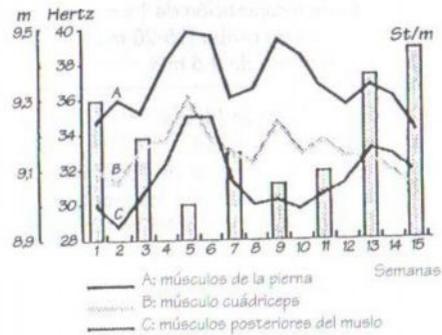
	de un 85 % del máximo de un 90% del máximo	1 x 6-7 1 x 4-5
	Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 5-6 min, y entre las series, de 8-10 min	
5° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m) - salto décuplo	2 x 10 1 x 3
	Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min, y entre las series, de 8-10 min	
6° día	- saltos hacia arriba cargando con una pesa en T - salto décuplo	3 x 8 1 x 3-4
	Deben realizarse 2-3 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min, y entre las series, de 8-10 min	
7° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda a partir de una posición semiacostada (el peso de la haltera será de un 50-60 % del máximo) - salto quintuplo	2 x 8 1 x 3-4
	Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 10-12 min - pausa de recuperación de 15 min - carrera cuesta arriba (15-20 min) con una pausa de 4-6 min	
8° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m) - pausa de recuperación de 15 min - saltos sobre las gradas del estadio. La pausa entre las tablas será libre, y entre las series, de 10-12 min	4 x 10 4 x 10 (2)

9° día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 93-95% del máximo) - saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m)	2 x 2-3 2 x 10
	Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min, y entre las series, de 10-12 min - pausa de recuperación de 15 min - carrera cuesta arriba (15-20 min) con una pausa de 4-6 min	
10° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m) - pausa de recuperación de 10-15 min - saltos hacia arriba sobre las gradas del estadio. La pausa entre las tablas es libre, y entre las series, de 10-12 min	4 x 10 4 x 10 (2-3)
11° día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 93-95% del máximo) - saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m)	2 x 2-3 2 x 10
	Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min, y entre las series, de 8-10 min - pausa de recuperación de 15 min - carrera cuesta arriba (15-20 min) con una pausa de 4-6 min	
12° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m) - pausa de recuperación de 10-15 min - saltos hacia arriba sobre las gradas del estadio. La pausa entre las tablas es libre, y entre las series, de 10-12 min	4 x 10 4 x 10 (2-3)

Para concluir, me gustaría añadir dos consejos para el uso de los programas de fuerza en los deportes cíclicos:

1. Los programas prevén un elevado efecto de mejora del sistema locomotor. Sin embargo, mis colaboradores han comprobado que este tipo de trabajo comporta un aumento temporal de la rigidez muscular y un empeoramiento de los resultados en carreras de velocidad. En la figura 4.6 queda demostrada la relación entre dinámica del volumen de los medios de la preparación de fuerza y salto, la rigidez muscular y los

Rigidez muscular y resultados en el triple salto a partir de una posición de parado



Dinámica del volumen de la preparación especial de la fuerza

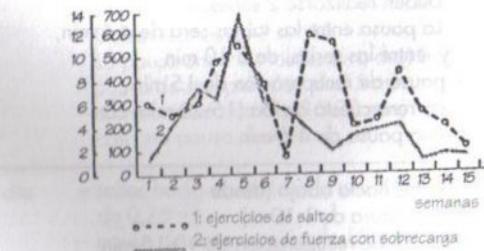


Figura 4.6. Relación entre la dinámica del volumen de los medios de preparación especial de la fuerza y el estado funcional del sistema locomotor de los velocistas. Músculos: A- gastrocnemio; B- cuádriceps femoral; C- bíceps femoral; 1- ejercicios de salto, 2- ejercicios con haltera. Las columnas sombreadas indican los resultados en el salto triple a partir de una posición de parado.

resultados del test de control en el triple salto partiendo de una posición de parado en velocistas de alto nivel, durante el período de preparación de la temporada estival. Se puede apreciar fácilmente que el aumento del volumen de los medios de preparación de la fuerza (de la 4ª-6ª a la 8ª-9ª semanas) provoca un aumento de la rigidez muscular y una disminución del efecto de trabajo de los impulsos explosivos de la fuerza (es decir, disminuye el resultado en el triple salto partiendo de parado). Además, durante este período, el aumento de la intensidad del entrenamiento causa una disminución de la velocidad de la contracción muscular. Todos estos condicionantes unidos comportarán razones para el fracaso. Por lo tanto, el programa de preparación de la fuerza no puede combinarse por completo con la preparación de la velocidad, es decir, con la carrera a velocidad máxima.

2. También hay que prestar atención a una circunstancia que puede ser aprovechada para aumentar la eficacia de los programas anteriormente expuestos. Se ha comprobado que durante un período de recuperación activa, después de un trabajo a máxima intensidad (cercano al agotamiento), que incluya el empleo de los músculos utilizados durante este trabajo a máxima intensidad, la concentración de lactato en la sangre baja más rápidamente que durante una recuperación pasiva (figura 4.7). Además, la velocidad de eliminación del lactato de los músculos crece con el aumento de un trabajo cercano a un nivel de necesidad de oxígeno que equivale, aproximadamente, al 60-70% del consumo máximo de oxígeno individual. Incluso cuando se trabaja a una intensidad máxima (alrededor del 80% del

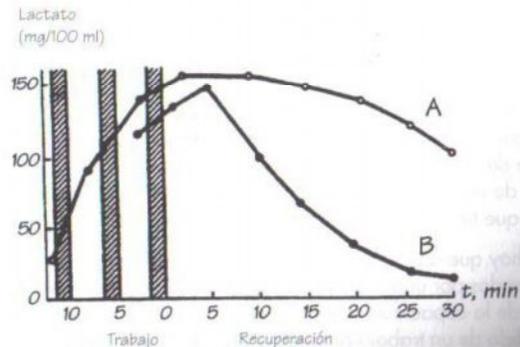


Figura 4.7. Concentración de lactato en la sangre durante y después de tres repeticiones de un trabajo máximo cercano a la extenuación, con recuperación pasiva (A) y con recuperación activa (en el trabajo actúan los músculos empleados en el trabajo principal) (L. Hermansen, J. Stenqvist, 1972).

consumo máximo de oxígeno), la eliminación media de lactato es más alta que la que se produce durante una recuperación pasiva.

Esto se debe al hecho de que los órganos en los que se produce la mayor oxidación del lactato no son el hígado ni el miocardio, como siempre se ha pensado, sino los propios músculos que realizan el trabajo (en caso de que sean músculos que hayan sido entrenados). Junto al aumento de la intensidad del trabajo, crece el flujo de sangre a los músculos que, a su vez, aumentan la circulación de los distintos sustratos metabólicos. En un sujeto que trabaja a una intensidad igual al 75% del  $VO_2$  máx, casi el 75% de la transformación de lactato en glucógeno está causada por oxidación de los músculos esqueléticos.

El efecto práctico del aprovechamiento de este fenómeno se probó en un experimento, en el cual se medía la concentración de lactato en la sangre al final de la pausa de recuperación de 8 min entre repeticiones de prueba sobre la distancia de 1.200 m. Se utilizaron dos variantes de la pausa de recuperación (8 min):

- Carrera ligera (con una frecuencia cardíaca de 120 latidos/min).
- Carrera con una intensidad más elevada (con una frecuencia cardíaca de 140 latidos/min).

En la figura 4.8 se puede ver que en la segunda variante (b) la concentración de lactato en la sangre era menor. Además, cabe destacar que cuando la pausa de recuperación incluía la deambulación, la concentración de lactato en la sangre era más elevada con respecto a la recuperación que constaba de carrera ligera.

A partir de estos parámetros, se pueden extraer las siguientes dos conclusiones:

- Debemos prestar una atención especial a la duración de las pausas de recuperación entre las tablas y las series recomendadas en los programas. Las pausas de recuperación aconsejadas no pueden ser descuidadas de ninguna manera, porque, si no, la economía de tiempo se transformará en disminución de la eficacia del entrenamiento.
- Las pausas de recuperación deben incluir un trabajo activo de los grupos musculares que tienen un papel importante dentro del trabajo principal.

Por último, hay que añadir que todos los programas para deportes cíclicos están caracterizados por una línea concreta que es la del desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos. Por tanto, su uso debe estar precedido de un trabajo preparatorio de la fuerza, menos intenso con respecto al trabajo previsto en los programas, pero con un volumen bastante elevado.

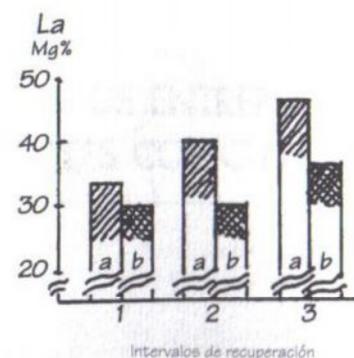
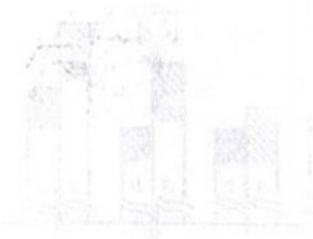


Figura 4.8. Concentración de lactato en la sangre durante las pausas de recuperación entre repeticiones de carrera sobre una distancia de 1.200 m; a - la frecuencia cardíaca es 120 latidos/min; b - la frecuencia cardíaca es 140 latidos/min.



## CAPÍTULO V:

# PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO PARA DEPORTES COLECTIVOS

---

**E**ste capítulo incluye programas:

- Para jugadores de voleibol de medio y alto nivel.
- Para jugadores de waterpolo de alto nivel.
- Para jugadores de hockey sobre hielo bien preparados.
- Para jugadores de fútbol americano de alto nivel.
- Un programa universal para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos de las extremidades inferiores.

### Programa para el desarrollo de la capacidad de salto de los jugadores de voleibol

Se han desarrollado tres programas de entrenamiento para los jugadores de voleibol:

- Primer programa: para jugadores de voleibol de nivel medio.
- Segundo programa: para jugadores de voleibol de alto nivel durante la etapa de preparación.
- Tercer programa: para jugadores de voleibol de alto nivel durante el periodo precompetitivo.

## Primer programa

El programa debe realizarse tres veces a la semana, durante cuatro semanas (en total, doce sesiones de entrenamiento) y prevé sólo la ejecución de saltos hacia abajo.

1 <sup>er</sup> día	desde una altura de 0,60 m	3 x 10
2 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,60 m	3 x 10
3 <sup>er</sup> día	desde una altura de 0,70 m	3 x 10
4 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,70 m	4 x 10
5 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,75 m	4 x 10
6 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,75 m	4 x 10
7 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,75 m	4 x 10
8 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,75 m	4 x 10
9 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,75 m	4 x 10
10 <sup>o</sup> día	desde una altura de 0,80 m	4 x 10
11 <sup>o</sup> día	desde una altura de 1,10 m	4 x 10
12 <sup>o</sup> día	desde una altura de 1,10 m	4 x 10

1. El volumen de trabajo previsto ha sido elaborado para deportistas que hayan adquirido la técnica correcta de saltos hacia abajo, y representa el límite máximo de intensidad que debe ser alcanzado gradualmente y nunca superado.
2. En cada serie de entrenamiento, los saltos hacia abajo deben estar precedidos por un calentamiento especial que incluya saltos verticales, después de un salto con caída con las extremidades inferiores juntas, y varios saltos en contramovimiento (el impulso después del salto hacia abajo debe realizarse con intensidad media de fuerza) desde una altura escasa (0,30-0,40 m).
3. La pausa de recuperación entre las repeticiones en una serie será libre. Los saltos se repetirán como quiera el deportista. No es conveniente aumentar voluntariamente la pausa de recuperación entre los saltos.
4. La pausa de recuperación entre las series viene marcada por el estado subjetivo del deportista. No resulta oportuno aumentar ni disminuir voluntariamente la pausa de recuperación entre las series. Se comenzará la serie siguiente cuando el deportista esté preparado para continuar (por lo general, bastan 3-5 min). La recuperación entre las series no debe ser pasiva (deben llevarse a cabo ejercicios de relajación, de agilidad y carrera ligera que favorecen la recuperación de la capacidad de trabajo del sistema muscular).

## Segundo programa

Este programa debe realizarse dos veces a la semana, durante dos semanas (en total, doce sesiones de entrenamiento) e incluye los siguientes ejercicios:

- Flexiones de las extremidades inferiores con halteras de diferentes pesos sobre la espalda.
- Saltos hacia arriba a partir de una posición con las piernas semiflexionadas con halteras de diferentes pesos sobre la espalda.
- 2-3 pasos de carrerilla con salto hacia delante y caída con las extremidades inferiores juntas y posterior salto hacia delante, intentando tocar con las manos el punto más alto de una canasta de baloncesto (o cualquier otro objeto que esté colocado a una cierta altura).
- Saltos en contramovimiento desde diferentes alturas.

1 <sup>er</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 85-90% del máximo). La pausa entre las tablas será de 4-6 min, y entre las series, de 6-8 min	3 x 5-6 (2-3)
2 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 80% del máximo). La pausa entre las tablas será de 4-6 min., y entre las series, de 8-10 min	3 x 8-10 (2)
3 <sup>er</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90-93% del máximo) - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 40-50% del máximo)	2 x 2-3 2-3 x 6-8
Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 3-4 min, y entre las series, de 8-10 min		

4° día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90-95% del máximo)	2 x 2-3
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 40-50% del máximo)	2 x 6
Deben realizarse 3 series. La pausa entre las tablas será de 3-4 min y entre las series, de 8-10 min		
5° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 60-70% del máximo)	2 x 8
	- 2-3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba	2 x 8
Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 3-4 min y entre las series, de 8-10 min		
6° día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90-93% del máximo)	2 x 2-3
	- 2-3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba	2 x 8
Deben realizarse 2-3 series. La pausa entre las tablas será de 4-5 min y entre las series, de 8-10 min		
7° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,50 m)	2 x 8
	- 2-3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba	2 x 8
Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas y entre las series será de 4-6 min		

8° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,70 m)	2 x 8
	- 2-3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba	2 x 10
Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas y entre las series será de 4-6 min		
9° día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90-95% del máximo)	2 x 2-3
	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m.)	2 x 10
Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min y entre las series, de 10-12 min		
10° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m)	2 x 10
	- saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m)	2 x 10
11° día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90-95% del máximo)	2 x 2-3
	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m)	2 x 10
Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min y entre las series, de 10-12 min		
12° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m)	1 x 10
	- saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m)	3 x 10
La pausa entre las tablas será de 4-6 min		

## Tercer programa

El tercer programa debe realizarse tres veces a la semana, durante cuatro semanas (en total, doce sesiones de entrenamiento) e incluye los mismos ejercicios de los programas anteriores.

1 <sup>er</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 85-90% del máximo)	2-3 x 5-6 (2)
La pausa entre las tablas será de 4-6 min, y entre las series, de 6-8 min		
2 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90-93% del máximo) - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 40-50% del máximo)	1-2 x 2-3  2 x 6-8
Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min y entre las series, de 8-10 min		
3 <sup>er</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 80% del máximo)	3 x 8-10 (2)
La pausa entre las tablas será de 4-6 min y entre las series, de 8-10 min		
4 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90-95% del máximo) - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 40-50% del máximo)	2 x 2-3  2 x 6
Deben realizarse 2-3 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min y entre las series, de 10-12 min		

5 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90-95% del máximo) - 2-3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba	2 x 2-3  2 x 8
Deben realizarse 2-3 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min, y entre las series, de 8-10 min		
6 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m) - saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m)	2 x 10 2 x 10
- La pausa entre las tablas será de 4-6 min		
7 <sup>o</sup> día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 60-70% del máximo) - 2-3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba	2 x 8  2 x 8
Deben realizarse 2-3 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min y entre las series, de 8-10 min		
8 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90-95% del máximo) - saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m)	2 x 2-3 2 x 10
Deben realizarse 2 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min y entre las series, de 8-10 min		
9 <sup>o</sup> día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m) - saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m)	1 x 10 3 x 10
La pausa entre las series será de 4-6 min		

10° día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 90-95% del máximo) - saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m)	1 x 2-3 1 x 10
Deben realizarse 4 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min y entre las series, de 10-12 min		
11° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 60-70% del máximo) - 2-3 pasos de carrerilla, salto hacia delante y posterior salto hacia arriba	1 x 6-8 1 x 8-10
Deben realizarse 4 series. La pausa entre las tablas será de 4-6 min y entre las series, de 8-10 min		
12° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m) - saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m)	2 x 10 2 x 10
La pausa entre las series será de 4-6 min		

En este momento, me gustaría describir algunas características objetivas del efecto de mejora de los programas anteriormente expuestos. De este modo, el entrenador puede saber qué se puede esperar de su utilización.

En la figura 5.1 aparece representada la dinámica de los valores de la fuerza máxima ( $P_0$ ) y de la fuerza explosiva ( $J$ ) de los músculos de los jugadores de voleibol durante la realización del tercer programa. En virtud de las observaciones anteriores, los deportistas comenzaron a seguir el programa, que duraba cuatro semanas, ocho semanas antes de las competiciones de pretemporada y diez semanas antes del periodo de competición oficial. La intensidad concentrada con carácter pliométrico (grupo A) se tradujo en una brusca disminución de los parámetros de la fuerza rápida. Después, los parámetros funcionales ( $P_0$  y  $J$ ) fueron volviendo al nivel inicial para, más tarde, superarlo notablemente. Hay que recordar que, en este caso, nos encontramos ante el efecto de entrenamiento retardado a largo plazo (Earlt), sobre el que ya habíamos hablado en el capítulo 3. Los parámetros funcionales alcanzaron su máximo nivel coincidiendo con el periodo de competición oficial (décima semana).

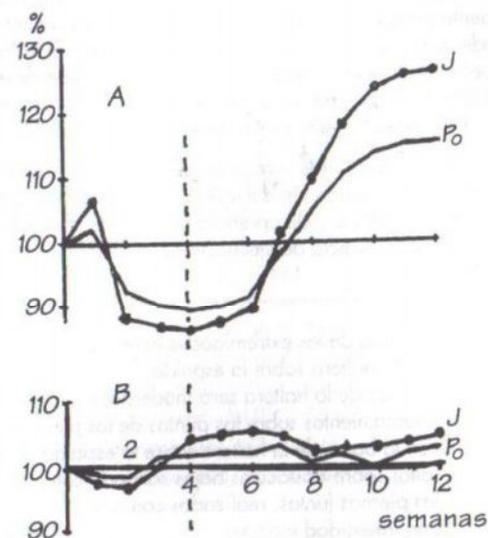


Figura 5.1. Dinámica de los parámetros de la fuerza máxima ( $P_0$ ) y de la fuerza explosiva ( $J$ ) de los músculos extensores de las extremidades inferiores de los jugadores de voleibol en el grupo (equipo) experimental (A) y en el grupo (equipo) de control (B).

Creo que sería interesante para los entrenadores saber que, después de la quinta semana, el entrenamiento deja de ir dirigido a la preparación física condicional, y se encamina a la preparación técnico-táctica y al entrenamiento del juego.

Cabe añadir que el equipo que utilizaba el programa de preparación especial de fuerza obtuvo resultados óptimos, mientras que el equipo que utilizaba los métodos tradicionales (el grupo B) consiguió unos resultados más modestos.

### Programa para el desarrollo de la capacidad de salto de los jugadores de baloncesto de alto nivel

Este programa, que incluye cuatro etapas (nueve semanas), va dirigido al desarrollo de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores (capacidad de

salto) y está compuesto de ejercicios especiales de fuerza con una carga de trabajo suficiente para jugadores/as bien entrenados/as, mientras que la intensidad puede aumentarse para deportistas de alto nivel. El trabajo de la preparación especial de la fuerza debe comprender una sesión de entrenamiento completa dedicada exclusivamente a esto; en ningún caso, este programa debe utilizarse como un suplemento de la preparación del juego.

1. El *período preparatorio* (tres semanas, nueve sesiones de entrenamiento) está dedicado a la preparación del sistema locomotor y a un trabajo intenso de carácter pliométrico y de aprendizaje, es decir, dirigido a la adquisición de una técnica correcta de ejecución de los ejercicios utilizados.

1 <sup>er</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será moderado)	2 x 8-12
	- levantamientos sobre las puntas de los pies con la barra de la haltera sobre la espalda	2-3 x 10-15
	- saltos sobre obstáculos bajos saltando con las piernas juntas, realizados con una intensidad máxima	2 x 8-10
2 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será moderado)	3 x 10-12
	- saltos hacia arriba con la barra de la haltera sobre la espalda	2-3 x 8-10
	- saltos hacia arriba-adelante de un lado a otro de un banco, trasladándose lateralmente (el salto debe realizarse con las piernas juntas)	2-3 x 8-12
3 <sup>er</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 75% del máximo)	1 x 3-4
	- saltos hacia arriba con la barra de la haltera sobre la espalda	2-3 x 8-10
	- saltos alternos (dos saltos sobre la pierna izquierda, dos sobre la pierna derecha)	2-3 x 40-60 m

4 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 75% del máximo)	2 x 3-4
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 50-60% del máximo)	1 x 2-3
	- saltos sobre obstáculos bajos saltando con las piernas juntas	2-3 x 8-10
5 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 80% del máximo)	2 x 2-3
	- levantamientos sobre las puntas de los pies con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 80% del máximo)	1 x 2-3
	- saltos alternos (dos saltos sobre la pierna izquierda, dos sobre la pierna derecha)	2-3 x 40-60 m
6 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 80% del máximo)	1 x 3-4
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 60% del máximo)	2 x 2-3
	- saltos alternos (dos saltos sobre la pierna izquierda, dos sobre la pierna derecha)	3-4 x 40-60 m
7 <sup>o</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 80% del máximo)	2 x 3-4
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 60% del máximo)	2 x 2-3
	- saltos alternos (tres saltos sobre la pierna izquierda, tres sobre la pierna derecha)	2-3 x 40-60 m

8º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 80% del máximo)	2 x 3-4
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 60% del máximo)	2 x 2-3
	- levantamientos sobre las puntas de los pies con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 80% del máximo)	1 x 3-4
9º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será de un 85% del máximo)	2 x 2-3
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 60% del máximo)	2 x 2-3
	- saltos alternos (tres saltos sobre la pierna izquierda, tres sobre la pierna derecha)	2-3 x 40-60 m

a) La pausa entre las tablas será de 4-5 min, entre las series, de 6-8 min y entre los diferentes ejercicios, de 8-10 min.

b) Durante la pausa entre las series de los ejercicios de fuerza y de los ejercicios de salto deben llevarse a cabo ejercicios de carrera, de driblar, ejercicios de relajación y de flexibilidad, ejercicios para la zona abdominal y para los músculos oblicuos del tronco (en suspensión sobre una espaldera o una barra).

c) Cada sesión de entrenamiento debe organizarse siguiendo este modelo:

- una parte preparatoria (carrera ligera durante 10 min y ejercicios de flexibilidad);
- ejercicios de carrera: carrera levantando las rodillas, carrera estirando las piernas hacia atrás, driblar, carreras de 60-80 m, realizadas con un impulso de la fuerza medio, prestando particular atención a la correcta ejecución técnica (los movimientos deben ser ágiles) (20-30 min);

- calentamiento de la fuerza (10 min), antes de ejecutar los ejercicios con la haltera, que incluye flexiones laterales y circunferencias con el cuerpo, cargando con un disco de la haltera (10-15 kg) y ejercicios de fuerza para los músculos de las extremidades inferiores).

2. *Período de la preparación de la fuerza* (dos semanas, seis sesiones de entrenamiento). El objetivo principal de este segundo período consiste, sobre todo, en el desarrollo de la fuerza de las extremidades inferiores (más concretamente, en el aumento del nivel de la fuerza máxima, de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular) e incluye ejercicios con haltera.

10º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 85% del máximo)	1 x 3-4
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 60% del máximo)	1 x 3-4
11º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 85% del máximo)	2 x 2-3
	- levantamientos sobre las puntas de los pies con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 80% del máximo)	1 x 3-4
12º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 90% del máximo)	1 x 3-4
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 60% del máximo)	1 x 3-4
13º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 90-95% del máximo)	2 x 2-3
	- levantamientos sobre las puntas de los pies con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 80% del máximo)	1 x 3-4

14° día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 95% del máximo)	1 x 3-4
	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 60% del máximo)	1 x 3-4
15° día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 95% del máximo)	1 x 3-4
	- levantamientos sobre las puntas de los pies con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será del 80% del máximo)	1 x 3-4

- a) Deben seguirse también los consejos metodológicos apuntados para el primer período.
- b) Durante la pausa entre las series se deben llevar a cabo carreras ligeras, ejercicios de carrera, suspensiones en las espaldas y ejercicios de flexibilidad.
- c) La duración de la sesión de entrenamiento será de 50-60 min. La duración del calentamiento debe llevarse hasta los 20 min (el calentamiento incluye ejercicios para el desarrollo general ejecutados con los discos de la haltera, ejercicios para los músculos flexores del muslo y de la zona abdominal y, además, flexiones profundas de las extremidades inferiores con la barra de la haltera sobre la espalda).

3. *Período de preparación de la fuerza rápida* (dos semanas, seis sesiones de entrenamiento). El objetivo principal del tercer período es, sobre todo, la mejora de la capacidad de los jugadores de baloncesto de desarrollar grandes impulsos explosivos de la fuerza. Durante este período, los ejercicios con la haltera desaparecen y se convierten en un medio fundamental de entrenamiento los saltos hacia abajo y los ejercicios de salto. Los ejercicios de salto deben ejecutarse con un rápido y potente impulso hacia delante-arriba. Los saltos con los pies juntos sobre 8-10 obstáculos se realizarán lo más rápidamente posible, registrando el tiempo de ejecución; los ejercicios de salto (3, 6 y 8 saltos) deben llevarse a cabo registrando la longitud de los saltos (que deben ser lo más largos posibles).

En el entrenamiento deben insertarse aceleraciones breves (sprints) (10-15 m), realizadas con un máximo impulso de la fuerza, con salidas tanto desde los tacos como en pie (10-15 aceleraciones en una sesión de entrenamiento).

16° día	- saltos sobre obstáculos - saltos hacia abajo (desde una altura de 0,50 m)	1 x 3-5 2 x 10
17° día	- 3 y 6 saltos alternos - saltos hacia abajo (desde una altura de 0,50 m)	1 x 10-12 3 x 10
18° día	- saltos sobre obstáculos - saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m)	1 x 5-6 3 x 10
19° día	- 3, 6 y 8 saltos alternos - saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m)	2 x 6-8 3 x 10
20° día	- saltos sobre obstáculos - saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m)	2 x 4-5 4 x 10
21° día	- 3, 6 y 8 saltos alternos - saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m)	2 x 8-10 3 x 10

4. *El período de preparación de la velocidad* (dos semanas, seis sesiones de entrenamiento). El cuarto período va dirigido a la mejora de la capacidad de velocidad de los jugadores de baloncesto, utilizando, sobre todo, la carrera a velocidad alta y los saltos hacia abajo con impulso "especial". Durante el calentamiento se llevan a cabo otro tipo de ejercicios partiendo de diferentes posiciones (de frente, de espaldas y de lado) y, también, la carrera con salida de los tacos o de pie, siempre respetando las técnicas del sprint. Las condiciones fundamentales para la ejecución del sprint son una elevada velocidad y una alta frecuencia de los movimientos tratando

de obtener el mejor tiempo posible, o bien, tratando de llegar primero si se usa el método de la simulación (modelación) de la actividad de competición durante el entrenamiento. La pausa entre las repeticiones de los ejercicios de carrera debe ser suficiente para que se restablezca la capacidad de repetir el esfuerzo. Los impulsos "especiales" después del salto hacia abajo se utilizarán para tirar el balón a canasta (figura 5.2).

22° día	- aceleraciones - esprints saliendo de pie - saltos hacia abajo, tirando el balón a canasta (desde una altura de 0,50 m)	4-6 x 30 m 4-6 x 10 m 2 x 10
23° día	- aceleraciones - salidas desde los tacos - saltos hacia abajo, tirando el balón a canasta (desde una altura de 0,50 m)	4-6 x 30 m 4-6 x 10 m 2-3 x 10
24° día	- aceleraciones - salidas desde distintas posiciones - saltos hacia abajo, tirando el balón a canasta (desde una altura de 0,50 m)	4-5 x 60 m 8-10 x 10 m 3-4 x 10
25° día	- aceleraciones - esprints saliendo de pie - saltos hacia abajo, tirando el balón a canasta (desde una altura de 0,50 m)	5-7 x 30 m 8-10 x 10 m 4 x 10
26° día	- aceleraciones - salidas desde los tacos - saltos hacia abajo, tirando el balón a canasta (desde una altura de 0,75 m)	4-6 x 60 m 10-12 x 10 m 3 x 10
27° día	- aceleraciones - salidas desde distintas posiciones - saltos hacia abajo, tirando el balón a canasta (desde una altura de 0,75 m)	4-5 x 60 m 10-12 x 10 m 4 x 10

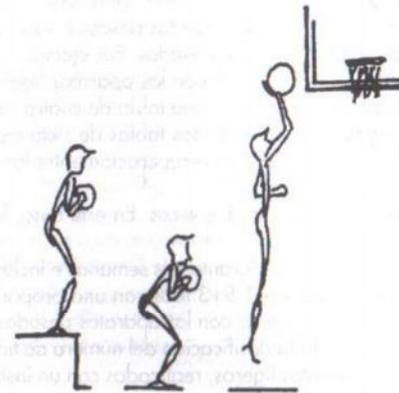


Figura 5.2. Saltos hacia abajo con rebote y posterior tiro de balón a canasta.

Este programa también puede ser utilizado por deportistas que practiquen otros deportes colectivos, por ejemplo, fútbol, fútbol americano, balonmano, voleibol, hockey sobre hierba, etc. En este caso, el impulso después del salto hacia abajo en la cuarta etapa debe realizarse dependiendo de la especificidad del deporte practicado, o bien se ejecutará en su forma tradicional (es decir, hacia arriba y acompañado por un movimiento de oscilación de las extremidades superiores).

### Programa para el desarrollo de la velocidad del movimiento de tiro de los jugadores de waterpolo

Este programa prevé una combinación de tiros tanto con aparatos ligeros como con aparatos pesados, realizados con un instrumental especial (figura 2.17).

Para definir el peso de los aparatos es necesario que midamos con cualquier tipo de dinamómetro el valor de la intensidad de la fuerza que el deportista es capaz de desarrollar en la posición inicial del movimiento de tiro (figura 2.17). El peso de los aparatos ligeros debe ser igual al 40%, mientras que el peso de los aparatos más pesados será igual al 80% de este valor.

Por ejemplo, si el valor de la intensidad de la fuerza es 20 kg, el peso de los aparatos será 8 y 18 kg, respectivamente. Durante la ejecución de los tiros,

se utiliza el método de la repetición por series. Una serie incluye unos tiros con los aparatos ligeros y otros con los aparatos pesados. Al inicio de la serie, se deben ejecutar tiros con los aparatos pesados. Por ejemplo, la serie 1 x 4 con los aparatos pesados y la serie 2 x 7 con los aparatos ligeros significan que, en primer lugar, debe llevarse a cabo una tabla de cuatro repeticiones de tiro con los aparatos pesados y, después, dos tablas de siete movimientos de tiro con los aparatos ligeros. La pausa de recuperación entre las tablas será de 1-2 min.

Las series pueden realizarse varias veces. En este caso, la pausa entre las series será de 4-6 min.

El programa debe ejecutarse durante seis semanas e incluye 29 sesiones de entrenamiento. Deben realizarse 1.913 tiros con una proporción de 4:1 entre tiros con los aparatos ligeros y tiros con los aparatos pesados.

Ahora aparece detallada la dosificación del número de tiros con los aparatos pesados y con los aparatos ligeros, realizados con un instrumental especial (figura 2.17).

#### Primera semana

- 1<sup>er</sup> día: 1 x 4 con los aparatos pesados, 2 x 7 con los aparatos ligeros
- 2<sup>o</sup> día: 1 x 4 con los aparatos pesados, 3 x 7 con los aparatos ligeros
- 3<sup>er</sup> día: 1 x 4 con los aparatos pesados, 3 x 7 con los aparatos ligeros
- 4<sup>o</sup> día: 1 x 4 con los aparatos pesados, 4 x 8 con los aparatos ligeros
- 5<sup>o</sup> día: 1 x 4 con los aparatos pesados, 2 x 8 con los aparatos ligeros

Deben realizarse 2 series por cada sesión de entrenamiento

#### Segunda semana

- 1<sup>er</sup> día: 1 x 4 con los aparatos pesados, 3 x 7 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 2 series
- 2<sup>o</sup> día: 1 x 4 con los aparatos pesados, 3 x 7 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 2 series
- 3<sup>er</sup> día: 1 x 5 con los aparatos pesados, 3 x 8 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 2 series
- 4<sup>o</sup> día: igual que el día anterior
- 5<sup>o</sup> día: igual que el día anterior

#### Tercera semana

- 1<sup>er</sup> día: 1 x 4 con los aparatos pesados, 2 x 7 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 2 series  
1 x 4 con los aparatos pesados, 3 x 7 con los aparatos ligeros
- 2<sup>o</sup> día: 1 x 5 con los aparatos pesados, 2 x 7 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 2 series  
1 x 5 con los aparatos pesados, 3 x 7 con los aparatos ligeros
- 3<sup>er</sup> día: 1 x 6 con los aparatos pesados, 3x8 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 2 series  
1 x 6 con los aparatos pesados, 2 x 8 con los aparatos ligeros
- 4<sup>o</sup> día: igual que el día anterior
- 5<sup>o</sup> día: igual que el día anterior

#### Cuarta semana

- 1<sup>er</sup> día: 1 x 4 con los aparatos pesados, 3 x 7 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 3 series
- 2<sup>o</sup> día: igual que el día anterior
- 3<sup>er</sup> día: 1 x 4 con los aparatos pesados, 2 x 8 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 3 series  
1 x 4 con los aparatos pesados, 3 x 8 con los aparatos ligeros
- 4<sup>o</sup> día: igual que el día anterior
- 5<sup>o</sup> día: 1 x 5 con los aparatos pesados, 2 x 8 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 3 series  
1 x 5 con los aparatos pesados, 3 x 8 con los aparatos ligeros

#### Quinta semana

- 1<sup>er</sup> día: 1 x 5 con los aparatos pesados, 2 x 8 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 4 series
- 2<sup>o</sup> día: igual que el día anterior
- 3<sup>er</sup> día: 1 x 6 con los aparatos pesados, 1 x 8 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 2 series  
1 x 6 con los aparatos pesados, 2 x 8 con los aparatos ligeros
- 4<sup>o</sup> día: igual que el día anterior
- 5<sup>o</sup> día: igual que el día anterior

## Sexta semana

- 1<sup>er</sup> día: 1 x 5 con los aparatos pesados, 2 x 7 con los aparatos ligeros  
Deben realizarse 2 series  
1 x 5 con los aparatos pesados, 3 x 7 con los aparatos ligeros
- 2<sup>o</sup> día: igual que el día anterior
- 3<sup>er</sup> día: igual que el día anterior
- 4<sup>o</sup> día: igual que el día anterior

Este programa (con el mismo instrumental) también lo utilizaron con éxito jugadores de baloncesto, de voleibol, de béisbol, de balonmano y de tenis de alto nivel. También resulta eficaz, con toda seguridad, para jugadores de fútbol americano.

Podemos dar un ejemplo que está en relación con la preparación de los jugadores de waterpolo de alto nivel. Para sacar a la luz los resultados del entrenamiento, cada semana, durante 14 semanas, los jugadores eran sometidos a tests en los cuales se registraban estos parámetros (índices):

- La velocidad de salida de un aparato de peso diferente al instrumental especial. El peso del aparato era:
    - el de un balón de waterpolo normal;
    - "ligero" (2,4 kg);
    - "pesado" (6 kg).
  - La fuerza explosiva de los músculos desarrollada en el trabajo de fuerza (de tracción) en la posición que corresponde al inicio del movimiento de tiro y la fuerza explosiva de los músculos extensores de la espalda y de los flexores de la mano de la extremidad empleada en el tiro, en condiciones de tensión explosiva isométrica.
- La figura 5.3 muestra la dinámica de los parámetros de control en los 14 tests semanales:
- La realización de un trabajo concentrado pliométrico durante seis semanas acarrea una disminución de la fuerza explosiva y de la velocidad en la salida de los aparatos de diferentes pesos.
  - Después de llevar a cabo un trabajo concentrado pliométrico durante seis semanas, todos los parámetros de control mostraron un aumento intensivo cuyo volumen superaba su valor inicial.
  - El mayor aumento de los parámetros de control apareció en el período comprendido entre la décima y la decimocuarta semanas.

La experiencia llevada a cabo al utilizar este programa permite sacar algunas conclusiones y aportar estos consejos metodológicos:

- El período más favorable para realizar el programa pliométrico coincide con la decimosegunda semana anterior a la competición oficial.

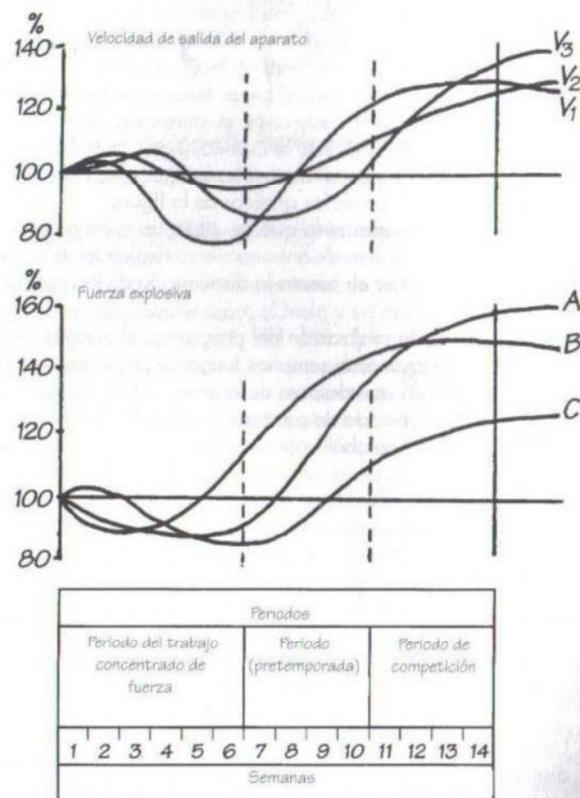


Figura 5.3. Dinámica de los parámetros de control de los jugadores de waterpolo.

- V<sub>1</sub> - velocidad de partida del balón normal.  
V<sub>2</sub> - velocidad de salida del balón ligero.  
V<sub>3</sub> - velocidad de salida del balón pesado.  
A - flexión de la mano.  
B - movimiento de tracción de la extremidad superior.  
C - extensión del antebrazo.

2. Puesto que, durante la realización del programa, la máxima fuerza muscular aumenta, se debe incrementar el peso tanto de los aparatos "ligeros" como de los "pesados". De este modo, al final de la segunda semana de este experimento, se ha comprobado un aumento evidente de la máxima fuerza muscular (un 14%).
3. Durante la realización del programa (especialmente a partir de la tercera semana), los deportistas pierden "el sentido del balón", es decir, los tiros se hacen menos precisos, los deportistas no logran controlar la potencia del tiro. Ésta es la consecuencia natural de un trabajo de fuerza caracterizado por un volumen elevado. En este caso, el entrenador tiene que explicar a los deportistas los motivos de este fenómeno, y garantizarles que es reversible. Para hacerlo, bastaría con mostrarles la figura 5.3 del libro y hacerles comprender el significado de los gráficos de la figura.
4. Durante la quinta semana en la que se utiliza un trabajo concentrado de fuerza en todas las sesiones de entrenamiento dedicadas a la preparación del juego, hay que tener en cuenta la disminución de la capacidad de tiro de los deportistas.
5. En el transcurso de la realización del programa, el periodo comprendido entre la séptima y la décima semanas juega un papel muy importante, es decir, el periodo que viene después de la etapa del trabajo concentrado de fuerza y precede al periodo de competición (el periodo de pretemporada). En este periodo, se debe abolir por completo durante una semana todo esfuerzo de los músculos de la extremidad que actúan en el tiro, para después aumentar gradualmente en cada entrenamiento la potencia del tiro. Al final de la pretemporada, resulta muy importante participar en 1-2 partidos amistosos para "sentir" el tiro en condiciones de juego. Después de esto, durante el periodo de competición, los deportistas "sentirán" bien el tiro y la potencia de tiro.
6. La duración de los periodos, representados en la figura 5.3, puede variar en cada caso. Para delimitar correctamente la duración de los periodos hay que seguir estas reglas:
  - a) Un índice de un volumen óptimo del trabajo pliométrico puede ser la disminución de los parámetros de la fuerza rápida y de la velocidad de los movimientos medidos de varias maneras diferentes.
  - b) La duración óptima del periodo de un trabajo concentrado pliométrico viene determinada:
    - objetivamente, por la estabilización de la curva descendente que mide los parámetros de la fuerza rápida;
    - subjetivamente, por la sensación de cansancio y la pérdida de la sensación de potencia de tiro.

- c) La duración del periodo de pretemporada viene determinada, sobre todo, por la denominada "tolerancia" (individual) del deportista a un trabajo pliométrico de gran volumen. Por lo general, cuatro semanas son suficientes para recuperar la "sensación de tiro" y convencerse del aumento de la potencia del propio tiro. En este caso, resulta importante no tratar de aumentarla demasiado rápido, sino que se debe hacer gradualmente con el fin de poder recuperar la "sensación de tiro" al comienzo del periodo de competición.

### Programa para el desarrollo de la potencia del tiro en el hockey sobre hielo

En este programa se utiliza una variante original del método pliométrico que consiste en la ejecución de pases de precisión con un disco pesado (el ejercicio debe realizarse con un compañero): la tarea consiste en parar el disco que se desliza velozmente sobre el hielo y en realizar un pase de precisión al compañero. La brusca parada del disco (pliométrico) provoca un estiramiento de los músculos de la cintura escapulohumeral y de las extremidades superiores que garantiza un trabajo más potente de estas zonas del cuerpo gracias a la aceleración del disco. El aspecto principal es el paso del trabajo muscular excéntrico (de amortiguación) al empleo de la fuerza, fundamental para acelerar el disco.

Este ejercicio resulta muy eficaz para el desarrollo de la fuerza explosiva muscular y reporta muchas ventajas: no necesita material complicado ni una gran disposición de tiempo, y al mismo tiempo, favorece notablemente el perfeccionamiento de la técnica y el aumento de la velocidad de vuelo del disco.

En este trabajo con discos "pesados", hay que tener en cuenta estos consejos metodológicos:

1. El peso óptimo de un disco "pesado" está entre 0,60 y 0,80 kg. No obstante, el peso a utilizar debe ser elegido dependiendo de cada deportista, teniendo en cuenta su capacidad de mover el disco "pesado" sobre el hielo durante la ejecución del tiro (es decir, debe deslizarse por encima del hielo). Es recomendable que, durante el entrenamiento, no se utilice un disco "pesado" que el atleta no sea capaz de mover, porque esto puede alterar la estructura de los movimientos e influir negativamente sobre la técnica de ejecución del pase y del tiro.
2. Es necesario que los ejercicios con el disco "pesado" se alternen con otros realizados con un disco normal. El número óptimo de ejercicios durante una sesión de entrenamiento es 90-120, de los cuales el 30% debe ejecutarse con el disco "pesado". Deben llevarse a cabo tres series, cada una de

- 10-12 controles y pases (tiros). Después, tras una pausa de 3-4 min, deben realizarse los mismos ejercicios con un disco normal, enfatizando la fuerza o la precisión del tiro.
- La distancia que debe haber entre los dos compañeros que ejecuten el ejercicio se define experimentalmente, dependiendo de la calidad de fuerza rápida y la capacidad de los jugadores, y va de los 10 a los 20 m. Al comenzar, los ejercicios deben realizarse con una fuerza media, y después, ésta tiene que ir aumentándose gradualmente, disminuyendo, al mismo tiempo, la distancia entre los compañeros.
  - Puesto que en este ejercicio el trabajo pliométrico que actúa sobre los músculos de la cintura escapulohumeral es muy alto, el número de ejercicios con el disco "pesado" en una serie no debe superar 10-15 pases (tiros).

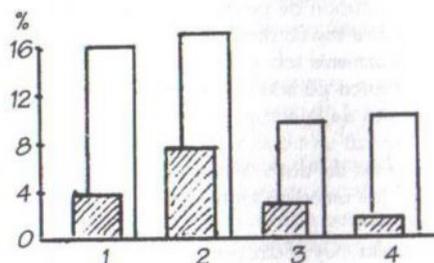


Figura 5.4. Aumento de la velocidad de salida del disco en hockey sobre hielo en los pases (1) y en los tiros (2), de la fuerza explosiva (3) y de la fuerza inicial (4) en el movimiento de rotación de la mano en el grupo experimental y en el grupo de control (rayado).

- Los ejercicios pliométricos con un disco "pesado" tienen un elevado efecto de mejora y no influyen negativamente en la capacidad técnica de los jugadores. Muy al contrario, favorecen el perfeccionamiento de la técnica de tiro y pase, especialmente de la velocidad de ejecución de los tiros y de los pases realizados con un único movimiento, incluidos los tiros del disco que se desliza hacia otro jugador. Resulta más oportuno utilizar estos ejercicios durante el período de competición.

La eficacia de los ejercicios pliométricos con el disco "pesado" se puede ver en la figura 5.4, donde aparece el aumento de los valores de la velocidad de salida del disco (en los tiros y en los pases) en el grupo experimental y en el grupo de control en un entrenamiento de una duración de cuatro semanas.

### Programa para jugadores de fútbol americano de alto nivel

El objetivo del programa consiste en el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos extensores de las extremidades inferiores en condiciones específicas de agotamiento durante el juego. El programa debe realizarse durante doce semanas. En las primeras ocho semanas, las sesiones de entrenamiento deben llevarse a cabo dos veces a la semana y, a partir de la novena semana (del día 17 al 28), tres veces a la semana.

En el programa se utilizan cuatro ejercicios de base:

- Flexiones de las extremidades inferiores con una haltera sobre la espalda.
- Salto hacia arriba con la haltera sobre la espalda, con estas variantes:
  - Con las extremidades inferiores abiertas a la misma altura de la espalda.
  - Abriendo las extremidades inferiores sobre el plano sagital, a partir de una posición agachada.
- Salto en contramovimiento.
- Salto sobre un plinto con los pies juntos.

En el programa, el trabajo se debe dosificar del siguiente modo:

- El peso de la haltera viene indicado en porcentajes respecto al peso máximo. Por ejemplo, la indicación "flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (80%)" significa que el peso de la haltera será el 80% del peso con el cual es posible realizar una sola repetición de una flexión profunda de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda.
- La anotación 8 x 10 (2) significa que deben llevarse a cabo dos series, cada una de ellas compuesta de ocho tablas. Cada tabla incluye diez repeticiones.

1 <sup>er</sup> día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (90%).	
	La pausa entre las tablas será de 4-5 min	2-4 x 5
	- pausa de recuperación de 6-8 min	
	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (80%).	
	La pausa entre las tablas será de 2 min	2-3 x 10-12

2º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (93-95%). La pausa entre las tablas será de 4-5 min - pausa de recuperación de 6-8 min - flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (80%). La pausa entre las tablas será de 2-3 min	2-4 x 3    3-5 x 8-10
3º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (93-95%). La pausa entre las tablas será de 4-6 min - pausa de recuperación de 6-8 min - flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (85%). La pausa entre las tablas es libre	3-5 x 2-3    2 x 8 (+2-3)*
* Después de la ejecución de la última repetición en la tabla, el deportista debe intentar realizar 2-3 movimientos		
4º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 4-5 min	
	80%	1 x 10
	90%	1 x 5
	93-95%	1 x 2
Deben realizarse 2-3 series. La pausa entre las tablas será de 6-8 min		
* El método a intervalos consiste en la ejecución, dentro de una serie de varias tablas, de 1-3 repeticiones en cada una. El peso de la haltera será elevado (95% del máximo), las pausas entre las repeticiones serán limitadas. Al final de la serie, el número de repeticiones disminuye, mientras que la pausa entre las repeticiones aumenta. Por ejemplo, en la primera tabla deben realizarse 3 repeticiones, después, una pausa de 30-40 seg; en la segunda tabla se llevarán a cabo 2-3 repeticiones, después, una pausa de 40-60 seg; en la tercera tabla se deben realizar 1-2 repeticiones y después se hará una pausa de 60-90 seg; la cuarta tabla incluye una repetición.		

5º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (93-95%). La pausa entre las tablas será de 4-6 min - pausa de recuperación de 6-8 min - flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (80%). La pausa entre las tablas será de 2-3 min	3-5 x 2-3    3-5 x 8-10
6º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda. La pausa entre las tablas será de 5-6 min	
	70%	1 x 12
	80%	1 x 10
	85%	1 x 7
Deben realizarse 2-3 series. La pausa entre las tablas será de 8-10 min		
7º día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 60 seg, y entre las series, de 8-12 min	5 x 8 (2)
8º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (95%), realizado según el método a intervalos	4-5 x 1-3*
9º día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 60 seg, y entre las series, de 8-12 min	8 x 8 (2)
10º día	- flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (95%), realizado según el método a intervalos (como en el octavo día)	4-5 x 1-3

11° día	- saltos hacia abajo: desde una altura de 0,75 m desde una altura de 1,10 m - pausa de recuperación de 10-12 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 60 seg, y entre las series, de 8-12 min	2 x 10 1 x 10  8 x 10 (2)
12° día	- saltos hacia abajo: desde una altura de 0,75 m desde una altura de 1,10 m - pausa de recuperación de 8-10 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 30 seg, y entre las series, de 8-12 min	2 x 10 2 x 10  6 x 8 (2)
13° día	- saltos hacia abajo: desde una altura de 0,75 m desde una altura de 1,10 m - pausa de recuperación de 8-10 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 60 seg, y entre las series, de 8-12 min	3 x 10 1 x 10  3 x 10 (2-3)
14° día	- saltos hacia abajo (0,75 m) - pausa de recuperación de 8-10 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 30 seg, y entre las series, de 8-12 min	4 x 10  8 x 8 (2)
15° día	- saltos hacia abajo: desde una altura de 0,75 m desde una altura de 1,10 m - pausa de recuperación de 8-10 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 10 seg, y entre las series, de 8-12 min	2 x 10 2 x 10  6 x 10 (2)

16° día	- saltos hacia abajo: desde una altura de 0,75 m desde una altura de 1,10 m - pausa de recuperación de 8-10 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 30 seg, y entre las series, de 8-12 min	2 x 10 2 x 10  8 x 10 (2-3)
17° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m) - pausa de recuperación de 8-10 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 10 seg, y entre las series, de 8-12 min	4 x 1  8 x 10 (2-3)
18° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m) - pausa de recuperación de 8-10 min. - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 10 seg, y entre las series, de 8-12 min	4 x 10  8 x 10 (2-3)
19° día	- saltos sobre un plinto (desde una altura de 0,40-0,50 m). La pausa entre las tablas será de 3-4 min, y entre las series, de 10-12 min	4 x 40 (2)
20° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m) - pausa de recuperación de 8-10 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 10 seg, y entre las series, de 8-12 min	4 x 40  10 x 10 (2)
21° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m) - pausa de recuperación de 8-10 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 10 seg, y entre las series, de 10-12 min	4 x 10  10 x 10 (2-3)

22° día	- saltos sobre un plinto (desde una altura de 0,50-0,60 m). La pausa entre las tablas será de 3-4 min, y entre las series, de 10-15 min	6 x 40 (2)
23° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 1,10 m) - pausa de recuperación de 8-10 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 10 seg, y entre las series, de 8-12 min	10 x 10 (2-3)
24° día	- saltos hacia abajo (desde una altura de 0,75 m) - pausa de recuperación de 8-10 min - saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 10 seg, y entre las series, de 10-15 min	10 x 10 (3-4)
25° día	- saltos sobre un plinto (desde una altura de 0,70-0,80 m). La pausa entre las tablas será de 2-3 min, y entre las series, de 10-15 min	5 x 50 (3)
26° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 10 seg, entre las series, de 10-15 min	10 x 10(3-4)
27° día	- saltos hacia arriba con la haltera sobre la espalda (40%). La pausa entre las tablas será de 10 seg, y entre las series, de 10-15 min	10 x 10 (3-4)
28° día	- saltos sobre un plinto (desde una altura de 0,70-0,80 m). La pausa entre las tablas será de 2 min, y entre las series, de 10-15 min	6 x 50 (3)

Este programa es bastante intenso, pero los "supermanes" a los que la naturaleza ha dotado de las cualidades necesarias para practicar el fútbol americano pueden soportarlo bien.

No obstante, debemos hacer algunas observaciones:

1. El programa va destinado a jugadores bien preparados, caracterizados por una elevada fuerza muscular.
2. El programa está dirigido al desarrollo de los músculos de las extremidades inferiores y, por consiguiente, no comporta un trabajo de las extremidades superiores, de la cintura escapulohumeral y del tronco; para su desarrollo se debe utilizar un programa paralelo, que se puede elaborar tomando como referente el programa para jugadores de waterpolo, expuesto anteriormente. Una combinación de estos dos programas puede dar un resultado excelente, sobre todo si se complementan con medios eficaces para el desarrollo de los músculos del tronco y del cuello.
3. Cabe señalar el hecho de que:
  - a) El programa ha sido elaborado basándose en el aumento gradual de la especificidad y de la intensidad del trabajo. Por tanto, no es conveniente cambiar el orden de los modelos de entrenamiento, porque cada sesión de entrenamiento prepara el organismo para la realización efectiva de la siguiente sesión.
  - b) En el método a intervalos de series, en cada tabla, cada fracción del trabajo debe realizarse a la máxima intensidad.
  - c) En el método a intervalos de series, para incluir alguna innovación, el ejercicio de salto vertical con la haltera sobre la espalda (el peso de la haltera será el 40% del máximo) puede realizarse de dos maneras:
    - con las extremidades inferiores abiertas a la altura de los hombros;
    - a partir de una posición en cuclillas, abriendo las extremidades inferiores sobre el plano sagital.
  - d) Dado que realizando los ejercicios de flexión de las extremidades inferiores la máxima fuerza muscular aumenta, es recomendable incrementar también el peso de la carga en los ejercicios de salto vertical con la haltera sobre la espalda (hay que recordar que el peso de la haltera debe ser, en cualquier caso, igual al 40% de la carga máxima en el ejercicio de flexión de las extremidades inferiores).
  - e) En el método a intervalos de series, el régimen de los movimientos y la pausa de recuperación entre las series tienen una gran importancia para el mantenimiento de la capacidad específica de trabajo. Durante la pausa es recomendable realizar un volumen pequeño de trabajo con una intensidad del 60-70% del consumo máximo de oxígeno. Este trabajo de

be ocuparse de los músculos empleados en el trabajo principal (ver los consejos para el uso del programa para remeros).

Este programa con algunos cambios puede ser utilizado con éxito para la preparación de jugadores de balonmano, béisbol, rugby u otros deportes en los que exista contacto directo entre los jugadores y haya que ser muy rápido.

### Programa de ejercicios de salto para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos de las extremidades inferiores

Desde hace muchos años, trabajo de asesor para la preparación física especial de la fuerza de los equipos nacionales rusos de juegos deportivos (por ejemplo, de fútbol, tenis, rugby, hockey sobre hielo, balonmano, voleibol, baloncesto).

Uno de los resultados de estas numerosas colaboraciones fue la elaboración de un programa de ejercicios de salto. El objetivo principal de este programa consiste en el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad de reacción de los músculos de las extremidades inferiores, combinado con el perfeccionamiento de la coordinación (de fuerza) y de la potencia máxima anaerobia del organismo. En la figura 5.5 aparecen representados dos conjuntos de estos ejercicios.

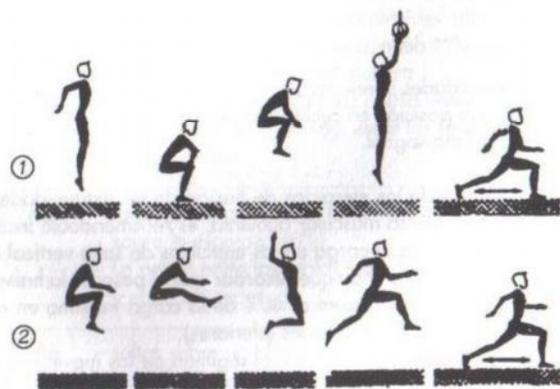


Figura 5.5. Conjuntos de ejercicios de salto a partir de una posición de parado.

#### Primer conjunto

1. Saltos hacia arriba, realizados con un enérgico movimiento de impulso (oscilación) de las extremidades superiores.
2. Saltos hacia arriba a partir de una posición en cuclillas, con las manos apoyadas sobre las rodillas (con los codos hacia fuera).
3. Saltos hacia arriba, recogiendo las extremidades inferiores sobre el pecho.
4. Saltos hacia arriba tratando de tocar con ambas manos a la vez un objeto colocado a una cierta altura.
5. Saltos hacia arriba abriendo las piernas sobre el plano sagital (acentuando el impulso hacia arriba) realizados a partir de una posición en cuclillas.

#### Segundo conjunto

1. Saltos hacia arriba, recogiendo las extremidades inferiores sobre el pecho.
  2. Saltos hacia arriba llevando las extremidades inferiores hacia delante en un ángulo de 90° e inclinando ligeramente hacia delante la espalda.
  3. Saltos hacia arriba arqueando la espalda.
  4. Saltos hacia arriba abriendo las extremidades inferiores sobre el plano sagital (alternando las piernas), realizados a partir de una posición en cuclillas.
  5. Saltos hacia arriba abriendo las extremidades inferiores sobre el plano sagital (alternando las piernas) y acentuando el impulso hacia arriba.
1. Cada ejercicio debe realizarse 10 veces.
  2. Resulta muy cómodo realizar estos ejercicios de este modo: los deportistas forman un círculo, el entrenador marca el comienzo, y los deportistas empiezan a ejecutar, todos al mismo tiempo, los ejercicios; después de 10 repeticiones, el entrenador ordena "a la derecha" (o "a la izquierda") y los deportistas comienzan a correr ligeramente, soltando las extremidades inferiores.
  3. Después, el entrenador ordena "quietos" y marca el comienzo del siguiente ejercicio.
  4. Cada ejercicio y la posterior carrera ligera duran alrededor de 2 min, y todo el conjunto, alrededor de 10 min.
  5. Cada ejercicio debe realizarse ininterrumpidamente, sin pausa, con un impulso máximo de la fuerza y un impulso enérgico hacia arriba.
  6. Estos conjuntos de ejercicios deben ejecutarse al finalizar el calentamiento, cuando los músculos de las extremidades inferiores y del tronco estén bastante preparados y sueltos.

Se puede garantizar que estos conjuntos de ejercicios de salto pueden hacerse muy populares entre los equipos que los utilicen. Además de ser muy eficaces para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos de las extremidades inferiores, crearán un clima emotivo positivo, especialmente si en el equipo hay jugadores buenos, pero poco coordinados.

## CAPÍTULO VI:

# EL PAPEL Y LA POSICIÓN DEL MÉTODO PLIOMÉTRICO EN EL SISTEMA DE LOS MEDIOS DE ENTRENAMIENTO ESPECIAL DE LA FUERZA

---

Los medios más eficaces de entrenamiento sólo garantizan un efecto positivo cuando:

1. Se complementan de un modo correcto con los otros medios de entrenamiento.
2. Se distribuyen racionalmente en el tiempo.

Esto se traduce en una organización del trabajo de entrenamiento en que cada medio de entrenamiento o grupo de medios:

1. Se utiliza en un determinado momento, es decir, en el periodo concreto de entrenamiento en que sea necesario utilizarlo.
2. No sólo no impide la realización del efecto de mejora de otro medio, sino que favorece la realización de éste.
3. Permite alcanzar un efecto de mejora elevado y estable, con un uso óptimo del tiempo y de la energía del atleta.

Partiendo de estos principios de organización del trabajo de entrenamiento, intentaremos analizar el papel y la posición de los medios del método pliométrico dentro del sistema de entrenamiento, de una forma poco convencional: la solución de una serie de problemas lógicos, que, además, permite al entrenador revisar sus conocimientos.

Por lo tanto, ahora, señalaremos tres problemas, que el lector intentará resolver. Para conocer la solución, basta con mirar la figura correspondiente, para después pasar a la resolución del siguiente problema.

Después de solucionar los tres problemas, discutiremos y analizaremos juntos los resultados, que se corresponden, objetivamente, con los datos de cada problema. Sólo hay que señalar que estos problemas no han sido inventados por nadie, sino que derivan de experimentos reales llevados a cabo en la práctica. Por consiguiente, podemos fiarnos de sus resultados.

Dicho esto, podemos comenzar.

### Primer problema

Imaginemos que tenemos que desarrollar la capacidad de salto de nuestros deportistas (por ejemplo, de unos saltadores de altura o de unos futbolistas). A nuestra disposición sólo tenemos tres grupos de medios especiales para el desarrollo de la capacidad de salto:

1. Ejercicios de salto que favorecen, sobre todo, el desarrollo de la componente de fuerza rápida de la capacidad de salto, en otras palabras, de la fuerza explosiva de los músculos.
2. Ejercicios con haltera, en su mayoría, ejercicios de flexión de las extremidades inferiores con una carga elevada, que favorecen el desarrollo de la máxima fuerza muscular.
3. Saltos hacia abajo con rebote.

A nuestra disposición tenemos tres semanas de tiempo y sólo podemos utilizar dos variantes de organización de estos medios de entrenamiento:

La *primera variante* consiste en el uso sucesivo de estos medios en el orden en que aparecen citados, es decir, en la primera semana deben realizarse los ejercicios de salto; en la segunda, los ejercicios con haltera, y en la tercera, los saltos hacia abajo (se admite que no existen otras combinaciones posibles).

La *segunda variante* consiste en llevar a cabo al mismo tiempo los tres grupos de medios de entrenamiento durante tres semanas.

El volumen total de trabajo es *el mismo* en las dos variantes.

La pregunta es ¿qué variante debemos elegir?

Para precisar el problema veamos la figura 6.1, en la cual aparece representado el aumento de los resultados en los tres tests de control obtenidos después de utilizar la *primera variante* en un experimento real. En este momento, podemos concretar la pregunta ¿qué sucede si utilizamos la *segunda variante* de organización de los medios de entrenamiento? El aumento de los resultados en los tres tests de control (figura 6.1) ¿será mayor o menor respecto a la primera variante?

Invitamos al lector a reflexionar y, por tanto, a mirar la figura 6.2, que representa los resultados del experimento real. El lector debe analizar otra vez la situación y la solución del problema. Más tarde, volveremos sobre este ejemplo, ahora pasamos al segundo problema.

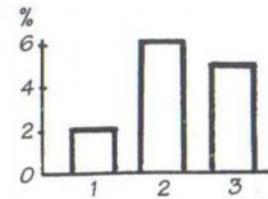


Figura 6.1. Aumento de los resultados en el salto vertical a partir de una posición de firme (1 - sin ningún peso, 2 - con un peso de 20 kg, 3 - con un peso de 40 kg) en la organización sucesiva de los medios especiales de entrenamiento.

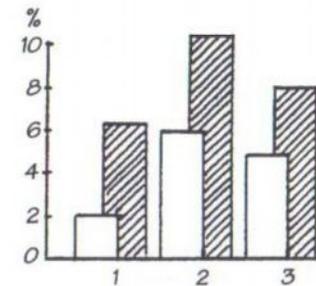


Figura 6.2. Aumento de los resultados en el salto vertical a partir de una posición de parado (1 - sin ningún peso, 2 - con un peso de 20 kg, 3 - con un peso de 40 kg) en la variante sucesiva (figura 6.1) y en la variante compleja (rayada) de organización de los medios especiales de entrenamiento.

### Segundo problema

Planteamos ahora tres variantes diferentes de organización de la preparación especial de la fuerza (figura 6.3) en un periodo con una duración de dos meses.

*Variante A:* durante el primer mes deben realizarse flexiones de las extremidades inferiores con una haltera de peso elevado sobre la espalda; durante el segundo mes se llevarán a cabo saltos hacia abajo.

*Variante B:* durante el primer mes deben realizarse saltos hacia abajo, y durante el segundo mes, flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda.

*Variante C:* durante dos meses se ejecutarán a la vez saltos hacia abajo y flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda.



Figura 6.3. Datos del trabajo de una organización racional de la preparación especial de la fuerza (explicaciones en el texto).

El volumen total de trabajo en las tres variantes es el mismo.

La pregunta clave es ¿qué variante resulta más eficaz para el desarrollo de la fuerza explosiva de los músculos de las extremidades inferiores (es decir, de la capacidad de salto)?

No debemos tener prisa para responder a esta pregunta fundamental. Irems acercándonos gradualmente a la solución de este problema.

Miremos otra vez la figura 6.3, en la cual aparece representado esquemáticamente cómo gracias a los ejercicios de flexión de las extremidades inferiores con una haltera sobre la espalda (variante A), durante el primer periodo, la capacidad de desarrollar impulsos explosivos de la fuerza aumentó en el modo indicado por la flecha.

Ahora podemos plantearnos estas preguntas:

Primera pregunta: ¿Cuál será la posición de la flecha que representa el aumento de la fuerza explosiva después de la ejecución de los saltos hacia abajo (por encima o por debajo de la variante A)?

Segunda pregunta: ¿Cuál será la posición de la flecha que representa el aumento de la fuerza explosiva de los músculos, debido a la utilización al mismo tiempo de flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda y saltos hacia abajo (variante C), con respecto a las dos primeras flechas?

En otras palabras, se debe valorar el efecto de mejora de las tres variantes de entrenamiento de la fuerza durante la primera etapa y hacer una lista siguiendo el aumento de la fuerza explosiva debido al uso de diferentes medios.

Deben coger un folio, hacer una copia de la parte superior de la figura 6.3 y, después, dibujar debajo su solución con referencia al primer periodo.

Ahora pasemos al segundo mes (al segundo periodo).

Tercera pregunta: ¿Cuál será la posición de la flecha que representa el aumento del nivel de la fuerza explosiva de los músculos de las extremidades inferiores provocado por el uso de los saltos hacia abajo (variante A): por encima o por debajo del nivel alcanzado en el primer periodo?

Cuarta pregunta: ¿Cuál será la posición de la flecha que representa el cambio en el nivel de la fuerza explosiva de los músculos de las extremidades inferiores producido por el uso de las flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (variante B): por encima o por debajo del nivel alcanzado el primer mes?

Quinta pregunta: ¿Cuál será la posición de la flecha que representa el cambio en el nivel de la fuerza explosiva de los músculos de las extremidades inferiores producido por el uso al mismo tiempo de los saltos hacia abajo y de las flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda (variante C)?

Deben examinar bien su respuesta, pero antes de plasmarla en el gráfico, hay que responder otra pregunta.

Sexta pregunta: ¿Cuál de estas tres variantes garantiza el mayor aumento de la fuerza explosiva al final del segundo mes de entrenamiento y qué variante garantiza el menor aumento?

En este momento, si han respondido a todas las preguntas y han señalado sus respuestas en el gráfico, pueden comprobar los resultados reales del entrenamiento experimental en la figura 6.4. Por tanto, pueden analizar estos resultados y pasar a la siguiente tarea.

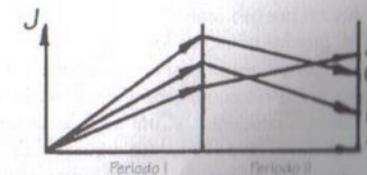


Figura 6.4. Disposición de la dinámica de los parámetros de fuerza explosiva en tres variantes de la organización de la preparación especial de la fuerza (resultados del experimento).

### Tercer problema

Después de analizar y estudiar la tabla y discernir sobre tres variantes diferentes de organización de los medios de preparación especializada de la fuerza (A, B y C) en tres periodos de entrenamiento (I, II y III), con una duración de un mes cada uno...

Representación esquemática de la organización del trabajo de entrenamiento en tres variantes diferentes del entrenamiento			
Variantes	Periodos de entrenamiento		
	Periodo I	Periodo II	Periodo III
A	Ejercicios de salto	Flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda	Salto hacia abajo
B	Ejercicios de salto	Flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda	Flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda
C	Ejercicios de salto	Ejercicios de salto	Ejercicios de salto

Ahora presten atención a la figura 6.5, que representa esquemáticamente cómo, gracias al uso de los ejercicios de salto en el primer periodo, ambas variantes garantizaron casi el mismo aumento de la fuerza explosiva muscular. Y ahora, tomando como referencia la tabla, respondan estas preguntas.

Primera pregunta: ¿Cuál será la posición de la flecha que representa el cambio del nivel de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores en cada variante de la organización del entrenamiento (A, B y C) en el segundo perio-



Figura 6.5. Datos del trabajo de una organización racional de la preparación especial de la fuerza (explicaciones en el texto).

do: por encima o por debajo del nivel adquirido en el primer periodo, o el mismo nivel? Cojan un bolígrafo y un folio, copien el esquema de la figura 6.5 y diseñen su solución, utilizando las flechas correspondientes.

Segunda pregunta: ¿Cuál será la posición de las flechas que representan el cambio del nivel de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores en cada variante de la organización del entrenamiento (A, B y C) durante el tercer periodo: por encima o por debajo del nivel adquirido en el segundo periodo, o el mismo nivel?

Tercera pregunta: ¿Cuál entre estas tres variantes de la preparación especializada de la fuerza (A, B o C) garantiza, al final del tercer periodo, un mayor aumento de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores y qué variante aporta un aumento menor?

Escriban su respuesta en el esquema. Ahora pueden mirar la figura 6.6.

A continuación pasemos a analizar las soluciones de estos tres problemas.

1. En la primera variante del primer problema (figura 6.1), cada uno de los tres grupos de medios se utilizará durante un periodo de tiempo breve (una semana) y, por tanto, no da tiempo a que se produzcan importantes transformaciones morfofuncionales específicas en el organismo. En la otra variante (figura 6.2), los tres grupos de los medios de entrenamiento se utilizarán al mismo tiempo y producirán un efecto complejo y, por tanto, más elevado sobre el sistema neuromuscular. Además, este trabajo más elevado actúa sobre el organismo durante un periodo más largo (tres semanas). Éste es un factor determinante que garantiza un aumento más importante de la fuerza explosiva (figura 6.2).

2. En el segundo problema, el resultado del entrenamiento durante el primer periodo (primer mes, figura 6.4) es bastante evidente. El uso combinado de las flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda y de los saltos hacia abajo produce un efecto más elevado sobre el sistema neuromuscular. Las flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda tienen un efecto menor sobre el sistema neuromuscular. En el segundo periodo, la situación es más complicada y para algunas variantes incluso inesperada.
- En la variante A, el efecto de mejora de los saltos hacia abajo se superpone muy bien sobre los esquemas de las transformaciones morfofuncionales producidas en el organismo por el trabajo anterior (las flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda). Esto representa una buena sucesión de los trabajos en los entrenamientos, que produjo un mayor aumento de la fuerza explosiva al final del segundo mes de entrenamiento.
  - En la variante B, el trabajo lento de las flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda provocó un efecto negativo sobre el nivel de desarrollo de la fuerza explosiva conseguido gracias a la utilización de los saltos hacia abajo. Por esta razón, en el segundo periodo el nivel de desarrollo de la fuerza explosiva se ve ligeramente disminuido.
  - En la variante C, se aprecia un típico caso paradójico del efecto de mejora. El organismo se acostumbra al trabajo, que se convierte en algo monótono, y pese a todo, el trabajo sigue actuando sobre el organismo, el nivel funcional alcanzado no sólo no mejora, sino que, por el contrario, disminuye.

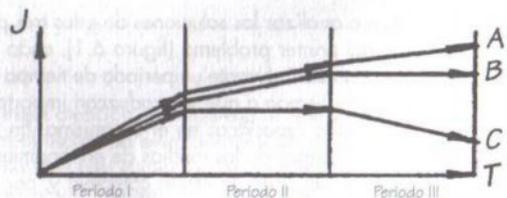


Figura 6.6. Disposición de la dinámica de los parámetros de la fuerza explosiva durante un experimento que preveía tres periodos.

Por tanto, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- El método pliométrico garantiza realmente un efecto muy elevado sobre el sistema neuromuscular, sin embargo:
  - Debe utilizarse en el entrenamiento de los deportistas de alto nivel; este método no sirve para los principiantes ni para deportistas de nivel medio (utilizarlo en este tipo de deportistas sería como matar moscas a cañonazos).
  - Los medios del método pliométrico deben combinarse con otros medios de entrenamiento de la fuerza rápida. Esto garantiza un contraste entre los efectos de mejora y una acumulación positiva de las reacciones de adaptación del organismo a cada medio de entrenamiento.
- Si el periodo de preparación especial de la fuerza es limitado en el tiempo (por ejemplo, sólo dura cuatro semanas), es oportuno usar el método complejo de organización de los medios de entrenamiento de la fuerza. Este método garantiza un aumento rápido y bastante importante de la capacidad de fuerza rápida. Sin embargo, este nuevo nivel no se mantiene durante mucho tiempo y disminuye con la misma velocidad con la que se alcanza. Por tanto, resulta oportuno utilizar el método complejo durante el periodo de la preparación inmediatamente anterior al periodo de competición oficial, por ejemplo, 4-5 semanas antes de la temporada. En este caso, los medios de preparación de la fuerza deben utilizarse durante las primeras 3-4 semanas que preceden a la temporada, es decir, deben dejar de utilizarse entre ocho y diez días antes de la competición.
- Si existe la posibilidad de usar los ejercicios especializados de fuerza durante un periodo más largo (por ejemplo 10-12 semanas), es recomendable utilizar el método denominado sucesivo-contiguo de organización de los medios de entrenamiento. Este método fue expuesto en la solución del tercer problema (figura 6.6).

El sistema sucesivo-contiguo es, en realidad, el sistema complejo de organización de los medios que se desarrolla en el tiempo. En este caso *sucesión* significa un orden preciso y consecutivo de introducción en el entrenamiento de las cargas de trabajo según el aumento gradual de su efecto de mejora y de su especificidad. Por ejemplo, primero se utilizan los ejercicios de salto; después, las flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda, y, más tarde, se introducen los saltos hacia abajo. La *contigüidad* comporta una oportuna continuidad de la sucesión durante la cual se deben usar los medios de entrenamiento que se basan en la creación de las condiciones por las cuales un grupo de estos ejercicios (por ejemplo, los de salto) crea una base morfofuncional positiva para la solución de las tareas previstas en los trabajos su-

cesivos (por ejemplo, primero se realizan las flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda, y después, los saltos hacia abajo).

En el ámbito del sistema sucesivo-contiguo, los saltos hacia abajo, que forman el medio con un efecto de mejora más elevado, ocupan el último puesto (conclusivo). Los saltos hacia abajo se incluyen en el entrenamiento en el momento en que los medios anteriores (ejercicios de salto y flexiones de las extremidades inferiores con la haltera sobre la espalda) hayan creado las condiciones para su utilización. El mecanismo fisiológico fundamental del efecto de mejora de este método consiste en la acumulación positiva consecutiva de los rasgos de las transformaciones morfofuncionales producidas por los trabajos de diversa dirección prioritaria, que se sustituyen los unos a los otros.

En este caso, por *sucesión* no hay que entender una brusca separación cronológica de los trabajos (de acuerdo con el principio "hoy hemos dejado de utilizar un medio, mañana comenzamos a utilizar otro"), sino el paso gradual del uso prioritario de un grupo de medios de entrenamiento al de otro grupo, según el principio de la sustitución gradual de un medio por otro.

## Conclusiones

Alguien afirmó alguna vez que "Es sabio el que sabe prever". Éste es un aforismo que vale para cualquier situación de la vida de todos los días y de la vida profesional, pero parece que su autor estuviera hablando del difícil trabajo de entrenador en particular.

El lector estará de acuerdo en que saber prever cuál será el resultado del trabajo del entrenamiento establecido es una característica fundamental de la capacidad profesional de un entrenador. De hecho, no es posible esperar tener éxito en el proceso de entrenamiento si el entrenador no sabe cuál es su objetivo final. Por lo tanto, la previsión, que se basa en la idea de lo que hay que hacer hoy para alcanzar el objetivo planificado para mañana o pasado mañana, es un aspecto que distingue a un entrenador profesional inteligente de un aficionado.

La capacidad de prever es indispensable, sobre todo, para el uso del método pliométrico. Por lo que cabe repetir una vez más algunas consideraciones que ya hemos señalado.

1. El método pliométrico se caracteriza por un alto efecto de mejora sobre el sistema neuromuscular del deportista. Este método no es un método ordinario, sino que es un medio muy potente para el desarrollo de la fuerza explosiva de los músculos, que debe utilizarse sólo cuando sea objetivamente necesario. Entendido de este modo, puede favorecer el éxito del entrenamiento, pero también puede provocar resultados negativos.
2. Resulta oportuno utilizar el método pliométrico combinado con otros medios de entrenamiento. Dentro del sistema de los medios de preparación especial de la fuerza, este método debe ocupar un puesto final.

Tomaremos en consideración un último aspecto. El método de impacto no es un simple trabajo muscular pliométrico, como lo entienden todos los entrenadores estadounidenses. La característica general del método de impacto es un brusco (impacto) estiramiento muscular y un paso rápido del estiramiento a la contracción muscular en unas condiciones de elevada sobrecarga externa. Por lo tanto, el principal papel del método de impacto no es el régimen pliométrico (excéntrico) sino el régimen reversible del trabajo muscular, en el que la fase principal es la de contracción (de trabajo) muscular.

Espero que este libro ayude a los entrenadores a valorar objetivamente las posibilidades del método pliométrico, a utilizar racionalmente su potencial de trabajo y, al mismo tiempo, a aumentar la probabilidad de prever cuáles serán los resultados de su realización.

## Bibliografía

1. ADAMS T. *An investigation of selected pliometric training exercises on musculature leg strength and power.* Track and Field Quarterly Review, 1984, 84, 1, 36-40.
2. ADAMS T. *Jumping into strength training.* Swimming Techniques, 1985, v. 22, n. 3, 25-27.
3. ASMUSSEN E., BONDE-PETERSON F. *Storage of elastic energy in skeletal muscles in man.* Acta Physiologica Scandinavia, 1974, 91, 385-392.
4. BOBBERT M. *Drop Jumping as a Training Method for Jumping Ability.* Sports Medicine, 1990, v. 9, n. 1, 7-22.
5. BOSCO C. *Elasticità muscolare e forza esplosiva nelle attività fisico-sportive.* Società Stampa Sportiva, Roma, 1985.
6. BOSCO C. *La valutazione della forza con il test di Bosco.* Società Stampa Sportiva, Roma, 1992.
7. CHU D. *Jumping into Pliometrics.* Leisure Press Champaign, Illinois, 1992.
8. CLUTCH D., WILTON M. *The effect of Depth Jumps and Weight Training on Leg Strength and Vertical Jump.* Research Quart. for Exercise and Sport, 1983, v. 5-4, n. 1, 5-10.
9. FREEMAN W., FREEMAN E. *Plyometrics: complete training for all sports.* Amer. Championship Books, 1984.
10. LUNDIN PH., BERG W. *A review of pliometric training.* NSCA Journal, 1991, v. 13, n. 6, 22-30.
11. MASALGIN H., VERKHOSHANSKY Y. et al. *Vlijanie udarnogo metoda trenirovki na elektromiograficeskie parametri vzravnogo usilija (L'effecto del metodo d'urto sui parametri elettromiografici dell'impegno esplosivo di forza).* Teoria i praktika fizičeskoj kul'turi, 1987, n. 1.
12. RADCLIFFE Y., FARANTINOS R. *Plyometrics: Explosive Power Training.* Human Kinetics Publ. Inc., Champaign, Illinois, 1985.
13. SCOLES G. *Depth jumping! Does it really work?* Athletic Journal, 1978, n. 58, 48-75.
14. SIFF M., VERKHOSHANSKY Y. *Understanding Plyometrics.* Fitness and Sports Review International, 1993, v. 28, n. 1, 1-3.
15. SIFF M., VERKHOSHANSKY Y. *Supertraining.* University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa, 1994.
16. STEBEN R., STEBEN A. *The validity of the stretch shortening cycle in selected jumping events.* J Sports Med., 1981, 28-37.
17. STONE M., O' BRYANT H. *Weight Training: A Scientific Approach.* Minneapolis, Bellwether Press, 1987.

18. VERKHOSHANSKY Y. *Novij metod silovij podgotovki prigunov (Un nuovo metodo di preparazione della forza dei saltatori)*. Sbornik naucnikh robot. Naucno-issledovatelsky institut fiskul'turi, Mosca, 1959, 23-38.
19. VERKHOSHANSKY Y. *Troinoij prizčok (Il salto triplo)*. Fiskul'tura i sport, Mosca, 1961.
20. VERKHOSHANSKY Y. *Eksperimentalnoe issledovanie biodinamiki spotivnikh upraznenij (Lo studio sperimentale della biodinamica degli esercizi sportivi)*. Kandidadatskajj dissertazija, Mosca, 1963.
21. VERKHOSHANSKY Y. *Polezni li prizky gloubinu? (Sono utili i salti in basso?)*. Legkajja atletika, 1964, n. 7.
22. VERKHOSHANSKY Y. *Udamnij metod razvitia vzrivnoij sili mishz (Il metodo d'urto per lo sviluppo della forza esplosiva muscolare)*. Teoria i praktika fizičeskoj kul'turi, 1968, n. 8.
23. VERKHOSHANSKY Y. *Are depth jumps useful?* Sov Sports Review, 1968, n. 3, 75-78.
24. VERKHOSHANSKY Y. *Perspectives in the improvement of speed-strenghty preparation of jumpers*, Sov Sports Review, 1969, n.4, 28-34.
25. VERKHOSHANSKY Y. *Osnovi specialnoj silovoj podgotovki v sporte (I principi della preparazione speciale della forza nello sport)* Fiskul'tura i sport, Mosca, 1970.
26. VERKHOSHANSKY Y. *Depth Jumping in the Training of Jumpers*. Track Technique, 1973, n. 51, 60-61.
27. VERKHOSHANSKY Y. *Metodica ozenki skorostno-silovikn sposobnostei sportsmenov (Un metodo di valutazione delle capacità di forza rapida degli atleti)* Teoria i praktika fizičeskoj kul'turi, 1979.
28. VERKHOSHANSKY Y. *La programmazione e l'organizzazione del processo di allenamento*, Società Stampa Sportiva, Roma, 1987, 166 pp.
29. VERKHOSHANSKY Y. *Osnovi specialnoi fisiceskoi podgotovki sportsmenov (I principi della preparazione fisica speciale degli atleti)* Fiskul'tura i sport, Mosca, 1988.
30. VERKHOSHANSKY Y. *Entrenamiento deportivo. Planificación y programación*. Ediciones Martínez Roca, Barcelona, 1990, 166 pp.
31. VERKHOSHANSKY Y. *Ein neues Trainingssystem fur azyklische Sportarten*. Philippka Verlag, 1992.
32. VERKHOSHANSKY Y. *Ein neues Trainingssystem fur azyklische Sportarten*. Philippka Verlag, 1995.
33. VERKHOSHANSKY Y., MIRONENKO I., ANTONOVA T. *Un modello per la direzione dell'allenamento*. SdS - Rivista di cultura sportiva, 1983, n. 2.
34. VERKHOSHANSKY Y., DENISKIN V. *Speed-Strength Preparation of Weightlifters in the pre-competitive stage*. Sov Sports Review, 1984, v. 19, n. 1, 15-19.
35. VERKHOSHANSKY Y., VIRU A. *L'adattamento a lungo termine*. SdS - Rivista di cultura sportiva, 1990, n. 18.

36. VERKHOSHANSKY Y. et al. *Specificna snaga u sportu. Teorija i metodica Pro-metej*, Fakultet fizicke kulture, Novi Sad, 1992.
37. VERKHOSHANSKY Y. *Effective trainieren. Neue Wege zur Planing und Organisation des Training-sprozesses*, Sportverlag, Berlin, 1988, 168 pp.
38. VERKHOSHANSKY Y. *L'entraînement efficace. Pour une programmation efficace de l'entraînement*, Presses Universitaires de France, 1992, 184 pp.
39. WILT F. *Plyometrics - What is it and how it woks*. Modern Athlete and Coach, 1978, 16: 9-12.
40. YESSIS M. *Secrets of Soviet Sports Fitness and Training*. Arbor House, New York, 1987.