

Desarrollo de la Potencia a través de Gestos Explosivos

INTRODUCCIÓN

Un gesto explosivo es un tipo de manifestación de la fuerza (capítulo 1). Según Kraemer 92' es todo aquel movimiento cuyo tiempo de aplicación de fuerza es de 100 a 300 milisegundos.

Los ejemplos más comunes de gestos explosivos son los saltos, lanzamientos y golpes. Este tipo de manifestación de la fuerza, es quizás la más utilizada por los entrenadores cuando se acerca la competencia donde se necesitan altos niveles de potencia muscular.

Existe una gran variedad de ejercicios con sobrecarga muy populares en los programas de fuerza (sentadilla - press de banca) que no pueden ser realizados en forma explosiva, aunque esto no quiere decir que los mismos no sirvan para el desarrollo base de la potencia.

De acuerdo con el concepto de Kraemer podemos decir que todos los gestos balísticos - explosivos deben ser considerados como un movimiento que desarrolla la fuerza en forma inmediata. Si la fuerza se aplica contra el suelo se denomina saltabilidad, si se aplica contra un elemento se denominan lanzamientos o si se aplica en contra de un oponente o a un implemento a distancia se denominan golpes (de puño o pierna). En todos los casos el objetivo es aplicar la mayor cantidad de fuerza en la menor unidad de tiempo posible. La ecuación que representaría este concepto es la siguiente:

$$\text{Fuerza Explosiva} = \frac{\text{Fuerza máxima}}{\text{Tiempo máximo}}$$

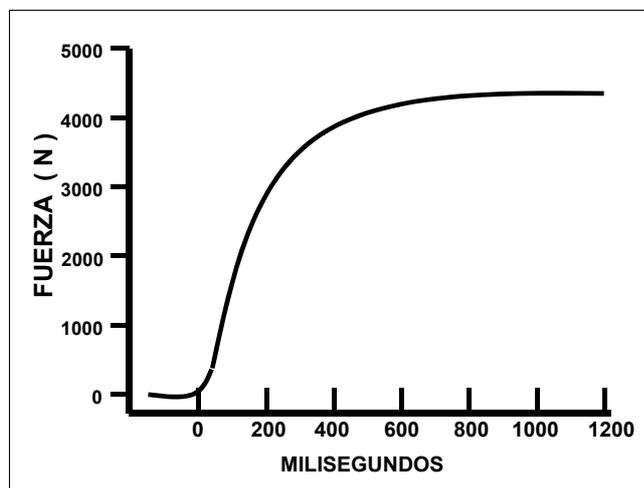


Figura 5.1

En la figura 5.1 podemos apreciar la relación entre la fuerza isométrica máxima y su tiempo de aplicación. Como vemos la máxima fuerza se alcanza desde los 400 milisegundos en adelante. Pero por definición, un gesto explosivo debe realizarse antes de los 300 milisegundos.

Por lo tanto en muy pocas ocasiones un gesto deportivo tiene la aplicación de la máxima fuerza en su totalidad. En la mayoría de los casos, solo se aplicará una parte de ella debido al poco tiempo disponible. Los gestos explosivos son de suma importancia para el entrenamiento de cualquier deporte ya que muchos gestos deportivos básicos se realizan en un tiempo muy breve (correr - saltar y lanzar).

Entonces, ¿Cuál es la razón por la cual la mayoría de los ejercicios con sobrecarga no pueden ser realizados en menos de 300 milisegundos, para que sean considerados movimientos explosivos?

La respuesta es simple. La mayor parte de los ejercicios de sobrecarga son de cadena cinemática cerrada y cíclicos. Esto quiere decir que el ejercicio tiene un claro principio y un claro final, que generalmente es el tope articular (donde la

velocidad es cero). El elemento de sobrecarga se debe desplazar a lo largo de este recorrido.

Por ejemplo en el press de banca el movimiento comienza con los brazos extendidos, la barra se desplaza hacia abajo por acción de la gravedad hasta tocar el pecho (fase excéntrica) y luego se eleva hasta estirar nuevamente los codos (fase concéntrica). En ambos puntos (en el pecho y brazos extendidos) la barra alcanza velocidad cero. Si observamos el espacio donde se desplaza la barra en un press de banca, el mismo puede ser de 30 a 55 centímetros de acuerdo al tamaño corporal del deportista. Por lo tanto si la barra debe acelerar en el inicio del movimiento y luego debe desacelerar en el final del mismo solo se puede realizar a una velocidad relativamente alta solo el 50 por ciento del espacio recorrido (Newton 94' PhD Tesis). Esta es la razón por la cual el concepto de desarrollo de la máxima potencia con este tipo de ejercicios esta cuestionado.

Frecuente y erróneamente se utilizan este tipo de ejercicios ejecutados a la máxima velocidad posible, con el objetivo de incrementar los niveles de potencia máxima. Esto fue utilizado durante largo tiempo y fue promovido como uno de los mejores métodos para el entrenamiento de la potencia, sobre todo en períodos competitivos.

Si se utilizan ejercicios que se adaptan a la ley de Hill en forma aislada como puede ser press de banca, camilla sentado y acostado, etc. con cargas bajas (40-60 %) y se realizan a la **mayor velocidad que el ejercicio permite**, la potencia producida es muy pequeña comparada con otro tipo de ejercicios (figuras 5.2 y 5.3).

En realidad este tipo de entrenamiento esta documentado en varios trabajos de investigación (Zatsiorski - Bompa) y los resultados muestran un mejoramiento (disminución del tiempo) para una contracción muscular con la misma carga, luego de un período de entrenamiento. En realidad esta mejora es tan pequeña que no muestra aumentos considerables en los gestos explosivos transferidos al deporte. Este tema se analizará mas adelante.

Si recordamos que la potencia es el producto de la fuerza por la velocidad, en las figuras 5.2 y 5.3 podemos observar el comportamiento de ambas variables en dos movimientos similares. Newton 94' evaluó la fuerza y la velocidad producida en la fase concéntrica de un press de banca con la misma sobrecarga en dos modalidades. En el primer caso la barra frenaba al extenderse los codos (press de banca tradicional) y en el segundo caso la barra se despegaba de las manos como si fuera un lanzamiento.

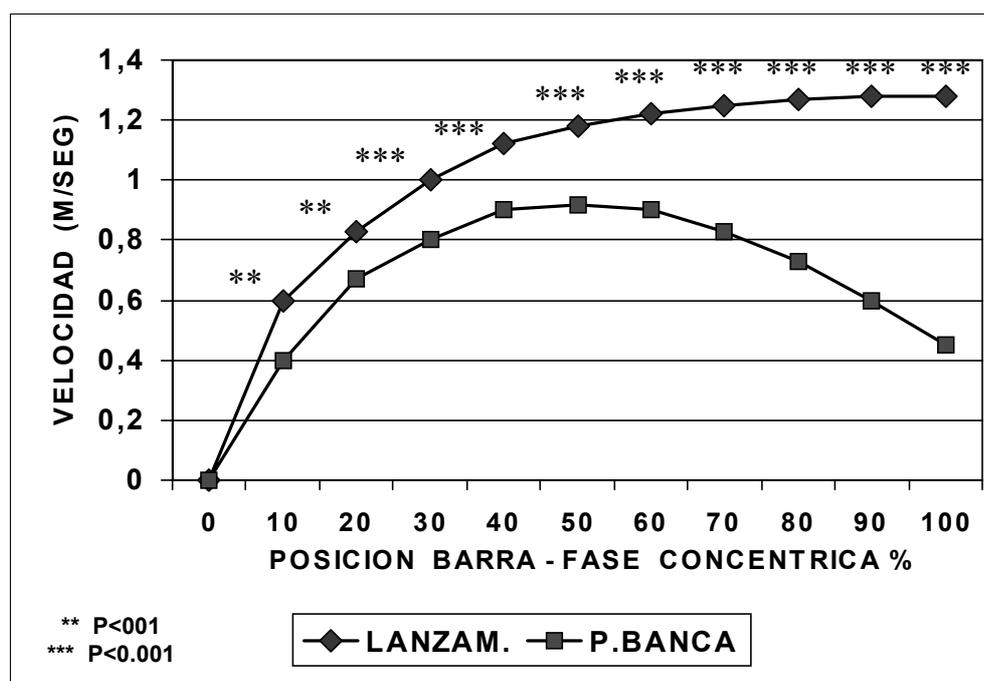


Figura 5.2

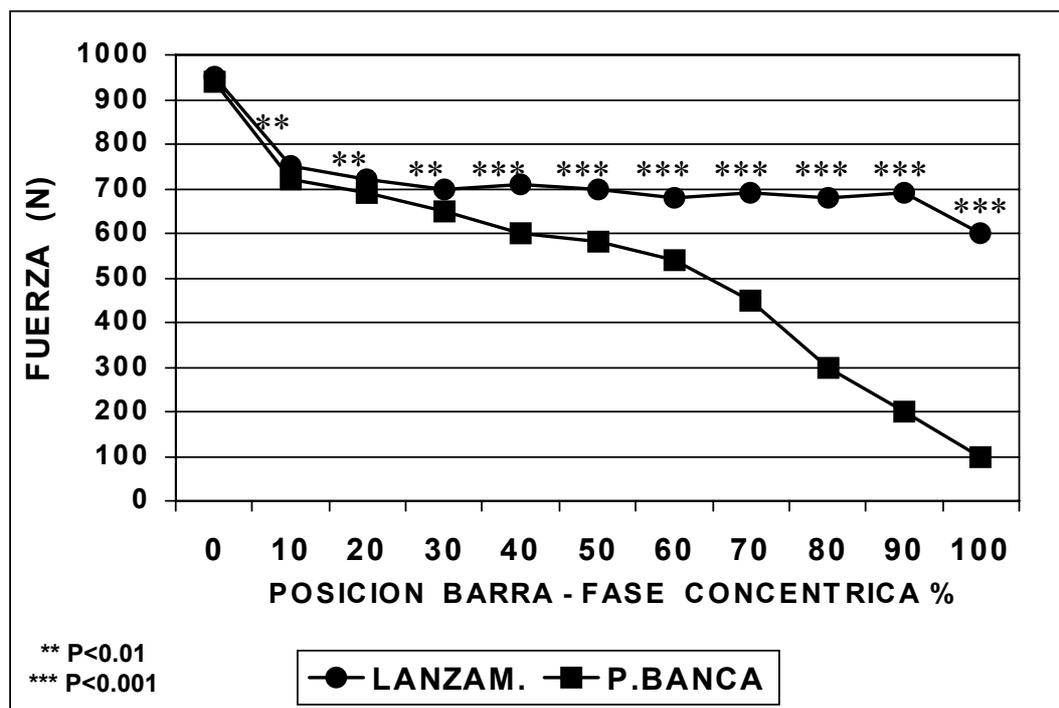


Figura 5.3

Los resultados fueron los siguientes: en la figura 5.2 observamos que cuando la barra es lanzada, la velocidad aumenta constantemente hasta despegarse del cuerpo. En el caso del press de banca tradicional la velocidad solo aumenta hasta el 50 por ciento del espacio recorrido, para luego disminuir hacia el final del movimiento. En el lanzamiento, la velocidad es muy superior a la del press de banca en todos los puntos del espacio observado. Más notable es la diferencia que existe en la fuerza aplicada en ambos movimientos. La figura 5.3 muestra que la fuerza en el press de banca tradicional desciende (100 N) al terminar el movimiento, contrastando con el lanzamiento donde la fuerza se mantiene muy alta (700 N).

Si analizamos la producción de potencia al final del movimiento (90% del espacio de la fase concéntrica), el press de banca genera 120 watts frente a 910 watts del lanzamiento.

¡Ahora bien! llevemos esto al terreno práctico. Si estamos entrenando a un boxeador, el mismo debe tener una potencia muy importante al momento de estirar el codo. Esto es necesario ya que en ese momento golpea al oponente. No sería una buena estrategia si decidimos entrenarlo solo con el ejercicio del press de banca tradicional, ya

que estaría entrenando con un movimiento que produce muy baja potencia justo donde se necesita todo lo contrario.

La desaceleración resulta de un descenso en la activación de los músculos agonistas durante la última fase del movimiento, sumado a una activación de los antagonistas. Este proceso se incrementa (mayor frenado) conforme baja la carga y se incrementa la velocidad (Newton 94'). Dicha desaceleración es indeseable ya que disminuye la potencia muscular.

Newton concluye que el entrenamiento de alta velocidad con ejercicios que se adaptan a la ley de Hill y cargas bajas son contraproducentes para el desarrollo de la potencia en el deporte

En realidad debemos decir que entrenar de este modo es contraproducente si se utiliza como único medio de entrenamiento. La figura 5.4 muestra los resultados de un trabajo de Zatsiorski en el 70' donde se comprueba los que mencionamos

anteriormente.

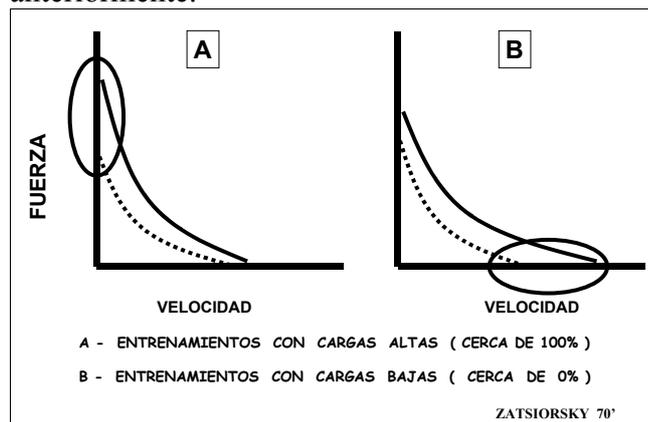


Figura 5.4

Entrenar con cargas bajas, a la máxima velocidad que el ejercicio permite, no es aconsejable ya que las mejoras que se muestran no son lo suficientemente grandes como **para mejorar significativamente los gestos deportivos a altas velocidades**. Es probable que este tipo de entrenamiento funcione en deportistas con niveles de fuerza muy bajos, pero esta mejoría durará muy poco tiempo

Por otro lado, si este tipo de entrenamiento se combina con otros de mayor potencia, genera una sumatoria en la mejora del rendimiento.

LOS LANZAMIENTOS, LOS SALTOS Y LOS GOLPES ¿SON SIEMPRE EXPLOSIVOS?

Esta pregunta nace debido a que muchos entrenadores realizan saltos y lanzamientos con sobrecarga y utilizan intensidades propuestas en la bibliografía. Pero no sabemos a ciencia cierta si esas cargas se adaptan a sus deportistas ya que las mismas dependen del calibre del atleta, del período de entrenamiento, del orden del ejercicio, etc. En la figura 5.5 podemos observar algunos datos de Schmidtbleicher que nos orientan para responder esta pregunta.

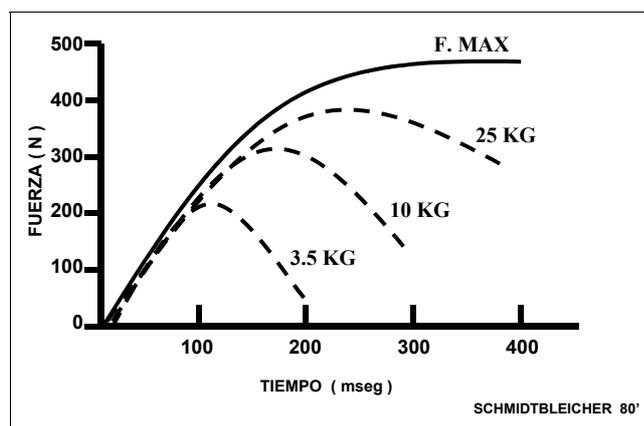


Figura 5.5

La figura 5.5 muestra dos conceptos fundamentales. En la relación fuerza - tiempo vemos graficadas 4 curvas. La primera se refiere a la máxima fuerza isométrica que podemos desarrollar en una contracción muscular. El máximo de fuerza se alcanza aproximadamente a los 400 milisegundos y en algunos casos a los 500 o 600. Las otras curvas corresponden a lanzamientos con diferentes pesos.

En el primer caso se lanza una bala de 3.5 kilos y el tiempo máximo de aplicación de fuerza es de 200 milisegundos, por lo tanto puede ser considerado un ejercicio explosivo. En la segunda curva se realiza el lanzamiento con 10 kilos y tiene un tiempo de aplicación de 300 milisegundos. Por lo tanto también puede ser considerado como gesto explosivo debido a que su tiempo de aplicación de fuerza no excede los 300 milisegundos (Kraemer 94'). En cambio cuando realizamos un lanzamiento con una carga de 25 kilogramos el tiempo de aplicación de fuerza es de 400 milisegundos y no se debería considerar una gesto explosivo, aunque el peso se despegue del cuerpo.

Entonces si se aumenta el peso de lanzamiento llegará un momento donde el tiempo de aplicación de fuerza sea superior a los 300 milisegundos. Es aquí donde el gesto deja de ser explosivo para ser una simple **contracción muscular rápida, pero no explosiva** (Kraemer 94').

Por otro lado Schmidtbleicher propone que las acciones explosivas se pueden dividir en dos clases. Las primeras son acciones donde el

tiempo de aplicación es mayor a 250 milisegundos y las denomina acciones de estiramiento - acortamiento largas (salto en el basquet). La segunda clase corresponde a acciones donde el tiempo de aplicación es menor a 250 milisegundos y las considera acciones de estiramiento - acortamiento cortas (apoyos en la carrera máxima - saltos máximos - etc).

Podemos observar que tanto Kraemer como Schmidbleicher coinciden en catalogar a las acciones explosivas como tiempos de aplicaciones de fuerza muy bajos (300 y 250 milisegundos respectivamente). Por su parte, Schmidbleicher observa una correlación negativa entre la máxima fuerza estática y la fuerza explosiva. Estas correlaciones se muestran en la tabla 5.1.

Carga de lanzamiento (kg)	Correlación
25	0.85
10	0.66
3.5	0.50

Tabla 5.1

La correlación con la fuerza isométrica desciende conforme la carga a lanzar es cada mayor. Esto quiere decir que si se utilizan sobrecargas bajas tiene una mayor importancia la velocidad de desarrollo de la fuerza que la máxima fuerza (ver capítulo 2). Según Müller 87' la velocidad de desarrollo de la fuerza es igual en todos los esfuerzos con cargas que van por arriba del 25% de la R.M. Este dato es de suma importancia para la planificación de los saltos con sobrecarga.

Deberíamos analizar constantemente si nuestros deportistas necesitan seguir ganando fuerza máxima o si necesitan mejorar la velocidad de desarrollo de la fuerza, a través de evaluaciones constantes del tiempo de aplicación de fuerza durante los gestos explosivos. Esto podrá orientar al entrenador sobre la intensidad de trabajo para cada ejercicio con sobrecarga.

METODOLOGIA DE CONTROL DE LOS GESTOS EXPLOSIVOS

¿Cómo solucionamos este inconveniente en los saltos con sobrecarga?

Muy simple, hoy en día es muy fácil conseguir una plataforma que mida el tiempo de vuelo y el tiempo de apoyo. Este dispositivo permite evaluar al deportista en diferentes tipos de saltos. El objetivo es registrar el tiempo que se demora realizando contacto con el piso.

En primer lugar proponemos que el deportista salte sin carga y luego le vamos adosando peso con una barra detrás de la nuca. Una vez que el deportista utilice mas de 300 milisegundos en el piso detenemos la suma de carga. Hasta el peso conseguido en ese momento nos aseguramos que estamos proponiendo un gesto explosivo y ese sería el tope de carga que deberíamos utilizar hasta una nueva evaluación.

NO TODOS LOS SALTOS, LANZAMIENTOS Y GOLPES PUEDEN SER CONSIDERADOS EXPLOSIVOS. SIEMPRE DEBEMOS ANALIZAR EL TIEMPO DE APLICACIÓN DE LA FUERZA PARA ASEGURARNOS DE QUE NO EXCEDA LOS 300 MILISEGUNDOS.

CLASIFICACIÓN DE LOS EJERCICIOS DE SOBRECARGA

Si muchos movimientos realizados con sobrecarga no son explosivos es claro que debe existir una clasificación de ejercicios que nos permita orientarnos en cuanto a los medios utilizados para el desarrollo de programas de entrenamiento de la potencia muscular.

La clasificación más importante esta relacionada con la potencia (Watts) que producen los diferentes tipos de ejercicios. En la figura 5.6 podemos observar la clasificación.

En primer lugar encontramos los ejercicios que se adaptan a la ley de Hill. Estos ejercicios son los mas conocidos ya que se utilizan tanto para el deporte de rendimiento como para el

entrenamiento de la aptitud física general. Los más conocidos son: sentadilla, press de banca, press tras nuca, curl con barra, etc. Son muy populares en los gimnasios comerciales y su técnica no es difícil de aprender. Pero, la potencia que generan es pobre comparada con otros movimientos de sobrecarga (ver capítulo 4).

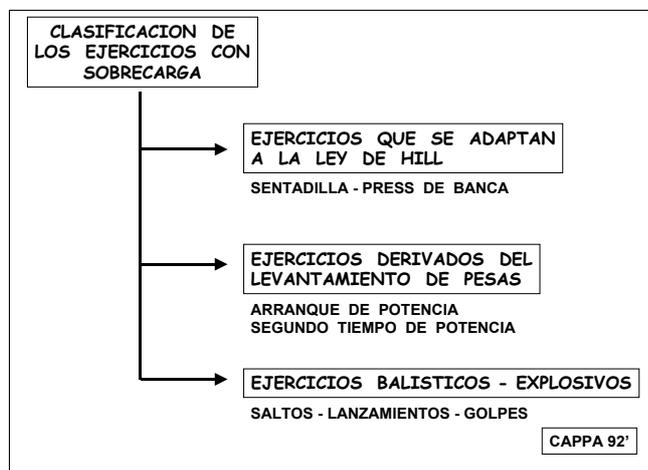


Figura 5.6

El segundo grupo de movimientos esta representado por los ejercicios derivados del Levantamiento de Pesas. Estos ejercicios fueron ampliamente explicados en el capítulo 4. Estos movimientos permiten utilizar gran cantidad de peso y a su vez gran cantidad de velocidad de ejecución. La potencia que producen es muy alta.

Por último se encuentran los gestos explosivo - balísticos que generan los más altos niveles de potencia (Garhammer 93'). Es importante consultar los últimos estudios de medición de la producción de potencia en los diferentes ejercicios (Sayers 99') ya que algunas ecuaciones matemáticas de predicción no reproducen correctamente el poder de estos gestos.

La figura 5.7 muestra conceptualmente la producción de potencia relativa de los diferentes ejercicios:

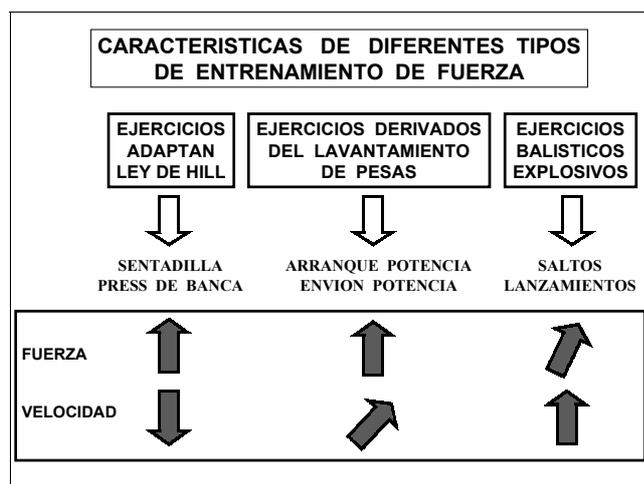


Figura 5.7

Si bien se pueden observar marcadas diferencias en la producción de potencia entre los diferentes ejercicios esto no quiere decir que uno sea mejor que otro. Solo muestra una realidad científica.

Un ejemplo claro para comprender que todos los ejercicios son útiles para el desarrollo de la potencia es el trabajo realizado por Wilson 93' donde utilizó 10 semanas de entrenamiento con tres tipos de sobrecarga. El primer grupo trabajó con sentadilla a altas intensidades, el segundo grupo trabajo con saltos pliométricos y el tercero trabajo con saltos sobrecargados a un 60 % de la R.M de la sentadilla.

En todos los casos se produjo un aumento en la saltabilidad (potencia muscular) pero el ejercicio más eficaz fue el salto con carga (ver tabla 5.2). Debemos recordar que estos trabajos son válidos solo para la muestra en que se aplicaron y se debe tener en cuenta la periodización empleada y el volumen relativo de cada tipo de ejercicio. Esto simplemente muestra que los saltos con carga son mas efectivos para el aumento de la potencia del salto si se utiliza como único entrenamiento. Estos movimientos no deben faltar en ningún programa de entrenamiento de la potencia.

De todos modos, una correcta combinación de los ejercicios mencionados dará como resultado un aumento más grande que cuando se los aplica individualmente. También se deberá tener en cuenta el nivel de fuerza inicial del deportista debido a la utilización y los beneficios de los ejercicios pliométricos.

Ejercicio	Aumento en la saltabilidad
Salto con carga	18 %
Sentadilla	5 %
Salto pliométrico	10 %

Tabla 5.2

PLIOMETRIA

Es frecuente que los gestos explosivos se confundan con un movimiento o contracción pliométrica. En realidad la pliometría es un tipo de entrenamiento explosivo. Es el entrenamiento de mayor calidad dentro de los gestos explosivos, por esto merece un apartado especial.

Podemos definir a la pliometría como un método de entrenamiento de la fuerza explosiva, que utiliza la acumulación de energía en los componentes elásticos del músculo y los reflejos durante la fase excéntrica de un movimiento, para su posterior utilización y potenciación durante la fase concéntrica.

La pliometría se basa en una característica que posee el músculo para acumular energía en su interior sin costo energético. Esta acumulación de energía se realiza durante la fase excéntrica acentuada por la caída previa al salto. La energía se almacena a través de los componentes elásticos que conforman la estructura muscular. En la figura 5.8 podemos apreciar los elementos que conforman esta estructura semi-elástica. La realidad muestra que esta característica se descubrió accidentalmente y en forma empírica.

Los saltos pliométricos fueron descubiertos y aplicados empíricamente por Iurig Verkhoshansky en la Ex Unión Soviética en el año 1955 (comunicación personal).

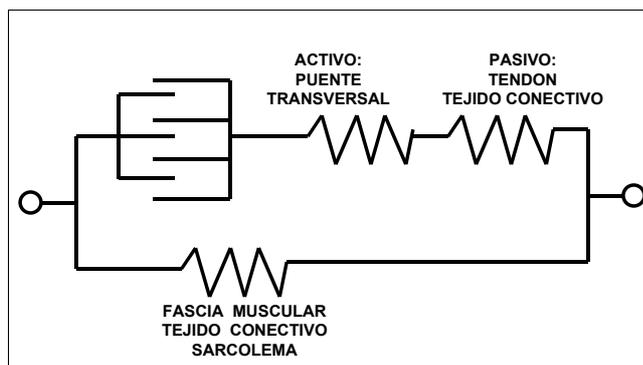


Figura 5.8

El autor buscaba una metodología para mejorar los niveles de potencia de los miembros inferiores de sus deportistas y probó la utilización de saltos en profundidad (fig. 5.9). Los saltos pliométricos también suelen denominarse: saltos en profundidad (depth jumps) o drop jumps, aunque en la metodología de trabajo propuesta por Verkhoshansky se denominan método de shock o choque.

El autor pudo observar en forma práctica, que este tipo de saltos incrementaba la potencia de los deportistas y decidió analizar estos resultados en el laboratorio. Este es quizás uno de los métodos más populares y de mayor calidad dentro de los ejercicios de saltabilidad.

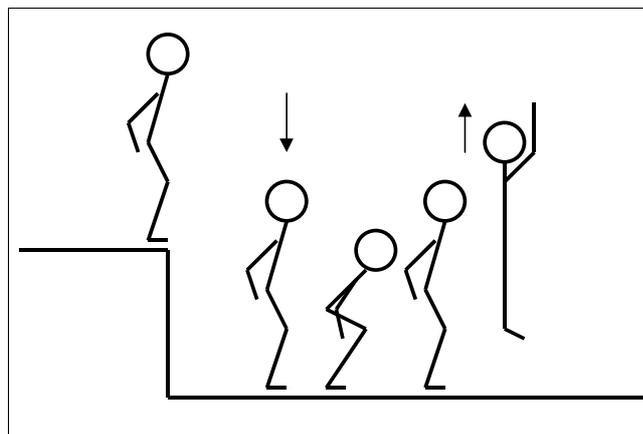


Figura 5.9

Este ejemplo de salto pliométrico es el más utilizado en el entrenamiento deportivo. Verkhoshansky 95' demostró que si los deportistas con buenos niveles de fuerza previos, se dejaban caer desde una altura específica y luego saltaban, lograban mayores progresos en la potencia muscular. Inclusive cuando esta

metodología se comparaba con los saltos tradicionales con contramovimiento o los multisaltos. Este propone a la pliometría solo como una variante dentro de su metodología de entrenamiento.

La pliometría se vale de la capacidad elástica y de los reflejos de los músculos para promover incrementos en la potencia muscular. Esta adaptación no siempre tiene lugar ya que las personas no entrenadas o los deportistas de bajo calibre producen una inhibición frente a este tipo de entrenamiento (ver capítulo 2 - adaptaciones fisiológicas).

En la figura 5.10 podemos observar los resultados del comportamiento en respuesta a saltos pliométricos de deportistas bien entrenados y de sujetos controles. En la gráfica observamos que un deportista de buen nivel se deja caer desde 20 cm y alcanza una altura de 38 cm aproximadamente. Conforme se deja caer desde mas alto, la altura alcanzada en el salto posterior mejora. Este incremento llega hasta un punto donde **un aumento de la altura de caída no mejora el rendimiento en el salto.**

Cuando el deportista se deja caer de una altura mayor a 35 - 40 cm, la altura obtenida en su salto posterior es mayor a las alturas de caídas menores. Esto muestra que existe una altura de **caída óptima** que esta de acuerdo al nivel del deportista.

Algunos autores sin embargo plantean alturas de caída estándares para deportistas entrenados. Novkov 87' propone una altura de caída de 70 cm para deportistas entre 70 y 90 kilos de peso corporal y 50 cm para deportistas de mas de 100 kilos. Por su parte Verkhoshansky aconseja alturas de caídas de 110 cm para deportistas elite.

En el caso del sujeto control o no entrenado vemos que si bien la morfología de la curva es similar los resultados absolutos son mucho menores y que el efecto de inhibición muscular se produce mucho antes.

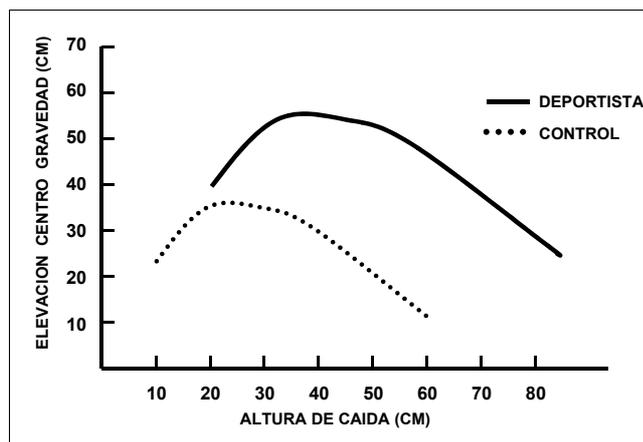


Figura 5.10

Es importante observar que estos conceptos sobre la pliometría no se corresponden con la visión de otros autores que trabajaron mucho tiempo después de Verjoshansky. Por ejemplo Chu D. 96' propone que la pliometría consiste en una serie de actividades como rebotes, skippings, saltos y lanzamientos diseñadas para ser más veloz.

En realidad si tomamos el concepto de Verkhoshansky literalmente, un ejercicio pliométrico es una actividad explosiva cuyo tiempo de aplicación de fuerza no supera los 150 milisegundos.

También es importante analizar la organización de las cargas de tipo pliométrico. Verkhoshansky plantea en su obra, que es imposible realizar ejercicios con el método de shock cuando los músculos están fatigados, doloridos o en tratamiento de lesiones. Esto hace referencia a que algunos autores plantean la realización de ejercicios pliométricos con series de agotamiento previa (entrenamiento láctico). Esto inhibiría la posibilidad de llevar al máximo a los reflejos (Verkhoshansky 95'). Por lo tanto los ejercicios de este tipo deben plantearse como una de las primeras cargas de la sesión y nunca luego de estímulos de tipo aeróbico o anaeróbico aláctico.

PROBLEMAS RELACIONADAS CON LOS GESTOS PLIOMETRICOS

Del mismo modo que al inicio del capítulo se propuso que no todos los saltos son explosivos, es importante establecer cuando un ejercicio es pliométrico (tanto para el tren superior como

inferior). Verkhoshansky, Häkkinen y Bosco son los autores que más investigaron en los saltos y lanzamientos pliométricos. La tabla 5.3 muestra la clasificación propuesta por Bosco para el tiempo de aplicación de la fuerza en el piso durante un salto. Esta tabla también es aplicable para los gestos de lanzamiento.

Tiempo de piso	Clasificación
145 - 160	Excelente
160 - 175	Bueno
175 - 190	Discreto
+ 190	Malo

Tabla 5.3

Podemos observar que la tabla plantea una tabulación de rendimiento aunque no específica desde que altura se consideraron los saltos. Esto es aplicable entonces a cualquier salto donde el deportista, independientemente de que altura se deje caer deberá estar menos de 170 milisegundos para que el gesto se considere pliométrico.

Como se menciona anteriormente Verkhoshansky plantea que para que un salto sea pliométrico, el tiempo de aplicación de la fuerza debe ser menor a 150 mseg. y que esto determina el calibre del deportista.

En cuanto al tren superior los tiempos de aplicación tienen las mismas características. La forma más común de acentuar la fase excéntrica en el entrenamiento se logra con balones medicinales arrojados por otro deportista, el cual es prácticamente rechazado por el entrenado. También se utilizan las caídas acentuadas por la gravedad como son las lagartijas con aplauso.

Como se aclaró en el capítulo de adaptaciones fisiológicas, el concepto a considerar en el entrenamiento con sobrecarga, es la velocidad de desarrollo de la fuerza. Es importante analizar el tiempo máximo que se posee para aplicar la fuerza y esto está determinado específicamente por los gestos deportivos. **Por lo tanto para el desarrollo de la fuerza explosiva, los movimientos a realizar como parte del entrenamiento deben poseer una velocidad similar o mayor a ellos, lo cual generará una**

mejora en la parte inicial de la curva fuerza-tiempo (fig. 2.5 y 2.6 - cap. 2)

Ahora bien! De acuerdo a un gran análisis de casos en la ex U.R.S.S, se genera una problemática con los gestos pliométricos cuando los mismos se aplican a deportistas de bajo calibre. Si bien se aplicaban los mismos protocolos de entrenamiento para todos los deportistas algunos mejoraban mucho y otros no tanto. Obviamente, se tuvo en cuenta el principio de las diferencias individuales, pero había una característica que tenían todos los que no progresaban en forma importante. Verkhoshanski atribuye esto a los buenos niveles de fuerza máxima dinámica que poseen estos deportistas (comunicación personal). El autor propone una condición de fuerza mínima para poder someter a atletas a programas de entrenamientos pliométricos. La tabla 5.4 resume sus ideas:

	Ejercicio	Fuerza relativa
<i>Tren superior</i>	Press de banca	1.5
<i>Tren inferior</i>	sentadilla	2.0

Tabla 5.4

Se propone un nivel mínimo de fuerza relativa para poder ser sometido a programas de ejercicios pliométricos. Es importante aclarar que cuando hablamos de programas de ejercicios pliométricos nos referimos a un volumen de **100 saltos profundos semanales como mínimo.**

Un deportista con un peso corporal de 100 kg. debería poder realizar una sentadilla con 200 kg. (1 R.M) para involucrarse con en este tipo de entrenamientos. El mismo criterio se aplica para realizar ejercicios pliométricos en el tren superior pero con una fuerza relativa de 1.5.

La razón por la cual se recomiendan estos valores, esta relacionada con la posibilidad de incrementar el peligro de lesiones articulares que generan los impactos de la caída. Analizando la organización de nuestro sistema osteo-artromuscular es fácil comprender que si durante el impacto de una caída los músculos involucrados no están correcta y altamente contraídos, la tensión producida por el impacto será absorbida

en mayor medida por la estructura articular (ligamentos y carillas articulares). En realidad si esta acción solo se produjese en algunas ocasiones no se produciría lesión alguna. Pero cuando el volumen de entrenamiento es grande, se aumenta en gran medida la posibilidad de una lesión por microtraumatismos (lesión por sobreuso).

Algunos autores no recomiendan valores de fuerza relativa iniciales para los entrenamientos con ejercicios pliométricos ya que emplearán programas muy graduales (de muy poco volumen). De todos modos recomendamos que no se utilicen ejercicios pliométricos si no se cuentan con las siguientes condiciones:

- Haber realizado un gran volumen de entrenamiento de saltos sin caída.
- Haber realizado 5 años de entrenamiento de multisaltos en general. (los saltos deben realizarse en todas las direcciones y variando alturas de obstáculos y longitudes).
- Haber realizado un gran volumen de saltos con sobrecarga (hasta un 50-60% de la R.M).
- Poseer una fuerza relativa **mínima** de 1.6 en la sentadilla y de 1.2 en el press de banca.

Estas condiciones aseguran que nuestros deportistas no respondan con un proceso de inhibición durante los ejercicios y que no aumenten el riesgo de lesión.

ALTERNATIVAS EN EL ENTRENAMIENTO CON GESTOS EXPLOSIVOS

La aplicación de programas de gestos explosivos debería tener como cualquier otra cualidad, una progresión en cuanto a las intensidades de los entrenamientos se refiere. En la saltabilidad muchos entrenadores se vuelcan a la pliometría muy rápidamente sin haber agotado previamente todos los otros medios de entrenamiento, que tienen menor riesgo de lesión en su ejecución. Aplicar un entrenamiento pliométrico es recurrir

al ejercicio más específico y de más alta calidad para incrementar la potencia muscular.

Si bien ya sabemos cuales son los requisitos previos para minimizar los riesgos de lesión en el entrenamiento pliométrico nos debemos preguntar lo siguiente:

¿Hemos agotado todos los recursos para incrementar la potencia muscular antes de recurrir al ejercicio de mayor calidad?

Ciertamente esta es una pregunta muy difícil de responder. En el ámbito deportivo el entrenamiento de fuerza explosiva se lleva adelante mediante saltos, lanzamiento, patadas y golpes. Si bien todas estas actividades pueden cumplir con las características de ser un gesto explosivo no siempre es así. Por ejemplo un lanzamiento con un balón medicinal desde el pecho, puede o no ser un ejercicio pliométrico y puede o no ser un gesto explosivo. Recordamos que si el lanzamiento se realiza con el balón desde el pecho utilizando solo la fase concéntrica es posible que sea un movimiento explosivo ya que se puede desarrollar con mucha velocidad (menos 300 mseg.), pero al poseer solo fase concéntrica no cumple con las condiciones para ser un ejercicio pliométrico debido a que no puede almacenar de energía elástica durante la fase excéntrica.

En cuanto a la metodología de entrenamiento, los saltos se podrían clasificar desde diferentes puntos de vista. La posibilidad de producir lesiones y la posibilidad de incrementar la potencia (costo - beneficio) son quizás uno de los aspectos más interesantes. Desde el punto de vista de la producción de potencia los gestos explosivos se pueden clasificar de la siguiente manera (tabla 5.5):

Con gran intensidad en la caída	Con intensidad intermedia en la caída	Sin caída
Pliometría o Saltos en profundidad	Multisaltos a uno y dos pies	Saltos al cajón o en subida

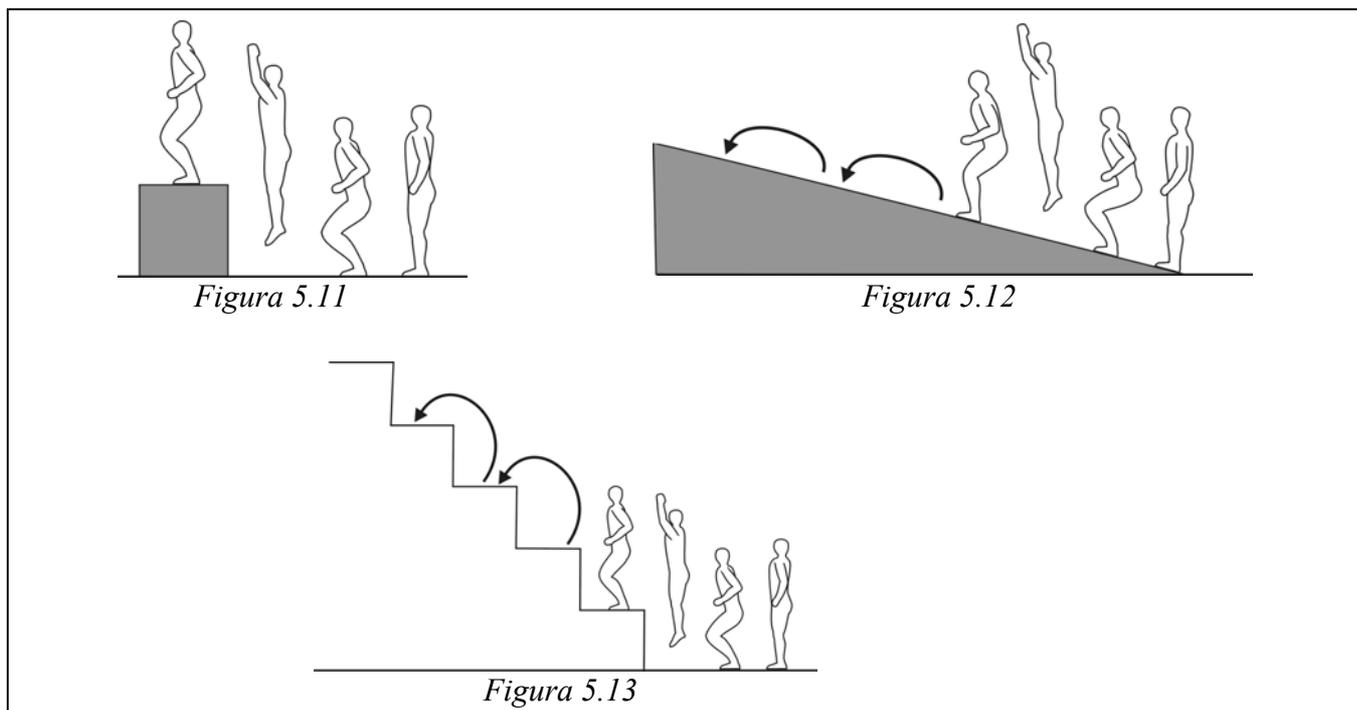
Tabla 5.5

Es importante observar que en realidad esta clasificación también posee una característica sobre progresividad de la carga. Es decir, los saltos sin caída tienen una gran posibilidad de desarrollo de la potencia muscular y gozan de la característica de no tener que soportar la tensión generada en el contacto con el suelo como resultado de la caída. Por lo tanto sería una muy buena metodología para utilizar con niños en edad de iniciación deportiva, con deportistas adultos de bajo calibre, deportistas sin

experiencia con entrenamiento de sobrecarga, en períodos de recuperación (supercompensación) o de transición, como metodología de vuelta a la actividad luego de un período de desentrenamiento o de una lesión, etc.

Ejemplos de estos saltos son:

- Saltos al cajón (figura 5.11).
- Saltos en tribuna (figura 5.12).
- Saltos en plano inclinado (figura 5.13).



En cuanto a los saltos con caída de intensidad intermedia, podemos decir que se encuentran los saltos donde la caída es en general de menor intensidad que la pliometría. Están representados por los multisaltos que son muy populares en el atletismo. Generalmente las caídas no son muy violentas, pero esto depende muchas veces de la altura de los elementos didácticos que se utilice como obstáculo para saltar (cajones, vallas, etc).

En los multisaltos se debería aclarar que es muy diferente realizar estímulos con dos apoyos que con un apoyo. Cuando se utilizan ambos pies para tomar contacto con el suelo, la tensión generada se absorbe a través de ambos miembros y se puede dividir en dos. En cambio cuando se utiliza un solo pie de apoyo y se mantiene la altura de caída toda la tensión debe ser soportada por un

solo miembro, lo que representa una mayor intensidad que en el primer caso.

Es recomendado aplicar en la progresión del entrenamiento, saltos con dos piernas durante un tiempo, antes de pasar a los saltos con un solo apoyo.

Por último encontramos los saltos pliométricos, que son los que tienen una intensidad de caída muy grande ya que se genera una sobrecarga adrede. Por esta razón Verkhoshansky propone contar con altos niveles de fuerza máxima antes de someterse a este tipo de entrenamiento. Como metodología importante para soportar este tipo de entrenamiento se debería trabajar con ejercicios de fuerza en los ángulos donde se soporta esta altísima tensión de caída. Los cuartos de sentadilla y los cuartos de sentadilla isométrica

(ver figura 4.17 - cap. 2) son los indicados para solucionar este problema.

En los cuartos de sentadilla, el deportista puede desplazar cargas muy grandes (200% el valor R.M en sentadilla). Esta situación prepara a la estructura del deportista para soportar tensiones a las cuales nunca antes ha sido sometido. En el cuarto de sentadilla isométrica, el deportista soporta con una contracción estática de 6 a 10 segundos de duración en la posición específica de caída.

Como conclusión podemos decir, que se debería comenzar con un volumen importante de saltos sin caída y avanzar progresivamente sobre los ejercicios de multisaltos a dos piernas y luego a una pierna. Solo se debe recurrir a la pliometría si se pueden cumplir con las condiciones previas necesarias antes mencionadas y fundamentalmente si el deporte que se practica lo requiere.

DATOS ESTADISTICOS RELEVANTES PARA ENTRENADORES

Es importante para los entrenadores y preparadores físicos disponer de datos sobre rendimientos en la saltabilidad y gestos explosivos de nivel nacional e internacional, con el objetivo de realizar comparaciones y establecer objetivos a lograr. A continuación se muestran una serie de datos de nivel nacional e internacional sobre rendimientos específicos en gestos explosivos para diferentes poblaciones.

Valores de Salto en Largo sin Impulso (cm).

Edad (años)	Mujeres ▲	Varones ▲	Varones* Récord mundo
5	92	100	--
6	107	112	--
7	118	123	164
8	124	132	171
9	135	142	225
10	143	152	245
11	157	160	253
12	161	166	258
13	161.6	175	302
14	162.4	190	--
15	157	210	306
16	156.5	218	324
17	160.5	220	--
19	--	--	345
20	--	--	400

* Datos de: Harder D. 1996. *Strength and speed ratings. Education Plus.*

▲ Datos de: Haubenstricker and Seefeldt 1986 *Población general (en Malina).*

Valores de Salto en Largo sin Impulso (cm). Deportistas en general.

Percentil	Mujeres (cm)	Varones (cm)
91 - 100	294 - 315	340 - 375
81 - 90	280 - 293	310 - 339
71 - 80	265 - 279	295 - 309
61 - 70	250 - 264	280 - 295
51 - 60	235 - 249	265 - 279
41 - 50	220 - 234	250 - 264
31 - 40	205 - 219	235 - 249
21 - 30	190 - 204	220 - 234
11 - 20	175 - 189	205 - 219
1 - 10	160 - 174	190 - 204

Datos de: Chu D. 1996. *Explosive power and strength*

Valores de Squat Jump (salto concéntrico desde sentadilla).

Squat Jump (sin ayuda de brazos) - Deportistas Varones.

Deporte	SJ (cm)
Rugby	34.5
Hockey (Selecc. Nac. Noruega)	35.6
Fútbol	37.2
Handbol (Selecc. Nac. Italia)	37.5
Hockey (Selecc. Nac. Italia)	38.2
Fútbol (Selecc. Nac. Noruega)	38.2
Beisbol (Nivel Nac. Finlandia)	39
Fútbol Profesional Italia	40.6
Voley (Selecc. Nac. Finlandia)	41
Voley (Selecc. Nac. Italia)	41.7
Voley (Selecc. Nac. URSS)	43.5
Voley (Selecc. Nac. Noruega)	47
Maratón	23
800 - 1500 mts	34
400 mts	40.5
100 - 200 mts	45.5
Salto en largo	46
Salto en alto	46.5
110 mts vallas	51.5
Lanzamiento de bala	56.5
Esquí salto trampolín	49.5
Tenis (Selecc. Nac. Italia)	36.5
Esgrima	41.5
Lucha libre	37

*Datos de: Bosco 95'.***Valores de Counter Move Jump - (salto con contramovimiento - población general).**

Salto vertical (con ayuda de brazos)

Edad (años)	Mujeres (cm)	Varones (cm)
5	17	17.8
6	18	19
7	21	22
8	22	23.5
9	24	26
10	28	29
11	29.5	31
12	33	33.9
13	32.5	37.5
14	33	38
15	32.5	41
16	33	44.5
17	33.1	48
18	33.2	50

*Datos de: Haubenstricker 86' - Beunen 90' - Ostyn 80' (en Malina)***Valores de Counter Move Jump (salto con contramovimiento - población general).**

Salto vertical (con ayuda de brazos)

Percentil	Mujeres (cm)	Varones (cm)
91 - 100	76.2 - 81.3	86.4 - 91.4
81 - 90	71.1 - 76.1	81.3 - 86.3
71 - 80	66.1 - 71.2	76.2 - 81.2
61 - 70	60.9 - 66.0	71.1 - 76.1
51 - 60	55.9 - 60.8	66.0 - 71.0
41 - 50	50.8 - 55.8	60.9 - 65.9
31 - 40	45.7 - 50.7	55.8 - 60.8
21 - 30	40.6 - 45.6	50.8 - 55.7
11 - 20	35.5 - 40.5	45.7 - 50.7
1 - 10	30.5 - 35.4	40.6 - 45.6

Datos de: Chu D. 1996. Explosive power and strength

Valores de Counter Move Jump (sin ayuda de brazos) - Deportistas Varones.

Deporte	CMJ (cm)
Rugby (Selecc. Nac. Italia)	38.5
Hockey (Selecc. Nac. Noruega)	40
Fútbol	37.2
Handbol (Selecc. Nac. Italia)	41
Hockey (Selecc. Nac. Noruega)	40
Fútbol (Prof. Serie A-B Italia)	43.5
Beisbol (Nivel Nac. Finlandia)	42
Voley (Selecc. Nac. Finlandia)	46
Voley (Selecc. Nac. Italia)	45.5
Voley (Selecc. Nac. URSS)	49
Voley (Selecc. Nac. Noruega)	53
Maratón	27
800 - 1500 mts	39
400 mts	44
100 - 200 mts	49.5
Salto en largo	51.7
Salto en alto	51.5
Lanzamiento de bala	63

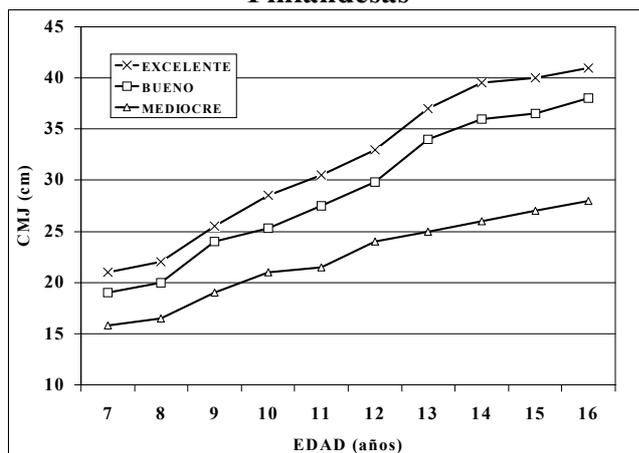
Datos de: Bosco 95'

Valores de Saltar y alcanzar (sin ayuda de brazos)

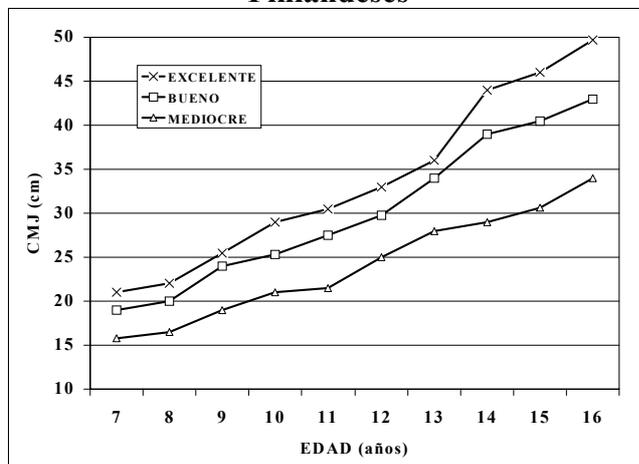
Edad (años)	Mujeres	Varones
12	26.1	32
13	27.2	31.4
14	28	34.2
15	28.3	38
16	28.5	40
17	28.8	42.5
18	28.5	43

Datos de: Plan Nacional de Evaluación de la Aptitud Física (PNAF) 81'

Valores de Counter Move Jump - Mujeres Finlandesas



Valores de Counter Move Jump - Varones Finlandeses



Valores de Lanzamiento de pelota de softball.

Edad (años)	Mujeres (mts)	Varones (mts)
6	7	12
7	8	14
8	10	18
9	12	20.5
10	13	25
11	17	30
12	20	33
13	21	41
14	22	47
15	22.5	52
16	21	55
17	21	59

Datos de: Haubenstricker 86'

BIBLIOGRAFIA

1. Bompa T. Metodología del entrenamiento de fuerza.
2. Bosco C. 1995. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. España.
3. Bosco C. 1985. Elasticità muscolare e forza esplosiva nelle attività fisico-sportive. Società stampa sportiva.
4. Chu D. 1996. Explosive power and strength. Human Kinetics.
5. Garhammer J. 1993. A review of power output studies of olympic and powerlifting: methodology, performance prediction and evaluation test. Journal of strength and conditioning research.
6. Harder D. 1996. Strength and speed ratings. Education Plus.
7. Malina R. 1991. Growth, maturation and physical activity. Human Kinetics.
8. Müller K. 1987. Statishe and dynamishe muskelkraft. Static and dynamic strength. Deutsch. Frankfurt.
9. Newton R, Kraemer W. 1994. Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. Journal of strength and conditioning research. 16: 20.
10. Newton R.U. 1997. Tesis doctoral. Expression and development of maximal muscle power. University of Queensland.
11. Novkov P. 1987. Depth jumps. NSCA. Vol. 9 num 5.
12. Pliometrics. 1996. Video - Explosive power training. Human Kinetics.
13. Speed and explosion. 1991. Video - speed improvement for athletes. National association of speed and explosion.
14. Verjoshanski I. 1995. Special strength training: practical manual for coaches.
15. Wilson GJ, Newton RU, Murphy AJ, Humphries BJ. 1993. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. Medicine and science in sport and exercise. 25: 1279-86.
16. Zatsiorski Vladimir. 1995. Science and practice of strength training. Human Kinetics.