ENTRENAMIENTO DE LA POTENCIA MUSCULAR

Darío Cappa

Copyright © Darío F. Cappa
Hecho el depósito que dispone la Ley 11.723
Reservado todos los derechos de autor.

Este libro o cualquiera de sus partes no podrán ser
reproducidos ni archivados en sistemas recuperables,
ni transmitidos de ninguna forma o por ningún medio,
ya sean mecánicos o electrónicos, fotocopiadoras,
grabaciones o cualquier otro.

ISBN 987 - 43 - 2351 - 5

Primera Edición.
Impreso en Mendoza - Argentina
Esta edición se terminó de imprimir en Septiembre de 2000.

Las ilustraciones son de Matías Tello (matiut@starmedia.com).

Versión Digital por el Grupo Sobre Entrenamiento
http://www.sobreentrenamiento.com

AGRADECIMIENTOS

Este gran esfuerzo no hubiese sido posible sin la colaboración de personas que estuvieron presentes en diferentes aspectos de mi vida.

Agradezco a quienes reconozco como mis maestros e inspiradores y solo aparecen en orden estrictamente cronológico y no de importancia ya que es imposible intentar una comparación. Ellos son: Galo Narváez Pérez, Juan Carlos Zabala, Horacio Anselmi y Juan Carlos Mazza.

En el aspecto personal agradezco a grandes amigos y compañeros que estuvieron en los momentos más difíciles: Daniela, Víctor, Juani y Gustavo. Ustedes saben cuanto ayudaron para que esto fuera posible.

Finalmente dedico este libro a mi vieja (Inés), a mi viejo (Angel), a mi hermana (Verónica) y a mi abuela (Tata).

PALABRAS INICIALES

Al poco tiempo de haber comenzado mi carrera visualice la problemática que existe entre los contenidos de orden teórico y los de orden práctico. Esta discusión perdura y seguramente perdurará durante mucho tiempo en las casas de estudio de ciencias del ejercicio.

Reflexionando profundamente me hice la siguiente pregunta ¿Los contenidos de orden teórico, no provienen de plasmar por escrito los de orden práctico? Y si bien no es mi interés desarrollar una larga discusión por el tema, creo profundamente que esto es cierto y valedero.

Esta idea fue una de las que me impulso a escribir un libro sobre entrenamiento de la potencia muscular. El mismo intenta ser una interfase entre los conocimientos teóricos y los empíricos. Propone también ser una contribución al campo del entrenamiento con sobrecarga, que todavía en nuestro país no encuentra su camino hacia el alto rendimiento.

Intente no abundar en frases vanas para compilar un libro extenso de muchas páginas pero con poca aplicabilidad. La idea central fue ser concreto sobre los conocimientos que el entrenador o el preparador físico necesitan para la organización de la preparación de la potencia dentro de sus macroesquemas de entrenamiento deportivo.

Es de suma importancia que los conocimientos aquí vertidos sean actualizados y desarrollados con mayor profundidad. Esta es la idea que me comprometo a seguir en los años venideros.

PROLOGO

El Lic. Darío Cappa ha sabido interpretar las carencias de nuestro medio y plasma en esta publicación un importante contenido, de primordial importancia para los profesionales de la educación física.

Para tener una idea cabal de la importancia de este libro, debemos retrotraernos a la historia del entrenamiento deportivo en la República Argentina y a las características de los procesos formativos de nuestros docentes.

Durante las décadas del 60 y 70, la mayor parte de la información accesible sobre teoría del entrenamiento giraba alrededor de la resistencia aeróbica. Esto produjo un sobredimensionamiento de las bondades de esta cualidad, simplemente porque se carecía de información acerca de las otras.

La década del 80 produjo una circunstancia similar con el metabolismo intermedio y la importancia de las concentraciones de ácido láctico en el proceso del entrenamiento y su recuperación.

Luego de la Perestroika se produce una invasión de material teórico proveniente de Europa oriental, dónde por primera vez se adjudica a la Fuerza y la Potencia la importancia que realmente tiene.

En esta etapa que nos toca vivir, el acceso a la información es mucho más sencillo por lo tanto la tarea docente es interpretar esta información para poder volcarla al alumnado libre de falsas propuestas y factibles de ser llevadas a la práctica.

El Lic. Cappa nos vuelca su experiencia y dedicación de varios años en esta obra, a la que personalmente me ví impulsado a leer casi compulsivamente en cuanto llegó a mis manos.

Por último quisiera felicitar de corazón a mi amigo Darío, e impulsarlo para que siga trabajando para sacar a la Ciencias del Deporte de nuestro país de la oscuridad en la que se encuentran.

Horacio Anselmi

INDICE

CAPITULO 1

Principales problemáticas del entrenamiento de la potencia muscular.

Introducción. 10
Definiciones. 10
Concepto de fuerza. 11
Entrenamiento de fuerza. 11
Fuerza rápida vs. Fuerza explosiva. 12
Fuerza máxima. 13
Resistencia muscular. 14
Tabúes del entrenamiento de la fuerza 14
¿Puede el entrenamiento de fuerza restarle velocidad a un deportista? 15
Utilización de las máquinas para el desarrollo de la potencia. 15
Fuerza máxima absoluta vs. Fuerza máxima relativa. 16
Relación entre la fuerza y la velocidad. 17
Tipos de fibras musculares y la generación de potencia muscular. 20
Regulación del reclutamiento de fibras. Principio del tamaño. 21
Excepciones al principio del tamaño. 21
Importancia de los niveles de fuerza de acuerdo al deporte analizado. 22
Tiempo necesario para la ganancia de fuerza y potencia. 23
Bibliografía. 24

CAPITULO 2

Adaptaciones fisiológicas al entrenamiento de fuerza y potencia.

Adaptaciones fisiológicas de acuerdo al tipo de entrenamiento. 25
Adaptaciones celulares al entrenamiento de fuerza. 27
Hipertrofia muscular. 28
Protocolos de hipertrofia muscular. 29
Hipertrofia y rendimiento muscular. 31
Porcentaje de fibras musculares. 32
Adaptaciones neurales al entrenamiento de fuerza. 34
Velocidad de desarrollo de la fuerza. 34
Ejercicios pliométricos. 36
Adaptaciones hormonales al entrenamiento de fuerza. 37
Adaptaciones esqueléticas al entrenamiento de fuerza. 42
Conclusión. 44
Bibliografía. 44

CAPITULO 3

Evaluación de la fuerza.

Introducción a las técnicas de evaluación de la fuerza y la potencia. 47
Concepto de evaluación de una repetición máxima (1 R.M) . 48
Método de evaluación a través de una repetición máxima. 49
Intensidad y repeticiones: cargas libres vs. máquinas. 50
Metodología general para la evaluación de una repetición máxima. 53
Zona boba vs. forzar la intensidad. 53
Período de adaptación. 54
El error más frecuente. 55
Pasos metodológicos de la evaluación. 55
Tipos de ejercicios a evaluar. 56
Consideraciones generales sobre los ejercicios a evaluar. 56
Batería de test de fuerza. 57
Calculo de la potencia a través de saltos. 57
Fórmulas. 58
Bibliografía. 60

CAPITULO 4

Metodología de la enseñanza de ejercicios derivados del levantamiento de pesas.

Introducción. 61
Ejercicios clásicos: arranque y envión. 61
Producción de potencia de los ejercicios. 65
Ejercicios especiales o derivados del levantamiento de pesas (DLP) . 67
Nomenclatura y descripción general de los ejercicios DLP: 67
Segundo tiempo de potencia detrás de la nuca. 68
Arranque de potencia arriba de rodilla. 68
Cargadas de potencia arriba de rodilla. 69
Ejercicios previos al desarrollo de los DLP. 71
Descripción de los ejercicios generales. 72
Sentadilla. 72
Tabúes sobre la sentadilla. 74
Sentadilla por delante. 75
Sentadilla de arranque. 76
Press tras la nuca parado o fuerza parado detrás de la nuca. 76
Fuerza con impulso detrás de la nuca. 77
Press militar o fuerza parado. 77
Peso muerto a piernas flexionadas. 78
Metidas de arranque. 78
Enseñanza del segundo tiempo de potencia detrás de la nuca. 78
Enseñanza del arranque de potencia arriba de la rodilla. 80
Enseñanza de la cargada de potencia arriba de la rodilla. 83
Volumen de trabajo de los pasos metodológicos. 85
Bibliografía. 86

CAPITULO 5

Desarrollo de la potencia a través de gestos explosivos.

Introducción. 87
¿Los lanzamientos, los saltos y los golpes son siempre explosivos? 90
Metodología de control de los gestos explosivos. 91
Clasificación de los ejercicios de sobrecarga. 91
Pliometría. 93
Problemáticas relacionadas con los gestos pliométricos. 94
Alternativas en el entrenamiento con gestos explosivos. 96
Datos estadísticos relevantes para entrenadores. 98
Salto en largo sin impulso. 98
Valores de squat jump. 99
Valores del counter move jump. 99
Salto vertical con ayuda de brazos. 100
Saltar y alcanzar. 100
Lanzamiento de pelota de softball. 100
Bibliografía. 101

CAPITULO 6

Diseño de programas de entrenamiento.

Introducción a la progresión del entrenamiento de fuerza. 102
Diseño de programas básicos de entrenamiento. 105
Nomenclatura. 105
Volumen e intensidad. 106
Volumen. 106
Intensidad absoluta. 106
Intensidad media relativa total. 106
Control de la carga de entrenamiento. 107
Tonelaje. 107
Peso medio. 107
Calculo de la intensidad media relativa total. 108
Tabulación. 109
Intensidad media relativa del nudo del entrenamiento. 110
Análisis longitudinal de control de carga. 111
Diseño de la estructura general del programa de entrenamiento de sobrecarga. 112
Consideraciones básicas para el desarrollo de programas de entrenamiento. 112
Periodización y planificación deportiva. 112
Pasos metodológicos para la planificación deportiva. 114
Ejemplos de planificación deportiva. 115
Distribución porcentual de los medios de acuerdo al período de entrenamiento. 115
Cálculo del tiempo de entrenamiento de una sesión. 122
Ejemplos de periodizaciones exitosas. 125
Infraestructura y material de sobrecarga. 127
Bibliografía. 128

CAPITULO 7

Entrenamiento de sobrecarga en niños.

Introducción. 129
Crecimiento y maduración biológica. 132
Metodología de referencia sobre la maduración biológica para el entrenamiento deportivo. 136
Potencialidad del entrenamiento de sobrecarga para producir lesiones. 137
Potencialidad para producir lesiones del Levantamiento de pesas. 139
Diseño de programas de entrenamiento para niños. 140
Metodología de entrenamiento. 140
¿A que edad comenzar con el entrenamiento? 141
Ganancia de fuerza - intensidades utilizadas. 141
Entrenamiento con el propio peso corporal. 145
Persistencia de la ganancia de fuerza en niños. 145
Entrenamiento de fuerza en niños prepúberes. 146
Principios básicos del entrenamiento de fuerza en niños. 151
Estadísticas del entrenamiento de sobrecarga. 151
Bibliografía. 152

Principales problemáticas del entrenamiento de la potencia muscular

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente capitulo es introducirnos en la temática del entrenamiento de la fuerza para incrementar el rendimiento deportivo. Se intenta aportar un cumulo de conocimientos que sean aplicables para el entrenador y preparador físico en diferentes especialidades deportivas.

El entrenamiento de la cualidad fuerza es bastante complicado para la mayoría de los preparadores físicos, principalmente por que este debe realizarse en un gimnasio de sobrecarga, que no es un hábitat natural (lugar de competencia) de la mayoría de los deportes. Por esta razón es que muchas veces el entrenamiento de la fuerza se confunde con actividades de sobrecarga que comúnmente se desarrollan en el gimnasio, como puede ser el fisiculturismo o el entrenamiento para incrementar la aptitud física general.

Esta confusión se produce principalmente por que el fisiculturismo posee una gran difusión en el ámbito nacional e internacional con una producción literaria muy importante (revista Musclemag - Muscle and Fitness - etc.) y con un gran arraigo en los gimnasios comerciales. Es frecuente que un deportista de buen rendimiento haya pasado por un periodo de entrenamiento tipo fisiculturista antes de relacionarse con un programa serio de fuerza como parte de su preparación deportiva específica.

A esta situación se le suma que muchas veces la preparación de la fuerza se realiza a contrahorario del entrenamiento del deporte específico y esta actividad la lleva a cabo el personal del gimnasio contratado por el club. Generalmente la opinión del personal del gimnasio (que a veces no es un profesional capacitado) no coincide con la del preparador físico de campo. Situaciones como estas nos llevan a realizarnos una serie de preguntas:

1. ¿Cuál es el nivel de fuerza absoluta del deporte que practicamos?
2. ¿Cuánto tiempo lleva lograr esos valores de fuerza absoluta necesaria?
3. ¿Cómo se debe llevar a cabo el entrenamiento de fuerza de un deporte de conjunto frecuentemente llamado complemento?
4. ¿Cuales son los ejercicios recomendados para el desarrollo de la potencia muscular?
5. ¿Cuánto tiempo se le debe dedicar al entrenamiento de fuerza y con que frecuencia?
6. ¿Sirve un programa de entrenamiento tipo fisiculturista para el desarrollo de la potencia?
7. ¿A que edad debe comenzar el entrenamiento de fuerza?

Estas preguntas nos invitan a desarrollar la primera parte del libro que aborda conceptos generales y adaptaciones fisiológicas básicas, para poder luego avanzar en el desarrollo de programas de entrenamiento integrales de fuerza con diferentes objetivos.

DEFINICIONES

Si bien en la bibliografía existe gran cantidad de definiciones, creemos que es bastante difícil resumir el significado de la fuerza en una sola frase. De todos modos pensamos que la definición mas apropiada es la siguiente:

> La fuerza es el poder de contracción de los músculos como resultado de un solo esfuerzo máximo, en un movimiento dado, a una velocidad específica (Knuttgen & Kraemer 87).

Un aspecto destacable de esta definición es su amplitud y generalidad, lo que permite recoger una idea total de la realidad de la fuerza. Mas adelante expondremos otros conceptos que completaran en su totalidad el significado de la fuerza.

CONCEPTO DE FUERZA

La fuerza es la función específica que desarrollan los músculos esqueléticos y por ende es una cualidad que esta involucrada en **cualquier movimiento** (Knuttgen & Kraemer 87'). Tiene suma importancia en el desarrollo de la aptitud física de un individuo, tanto para nivel competitivo como en los programas de mejoramiento de la salud.

Este concepto aportado por Knuttgen permite comprender que cualquier actividad física como caminar, correr o realizar un récord del mundo, esta mediada por la contracción muscular. Como cualquier órgano de nuestra anatomía debe funcionar en forma óptima para cumplir su objetivo, es de vital importancia que un entrenador comprenda que la musculatura necesita funcionar correctamente de acuerdo a los requerimientos deportivos específicos.

Es aquí donde encontramos nuestro primer problema: detectar esa necesidad específica, dado que no es lo mismo la preparación (entrenamiento) para realizar una contracción muscular de un salto en alto, que la contracción muscular para ejecutar una sentadilla con el 95 % de la máxima fuerza. Las connotaciones fisiológicas son muy diferentes, como así también las adaptaciones que se producen a largo plazo por la aplicación de un proceso de entrenamiento.

En este sentido es muy común encontrarnos con deportistas muy desarrollados para un solo tipo de fuerza y con severas deficiencias en los otros tipos de manifestaciones de la fuerza muy necesarias para su deporte. Este concepto se ampliará en el capítulo de adaptaciones fisiológicas al entrenamiento de la potencia muscular (cap. 2).

ENTRENAMIENTO DE FUERZA

El entrenamiento de fuerza se define como el empleo de métodos de resistencia progresiva (propio peso, peso libre, maquinas) para incrementar la habilidad de vencer o resistir una carga.

La definición deja muy claro algunos aspectos frecuentemente olvidados o solo mantenidos en forma tácita por algunos profesionales. En primer lugar la definición hace referencia a métodos, esto es un conjunto de elementos combinados y que realizados en forma sistemática aseguran el objetivo perseguido. Muchas veces observamos entrenadores que aplican métodos indiscriminadamente pero no consiguen los objetivos previamente establecidos y culpan a los mismos de no ser efectivos.

Por otro lado la definición hace referencia a varios métodos, por lo que no es inteligente que en un proceso de entrenamiento de años solo se aplique un método, por el solo echo que parezca mejor que otro.

En segundo lugar, estos métodos deben aplicar uno de los principios básicos del entrenamiento que se refiere a la progresividad de las cargas. Por lo tanto debemos tener muy claro la fuerza máxima del deportista para asegurar el principio de progresividad (desde donde comenzamos y hacia donde nos dirigimos).

También se brindan ejemplos de varios tipos de sobrecarga los cuales deben elegirse y combinarse apropiadamente con el objetivo de incrementar el rendimiento deportivo. Y por ultimo la definición hace referencia al incremento de vencer cargas (fuerzas) como puede ser la fuerza de gravedad para saltar mas alto, la fuerza de un oponente en un combate o la resistencia producida por un elemento como puede ser el agua.

Para comprender lo que significa el entrenamiento de fuerza debemos poner en claro previamente algunos conceptos que a menudo son utilizados de manera indiscriminada y que pueden obstruir el desarrollo de un correcto programa de entrenamiento. Debemos establecer

una clasificación de la fuerza con el objetivo de aclarar las diversas formas en las cuales la misma puede ser aplicada (ver figura 1.1).

Como podemos apreciar en la figura 1.1 la fuerza se puede manifestar de varias maneras. La primera gran división que se observa es la de estático o dinámico. Es ampliamente conocido que la fuerza se puede generar con o sin movimiento de las articulaciones pero en ambos casos se produce entrecruzamiento de actina y miosina generando tensión. Estos dos tipos de contracción muscular se aplican en el deporte aunque las contracciones dinámicas son las mas utilizadas. De todos modos ambos tipos de fuerzas están relacionadas y este concepto se puede explicar analizando la Ley de Hill que relaciona la fuerza con la velocidad (figura 1.2). A velocidad cero (fuerza isométrica) la fuerza generada es superior a la producida durante una contracción dinámica.

Concentraremos nuestra atención en las contracciones dinámicas ya que son las que se utilizan con mayor frecuencia en el entrenamiento de la fuerza. Este tipo de contracción a su vez se puede observar de dos maneras: en forma isotónica que se refiere a una contracción sin el control de la velocidad o en forma isokinética, que se refiere a una contracción con la velocidad controlada durante todo el recorrido a través de un dispositivo especial de retroalimentación digital (ej: Cybex - Ariel - Biodex). Este tipo de dispositivos se utiliza principalmente para la recuperación de lesiones y no a tenido eficacia comprobada en el entrenamiento competitivo. Principalmente esto se debe a que ningún deporte se realiza a una velocidad constante y que todos son acelerados y desacelerados. Por lo tanto como estas condiciones son las que determinan el éxito o el fracaso deportivo pocos entrenadores se inclinan por este tipo de sobrecarga. Se suma a esto el alto costo de los dispositivos.

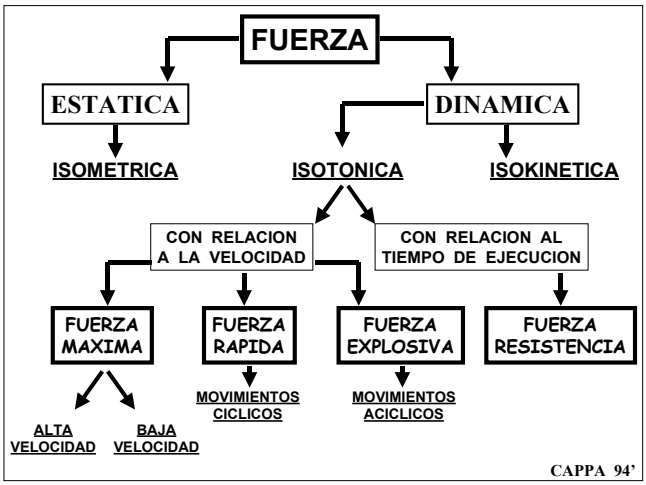


Figura 1.1

De este modo desarrollaremos las contracciones isotónicas las cuales con relación al entrenamiento de sobrecarga las podemos dividir en dos. Por un lado las contracciones relacionadas con la **velocidad de ejecución** y por otro lado las relacionadas con **el tiempo de ejecución**.

No debe existir duda que las de mayor importancia son las contracciones relacionadas con la velocidad de ejecución ya que en los ejercicios con sobrecarga es la variable de ajuste que nos permite incrementar la potencia muscular.

FUERZA RÁPIDA VS FUERZA EXPLOSIVA.

Creemos correcto en esta introducción al entrenamiento de la fuerza, exponer la diferencia entre la fuerza rápida y fuerza explosiva ya que varios autores la engloban como una sola (Verjoshansky '95, Grosser '89, Bosco '89, Zatsiorsky 95', Roman Suarez '90).

La fuerza rápida es la que se desarrolla con una alta velocidad **(no máxima)** teniendo "control" sobre ambas fases de la contracción muscular (tanto excéntrica como concéntrica). Generalmente se utiliza para su entrenamiento un porcentaje de trabajo que va desde el 60 al 80 % (Mayeta Bueno '93) de la fuerza máxima medida en un ejercicio que se adapta a la Ley de Hill. Este tipo de fuerza es característico de los deportes cíclicos en donde los movimientos se deben repetir muchas veces en forma consecutiva

(ciclismo, remo, maratón, etc.).

La explosiva, en cambio, intenta desarrollar la mayor cantidad de fuerza en la menor unidad de tiempo posible (máxima velocidad). La diferencia fundamental con la fuerza rápida es que se aplica en otro tipo de movimientos (acíclicos). Por esto el entrenamiento de este tipo de fuerza se plantea con ejercicios que son de alta velocidad de contracción (balísticos) como saltos, golpes, lanzamientos o ejercicios de sobrecarga derivados del levantamiento de pesas. Generalmente este tipo de ejercicios se ejecuta con un tiempo de aplicación de la fuerza que no excede los 300 milisegundos (Kraemer 87').

Es preciso comprender que en los ejercicios balísticos no es posible controlar la velocidad de ejecución. En un entrenamiento de carácter explosivo siempre se intenta realizar la máxima velocidad posible. Esto solo se puede lograr cuando las articulaciones no deben frenar en sus extremos como lo hacen en un ejercicio de cadena cerrada típico de movimientos rápidos pero no balísticos. Este tema se ampliará en el capitulo 5.

Loa gestos explosivos son típicos de movimientos acíclicos donde la culminación del ciclo de movimiento no da comienzo a otro ciclo de movimiento (salto para remate de voley, lanzamiento en handbol, etc.).

FUERZA MÁXIMA

Cuando se piensa en el término de fuerza máxima la mayoría de los entrenadores lo relacionan con un ejercicio como el press de banca o la sentadilla, una carga altísima y una velocidad de ejecución muy lenta. Esta situación imaginaria es en realidad **una** de las maneras de obtener fuerza máxima pero no la única.

Es importante comprender que el incremento de la fuerza máxima se puede conseguir realizando ejercicios a bajas velocidades o a altas velocidades. La diferencia está planteada en el tipo de ejercicio que se utiliza. Y es aquí donde debemos cambiar nuestra idea de fuerza en sí misma y hablar de ejercicios de alta potencia o baja potencia muscular.

Ejemplo:

Si elegimos el ejercicio de sentadilla, sabemos que el mismo esta limitado por la Ley de Hill, que dice que a mayor carga menor velocidad y esto se comprueba a medida que vamos acercándonos al máximo de fuerza (1 R.M) en donde el movimiento se hace cada vez mas lento.

Pero si en cambio elegimos el ejercicio de arranque observamos que a medida que elevamos el peso debemos mantener o aumentar la velocidad para poder tener éxito en el movimiento. Mas adelante explicaremos las causas de esta diferencia.

Como dijimos anteriormente el concepto de fuerza máxima en general se acota a ejercicios con alto peso y baja velocidad pero, cabe aclarar, que la fuerza máxima involucra una gran cantidad de situaciones. Por esto se puede afirmar la existencia de los siguientes tipos de fuerza máxima:

1. Fuerza máxima dinámica o isotónica.
2. Fuerza máxima explosiva.
3. Fuerza máxima isokinética (a 30 °/seg - 60°/seg - 90°/seg, etc).
4. Fuerza máxima isométrica.
5. Fuerza máxima dinámica concéntrica.
6. Fuerza máxima dinámica excéntrica.

Como vemos es muy difícil determinar la fuerza máxima como un concepto aislado, pero en cuanto al entrenamiento se refiere, sería más correcto hablar de ejercicios con diferentes niveles de potencia (watts). De este modo, independientemente de la fuerza máxima utilizada, la misma se debe relacionar con velocidad a la cual se ejecutó.

Por ello el entrenador debe reconocer cual o cuales ejercicios son los que representan las situaciones anteriores y mediante su combinación proponer el mejor programa de entrenamiento con relación a la etapa de preparación en la que se encuentra el deportista.

La comprensión del concepto de fuerza máxima es de suma importancia en el momento de elegir los ejercicios para el desarrollo de la potencia.

RESISTENCIA MUSCULAR

La resistencia muscular es la capacidad de los músculos para ejecutar un trabajo manteniendo una contracción máxima durante un periodo determinado de tiempo (isometría) o bien, moviendo una carga submáxima en forma continuada (P.F.R.D Serie 4 nº 4.Oct. 1974).

A modo de ejemplo cuando un deportista realiza una serie de 20 repeticiones de abdominales deberíamos preguntarnos si este sujeto esta realizando entrenamiento de fuerza o de un solo tipo de fuerza (resistencia).

Es frecuente confundir este concepto ya que muchas veces no se cuenta con los elementos necesarios para un correcto desarrollo de la fuerza, como es un gimnasio, y se utiliza la manera más común de producir una sobrecarga muscular como es el propio peso corporal.

Lamentablemente este método para producir una sobrecarga es el mas inexacto que se puede aplicar ya que solo podemos contar repeticiones y no sabemos que porcentaje de la fuerza máxima se esta utilizando. Complica aun más la situación cuando los individuos tienen diferente tamaño corporal (peso - talla), porcentaje de grasa, etc. En el pasado se proponía a este método de sobrecarga como el mas correcto y el que mejor se adaptaba al desarrollo de programas en niños. **Hoy sabemos que es el método con mas errores en su aplicación.**

Estos errores se manifiestan cuando analizamos algunas baterías de test que proponen la toma del ejercicio de flexiones de brazos en la barra como representativo de la fuerza resistencia de la musculatura flexora del tren superior. Es común tener alumnos de escuela o deportistas principiantes que no puedan realizar un solo movimiento y por lo tanto esto excede la posibilidad de su máxima fuerza. En este caso es obvio que la sobrecarga del test (peso del propio cuerpo) excede su fuerza máxima y no le será posible realizar ninguna repetición. Mientras que para otros sujetos este ejercicio puede representar un porcentaje submáximo de fuerza y pueda realizar 10 o 15 repeticiones.

Por lo tanto la realización de un movimiento cualquiera, efectuado en series, puede o no ser un entrenamiento beneficioso para el desarrollo del tipo de fuerza que necesita un deporte determinado.

Por otro lado la fuerza resistencia se apoya sobre la fuerza máxima, concepto que generalmente es poco utilizado y algunos entrenadores creen que la fuerza resistencia es la más importante cuando se comienza un entrenamiento con sobrecarga. Si bien la resistencia de un deportista a una carga submáxima esta relacionada con otros factores como puede ser: tolerancia a la acumulación de lactato, fatiga neural central, fuentes energéticas, etc. la fuerza máxima es uno de estos factores.

TABUES EN EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

Muchas veces el entrenamiento de fuerza a tenido que soportar criticas, en algunos casos justificadas y otras no. Una de las críticas más arraigadas es que el entrenamiento de fuerza disminuye la velocidad. Antes de explicar el por que de estas criticas debemos recordar que la fuerza esta representada desde el punto de la física por la aceleración que se le puede imprimir a una masa.

Fuerza = masa * aceleración

Ejemplo:

Para empujar un auto que pesa 2.000 kg (esto representaría la masa en la ecuación) deberemos aplicar la mayor cantidad de fuerza posible. Los resultados de esta acción podrían ser tres.

1. Que el sujeto no pueda mover el auto ya que no posee fuerza suficiente y por ende estaría realizando fuerza estática.

2. Que el sujeto mueva el auto a muy baja velocidad por lo que ostentaría mas fuerza

que en el primer caso.

3. Que el sujeto mueva el auto a alta velocidad por lo que probaría tener mayor fuerza que los dos casos anteriores.

Esto nos aclara varios conceptos. Primero que si se posee una gran cantidad de fuerza podremos acelerar en forma importante cualquier masa (ejemplo: un contrincante, un elemento o el propio peso corporal). Por otro lado que la base de toda aplicación de fuerza se apoya en la fuerza máxima, ya que todas las acciones deportivas se ejecutarán con un porcentaje submáximo de la misma.

Sin embargo, todavía existen algunos entrenadores creyentes de que el entrenamiento de la fuerza les resta potencia a sus movimientos. Ahora bien! si la fuerza depende de la aceleración, ¿como es posible que suceda este fenómeno?

Para aclarar este concepto desarrollaremos un ejemplo con el cual nos enfrentamos a menudo en el ámbito laboral. Si tomamos la preparación física de un equipo de fútbol podemos encontrar un director técnico que nos manifieste que su experiencia con el entrenamiento de fuerza no fue satisfactoria ya que los jugadores se volvían torpes con la pelota (perdían coordinación) y lentos en sus desplazamientos.

El primer paso para explicar este fenómeno es analizar los medios (ejercicios) que se utilizaron en el desarrollo de fuerza. Casi con seguridad cuando preguntamos como se llevo a cabo el proceso, podemos ver que la mayoría de los entrenamientos fueron planificados con maquinas de resistencia variable que encontramos en los gimnasios. Esto conforma nuestro primer gran problema. Los medios utilizados en la preparación de fuerza son tan importantes como las intensidades y volúmenes aplicados.

Sobre la preparación de fuerza en el fútbol debemos destacar que puede ser verdad que los deportistas pierdan explosividad en sus gestos deportivos. Esta afirmación no presupone una contradicción sino que nos lleva a plantearnos la siguiente pregunta:

¿Puede el entrenamiento de fuerza restarle velocidad a un deportista?

La respuesta es sí y no.

Si, cuando no se utilizan métodos eficaces para su desarrollo. Y no, cuando se utiliza metodología eficiente y previamente probada como son los ejercicios de sobrecarga derivados del levantamiento de pesas y las combinaciones con ejercicios aun más explosivos (saltos, lanzamientos y ejercicios pliométricos).

Lamentablemente las maquinas que se encuentran en la mayor parte de los gimnasios no son del todo aptas para el desarrollo de la potencia muscular. Si pueden tener un rol importante en el período de adaptación, pero la mayoría tienen demasiadas limitaciones. A causa de esto es importante exponer algunas de las ventajas y de las desventajas sobre la utilización de estas máquinas.

UTILIZACIÓN DE LAS MAQUINAS PARA EL DESARROLLO DE LA POTENCIA MUSCULAR

TIPOS DE MAQUINAS

Las maquinas que encontramos en la mayoría de los gimnasios son de resistencia variable, que poseen sistemas de sobrecarga basándose en placas que en general pesan 5 kg. cada una. Estas maquinas están fabricadas en un tamaño standard y con una gran variedad en cuanto a la calidad de los materiales utilizados. El mercado que los fabricantes tratan de satisfacer es el relacionado al entrenamiento para la aptitud física de la población en general.

A continuación se presentan una pequeña síntesis de las ventajas y desventajas de la utilización de máquinas de resistencia variable.

Ventajas del entrenamiento con maquinas de resistencia variable.

1. Las maquinas son eficientes para aislar grupos musculares específicos.
2. Las maquinas son más seguras que las

cargas libres.
3. Para el entrenamiento grupal son más eficientes por que ahorran espacio.
4. Son fáciles para modificar la carga y por esto permiten acortar los tiempos de entrenamiento.

Desventajas del entrenamiento con maquinas de resistencia variable.

1. Las maquinas se mueven a lo largo de un recorrido predeterminado imposibilitando el entrenamiento de los músculos sinergistas. Esta situación no se produce en ningún deporte.
2. Las maquinas de resistencia variable no se adaptan a la naturalidad de los movimientos deportivos por lo que se hace imposible el entrenamiento de algunos grupos musculares.
3. Las maquinas no pueden alcanzar altas velocidades (ejemplo: 1.5 mts/seg o más) por lo que es imposible plantear entrenamientos de **alta potencia muscular**.
4. Las maquinas están fabricadas para personas de tamaño promedio por lo cual se hace imposible el entrenamiento con sujetos muy altos (voleybolistas - basquetbolistas) o muy bajos (deportes por categoría - judo - lucha - boxeo).
5. Al ser las cargas fijas (tablas de 5 kg) no se pueden utilizar porcentajes de carga cerca del máximo ya que en algunos casos la suba de una tabla implica el aumento de mas de un 15 %. Esto desventaja se presenta con mayor frecuencia en las mujeres que movilizan poco peso.
6. En algunos casos el máximo peso que traen las maquinas no alcanza para deportistas que poseen altos niveles de fuerza.
7. Frecuentemente la relación costo - utilización es improductiva.

Es muy importante notar que las criticas a las maquinas de sobrecarga están enfocadas desde el punto de vista del entrenamiento de alto rendimiento. Esta critica no seria la misma si el análisis se realizara con el objetivo de desarrollar la aptitud física general de una persona, en donde las maquinas si cumplen el objetivo muy eficazmente.

FUERZA MÁXIMA ABSOLUTA VS. FUERZA MÁXIMA RELATIVA

Para ampliar el concepto de fuerza máxima debemos expresar la misma en relación con el peso corporal y con las necesidades del deporte o prueba específica. La fuerza relativa simplemente se expresa dividiendo el peso levantado en un ejercicio para el peso corporal.

Formula general:

$$\text{Fuerza relativa} = \frac{\text{Peso levantado}}{\text{Peso corporal}}$$

Ejemplo:

Ejercicio sentadilla 1 R.M= 115 kg
Peso corporal deportista = 85 kg

$$\text{Fuerza relativa} = \frac{115 \text{ kg}}{85 \text{ kg}} = 1.35$$

El resultado expresa la cantidad de sobrecarga que el deportista puede levantar en relación con su propio peso. En este caso el deportista puede elevar una sobrecarga equivalente a 1.35 veces su peso corporal. En algunos casos deportistas de muy buen nivel logran una fuerza relativa equivalente a 2.0.

También es importante disponer de resultados de test antropométricos y utilizarlos para expresar la fuerza relativa.

Ejemplo:
Ejercicio sentadilla 1 R.M= 115 kg
Peso corporal deportista= 85 kg
Peso masa magra= 68 kg
Peso masa muscular= 58 kg

Fuerza relativa

115 Kg
--------- = 1.35
85 Kg

115 Kg
--------- = 1.35
68 Kg

115 Kg
--------- = 1.69
58 Kg

Estos ejemplos sirven para analizar la calidad de la masa muscular de nuestros deportistas. Es posible que un deportista no se hipertroife muscular pero que eleve mayor cantidad de kilos en un test de fuerza máxima, por lo tanto a mejorado la calidad de su masa muscular.

Por otro lado podemos encontrar que dos deportistas tengan una fuerza relativa de 2, pero eso no quiere decir que ambos tengan las mismas características. Esto se puede observar cuando analizamos el siguiente ejemplo:

Deportista A
Peso corporal= 100 kg
1 R.M= 200 kg
Fuerza relativa = 2

Deportista B
Peso corporal= 50 kg
1 R.M= 100 kg
Fuerza relativa = 2

Como podemos ver ambos deportistas tienen la misma fuerza relativa pero existe una considerable diferencia en los valores absolutos. Esto no es problemático en deportes donde se compite por categoría de peso corporal como el judo o el levantamiento de pesas, pero se pone en evidencia cuando se trata de deportes donde el peso corporal no esta limitado como en el rugby o el handbol. Es importante en estos deportes tener una gran cantidad de fuerza relativa pero es indispensable que los valores absolutos sean similares a los deportistas contra los cuales se debe competir ya que si no es muy posible que los impactos produzcan lesiones independientemente del nivel de la fuerza relativa.

RELACION ENTRE LA FUERZA Y LA VELOCIDAD

Este es uno de los temas mas controvertidos en el entrenamiento con sobrecarga ya que muchos entrenadores poseen algunos prejuicios de lo que significa el entrenamiento de fuerza. Con una **simple, rápida y equivocada** interpretación del concepto, muchos imaginan que el entrenamiento de fuerza es desplazar grandes cantidades de peso a una velocidad muy pequeña y con un gran esfuerzo.

¡Ahora bien! Según Sale 81' existen dos metodologías generales en el entrenamiento de fuerza. Estas metodologías son:

1. Realizar los ejercicios lo más parecidos al gesto deportivo (especificidad) en cuanto al tipo de contracción, a los niveles de fuerza y a la velocidad de ejecución.
2. Entrenar solo los músculos implicados en el deporte y las destrezas deportivas básicas, sin importar las condiciones. El aumento de fuerza de los músculos incrementara el rendimiento en la destreza.

Antes de inclinarnos por alguna de las dos metodologías debemos analizar profundamente la relación entre la fuerza y la velocidad. Es importante recordar que en la clasificación de fuerza, la misma puede desarrollase con "altas o con bajas velocidades".

Como ya sabemos Hill 38' propone una ley que afirma: " La fuerza es inversamente proporcional a la velocidad. Ver figura 1.2. Esta apreciación científica es válida para ejemplos de contracción muscular concéntrica. Todas las máquinas de resistencia variable cumplen con esta ley al igual que muchos de los ejercicios con cargas libres (ejemplo: press de banca, extensiones de piernas, etc.).

Expresando esta ley de otra forma podemos decir: Si agregamos cada vez mas peso en los ejercicios mencionados, la posibilidad de ejecutar el movimiento velozmente es menor.

¿Por que se cumple esta ley?

La razón por la cual se cumple la Ley de Hill es por el tipo de movimiento analizado, donde la fuerza aplicada en el movimiento durante la fase concéntrica lleva un solo sentido de desplazamiento desde que comienza hasta que finaliza su aplicación. A esto lo denominamos un movimiento simple. Por ejemplo en una flexión de codo podemos observar con un simple análisis de palancas como el punto A y el punto B están unidos con una trayectoria curva por donde se debe desplazar la carga sostenida en la mano. Ver figura 1.3.

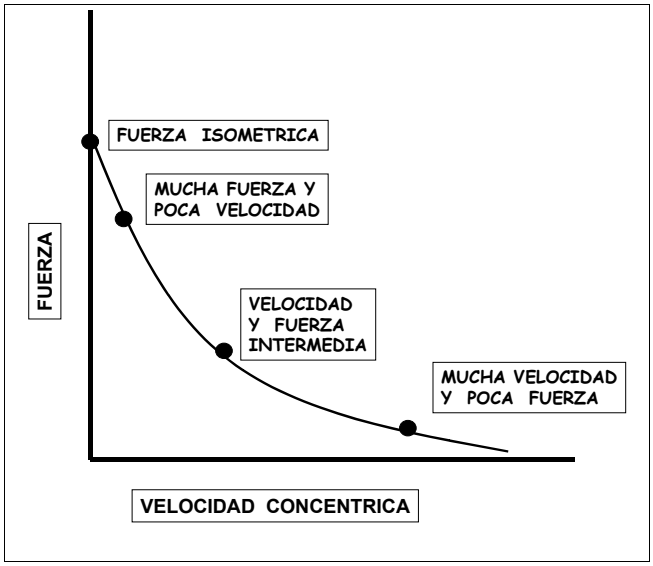


Figura 1.2

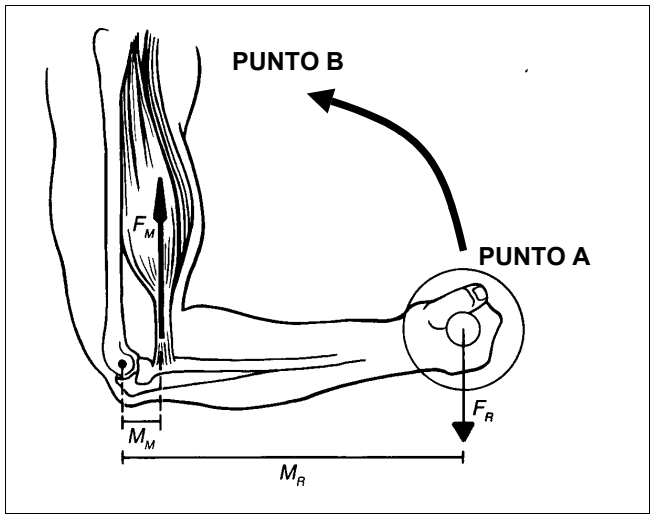


Figura 1.3

Este es un movimiento con sobrecarga que se adapta perfectamente a la ley le Hill y es de fácil comprobación. Si agregamos mas resistencia en la mano el movimiento se hace cada vez mas lento hasta llegar a producir una contracción isométrica.

Si esta fuese la única opción de entrenamiento con sobrecarga, los entrenadores estarían condenados a proponer altas cargas para ganar fuerza, pero sacrificando la velocidad. Este tipo de entrenamiento serviría solo para los deportes en donde se debe ejecutar fuerza a baja velocidad.

Entonces cabe realizarnos la siguiente pregunta:

¿Existen ejercicios con sobrecarga que no puedan ser explicados del mismo modo por esta ley, o mejor dicho que a un incremento de fuerza se deba ejercer mayor velocidad?

La respuesta es afirmativa ya que los ejercicios de Levantamiento de Pesas no pueden ser explicados con esta ley por que se trata de movimientos más complejos. Para analizar este concepto nos remitiremos a la figura 1.4 en la cual se muestra el ejercicio conocido como arranque y que analizaremos para comprender por que no se cumple la Ley de Hill.

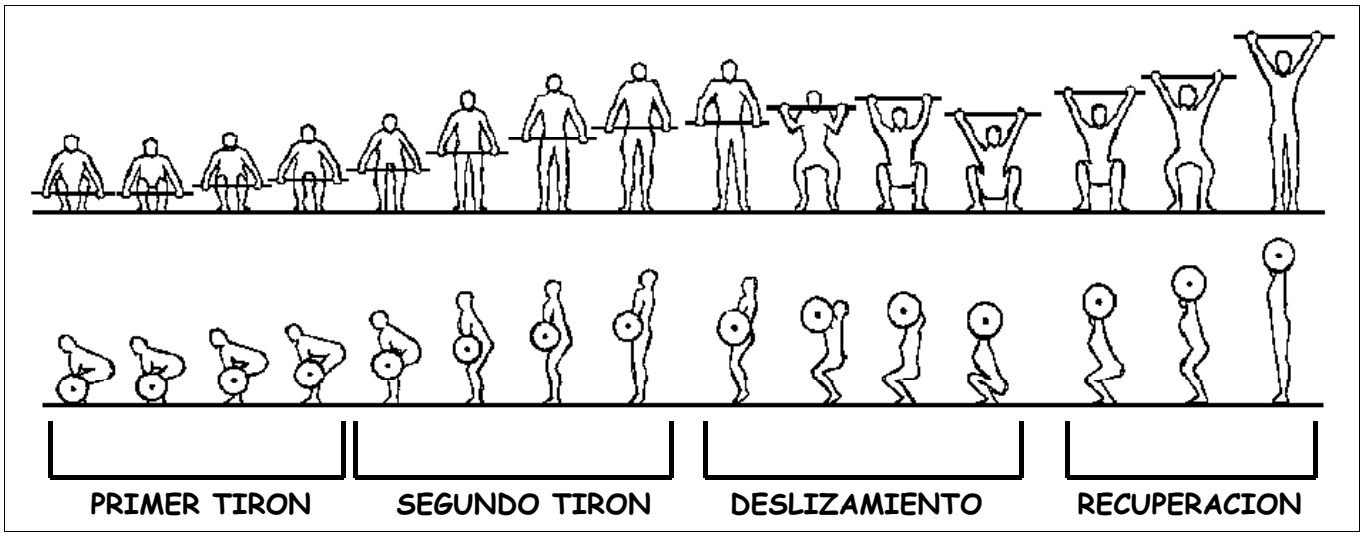


Figura 1.4 - Arranque - vista frontal y lateral

En la figura 1.4 apreciamos la ejecución del ejercicio denominado arranque en todas sus fases: primer tirón, y segundo tirón, desplazamiento y recuperación. El ejercicio comienza con la barra en el piso y el deportista en posición de flexión de piernas tomando la misma con un agarre amplio. Luego eleva la barra hasta una extensión completa de las articulaciones de tobillo, rodilla, cadera y columna vertebral, seguido por una flexión de codos y abducción del hombro.

Hasta aquí este movimiento se adaptaría perfectamente a la ley planteada por Hill ya que si aumento el peso de la barra la misma cada vez se desplazara más lento. Sin embargo el ejercicio no termina, sino que una vez que todos los músculos extensores y flexores que permiten elevar la barra han desarrollado su máximo rango de movimiento, la misma sigue desplazándose hacia arriba **por inercia** hasta que alcanza la altura máxima.

Al mismo tiempo en que se produce este desplazamiento de la barra hacia arriba, el deportista debe desplazar sus pies hacia los lados y ejecutar una flexión profunda de piernas lo más veloz posible, antes de que la barra pierda altura por acción de la gravedad. Luego que el deportista esta en la posición de sentadilla profunda con los brazos extendidos debe soportar el peso de la barra que a comenzado a caer, para luego subir hasta la completa extensión de las piernas.

Es importante analizar que este movimiento no es igual que una simple flexión de codo ya que para su ejecución completa se debe desplazar el peso de la barra hacia un arriba y el cuerpo del deportista hacia abajo (movimientos de diferente sentido). A esto lo llamamos un movimiento complejo que no puede ser explicado es su totalidad a través de la ley propuesta por Hill.

La explicación de este concepto se plantea de la siguiente manera: si en este ejercicio adicionamos peso a la barra, la misma alcanzará una altura máxima menor, lo que significa que para lograr el movimiento completo el deportista deberá desplazarse más rápido para colocarse debajo de la misma.

Esto implica que si aumentamos la fuerza (representada por la carga) también deberemos aumentar la velocidad de ejecución total para completar el movimiento, ya que la posición final esta representada por una **distancia standard no modificable** (ver figura 1.5) en donde la barra debe estar sostenida con los brazos extendidos por arriba de la cabeza. En este sentido si la barra no adquiere la suficiente aceleración hacia arriba nunca podrá llegar a este punto y el ejercicio no se completará, con el trágico resultado de la caída de la misma.

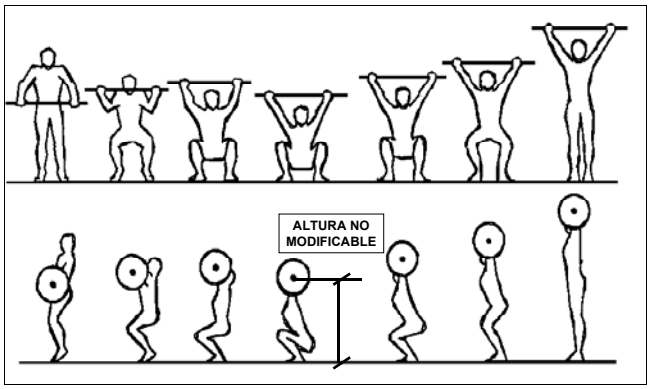


Figura 1.5

Esta explicación nos deja ver que si bien la Ley de Hill es muy aplicable, incluso a alguna de las fases de este tipo de movimientos, también es cierto que este es un ejercicio donde la velocidad de movimiento es muy alta y que la carga absoluta desplazada también. Es importante aclarar que el movimiento completo dura aproximadamente 1.2 segundos lo cual lo convierte en un ejercicio de sobrecarga muy apto para el desarrollo de la fuerza máxima **pero a una gran velocidad**.

Este tipo de ejercicios no debería faltar en ningún programa de entrenamiento

Recordando nuestro problema de la preparación de fuerza en el fútbol, con este concepto podemos responder parte de la pregunta. Si utilizamos el ejercicio de extensión de piernas en camilla con cargas por arriba del 80 % desarrollaremos la fuerza en un deportista, pero la velocidad de ejecución nunca será similar (o mayor) a la del gesto deportivo por mas que el sujeto realice el movimiento lo más rápido posible, ya que cuando la carga es alta la velocidad en este tipo de ejercicios es baja. Por otro lado si quiero generar alta velocidad indefectiblemente debo disminuir la carga de entrenamiento.

Por esta razón cuando observamos un deportista que realiza extensiones de piernas a gran velocidad con cargas bajas manifestando que esta entrenando la potencia máxima, sabemos que eso no es del todo correcto. La razón principal es que se encuentra en el aprieto de aumentar la carga a expensas de disminuir la velocidad y viceversa.

Lo correcto sería elegir otro tipo de ejercicios que permita mantener o elevar los dos componentes de la potencia a la vez. Este concepto será ampliado mas adelante cuando se analicen la utilización de los diferentes tipos de fibras musculares en distinto movimientos.

TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES Y LA GENERACIÓN DE POTENCIA MUSCULAR.

Es imprescindible analizar la composición fibrilar de la musculatura con el objetivo de aclarar aspectos referentes a la elección de los ejercicios para la preparación de la fuerza. Debemos recordar que nuestros músculos no son homogéneos en cuanto a la constitución de sus fibras y de acuerdo a la clasificación de Pette 90' las fibras se dividen de la siguiente manera:

Fibras lentas (tipo l)

- Altamente resistentes a la fatiga cuando los movimientos son lentos.
- Poseen alta cantidad de mitocondrias y de capilares
- Alta cantidad de mioglobina.
- Bajo poder de producción de fuerza.
- Largo tiempo de ciclo de contracción - relajación (90 - 140 mseg)

Fibras Rápidas (tipo ll)

Se subdividen en dos:

Tipo ll a

- Alta producción de fuerza
- Alta resistencia a la fatiga.
- Bajo tiempo de ciclo de contracción - relajación (40 - 90 mseg).

Tipo ll b

- Alta producción de fuerza.
- Poca resistencia a la fatiga.
- Bajo tiempo de ciclo de contracción - relajación (40 - 90 mseg).

Esta clasificación es similar a la utilizada por Burke 81' para las unidades motoras. La

distribución de las fibras es de orden genético (Komi '77), aunque es posible modificar las características de las fibras de acuerdo al uso que se les dé, o dicho con otras palabras a la modalidad de entrenamiento a las que sean sometidas.

REGULACION DEL RECLUTAMIENTO DE FIBRAS. PRINCIPIO DEL TAMAÑO

La graduación de la fuerza en la musculatura se produce a través de dos vías. Una es la velocidad de descarga de las unidades motoras (frecuencia de disparo de las motoneuronas), es decir la fuerza es generada por sumación de impulsos.

La otra vía es por el reclutamiento de unidades motoras de mayor umbral excitatorio. Este concepto fue propuesto por Henneman 65' y lo denominó el "Principio del tamaño" (figura 1.6).

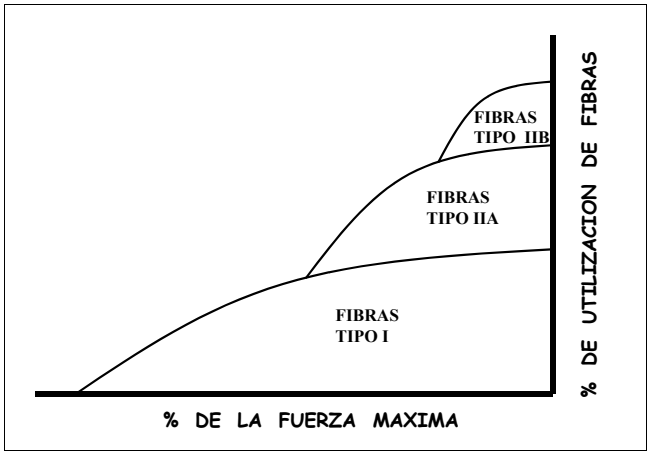


Figura 1.6

Esta principio marca que frente a un esfuerzo donde se necesita poca fuerza se reclutan primero las fibras que generan poca fuerza (bajo umbral excitatorio - fibras tipo I). A medida que las necesidades de fuerza aumentan, se reclutan mas unidades motoras de bajo umbral y las unidades motoras de umbral excitatorio mas alto (fibras tipo II a). Y solo cuando la fuerza requerida es muy alta (arriba de 80% de la máxima fuerza) se utilizan todas las fibras musculares (tipo I - II a y II b).

Este patrón de reclutamiento de fibras se realiza en casi todas las actividades diarias. Por esto generalmente las fibras lentas se emplean en contracciones isométricas débiles y funcionan en la mantención de la postura (músculos antigravitatorios). Cabe acotar que este principio se cumple tanto para los ejercicios realizados con cargas libres o máquinas que se adapten a la ley de Hill.

EXCEPCIONES AL PRINCIPIO DEL TAMAÑO

Cuando un movimiento es muy rápido como puede ser un lanzamiento de béisbol, las unidades motoras rápidas pueden ser activadas sin que sea necesario activar a las unidades motoras lentas (Smith 80'). Dentro de esta categoría están incluidos todos los gestos de movimiento de carácter balístico - explosivo (saltos - lanzamientos - golpes).

Otra excepción es la planteada por Nardone 89', el cual descubrió que durante una contracción excéntrica de gran intensidad las unidades motoras lentas dejan de actuar.

Si bien estos conceptos parecen solo exponer razones fisiológicas, son de vital importancia para la confección de los programas de entrenamiento. Por ejemplo, generalmente debemos desarrollar la fuerza y a la vez la velocidad (potencia). Entonces, si dentro de nuestro programa de entrenamiento utilizamos solo ejercicios que se adapten a la Ley de Hill y a su vez que cumplan con el principio de tamaño, indefectiblemente siempre estaremos utilizando las fibras lentas en primer lugar.

Para aclarar este concepto citamos un ejemplo de Bosco 83':

Dos sujetos deben empujar un carro, pero uno de ellos es muy veloz y el otro es muy lento (poseen potencias máximas diferentes). Cuando comienzan a empujar ambos contribuyen a producir fuerza y el carro de desplaza. Pero a medida que aumenta la velocidad, llega un momento en el cual el sujeto lento ya esta dando su máxima velocidad.

Si se aumenta aun más la velocidad, el sujeto lento no podrá hacer frente a esta necesidad e

impedirá que el carro se mueva más rápido, aunque el sujeto más veloz tenga la capacidad de realizarlo. Esto mismo pasa con las fibras musculares lentas y rápidas. De no ser así los fisiculturistas serían aparte de muy fuertes muy veloces y sabemos que eso no es posible ya que su entrenamiento solo incluye ejercicios que se adaptan a la Ley de Hill. Entonces, si un deportista es sometido a un largo período de entrenamiento solo con ejercicios lentos (que se adapten a la Ley de Hill) y con cargas altas (70 - 100 %), se generara un aumento de la hipertrofia muscular con un aumento neto del peso corporal. Esta situación modificará la posibilidad de producir más velocidad ya que aunque el sujeto tenga ahora mas fuerza disponible no es capaz de generar esa fuerza a altas velocidades. Esto se produce por que indefectiblemente siempre se reclutan primero las fibras lentas. Por otro lado un aumento del peso absoluto disminuirá la traslación del deportista. La explicación del por que los gestos explosivos son la excepción al principio del tamaño es que su tiempo de ejecución es tan corto que no seria posible realizarlo reclutando las fibras de tipo I, debido a que poseen ciclos de contracción - relajación muy largos. Un lanzamiento de un pitcher de béisbol es tan veloz que recluta directamente las fibras de tipo II por que es la única forma de realizar el movimiento. Este concepto desarrollado arriba completa la explicación del por que de la utilización de un ejercicio como el arranque de potencia para el mejoramiento de la fuerza sin que se produzca una perdida de velocidad en los deportistas. Si recordamos que el ejercicio dura 1.2 seg. (Garhammer 89') y que la velocidad de ejecución es muy alta (1.6 m/seg) es claro que las fibras a reclutar en este movimiento son principalmente las rápidas.

Resumiendo, la combinación de los ejercicios explosivos y los que se adaptan a la Ley de Hill nos permitirán lograr un correcto desarrollo de la fuerza con un incremento de velocidad, que culminará con un mejoramiento del rendimiento deportivo. La cantidad especifica de trabajo que se deberá realizar de cada ejercicio es un tema específico de la planificación y periodización del entrenamiento deportivo.

IMPORTANCIA DE LOS NIVELES DE FUERZA DE ACUERDO AL DEPORTE ANALIZADO

Si bien sabemos que la optimización de la contracción muscular es importante para todos los deportes es necesario proponer cuando el entrenamiento de la fuerza es realmente muy importante, imprescindible, etc.

En la tabla 1.1 se muestra una clasificación por deportes de la necesidad de entrenar la fuerza con el objetivo de incrementar la potencia muscular.

Poco necesario	Importante	Muy importante	Imprescindible
Tiro. Gimnasia artística. Squash. Ecuestre. Tenis de mesa. Carreras de fondo. Badmigton.	Basquet. Hockey césped. Hockey patines. Vela. Ciclismo ruta. Tiro con arco. Natación (distancias largas). Esgrima. Triatlón. Carreras 3000 - 5000 mts. Fútbol. Beisbol Softbol. Paddle. Esquí náutico.	Boxeo. Voley. Ciclismo velocidad. Taekwondo. Karate. Patín carrera. Natación (distancias cortas). Handbol. Tenis. Carreras 60 - 1500 mts. Raquetbol. Ciclismo de montaña.	Levantam. de pesas. Levantam. de Potencia. Lanzam. y saltos. Remo. Judo. Lucha libre y grecorrom. Fútbol americano. Canotaje.

En muchas oportunidades nos enfrentamos con la necesidad de mejorar la fuerza en nuestros deportistas y nos surge la siguiente pregunta ¿Cuánta fuerza es necesaria para el deporte o el nivel en el cual nos encontramos?

Edington 76' propone un desarrollo teórico de la cantidad de fuerza absoluta y relativa necesaria para su aplicación en los deportes. La figura 1.7 muestra el concepto.

Como se puede observar si un deportista posee una fuerza de base que representa el 100 % antes de someterse a un entrenamiento, existe un

porcentaje promedio de la misma que es utilizada para el deporte que practica (% fuerza necesaria para el deporte). En este caso de acuerdo a los valores iniciales la fuerza requerida por el deporte representa el 50 % de su máxima fuerza.

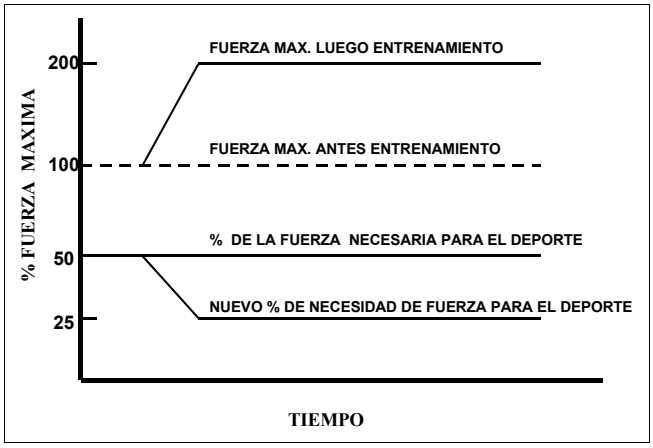


Figura 1.7

Si el deportista comienza un proceso de entrenamiento y duplica la fuerza inicial, se modifica el porcentaje de fuerza con relación al deporte específico ya que la misma no varía. En muchos deportes no es necesario aplicar mas fuerza para lograr el éxito deportivo y ahora la misma solo representa un 25 % del máximo rendimiento del deportista. Por lo tanto los gestos se realizarán con un esfuerzo relativo menor.

Esta sería la filosofía de entrenamiento a aplicar en algunos deportes de conjunto como el fútbol, basquet, hockey, etc. donde la fuerza necesaria para los movimientos del deporte no varía demasiado. Y aunque se dispusiera de mayor cantidad de fuerza, la misma no podría ser aplicada ya que se lo considera utilización innecesaria de fuerza.

En cambio en algunos deportes como el remo, el judo y el rugby se necesita aumentar la máxima fuerza, no solo por que se realizará un esfuerzo relativo menor, sino por que en sus movimientos se puede, bajo ciertas circunstancias aplicar un mayor nivel de fuerza

TIEMPO NECESARIO PARA LA GANANCIA DE FUERZA Y POTENCIA

Cuando queda establecido el camino a utilizar en la planificación del entrenamiento con sobrecarga, puede surgir la siguiente situación: un deportista de nivel provincial que tuvo un progreso muy rápido en el aspecto técnico - táctico de su deporte, logra ingresar al seleccionado Argentino. Acude a nosotros por que debe mejorar sus niveles de fuerza para asistir a los juegos de nivel sudamericano, donde milita con los mejores deportistas. Por casualidad sus contrincantes llevan varios años en esa categoría y poseen niveles de fuerza elevados.

Supongamos que el deporte que estamos analizando es el judo en la categoría mayor de peso. Cuando evaluamos a nuestro deportista nos encontramos con que tiene una fuerza máxima en el press de banca de 140 kg. (ver figura 1.8). Cuando lo comparamos con los niveles internacionales nos encontramos que los resultados rondan los 200 kg. o mas. Esto quiere decir que tenemos una diferencia apreciable (mas de 40%).

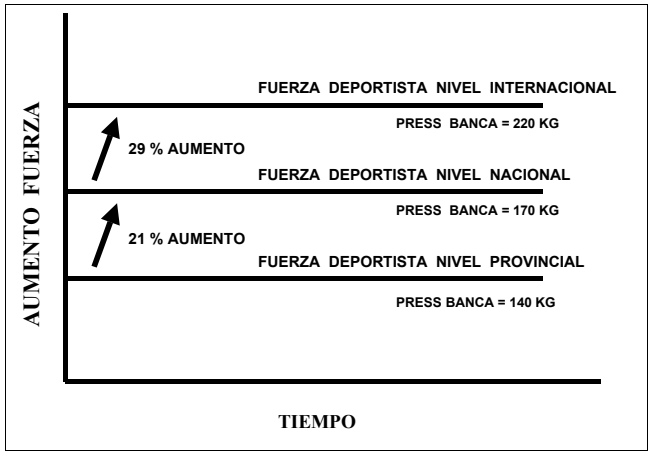


Figura 1.8

Para solucionar el déficit el entrenador propone un tiempo de entrenamiento de una cantidad de meses (10 diez) para acercarse a los niveles internacionales. Pero frecuentemente el torneo se debe desarrollar dentro de u tiempo más corto (ejemplo: 2 meses). Este problema es imposible de solucionar en el tiempo disponible por lo que el deportista competirá en condiciones desfavorables.

En este caso no se dispone de la cantidad de tiempo mínimo necesario para alcanzar los niveles internacionales de fuerza. Este es un punto importante que los entrenadores deben tener en cuenta cuando planifican las progresiones de la ganancia de fuerza.

BIBLIOGRAFIA

1. Burke R. 1981. Motor units: anatomy, physiology and functional organization. Handbook of physiology. The nervous system. Pp 345-422. American physiological society.
2. Edington D, Edgerton V. 1976. The biology of physical activity. Boston: Houghton - Mifflin.
3. Fleck S, Kraemer W. 1987. Designing resistance training programs. Human Kinetics.
4. Garhammer J. 1993. A review of power output studies of olympic and powerlifting: methodology, performance prediction and evaluation test. Journal of strength and condition research. 7(2): 76-89.
5. Knuttgen H.G. & Kraemer W.J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. Journal of Applied Sport Science Research. 1, pp 1-10.
6. Pette D, Staron R. 1990. Cellular and molecular diversities of mamalian skeletal muscle fyber. Review of physiology, biochemistry and pharmacology. 116: 2 - 75.
7. Mayeta Bueno J.I. 1993. Dirección y control de la preparación de fuerza. La Habana. Cuba.
8. Revista Musclemag.
9. Revista Muscle and Fitness.
10. Sale D, McDougall D. 1981. Canadian Journal of apllied Sports science. 6 (2): 87-92.
11. Verjoshanski I. 1995. Special strength training: practical manual for coaches.
12. Zatsiorski Vladimir. 1995. Science and practice of strength training. Human Kinetics.

Adaptaciones Fisiológicas al Entrenamiento de Fuerza y Potencia

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente capitulo es realizar una revisión bibliográfica de las adaptaciones fisiológicas que se producen como consecuencia del entrenamiento de fuerza y potencia. La interpretación y el análisis de algunos trabajos de investigación son muy útiles para los entrenadores y preparadores físicos ya que pueden sustentar científicamente lo que hacen todos los días en su lugar de trabajo (el campo).

Si bien se pueden desarrollar una gran variedad de adaptaciones fisiológicas nos concentraremos en algunas que son de mayor relevancia al momento de desarrollar un programa de entrenamiento.

Las principales adaptaciones fisiológicas al entrenamiento con sobrecarga son las siguientes:

- Adaptaciones neurales.
- Adaptaciones celulares.
- Adaptaciones hormonales.
- Adaptaciones esqueléticas.

Antes de abordar cada una de las diferentes adaptaciones fisiológicas, creemos conveniente desarrollar dos conceptos básicos sobre modificaciones producidas por el entrenamiento, que nos permitirán comprender ciertos aspectos importantes al momento de interpretar los trabajos de investigación.

ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS DE ACUERDO AL TIPO DE ENTRENAMIENTO

La célula muscular posee un gran poder para adaptarse al tipo de actividad y mejorar su rendimiento. Esto quiere decir que el tipo o modalidad de entrenamiento puede producir cambios fisiológicos muy diferentes en la célula muscular.

Según Golspink 92' existen dos formas de cambiar las características de las proteínas contráctiles (fibra muscular) y por ende la eficiencia muscular durante el rendimiento. Estos procesos son:

1- Interconversión de fibras.
2- Hipertrofia selectiva.

Estas adaptaciones celulares responden a un tipo de entrenamiento y pueden representar a un tipo de deportistas que realizan movimientos muy específicos. Ambos procesos son similares.

La interconversión de fibras se refiere al cambio transitorio de las características de la célula muscular. Esto se produce por la capacidad que tiene la fibra muscular de modificar algunas de sus propiedades bioquímicas y de sus características contráctiles. En esencia todas las fibras musculares tienen la posibilidad genética de adaptarse, solo que en nuestro cuerpo estarían especializadas. Todas las fibras musculares poseen una composición mixta de isoformas de proteínas contráctiles, pero en las fibras rápidas predominan las cadenas de miosina pesada. Esto les otorga junto a otros factores su gran capacidad de generar fuerza y potencia.

Esto quiere decir, que si realizamos constantemente entrenamiento con gestos deportivos a gran velocidad, las fibras lentas podrán desarrollar al máximo su potencial genético con el objetivo de generar movimientos en la forma más eficaz (veloz) posible. Este proceso también se puede producir en forma inversa, o sea que una fibra muscular rápida desarrolle al máximo su posibilidad de generar energía en forma aeróbica y ser más resistente a

la fatiga.

Es importante aclarar que esta condición es completamente transitoria y la célula recobrará sus características iniciales cuando cese el proceso de entrenamiento. Para el entrenador que busca el aumento constante de la potencia muscular y divide en fases sus entrenamientos (periodización), es evidente que cuando se pasa al período específico está buscando producir una interconversión de fibras, lo cual permite el aumento del rendimiento maximizando el funcionamiento de todas las fibras musculares.

La hipertrofia selectiva es un proceso básico de aumento del tamaño (diámetro transversal de la fibra) que se produce predominantemente en un tipo de fibra muscular (tipo I o tipo II). Llevado al terreno práctico esta respuesta celular se consigue de acuerdo al tipo de ejercicio realizado. Si bien se puede producir hipertrofia muscular en ambos tipos de fibras, este proceso se puede maximizar en una de ellas. Para un mejor análisis se muestran los resultados de Tesh 85' que investigó poblaciones de deportistas elite (figura 2.1).

En el gráfico apreciamos el porcentaje de fibras lentas que tienen diferentes poblaciones deportivas de elite mas un grupo control en los músculos vasto lateral y deltoides medio (representativos de miembros inferiores y superiores respectivamente). Se diferencian rápidamente las poblaciones extremas como son los kayaquistas y los maratonistas que tienen casi 70 porciento de fibras lentas en los grupos musculares mas utilizados.

Por otro lado notamos una distribución de fibras lentas bastante similar en los sujetos control y los levantadores de pesas. Para completar la idea sobre la distribución de fibras musculares se muestra la tabla 2.1.

Ahora bien, partiendo de la base que un sujeto control y un levantador de pesas poseen casi la misma distribución de fibras en el vasto lateral externo, entonces **¿Dónde radica la diferencia de un sujeto control con el deportista de elite?**

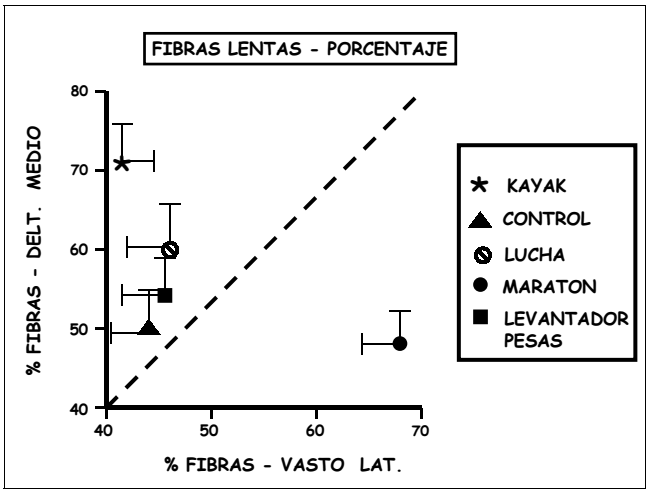


Figura 2.1

Muestra	n	Vasto lateral externo	
		% fibras lentas	% de fibras rápidas
Control	12	43	57
Kayak	9	41	59
Lucha	8	47	53
Maratón	9	67	33
Levantador de pesas	7	44	56

Tabla 2.1 - Adaptado de Tesh.

La respuesta esta en el tamaño de las fibras (hipertrofia). En la figura 2.2 se muestra el tamaño de las **fibras rápidas**. Podemos observar la gran diferencia que existe en el tamaño de las fibras rápidas entre un sujeto control (6000 µm en el deltoides y 6500 µm en el vasto) vs. el levantador de pesas (8500 µm y 9000 µm respectivamente). Esta gran diferenciación es una notable adaptación de la fibra al entrenamiento de sobrecarga de alto rendimiento.

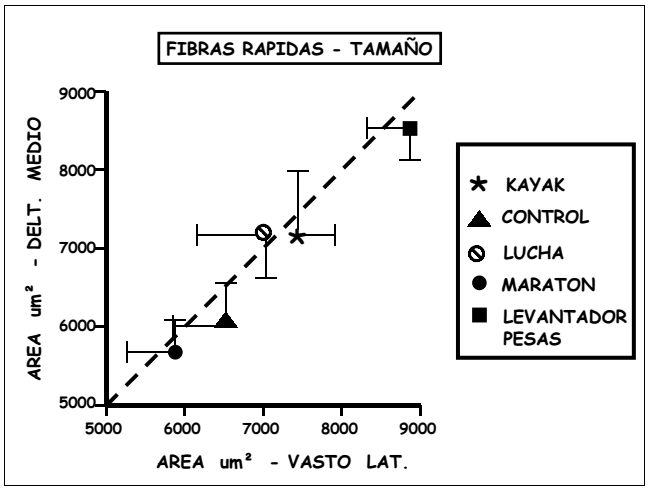


Figura 2.2

Cabe aclarar que si bien la lucha también es considerada un deporte de potencia el tamaño de las fibras rápidas de estos deportistas son menores que en la de un levantador de pesas. Esta adaptación se produce por el gesto deportivo específico que realiza cada deporte. En el levantamiento de pesas los esfuerzos son de altísima intensidad y de muy corta duración, en cambio en la lucha los esfuerzos son de menor intensidad pero deben ser mantenidos durante una mayor cantidad de tiempo.

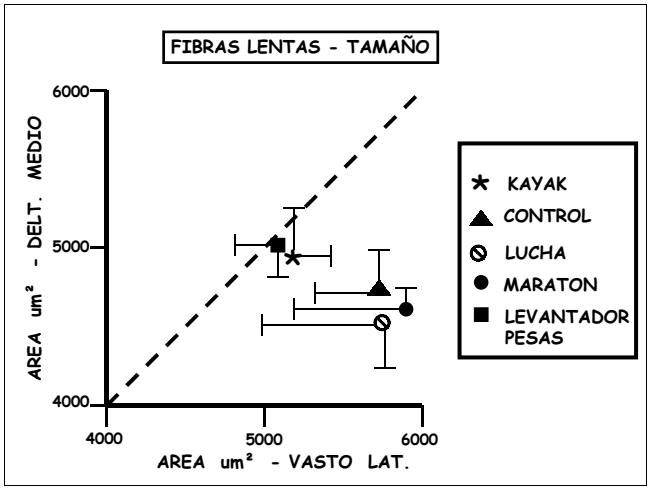


Figura 2.3

También es interesante observar el tamaño de las fibras lentas en estas poblaciones. La figura 2.3 muestra el tamaño de las mismas. Nótese que los sujetos controles tienen fibras lentas mas grandes que los levantadores de pesas en el vasto lateral del muslo. Esto demuestra que la musculatura de un deportista esta muy especializada debido a los gestos que utiliza en los entrenamientos diarios.

Esta especialización deja ver también que de algún modo el entrenamiento de tipo aeróbico (tipo maratón) atrofia (pérdida de tamaño) las fibras rápidas e hipertrofia las fibras lentas. Esta adaptación es llamada hipertrofia selectiva.

Resumiendo la interconversión de fibras tiene relación con el cambio en la calidad de las fibras (procesos de producción de energía) y la hipertrofia selectiva tiene relación con el aumento tamaño que desarrollan las mismas. Ambos procesos se desarrollan simultáneamente y mejoran el rendimiento deportivo.

Este concepto simboliza el principio de entrenamiento llamado especificidad.

ADAPTACIONES CELULARES AL ENTRENAMIENTO DE FUERZA.

INTRODUCCIÓN

Cuando un deportista realiza ejercicios de fuerza con sobrecarga, la célula muscular responde adaptándose al stress mecánico recibido. Este stress o entrenamiento puede variar en cuanto a su volumen, intensidad, densidad, tipo de contracción, etc. y por ende la respuesta de adaptación de la célula muscular será específica al stress recibido.

Es muy importante que el preparador físico conozca profundamente las adaptaciones fisiológicas a escala celular con el objetivo de confeccionar y aplicar programas de entrenamiento adaptados a las necesidades de los diferentes tipos de deportes.

Las adaptaciones celulares están principalmente referidas a la hipertrofia e hiperplasia del tejido muscular y estos cambios son acompañados también con modificaciones en la porción no contráctil del músculo (tendones, membranas, ligamentos, etc.).

La proliferación de fibras musculares es un tema controvertido hasta la actualidad. Si bien existen investigadores que han analizado y comprobado el aumento del numero de fibras musculares como respuesta al entrenamiento (Gonyea W. 77

- 80) en animales y seres humanos, otros autores (Gollnick 81' - MacDougall 86) critican los procedimientos utilizados para el recuento de fibras con los cuales se han llegado a estas conclusiones. La mayoría de los autores proponen que el número de fibras musculares es hereditario e inmodificable por entrenamiento deportivo.

En la figura 2.4 observamos el promedio del número de fibras musculares del bíceps braquial en sujetos no entrenados, fisiculturistas de nivel intermedio y fisiculturistas avanzados. Se puede ver que los desvíos estándar de los grupos no son tan grandes como para generar diferencias estadísticas. Sin embargo el tamaño de las fibras musculares de un fisiculturista es mucho mayor que en sujetos controles o que no realizan ejercicio físico. Esto nos demuestra que la diferencia de tamaño muscular se debe solo a la hipertrofia y no a la hiperplasia del tejido muscular.

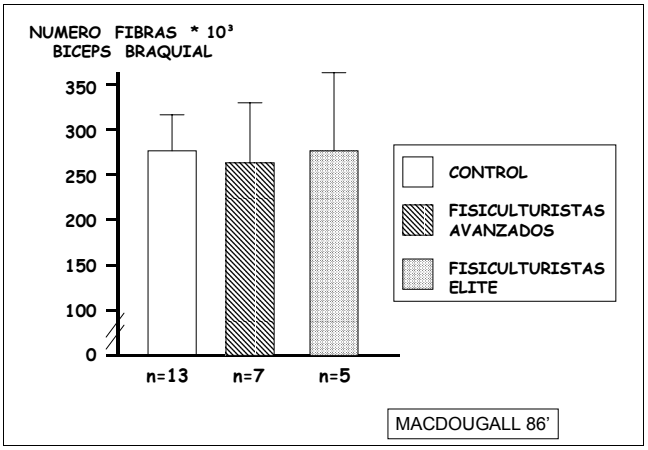


Figura 2.4

HIPERTROFIA MUSCULAR

El aumento del tamaño del diámetro transversal de las fibras se debe a un aumento de los filamentos contráctiles de actina y miosina producido por síntesis proteica. En condiciones normales el ser humano puede generar de 3 a 4 kilogramos de fuerza por centímetro cuadrado de sección cruzada de músculo sin distinción de sexo (Ikai 68'). Por lo tanto un aumento de la cantidad de filamentos incrementará la generación de fuerza.

Si nos guiamos por este concepto podríamos pensar que a mayor masa muscular mas fuerza, y a su vez **mayor rendimiento deportivo**. La primera parte de la aseveración es cierta, a mayor tamaño de las fibras musculares se puede realizar mayor cantidad de fuerza, pero que esta condición indefectiblemente produce un aumento del rendimiento deportivo es algo que **no siempre es posible**.

No debemos olvidar todos los tipos de fuerza (ver clasificación de la fuerza - cap. 1). Por ejemplo, es cierto que a mayor masa muscular se genera mas fuerza en los ejercicios que se adaptan a la ley de Hill y que se realizan a baja velocidad como el press de banca y la sentadilla. Pero, este tipo de entrenamientos ¿tiene la capacidad de elevar el rendimiento en los otros tipos de manifestación de la fuerza como la explosiva que tiene una importancia mayor en muchos deportes?

Si esto fuera cierto y este aumento de fuerza a baja velocidad se pudiera trasladar a todos los otro tipos de fuerza (explosivo), entonces los deportes de potencia (yudo, lanzamiento de jabalina, fútbol, etc.) serían practicados por deportistas muy hipertrofiados parecidos a fisiculturistas ya que a mayor masa muscular mejor rendimiento.

Basta con una simple observación del mundo del deporte para asegurar que esto **no es cierto**. La razón es que la potencia muscular esta compuesta por la fuerza aplicada y la velocidad de ejecución. Existe una relación peso/potencia en los deportistas que no se ve beneficiada cuando la masa corporal es muy grande. De este modo podemos manifestar a priori, que un gran tamaño muscular (tipo fisiculturista) no se corresponde con un alto grado de velocidad. Este concepto será ampliado cuando se desarrollen las adaptaciones neurales al entrenamiento de fuerza.

¡Ahora bien! Ambos tipos de fibras son capaces de hipertrofiarse pero no lo hacen del mismo modo. Goldspink 92' propone que las fibras lentas disminuyen su velocidad de degradación frente a un estímulo y las fibras rápidas aumentan la síntesis de proteínas. También debemos tener en cuenta que las fibras musculares poseen una vida promedio de 7 - 15 días en el adulto o sea que son constantemente sintetizadas y degradas.

Entonces, ¿Qué factores son importantes para el diseño de un programa de fuerza?

Es fundamental reconocer que tipos de fibras se están hipertrofiando (hipertrofia selectiva) y con que tipo de ejercicios, intensidades, repeticiones, tiempos de trabajo y tiempos de pausa se producen estas adaptaciones.

¿Por que esto es de vital importancia para el preparador físico?

Por que de acuerdo a la clasificación tradicional de fibras musculares existen tipos de fibras que producen mas potencia que otras. De este modo nos interesa encontrar la forma de maximizar la hipertrofia de las fibras de Tipo II a y b ya que son las que producen los niveles mas altos de potencia.

PROTOCOLOS DE HIPERTROFIA

La mayoría de los autores como Kraemer, MacDougall, Newton plantean que la manera óptima de producir hipertrofia muscular es trabajando entre el 60 y el 80 % de la R.M con 3 series de 6 - 12 repeticiones para cada grupo muscular, utilizando una velocidad de contracción de lenta pero acentuada en la fase excéntrica.

Si analizamos lo propuesto por estos autores y lo comparamos con lo que se realiza en los gimnasios todos los días es bastante cierto que lo enunciado arriba funciona. Pero creemos conveniente proponer otros elementos que optimizaran este proceso.

Este enunciado general no hace referencia al tiempo de pausa que se debe realizar entre series. Esto es importante ya que la modificación del tiempo de descanso produce adaptaciones hormonales muy diferentes (ver mas adelante).

Por otro lado, el proceso de hipertrofia comienza por un rompimiento de la estructura del sarcomero o de la fibra en su totalidad para luego regenerar la estructura mas grande (adaptada por aumento de los filamentos contráctiles). Este rompimiento se produce por que los filamentos de actina están enganchados en forma asimétrica al disco Z y una tensión (stress mecánico) importante lo puede romper (ver figura 2.5).

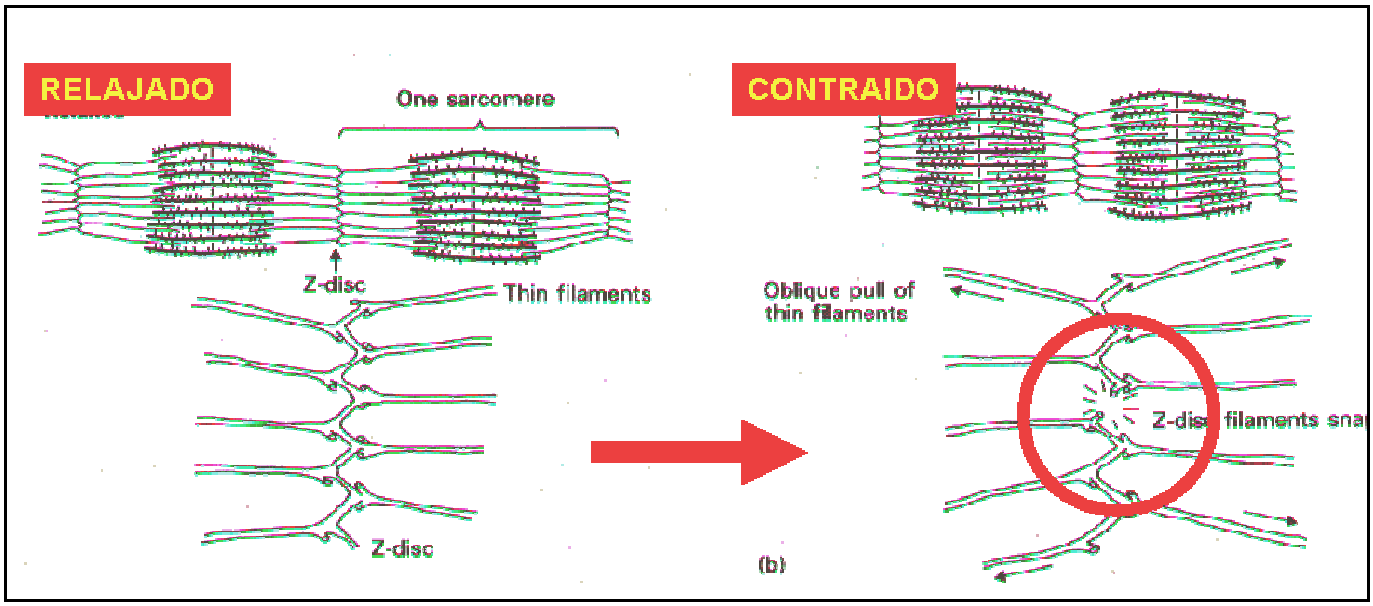


Figura 2.5

Pero este proceso no se produce en todos los sujetos de la misma forma. Gibala en el 95' y 00' comprobó que el rompimiento de la estructura miofibrilar no se produce del mismo modo en sujetos entrenados y no entrenados. El autor tomó sujetos jóvenes sin experiencia en entrenamiento con sobrecarga. Los sujetos entrenaron en un banco inclinado realizando un curl de bíceps con

mancuernas. Pero las contracciones se realizaron de la siguiente forma. La velocidad de contracción fue lenta (2 segundos para la fase concéntrica y 2 para la excéntrica. El sujeto flexionaba el codo levantando la mancuerna (fase concéntrica) y un ayudante se la cambiaba de mano y la bajaba con el otro brazo (fase excéntrica). De esta forma cada brazo se entrenaba con la misma carga y velocidad pero solo con una fase de la contracción. Se realizaron 8 series de 8 repeticiones con el 80 % de la máxima fuerza concéntrica y con pausas de 3 minutos.

Se realizaron biopsias antes, inmediatamente después del entrenamiento y 48 horas post ejercicio. De las biopsias se evalúo que cuando en una miofibrilla había hasta 2 sarcómeros rotos en forma continuada o 2 sarcómeros de distintas miofribrillas contiguas, el daño muscular se lo consideraba focal. Si los daños incluían de 3 a 10 sarcómeros se lo consideraba daño moderado. Y si el daño excedía los 10 sarcómeros se lo consideraba daño extremo. La figura 2.6 muestra los resultados del experimento.

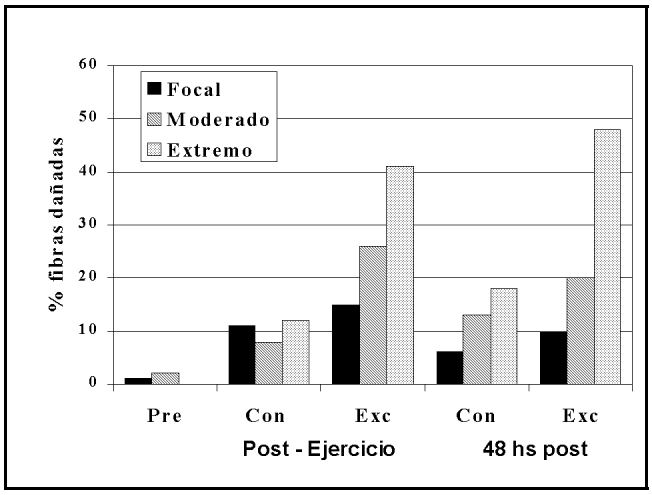


Figura 2.6

Como podemos apreciar en la figura, antes de comenzar el ejercicio existen algunos daños muy pequeños. Pero luego de realizar el trabajo de hipertrofia, se puede apreciar que gran cantidad de fibras se han dañado.

Por otro lado los daños más extremos se producen en el brazo que se entrenó en forma excéntrica. Esto quiere decir que a una carga similar la fase excéntrica genera mayores daños en las fibras que la concéntrica. Esta es un de las razones por las cuales muchos sistemas de entrenamiento proponen que la fase excéntrica siempre se realice mas lenta que la concéntrica. Como se genera más rompimiento hay mayor posibilidad si se presentan otras variables como la nutrición de regenerar fibras más grandes (hipertrofia). Es importante también destacar que 48 horas post ejercicio el rompimiento mantiene la tendencia y que esto serviría para estipular frecuencias de entrenamiento del mismo músculo.

Gibala repitió el trabajo con las mismas características pero esta vez utilizó a sujetos entrenados (3 años mínimos de experiencia con entrenamiento de sobrecarga). Todas las variables se mantuvieron iguales y algunos de los resultados se muestran en las figuras 2.7 y 2.8.

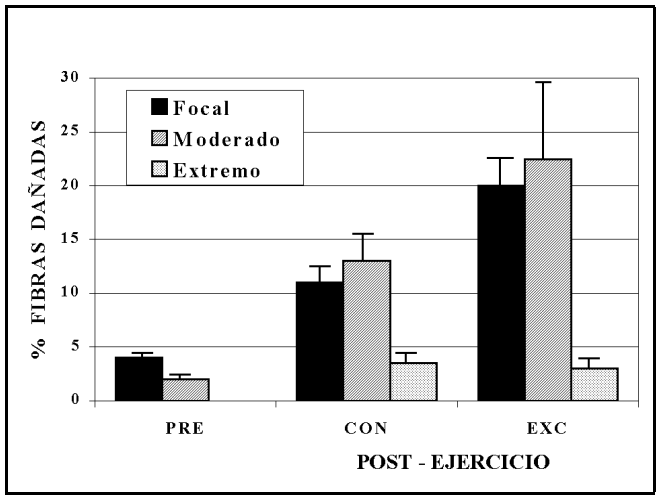


Figura 2.7

Como se puede ver en la figura 2.7 el rompimiento de fibras con el mismo protocolo de entrenamiento en sujetos que tenían buena experiencia con sobrecarga no fue el mismo. Los daños extremos fueron los mas bajos en ambos tipos de brazos o sea que en este caso la fase excéntrica no fue tan efectiva para romper fibras.

Esto nos explica claramente que una intensidad del 80 % es muy alta para un principiante, pero que no lo es para un sujeto que ya tiene experiencia. Esta es una de las razones por las cuales los programas de trabajo deben diferir en

cuanto a volumen e intensidad. Es muy probable que si a los sujetos no entrenados se les pedía que realizaran solo 4 series al 70 % los daños hubieran sido menores y similares a los sujetos que tenían experiencia.

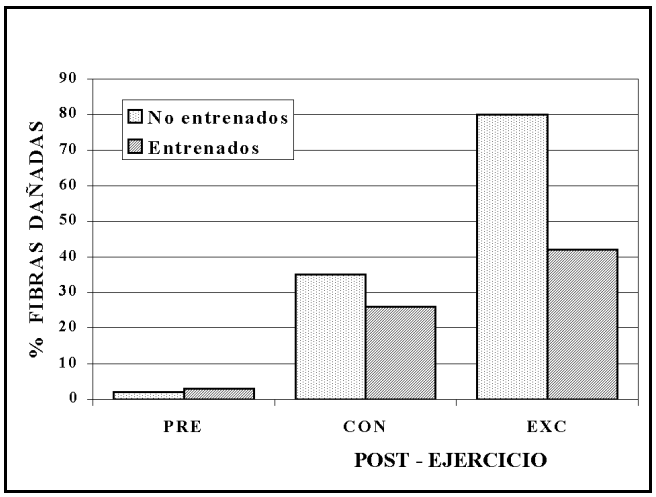


Figura 2.8

Para entender en forma más simple este concepto la figura 2.8 muestra el rompimiento total de fibras (sin discriminar el tipo) en sujetos entenados y no entrenados. Como podemos ver el rompimiento siempre es mayor en los sujetos que no tenían experiencia. En el brazo que se entrenó en forma concéntrica el rompimiento es un 20 % mayor y en el brazo que se entrenó en forma excéntrica el daño fue casi el doble. Esto nos muestra claramente que si bien se puede recomendar intensidades promedio para el desarrollo de la hipertrofia, debemos tener muy presente el nivel inicial del entrenado.

De todos modos si analizamos otros trabajos de investigación con diferentes tipos de protocolos de entrenamiento de sobrecarga (Coleman 77'), en interacción con otras cualidades (Gettman 79') o con mujeres (Staron 91'), veremos que cuando se busca producir una máxima hipertrofia se utilizan protocolos de entrenamientos muy similares al mencionado inicialmente. Un factor en común es una fase excéntrica acentuada de entrenamiento.

Esto permite concluir que estos tipos de entrenamientos son muy válidos para lograr tamaño muscular, pero sin importar a expensas de que tipo de fibras se logre este resultado.

HIPERTROFIA Y RENDIMIENTO MUSCULAR

Cuál es entonces la razón por la cual este tipo de entrenamiento no se aplica para conseguir máximos niveles de potencia muscular en el entrenamiento deportivo y solo se aplica en alguna parte del proceso de entrenamiento para conseguir algunas modificaciones específicas?

Parte de la respuesta puede surgir del análisis del trabajo de Hather 91' donde se menciona la importancia de las acciones excéntricas en el entrenamiento con sobrecarga para producir un óptimo nivel de hipertrofia muscular mediante un análisis de biopsias. Los resultados se muestran en la tabla 2.2.

Hather propone tres tipos de entrenamientos:

- **CON/EXC** significa que los sujetos realizan trabajos excéntricos y concéntricos para los cuadriceps.
- **CON/CON** significa que los sujetos entrenaban solo con acciones concéntricas para los grupos musculares del muslo (cuadriceps e isquiotibiales).
- **CON** que solo realizaba entrenamientos concéntricos para los cuadriceps.

PORCENTAJES DE FIBRAS MUSCULARES				
	FIBRA TIPO I	**FIBRA TIPO II a**	**FIBRA TIPO II b**	**COCIENTE**
GRUPO CONTROL				
PRE	45 ± 2	38 ± 2	17 ± 1	1.22
POST	39 ± 3	40 ± 2	21 ± 3	1.56
DESENT.	40 ± 2	44 ± 2	16 ± 2	1.5
GRUPO CON/EXC				
PRE	33 ± 3	44 ± 3	23 ± 2	2.03
POST	38 ± 2	62 ± 2*	0*	1.63
DESENT	34 ± 2	66 ± 2*	0*	1.94
GRUPO CON/CON				
PRE	40 ± 3	42 ± 2	18 ± 3	1.5
POST	42 ± 3	57 ± 3*	1 ± 1*	1.38
DESENT	38 ± 3	59 ± 3*	3 ±1*	1.63
GRUPO CON				
PRE	33 ± 3	51 ± 3	16 ± 3	2.03
POST	37 ±3	63 ± 2*	0*	1.7
DESENT	39 ± 2	58 ± 3*	3 ± 2*	1.56

*Tabla 2.2 - Modificado de Hather 91' - * $p < 0.05$*

La intensidad y volumen del entrenamiento utilizado fue la siguiente: 4-5 series de 6 - 12 repeticiones (RMs), 2 veces por semana, durante 19 semanas y luego 4 semanas de desentrenamiento.

Si analizamos los resultados observamos como en todos los tipos de entrenamientos, menos el grupo que no entrenó, hubo una reducción marcada del porcentaje de fibras de tipo IIb, que son las fibras más rápidas y más fuertes. Esto se produjo como consecuencia del período de entrenamiento y se mantenía luego de 4 semanas de desentrenamiento. En realidad estas fibras no desaparecen pero ocupan menos superficie respecto de las fibras tipo I y IIa ya que estas se han hipertrofiado en gran medida por su utilización (esto esta relacionado con el % de carga utilizado). También las fibras de tipo IIb se interconvierten en IIa debido al volumen de trabajo utilizado. Hay que recordar que el método por el cual se clasifican las fibras es por tinción de la ATPasa.

Con todos los protocolos se generó un aumento del tamaño en ambos tipos de fibras, por lo que se consiguió sujetos más hipertrofiados (más fuertes por aumento de la sección cruzada de músculo), pero que tienen menos posibilidad de aplicar la fuerza ganada en forma veloz (ver adaptaciones neurales).

Esta aseveración se puede secundar si analizamos el cociente de relación entre fibras. En el grupo CON/EXC que utilizó el tipo de entrenamiento más tradicional, vemos que antes de comenzar el entrenamiento el cociente era de 2.03 es decir que teníamos el doble de fibras de Tipo II que Tipo I. Pero luego de 19 semanas el cociente disminuyó a 1.63, es decir que aumento el porcentaje de fibras lentas respecto de las rápidas. Y si analizamos mas detenidamente los cambios, podemos apreciar que en las fibras de Tipo II se produjo un cambio estadísticamente significativo de Tipo IIb a IIa. Expresándolo de otro modo con el tipo de entrenamiento aplicado se atrofian las fibras tipo IIb que son las que producen mas potencia.

A su vez esta modificación luego de 4 semanas de desentrenamiento perdura (% Fibras Tipo IIb = 0%) lo que complica la planificación deportiva. Cuando debamos entrar en un período específico o competitivo donde los gestos deben ser muy veloces, nuestras fibras lentas estarán bien hipertrofiadas y las fibras de Tipo IIb todavía no vuelven a la situación inicial.

Esta es una de las razones por la cual no se deben realizar los periodos de adaptación anatómica (hipertrofia) imitando programas de fisiculturismo ya que se produce una hipertrofia de las fibras lentas y se atrofian las fibras rápidas (potentes IIb).

Si este resultado fisiológico no fuese cierto, el deporte de rendimiento sería solo un problema de tamaño muscular. Es obvio que estas modificaciones fueron producidas por el tipo de entrenamiento aplicado. El trabajo planteado fue con ejercicios que se adaptan a la ley de Hill y se realizó en 5 series de 6 a 12 repeticiones. Debemos recordar que este volumen de repeticiones esta en íntima relación con el % de la carga máxima. Por lo tanto cuando se realizaban series de 6 repeticiones donde el porcentaje era del 78 al83 % y si se hacían series de 12 repeticiones el porcentaje era del 68 al 71%.

La mayoría de los trabajos aplicados en la investigación fisiológica llama a este tipo de entrenamientos de alta intensidad. En este punto es donde la fisiología del ejercicio no correlaciona con la teoría del entrenamiento ya que ningún entrenador estaría de acuerdo en llamar a estos protocolos de alta intensidad y tampoco avalaría este diseño para lograr la máxima ganancia de potencia.

Este es un tipo de entrenamiento muy efectivo para la ganancia de tamaño muscular si no tomamos en cuenta las consecuencias sobre la producción de potencia. Sería un entrenamiento "tipo" para personas que deben aumentar las masa muscular **sin importar que tipo de fibra se estén hipertrofiando.**

El análisis realizado en este trabajo nos hace realizarnos la siguiente pregunta:

¿Se puede a través del entrenamiento con sobrecarga hipertrofiar al máximo las fibras rápidas, ya que son las producen el éxito deportivo?

La respuesta es afirmativa. Existen ejercicios con sobrecarga que nos permiten reclutar predominantemente las fibras rápidas y de este modo no lograr una hipertrofia indeseable en las fibras lentas o una atrofia de las fibras de Tipo IIb. Se deben encontrar ejercicios que produzcan **hipertrofia selectiva de las fibras rápidas**. Estos movimientos están representados por los ejercicios Derivados del Levantamiento de Pesas y los balístico - explosivos.

Una investigación que muestra muy claramente este tipo de adaptación es el realizado por Häkkinen 88'. El autor realizó evaluaciones de laboratorio a la selección de Levantamiento de Pesas de Finlandia durante dos años, pero sin modificar el entrenamiento que realizaban. Este punto es muy interesante ya que comprueba modificaciones fisiológicas generadas por el programa de entrenamiento propuesto por el entrenador sin modificaciones externas. Se observo que el tamaño del muslo se incrementó significativamente y que se debió a una hipertrofia selectiva de las fibras rápidas. Ver figura 2.9.

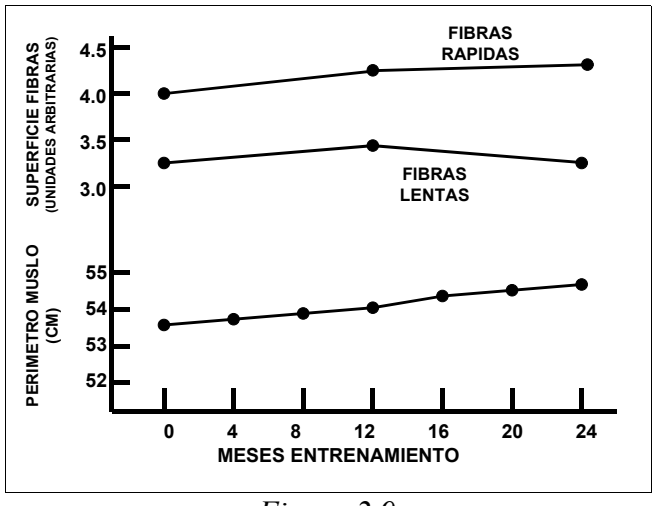


Figura 2.9

Como observamos el tamaño del muslo se incrementó y esto se observa mientras las fibras lentas disminuyen su tamaño y las fibras rápidas lo incrementan. Es importante remarcar que el rendimiento promedio en el equipo se incrementó

7.5 kilogramos en el total olímpico en dos años. Esto evidencia un aumento en la calidad de la masa muscular.

ADAPTACIONES NEURALES AL ENTRENAMIENTO DE FUERZA

Las adaptaciones neurales se definen como los cambios en el sistema nervioso generados por el entrenamiento de fuerza. Las adaptaciones neurales son quizás una de las más importantes al momento de ganar fuerza, sobre todo durante los primeros meses de entrenamiento. Es importante para el entrenador saber como los diferentes ejercicios e intensidades producen adaptaciones del sistema nervioso que es el encargado de iniciar las contracciones musculares.

Las principales adaptaciones neurales son:

- Aumento del reclutamiento de fibras musculares. (Coordinación intramuscular).
- Aumento de la frecuencia de los estímulos nerviosos. (Frecuencia de disparo de las motoneuronas).

La fuerza que producen los músculos se puede graduar a través de estos dos procesos. Es posible generar mayor cantidad de fuerza si aumenta la cantidad de unidades motoras reclutadas (mejora la activación del agonista). Esto se produce como una adaptación a necesidades de fuerza mayores (altas intensidades). Un programa de sobrecarga incrementa las intensidades en forma progresiva y por lo tanto cada vez se necesita generar mas fuerza para desplazar las cargas. Obviamente a medida que se necesita una mayor cantidad de fuerza se reclutan unidades motoras de alto umbral (Henneman 74').

Por otro lado las motoneuronas pueden generar la contracción muscular a diferentes frecuencias de disparo. La frecuencia de disparo es la cantidad de impulsos nerviosos que la célula nerviosa emite por segundo (Herz). Las motoneuronas disparan a un promedio de entre 10 - 60 impulsos por segundo. Si disparan con mayor frecuencia es posible generar una mayor tensión.

En resumen el incremento de la activación de un músculo se produce como resultado de un mayor reclutamiento de unidades motoras y por incremento de la frecuencia de disparo de las mismas.

Los estudios electromiográficos son los más utilizados para la comprobación de las adaptaciones neurales. Este tipo de estudio puede cuantificar la actividad eléctrica de las unidades motoras y traducirlas por medio de una electromiografía integrada a un gráfico de fácil interpretación relacionando las variables de fuerza y tiempo (figura 2.10 y 2.11).

En la figura 2.10 se pueden apreciar dos curvas, una que representa la situación inicial y otra luego de un período de entrenamiento. En este caso observamos que los valores de la fuerza se han incrementado en forma considerable, pero que el tiempo en el cual se consigue el máximo valor de fuerza es muy similar. Esto muestra claramente que el programa de sobrecarga utilizado incluyó ejercicios que se adaptan a la Ley de Hill por lo que aumentó claramente la fuerza máxima.

VELOCIDAD DE DESARROLLO DE LA FUERZA.

La interpretación de los primeros milisegundos de la curva fuerza - tiempo se denomina **velocidad de desarrollo de la fuerza**. Este análisis puede mostrar que independientemente de que la fuerza máxima no se incremente para un tiempo dado, la misma se logra conseguir antes. Esta modificación es muy importante en el deporte, ya que muchas veces no es necesario adquirir mas fuerza, pero si lo es aplicarla antes.

En la figura 2.11 el comportamiento de la curva luego del entrenamiento es diferente a la figura 2.10. En este caso el incremento de la fuerza es muy pequeño pero este máximo se logra en un tiempo considerablemente menor. Esta es una respuesta muy buscada en el deporte. Un caso muy claro puede ser un deporte de combate. Por ejemplo en el judo se compite por categoría de peso corporal y aumentar la fuerza a expensas de aumentar el peso corporal es un objetivo erróneo. Por lo tanto debemos pensar en la forma de

incrementar la fuerza y su velocidad de desarrollo, sin producir una gran hipertrofia muscular ya que sino se corre el riesgo de sobrepasar el límite de peso de la categoría.

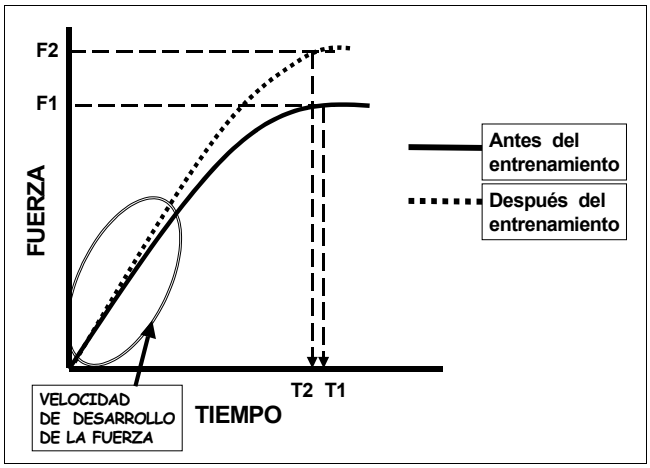


Figura 2.10

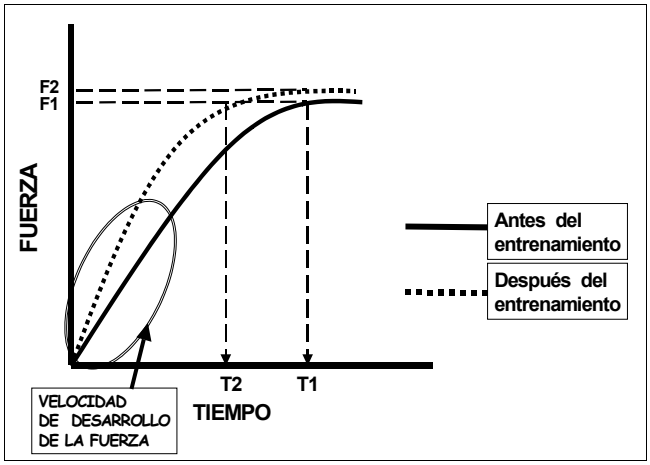


Figura 2.11

Una de las virtudes de los estudios electromiográficos es que se pueden realizar durante contracciones estáticas, dinámicas, isocinéticas o explosivas. A través de esta metodología es posible monitorear las modificaciones que generan los procesos de entrenamiento y si fuese necesario modificar los mismos, para obtener mejores resultados.

Uno de los trabajos más importantes para comprobar este tipo de modificaciones fue realizado por Häkkinen 85'. Se aplicaron dos tipos de entrenamientos diferentes, uno con ejercicios de saltabilidad y otro con ejercicios de sobrecarga (sentadilla). Ambos entrenamientos tenían como objetivo el desarrollo de la potencia en los miembros inferiores. La figura 2.12 muestra los resultados.

Como podemos ver, si se entrena solo con saltos la fuerza máxima isométrica mejora solo un 11 %, pero logra el máximo de fuerza un 24 % de tiempo antes (mayor velocidad de desarrollo de la fuerza). En cambio si entreno con pesas se mejora considerablemente la fuerza máxima isométrica 27 %, pero no se logra generarla con mayor rapidez (solo un 0.4% antes).

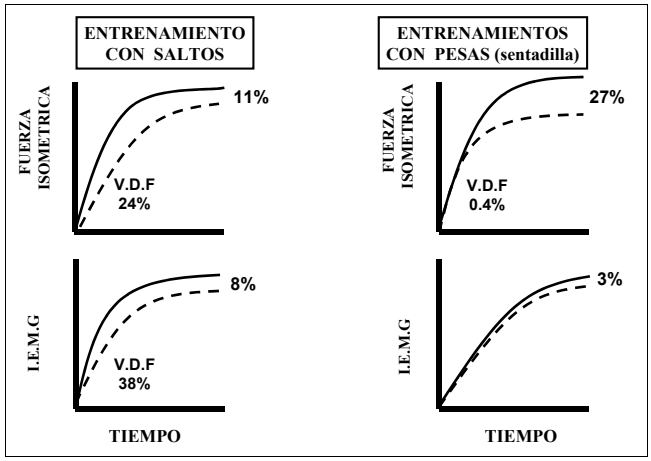


Figura 2.12

Por otro lado la electromiografía integrada nos muestra que si entrenamos con saltos aumenta el reclutamiento de fibras en un 8 % y además se logra en un 38 % de tiempo menos. En cambio si realizamos entrenamientos con pesas solo se incrementa un 3 % el reclutamiento y la velocidad de desarrollo de la fuerza no sufre ninguna modificación.

Este tipo de trabajos nos permite adoptar criterios para el desarrollo de planes de entrenamiento. Por ejemplo, si a través de una batería de test comprobamos que un deportista es lento para el promedio de desplazamiento en su deporte, pero tiene los niveles de fuerza promedio, propondremos una mayor cantidad de gestos explosivos que de ejercicios con sobrecarga a baja velocidad. Esto permitirá que se mejore la velocidad de desarrollo de la fuerza. Por el contrario si observamos que un deportista tiene poca fuerza, invertiremos el proceso.

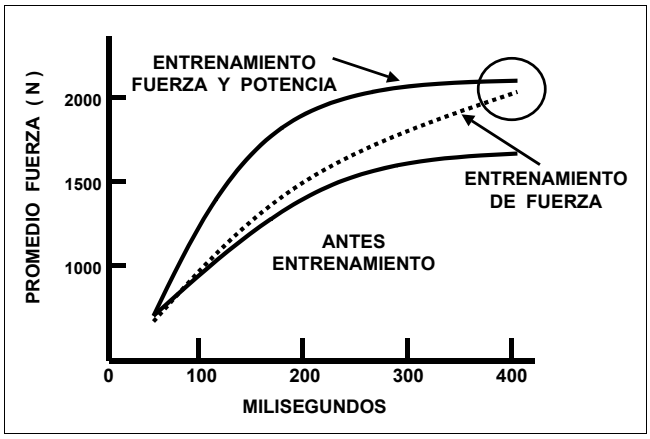


Figura 2.13

Fleck 87' resume gráficamente que sucede con la relación fuerza - tiempo cuando se entrena con programas bien diferenciados. Ver figura 2.13.

Como podemos observar en la figura Fleck muestra diferentes adaptaciones fisiológicas de a cuerdo al tipo de entrenamiento planteado. Si utilizamos un programa solo con ejercicios de fuerza tradicional (se adaptan a la ley de Hill), con altas intensidades se aumenta en gran medida la fuerza máxima, pero se incrementa muy poco la velocidad de desarrollo de la fuerza.

Obsérvese de todos modos que como resultado de este entrenamiento a los 400 mseg. se realiza muchísma más fuerza que antes del entrenamiento. Esto quiere decir que se ha aumentado la potencia. Pero si utilizamos un programa combinado de ejercicios de fuerza y de potencia (derivados del levantamiento de pesas y ejercicios balísticos) se logra un incremento importante tanto en la fuerza máxima como en la velocidad de desarrollo de la fuerza. Esta es una combinación de las adaptaciones que son más importantes para incrementar el rendimiento deportivo.

Es una problemática de la teoría del entrenamiento saber graduar la cantidad de ejercicios de fuerza y de ejercicios de potencia, como también en que momento del entrenamiento se deben aplicar.

EJERCICIOS PLIOMETRICOS.

Frecuentemente los preparadores físicos de diferentes deportes proponen la ejecución de ejercicios pliométricos como parte de su programa de entrenamiento. Ya sean estos para el tren superior o para el inferior.

Este tipo de ejercicios no deben ser tomados a la ligera ya que para poder ejecutar estos entrenamientos se debe contar con una preparación física previa muy elevada. Sin esta preparación, este tipo de ejercicios se pueden convertir en un factor de riesgo para producir lesiones. La posibilidad de pasar a ser un ejercicio lesionante esta fundamentada en el trabajo de Schmidtbleicher 82' donde demostró que existe un efecto contrario a la contracción muscular masiva (pliometría) en sujetos no entrenados (figura 2.14).

Schmidtbleicher evalúo la respuesta electromiográfica del músculo gemelo durante un salto pliométrico desde una altura de caída de 1.1 metros en sujetos entrenados (saltadores) y no entrenados. La respuesta de la musculatura al hacer contacto con el suelo es completamente diferente ya que en los sujetos no entrenados se produce un proceso de inhibición (poca actividad eléctrica). Esto quiere decir que si no se registra gran actividad eléctrica hay **pocas unidades motoras reclutadas o en funcionamiento**. En el caso de los saltadores entrenados responden con una elevada actividad eléctrica llamada facilitación (gran cantidad de reclutamiento de fibras).

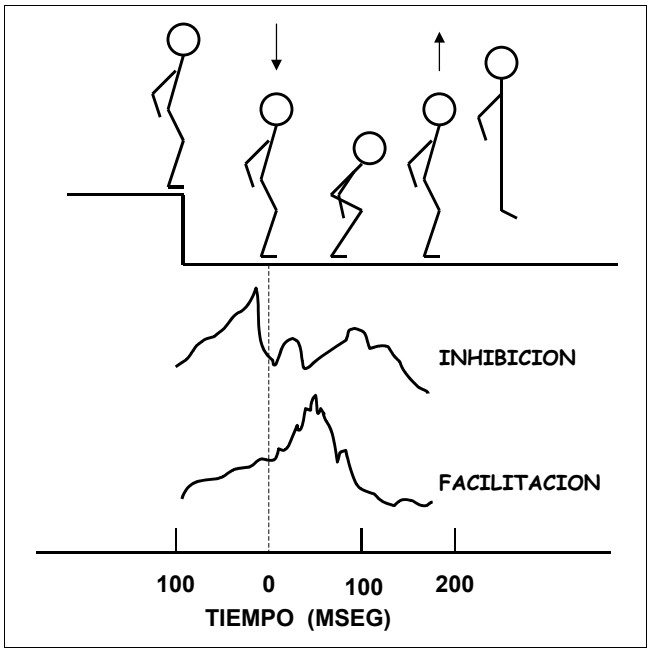


Figura 2.14

Por lo tanto el proceso de entrenamiento con ejercicios pliométricos es beneficioso y produce adaptaciones neurales positivas solo cuando los sujetos están entrenados.

No es aconsejable aplicar los ejercicios pliométricos en deportistas principiantes o en niños en edad de crecimiento rápido. La razón principal es que, si en un impacto de caída tan fuerte no hay una gran cantidad de unidades motoras activadas, la tensión será amortiguada principalmente con la **estructura ósea y articular**. Esto incrementa muchisimo el riesgo de lesión, que en forma general no se produce por un stress violento (durante el entrenamiento) sino que se llega por sobreuso (sumatoria de microtraumatismos). Este tema se analizará con mayor detenimiento en el capitulo de gestos explosivos.

ADAPTACIONES HORMONALES AL ENTRENAMIENTO DE FUERZA.

El sistema endocrino responde al entrenamiento de sobrecarga de forma muy sensible. Es reconocido ampliamente que realizar ejercicios de fuerza produce una modificación de las hormonas circulantes en sangre (testosterona, cortisol, insulina, etc). También esta comprobado la adaptación del sistema neuroendocrino como resultado del entrenamiento de fuerza a largo plazo (Hakkinen 89').

Las hormonas analizadas mas importantes son la testosterona y la hormona de crecimiento como representantes de los procesos anabólicos, y el cortisol representando a los procesos catabólicos.

La hormona de crecimiento es secretada en forma pulsátil y esta relacionada con el crecimiento del tejido muscular y de muchos otros. Algunas de sus funciones más importantes son:

- Incrementar la síntesis proteica.
- Incrementar el transporte de aminoácidos a través de la membrana celular.
- Estimular los cartílagos de crecimiento.
- Aumentar la síntesis de colágeno.
- Aumentar la retención de nitrógeno, fósforo, sodio y potasio.

La testosterona esta relacionada con el desarrollo de la fuerza, con la estimulación del tejido muscular y con la modificación del sistema nervioso (Kelly 85' - Bleish 84'). Es probable que la testosterona incremente la cantidad de neurotransmisores e influencie la estructura proteica de la placa mioneural.

Por su parte el cortisol es considerado una hormona catabólica ya que inhibe la síntesis de proteínas (Florini 87'). Por otro lado tiene su efecto más importante sobre las fibras musculares rápidas, que son fundamentales para el desarrollo de la potencia muscular.

La modificación hormonal frente al entrenamiento de fuerza es una respuesta única comparada con otros tipos de ejercicios (aeróbico, flexibilidad, etc.) y tiene acción sobre los cambios en el tamaño de la célula (hipertrofia) y sobre los caminos de recuperación y remodelación de los tejidos luego del entrenamiento. Los procesos de recuperación se vuelven muy importantes sobre todo cuando las acciones excéntricas se acentúan durante el entrenamiento (Clarkson 88').

El proceso de adaptación general fue resumido por Kraemer 90' y se muestra en la figura 2.15.

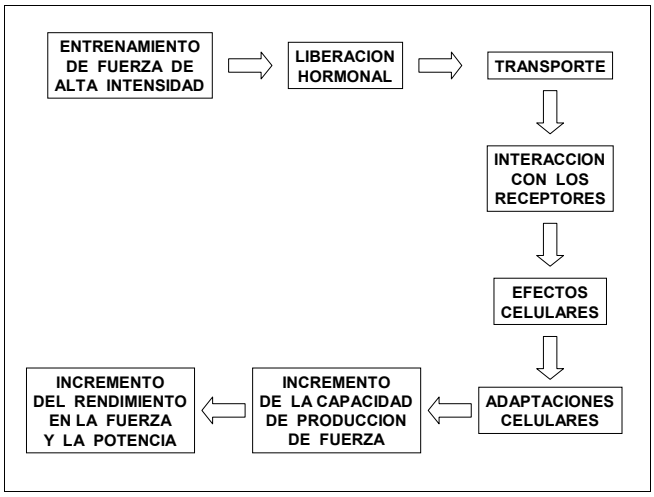


Figura 2.15

Cuando se realiza una sesión aguda de entrenamiento de la fuerza, se produce una fuerte liberación de hormonas a la sangre. Esto permite que interactúen con los receptores celulares específicos. De este modo el entrenamiento de sobrecarga parece ser naturalmente anabólico y favorece los procesos de reparación y de remodelación de tejidos.

Las modificaciones hormonales varían de acuerdo a la intensidad, al volumen y al tiempo de pausa utilizado durante el entrenamiento. Un estudio de Kraemer 90' demostró que si se modifican las variables antes mencionadas, la liberación de testosterona y de hormona de crecimiento varían en forma considerable.

El autor también analizo la acumulación de ácido láctico aunque no sea una hormona debido a que el mismo también sufre variaciones con este tipo de modificaciones y que este metabolito tiene gran importancia en la fatiga muscular. El protocolo de investigación utilizado por Kraemer se muestra en la figura 2.16.

El trabajo fue realizado con sujetos que tenían como mínimo dos años de experiencia con sobrecarga pero que no participaban en competencias de ningún tipo. Como observamos en la figura 2.16 se tomaron dos entrenamientos básicos que son utilizados por los entrenadores con diferentes objetivos. El entrenamiento de 10 repeticiones máximas con un minuto de pausa es el típico entrenamiento para lograr hipertrofia muscular y el de 5 repeticiones máximas con 3 minutos de pausa es el mas utilizado para ganar fuerza. A partir de estos trabajos el autor aumenta o disminuye la intensidad, el volumen y el tiempo de pausa.

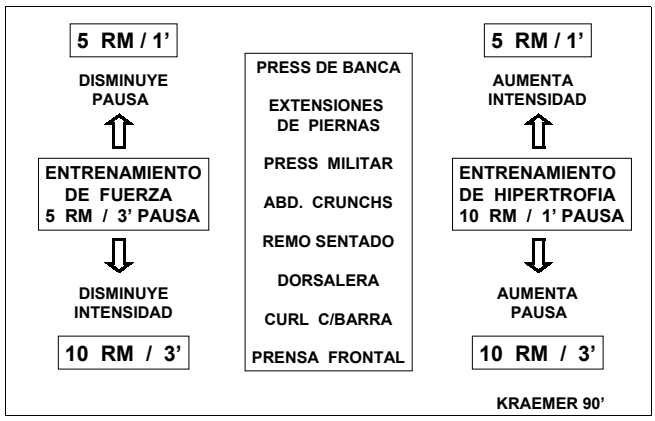


Figura 2.16

Se realizaron 8 ejercicios de sobrecarga y se midió la concentración de testosterona, hormona de crecimiento y de ácido láctico antes, durante, y 0, 5,15,30,60,90 y 120 minutos post ejercicio. Los resultados de las modificaciones en la testosterona, la hormona de crecimiento y la acumulación de lactato se muestran en las siguientes figuras. Las figuras 2.17, 2.18 y 2.19 representan las modificaciones como resultado del entrenamiento de fuerza y las figuras 2.20, 2.21 y 2.22 como resultado de un entrenamiento de hipertrofia.

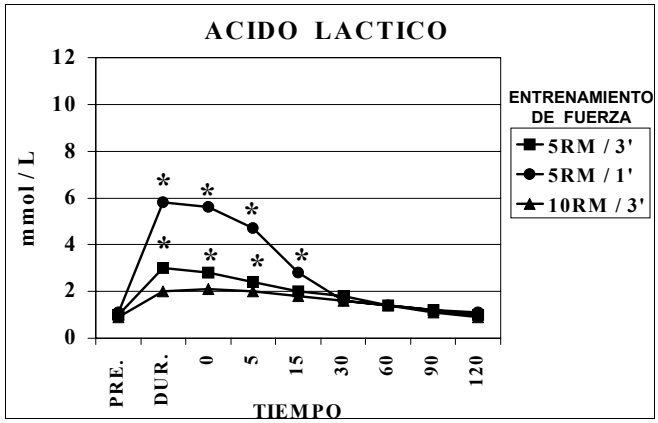


Figura 2.17

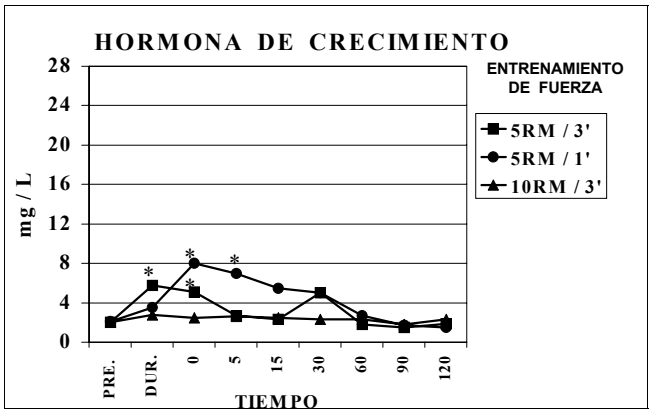


Figura 2.18

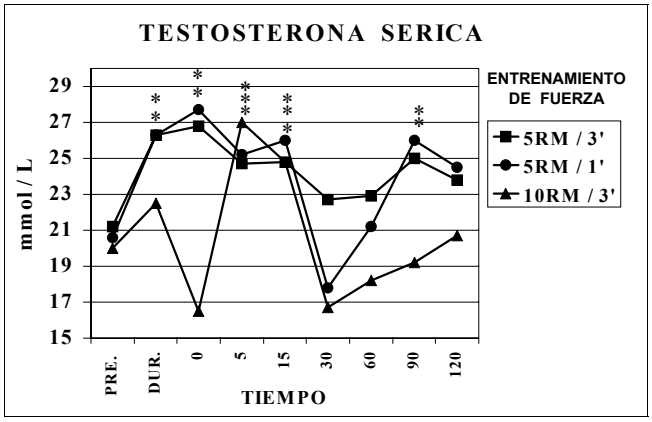


Figura 2.19

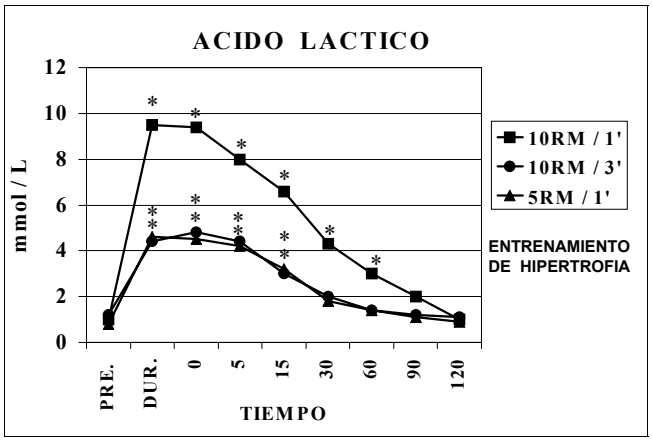


Figura 2.20

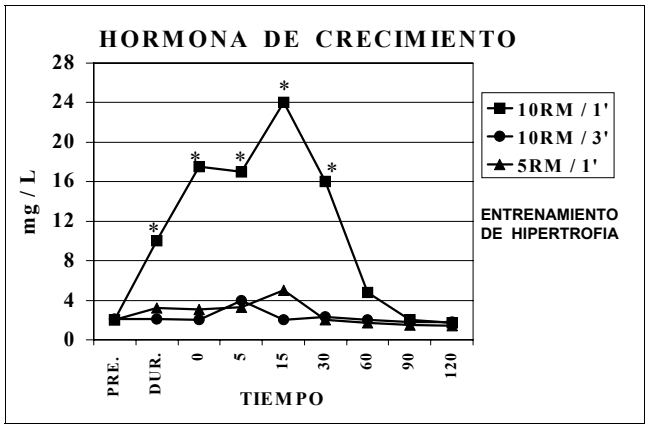


Figura 2.21

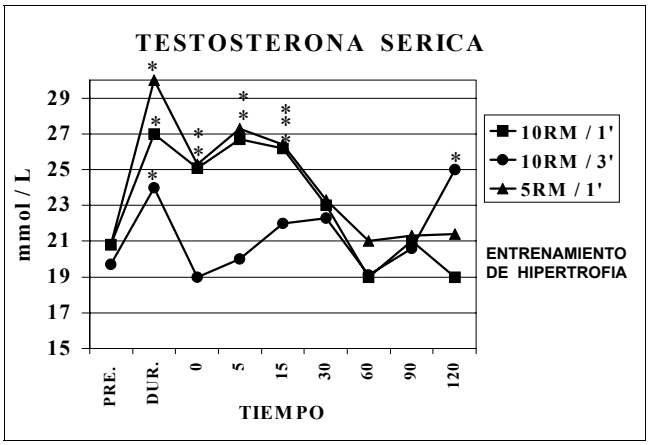


Figura 2.22

Analizando la respuesta hormonal a un típico entrenamiento de fuerza (5 R.Ms con 3' pausa) podemos observar que la acumulación de lactato en sangre luego de realizar 4 ejercicios es baja (solo 3 mMol/l) y que la hormona de crecimiento sigue un patrón similar, solo se eleva un poco (6 µg/l). En ambos casos luego de que termina el entrenamiento, la acumulación en sangre comienza a disminuir hasta alcanzar los valores de reposo. Por su lado la testosterona muestra un aumento importante durante la ejecución del entrenamiento y se mantiene bastante elevada postejercicio.

En cambio cuando se mantiene la intensidad (5 R.Ms) pero se disminuye la pausa a 1 minuto, podemos observar que el lactato y la hormona de crecimiento se elevan por sobre los valores del entrenamiento tipo (5 R.Ms / 3´pausa). Por otro lado cuando la intensidad baja (10 R.Ms) y la pausa se mantiene en 3 minutos los valores se caen y casi no se diferencian de los de reposo. En cuanto a la testosterona, la disminución de la pausa no produce grandes modificaciones,

aunque la disminución de la intensidad genera una respuesta demasiado variable y no concluyente.

Si pasamos a analizar las modificaciones que genera un entrenamiento tipo de hipertrofia (10 R.Ms con 1 min. de pausa) encontramos resultados bastante diferentes. Por un lado el lactato y la hormona de crecimiento se elevan en forma muy importante durante el ejercicio. En el postejercicio el lactato disminuye y vuelve a los niveles de reposo a los 90 minutos. En cambio la hormona de crecimiento se eleva durante el postejercicio alcanzando su máxima expresión a los 15 minutos.

Es importante destacar que durante el entrenamiento típico de hipertrofia la acumulación de lactato casi se duplica respecto del entrenamiento de fuerza. Por su lado la hormona de crecimiento se triplica en sus valores más altos.

Cuando se incrementa la intensidad (5 R.Ms) o se aumenta la pausa el lactato y la hormona de crecimiento disminuyen considerablemente, mientras que la testosterona tiene un comportamiento similar a la serie de entrenamiento de fuerza.

Kraemer resumió las modificaciones hormonales que producen los diferentes tipos de entrenamiento sumando la cantidad de hormona acumulada durante todas las tomas y los resultados se muestran en las figuras 2.23 y 2.24.

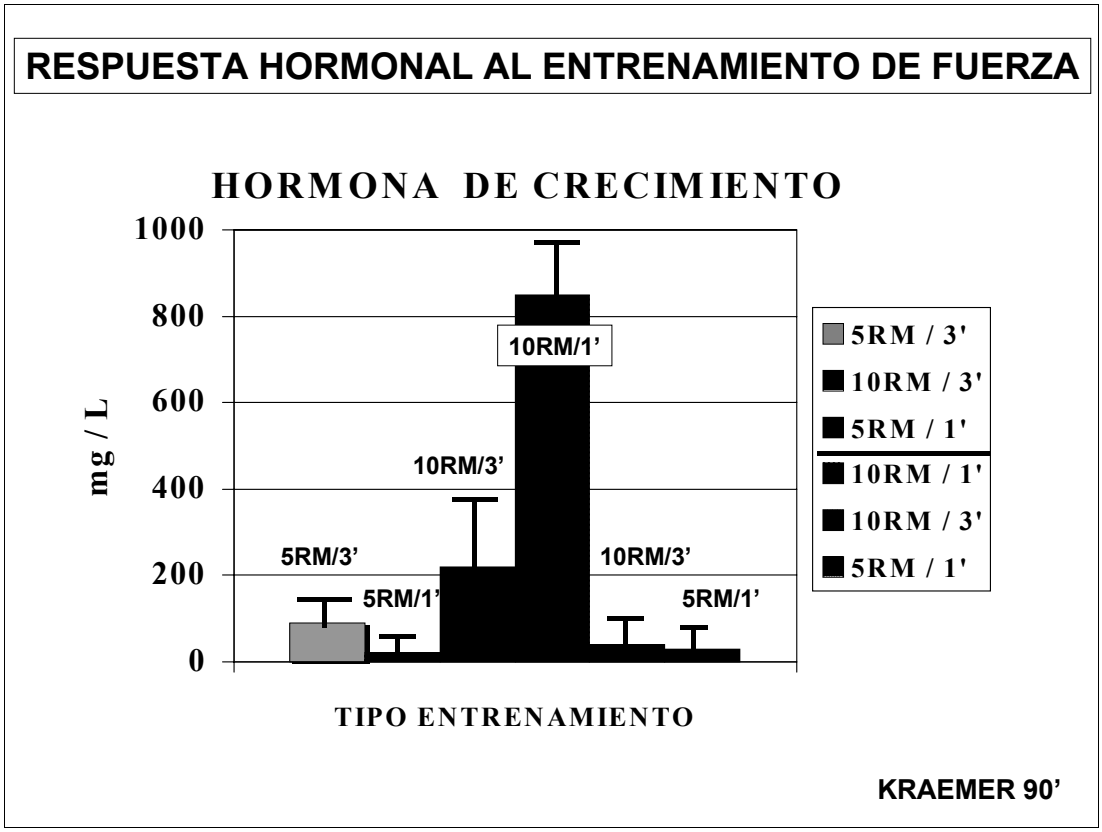


Figura 2.23

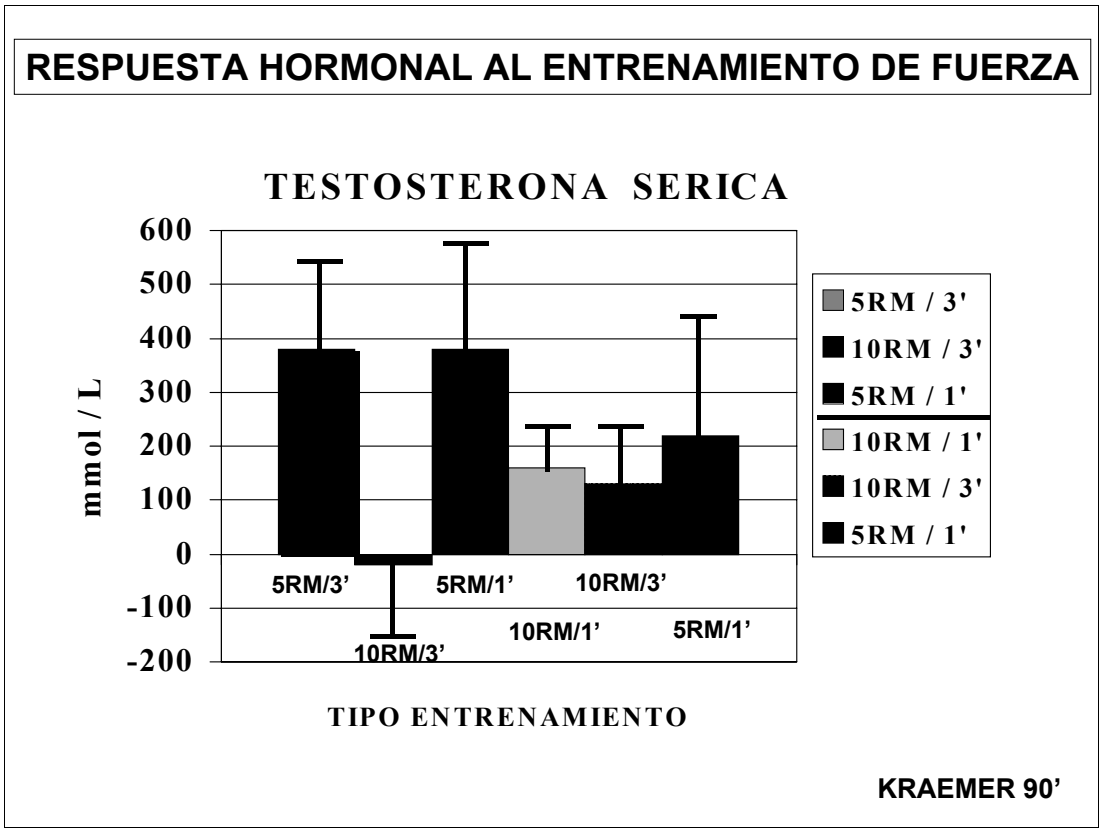


Figura 2.24

Como podemos observar el la figura 2.23 el protocolo de entrenamiento que logra acumular mas hormona de crecimiento es el típico entrenamiento de hipertrofia (10 R.Ms / 1 min. de pausa), pero cuando se modifica alguna de las variables del protocolo como puede ser la intensidad, la pausa o el volumen siempre se produce una disminución considerable de la hormona acumulada en sangre.

Cabe aclarar que este protocolo triplica a los otros, por lo que no debe existir duda al aplicarlo si el objetivo es el desarrollo de la masa muscular ya esta variable sumada a la intensidad previamente analizada generará el ambiente optimo para la hipertrofia.

En cuanto a la testosterona se observa algo similar (figura 2.24). Los protocolos que logran acumular mas hormona son los que utilizan intensidades altas (5 R.Ms), independientemente de la pausa utilizada (1 o 3 minutos). Cuando la intensidad se disminuye (10 R.Ms) desciende la acumulación de hormona, también independientemente de la pausa utilizada.

A modo de ejemplo se podría relacionar las modificaciones encontradas por Kraemer con los programas típicos que representan a algunos deportes. Ver la tabla 2.3.

Este resumen de las modificaciones hormonales nos podría orientar fundamentalmente para establecer los tiempos de pausas y sus consecuencias en el proceso de entrenamiento deportivo.

	Fisiculturistas	Levantadores de pesas
Hormona de crecimiento	↑ ↑	↗
Testosterona	↗	↑ ↑
Acido láctico	↑	↗

Tabla 2.3

Observamos que un entrenamiento típico de levantamiento de pesas donde se realizan siempre muy pocas repeticiones, acumula poca hormona de crecimiento y genera muy poca acumulación de lactato. Estas condiciones serían óptimas para entrenamientos con sobrecarga que tengan como objetivo incrementar los niveles de fuerza y

potencia muscular, sin incrementar el peso total del deportista por aumento del peso muscular. A la vez este tipo de entrenamiento con sobrecarga permite ser combinado con otros tipos de entrenamientos ya que no se acumula lactato en forma importante. Por ejemplo se le podría sumar un entrenamiento aerobico.

Por lo tanto una sesión de entrenamiento con pesas se podría realizar previamente a un entrenamiento técnico táctico del deporte específico o a un entrenamiento con orientación aeróbica.

Por el contrario, un entrenamiento de tipo fisicoculturista desarrollará en forma considerable la masa muscular si se aplica durante un tiempo. También como se pudo observar en los resultados del trabajo de Kraemer este tipo de entrenamiento genera una lactacidemia altísima, comparable a un entrenamiento de tipo anaeróbico lactácido en campo (12 - 13 mmol/l).

Estas condiciones no son favorables para combinar con ningún otro tipo de entrenamiento ya que estos niveles de lactacidemia generan fatiga e incordinación muscular.

ADAPTACIONES ESQUELÉTICAS AL ENTRENAMIENTO DE FUERZA

El tejido óseo es considerado como un tejido conectivo, que se mineraliza y aporta una estructura de soporte rígida en el ser humano. El termino de rígido no significa que sea un tejido inerte y resquebrajadizo sino que por el contrario tiene la capacidad de responder a las fuerzas que actúan sobre él y adaptarse a los diferentes tipos de ejercicio. Posee una amplia capacidad de crecer y regenerarse si es que se producen daños. Aproximadamente entre el 10-20 % de la masa corporal corresponde al tejido óseo (Martin 84')

El ejercicio físico produce fuerzas mecánicas que causan deformaciones en la estructura ósea. Estas fuerzas pueden ser de flexión lateral, de compresión, de torsión o fuerzas producidas por la contracción muscular. Para un estudio más profundo sobre la formación y desarrollo de la masa ósea recomendamos al lector consultar los trabajos de Martin, Bailey y Ferreti.

Martin propone que una mujer promedio tiene un contenido mineral óseo de aproximadamente 2.200 grs. en donde aproximadamente el 32 % es calcio elemental. El componente mineral (cristales de hidroxipatita de calcio) le proporciona al hueso su dureza. La resistencia a la deformación bajo la acción de una carga es la propiedad física más importante del hueso (Albright 87).

Si bien uno de los aspectos más importantes respecto de la masa esquelética esta en relación con una patología como la osteporosis, el interés de este apartado es mostrar las adaptaciones óseas como respuesta al entrenamiento deportivo con sobrecarga.

Las variables más sobresalientes a considerar son el contenido mineral óseo total, la densidad mineral ósea y la velocidad o pico de adquisición de masa ósea.

Frecuentemente a sido demostrada la capacidad del ejercicio físico como un estímulo válido para la mejorar la tasa de remodelación ósea y de esta manera desarrollar un esqueleto saludable y capaz de soportar las arduas exigencias del deporte de rendimiento tanto en niños, adultos o durante la vejez (Grimston 92' - Snow - Harter 92' - Treuth 94').

Pero es necesario discriminar que tipos de ejercicios o actividades físicas poseen la capacidad de mejorar el estado de la masa ósea. Hay estudios de gran relevancia sobre la influencia del entrenamiento en la masa esquelética. Un ejemplo es el trabajo realizado por Conroy 93' donde muestra los valores de la densidad mineral en levantadores de pesas adolescentes y otro es de Teegarden 96' donde analizó en mujeres la influencia de la actividad física previa (escolar, universitaria y del tiempo libre) con la densidad mineral ósea.

El estudio de Conroy analizó la densidad mineral ósea en 25 levantadores de pesas adolescentes de elite (17.4 ± 1.4 años) que tenían un mínimo de 3 años consecutivos de entrenamiento previo al

estudio y se los comparó con otro grupo de la misma edad que no realizaba deporte. También se expreso la densidad mineral ósea como un porcentaje de los valores promedio para adultos.

La tabla 2.4 muestra los resultados obtenidos por Comroy:

	Densidad mineral ósea (gr/cm2)		**% Respecto de valores promedio para adultos y para el grupo control**
Lugar anatómico	Levanta-dores de pesas	Controles	
Vértebra Lumbar 4	1.41 ± 0.20 *&	1.06 ± 0.21	113 % 133 %
Cuello fémur	1.30 ± 0.15 *&	1.05 ± 0.12	131 % 124 %
Trocánter	1.05 ± 0.13 *	0.89 ± 0.12	Sin datos 118 %
Triángulo Ward	1.26 ± 0.20 *	0.99 ± 0.16	Sin datos 127 %

Tabla 2.4
** p<0.05 respecto de los controles.*
& p<0.05 respecto de los adultos.

Es importante observar que los valores de densidad ósea en los adolescentes que levantan pesas son muy superiores a los valores de los sujetos control de la misma edad en un promedio de casi 30 % y de los valores de adultos en casi un 20 %. Es obvio que estas adaptaciones se manifiestan como un resultado de la aplicación constante de sobrecarga y representan cifras **imposibles** de alcanzar con otro tipo de estímulo de actividad física. Para poder interpretar correctamente los resultados se deben considerar los tipos de ejercicios que se utilizan en este deporte (sentadillas, arranque, tirones, etc.), ya que en todos se aplica una gran cantidad de masa muscular y se utilizan pesos absolutos importantes. Por ejemplo la sentadilla se entrena con una fuerza relativa de 1.5 - 1.8.

Cabe recalcar que la correlación encontrada entre los sitios anatómicos analizados por Comroy y el total olímpico (suma de arranque y envión) es buena (0.75 para las vértebras lumbares).

Los levantadores de pesas en estas edades utilizan cargas importantes (70 - 90 % de 1 R.M), pero también el volumen de entrenamiento semanal es elevado (4 - 5 veces por semana). Esto refleja la cantidad y la calidad del tiempo al cual esta sometida la estructura ósea.

El trabajo de Teegarden demuestra la importancia de realizar actividad física sobre todo en edades tempranas. Estos hallazgos son corroborados por Grimston 92' en su trabajo con niños. Uno de los aspectos más relevantes de estos estudios es su relación con los hallazgos de Bailey 97' sobre la relación entre la edad y la adquisición de mineral óseo. El autor comprueba que en niños y niñas el **35 % del mineral óseo total** (CMO) se deposita en los huesos durante un período de 4 años en la segunda década de vida. Y que esto está relacionado principalmente con el pico de máxima velocidad de crecimiento - PHV (ver figura 2.25).

Esta es una de las razones por la cual es de suma importancia que los niños en edad de crecimiento rápido realicen entrenamientos con sobrecarga, de manera tal que puedan obtener una buena estructura ósea. Este objetivo es de suma importancia para el deporte de rendimiento y también para la salud.

En el análisis de los diferentes ejercicios con el objetivo de observar cambios en la masa esquelética se reconocen dos tipos de actividades. Las actividades que transportan el peso corporal (weight bearing activities) y las actividades que no poseen esta característica (nonweiht bearing activities). Las primeras están representadas por los aterrizajes de cualquier tipo de movimiento como correr, saltar, etc. y también se las denomina **cargas de impacto**. Estos movimientos generan contra el piso una carga externa al peso corporal que representa de 3 a 10 veces su magnitud.

Este tipo de actividades se reconocen como las más beneficiosas para la salud esquelética ya que logran que se desarrolle una densidad mineral ósea mayor a las de otras actividades. Este concepto se deriva de trabajo como los de Comroy arriba mencionado.

Las otras actividades generan contracciones musculares pero sin contrarrestar la gravedad o sin soportar las caídas, como la natación, andar en

bicicleta y se las denomina **cargas activas** ya que si bien son contracciones musculares, estas no generan cargas mecánicas (deformaciones) elevadas en la masa ósea. Estos tipos de ejercicios han sido cuestionados como beneficiosas para la salud esquelética cuando se practican como única actividad y con una frecuencia y volumen elevados (McCulloh 92').

En la figura 2.25 podemos observar la relación entre la cantidad de contenido óseo total y el pico de velocidad de crecimiento. En los dos años anteriores y dos años posteriores se adquiere el 36 % del total, lo que demuestra la importancia de estimular esta adquisición durante estas edades con el objetivo de prevenir la osteoporosis y también desarrollar un esqueleto capaz de soportar los exigentes entrenamientos del alto rendimiento competitivo en los años venideros.

También es importante observar que antes del pico máximo de crecimiento se obtiene el 60 % del contenido óseo total, pero también se adquiere el 90 % de la talla total del adulto. **Esto demuestra la importancia no solo de adquirir una buena cantidad de mineral sino una alta densidad para soportar ese aumento vertiginoso en el crecimiento lineal de los huesos**.

Este concepto es corroborado por el trabajo de Grimston. El mismo analizó niños realizando actividades que soportaban el peso corporal y otros que hacían actividades que no cumplían con esta característica. Se encontró que los niños que utilizaban cargas de impacto tenían mayor densidad mineral en las vértebras lumbares.

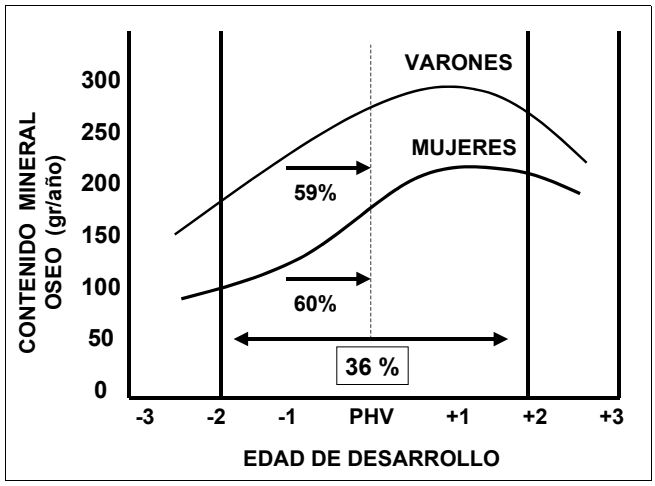


Figura 2.25

Como sabemos el entrenamiento de sobrecarga tiene una ventaja sobre otro tipo de actividades para el desarrollo de la masa esquelética, por lo que se recomienda la utilización de ejercicios de fuerza con sobrecarga para maximizar este proceso. Esta característica estaría relacionada con la teoría del mecanostato de Frost 91', que propone que los huesos deben recibir una deformación (strain) o intensidad mínima para poder remodelarse y desarrollarse, y es probable que algunas actividades físicas no tengan por sí solas esta característica.

CONCLUSION

El análisis de las adaptaciones fisiológicas revisadas en este capítulo tiene como objetivo orientar a los entrenadores en cuanto a las potenciales modificaciones que se pueden producir como resultado de la aplicación de entrenamientos con sobrecarga. Es obvio que no se realizó una revisión extensa sino que se puntualizó sobre los aspectos más importantes y relevantes en deportistas.

BIBLIOGRAFIA

1. Albright. Bone: structural organization and remodelling dynamics. The scientific basis of orthopaedics. pp 161-68.
2. Bailey D. 1997. Estudio pediatrico de adquisición de mineral oseo durante los años de desarrollo en Saskatchewan.

International journal of sport medicine. Vol. 18. s191-s194.
3. Bleish W, Lunie N, Nottebohm F. 1984. Modification of synapses in androgen-sensitive muscle. Journal of Neurosience. 4:786-792.
4. Clarkson P, Tremblay L. 1988. Exersice - induced muscle damage, repair and adaptations in humans. Journal of applied physiology. 65. 1-6.
5. Conroy BP, Kraemer J, Maresh C, Fleck S, Stone M, Fry A,Miller P, Dalsky G. 1993. Bone mineral density in elite junior olympic weightlifters. Medicine and science in sport and exersice. Vol 25, n° 10, 1103 - 1109.
6. Concensus development conference: diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. American Journal of Medicine, 1991, 303, pp 107-110.
7. Coleman AE. 1977. Nautilus vs Universal gym strength training in adult males. American Corrective Therapy Journal. 31: 103-07.
8. Fleck S, Kraemer W. 1987. Designing resistance training programs. Human Kinetics.
9. Florini J. 1987. Homonal control of muscle growth. Muscle Nerve. 10:577-598.
10. Frost H. 1991. A new direction for the osteporosis research: and review and proposal. Bone. 12: 249-437.
11. Gettman LR, Ayres JJ, Pollock ML, Durstine JC, Grantham W. 1979. Physiological effects on adult men of circuit strength training and jogging. Archives of physiological medicine and rehabilitation. 60: 115-120.
12. Gibala M, Interisano A, Tarnopolsky M, Roy B, MacDonald J, Yarasheki K, MacDougall D. 2000. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology. 78. 656-661.
13. Gonyea W, Erickson G.C, Bonde-Peterson F. 1977. Skeletal muscle fiber splitting induced by weigth lifting excersice in cats. Acta Physiologica Scadinavica. 99, pp 105-9.
14. Gonyea W. 1980. Role of exersice in inducing increases in skeletal muscle. Journal of Applied Physiology. 48, pp 421-6.
15. Goldspink G. 1992. Strength and power in sport. Edited by Paavo Komi. Cap. Cellular and molecular aspects ofadaptation in skeletal muscle. Human Kinetics Publishers.
16. Grimston SA, Hanley DA. 1992. Bone mineral density in children is related to mechanical loading regime. Medicine and science in sport and exersice. Sup25 s45.
17. Häkkinen K, Alen M, Komi P. 1985. Changes in isometric force and relaxation time, electromiographic and muscle fiber during strength training and detraining. Acta Physiologica Scandinavica. 125 - 573-85.
18. Häkkinen K, Prarakinen A, Alen M, Kauhanen H, Komi P. 1988. Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training into two years. Journal of Applied Physiology. 65 (6): 2406 - 2412.
19. Hakkinen K. 1989. Neuromuscular and hormonal adaptation during strength and power training. Journal of sports medicine and physical fitness. 29:9-24.
20. Hather B.M, Tesh P.A, Buchanan P, Dudley G.A. 1991. Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. Acta Physiologica Scandinavica. 143, pp 177 - 185.
21. Henneman E, Clamann H, Gillies J, Skinner D. Rank order of motoneurons within a pool: law of combination. Journal of Neurophysiology. 37:1338-1349, 1974.
22. Henneman E., Somjen J.A., Carpenter D.O. (1965) "Functional significance of cell size in spinal motoneurones". Journal of Neurophysiology 28, 560-80.
23. Ikai M., Fukunaga T. 1968. Calculations of muscle strength per unit croos-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurment. arbeitphysiologie. 26, pp 26.
24. Kelly A, Lyongs B, Gambky B, Robinstein N. 1985. Influence of testorone on contractile proteins of the guinea pigs temporalis muscle. Adv. Exp. Med. Bio. 182:155-168.

25. Kraemer W, Marchitelli L, McCurry D, Mello R, Dziados J, Harman E, Frykman P, Gordon S, Fleck S. 1990. Hormonal and growth factor response to heavy resistance exersice. Journal of applied physiology. 69:1442-1450.
26. MacDougall J.D. 1986. Adaptability of muscle to strength training - a celular approach. Biochemistry of exersice VI. Vol. 16, pp 501. Human Kinetics, Champaign, Illinois.
27. Martin A, Bailey D, McKay A, Whiting S. 1997. Acumulación de mineral óseo y de calcio durante la pubertad. Journal of clinical nutrition. 66: 611-615.
28. Martin A. "An anatomical basis for assessing body composition: Evidence from 25 dissections" . Burnaby,B C. Canada: Simon Fraser University. PhD tesis.
29. McCulloh R, Bailey D, Whalen R, Houston S, Faulkner R, Craven R. 1992. Bone density and bone mineral content of adolescent soccer athletes and competetive swimmers. Pediatric exersice science. 4: 319-330.
30. Staron RS, Leonardi MJ, Kaparondo DL, Malicky ES, Falkel JE, Hagerman FC, Hikida RS. 1991. Strength and skeletal muscle adaptations in heavy resistance - trainde womenafter detraining and retraining. Journal of Applied Physiology. 70:631-40
31. Smith J.L, Betts B., Edgerton V.R., Zernicke R.F. (1980) " Rapid ankle extension during paw shakes: selective recruitment on fast ankle extension". Journal of Neurophysiology. 57, 311-24.
32. Snow - Harter C, Boustein B, Lewis D, Carter D, Marcus R. 1992. Effects of resistance and endurance exersice on bone mineral status of young women: a randomized exersice intervention trial. Ournal of bone mineral research. 7:761-769.
33. Tesh P., Karlsson J. 1985. Muscle fiber types and size in trained and untrained muscles of elites athletes. Journal od Applied Physiology. 59 (6), pp 1716-1720.
34. Tesh P. 1987. Acute and long term metabolic changes consequent to heavy resistance exersice. Medicine and Science in Sport and Exersice. 26, pp 67-87.
35. Treuth M, Ryan S, Pratley E, Rubin A, Miller P, Nicklas J, Sorkin J, Harman S, Goldberg P, Hurley F. 1994. Effects of strength training on total and regional body compisition in older men. Journal of applied physiology. 77(2) - 614-620.

Evaluación de la Fuerza

INTRODUCCIÓN A LAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE LA FUERZA Y LA POTENCIA

Para dosificar y distribuir cargas de entrenamiento de cualquier tipo (aeróbicas, anaeróbicas, fuerza, etc.) se debe partir de una evaluación inicial que representa el 100 % de posibilidad de rendimiento en un test especifico. Esto nos permite reconocer un punto de partida dentro de la dinámica de la cualidad física y comprender hacia adonde queremos y/o debemos ir.

Como ya mostramos en el capitulo 1, la fuerza se puede manifestar de diferentes formas y por lo tanto se debe evaluar con diferentes test. También quedo firmemente establecido que la fuerza máxima es la base para desarrollar los otros tipos de fuerza. Por lo tanto vamos a centrar todo nuestro interés en la evaluación de este tipo de fuerza, sin dejar de lado la evaluación de la fuerza explosiva la cual es determinante para los deportes de potencia y muy útil para comprobar las mejorías en el proceso de entrenamiento (proceso de monitoreo constante).

La evaluación permite las siguientes acciones:

- Fraccionar cargas de entrenamiento físico.
- Monitorear evoluciones en los procesos de entrenamiento.
- Comparar resultados con datos nacionales e internacionales.

Mac Ardle 92' y McDougall 95' señalan que la fuerza puede ser medida a través de diferentes procedimientos como la tensiometría, la dinamometría, con dispositivos computarizados y por supuesto a través de la repetición máxima. Generalmente para el alto rendimiento deportivo, la evaluación se realiza con pesos libres y es la que mayor información práctica nos brinda.

En realidad el concepto de fuerza máxima es bastante amplio ya que podemos encontrar a todas las diferentes manifestaciones de la fuerza en su punto máximo. Por ejemplo existe una fuerza máxima isométrica que se puede evaluar con un cabletensimetro o con dinamometría. También existe una fuerza máxima dinámica excéntrica y otra concéntrica, las cuales se pueden evaluar con pesos libres o con dispositivos isoquinéticos. Estos tipos de contracciones pueden realizarse a diferentes velocidades (30° - 60° - 90 ° - 150° grados por segundo).

Con estos conceptos queda claro que la máxima fuerza puede ser evaluada de diferentes formas, pero es necesario que el preparador físico seleccione una metodología confiable para poder establecer comparaciones y para el posterior fraccionamiento de las cargas de entrenamiento.

Para otorgar claridad a este propósito utilizaremos un concepto desarrollado por Zabala que expresa lo siguiente:

No se deben realizar evaluaciones que no sean útiles para fraccionar cargas de entrenamiento o monitorear los progresos

¿Que pretende aclarar este concepto?

Frecuentemente los deportistas se encuentran sometidos a diferentes tipos de evaluaciones en distintos periodos del año. Muchas de estas evaluaciones son muy útiles para el entrenador y para el preparador físico ya que reflejan la condición del deportista en un momento dado y se pueden dosificar cargas de entrenamiento físicas y técnicas. Pero otras veces los deportistas son sometidos a evaluaciones de laboratorio o de campo las cuales no aportan ningún dato relevante para el fraccionamiento de cargas y solo pasan a engrosar archivos que nunca serán utilizados.

Algunas de estas evaluaciones son totalmente inventadas con el objetivo de implementar algo diferente en el proceso de entrenamiento y muchas evaluaciones se repiten y miden lo mismo que otras. Lamentablemente, en general estas pruebas no poseen normas estandarizadas o no se adaptan a protocolos internacionales. Esto contribuye a que los deportistas se sientan molestos cuando son evaluados ya que saben que dichas pruebas tienen poco que ver con su deporte o con su proceso de preparación física.

Las pruebas estandarizadas sirven para mostrar progresos en el entrenamiento o para analizar las deficiencias en determinados aspectos deportivos. Los datos se deberían utilizar también para ser presentados a los dirigentes deportivos o a los mismos atletas.

La falta de conocimiento de los resultados de las pruebas por parte del deportista conduce a una saturación y a un rechazo a los períodos de evaluaciones, los cuales son realmente muy importantes para el preparador físico. Por otro lado los deportistas muchas veces quieren ver los resultados de sus evaluaciones para tener una idea de sus progresos o involuciones y conocer cuan lejos están de los valores internacionales.

Este concepto de saturación se observa mas en deportes colectivos que en deportes de tiempo y marca. En estos últimos el echo de competir (salto en largo o en levantamiento de pesas) es una evaluación constante que otorga idea del máximo rendimiento en ese momento. No sucede lo mismo en deportes donde se compite constantemente. Aquí la evaluación de un test de fuerza máxima o de un salto pliométrico puede ser interpretado por el deportista como una evaluación inespecífica o poco importante.

CONCEPTO EVALUACIÓN DE UNA REPETICIÓN MÁXIMA

La evaluación de la fuerza máxima dinámica (excéntrica y concéntrica) con cargas libres (barras) es la mas utilizada dentro de la preparación de fuerza ya que tiene bastantes ventajas. Además este valor es en definitiva el que nos sirve para el desarrollo de un programa de preparación de fuerza.

VENTAJAS

En primer lugar es el dispositivo mas barato y se encuentra en el mismo lugar de entrenamiento de la cualidad (el gimnasio). Mejor dicho es el mismo dispositivo de entrenamiento. Esto es importante por dos razones:

1. El ambiente de evaluación es el mismo de siempre (no se necesitan condiciones de laboratorio).
2. Es necesario que la evaluación se parezca lo más posible al gesto utilizado en el entrenamiento, especialmente en cuanto a velocidad de contracción (concepto de especificidad de la evaluación - Sale 88').

Por esta razón no seria muy acertado entrenar con pesos libres y luego evaluar con un dispositivo isocinético o tampoco sería correcto entrenar con un ejercicio a baja velocidad y evaluar con otro a alta velocidad. De este modo no se cumpliría con el principio de especificidad de la evaluación y tampoco se podría realizar comparaciones o mensurar incrementos en la cualidad.

Es muy común que un deportista de nivel intermedio o superior incremente su fuerza máxima en sentadilla en un 10-15% pero que solo incremente la fuerza explosiva de salto solo en un 2-4%. Si se decide evaluar solo con la sentadilla estaremos sobrevaluando el incremento del rendimiento. Sobre todo cuando el deportista depende de los gestos explosivos para tener éxito en su deporte.

También es interesante destacar que la utilización de pesos libres permite una evaluación a través de movimientos que involucran gran cantidad de articulaciones lo cual es muy similar a los gestos deportivos, mientras que los otros dispositivos solo permiten la evaluación de movimientos simples donde se pierde especificidad en la evaluación.

MÉTODO DE EVALUACIÓN A TRAVÉS DE UNA REPETICIÓN MÁXIMA

Lo primero que debemos aclarar es que la evaluación de la fuerza máxima es un concepto variable. Esto quiere decir que si bien tomamos un valor como la máxima posibilidad de fuerza de un deportista en un movimiento dado, con el objetivo de fraccionar cargas de entrenamiento, este máximo puede variar de un día para el otro y varía ciertamente con la acumulación de cargas en días sucesivos.

¿Cómo se explica esto en la realidad? Por ejemplo si evaluamos a un deportista y consiguió un máximo de 100 kg en la sentadilla es posible que mañana logre 105 kg, solo por que en el momento de la evaluación se encontraban presentes los padres a los cuales quería impresionar.

Pero por otro lado también es posible que luego de un día de discusión con los mismos el sujeto logre solo 95 kg. Esto no quiere decir que la fuerza ha variado en tan poco tiempo por influencia del entrenamiento, si no que se ha sido modificado por otras razones como motivación y estimulación.

Esto nos muestra que si bien el deportista puso siempre su máximo esfuerzo, el resultado puede tener una fluctuación que generalmente se sitúa en el 5 - 7 %. Estas variaciones deben considerarse al momento de desarrollar las cargas de entrenamiento.

También debemos tener en cuenta que si realizamos una evaluación y comenzamos un período de entrenamiento, rápidamente la máxima fuerza se va a incrementar, por lo cual las cargas se deben actualizar, sobre todo en los inicios del entrenamiento de fuerza donde la cualidad se incrementa muy rápidamente por adaptaciones neurales.

¿CÓMO DEBEMOS ACTUAR ENTONCES FRENTE AL CONCEPTO DE EVALUACIÓN CON CARGAS LIBRES?

En general los preparadores físicos dominan muy bien la relación existente entre la cantidad de repeticiones que se pueden realizar con un peso dado y el porcentaje de la carga máxima que esto representa.

Anselmi 96' propone una relación entre las repeticiones y la intensidad que mostramos a continuación en la tabla 3.1.

Cantidad de repeticiones que se pueden realizar

Intensidad en % del máximo	Pesistas Velocistas Lanzadores	Luchadores Yudocas Fisicoculturistas	Nadadores Fondistas
100	1	1	1
95	2	3 - 4	5 - 8
90	3	5 - 7	10 - 12
85	4	8 - 9	15 - 18
80	5	10 - 12	20 - 25

Tabla 3.1

El autor plantea que la posibilidad de realizar repeticiones esta íntimamente relacionado con un porcentaje de la carga pero también con la especialidad deportiva.

De este modo un lanzador de bala que con el 95 % de su máxima fuerza puede realizar solo 2 repeticiones, contrasta con un fondista que podría realizar entre 5 y 8 repeticiones. Esta apreciación esta relacionada con la modalidad de entrenamiento de cada deporte. Es decir, un fondista esta permanentemente utilizando bajos niveles de fuerza respecto de su máximo ya que la prueba así lo requiere, en cambio el lanzador se entrena constantemente con gestos explosivos de altos niveles de fuerza. También debemos considerar que los fondistas poseen niveles de fuerza absoluta y relativa muy inferiores comparado con otras disciplinas.

Otra característica a analizar es que los grupos están ordenados con relación a sus necesidades de fuerza y a la fuente principal que aporta la energía para su desarrollo.

En el primer grupo se encuentran los deportes muy relacionados con la fuerza y de corta duración (no más de 10-20 segundos). Este grupo estaría compuesto por los lanzamientos, saltos y carreras cortas del atletismo y por los levantadores de pesas. Podemos apreciar que estos deportes y pruebas están representados por gestos deportivos muy explosivos (acciones motoras básicas - correr, saltar, lanzar), que implican la utilización de una gran cantidad de fuerza. También se los puede catalogar desde el punto de vista de la fuente de energía más utilizada, deportes o pruebas anaeróbicas. Por otro lado Farfel, en su clasificación de los deportes los denomina deportes acíclicos.

El segundo grupo está representado por deportes relacionados con la fuerza pero de duración intermedia (entre 5 y 90 minutos). Pertenecen a este grupo los deportes de combate como la lucha, el judo, el boxeo y los deportes de conjunto como fútbol, handball, voley, etc. La característica de estos deportes es que alternan durante un tiempo de mediana duración gestos explosivos (saltar o piques cortos) y gestos de poca potencia (desplazamientos a baja velocidad). Es decir, que si bien necesitan de una gran cantidad de fuerza para lograr el éxito deportivo no dependen solo de esta cualidad para lograr un buen desempeño. Este concepto cambia de acuerdo al deporte que analicemos ya que el grupo es bastante amplio y complejo. De acuerdo a la fuente principal que aporta la energía para este grupo se le podría denominar deportes aeróbicos - anaeróbicos y Farfel los denomina deportes combinados.

El último grupo está representado por deportes que dependen muy poco de la cualidad fuerza para obtener el éxito deportivo, aunque esto no significa que no deban entrenar la fuerza. Los deportes incluidos son las carreras, el triatlon, la natación de fondo etc. Son deportes que generalmente dependen de altos niveles de consumo de oxigeno. A estos deportes se los denomina aeróbicos y Farfel los clasifica como deportes cíclicos.

INTENSIDAD Y REPETICIONES: CARGAS LIBRES VS. MÁQUINAS

El concepto desarrollado anteriormente sobre la relación entre el porcentaje de la carga y la cantidad de repeticiones que se pueden lograr, se complica cuando comparamos cargas libres vs. maquinas de sobrecarga. Esta complicación se puede explicar de la siguiente manera:

Si comparamos dos ejercicios que sean similares en cuanto a la musculatura implicada en el movimiento como la sentadilla y la prensa a 45°, podemos observar algunas diferencias:

a) En primer lugar los músculos estabilizadores del tronco (abdominales y espinales) no funcionan con la misma intensidad de contracción en la prensa a 45° ya que no se debe sostener la sobrecarga por arriba de la cintura.

b) En segundo lugar el rango de movimiento no es el mismo que en la sentadilla ya que se produce un desplazamiento menor en la cadera y en la rodilla.

c) En la prensa a 45° la carga se mueve en un rango predeterminado por lo que no es necesario mantener el equilibrio en contra de la gravedad. Esto implicaría poner en juego mayor cantidad de masa muscular (músculos fijadores y neutralizadores).

¿Cómo podemos apreciar esto en la realidad? En la bibliografía existen algunas tablas que no coinciden con el concepto desarrollado previamente por Anselmi como la que se muestra a continuación. La tabla 3.2 esta diseñada para máquinas de sobrecarga.

% del máximo	**100**	**93.5**	**91**	**88.5**	**86**	**83.5**	**81**	**78.5**	**76**	**73.5**
Repeticiones	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
	50	46.5	45.5	44.5	43	41.5	40.5	39.5	38	36.5
	90	84	82	79.5	77.5	75	72.5	70.5	68.5	66
	130	121.5	118.5	115	112.5	108.5	105.5	102	98.5	95.5
	170	159	154.5	150.5	146.5	142	137.5	133.5	129.5	125

Tabla 3.2
STRENGHT TECH, INC. - STILLWATER - U.S.A (la tabla esta expresada en kilogramos)

Esta tabla también propone una relación de la cantidad de repeticiones que puede lograr un sujeto en un movimiento dado de acuerdo a su máxima fuerza (la cual está representada por la posibilidad de generar una sola repetición).

Por ejemplo si un deportista logra realizar 5 repeticiones con 112.5 kg. localizamos esta marca en la columna de 5 repeticiones (resaltada en color gris), que coincide con la intensidad de 86%. Si nos desplazamos hacia la izquierda podemos encontrar el valor de la fuerza máxima teórico (130 kg).

Este procedimiento se denomina predicción de la máxima fuerza, y no medición ya que en realidad no hemos comprobado si el sujeto puede lograr ese máximo (130 kg). Pero de acuerdo a sus resultados submáximos por tratamiento estadístico, el máximo real se encontrara muy cercano a este valor. Es probable que si realizamos una medición del máximo exista una pequeña diferencia a favor o en contra del valor encontrado en la predicción

La tabla esta desarrollada para máquinas de sobrecarga, donde la musculatura de fijadora no funciona como explicamos previamente. Es por esta razón que si comparamos el ejemplo antes mencionado para cargas libres (tabla 1) veremos que este concepto no es válido para lo deportes del grupo 1, que esta representado por los deportistas más fuertes. Si un deportista logra realizar 5 repeticiones con 112.5 kg esto representaría el 80 % y no el 86% como se propone en la tabla 2 (máquinas) y a su vez el máximo seria 140 kg. y no 130 kg.

El sistema se puede aplicar con mas exactitud al grupo 2 que esta representado por deportes con niveles de fuerza intermedios y un poco más resistentes que los del grupo 1.

De acuerdo a lo expresado, el preparador físico debe tener en cuenta si sus evaluaciones se realizaron con máquinas de sobrecarga o con peso libre para luego poder aplicar uno de los conceptos, con el objetivo de fraccionar cargas de entrenamiento.

Es importante diferenciar las metodologías ya que representa un problema si las empleamos con atletas de alto rendimiento de diferentes deportes (Hatfield 85'). Esto se debe a que no es lo mismo proponer porcentajes de trabajo para un deportista que tiene altos niveles de resistencia de fuerza, como para uno que es muy fuerte pero que su deporte no depende de la resistencia y no esta habituado a ella.

Para expresarlo en palabras más simples podemos decir que realizar una serie de 10 repeticiones máximas (RMs) para un judoca representa un esfuerzo relativamente simple por estar acostumbrado a resistir fuerza durante tiempos largos. Pero para un levantador de pesas realizar 10 repeticiones máximas presupone un esfuerzo comparativamente mayor debido a que en toda su carrera deportiva las series mas largas que puede ejecutar son de 6-8 repeticiones y solo en muy pocas oportunidades.

Por otro lado creemos que la tabla 2 es muy efectiva con principiantes los cuales no están especializados por entrenamiento y también para sujetos que se dedican a entrenar para mejorar su aptitud física.

Como podemos apreciar las metodologías mencionadas **no difieren mucho entre sí** y nos

aportan una forma de referenciar nuestros procesos de evaluación. Pero seguramente alguien que ha pasado mucho tiempo en un gimnasio administrando programas de entrenamiento de fuerza y ha sido un buen observador podrá cuestionar algunos aspectos de estas metodologías.

El cuestionamiento se basa en que frecuentemente encontramos sujetos no deportistas que pueden realizar mayor cantidad de repeticiones en las zonas de cargas intermedias (70-90 %). Esto se puede observar si analizamos los resultados del trabajo de Hoeger 90' donde plantea evaluaciones con cargas submáximas. En la tabla 3.3 se muestran la cantidad de repeticiones que se pueden realizar con diferentes porcentuales de la carga máxima en diferentes ejercicios.

Con el 80 % de la máxima carga se muestran en algunos casos promedios de mas de 10 y en algunos casos mas de 15 repeticiones, independientemente que los sujetos sean entrenados o no entrenados. Esto se contrapone a las metodologías antes mencionadas (tabla 3.1 y 3.2), sobre todo con los deportistas que son muy fuertes.

Una de las diferencias se debe principalmente a que la muestra testeada no tenía experiencia en entrenamiento con sobrecarga y la diferencia entre su máxima fuerza y cargas submáximas es muy grande. A medida que estos sujetos adquieran mayor fuerza absoluta la posibilidad de realizar gran cantidad de repeticiones con el 80% va disminuyendo.

	40 % Media Sd	60 % Media Sd	80 % Media Sd	1 R.M - 100 % Media Sd
Hombres No Entrenados n= 38				
Prensa horizontal	80 ± 8	34 ± 14	15 ± 6	137 ± 27
Dorsalera	41 ± 16	20 ± 6	10 ± 4	60 ± 11
Press de banca	35 ± 9	20 ± 5	10 ± 4	64 ± 15
Extensión piernas	23 ± 5	15 ± 4	9 ± 4	55 ± 13
Abdominales	21 ± 7	15 ± 6	8 ± 4	41 ± 12
Curl biceps	24 ± 7	15 ± 5	8 ± 4	33 ± 6
Isquiotibiales	19 ± 6	11 ± 3	6 ± 3	33 ± 9
Hombres Entrenados n= 25				
Prensa horizontal	77 ± 34	45 ± 23	19±9	167± 43
Dorsalera	43 ± 16	23 ± 5	12±4	77 ± 16
Press de banca	39 ± 8	23 ± 4	12±3	95 ± 25
Extensión piernas	33 ± 9	18 ± 6	12±5	72 ± 20
Abdominales	27 ± 9	19 ± 7	12±6	60 ± 15
Curl biceps	35 ± 12	21 ± 6	11±4	41 ± 10
Isquiotibiales	24 ± 8	15 ± 6	7±3	38 ± 7

Tabla 3.3

Las evaluaciones se realizaron con máquinas de sobrecarga Universal Gym.

Además, como se puede apreciar estos gestos fueron evaluados con máquinas donde la musculatura de sostén (fijadora y neutralizadora) no se pone en juego y por ende resulta más fácil

la ejecución de repeticiones a intensidades más altas. En la mayoría de los casos la espalda esta apoyada y los músculos paravertebrales no necesitan actuar. De todos modos en el ejercicio donde las metodologías muestran mayor diferencia es en la prensa horizontal. Es probable que como no se detalla el rango de movimiento utilizado, el mismo podría estar acortado lo que permite realizar mas cantidad de repeticiones.

Por otro lado se puede observar que los ejercicios evaluados son movimientos que involucran pocas articulaciones y de baja velocidad, variables que facilitan la suma de repeticiones. La metodología mencionada por Anselmi se refiere a ejercicios donde se aplican grandes cantidades de masa muscular como son las sentadillas, arranque, envión, etc.

Se observa a sí mismo una diferencia de rendimiento a favor de los hombres que estaban entrenados, los cuales podían realizar mas repeticiones con igual intensidad de carga comparado con los no entrenados. Por ejemplo un sujeto no entrenado que realizó en la prensa horizontal con el 80% 15 repeticiones contrasta con un sujeto entrenado que puede realizar 19 repeticiones. Esto se puede explicar por la resistencia específica que logra un sujeto al cabo de un tiempo de entrenamiento.

Resumiendo, podemos decir que la estimación o predicción de la fuerza es un tema importante que debe ser dominado por el entrenador. Se debe adoptar una metodología y trabajar con ella para que permitirá estandarizar el concepto de la planificación de las cargas de entrenamiento. Como veremos mas adelante el dominio de la estimación nos puede evitar la medición de la fuerza máxima (1 R.M) y ser muy útil sobre todo para deportes de conjunto. No podemos asegurar que una metodología sea mejor que otra, sino que debemos encontrar y aplicar la más conveniente de acuerdo a las condiciones de los entrenados.

METODOLOGIA GENERAL PARA LA EVALUACION DE UNA REPETICION MAXIMA (1 R.M)

La evaluación de una repetición máxima es la más utilizada dentro de las baterías de test para deportistas. Este método consiste en obtener la mejor marca del deportista en un ejercicio, a través del método de ensayo - error. Por ejemplo si evaluamos el ejercicio de press de banca, se debe ir añadiendo peso a la barra hasta que el sujeto solo logre realizar solo una repetición con el máximo peso posible. A simple vista esto parece muy simple, pero debemos tener en cuenta algunas consideraciones antes de llevar adelante una evaluación de este tipo.

En primer lugar nunca se debe testear a un deportista que no tiene experiencia con entrenamiento de sobrecarga durante las primeras sesiones de entrenamiento. Esto se relaciona con la posibilidad de producir una lesión. En segundo lugar, que el máximo evaluado se modificará en forma desmedida e inmediata luego de algunas sesiones de entrenamiento (4 - 6 sesiones) lo que nos llevará a cometer errores en la planificación del entrenamiento por subestimación de la evaluación inicial ya que el sujeto logra un aumento de la fuerza por adaptación del sistema neural la cual se produce en forma inmediata.

Expresado de otro modo **nunca se debe intentar evaluar a un deportista que no domine perfectamente bien la técnica del ejercicio y que no haya pasado por un período de adaptación**.

ZONA BOBA VS FORZAR LA INTENSIDAD DE ENTRENAMIENTO

Cuando se proponen cargas de entrenamiento, siempre se establece un porcentaje de trabajo y se pide una cierta cantidad de repeticiones. Es importante conocer que la relación entre las repeticiones y el porcentaje de la carga se puede manejar de dos formas. La primera se denomina "forzar la intensidad" y se refiere a pedir que el deportista realice la máxima cantidad de repeticiones que el porcentaje de carga permita.

80 % / 5 reps

La otra forma se la denomina "zona boba". Esto se refiere a realizar solo algunas repeticiones de las que se podría lograr con el porcentaje de carga propuesto.

80 % / 2 reps

Este concepto será muy importante cuando se desarrollen los períodos de adaptación.

PERIODO DE ADAPTACION

Frecuentemente se menciona en la bibliografía un período de tiempo que esta dedicado a la adaptación de la musculatura de un deportista, antes de entrenar con cargas altas. Pero a menudo no se desarrolla en que consiste este período de tiempo.

Desde el punto de vista fisiológico este período esta referido **a la adaptación gradual de los diferentes tejidos a la actividad a que se los somete (sobrecarga)**. En este caso la adaptación estará referida al aumento de fuerza de los diferentes grupos musculares, a mejorar la utilización de la energía elástica, a aumentar la densidad mineral ósea, a aumentar la resistencia de los tendones, etc.

Desde el punto de vista de la teoría del entrenamiento es solo la aplicación del principio de progresividad creciente en las cargas. Ir elevando el nivel gradualmente sin exponer al organismo a un cambio excesivamente brusco del cual no se pueda recuperar rápidamente y en forma optima.

En el caso del entrenamiento de sobrecarga estos grandes cambios están relacionados con la intensidad utilizada o sea el peso que ponemos en la barra.

La figura 3.1 muestra el concepto que debemos aplicar durante el período de adaptación. En este ejemplo se desarrolló un período que dura 5 semanas y se observa claramente el concepto de graduación de la carga de entrenamiento.

Durante el microciclo 1 el sujeto realiza los ejercicios específicos con intensidades de 60 a 70 % y con solo 5-6 repeticiones (zona boba) con el objetivo de adaptar los tejidos paulatinamente. Cabe acotar, que en realidad el sujeto podría ejecutar muchas mas repeticiones con el 60-70% (20 - 15 repeticiones respectivamente), pero ese no es el objetivo. La razón por la cual no realizamos mas repeticiones es para no generar altas cantidades de ácido láctico el cual interfiere en el reclutamiento de fibras con intensidades mas altas. Estas intensidades se utilizan con el objetivo de entrar en calor.

Es muy importante recordar que el volumen de estimulación de los músculos paravertebrales (abdominales y espinales) es un poco más alto ya que debe ser más resistente que los músculos protagonistas.

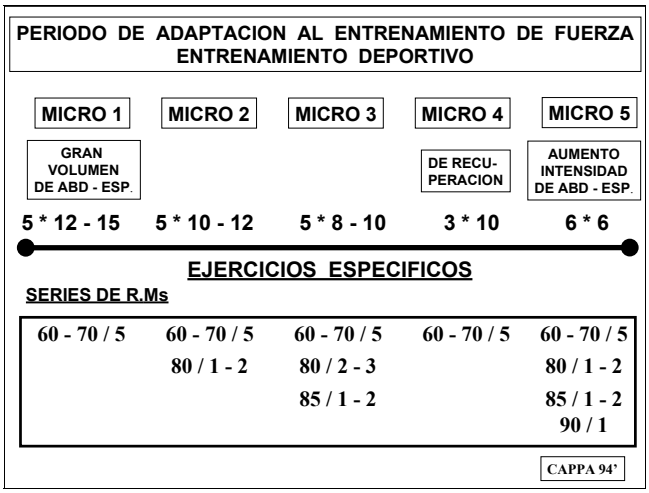


Figura 3.1

En el microciclo 2 el sujeto realiza los ejercicios específicos con intensidades de 60 a 70 % para solo 5-6 repeticiones y se llega al 80% para 1-2 repeticiones. En este caso aplicamos el mismo concepto que para las intensidades del 60-70 %. Sabemos perfectamente bien que el sujeto puede realizar entre 5 y 7 repeticiones de a cuerdo al dispositivo de sobrecarga que utilice, pero solo le pedimos 1 o 2 con el **objetivo de adaptar el sistema**.

En el microciclo 3 se vuelve a aumentar la intensidad llegando a estimular el 85% pero solo para 1 o 2 repeticiones, conociendo que el deportista puede realizar mas cantidad de repeticiones para la intensidad planteada.

El microciclo 4 plantea una disminución de la intensidad y el volumen de trabajo con el objetivo de conseguir el efecto de supercompensación del estímulo planteado, por lo tanto se realizan series solo con el 60 y 70% de la máxima fuerza. En este microciclo también hay una disminución del volumen de trabajo para los músculos paravertebrales.

Por último en el microciclo 5 se propone la utilización del 90% de la intensidad pero solo para 1 repetición. Esto nos acerca mucho cerca de la máxima posibilidad de fuerza del deportista.

A partir de este momento se puede realizar una evaluación de 1 repetición máxima ya que el individuo ha realizado series con intensidades muy cercanas a su mejor resultado en forma gradual. Esto lo capacita y lo prepara para ejecutar una repetición al 100% de intensidad.

Cabe aclarar que el período de adaptación no esta referido solo al tiempo que debe transcurrir entre el comienzo del entrenamiento y la evaluación sino que se debe tener en cuenta la intensidad utilizada y la graduación de la misma. La frecuencia de entrenamiento debe ser como mínimo 2 sesiones por semana aunque lo óptimo es 3 estímulos.

Las cargas se deben elevar hasta que se acerquen al porcentaje elegido para la evaluación. Si se decide evaluar 3 R.Ms entonces el período de adaptación debe llegar como mínimo hasta el 85 %.

EL ERROR MAS FRECUENTE

El error más común que se produce en los períodos de adaptación es entrenar durante todo este proceso (3 - 4 semanas) con series de 8 - 12 repeticiones (lo que equivale a 65 - 78.5 % de la máxima fuerza) y luego intentar una evaluación máxima.

Este error se basa en que no se puede producir un salto tan grande en la intensidad, es decir de 8 - 12 repeticiones que significa 60 - 78.5 % y llevarlo a 1 repetición que representa el 100 %. Es conveniente que el deportista realice algunos entrenamientos cerca de su máximo con escaso volumen (zona boba) antes de ser evaluado. Por otro lado esta graduación de la intensidad es la única manera en que se modifican correctamente las adaptaciones neurales el reclutamiento de fibras, de los tipos de fibras, etc.

Es posible que el preparador físico determine que en vez de un ciclo de 5 semanas como el propuesto, su deportista necesite mas tiempo (6 o 7 semanas) o menos tiempo ya que tiene experiencia previa. Estos son argumentos muy válidos y no existe mejor persona para ofrecer esta opinión ya que conoce a su deportista.

PASOS METODOLOGICOS DE LA EVALUACION DE 1 R.M

Una vez que nuestro deportista aprendió la técnica de los ejercicios y pasó por el período de adaptación estamos listos para evaluar 1 repetición máxima. Entonces el evaluador cuenta con un diagnóstico inicial muy importante al momento de llevar a cabo este proceso. Esa información esta relacionada principalmente con las cargas absolutas que el deportista es capaz de movilizar. Por ejemplo si en el ejercicio de sentadilla nuestro atleta es capaz de realizar con 180 kg 4 repeticiones, el entrenador ya conoce de antemano que 4 repeticiones representan aproximadamente el 80-85 % de su máxima fuerza y ya debe estimar el valor de 1 R.M. La misma debe estar aproximadamente 180 kg + 15 o 20 % (calculado por tabla 3.4 al final del capitulo).

Si la evaluación será de 3 R.Ms entonces se deberá contar con una estimación previa de 5 o 6 R.Ms.

La evaluación debe comenzar con una entrada en calor general de movilidad articular y con algunos movimientos del ejercicio especifico. Una progresión adecuada podría ser la siguiente:

Antecedentes 180 kg ---- 4 repeticiones.
Si a este resultado le agregamos un 15 %:

180 kg + 15 % (27 kg) = 207 kg Recordemos que esto es una aproximación teórica (predicción) y que a veces no se logra obtener debido a las condiciones naturales del deportista o que a veces se logran mejores resultados.

La aproximación que se debería realizar el día de la evaluación podría ser la siguiente:

50 kg/10 reps - 100 kg/8 reps - 130 kg/5 reps - 155 kg/3 reps - 170 kg/3 reps - 180 kg/1 reps - 190 kg/1 reps - 200 kg/1 reps - 205 kg/1 reps - 210 kg/1 reps - 215 kg/1 reps

La siguiente progresión también puede ser analizada en porcentajes. Tomando como máximo teórico posible 205 kg la progresión sería la siguiente:

25 %/10 reps - 50 %/8 reps - 65 %/5 reps - 75 %/3 reps - 83 %/3 reps - 88 %/1 reps - 93 % /1 reps - 98 %/1 reps - 100 %/1 reps - 102.5 %/1 reps - 105 %/1 reps

Los porcentajes han sido redondeados para una mejor comprensión.

En el proceso de evaluación generalmente se deben realizar pocas repeticiones por sobre el 80 % para no agotar al deportista y comprometer el resultado final. Estas repeticiones rondan entre 6 y 10. Tampoco se deben realizar gran cantidad de repeticiones por debajo del 80 % ya que cualquier aumento considerable de la producción de ácido láctico compromete el desarrollo de la máxima fuerza por inhibición del reclutamiento de fibras musculares.

Las condiciones climáticas en cuanto a frío, calor o humedad deberían ser anotadas con el objetivo de considerar su influencia en el resultado para posteriores evaluaciones.

TIPOS DE EJERCICIOS A EVALUAR

No todos los ejercicios que se conocen de sobrecarga son aptos para ser evaluados, ni tampoco es necesario evaluar un gran numero ya que como la fuerza es una cualidad integral existen relaciones entre los niveles de fuerza de los diferentes grupos musculares.

Por ejemplo para conocer la fuerza máxima de los extensores de brazos utilizaríamos el ejercicio de press de banca. En este están implicados los siguientes músculos: el tríceps por la extensión del codo y el deltoides anterior y pectoral mayor (ambas porciones) por la flexión horizontal del hombro. De nada nos serviría luego proponer un ejercicio para la evaluación solo del músculo tríceps ya que estaba implicado en el movimiento anterior.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS EJERCICIOS A EVALUAR

Es muy importante cuando se lleva a cabo un proceso de evaluación tener muy claro que es lo que se pretende evaluar y que información puedo obtener analizando los resultados. Muchos entrenadores cuando llega el momento de proponer los test de fuerza se interesan mas por los ejercicios en sí, que por las diferencias fisiológicas que presentan los mismos.

A modo de ejemplo si tomamos el deporte voley muchos propondrían los siguientes ejercicios para su evaluación:

1. sentadilla o media sentadilla.
2. press de banca.
3. tríceps.
4. saltar y alcanzar.

Es obvio que cuando se pensaron estos ejercicios no se tuvo en cuenta lo más básico del concepto de fuerza, que son sus diferentes posibilidades de manifestación (capitulo 1- figura 1). Estas diferentes manifestaciones no tienen la misma importancia en los distintos tipos de deportes. Por ejemplo en el voley la fuerza isoquinetica, la resistencia y la estática no tienen la misma importancia que la fuerza explosiva y la máxima ya que el éxito deportivo depende de estas últimas. Volviendo a nuestro ejemplo esta batería de test posee algunos conceptos cuestionables.

Desde el punto de vista de la manifestación de la fuerza podemos observar que solo se tiene en cuenta la valoración de la fuerza máxima a baja velocidad representada por los ejercicios 1-2-3 y la fuerza explosiva del tren inferior mediante el ejercicio 4. No se ha incluido evaluación de la fuerza explosiva del tren superior (de gran importancia para el remate), no se ha incluido evaluaciones de fuerza máxima a altas velocidades (segundo tiempo, arranque de potencia, etc.). Tampoco se ha incluido medición de fuerza resistencia al salto.

También en los ejercicios elegidos para valorar la fuerza máxima se incluye un ejercicio de tríceps cuando este músculo ya esta involucrado en el press de banca. Si se produce una modificación de este ejercicio seguro que esto incluye también una modificación del tríceps, por lo que es una evaluación que no aporta ningún dato relevante. Cabe acotar que la evaluación del tríceps tiene inconvenientes desde el punto de vista de la estandarización de las normas aplicadas.

Por otro lado si bien es muy importante conocer la capacidad de fuerza explosiva a través del salto es necesario conocer que capacidad tienen los atletas de mantener los niveles absolutos alcanzados durante mucho tiempo. Esto está relacionado con la importancia de mantener alturas de salto considerables en todos los sets, sobre todo en los últimos. Este tema es ampliado en el capitulo de saltabilidad.

BATERIA DE TEST DE FUERZA

La confección de una batería de test es un tema complejo y debemos tener muy claro los objetivos al momento de planificarla. Es de vital importancia conocer cuales son los tipos de fuerza que más se necesitan en cada deporte y luego proponer una serie de ejercicios con el objetivo de obtener la información más valedera e imprescindible, sin perder el tiempo con datos que no aportan ninguna solución a nuestros problemas.

Para los deportes de potencia en la mayoría de los casos se utiliza como test de control de progresos un gesto explosivo como puede ser un salto cuando los deportes dependen del tren inferior, un despegue en placa de tiempo cuando el deporte depende del tren superior, o ambos cuando existen los dos gestos deportivos en el deporte.

La batería de test mas utilizada es la de Bosco 95'. Esta comprende el counter move jump, el squat jump, el drop jump y saltos continuos en diferentes tiempos. En todos los casos los saltos se realizan sin utilización de los brazos con el objetivo de medir solo la potencia de piernas. De todos modos en muchos casos se evalúa también la utilización de los brazos para analizar el componente de coordinación.

En cuanto a la evaluación de otros ejercicios con sobrecarga, es posible evaluar la sentadilla, la prensa a 45°, el segundo tiempo de potencia, la fuerza parado o con impulso, etc. siempre que se domine la técnica de los ejercicios correctamente. Como se mencionó previamente, todas estas evaluaciones tienen sentido si se las utiliza para fraccionar las cargas de entrenamiento. Debemos aclarar que siempre se prefiere la estimación de la fuerza y/o potencia a través del test de 3 - 4 - 5 R.Ms frente a la utilización de 1 R.M.

CALCULO DE LA POTENCIA A TRAVES DE SALTOS

Para calcular la potencia en watts de los saltos existen fórmulas validadas que relacionan la altura del salto y el peso. La más importante en la actualidad es la de Sayers 99'. El autor correlaciona test de saltabilidad de campo con la plataforma de fuerza y encontró resultados muy significativos (ver fórmulas).

El test se toma del siguiente modo: el sujeto parado de costado a la pared y bien cerca, marca con su dedo medio lo mas alto que su brazo extendido le permite. El evaluador realiza una marca y luego el deportista se aleja unos 20 centímetros de la pared para realizar el salto. Se ejecuta tanto un squat jump (salto desde media sentadilla - ángulo 90° en la rodilla) o el counter move jump (salto con contramovimiento). En ambos casos se utilizan los brazos como ayuda. El deportista salta y marca lo mas alto posible. El

evaluador registra la diferencia entre las dos marcas y anota la mejor de tres intentos.

FORMULAS

POTENCIA (WATTS) = 61.2 * SQUAT JUMP (cm) + 47.2 * PESO (kg) - 2223
$R^2 = 0.89$
SEE= 379.2

POTENCIA (WATTS) = 48.3 * COUNTER MOVE JUMP (cm) + 50.1 * PESO (kg) - 1980
$R^2 = 0.74$
SEE= 631.9

Ejemplo:
Jugador de rugby
Peso= 95 kg.
Squat jump= 42 cm.

POTENCIA (WATTS) = 61.2 * 42 + 47.2 * 95 - 2223
= 4831 watts

	RELACION ENTRE INTENSIDAD Y REPETICIONES						
		CARGAS LIBRES					
PORCENTAJE DE CARGA	**100**	**95**	**90**	**85**	**80**	**75**	**70**
REPETICIONES	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6 - 10**	**10 - 12**
KILOS - EJEMPLOS	30	28,5	27	25,5	24	22,5	21
	35	33,3	31,5	29,8	28,0	26,3	24,5
	40	38,0	36,0	34,0	32,0	30,0	28,0
	45	42,8	40,5	38,3	36,0	33,8	31,5
	50	47,5	45,0	42,5	40,0	37,5	35,0
	55	52,3	49,5	46,8	44,0	41,3	38,5
	60	57,0	54,0	51,0	48,0	45,0	42,0
	65	61,8	58,5	55,3	52,0	48,8	45,5
	70	66,5	63,0	59,5	56,0	52,5	49,0
	75	71,3	67,5	63,8	60,0	56,3	52,5
	80	76,0	72,0	68,0	64,0	60,0	56,0
	85	80,8	76,5	72,3	68,0	63,8	59,5
	90	85,5	81,0	76,5	72,0	67,5	63,0
	95	90,3	85,5	80,8	76,0	71,3	66,5
	100	95,0	90,0	85,0	80,0	75,0	70,0
	105	99,8	94,5	89,3	84,0	78,8	73,5
	110	104,5	99,0	93,5	88,0	82,5	77,0
	115	109,3	103,5	97,8	92,0	86,3	80,5
	120	114,0	108,0	102,0	96,0	90,0	84,0
	125	118,8	112,5	106,3	100,0	93,8	87,5
	130	123,5	117,0	110,5	104,0	97,5	91,0
	135	128,3	121,5	114,8	108,0	101,3	94,5
	140	133,0	126,0	119,0	112,0	105,0	98,0
	145	137,8	130,5	123,3	116,0	108,8	101,5
	150	142,5	135,0	127,5	120,0	112,5	105,0
	155	147,3	139,5	131,8	124,0	116,3	108,5
	160	152,0	144,0	136,0	128,0	120,0	112,0
	165	156,8	148,5	140,3	132,0	123,8	115,5
	170	161,5	153,0	144,5	136,0	127,5	119,0
	175	166,3	157,5	148,8	140,0	131,3	122,5
	180	171,0	162,0	153,0	144,0	135,0	126,0
	185	175,8	166,5	157,3	148,0	138,8	129,5
	190	180,5	171,0	161,5	152,0	142,5	133,0
	195	185,3	175,5	165,8	156,0	146,3	136,5
	200	190,0	180,0	170,0	160,0	150,0	140,0
	205	194,8	184,5	174,3	164,0	153,8	143,5
	210	199,5	189,0	178,5	168,0	157,5	147,0
	215	204,3	193,5	182,8	172,0	161,3	150,5
	220	209,0	198,0	187,0	176,0	165,0	154,0
	225	213,8	202,5	191,3	180,0	168,8	157,5
	230	218,5	207,0	195,5	184,0	172,5	161,0
	235	223,3	211,5	199,8	188,0	176,3	164,5
	240	228,0	216,0	204,0	192,0	180,0	168,0
	245	232,8	220,5	208,3	196,0	183,8	171,5
	250	237,5	225,0	212,5	200,0	187,5	175,0

Tabla 3.4

BIBLIOGRAFIA

1. Bosco C. 1995. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. España.
2. Bosco C. 1985. Elasticitá muscolare e forza esplosiva nelle attivitá fisico-sportive. Societá stampa sportiva.
3. Hatfield F. The wisdom behind Soviet training. Powerlifting. U.S.A 9(2): 15. 1985.
4. Hoeger W, Hopkins D, Barette S, Hale D. 1990. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. Journal of Applied Sport Science Research. 4:47-54.
5. Maud P, Foster C. 1998. Physiological assesment of human fitness. Human Kinetics.
6. McArdle W, Katch V, Katch F. 1990. Fisiología del ejercicio. Alinaza Deporte.
7. McDougall D, Wenger H, Green H. 1995. Evaluación fisiológica del deportista. Paidotribo. Human Kinetics.
8. Sale D.G 1988 Neural adapatation to resistance training. Medidice and Science in Sport and Exercise. 20, sup, s135-145.
9. Sayers S, Harackiewicz D, Harman E, Frykman P, rosentein M. 1999. Cross - validation of three jump power equations. Medicine and sacience in sports and exersice. Vol 31. 4: 572 - 577.

Metodología de la Enseñanza de Ejercicios derivados del Levantamiento de Pesas

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente capitulo es la descripción pormenorizada de los ejercicios que derivan de movimientos clásicos de competencia en el deporte levantamiento de pesas. Esto ejercicios son óptimos e irremplazables para el desarrollo la potencia en los diferentes deportes.

La comunidad deportiva esta poco familiarizada con la ejecución de ejercicios derivados del levantamiento de pesas. Esto esta relacionado con la poca difusión que ha tenido el deporte Levantamiento de Pesas en el ambiente deportivo. Si bien este deporte participa del programa olímpico de los Juegos de verano desde su primera edición, nunca ha conseguido una atracción masiva por parte del público o el periodismo. Por lo tanto al no conocer las virtudes de este tipo de ejercicios los entrenadores y preparadores físicos no se interesan en los mismos.

Se suma a esto la inexistencia de este deporte como conocimiento básico de las casas de estudio formadoras de profesionales de las ciencias del ejercicio. La combinación de estos factores ha hecho que hoy en día este tipo de ejercicios se utilice muy poco en los programas de entrenamiento de fuerza sobre todo el en occidente.

Para comprender de donde provienen los ejercicios derivados del levantamiento de pesas debemos comenzar analizando la clasificación de ejercicios utilizada en el Levantamiento de Pesas.

La figura 4.1 nos muestra la clasificación de los mismos.

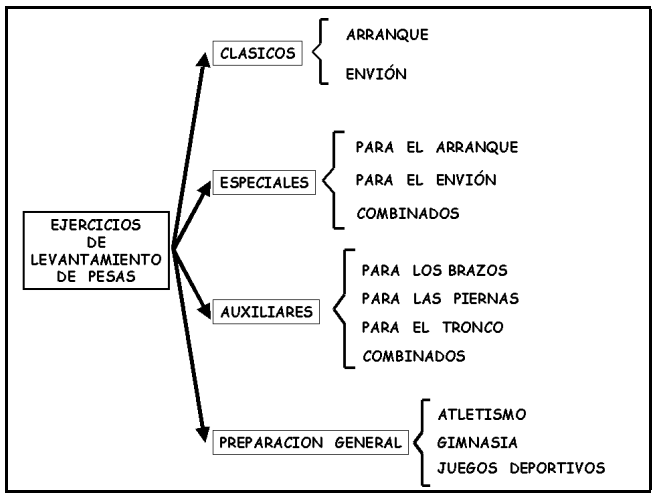


Figura 4.1

EJERCICIOS CLASICOS

Los ejercicios clásicos son los dos movimientos con los que se compite en torneos de levantamiento de pesas desde 1972. El primer ejercicio es el **arranque**. Es un ejercicio donde se debe elevar la barra por arriba de la cabeza en un solo movimiento. En el arranque los levantadores de pesas desplazan cargas que representan 2.4 veces el peso corporal del deportista en las categorías livianas (54 kg) a 1.7 veces en las categorías pesadas (100 kg). Un aspecto muy importante de este ejercicio es la velocidad desarrollada durante su ejecución (1.6 - 1.7 mts/seg). El ejercicio de arranque se muestra en la figura 4.2 a y b (vista frontal y lateral).

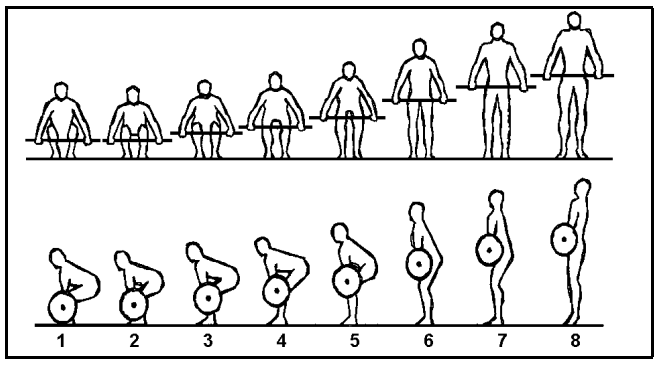


Figura 4.2 a - Arranque

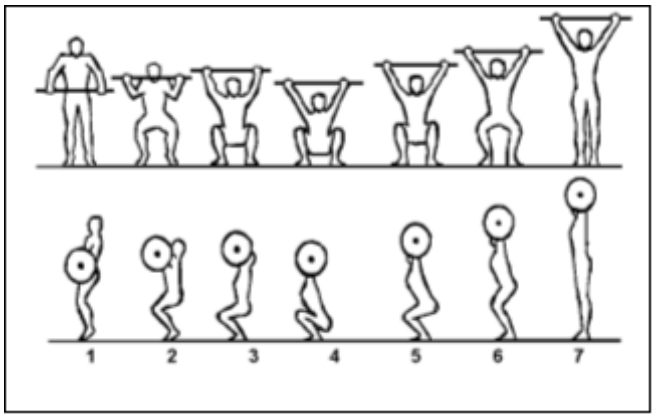


Figura 4.2 b - Arranque

La gran virtud de este ejercicio es la producción de potencia durante su ejecución. Esto esta relacionado con las altas cargas absolutas desplazadas pero principalmente con la **velocidad** a la que se ejecuta.

Para comprender correctamente este ejercicio es necesario realizar un análisis biomecánico del movimiento observando la generación de potencia durante su ejecución. En el cuadro 4.1 se muestra un resumen del análisis realizado con un dispositivo de video filmación (V-SCOPE VS 120). El deportista analizado fue Minchev S. de la República de Bulgaria durante el campeonato mundial juvenil en 1993. Para una mejor interpretación de las variables, las mismas tienen la referencia de la figura 4.2 a y b para visualizar la posición de la barra.

Deportista: Minchev S. Ejercicio: Arranque
Peso levantado: 120 kg

Máxima velocidad (m/s)	1.63	Fig. 4.2b - foto 1
A la altura (mts)	0.91	Fig. 4.2b - foto 1
Al tiempo (seg)	0.84	Fig. 4.2b - foto 1
Máxima altura (mts)	1.15	Fig. 4.2b - foto 3
Al tiempo (seg)	1.08	Fig. 4.2b - foto 3
Altura fijación (mts)	0.96	Fig. 4.2b - foto 4
Tiempo total ejercicio (seg)	1.5	

Cuadro 4.1

En la figura 4.3 se muestra la velocidad durante todo el ejercicio del arranque.

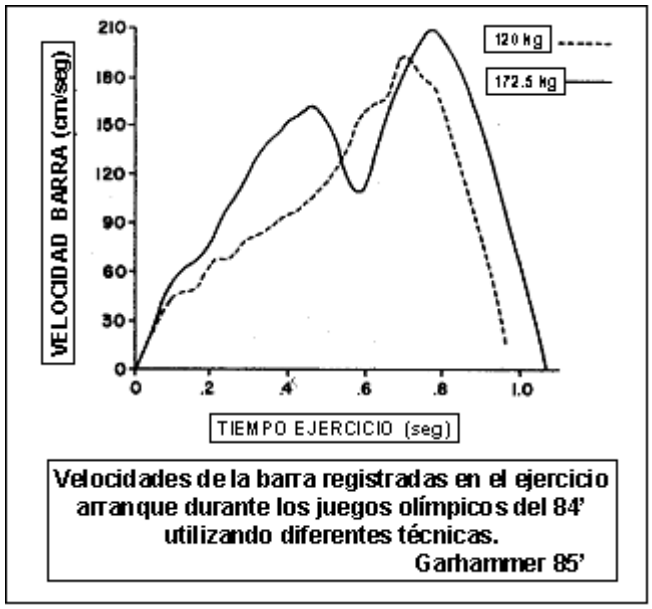


Figura 4.3

Es importante notar que dentro de la amplia gama de ejercicios que se pueden realizar con sobrecarga **una velocidad de mas de 1.5 m/seg. solo se logra en los ejercicios de levantamiento de pesas**. Esta velocidad desarrollada es muy importante y es la clave para comprobar que es muy necesario la utilización de este tipo de ejercicios en los programas de entrenamiento de fuerza y potencia.

Si comparamos la velocidad producida por el arranque con otro ejercicio como puede ser la media sentadilla (récord del mundo) 0.5 - 0.6 mts/seg podemos ver que es muy inferior (McLaughlin 77').

Esto confirma que con ejercicios derivados del levantamiento de pesas se puede casi triplicar la velocidad de los ejercicios tradicionales y se puede utilizar cargas absolutas muy grandes. Esto dará como resultado una gran diferencia en la potencia producida.

A continuación la figura 4.4 se muestra la trayectoria que realiza la barra desde el piso hasta que es fijada por el deportista (vista lateral). Es importante observar que en ningún momento la barra de aleja en forma considerable de la vertical. Solo se desplaza unos centímetros hacia delante y atrás.

La figura muestra la trayectoria verdadera de la barra (vista lateral). Es importante mencionar que

no todos los deportistas levantan de la misma forma. Se deben considerar los estilos de los diferentes deportistas.

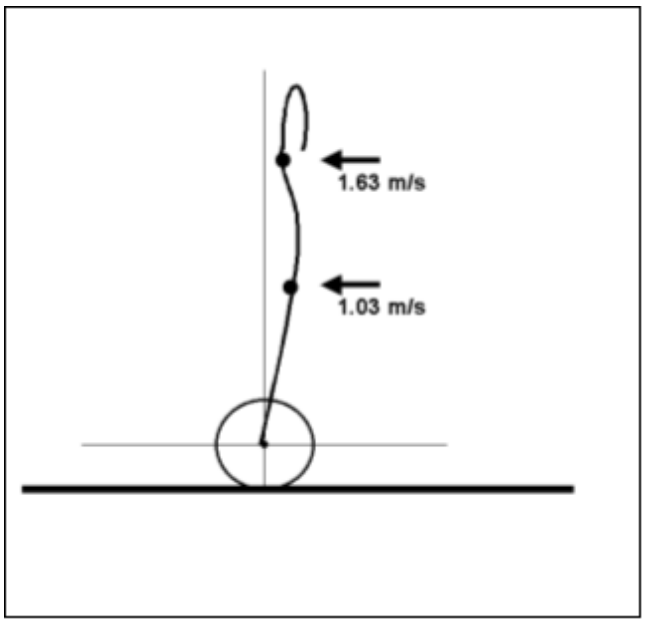


Figura 4.4 - Trayectoria de la Barra durante el Arranque

El círculo de abajo representa la posición inicial de la barra. Se puede observar que la misma en todo momento se desplaza cerca de la vertical (cerca del centro de masa del cuerpo) para minimizar la aplicación de fuerza. Este componente técnico es muy importante cuando se aborde el tema de la metodología de enseñanza. Una vez que la barra alcanza la altura máxima comienza a descender y en ese instante el deportista fija la barra para luego recuperarse (pararse).

Nótese también que la máxima velocidad se obtiene cuando la barra esta casi a la altura del pecho (punto de 1.63 m/seg.). Para una mejor comprensión de la estructura del arranque, mostramos a continuación las fases en que se divide el movimiento (cuadro 4.2).

	Etapas	**Fases**	**Acciones**
Arranque	Salida	*Estática* *Dinámica*	Posición de salida Inicio del movimiento
	Tirón	*Primer tirón* *Segundo tirón*	Extensión parcial de piernas Extensión parcial de tronco Colocación de la rodillas debajo de la barra Extensión completa de piernas y tronco Elevación de puntas de pie Elevación de la cintura escapular Flexión de brazos
	Desliza-miento	*Deslizamiento* *Fijación*	Desplazamiento lateral de las piernas Flexión profunda de piernas Enderezamiento de los brazos Fijación de la barra durante el descenso
	Recuperación	*Recuperación* *Fijación final*	Extensión de piernas (pararse) Sostener la barra en posición erguida

Cuadro 4.2 - Estructura del Arranque - Modificado de Sokolov

Para individualizar cada acción, el siguiente resumen muestra la relación entre las fases con la gráfica 4.2 del arranque. La misma también puede observarse en la figura 4.6.

Etapa del arranque	Fase del arranque	Figura y foto
Salida	*Estática*	Fig. 4.2 a - foto 1
Salida	*Dinámica*	Fig. 4.2 a - foto 2
Tirón	*Primer tirón*	Fig. 4.2 a - foto 2-3-4-5
Tirón	*Segundo tirón*	Fig. 4.2 a - foto 6-7-8 Fig. 4.2 b - foto 1
Desliza-miento	*Desliza-miento*	Fig. 4.2 b - foto 2-3-4
Desliza-miento	*Fijación*	Fig. 4.2 b - foto 4
Recupera-ción	*Recupera-ción*	Fig. 4.2 b - foto 4-5-6
Recupera-ción	*Fijación*	Fig. 4.2 b - foto 7

El segundo ejercicio clásico es el **envión**. Este es un ejercicio que lleva la barra por encima de la cabeza pero en dos movimientos. En una primera instancia la barra es llevada (cargada) desde el piso a los hombros y luego en un segundo movimiento desde los hombros hasta arriba de la cabeza. En el envión se desplazan cargas que representan 2.9 veces el peso corporal del deportista en las categorías livianas (54 kg) a 2.17 veces en las categorías pesadas (110 kg). El ejercicio de envión se muestra a continuación en la figura 4.5 a,b,c,d.

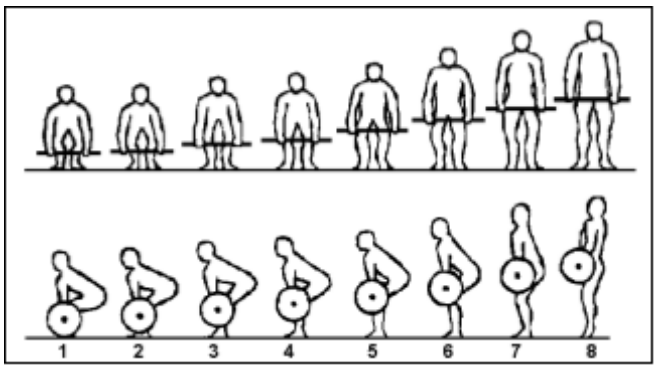


Figura 4.5 a – Envión

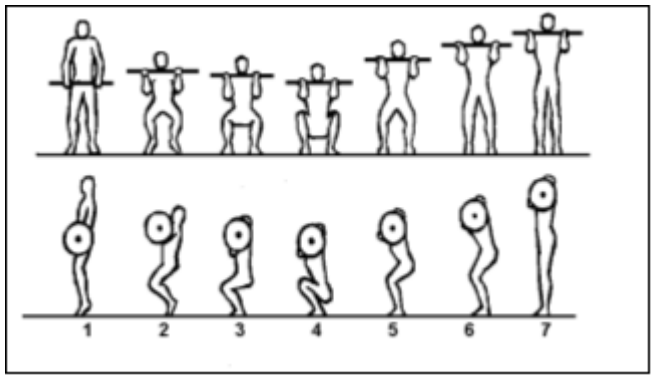


Figura 4.5 b – Envión

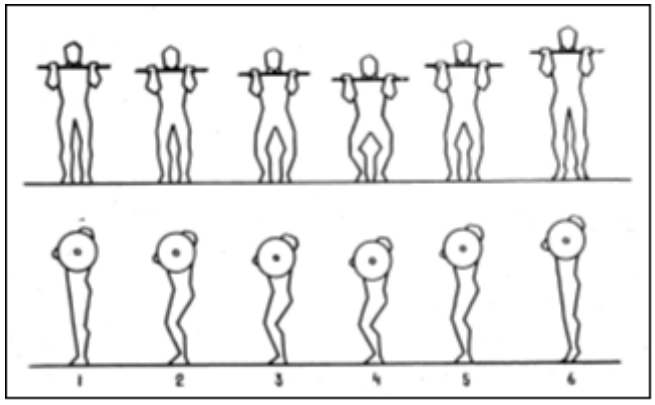


Figura 4.5 c - Envión

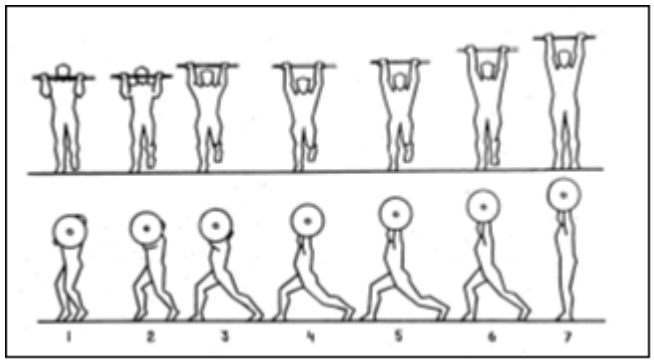


Figura 4.5 d - Envión

El envión permite desplazar más peso que el arranque ya que se puede efectuar en dos fases. El primer movimiento en donde se lleva la barra hasta los hombros se llama **cargada** (figura 4.5 a y b) y el movimiento que lleva la barra desde los hombros hasta arriba de la cabeza se denomina **segundo tiempo** (figura 4.5 c y d). Si bien este ejercicio permite una mayor utilización de peso la velocidad es ligeramente inferior a la del arranque. A continuación mostramos en la cuadro 4.3 la estructura completa del movimiento.

	Movimiento	Etapa	Fases	Acciones
Envión	Cargada	Salida	*Estática* *Dinámica*	Posición de salida Inicio del movimiento
		Tirón	*Primer tirón* *Segundo tirón*	Extensión parcial de piernas Extensión parcial de tronco Colocación de rodillas debajo de la barra Extensión completa de piernas y tronco Elevación de puntas de pie Elevación de la cintura escapular Flexión de brazos
		Deslizamiento	*Deslizamiento* *Apoyo*	Desplazamiento lateral de las piernas Flexión profunda de piernas Entrada de codos debajo de la barra Apoyo de la barra durante el descenso
		Recuperación	*Recuperación*	Extensión de piernas (pararse)
	Segundo tiempo	Posición inicial		
		Semiflexión y empuje	*Semiflexión* *Empuje*	Flexión parcial de piernas Extensión violenta de piernas Ligera elevación de la punta de los pies
		Deslizamiento	*Deslizamiento*	Desplazamiento piernas adelante y atrás Contacto en el suelo Flexión parcial de piernas Extensión de brazos
		Recuperación	*Recuperación*	Recuperación de la pierna de adelante Recuperación de la pierna de atrás

Cuadro 4.3 - Estructura del envión - Modificado de Sokolov

Un estudio mas profundo de los ejercicios clásicos se puede encontrar en los libros de Vorobyev 78´ y Medvedeyev 86'.

PRODUCCION DE POTENCIA DE LOS EJERCICIOS

Es muy importante que los entrenadores y preparadores físicos conozcan la producción de potencia de los diferentes ejercicios para poder elegir que movimientos utilizará durante los diferentes momentos de la periodización del entrenamiento.

La generación de potencia de los ejercicios de levantamiento de pesas fue ampliamente estudiada por Garhammer durante los últimos 25 años. Para poder ampliar esta información debemos conocer muy bien las diferentes fases de los ejercicios clásicos con el objeto de diferenciar luego, los ejercicios **derivados** del levantamiento de pesas. La figura 4.6 muestra el arranque completo y sus fases y la figura 4.7 muestra solo la cargada con sus fases.

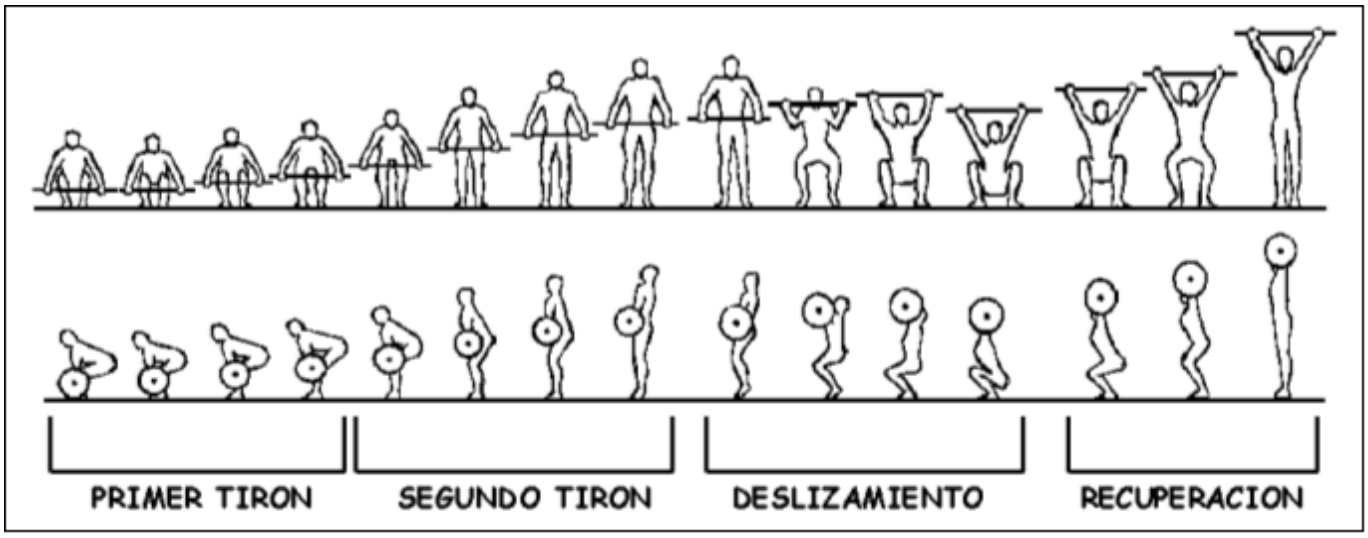


Figura 4.6 - Fases del arranque

En el arranque luego de adoptar la posición inicial, la barra comienza a elevarse y es aquí donde comienza el primer tirón. Este tirón llega solo hasta la altura de la rodilla. Una vez superada la misma comienza el segundo tirón que se extiende hasta la máxima altura alcanzada por la barra. En ese momento el deportista se desplaza debajo de la barra y comienza la fase de deslizamiento. Una vez fijada la barra por arriba de la cabeza con codos extendidos, comienza la fase de recuperación hasta la posición erguida (pararse).

Otra razón por la cual se deben reconocer bien las fases de los movimientos se basa en que la potencia desarrollada es muy diferente de a cuerdo a la **fase** del movimiento que se analice. En forma general se evalúa la fase concéntrica (primer tirón + segundo tirón) que es la más importante como transferencia al rendimiento deportivo. El cuadro 4.4 muestra la potencia desarrollada durante diferentes fases del arranque.

Potencia producida durante el arranque (watts).

MOVIMIENTO	VARONES Categoría 91 kg	MUJERES Categoría 82.5 kg
TIRON COMPLETO (1° TIRON + 2° TIRON)	**2173**	**1633**
SEGUNDO TIRON	**3634**	**2847**

Cuadro 4.4 - Garhammer 80' (varones) y 91' (mujeres).

La producción de potencia cuando se levanta la barra desde el piso es menor que cuando se analiza solo el segundo tirón. Esto esta principalmente influenciado por la velocidad en ambos tramos del movimiento. El segundo tirón es mucho más potente que el primer tirón ya que la velocidad máxima del ejercicio se consigue en esta fase del movimiento. Esto se debe a que el deportista literalmente salta con la barra y logra una buena aceleración. Este aspecto es interesante ya que luego se analizarán diferentes variantes del arranque como puede ser el arranque de potencia arriba de la rodilla (ver mas adelante). Estos derivados cambian la posición de salida de la barra. Se puede iniciar ejercicio desde arriba de las rodillas para facilitar el movimiento.

Durante la cargada también la producción de potencia es diferente de acuerdo a que fase del movimiento se analice, aunque los resultados son similares a los del arranque. La figura 4.7 muestra la ejecución completa de la cargada diferenciando sus fases.

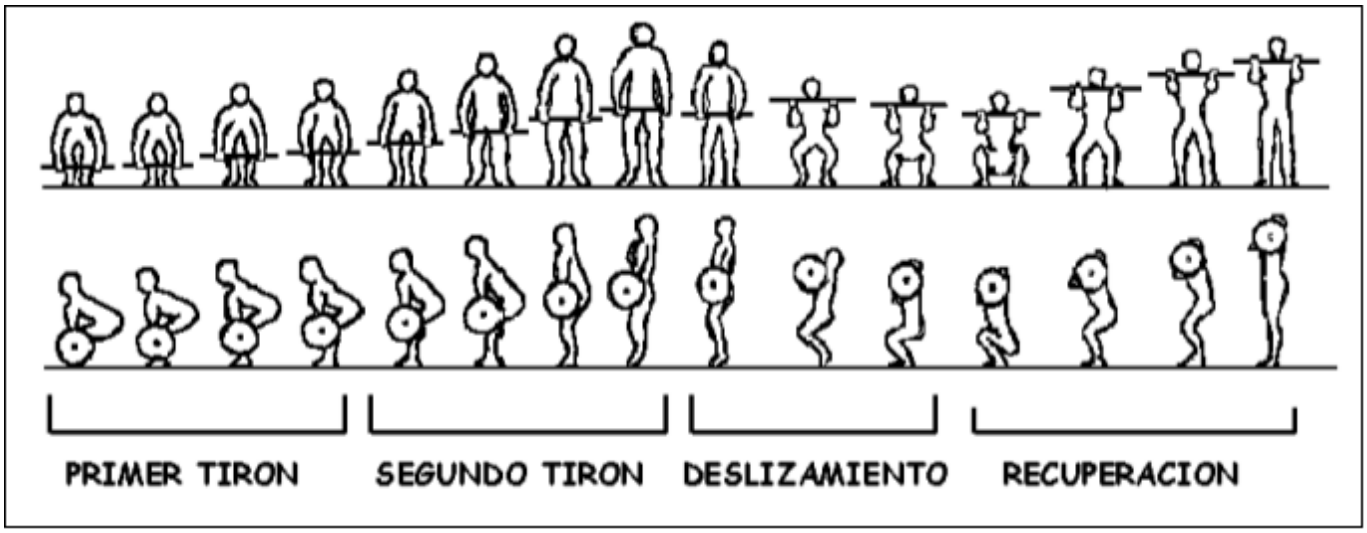


Figura 4.7 - Fases de la cargada.

Es importante comparar la producción de potencia de los ejercicios clásicos de levantamiento de pesas con los ejercicios tradicionales. En el cuadro 4.5 se muestra un resumen de varias investigaciones de análisis biomecánicos realizadas durante campeonatos del mundo.

Ejercicio	Muestra	Potencia (watts)	Autor
Press de banca	Principiante liviano Elite liviano Elite pesado	**243** **267** **415**	Madsen Madsen McLaughlin
Media sentadilla	Elite pesado Elite pesado 93 %	**900** **1259**	Garhammer Garhammer
Despegue	Igual a la sentadilla		Garhammer
Arranque	Elite liviano Elite liviano 95 %	**2675** **2821**	Garhammer Garhammer
Cargada	Elite pesado Elite pesado 92 %	**3413** **3877**	Garhammer Garhammer
Segundo tiempo	Elite liviano	**4100**	Garhammer

Cuadro 4.5

Se puede observar claramente que la potencia generada por los movimientos de levantamiento de pesas triplican a los ejercicios tradicionales. Nuevamente es importante aclarar que esto se debe principalmente a **velocidad utilizada** durante la ejecución del ejercicio, ya que las cargas absolutas si bien son mayores en los ejercicios tradicionales no superan en gran medida a la de los ejercicios clásicos.

EJERCICIOS ESPECIALES O DERIVADOS DEL LEVANTAMIENTO DE PESAS

En general cuando se desarrolla un programa de entrenamiento de la potencia muscular para deportes no se utilizan los ejercicios de Levantamiento de pesas clásicos (arranque y envión). Se utilizan preferentemente algunos de los ejercicios especiales, que de ahora se los denominará **"DERIVADOS DEL LEVANTAMIENTO DE PESAS"**. Este tipo de ejercicios utiliza movimientos parciales o modificados de los ejercicios clásicos. Por ejemplo los ejercicios más utilizados son: el arranque de potencia arriba de la rodilla, la cargada de potencia arriba de la rodilla y el segundo tiempo de potencia detrás de la nuca.

NOMENCLATURA Y DESCRIPCION GENERAL DE LOS EJERCICIOS DERIVADOS DEL LEVANTAMIENTO DE PESAS

Los ejercicios derivados del levantamiento de pesas que describiremos llevan el nombre de un ejercicio clásico y a continuación se agrega la palabra **potencia**. Esto esta referido a que los movimientos son iguales pero la variación esta dada en la fase de deslizamiento. En los ejercicios

clásicos, la cargada del envión y el arranque van hasta la **sentadilla profunda**, en cambio las cargadas de potencia y el arranque de potencia terminan en **semiflexión** (sin llegar a la sentadilla profunda).

Para completar la nomenclatura se aclara desde donde comenzará el ejercicio. En la mayoría de los casos la barra comienza a desplazarse desde **arriba de la rodilla** y no desde el suelo como en los ejercicios clásicos.

Ejemplo: cargada de potencia arriba de la rodilla.

Esto se refiere a que se realiza una cargada al pecho, bajando solo hasta la semiflexión (1/4 de sentadilla) y que el movimiento comienza desde arriba de las rodillas.

SEGUNDO TIEMPO DE POTENCIA DETRÁS DE LA NUCA

El caso del segundo tiempo de potencia detrás de la nuca es un poco diferente en cuanto a la nomenclatura se refiere. En el envión, el segundo tiempo envía la barra desde los hombros hacia arriba de la cabeza, empujando y desplazando una pierna hacia delante y otra hacia atrás (ver figuras 4.5 c-d). Durante el segundo tiempo de potencia detrás de la nuca cambia la posición inicial de la barra y el desplazamiento de las piernas.

Al comenzar el ejercicio la barra se encuentra detrás de la nuca (apoyada en los músculos trapecios), con una toma palmar manteniendo los antebrazos casi perpendiculares al piso. En lugar de desplazar las piernas adelante y atrás, las mismas lo hacen **hacia los costados** (igual que en el arranque y en la cargada).

Al iniciar el ejercicio con la barra detrás de la nuca evitamos tener que desplazar la cabeza para dar paso a la barra que estaría apoyada en los hombros si se hubiese realizado una cargada previa.

El deportista empuja la barra hacia arriba e inmediatamente desplaza los pies al costado del cuerpo, sosteniendo la barra por arriba de la cabeza y bajando hasta semiflexión de piernas. Por ultimo el deportista junta sus piernas y se para culminando el ejercicio.

Es muy importante aclarar que este es el ejercicio más potente de los derivados del levantamiento de pesas. Ver figura 4.8.

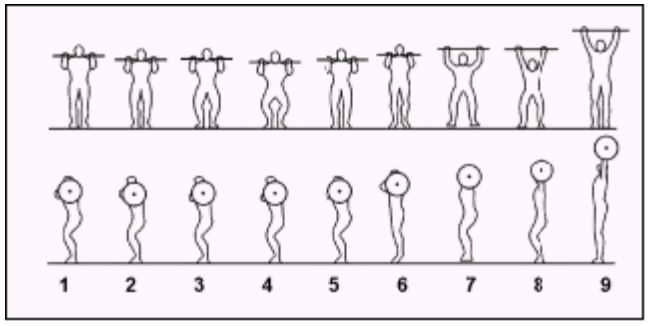


Figura 4.8 - Segundo tiempo de potencia detrás de la nuca.

ARRANQUE DE POTENCIA ARRIBA DE LA RODILLA

La figura 4.9 muestra el desarrollo gráfico del arranque de potencia arriba de la rodilla.

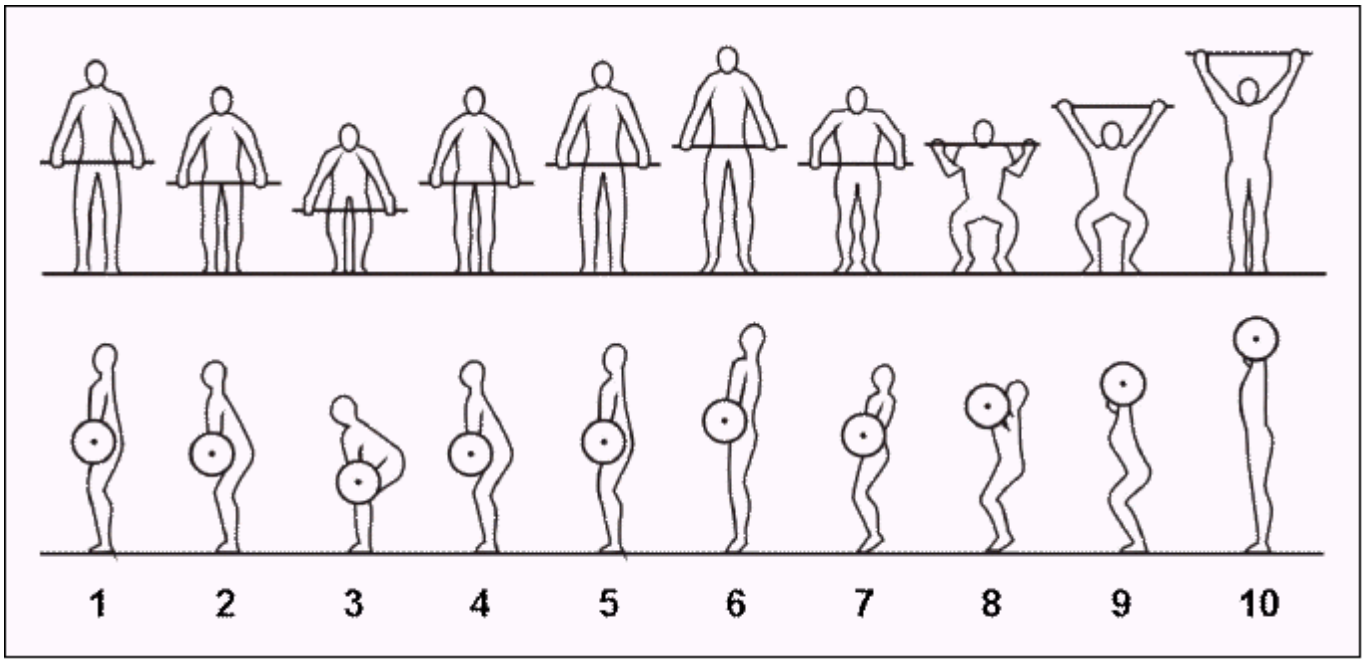


Figura 4.9 - Arranque de potencia arriba de rodilla

En el arranque de potencia arriba de la rodilla, el movimiento comienza desde la posición erguida y la barra tomada con agarre amplio. Luego se baja la barra hasta la altura de la rodilla (contracción excéntrica) lo que permite acumular energía elástica. Inmediatamente se debe levantar la barra en un solo movimiento hasta arriba de la cabeza fijándola con los brazos extendidos en posición de semiflexión de piernas para luego recuperarse. Este movimiento es muy aconsejado para programas de entrenamiento de la potencia. Es un ejercicio de fácil aprendizaje ya que la barra **no debe levantarse** desde el piso (primer tirón). Este movimiento toma mucho tiempo en aprenderse.

También evitamos el desplazamiento hasta la flexión profunda de piernas y esto es importante en deportes que nunca utilizan esos ángulos en los gestos deportivos específicos, pero que necesitan ganar potencia muscular. La metodología de enseñanza se mostrará mas adelante.

CARGADA DE POTENCIA ARRIBA DE LA RODILLA

La cargada de potencia arriba de rodilla tiene el mismo concepto que el arranque de potencia arriba de rodilla. La idea es generar altos niveles de potencia en ángulos similares a los utilizados en los diferentes deportes y que sean de fácil ejecución.

El movimiento comienza desde la posición erguida y la barra tomada con agarre estrecho. Luego la barra desciende hasta la altura de la rodilla. En ese instante, con un enérgico movimiento se debe llevar la barra hasta los hombros y sostenerla con los codos bien elevados en posición de semiflexión de piernas. A continuación el deportista se para normalmente (recuperación). Ver figura 4.10.

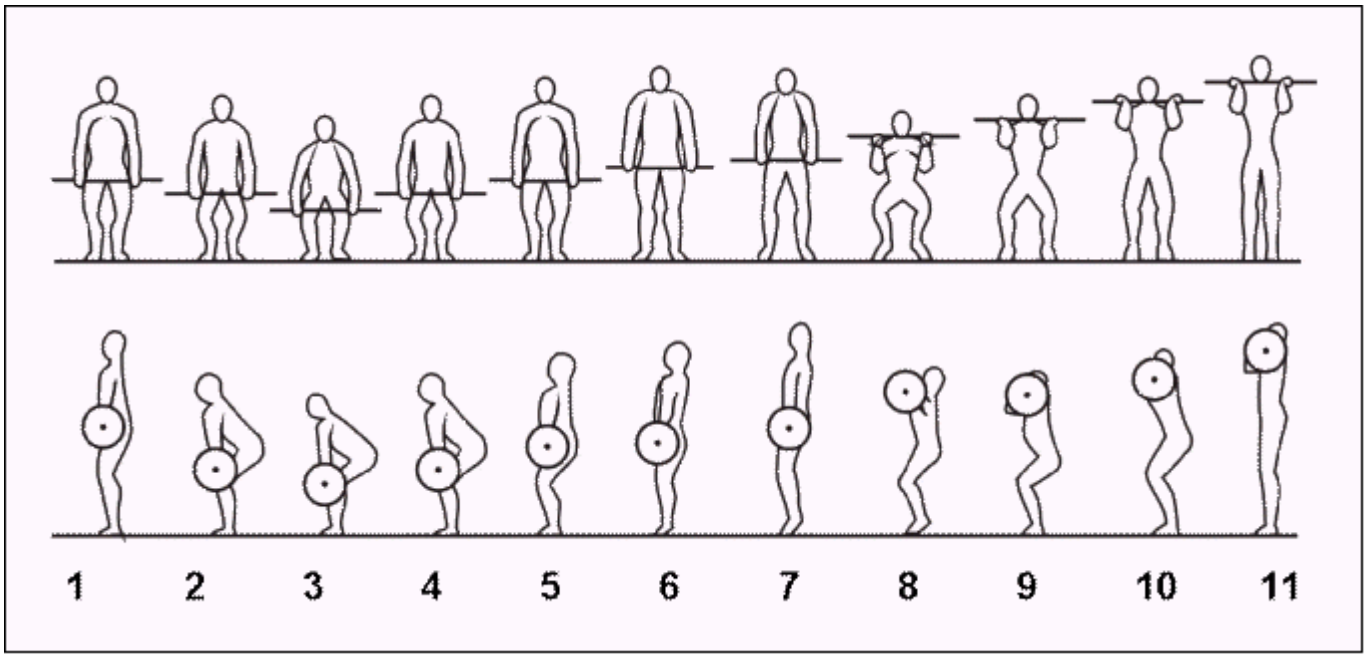


Figura 4.10 - Cargada de potencia arriba de la rodilla

PASOS METODOLOGICOS PARA LA ENSEÑANZA DE EJERCICIOS DERIVADOS DEL LEVANTAMIENTO DE PESAS

En la sección anterior se nombraron y describieron a grandes rasgos los ejercicios mas utilizados en la preparación de la potencia muscular (arranque de potencia arriba de la rodilla - cargada de potencia arriba de la rodilla - segundo tiempo de potencia detrás de la nuca). En esta sección se analizarán los pasos metodológicos para la enseñanza y la secuencia en que se deben presentar estos ejercicios.

Al comenzar con el proceso de aprendizaje sería ideal que el deportista hubiese pasado por todo el proceso de juegos de fuerza y de las etapas de formación en edades juveniles (ver capitulo 6). Lamentablemente, es poco probable que los deportistas hayan recorrido todas las etapas preparatorias sumando experiencia. Esto produce una falta de fuerza de base para el desarrollo de programas serios e intensos cuando el deportista es adulto.

Por esta razón, luego de analizar las limitaciones de los deportistas y elegir los ejercicios que vamos a emplear, debemos asegurarnos de realizar una serie de ejercicios previos, con el objetivo de preparar al entrenado para el proceso de aprendizaje.

Antes de iniciar la enseñanza de los ejercicios derivados del levantamiento de pesas es necesario realizar ejercicios que involucran: coordinación general, multidireccionalidad, fuerza isométrica, fuerza en equilibrio, etc. Este tipo de trabajos servirán de base para los nuevos movimientos.

Como ya lo hemos remarcado previamente es importante diseñar un buen programa de desarrollo de la fuerza de abdominales y espinales. Un programa de desarrollo no significa realizar algunos abdominales y espinales en la entrada en calor al comienzo del entrenamiento sino proponer cargas intensas para mejorar sustancialmente los mismos.

Los músculos espinales deben tener una atención especial, no por que sean más importantes que los abdominales sino que estos últimos se utilizan como protagonistas en la mayoría de los ejercicios derivados del levantamiento de pesas. El ejercicio de espinales con sobrecarga en la nuca debe ser un ejercicio básico dentro de un programa para principiantes (figura 4.11).

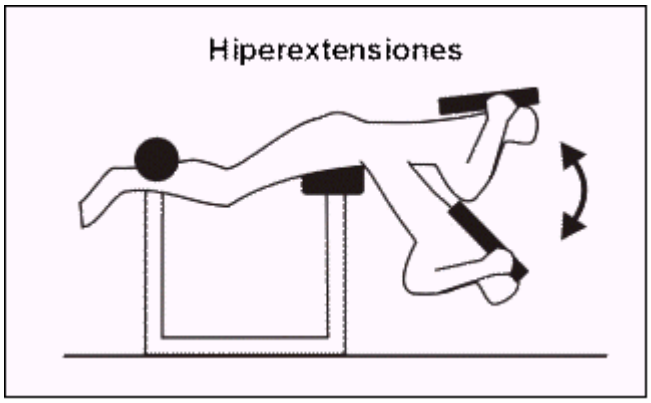


Figura 4.11

Sólo cuando la musculatura paravertebral este fortalecida se podrán elevar en forma importante las cargas en los ejercicios derivados del levantamiento de pesas.

El fortalecimiento de la musculatura paravertebral forma parte de la metodología de enseñanza.

No vamos a desarrollar en esta sección la gran variedad de ejercicios abdominales que existe ya que los preparadores físicos y entrenadores los conocen bien, pero si vamos a destacar que para la preparación de estos músculos se utilicen cargas altas al igual que cualquier otro grupo muscular.

EJERCICIOS PREVIOS AL DESARROLLO DE LOS DERIVADOS DEL LEVANTAMIENTO DE PESAS

En la siguiente lista se enumeran los ejercicios a realizar y dominar antes de la enseñanza de los ejercicios derivados del levantamiento de pesas. El objetivo principal de estos ejercicios es proveer la fuerza de base necesaria para la correcta construcción de la potencia muscular.

- Sentadilla
- Sentadilla por delante
- Sentadilla de arranque
- Cuarto de sentadilla
- Cuarto de sentadilla isométrica
- Cuarto de sentadilla con gemelo
- Fuerza parado
- Fuerza con impulso
- Fuerza parado detrás de la nuca
- Fuerza con impulso detrás de la nuca
- Metidas de arranque

El entrenador debe poner mucho énfasis no solo en el correcto aprendizaje de los ejercicios, sino también en las intensidades utilizadas. Es muy frecuente que se comience a enseñar los ejercicios derivados del levantamiento de pesas sin los niveles de fuerza mínimos necesarios para su correcta ejecución. Esto es considerado un error importante.

Los movimientos arriba mencionados nos permitirán aprender correctamente los siguientes ejercicios:

- Segundo tiempo de potencia detrás de la nuca.
- Arranque de potencia arriba de la rodilla.
- Cargadas de potencia arriba de la rodilla.
- Segundo tiempo de potencia.
- Envión de potencia.

Es preciso decir que aprender correctamente un ejercicio derivado del levantamiento de pesas se relaciona íntimamente con los niveles de fuerza general de base que posee el deportista. Esto quiere decir que no solo se debe tener en cuenta si un atleta es coordinado. Frecuentemente un ejercicio no se ejecuta correctamente por que existe una falencia en la fuerza de base. En forma general los músculos mas afectados por este fenómeno son los espinales en su accionar durante la sentadilla.

Los ejercicios derivados del levantamiento de pesas arriba mencionados están en el **orden en que se deben enseñar**, con el objetivo de obtener ventajas biomecánicas de un ejercicio para otro. Se debe aclarar que esta metodología es diferente a la utilizada en los países más representativos del deporte Levantamiento de Pesas. En muchos de ellos se enseña primero el arranque, luego la cargada y por ultimo el segundo tiempo. La intención de enseñar primero un ejercicio diferente, está relacionada con la simpleza de su técnica de ejecución y su ventaja para el desarrollo de la potencia muscular. Algunos especialistas critican esta secuencia debido a que en el primer ejercicio (segundo tiempo detrás de la nuca) se debe realizar una elevación del peso por arriba de la cabeza y que el deportista no

tendría todavía los niveles de fuerza necesarios en los espinales para soportar altas cargas.

La metodología contempla esa situación y durante la enseñanza enfatizamos mucho mas la velocidad de ejecución y no tanto el peso utilizado.

DESCRIPCION DE LOS EJERCICIOS GENERALES

SENTADILLA

La sentadilla dentro del ambiente de las pesas es frecuentemente llamada "the king of the exersices" (el rey de los ejercicios). Esto se relaciona con los beneficios que la misma genera (fuerza - potencia - flexibilidad - equilibrio). Si bien su ejecución no reviste demasiadas complicaciones biomecánicas, es muy común observar una gran cantidad de deportistas que no ejecutan el movimiento en la forma correcta. A continuación se enumeran las características del ejercicio.

Toma de la barra

La barra debe estar soportada en un apoyo a la altura de los hombros para facilitar la toma de la misma. La barra se debe tomar con un agarre estrecho para disminuir la posibilidad de que se produzca una flexión indeseada a nivel de la columna cervical y dorsal durante la ejecución. La barra descansa sobre los músculos trapecios y por lo tanto es necesario que se deba realizar una buena cantidad de fuerza para evitar que la misma se desplace hacia atrás. Un error muy común es que algunos deportistas principiantes sostienen la barra justo arriba de las apófisis espinosas de las vértebras cervicales lo que genera una gran irritación y dolor de esa zona anatómica.

Es importante destacar que lo primero que hace contacto con la barra antes de sacarla de los apoyos son las manos, con el objetivo de medir correctamente el ancho del agarre. La amplitud correcta esta representada por la posición de los antebrazos respecto del piso. Los mismos deben estar perpendiculares al piso cuando sostengo la barra o levemente abiertos (20 - 30 grados). Es probable que algunos deportistas con muy poca flexibilidad en el tren superior no puedan adoptar dicha posición. En ese caso se le pide que cierre el agarre lo mas posible.

Sacar la barra de los apoyos

Sacar la barra de los apoyos correctamente parece una tarea simple y que no vale la pena comentarla, pero esto es algo que muchos deportistas no tienen en cuenta sobre todo cuando los pesos son bajos. Levantar la barra cuando los pesos son altos en forma absoluta y relativa es algo complicado, sobre todo por la posibilidad de lesión de la espalda baja.

Una vez tomada la barra el deportista se desplaza **debajo** de la misma y adopta una posición de pies similar a la utilizada cuando se realiza la sentadilla propiamente dicha y levanta la barra. Luego camina fuera de los apoyos para realizar el movimiento completo. Nunca la barra debe ser sacada con los pies apoyados lejos de la proyección de la misma en el suelo, haciendo fuerza con los lumbares (figura 4.12).

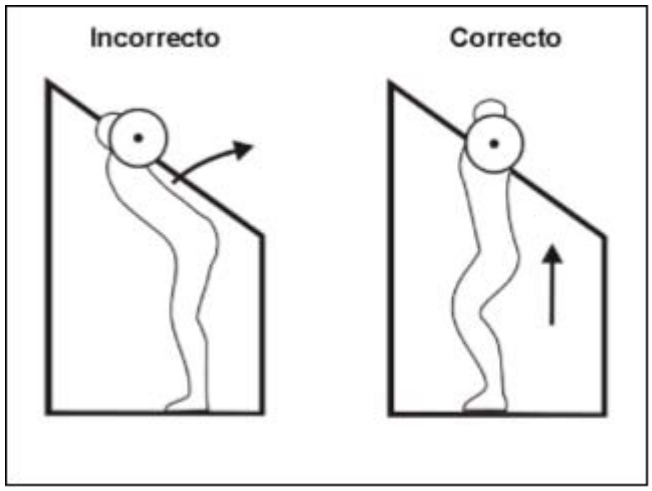


Figura 4.12

Posición de los pies.

La estandarización de la posición de los pies para realizar una sentadilla es un tema muy importante. No existe ninguna posición que sirva para todos los deportistas por igual. La misma debe ser una posición donde el deportista se sienta cómodo para ir a una flexión profunda de piernas.

Se pide al deportista que separe las piernas un poco mas del ancho de los hombros y que separe la punta de los pies levemente. A continuación realizamos una flexión profunda de piernas con las manos al costado del cuerpo, con la única condición que los **talones estén completamente apoyados en el piso**. Una vez ahí se pide que el deportista mueva sus apoyos levemente hacia fuera (pies mas separados) y levemente hacia adentro (pies mas juntos), que junte mas la punta de sus pies o que separe los talones. Todos estos movimientos tentativos tienen como objetivo que el deportista encuentre la posición mas favorable para realizar la sentadilla.

Es frecuente que el deportista principiante sienta un pequeño dolor en la zona de los músculos tibiales. Esto es por que no están acostumbrados a desplazarse a estos ángulos y realizar fuerza. Esto desaparece con algunos entrenamientos.

Por otro lado algunos deportistas se ven imposibilitados de apoyar todo el talón en el suelo como se les solicita. La causa mas común es la falta de movilidad en el tobillo y si bien no es una constante se observa mucho en deportista de gran talla (jugadores de voley y de básquet). En estos casos se puede suplementar el talón con el objetivo de que se adopte una posición mas cómoda para ir hasta la flexión profunda de piernas.

La cuña que se utiliza debajo del talón debe permitir que el deportista apoye la mayor parte de la planta del pie en el suelo y que sea antideslizante. Debemos desalentar el uso de discos o de maderas de ángulo recto. Los discos se pueden desplazar de su posición y las cuñas rectas dejan una gran cantidad de superficie del talón sin apoyar. La cuña debería ser como lo muestra la figura 4.13.

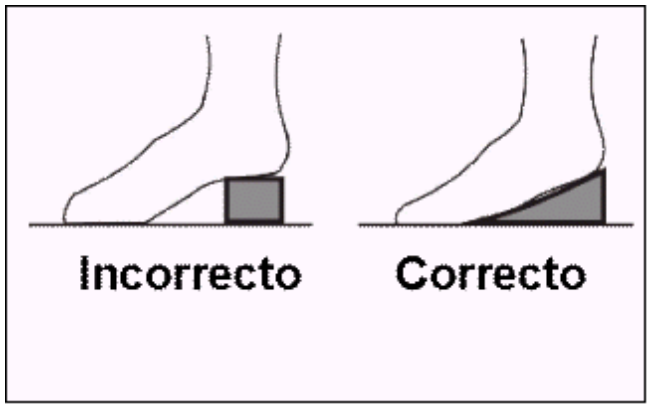


Figura 4.13

Es importante destacar que los levantadores de pesas utilizan zapatos especiales que vienen con un resalte (suplemento) con el objetivo de lograr la posición más cómoda para desplazarse a la flexión profunda. Ver figura 4.14.

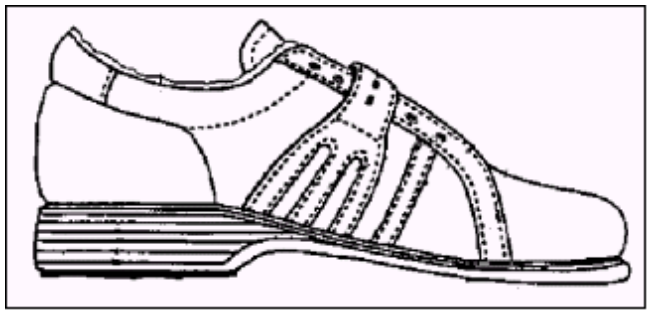


Figura 4.14

Los pasos de enseñanza en la búsqueda de la posición óptima para hacer sentadilla tienen mucho mas impacto si se los enseña en las edades pequeñas, aunque es posible que el deportista adolescente continúe modificando esta posición por sus cambios antropométricos. Pero ya dominará la técnica de búsqueda de la posición que es lo más importante.

Movimiento inicial

Una vez que tomamos la barra, el deportista se desplaza algunos centímetros hacia atrás para comenzar la sentadilla. El comienzo del movimiento en la articulación de la cadera debe ser de flexión hacia atrás y nunca hacia abajo (figura 4.15). Este movimiento se produce por combinación de flexión de la cadera y de las rodillas. Es similar a querer sentarse en una silla que esta lejos detrás de nuestro cuerpo. Conceptualmente decimos que debe haber más

movimiento en la cadera que en la rodilla al comienzo del ejercicio para que sea correcto.

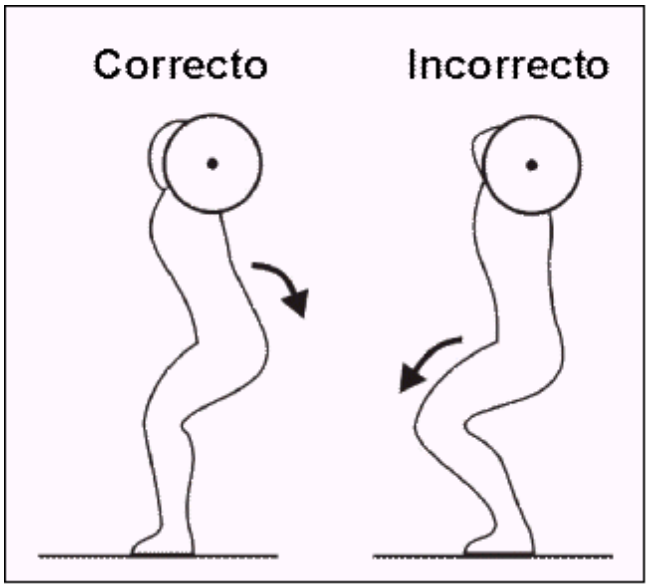


Figura 4.15

Fase descendente y ascendente

Luego de comenzar el movimiento, se desciende hasta la posición mas baja que permita nuestro esquema corporal (esto depende del largo de piernas y de la proporción del largo con los otros segmentos corporales). Cuando estamos por llegar hasta el punto mas bajo se produce un pequeño movimiento donde la cadera se desplaza hacia abajo y adelante. Este es un movimiento normal del ejercicio.

Cuando se realiza la fase ascendente del movimiento se debe ejecutar exactamente todos los movimientos opuestos, recordando que la cadera debe desplazarse debajo de la barra cuando pasamos 1/3 del movimiento aproximadamente.

Se debe tener en cuenta que la cabeza debe estar en todo momento erecta y durante la fase ascendente levemente hiperextendida. La velocidad de descenso debe ser bien controlada y lenta. Esto asegura una buena estabilidad de las articulaciones, sobre todo cuando se utilizan intensidades altas.

Es importante destacar en todo momento el movimiento de la cadera y la posición de las rodillas durante la correcta ejecución de este movimiento en su fase de descenso (excéntrica).

Dejar la barra en los apoyos

Una vez realizada todas las repeticiones planificadas el deportista avanza hacia los apoyos para dejar la barra y realizar la pausa. En este caso debe ejecutar el mismo movimiento que para sacar la barra desde los apoyos. El movimiento debe ser de arriba hacia abajo y nunca se debe realizar una flexión de cadera adelantando el pecho ya que esto genera una presión intradiscal muy elevada e innecesaria.

TABUES SOBRE LA SENTADILLA

Existen 3 movimientos que son denominados de algún modo sentadilla. En primer lugar el nombre de sentadilla a secas se refiere a una flexión profunda de piernas tan abajo como la antropometría y la movilidad del deportista lo permita.

En segundo lugar existe un movimiento parcial de la sentadilla llamado media sentadilla. Este ejercicio es igual que la sentadilla pero solo se desciende hasta que los muslos estén paralelos al piso. Y por último existe el cuarto de sentadilla que es un movimiento donde se desciende la cadera solo unos pocos centímetros (ver figura 4.16).

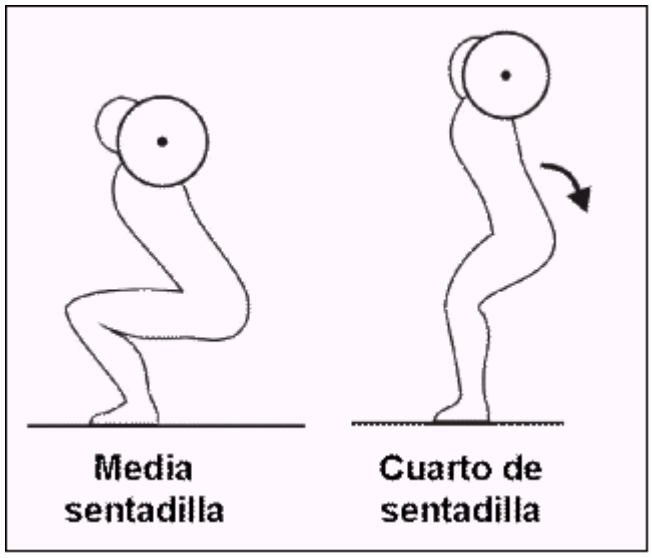


Figura 4.16

La sentadilla ha sufrido innumerable cantidad de criticas y se la acusa de producir lesiones en la articulación de la rodilla (Klein 61'). Si bien es cierto que salvo los ejercicios clásicos de levantamiento de pesas, la sentadilla es el ejercicio que mas esfuerzo genera en las rodillas (O'shea 84'), la misma es utilizada tanto en el entrenamiento deportivo como en la **rehabilitación de lesiones**.

Algunos autores opinan que la sentadilla genera una laxitud en los ligamentos de la rodilla, pero no aportan ninguna evidencia científica sobre el tema (Riley 85' - Southmayd 81' - Yack 93'). Solo un autor (Klein) realizó algunas mediciones sobre el hecho.

Lamentablemente los trabajos de Klein no deben ser tomados en cuenta ya que el autor utilizó un dispositivo de medición diseñado por el para comprobar que la sentadilla produce inestabilidad ligamentaria. Este aparato intenta medir el desplazamiento lateral de la rodilla pero no tiene ninguna validación científica.

El dispositivo posee dos semitubos de metal articulados en el centro. Un semitubo se coloca en el muslo y el otro en la pantorrilla. El investigador colocaba su mano a la altura de la rodilla y la otra en el tobillo del lado opuesto. A continuación realizaba presión (fuerza con las manos para desplazar lateralmente la pantorrilla hacia afuera) y registraba el movimiento lateral. Ver figura 4.17.

La crítica mas importante esta planteada sobre la fuerza que ejercía el investigador. Esta seguramente nunca era la misma en diferentes mediciones y seguramente dependía del tamaño del sujeto, de su masa muscular, etc.

Por otro lado Meyers 71' utilizo el mismo dispositivo creado por Klein y **no encontró** diferencias significativas de estabilidad y flexibilidad en la rodilla en dos grupos que realizaban media sentadilla y sentadilla. Estos hallazgos inhabilitan las conclusiones de Klein ya que ningún otro autor ha comprobado científicamente que las aseveraciones de este autor son ciertas. Tampoco se han replicado sus investigaciones en otros centros de investigación del mundo para que sus trabajos pudiesen tener respaldo.

Figura 4.17. Dispositivo de Klein

SENTADILLA POR DELANTE

Este ejercicio difiere de la sentadilla común por la posición en que se sostiene la barra. La misma debe descansar sobre las clavículas del deportista sostenida muy levemente por los brazos. Este ejercicio sirve para estimular los cuádriceps pero a su vez sirve también como ejercicio de preparación para todo tipo de cargadas, ya que es en esta posición donde se debe situar la barra luego de levantarla.

La toma de la barra es muy importante y difiere de la sentadilla común. Las manos toman la barra con una amplitud levemente mayor a los hombros (nunca dejar los dedos arriba de los hombros sino siempre por afuera). A continuación el deportista pasa los codos por debajo de las barra hacia delante soportando la misma en las clavículas (sobre el deltoides anterior). De ser posible los brazos deben quedar paralelos al piso, aunque esto depende de la movilidad del deportista (figura 4.18).

Es en esta posición donde debemos aclarar que hay deportistas que tienen una gran movilidad y flexibilidad y pueden tomar la barra con todos los dedos y a su vez mantenerla apoyada sobre los hombros. Pero la mayoría de los deportistas no pueden mantener esa posición ya que produce un gran dolor en la articulación de la muñeca. En este caso se puede sostener la barra solo con algunos dedos (como mínimo dos). Esto facilita

la posición de los brazos para realizar la flexión profunda.

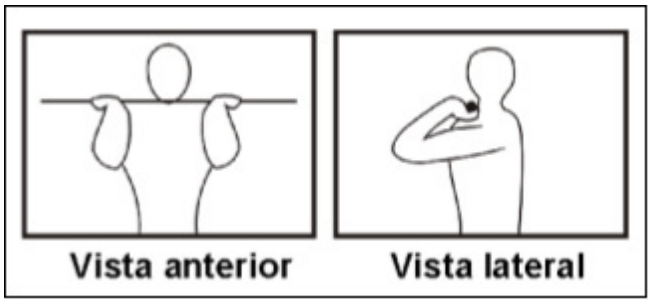


Figura 4.18

Durante la ejecución de la sentadilla por delante el centro de gravedad se desplaza levemente hacia adelante respecto de la sentadilla común ya que la barra se sostiene unos 15 centímetros mas adelante. Esto incrementa el trabajo de los músculos que producen la hiperextensión de columna. Por lo tanto es un muy buen ejercicio para el desarrollo de la fuerza de los músculos paravertebrales.

Es importante señalar que frecuentemente la posición de la barra produce una sensación de opresión en el cuello. Esta sensación desaparece con el tiempo.

SENTADILLA DE ARRANQUE

Este ejercicio es un movimiento de flexión profunda de piernas donde se debe sostener la barra con los codos extendida por encima de la cabeza (figura 4.19). Es la misma posición en que se sostiene la barra durante el arranque clásico. Los movimientos de la cadera son exactamente igual a los de la sentadilla común, aunque se debe controlar mas el equilibrio ya que la barra suele tener oscilaciones hacia adelante y atrás.

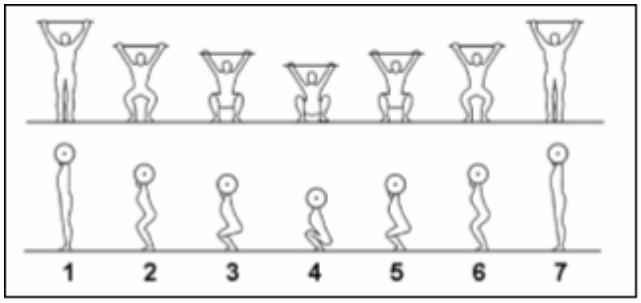


Figura 4.19

Es un ejercicio de gran importancia para el desarrollo de la fuerza de los músculos paravertebrales combinado con una gran movilidad de hombros.

Debe evitarse en todo momento que el torso y la barra se vayan hacia delante (figura 4.20). Esto es una señal de que el deportista tiene falta de fuerza en los músculos que producen la aducción de escápulas durante la posición de flexión profunda de piernas. Es probable que esto no suceda cuando el deportista realiza ejercicios similares pero en posición erguida (fuerza parado).

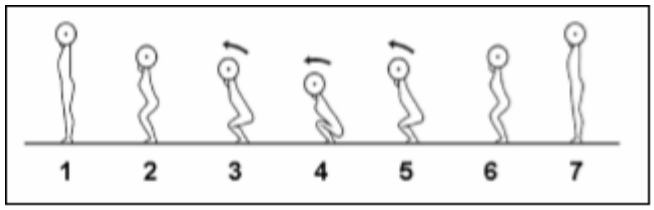


Figura 4.20

PRESS TRAS LA NUCA PARADO O FUERZA PARADO DETRÁS DE LA NUCA

Este ejercicio es muy conocido en todos los programas de preparación de fuerza. Generalmente en los gimnasios este ejercicio se realiza sentado, pero en este caso el movimiento debe realizarse parado con el objetivo de comenzar a realizar fuerza en las posiciones donde luego se deberá sostener la barra.

Sacar la barra desde los apoyos y colocarla sobre la nuca apoyándola en los músculos trapecios (igual que en la sentadilla). En posición de pie con piernas levemente semiflexionadas (casi imperceptible a la vista) y columna hiperextendida, mantener los codos debajo de la barra y la separación de manos un poco más allá del ancho de hombros. Los antebrazos deben quedar perpendiculares al piso o levemente abiertos.

Se eleva la barra hasta la extensión completa de brazos y luego se baja hasta la posición inicial utilizando recorrido completo. La cabeza y el pecho deben estar levemente adelantados respecto de la posición de la barra. Esto permite fijar mejor la posición del hombro. Es un error dejar la

cabeza atrasada ya que la barra se puede desplazar hacia delante, por el peso de la misma. Es importante enseñar esta posición correctamente ya que todos los ejercicios derivados del levantamiento sostienen la barra de esta forma.

El error es muy común ya que durante los pasos metodológicos de enseñanza se utiliza poca carga y no se puede apreciar el mismo hasta que la barra tiene un peso importante.

Tener en cuenta:

- Este ejercicio involucra solamente una acción de brazos.
- La barra no descansa en los trapecios en cada repetición, solo hace contacto (tocar y salir).
- Al terminar la última repetición de la serie se debe amortiguar la caída de la barra con una leve flexión de piernas.

FUERZA CON IMPULSO DETRÁS DE LA NUCA

Este ejercicio es similar al anterior, pero para elevar la barra se suma el impulso de las piernas. La barra descansa en los trapecios y con una potente flexo-extensión de piernas más la extensión de brazos se lleva la barra por encima de la cabeza. El ejercicio permite levantar mayor cantidad de peso que el anterior ya que involucra mayor cantidad de masa muscular (piernas + brazos). La velocidad de la flexión de piernas (descenso) para el empuje debe ser un movimiento bien controlado y relativamente lento, pero la extensión para empujar la barra debe ser lo más enérgica posible.

Tener en cuenta:

- El ejercicio no se realiza seguido como el de fuerza parado detrás de la nuca. Esto quiere decir que no se debe realizar una repetición rápidamente detrás de la otra, sino que la barra descansa en los trapecios hasta preparar correctamente el siguiente empuje. Debemos poner mucha atención a la acción de empujar con las piernas.
- Cada vez que bajamos la barra se debe amortiguar con una flexión de piernas. La misma se debe apoyar sobre los músculos trapecios y no sobre las apófisis vertebrales ya que produce dolor por el intenso rozamiento.

Un problema muy común en este ejercicio es que al manejar una gran cantidad de peso, los músculos fijadores deben trabajar más (en forma isométrica) y deben estar previamente bien entrenados. La falta de fuerza en estos músculos se hace evidente cuando la barra no puede fijarse bien al estar estirados los brazos. A este movimiento lo llamamos flamear y es un error importante.

PRESS MILITAR O FUERZA PARADO

El ejercicio es similar al de fuerza parado por detrás de la nuca, pero en este caso la barra se desplaza por delante de la cabeza. La problemática con este ejercicio es que debemos desplazar la cabeza hacia atrás cuando la barra se eleva ya que sino la misma impactaría con el mentón del deportista. Esto implica mover la cabeza hacia atrás cuando la barra comienza a subir y luego inmediatamente debe volver para desplazase hacia delante, para luego sostener la barra en la posición biomecánica más favorable (figura 4.21 - correcto).

Un error muy grave es desplazar la barra hacia adelante en lugar de desplazar la cabeza hacia atrás (figura 4.21 - incorrecto). Esto implica que se mueva el centro de gravedad del sistema barra - deportista hacia el frente y que se deba realizar mas fuerza para elevar la barra aunque se utilice el mismo peso.

Un aspecto importante es que los brazos deben realizar un movimiento que tiende a ser mas una flexión del hombro a diferencia de lo que se realiza en el ejercicio de fuerza parado detrás de la nuca (abducción del hombro).

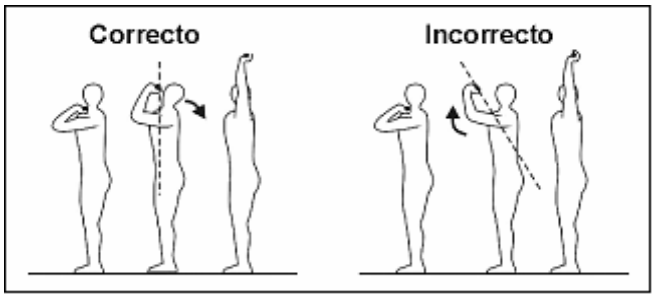


Figura 4.21

PESO MUERTO A PIERNAS FLEXIONADAS

El peso muerto es un excelente ejercicio para el fortalecimiento general de los músculos que realizan la extensión de la cadera y de la columna vertebral.

El movimiento comienza en posición de pie erguido, tomando la barra con codos extendidos y una amplitud cómoda (ancho de hombros). A continuación el deportista realiza una semiflexión de rodillas y cadera, una hiperextensión de columna y lleva los hombros hacia atrás. Luego desciende el pecho hasta quedar paralelo al piso pero en **constante hiperextensión de espalda** y manteniendo la semiflexión de rodillas. Ver figura 4.22.

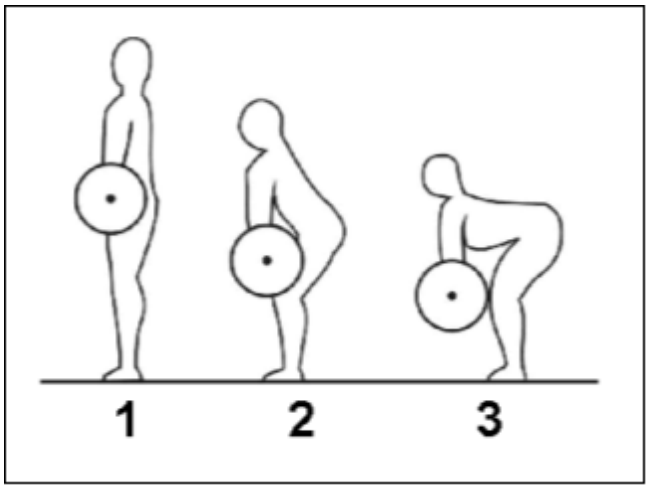


Figura 4.22

El deportista sentirá que se va a caer hacia el frente, pero en realidad esta sensación es contrarrestada con la fuerza de los isquiotibiales que extienden la cadera para volver a la posición inicial.

METIDAS DE ARRANQUE

Este ejercicio es un movimiento que requiere de fuerza, precisión y equilibrio. El mismo comienza con la barra apoyada en los trapecios detrás de la nuca. A continuación el deportista empuja **levemente** la barra hacia arriba (como imitando el ejercicio de fuerza con impulso detrás de la nuca) e inmediatamente separa los pies y se desliza hasta flexión profunda de piernas. La barra se sostiene con los codos extendidos por arriba de la cabeza, igual que en la sentadilla de arranque. Ver figura 4.23.

El ejercicio tiene una condición dinámica muy importante ya que si la separación de piernas es muy amplia, no se apoyarán los pies con la precisión necesaria para ir a sentadilla. La misma situación se genera si los pies se separan muy poco.

El movimiento completo es una suma del ejercicio de fuerza con impulso más una sentadilla de arranque.

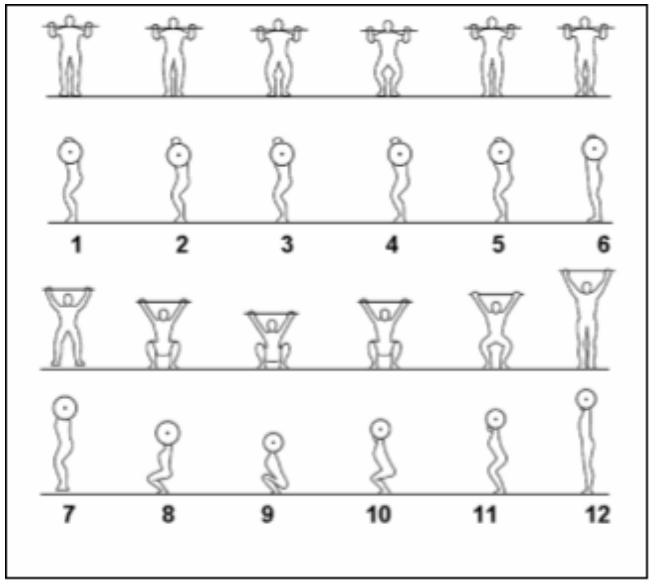


Figura 4.23

ENSEÑANZA DEL SEGUNDO TIEMPO DE POTENCIA DETRÁS DE LA NUCA

El segundo tiempo de potencia detrás de la nuca es el ejercicio más potente que se puede realizar con sobrecarga y a su vez es él mas simple de enseñar de todos los ejercicios especiales que

derivan de los ejercicios clásicos del levantamiento de pesas. Esta es la razón por la cual es el primer ejercicio de la secuencia de pesas que se enseña.

Para el aprendizaje de este movimiento es importante dominar previamente los ejercicios que se mencionan a continuación:

- **Cuartos de sentadilla.**
- **Fuerza detrás de la nuca.**
- **Fuerza con impulso detrás de la nuca.**

Dominar un ejercicio significa haber realizado una gran cantidad de repeticiones y que se hayan utilizado intensidades altas, cercanas al 100 %. Esto facilita la enseñanza ya que el deportista tiene una correcta sensación de donde debe sostener la barra por arriba de la cabeza y lo que significa hacerlo con un peso elevado.

Desplazamiento de piernas sin barra:

Este movimiento es quizás uno de los más importantes ya que la posición final del mismo es la que va a ser utilizada en todos los ejercicios para el desarrollo de la potencia.

El ejercicio se realiza sin la barra con el objetivo de automatizar la correcta posición de los pies y de la cadera luego del desplazamiento lateral de los mismos. Con las manos en la cintura y piernas separadas el ancho de hombros, el deportista realiza una pequeña extensión del tobillo y se para en puntas de pies. Inmediatamente separa las piernas con un pequeño desplazamiento hacia los costados (el cual debe ser rápido y corto) bajando la cadera hasta detenerse en semiflexión de piernas. La semiflexión llega hasta la altura del cuarto de sentadilla.

El apoyo de los pies debe ser completo (de una sola vez) y no discriminar entre talón o punta (plano). Al mismo tiempo que se están apoyando los pies, se debe bajar la cadera hacia atrás, manteniendo esa posición durante algunos segundos. Esto tiene como objetivo vivenciar la correcta posición. La misma se debe mantener lo más firme que posible sin movimientos parásitos. Luego se vuelve a la posición inicial y repito el trabajo.

Acople del empuje y del desplazamiento:

Este es un paso metodológico que a veces se puede saltear si el deportista es muy coordinado. De todos modos es muy efectivo para aprender el acople que se debe producir luego del empuje de la barra con el desplazamiento de pies.

El ejercicio comienza con manos en la cintura, la posición de pies separados ancho de hombros y se realiza una semiflexión de piernas desplazando la cadera hacia atrás (como un cuarto de sentadilla). Luego se extienden todas las articulaciones hasta quedar en punta de pies y se realiza el ejercicio de deslizamiento de piernas sin barra arriba mencionado. La semiflexión de piernas inicial corresponde al empuje que se realiza durante el ejercicio de fuerza con impulso.

Tener en cuenta:

- Que en la semiflexión inicial de piernas la cadera se debe llevar hacia atrás del mismo modo que en el 1/4 de sentadilla. Esto quiere decir que cuando se flexionan las piernas la proyección de las rodillas debe caer en lo posible en la misma línea que la punta de los pies o levemente por detrás.
- No se debe producir una detención marcada cuando se esta en puntas de pies. El movimiento es un acople (continuado).
- Controlar que el torso en todo momento este erguido y que no se produzcan desplazamientos de pies ni hacia delante o atrás. Es muy importante que los pies se desplacen **solo** hacia los laterales.

Segundo tiempo de potencia detrás de la nuca:

El movimiento es simplemente una sumatoria de todos los pasos metodológicos anteriores (fuerza con impulso + desplazamiento). El segundo tiempo de potencia en realidad se debe ejecutar a una gran velocidad (casi 2.0 m/seg), pero para su aprendizaje se comenzará con una velocidad menor hasta automatizar el mismo.

El ejercicio comienza con el movimiento de fuerza con impulso pero cuando la barra esta desplazándose hacia arriba debido a la inercia generada por la acción de las piernas se procede rápidamente a deslizar las mismas al costado del cuerpo y bajar la cadera (paso 4). Se debe fijar bien la cadera en la posición arriba mencionada y es un buen recurso didáctico pedir al deportista que sostenga esta posición durante unos segundos para que se acostumbre.

El apoyo de los pies se debe producir casi al unísono con la llegada de la barra arriba. En realidad el apoyo debe realizarse una fracción de segundo antes para servir de base de sostén al peso de la barra. Si la barra llega tarde se corre el peligro que cuando este muy cargada no se logre estirar los codos con éxito y no se culmine el movimiento. El ejercicio termina cuando el sujeto vuelve a la posición inicial de pie y erguido (recuperación) sosteniendo la barra por arriba de la cabeza.

Tener en cuenta:

- El empuje debe ser enérgico (veloz) independientemente del peso levantado.
- No se deben desplazar los pies adelante o atrás sino a los costados.
- No separar demasiado los pies en el desplazamiento lateral. Si esto ocurre se corrige dibujado los límites de dicho desplazamiento en el piso.
- El proceso puede comenzar con una barra liviana para la automatización.
- La cadera debe mantener firme la posición estática cuando se está sosteniendo la barra (ni seguir bajando, ni subir inmediatamente). Se debe evitar movimientos parásitos con la barra (flamear).
- No desplazar los pies antes de empujar la barra.
- Cuando la barra se sostiene arriba debe quedar levemente por detrás de la cabeza. Si esto no se puede lograr significa que al deportista le falta fuerza para la aducción de las escápulas. Se corrige con mas trabajo de fuerza parado.
- Este ejercicio es un movimiento principalmente de explosividad de piernas y no de brazos.

ENSEÑANZA DEL ARRANQUE DE POTENCIA ARRIBA DE LA RODILLA

Es conveniente enseñar el ejercicio cuando el deportista domina los movimientos de:

- Segundo tiempo de potencia detrás de la nuca.
- Cuartos de sentadilla.
- Sentadilla de arranque.
- Metidas de arranque.

La toma de la barra:

La toma de la barra en este ejercicio es quizás uno de los aspectos que más moleste a un deportista que recién se inicia en este tipo de ejercicios especiales. Esto se debe a que la mayoría de los movimientos con sobrecarga utiliza una toma con abertura normal (un poco mas que el ancho de hombros generalmente).

En el arranque la toma es mas abierta de lo normal y se mide formando un ángulo de 90° entre ambos brazos (figura 4.24). Como la barra de levantamiento olímpico tiene una serie de marcas simétricas, las mismas sirven para orientar al deportista y poder estandarizar la separación de manos.

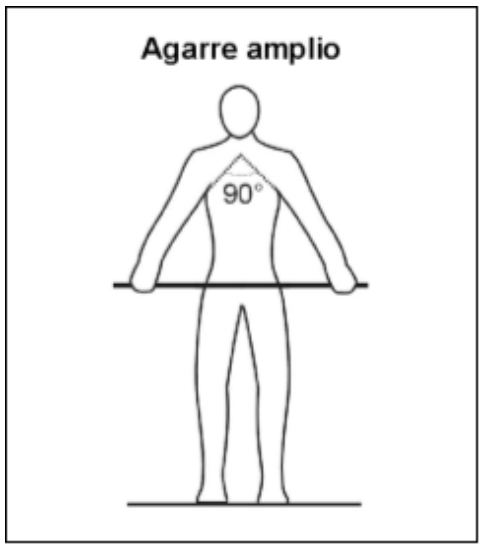


Figura 4.24

Movimiento de salida:

El ejercicio comienza con el deportista de pie erguido tomando la barra con el agarre antes mencionado. Luego la barra se desplaza hacia abajo hasta situarse arriba de las rótulas (donde comienza el segundo tirón). Este movimiento se asemeja a la primera parte del ejercicio de peso muerto con piernas flexionadas.

Esta contracción excéntrica que se produce antes de levantar la barra permite acumular energía elástica y poder desplazar más kilos que si el movimiento hubiera comenzado desde arriba de las rótulas solamente con una contracción concéntrica.

La posición de la espalda durante todo el movimiento hasta llegar al nivel de las rodillas debe ser de completa hipertensión y con los codos bien extendidos. Es muy frecuente que el deportista no pueda generar una hiperextensión marcada, debido a la falta de fuerza en los músculos paravertebrales. Si esto es así debemos proponerle previamente una mayor cantidad de trabajo de espinales, sobre todo peso muerto y buenos días a piernas flexionadas. Si observamos la figura 4.9 vemos que las rodillas están flexionadas y la espalda totalmente hiperextendida durante todo el recorrido.

Tener en cuenta:

- La vista debe estar al frente durante el recorrido para optimizar la hiperextensión de la espalda.
- El agarre de la barra debe ser fuerte ya que no es común a los otros ejercicios por su amplitud.
- Durante el movimiento de descenso de la barra las rodillas deben estar **flexionadas pero fijas**. Solo se produce movimiento en la cadera.
- Durante el descenso la barra debe rozar los muslos.

Segundo tirón sin flexión de brazos:

Si recordamos las fases de los movimientos clásicos, el segundo tirón comienza arriba de la rodilla y culmina cuando la barra obtiene su mayor altura.

Esta fase se utiliza como paso metodológico para vivenciar la elevación de la barra, pero si utilizar los brazos. El ejercicio comienza con el deportista erguido. Luego se realiza el movimiento de salida hasta las rodillas e inmediatamente se eleva la barra lo mas alto posible con una extensión del tobillo, la rodilla, la cadera y la espalda (me paro y estiro al máximo en puntas de pie). También se produce una elevación de los trapecios (encogimiento de hombros). De ningún modo se produce movimiento en el codo (flexión).

El movimiento se realiza a una alta velocidad durante el ejercicio completo con el objetivo de generar una gran cantidad de potencia que es típica de esta fase. De todos modos la velocidad a utilizar en el paso metodológico para la enseñanza es baja hasta que el deportista automatice el movimiento. Ver figura 4.25.

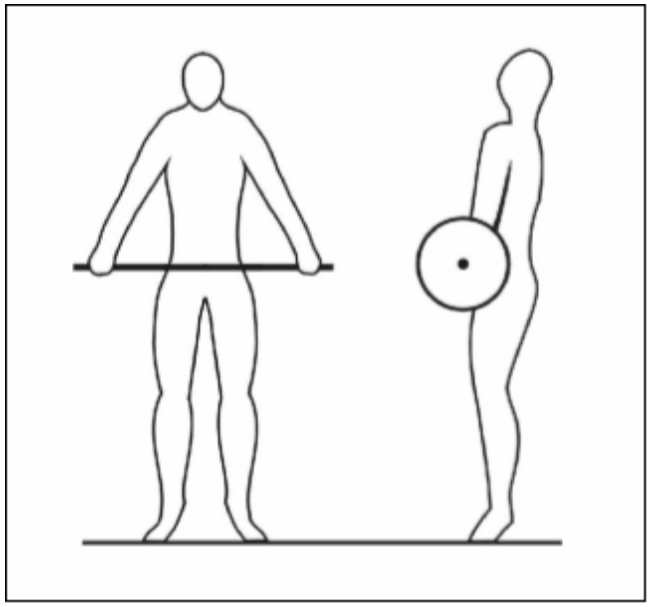


Figura 4.25

El ejercicio se realiza con el objetivo de que nuestro deportista aprenda a elevar la barra (sobre todo cuando tiene mucho peso) sin la utilización de los brazos. El movimiento debe ser realizado con una extensión de las piernas, la cadera y la espalda y no con una flexión de brazos. Esto es importante ya que la musculatura que se pone en juego cuando actúan muchas articulaciones es mayor que si utilizáramos solo los brazos y esto permitirá desplazar mucha más carga.

Tener en cuenta:

- La barra debe rozar los muslos cuando sube.
- El ejercicio se debe reconocer como un movimiento principalmente de piernas y espalda.
- Realizar una extensión de piernas y de cadera al mismo tiempo (igual que si intentáramos saltar hacia arriba).

Segundo tirón con flexión de brazos:

El movimiento es idéntico al anterior pero se le suma una pequeña flexión de codos. Esto es para imprimirle mayor altura a la barra y disponer de mayor tiempo para el deslizamiento. Debemos recalcar que la flexión de codos no debe ser muy grande ya que la musculatura protagonista es en realidad del tren inferior. Los brazos **solo acompañan** y guían el movimiento.

Tener en cuenta:

- No llevar muy atrás el torso (demasiada hipertensión).
- No realizar la flexión de codos antes de producir la máxima extensión de las articulaciones de piernas y espalda. Este error es muy común y se lo denomina "anticipar los brazos". Esto hace que el movimiento pierda potencia.

Arranque de fuerza sin desplazamiento:

Una vez que dominamos correctamente el segundo tirón, es tiempo de llevar la barra hasta arriba de la cabeza. Este movimiento es una suma del segundo tirón mas la acción de brazos para que la barra se eleve y se fije con codos extendidos por encima de la cabeza. La posición para fijar la barra es similar a la del ejercicio de press tras la nuca parado, con la diferencia que marca el agarre de la barra (mas amplio).

Es importante remarcar que el desplazamiento de la barra hacia arriba se produce por la inercia aplicada por la musculatura del tren inferior. El deportista debe captar que el esfuerzo lo están realizando las piernas y la espalda y no los brazos. Cabe aclarar que en este movimiento **no** se deben utilizar los músculos gemelos (pararse en punta de pies) y que no se debe realizar ningún desplazamiento de piernas. El objetivo del ejercicio es enseñar la transición de levantar la barra y situarla por arriba de la cabeza. Si la inercia de la barra no alcanza para que se logren estirar los codos por el peso de la barra, el movimiento se termina a fuerza de brazos.

Tener en cuenta:

- No hiperextender demasiado el torso.
- No descender la cadera para fijar la barra. El movimiento debe producirse solo por acción de elevación de la misma.
- No se realiza extensión de tobillos.
- No se realiza ningún movimiento con los pies.

Desplazamiento de pies sin barra:

Este paso metodológico es el mismo que se describió en el segundo tiempo de potencia detrás de la nuca y se puede obviar si el deportista lo aprendió correctamente. En realidad todos los movimientos derivados del levantamiento de pesas que se analizarán poseen este desplazamiento lateral de piernas. Ver metodología del segundo tiempo de potencia.

Arranque de potencia arriba de rodilla con salto:

El arranque de potencia con salto une los ejercicios de segundo tirón sin flexión de codos mas un salto hacia arriba. El deportista comienza erguido sosteniendo la barra. A continuación realiza el movimiento de salida, inmediatamente el tirón sin flexión de codos y a continuación salta con la barra buscando altura. Recién en el aire podrá flexionar los codos y llevar la barra por arriba de la cabeza.

Durante el vuelo también desplazan los pies hacia los laterales y se aterriza con una semiflexión de piernas y de cadera fijando todas las articulaciones. Es conveniente mantener esta posición durante unos segundos para acostumbrarse adonde debemos sostener el peso. Luego de esto el deportista se para correctamente

juntando los pies y sosteniendo la barra (recuperación). Por último se baja la barra para realizar otra repetición. Ver figura 4.26. Este es un ejercicio muy importante para corregir a los deportistas que intentan utilizar los brazos (flexión) antes de tiempo.

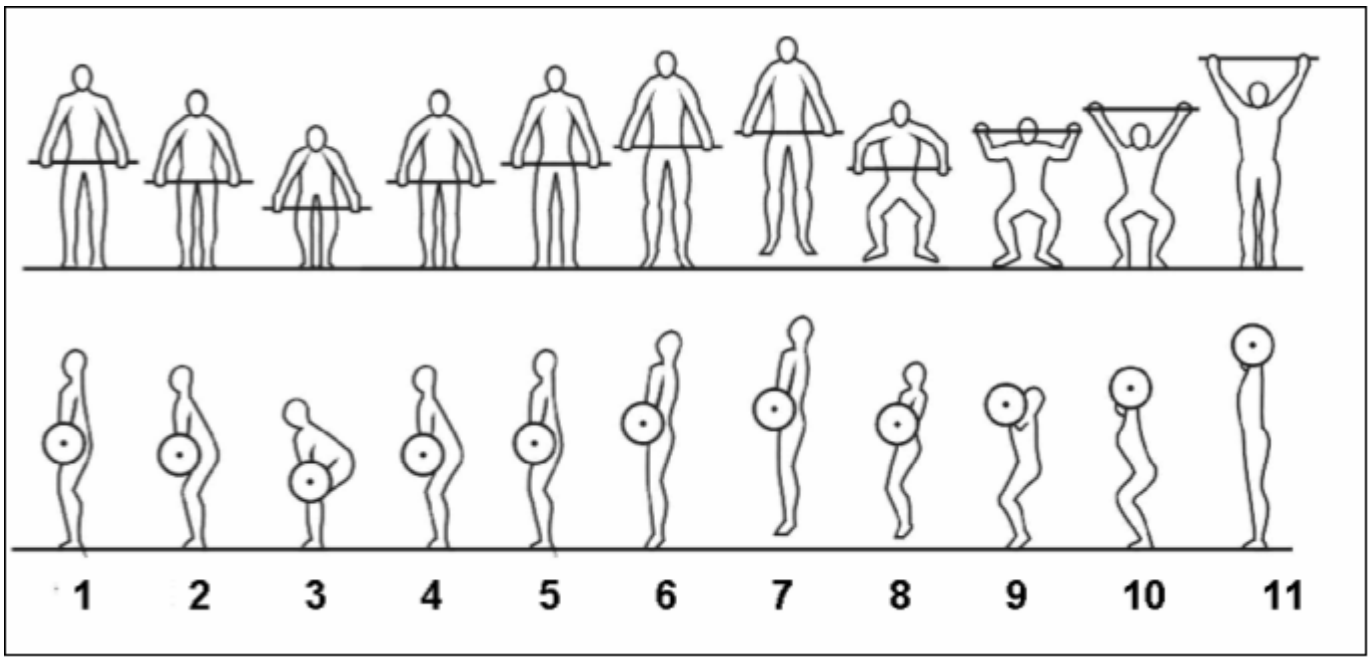


Figura 4.26

Tener en cuenta:

- El ejercicio se debe realizar con poco peso ya que es un movimiento técnico.
- No mover los brazos hasta estar en el aire.

Arranque de potencia arriba de rodilla:

Este es el ejercicio de entrenamiento propiamente dicho. Es igual que el paso anterior pero esta vez el deportista **no intenta como objetivo principal** saltar y elevarse con la barra, sino que el salto es una consecuencia del peso de la barra. En este caso los pies buscan inmediatamente el piso luego de realizar el segundo tirón y despegue del mismo. Cabe aclarar que el ejercicio se realiza correctamente cuando se genera una gran velocidad.

Como durante las primeras repeticiones es imposible que el deportista logre una alta velocidad junto a la precisión de movimiento es probable que no se vea bien. Se debe dar tiempo hasta que el deportista estereotipe el movimiento. Ver figura 4.9.

Tener en cuenta:

- Es muy probable que el deportista no pueda sostener correctamente la barra por encima de la cabeza con un agarre amplio. Esto se puede corregir realizando muchas sentadillas de arranque y metidas de arranque.
- No llevar la barra demasiado atrás de la cabeza (en sentido horizontal) ya que podría generar dolencias en los hombros. Esto es un error muy grave. La barra no debe tener casi ningún movimiento horizontal. La barra se levanta solo hacia arriba.

ENSEÑANZA DE LA CARGADA DE POTENCIA ARRIBA DE RODILLA

Es conveniente enseñar el ejercicio cuando el deportista domina los movimientos de:

- Sentadilla por delante.
- Cuartos de sentadilla.
- Sentadilla.
- Fuerza con impulso.

La toma de la barra:

La toma de la barra en este ejercicio es diferente a la del arranque de potencia arriba de rodilla. En este caso la separación de manos es mas estrecha que el arranque justo por afuera de los hombros. Esta separación es la misma que se utiliza en la sentadilla por delante.

Movimiento de salida:

El movimiento de salida de la cargada es igual al del arranque, la única diferencia es el agarre que mencionamos en el paso anterior. Una consecuencia de este agarre es que el torso no debe descender tanto como en el arranque. Las demás consideraciones a tener en cuenta son también iguales.

Segundo tirón sin flexión de brazos:

Si recordamos las fases de los movimientos clásicos, el segundo tirón comienza arriba de la rodilla y culmina cuando la barra obtiene su mayor altura.

Este paso metodológico es igual al del arranque y solo se diferencia en que la barra se eleva sin rozar los muslos, debido a que el movimiento difiere desde el punto de vista biomecánico en sus fases siguientes.

Es importante que el deportista aprenda a elevar la barra sobre todo cuando tiene mucho peso sin la utilización de los brazos. Ver figura 4.27.

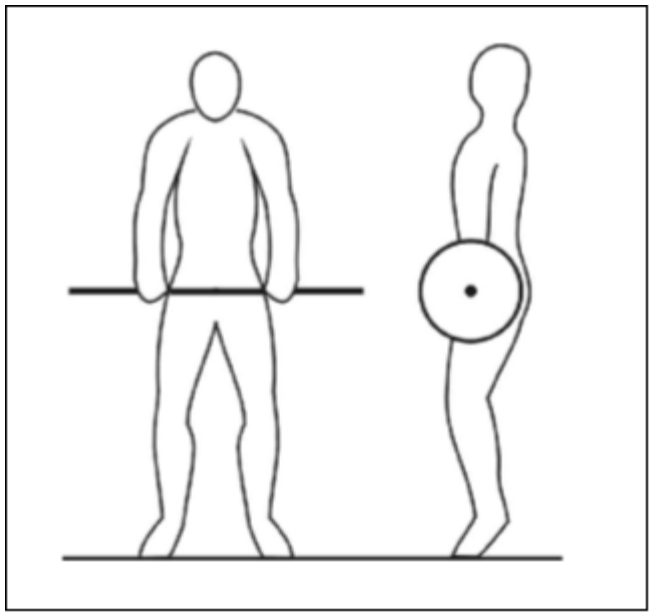


Figura 4.27

Tener en cuenta:

- El ejercicio se debe reconocer como un movimiento principalmente de piernas y espalda.
- Realizar una extensión de piernas y de cadera al mismo tiempo (igual que si intentáramos saltar hacia arriba).

Segundo tirón con flexión de brazos:

El movimiento es idéntico al anterior pero se le suma una pequeña flexión de codos. Esto es para imprimirle mayor altura a la barra y disponer de mayor tiempo para el deslizamiento. La flexión de codos no es muy grande e inclusive el desplazamiento de la barra es menor al ejercicio de arranque debido a la toma estrecha de la barra.

Tener en cuenta:

- No llevar muy atrás el torso (demasiada hiperextensión).
- No aplicar la flexión de codos antes de producir la máxima extensión de las articulaciones de piernas y espalda.

Cargada sin desplazamiento:

Una vez que dominamos correctamente el segundo tirón, es tiempo de llevar la barra hasta los hombros. Este movimiento es una suma del

segundo tirón mas la acción de brazos para que la barra se eleve, se desplacen los codos debajo de la misma y se apoye en las clavículas. La posición para fijar la barra es igual al ejercicio de sentadilla por delante. El objetivo es el mismo que el arranque de fuerza sin desplazamiento: realizar una transición entre el segundo tirón y el apoyo de la barra sobre los hombros. No se debe realizar ningún movimiento con los pies.

Es importante remarcar que el desplazamiento de la barra hacia arriba se produce por la inercia aplicada por la musculatura del tren inferior y la trayectoria de la barra esta levemente mas separada del cuerpo que en el arranque, para permitir un correcto pasaje de los codos debajo de la barra.

El deportista debe captar que el esfuerzo lo están realizando las piernas y la espalda. Los brazos sirven de guía y traen la barra hasta los hombros.

Tener en cuenta:

- No hiperextender demasiado el torso.
- No descender la cadera para fijar la barra. El movimiento debe producirse solo por acción de elevación de la misma.
- No se realiza extensión de tobillos.
- No se realiza ningún movimiento de separación de los pies.

Desplazamiento de pies sin barra:

Este paso metodológico es el mismo que se describió en el segundo tiempo de potencia detrás de la nuca y se puede obviar si el deportista lo aprendió correctamente. En realidad todos los movimientos derivados del levantamiento de pesas que se analizarán poseen este desplazamiento lateral de piernas. Ver metodología del segundo tiempo de potencia.

Cargada de potencia arriba de rodilla:

Este es el ejercicio de entrenamiento propiamente dicho. Es igual que el paso 5 anterior pero esta vez el deportista desplaza los pies buscando inmediatamente el piso luego de realizar el segundo tirón y despegue del piso. Cabe aclarar que el ejercicio se realiza correctamente cuando se genera una gran velocidad. Ver figura 4.10. Como ya mencionamos durante las primeras repeticiones es imposible que el deportista logre una buena ejecución y esto no es un error en sí. Se debe sumar repeticiones hasta estereotipar el movimiento.

Tener en cuenta:

- Es preciso elevar los codos para sostener correctamente la barra en las clavículas. Esto se puede corregir realizando muchas sentadillas de arranque y metidas de arranque.
- No llevar la barra demasiado lejos del cuerpo cuando sube, ya que se debe realizar mas fuerza con el mismo peso. Este error se denomina volear la barra.

VOLUMEN DE TRABAJO DE LOS PASOS METODOLOGICOS

Si bien sería importante y útil recomendar un volumen de trabajo para cada paso metodológico, es muy difícil hacerlo ya que el aprendizaje depende de varios factores. La relación entre el grado de coordinación y los niveles de fuerza de base es imposible de evaluar.

Teniendo en cuenta esta aclaración aconsejamos un volumen de 50 repeticiones para cada paso metodológico. Este volumen se debe aplicar en series cortas (no mas de 5-6 repeticiones) con el objetivo de realizar correctamente el movimiento, automatizarlo y no acumular fatiga. Es normal que todos los que comienzan con estos ejercicios se quejen dolores en los músculos trapecios y en los lumbares ya que se utilizan en todo momento. Se debe trabajar con el nivel de dolor del deportista. Si manifiesta dolores musculares intensos debemos disminuir la frecuencia de entrenamiento ya que sino este cansancio acumulado influirá en las otras cualidades físicas y en el proceso de aprendizaje.

BIBLIOGRAFIA

1. Baechle T. 1994. Essentials of strength training and conditioning. NSCA. Human Kinetics.
2. Drechsler A. 1998. Weigthlifting encyclopedia.
3. Garhammer J. 1980. Power production by Olympic weghtlifters. Medicine and science in sport and exersice. Vol. 12 n° 1. pp 54-60.
4. Garhammer J. 1991. A comparison of maximal power outputs between elite male and female weightliters in competition. International journal of sport biomechanics. 7, pp 3-11.
5. Garhammer J. 1989. Biomechanics of sport. Weigthlifting and training. CRC Press.
6. Garhammer J. 1993. A review of power output studies of olympic and powerlifting: methodology, performance prediction and evaluation test. Journal of strength and condition research. 7(2): 76-89.
7. Klein Karl. 1961. The deep squat exersice as utilizied in weigth training for athletics and its effect on the ligaments of the knee. Journal of the Association of Physical and Mental Retardation. Vol 15 n° 1 pp 10.
8. McLaughlin TM, Dillman CJ, Lardner TJ. 1977. Medicine and Science in Sports. 9, 128.
9. Medvedyev SA. 1989. Texbook for coaches. Sportivny press. Livonia.
10. O'shea J.P. 1985. The parallel squat. National Strength Conditional Assotiation Journal. 7:4-6.
11. Riley D. 1985. The con side of the barbell squat. Scholastic Coach. 54: 28-30.
12. Southmayd W, Hoffman M. 1981. Sports Health: The Complete Book of the Athletics Injuries. New York. Quick Fox.
13. Suarez I.R. 1986. Levantamiento de pesas: sus ejercicios. Inder. La Habana.
14. Suarez I.R. 1985. Levantamiento de pesas. Entrenamiento competitivo. Inder. La Habana.
15. Suarez I.R. 1988. Levantamiento de pesas. Entrenamiento. Inder. La Habana.
16. Suarez I.R. 1991. Levantamiento de pesas. Apuntes. Inder. La Habana.
17. Vorobyev AN. 1978. Texbook on Weightlifting. International Weghtlifting Federation.
18. Yack H, Collins C, Whieldon T. 1993. Comprison of closed and open kinetic chain exersice in the anterior cruciate ligament deficient. American Jornal of Sports Medicine. 21: 49-53.

Desarrollo de la Potencia a través de Gestos Explosivos

INTRODUCCIÓN

Un gesto explosivo es un tipo de manifestación de la fuerza (capitulo 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 mas 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 en 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:

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

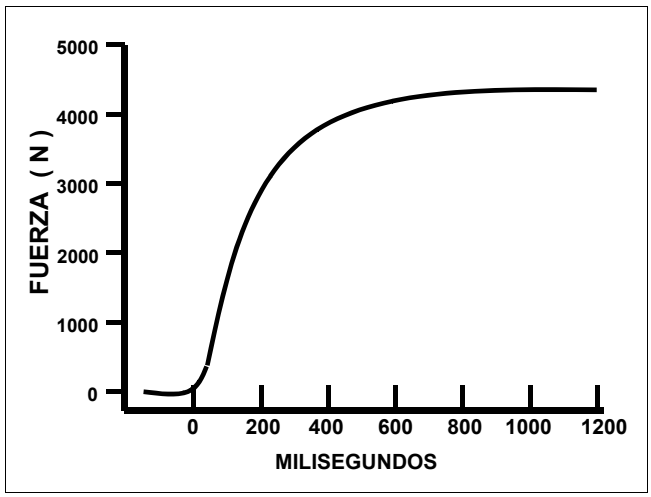


Figura 5.1

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 porciento 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' evalúo 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.

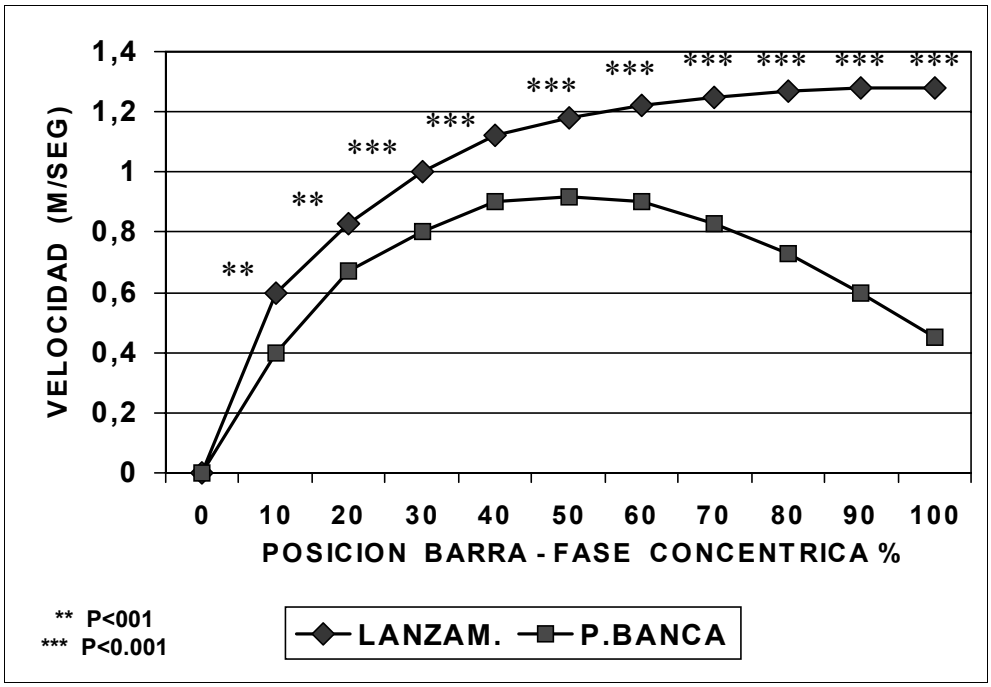


Figura 5.2

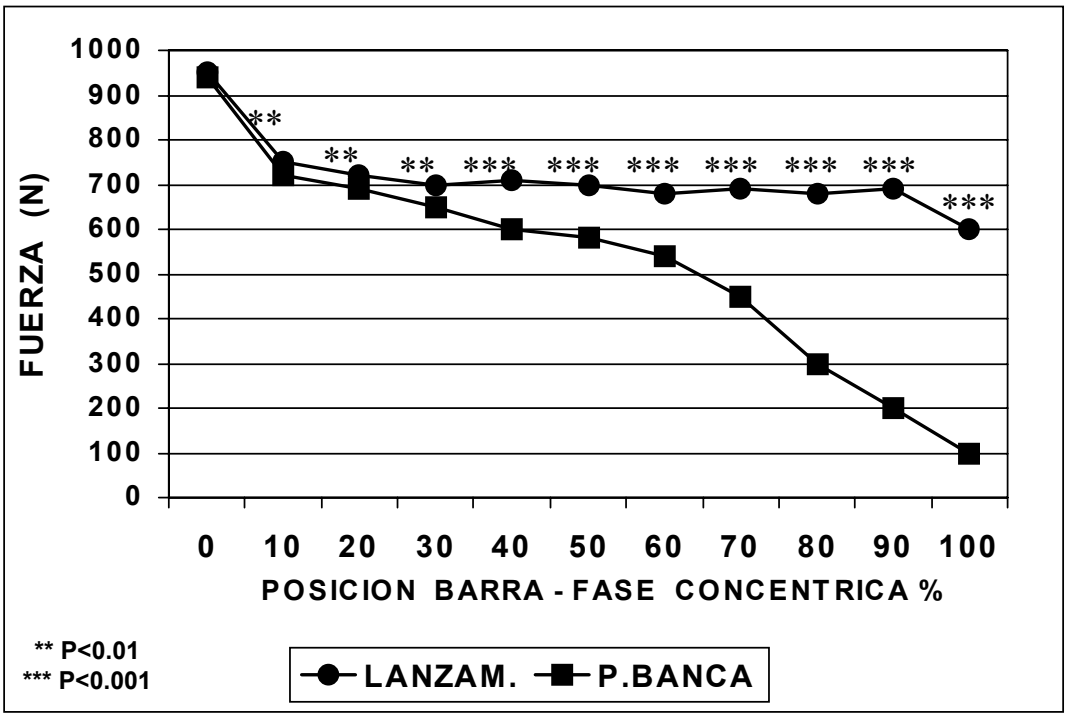


Figura 5.3

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 porciento 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 <u>único medio de entrenamiento</u>. La figura 5.4 muestra los resultados de un trabajo de Zatsiorski en el 70' donde se comprueba los que mencionamos

anteriormente.

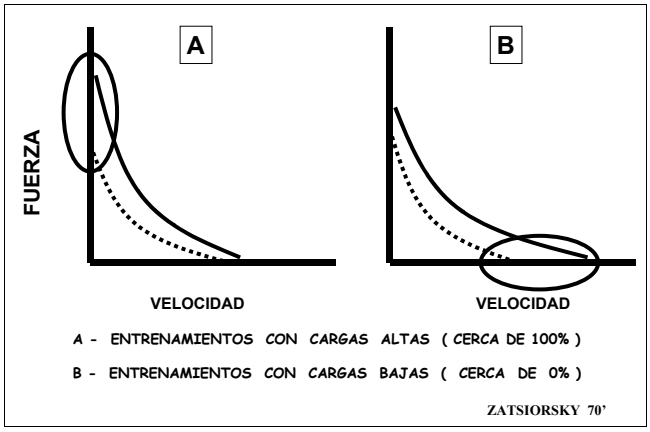


Figura 5.4

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.

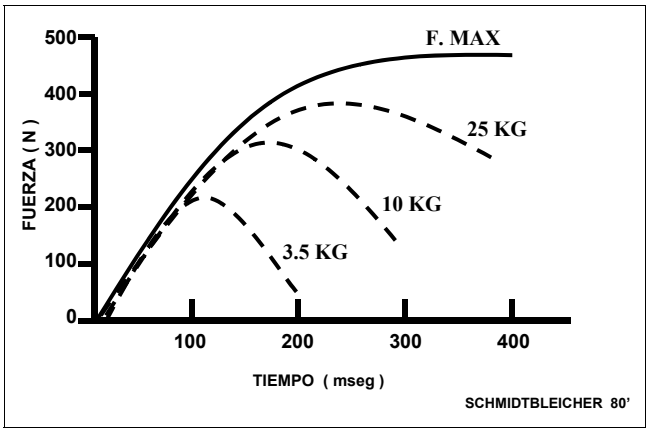


Figura 5.5

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 Schmidtbleicher coinciden en catalogar a las acciones explosivas como tiempos de aplicaciones de fuerza muy bajos (300 y 250 milisegundos respectivamente). Por su parte, Schmidtbleicher 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 capitulo 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 capitulo 4).

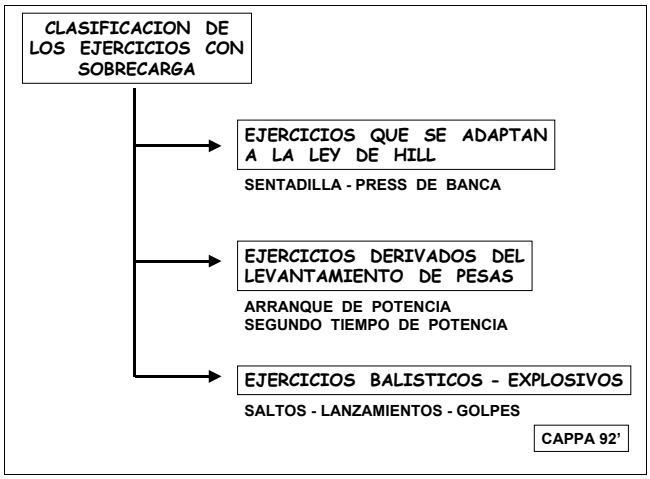


Figura 5.6

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:

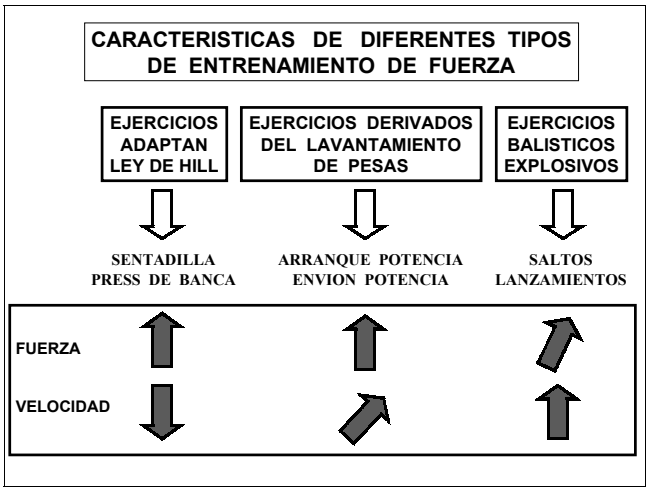


Figura 5.7

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
Saltos con carga	18 %
Sentadilla	5 %
Saltos pliométricos	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 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 Verkhoshanky en la Ex Unión Soviética en el año 1955 (comunicación personal).

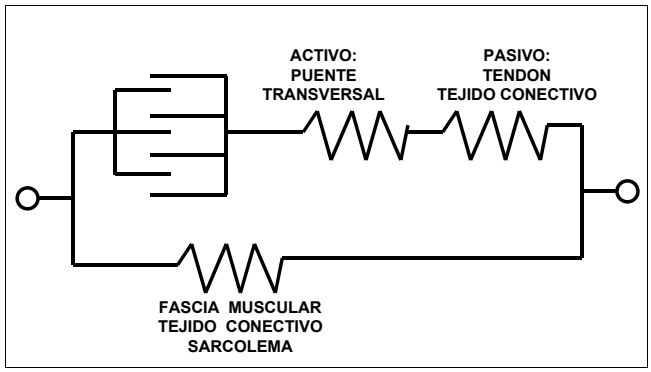


Figura 5.8

El autor buscaba una metodología para mejorar los niveles de potencia de los miembros inferiores de sus deportistas y probo 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 practica, 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.

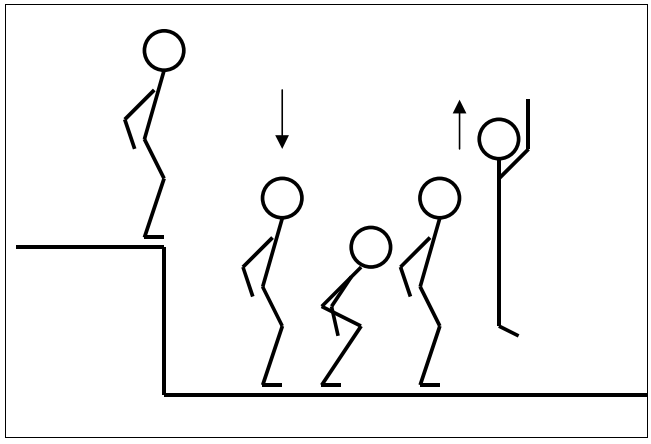


Figura 5.9

Este ejemplo de salto pliométrico es el mas utilizado en el entrenamiento deportivo. Verkhoshansky 95' demostró que si los deportistas con buenos niveles de fuerza previos, se dejaban caer desde una altura especifica 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 capitulo 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 optima** 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.

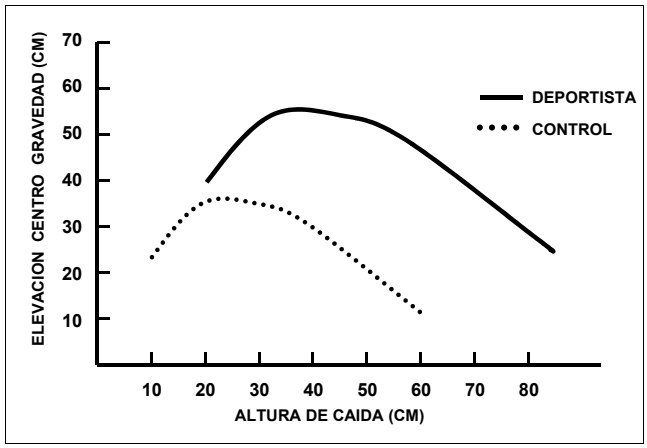


Figura 5.10

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.

PROBLEMATICAS 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 menciono 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 rechazo por el entrenado. También se utilizan las caídas acentuadas por la gravedad como son las lagartijas con aplauso.

Como se aclaró en el capitulo 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 esta 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
Tren superior	Press de banca	1.5
Tren inferior	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-artro-muscular es fácil comprender que si durante el impacto de una caída los músculos involucrados no están correcta y altamente contraidos, 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).

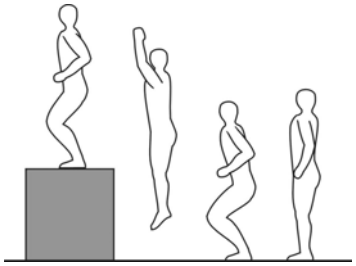


Figura 5.11

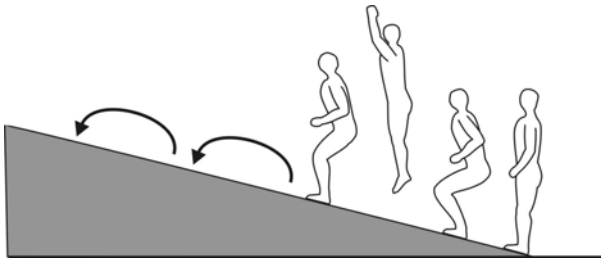


Figura 5.12

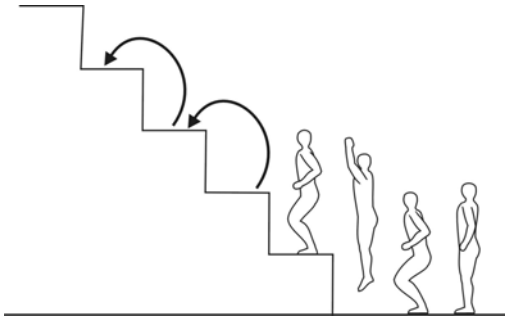


Figura 5.13

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

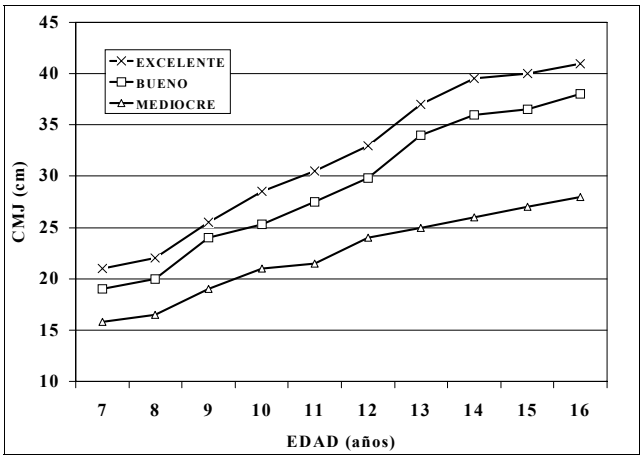
Datos de: Bosco 95'.

Valores de Saltar y alcanzar (sin ayuda de brazos)

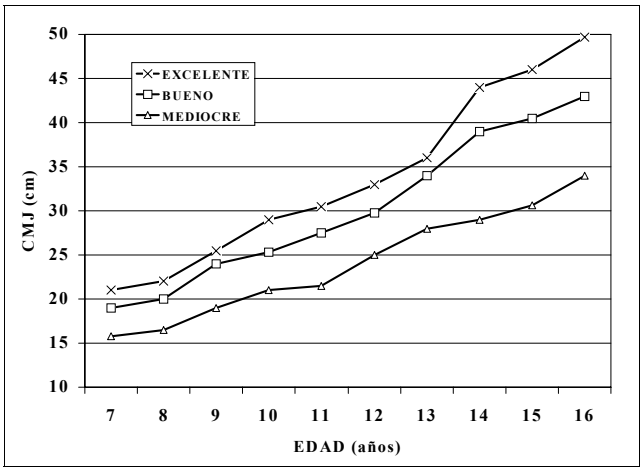
Edad (años)	Mujeres	Varones
12	26.1	32
13	27.2	31.4
14	28	34.2
15	28.3	38
16	28.5	40
17	28.8	42.5
18	28.5	43

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. Elasticitá muscolare e forza esplosiva nelle attivitá fisico-sportive. Societá 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: mehodology, 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, maduration 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 od 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 ahtletes. 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.

Diseño de Programas de Entrenamiento

INTRODUCCIÓN

El diseño de un programa de entrenamiento esta relacionado principalmente con la etapa de desarrollo en la que se encuentra el deportista. Denominamos etapa a los diferentes períodos de tiempo de la vida deportiva del ser humano, en los cuales se deben ir consiguiendo objetivos con relación a la cualidad fuerza.

Varios autores han desarrollado ideas sobre etapas deportivas (Zabala - Mayeta Bueno - Suarez). Estas etapas están relacionadas con las características de la realidad deportiva de cada país (cantidad de educación física escolar - organización de clubes - sponsors deportivos - etc). Creemos que de acuerdo a las características generales, en Argentina se podría adoptar la siguiente clasificación de la vida deportiva, con relación a la cualidad fuerza (figura 6.1).

DENOMINACIÓN	**INICIAL**	**FORMATIVA 1**	**FORMATIVA 2**	**CONSOLIDACION**
EDAD (AÑOS)	**8 - 9 / 12 -13**	**12 - 13 / 15 -16**	**15 - 16 / 17 - 18**	**17 - 18 / + 30**
OBJETIVOS	**JUEGOS DE FUERZA** DE TRACCION DE EMPUJE DE COMBATE CON SOBRECARGA	**ENSEÑANZA DE TECNICAS BASICAS** POSICION SENTADILLA TOMAS BARRA UTILIZACION MAQUINAS, ELASTICOS, SALTOS, ETC.	**ENSEÑANZA DE EJERCICIOS BASICOS** D.L.P: ARRANQUE ENVION SENTADILLAS ARRANQUE DE POTENCIA ENVION DE POTENCIA	**ENTRENAMIENTO DE EJERCICIOS BASICOS CON ORIENTACION DEPORTIVA** PERIODIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO
FRECUENCIA DE ENTRENAMIEN-TO	**2**	**2**	**2 - 3**	**2 - 4**
PLANIFICACION DEL ENTRENAMIEN-TO DE FUERZA	**SI**	**SI**	**SI**	**SI**

Figura 6.1. Vida deportiva y el entrenamiento de fuerza - Cappa 94'

Como podemos notar, en la parte inferior de la figura se muestra un ítem relacionado con la posibilidad de planificar el entrenamiento. En todas las etapas se debe asegurar la planificación del entrenamiento y a simple vista parece descabellado estructurar el entrenamiento a un niño de 8 años. Pues precisamente, esta es la diferencia entre una sociedad deportiva organizada, la cual ya en el ámbito escolar propone un ordenamiento de las cargas de actividad física (entrenamiento) y una que no lo es.

Generalmente la palabra entrenamiento causa estupor cuando se la utiliza en estas edades, debido a que se piensa que los niños serán sometidos a entrenamientos similares a deportistas adultos. Pensar eso realmente esta

muy lejos de lo que se debe realizar. Es decir, la palabra entrenamiento implica un proceso, que es simplemente **organizar la cantidad y calidad de ejercicio que va a ejecutar el niño**. Esta oraganización esta poco relacionada con la idea que muchos profesionales de la educación física tienen del proceso de entrenamiento en edades tempranas. Por otro lado existe gran cantidad de bibliografía comprobando que realizar actividad física organizada (ejercicio) en estas edades es fundamental para incrementar los niveles de salud y su repercusión en la edad adulta (Bar - Or 94').

Planificar la actividad física en la **Etapa inicial** se refiere a proponer ejercitaciones previamente establecidas, con objetivos claros, volúmenes de trabajo bien definidos, adaptados a la edad y a la experiencia motriz previa del niño.

Por ejemplo si en el entrenamiento (en el club o colegio) el día martes de una semana los niños realizan juegos de fuerza de tracción, en el entrenamiento siguiente estos juegos se reemplazarán por algunos de fuerza de empuje y en el siguiente el juego será de combate. Los estímulos en esta etapa deben ser por lo menos dos a la semana y estar presentes todo el año. De ser posible también en los períodos donde el niño no asiste a la escuela. Sería importante que las escuelas de verano continúen con el proceso, sino se perderían alrededor de 2 a 3meses por año durante varios años. Esto representa una gran cantidad de estímulos.

Esta forma de trabajo posibilita que los niños tengan la vivencia de lo que significa hacer fuerza y su relación directa con el rendimiento.

Lo antes mencionado es a lo que denominamos planificación del entrenamiento y nos permite que los niños lleguen a las edades de iniciación deportivas (12-14 años) donde la competencia esta presente en forma regular, sin deficiencias en la cualidad fuerza. Generando la posibilidad de evitar muy fácilmente los déficits de fuerza en la etapa de rápido crecimiento, que inciden (deterioran) en la coordinación general.

La Etapa Formativa 1 debe ser una iniciación al ámbito del gimnasio. Los niños deben aprender su dinámica general, del mismo modo que aprenden gradualmente las reglas y las técnicas individuales de los diferentes deportes.

Fundamentalmente se debe evitar que los niños lleguen a la etapa siguiente sin haber realizado el correcto aprendizaje de todas las técnicas de sobrecarga básicas (press de banca - remo acostado - sentadilla) y de algunas técnicas avanzadas (tirones - arranque de potencia - envión de potencia, etc.) que necesitan de muchas horas de trabajo, al igual que las técnicas deportivas individuales especificas.

Las actividades son principalmente de ambientación y reconocimiento del gimnasio. Comprensión de las normas de seguridad y de comportamiento, reconocimiento y ejercitación con los diferentes elementos de sobrecarga: barras, mancuernas, máquinas, etc. Cuando el gimnasio esta fuera del ámbito de entrenamiento habitual, o sea que se debe asistir a contrahorario fuera del club, los niños deben diferenciar claramente su lugar en el gimnasio, debido a que en el mismo se reúne mucha gente con diferentes objetivos.

En cuanto a lo técnico durante esta etapa se enseñan posiciones básicas de trabajo como la toma de las barras, la posición de sentadilla, diferentes tipos de inclinaciones en los trabajos, los diferentes ejercicios de abdominales y espinales, a contar los kilos en una barra, etc. También se enseña la organización del material para los ejercicios y las normas básicas de ayuda a compañeros, trabajos en parejas y tríos, etc. Un aspecto importante es enseñar a leer entrenamientos y distinguir los pesos y repeticiones. En esta etapa se debería enseñar el trabajo con máquinas, aunque esto ultimo es un poco complicado ya que no existen, por lo menos en la Argentina, fabricantes de maquinas para niños de estas edades donde la antropometría es bastante diferente a la de los adultos.

Quizás uno de los aspectos más importante es **la enseñanza del objetivo del entrenamiento de fuerza** y la diferenciación clara que debe haber con los deportes que utilizan las pesas como parte de su preparación general (fisiculturismo) o para los deportes que compiten con las mismas (Levantamiento de pesas y el levantamiento de

potencia). Esto se logra con la utilización de videos didácticos, análisis de los volúmenes de carga, etc. para que los niños visualicen la diferencia entre un entrenamiento típico de fisiculturista y uno de fuerza para un deporte específico.

Es en esta etapa donde el niño debe comenzar a realizar una gran variación de ejercicios que preserven la columna vertebral (abdominales y espinales) y que generen el hábito de entrenar este tipo de ejercicios.

En la **etapa Formativa 2** los objetivos más importantes son:

- Consolidación de las técnicas de los ejercicios con sobrecarga general.
- Aprendizaje y consolidación de las técnicas de los ejercicios derivados del levantamiento de pesas.
- Inicio en la utilización de cargas altas 80-85-90% (solo si ha cumplido con las etapas anteriores).
- Pequeñas ondulaciones de la carga de acuerdo al fixture de competencia.
- Diferenciación entre un periodo general y uno específico.
- Evaluaciones de rendimiento (saltabilidad - resistencia de la fuerza).

En esta etapa se dedica mucho tiempo a la estabilización de la técnica de los ejercicios, principalmente a los derivados del levantamiento de pesas. Es necesario que los pequeños errores o defectos técnicos sean erradicados, con el objetivo de pasar a la siguiente etapa aumentando el volumen, principalmente en los períodos de entrenamiento generales. Si se deja que estos errores se estandaricen y que se los entrene a diario, se aumenta la posibilidad de producir lesiones por sobreuso.

Es frecuente observar dolores de espalda baja por no haber cumplido correctamente con la etapa formativa 1 (enseñanza) y por el aumento de la intensidad propio de la etapa.

La **Etapa de Consolidación** es la culminación del proceso de formación en la edad lógica donde el deportista comenzará su desarrollo final hacia el alto rendimiento deportivo. Es en esta etapa donde soportará altos volúmenes de carga y altas intensidades, donde afrontará largos periodos competitivos, donde se adaptará a muchos entrenadores con diferentes características y donde deberá soportar las presiones del entorno deportivo. Estas contingencias deben superarse manteniendo la integridad del proceso de entrenamiento.

En cuanto al aspecto técnico, esta etapa modifica constantemente los volúmenes e intensidades, buscando la variante mas adecuada para aumentar el rendimiento. Aquí es donde se aplican algunas rutinas conocidas como la búlgara, la soviética, la cubana, etc. o simplemente se desarrollan nuevas estrategias buscando el máximo rendimiento.

El análisis principal que se debe realizar en el comienzo de esta etapa (18 años) es la comparación de los rendimientos de nuestros deportistas con los promedios de la categoría mayor. Esto nos muestra que tan lejos estamos de los niveles de comparación, que pueden ser nacionales o internacionales, y nos permite estimar cuanto tiempo nos llevaría alcanzar el mismo. Este proceso es muy simple en deportes de tiempo y marca, pero se complica en los deportes de conjunto.

Por ejemplo en el atletismo, si un varón de 18 años tiene como mejor marca en los 100 metros 10.6 segundos, siendo el récord actual de la prueba 9.79 segundos, sabemos que estamos alejados aproximadamente un 10%. Este concepto es necesario para conocer en que tiempo lograremos estar cerca de esta marca y fijar los objetivos parciales a corto plazo (1 año). También esto nos permite estimar que cantidad de deportistas se encuentran en esos niveles.

En los deportes de conjunto es muy útil tener valores de referencia de las cualidades físicas de los equipos mas destacados. Por ejemplo es importante conocer, que un pilar de rugby de nivel internacional debería tener una fuerza relativa de 1.8 a 2.0 en la sentadilla. Esto sirve de referencia por ejemplo, para saber que esos valores son imposibles de alcanzar, si no se organiza una proyección de entrenamiento desde las etapas infanto-juveniles. De todos modos en

los deportes de conjunto existen otras variables que determinan el éxito en los deportes de conjunto.

También se debe recordar que la búsqueda de talentos deportivos es y debe ser una constante para obtener los resultados mencionados con mayor facilidad (Nadori 93').

DISEÑO DE PROGRAMAS BASICOS DE ENTRENAMIENTO

NOMENCLATURA

Antes de desarrollar profundamente la planificación de programas de entrenamiento, debemos establecer una nomenclatura clara y simple en la forma de escribir los programas de fuerza. Esto pretende facilitar al lector el entendimiento de los programas y procedimientos matemáticos que se llevaran a cabo más adelante. La escritura será la misma que se utiliza internacionalmente en casi todos los países del mundo:

Uno de los parámetros más importantes en un programa de fuerza es la intensidad, y en la sobrecarga esta referida a la cantidad de kilos que debemos movilizar en un ejercicio. Como es de esperar, también debemos establecer la cantidad de movimientos o repeticiones que se ejecutan en forma continua antes de producir un descanso (pausa). La escritura básica entonces es la siguiente:

120 / 4

El primer numero representa los kilogramos que serán levantados en la serie de trabajo y luego separado por una barra divisoria le sigue la cantidad de repeticiones que se van a realizar con esos kilogramos. Si es necesario realizar mas de una serie con esos mismos kilogramos y repeticiones se acotara al final y separado por un signo de multiplicación:

120 / 4 * 3

Esto representa la realización de tres series de cuatro repeticiones con 120 kg.

Por lo tanto es muy común encontrar programas escritos del siguiente modo:

Sentadilla 80 kg / 5 reps 100 kg / 5 reps 110 kg / 2 reps * 3 series 120 kg / 2 reps

Este ejemplo contempla las unidades (kilos - repeticiones - series). De aquí en adelante no se aclarará que el primer dígito se refiere a los kilos, el segundo a las repeticiones y el tercero a las series, debido a que **siempre ocupan el mismo orden**.

El único aspecto que puede cambiar en este tipo de escritura es el valor inicial, ya que en algunos programas de entrenamiento puede representar el porcentaje del máximo de fuerza a utilizar.

Por ejemplo:

Sentadilla 60 %/5 reps 70 %/3 reps 80 %/3 reps*2 series 90 %/1 reps

Esto significa que en la primera serie de trabajo el deportista debe utilizar el 60 % de su fuerza máxima y realizar 5 repeticiones, en la segunda serie debe utilizar el 70 % de su máximo y realizar 3 repeticiones y así sucesivamente.

La ventaja de escribir en porcentajes se pone en evidencia cuando tenemos una gran cantidad de deportistas (equipo) y debemos diseñar un trabajo para cada uno. Como seguramente todos poseen diferentes fuerzas máximas, se debería escribir un entrenamiento para cada deportista. En cambio el entrenador puede escribir un programa general si utiliza porcentajes.

Si bien existen otros tipos de nomenclaturas que se utilizan en otros países (Bulgaria - Cuba) trabajaremos con esta forma la cual esta mas arraigada en la sociedad deportiva Argentina.

VOLUMEN E INTENSIDAD

Recomendamos al lector la utilización de una calculadora o una computadora para ejecutar los ejemplos mostrados en este capitulo, con el objetivo de tomar experiencia en los cálculos matemáticos que se deben realizar para monitorear el entrenamiento. Esta practica solo se realizará para el aprendizaje ya que en el futuro todos los cálculos deberán ser analizados con una computadora. De lo contrario seria imposible organizar varios entrenamientos sucesivamente.

Volumen e intensidad son conceptos básicos de la carga de entrenamiento utilizados en la confección de programas. Por esta razón debemos distinguir perfectamente que significa cada uno de ellos dentro del marco del entrenamiento de fuerza. También se debe analizar cuidadosamente que efecto produce la variación de estas variables en un periodo de tiempo dado y observar si concluyen generando cambios (mejoras) en el rendimiento del deportista.

VOLUMEN

El volumen esta representado por la cantidad de repeticiones que se realizan con sobrecarga. Esto le permite al entrenador registrar la cantidad de repeticiones utilizadas durante un ejercicio, una sesión de entrenamiento, un microciclo, etc.

Es muy frecuente cuando se esta planificando recordar por archivo cuantas repeticiones se utilizo en un día específico. Por ejemplo: durante un entrenamiento del día martes 5 de diciembre 1999 se utilizo un volumen de 87 repeticiones. Del mismo modo podemos expresar volúmenes por microciclo, mesociclo, macrociclo, por zona de intensidad, etc.

Ahora, es claro que el concepto de registrar la cantidad de repeticiones es muy importante, pero **no aporta** ninguna idea del peso desplazado en cada una de ellas, por lo cual este dato por si solo, no puede ser utilizado para la confección de un programa de entrenamiento deportivo.

De todos modos es preciso recordar que el volumen y la frecuencia de entrenamiento fueron uno de los primeros datos que comenzaron a comparar los entrenadores en las décadas del 40-50'.

INTENSIDAD ABSOLUTA

La intensidad absoluta de un entrenamiento esta representada por el porcentaje de la fuerza máxima a la cual se trabaja. Si se realiza 5 series de 5 repeticiones al 80 %, la intensidad absoluta utilizada es del 80 %. También es posible su interpretación de a cuerdo a los kilogramos desplazados, que de todos modos estos siempre representan un porcentaje de la máxima fuerza.

Este concepto por si solo no puede aclarar la intensidad completa utilizada en el entrenamiento, ya que nunca se comienza directamente con una carga del 80 %. Previo a esta se utilizaron otras mas bajas de preparación o calentamiento para poder tolerar el 80 % de la fuerza máxima. Esto permite observar que si bien es muy importante conocer la intensidad absoluta, la misma por si sola **no se utiliza** para el monitoreo de la planificación y solo aporta un dato estéril.

Por lo tanto es necesario desarrollar un concepto que este relacionado con el promedio de intensidades utilizadas, y para esto se debe establecer un limite a partir del cual se comiencen a contabilizar las repeticiones que utilizaremos en los cálculos de control de carga.

La intensidad de base que se utiliza con mas frecuencia es el 60 %. Esto quiere decir que tomaremos como punto de partida este porcentaje, para considerar que realizamos una repetición (para que sea contabilizada). Dicho de otra manera, **las repeticiones que se ejecuten por debajo del 60 % "no" serán consideradas dentro del volumen de entrenamiento.**

INTENSIDAD MEDIA RELATIVA TOTAL

Este índice es frecuentemente utilizado para controlar los programas de entrenamiento y consiste en expresar la intensidad promedio

utilizada en un entrenamiento como un porcentaje de la fuerza máxima.

Por ejemplo cuando un entrenamiento se realice al 72 % de intensidad media relativa, este será el promedio de todas las intensidades utilizadas en esa sesión. Es claro que se han realizado repeticiones por debajo y por arriba de la misma, pero que el promedio utilizado es del 72% del máximo rendimiento. Mas adelante detallaremos los cálculos matemáticos utilizados para emplear este índice.

CONTROL DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO

Existe una gran cantidad de factores que se deben controlar en un proceso de entrenamiento. Algunos de estos son:

1. La carga de entrenamiento fisiológica.
2. La cantidad de horas de técnicas de recuperación corporal.
3. La frecuencia de competencia.
4. Las evaluaciones de rendimiento.
5. El volumen.
6. La intensidad, etc.

En este capitulo centraremos nuestra atención en los aspectos básicos para el control de carga fisiológica cuantificable. En general este control se basa sobre índices, promedios y estadísticas desarrolladas principalmente en los países de la ex U.R.S.S. y provienen del deporte Levantamiento de Pesas. Este fenómeno se produce debido a la organización del entrenamiento en los países socialistas. Como dicha organización era netamente verticalista, se han podido aplicar sistemas de entrenamiento a una gran cantidad de población deportiva. Esto es importante ya que se puede analizar si los mismos producen modificaciones positivas o negativas en el rendimiento deportivo. Muchos países desarrollaron programas o tendencias en la planificación y periodización del entrenamiento que inclusive hoy llevan sus nombres.

El proceso de aplicación masiva de programas de entrenamiento es casi imposible llevarlo a cabo en las sociedades capitalistas debido a que las normativas de trabajo no se establecen en forma vertical. Por lo tanto es poco probable que un sistema se pueda imponer a una gran cantidad de deportistas para establecer conclusiones.

A continuación se muestran los índices básicos para el control de la carga de entrenamiento.

TONELAJE

Este es un índice de control que nos puede ayudar a monitorear el programa de entrenamiento y esta referido a la cantidad de kilogramos que son desplazados en un ejercicio, en un entrenamiento, en un microciclo, etc. Se obtiene multiplicando las repeticiones por los kilos levantados.

Ejemplo: Si se realiza el siguiente entrenamiento expresado en kilogramos.

Ejercicio: Press de banca 1 R.M= 150 KG

Entrenamiento en kilogramos	**95/5**	**110/5**	**125/3**	**135/2*2**
Cálculos	**95*5**	**110*5**	**125*3**	**135*4**
Resultados	**475 kg + 550 kg + 375 kg + 540 kg = 1.940 kg**			

Si sumamos todas las series realizadas, el tonelaje movilizado en este ejercicio fue de 1.940 kg.

PESO MEDIO

Este índice representa el promedio de kilos levantados para cada repetición o entrenamiento, y aporta una idea sobre que tan cerca se esta trabajando de la fuerza máxima durante un ejercicio o entrenamiento. Este índice se consigue dividiendo el tonelaje levantado con las repeticiones utilizadas.

Si continuando con el ejemplo anterior:

Entrenamiento	**95/5**	**110/5**	**125/3**	**135/2*2**	
Tonelaje (kg)	**475**	**550**	**375**	**540**	**= 1.940 kg**
Repeticiones	**5**	**5**	**3**	**4**	**= 17 Repeticiones por serie**

$$\text{Peso medio} = \frac{\text{tonelaje}}{\text{repeticiones}} = \frac{1.940 \text{ kg}}{17 \text{ reps}}$$

114.1 kg/reps

Este índice fue quizás uno de los más importantes para la comparación de programas de entrenamiento, que inclusive hoy es muy utilizado. En este caso el ejemplo indica que en el ejercicio se utilizo un peso promedio para cada repetición de 114.1 kg. Este valor representa a la intensidad utilizada en el entrenamiento, si conocemos la fuerza máxima del deportista.

Ejemplo comparativo de dos deportistas.

Deportista A 1R.M = 160 kg.
Deportista B 1R.M = 140 kg.

Como podemos apreciar ambos deportistas tienen fuerzas máximas diferentes. Si los dos entrenan con el mismo programa arriba mencionado, es obvio que un peso medio utilizado de 114.1 kg representa un esfuerzo de entrenamiento mucho menos intenso para el deportista **A** que posee la mayor fuerza máxima. Es decir que si estos dos deportistas entrenaron con el mismo programa, el deportista **B** utilizo mas intensidad que el deportista A por estar más próximo a su máximo rendimiento.

CALCULO DE LA INTENSIDAD MEDIA RELATIVA TOTAL (I.M.R)

Para calcular este índice se puede utilizar dos procesos matemáticos indistintamente, dependiendo de cómo este escrito el programa (kilos o porcentaje). Los resultados serán exactamente los mismos. Las ecuaciones se desarrollan a continuación.

Si el programa de entrenamiento esta desarrollado en kilogramos utilizamos el siguiente proceso: Ejemplo

Sentadilla 1 R.M = 150 kg

Supongamos que el entrenamiento realizado fue el siguiente:

90/5	**105/3*2**	**115/2*2**	**125/2*2**

El primer paso es calcular el tonelaje movilizado cuyo procedimiento ya fue explicado anteriormente.

Entrenamiento	**90/5**	**105/3*2**	**115/2*2**	**125/2*2**
Tonelaje	**450**	**630**	**460**	**500** **= 2040 kg**

El segundo paso es conocer el peso medio cuyo procedimiento también fue explicado.

Tonelaje total = 2040 kg.
Repeticiones = 19 Utilizadas
$\text{Peso medio} = \frac{2040 \text{ kg.}}{19 \text{ reps.}} = 107.3 \text{ kg/reps.}$

El tercer paso es aplicar la formula de la intensidad media relativa (I.M.R) que es la siguiente:

$$\text{I.M.R} = \frac{\text{PESO MEDIO} * 100}{\text{1 R.M (fuerza máxima)}}$$

RESULTADO:

$$\text{I.M.R} = \frac{107.3 * 100}{150} = 71.5\ \%$$

Generalmente el índice se utiliza con un solo decimal a los efectos de realizar futuras comparaciones de entrenamientos.

El segundo proceso matemático para calcular la I.M.R se aplica cuando el entrenamiento esta expresado en porcentajes. Solo se deben realizar algunos cálculos entre las intensidades y relacionarlo con el volumen utilizado.

Ejemplo de entrenamiento expresado en porcentaje.

Ejercicio Sentadilla:

Entrenamiento en porcentaje	**60/3**	**70/3**	**80/3**	**85/2*2**
Volumen (reps)	**3**	**3**	**3**	**4 = 13 reps.**
Cálculos (multiplicar el % por las reps. Utilizadas en cada serie - esto no es tonelaje)	**60*3**	**70*3**	**80*3**	**85*4**
Sumatoria (no son kilogramos)	**180**	**210**	**240**	**340 = 970**
I.M.R = Sumatoria / Volumen total				**970 / 13 = 74.6 %**

Como podemos apreciar el calculo inicial se basa en multiplicar el porcentaje de trabajo por la cantidad de repeticiones que se ejecutaron con el mismo. Esto otorga un resultado numérico (sin unidad) **el cual no debemos confundir con los kilos levantados (tonelaje),** ya que el entrenamiento esta expresado en porcentajes. Por lo tanto este será aplicable a cualquier deportista independientemente que posean diferente fuerza máxima.

Luego de realizar este calculo sumamos todos los resultados por serie y lo dividimos para el volumen total utilizado en el ejercicio. De esa manera obtenemos la I.M.R. Cualquiera de los dos procedimientos que se aplique llegara por diferentes caminos al mismo valor de la I.M.R

TABULACIÓN DE LA INTENSIDAD MEDIA RELATIVA

Luego de la aplicación de estos cálculos es necesario realizar un proceso de tabulación para tener un marco referencial de los resultados obtenidos. El cálculo de la intensidad media relativa es de gran importancia, pero el entrenador debe conocer la dinámica de este índice, lo cual permitirá otorgarle intensidad a sus entrenamientos antes de planificarlos.

Si nos detenemos durante un breve instante a analizar la formula de la intensidad media relativa, esta nos dice que **porcentaje representa el peso medio utilizado de la fuerza máxima (1 R.M).**

La I.M.R se puede valorar de acuerdo a algunos rangos internacionales como el de Suarez. Esta tabulación intenta aportar una idea de la intensidad aplicada en el entrenamiento. Ver tabla 6.1.

Menos de	**70**	**carga baja**
entre	**70 - 80**	**carga media**
mas de	**80**	**carga alta**

Tabla 6.1

Si bien la tabulación ayuda a catalogar los entrenamientos cabe aclarar que se deben considerar algunos casos especiales. De acuerdo a la tabla 6.1, un entrenamiento con una intensidad de 71.0 representaría una carga media. Pero una intensidad de 79.0 también es considerada una carga media para la misma tabulación. Creemos que el rango de intensidad media es demasiado amplio y desde hace algunos años se utiliza otra clasificación similar pero modificada, que permite tener una idea más exacta de la intensidad que estamos utilizando.

La razón por la cual se modifica esta tabulación es que el rango de 70 - 80 %, es demasiado amplio. Esto se pone de manifiesto cuando un deportista debe trabajar un día cerca del piso del rango (I.M.R = 71) y otro día a una cerca del techo (I.M.R = 78-79). Ambas son consideradas cargas medias pero el esfuerzo es considerablemente diferente.

Para comprender bien este concepto analizaremos un ejemplo. En los siguientes entrenamientos expresados en porcentaje se puede apreciar una gran diferencia.

Entrenamiento A

60/5 70/4 75/3*2 80/4
Volumen = 19
I.M.R = 71.1

Entrenamiento B

60/3 70/3 80/3 85/5 90/3 90/2
Volumen = 19
I.M.R = 79.2

Ambos entrenamientos tienen el mismo volumen (19 repeticiones) y se encuentran entre el rango de 70 - 80 de I.M.R, pero es apreciable a simple vista que el entrenamiento B es mucho más intenso que A ya que utiliza intensidades del 90 %. Por esta razón, si estamos planificando entrenamientos de fuerza para deportes como complemento de las otras cualidades físicas, hemos desarrollado una tabulación alternativa que permite tener un control más estricto de la carga de entrenamiento. La clasificación intenta subdividir la zona media de la tabulación anterior con el objetivo de evitar la diferencia tan grande mostrada en el ejemplo anterior. Ver tabla 6.2.

menos de	**70**	**carga baja**
Entre	**70 - 74**	**carga media**
Entre	**75 - 78**	**carga alta**
mas de	**78**	**carga muy alta**

Tabla 6.2 - Cappa 94'

INTENSIDAD MEDIA RELATIVA DEL NUDO DEL ENTRENAMIENTO

Este concepto fue utilizado por Anselmi a los comienzos del 90' para identificar cual es la intensidad de la carga que realmente sirve para un correcto desarrollo de la fuerza y cuya manipulación es el verdadero sentido de la planificación. De acuerdo a la bibliografía internacional, la fuerza es correctamente estimulada cuando las cargas de entrenamiento van por arriba del 80%. La parte más importante de un entrenamiento, con el objetivo de elevar los niveles de fuerza esta en el trabajo por encima del 80%. Mas aún con la **cantidad** de repeticiones que se realizan en esa zona de intensidad. A continuación mostramos un ejemplo.

Ejemplo: Entrenamiento expresado en porcentaje.

Ejercicio Sentadilla.

Entrenamiento en porcentaje	**60/3**	**70/3**	**80/3**	**85/2*2**
Volumen = 13 reps.	**3**	**3**	**3**	**4**
Cálculo	**60*3**	**70*3**	**80*3**	**85*4**
Sumatoria = 970	**180**	**210**	**240**	**340**
I.M.R = 970 / 13 = 74.6 %				

Para el cálculo de la I.M.R del nudo realizamos las mismas ecuaciones matemáticas pero solamente teniendo en cuenta las repeticiones que se realizan con el 80 % o más de la carga, que representan las intensidades que realmente influyen sobre la fuerza.

Entrenamiento en Porcentaje arriba 80 %	**80/3**	**85/2*2**
Volumen = 7 reps.	**3**	**4**
Cálculos	**80*3**	**85*4**
Sumatoria = 580	**240**	**340**
I.M.R nudo = 580 / 7 = 82.8 %		

Como dijimos este concepto permite analizar un entrenamiento en cuanto a las repeticiones que se utilizan por arriba del 80 % de la fuerza máxima. La importancia de este índice es que nos informa sobre la I.M.R que se utilizó con cargas **realmente altas**. Esto es muy importante ya que si a un entrenamiento le agregamos muchas repeticiones por debajo del 80 % se modificará la

I.M.R y este esfuerzo no propone una mejora en la fuerza máxima.

Es muy importante en los programas de entrenamiento analizar tanto la intensidad media como la del nudo, ya que existe la posibilidad de que encontremos dos entrenamientos con la misma I.M.R total, pero que demandan al deportista diferentes esfuerzos al momento de ejecutarlos. Ejemplo de entrenamiento Ejercicio Sentadilla expresado en porcentaje.

Entrenamiento A	**60/4**	**70/4**	**80/4**	**85/2**	**90/2**
Entrenamiento B	**60/3**	**70/3**	**80/5*2**		

Cálculos

Entrenamiento A	**60/4**	**70/4**	**80/4**	**85/2**	**90/2**
Volumen = 16reps.	**4**	**4**	**4**	**2**	**2**
Cálculos	**60*4**	**70*4**	**80*4**	**85*2**	**90*2**
Sumatoria = 1190	**240**	**280**	**320**	**170**	**180**
Volumen nudo = 8 reps.		**4**		**2**	**2**
Cálculos		**80*4**		**85*2**	**90*2**
Sumatoria = 670		**320**		**170**	**180**
I.M.R = 1190 / 16 = 74.4					
I.M.R nudo = 670 / 8 = 83.75					

Entrenamiento B	**60/3**	**70/3**	**80/5*2**
Volumen = 16 reps.	**3**	**3**	**10**
Cálculos	**60*3**	**70*3**	**80*10**
Sumatoria = 1190	**180**	**210**	**800**
Volumen nudo		**10**	**= 10 reps.**
Cálculos		**80*10**	
Sumatoria		**800**	**= 800**
I.M.R = 1190 / 16 = 74.4			
I.M.R nudo = 800 / 10 = 80			

Realizados los cálculos pertinentes podemos apreciar que si bien ambos entrenamientos tienen la misma I.M.R total (74.4) tienen diferentes I.M.R del nudo **(A = 83.75 y B = 80)**. Esto se debe principalmente a que el entrenamiento A alcanza intensidades mas altas que el entrenamiento B (85 - 90 %). Por ende para el deportista significa un esfuerzo mayor llegar mas cerca de su máxima fuerza, que realizar un volumen de repeticiones más grande pero lejos del mismo (60 - 70 %).

Si bien existen muchos otros índices de control de la carga de entrenamiento, utilizaremos solo los mencionados anteriormente con el objetivo de desarrollar planificaciones sencillas.

ANALISIS LONGITUDINAL DE CONTROL DE CARGA

Si bien todavía no ingresamos al desarrollo de planificaciones básicas, es importante analizar algunos procesos de entrenamiento que estuvieron muy bien controlados. En forma general estos entrenamientos tan bien monitoreados provienen del Levantamiento de Pesas debido a que el seguimiento de estos índices representa gran parte de la planificación total del deporte.

Por el contrario esto no se observa en deportes de conjunto donde existen otros indicadores respecto de las cualidades técnico - tácticas que tienen mayor importancia.

A continuación en la tabla 6.3 mostramos seguimiento longitudinal de 9 años de los índices más importantes:

Es importante ver que independientemente del aumento o disminución del tonelaje y las repeticiones, la relación entre ellos (PESO MEDIO) fue siempre creciente. Esto es lo que permitió el incremento constante del resultado en el total olímpico (suma de arranque y envión).

Deportista: V. S. Categoría hasta 100 KG.

AÑO	TONELA-JE	REPETI-CIONES	PESO MEDIO	MEJOR RESUL-TADO
1974	676	6740	100	255
1975	1029	9784	104	297
1976	1344	11803	113	340
1977	1548	12272	126	355
1978	2048	16000	128	370
1979	2720	20000	136	390
1980	2100	15000	140	400
1981	2840	20000	142	415
1982	2492	17188	145	422

Tabla 6.3

Si bien los deportes de conjunto no necesitan un seguimiento tan profundo, sería importante que se planificara los entrenamientos, se analizara lo que se cumplió del mismo y desarrollaran gráficos explicativos de la modificación de carga anual con el objetivo de establecer normativas de trabajo futuras.

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA GENERAL DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE SOBRECARGA

Los preparadores físicos se encuentran frecuentemente con la siguiente situación:

Al hacerse cargo del equipo de un deporte de conjunto, se plantea la posibilidad de realizar ejercicios con sobrecarga para mejorar los niveles de potencia muscular, soportar mejor las condiciones generales del juego y prevenir lesiones. Pero al comenzar el proceso es frecuente encontrar a los deportistas en las siguientes condiciones.

- Deportistas que no tengan experiencia con ejercicios de sobrecarga.
- Deportistas que tengan experiencia con ejercicios de sobrecarga.

  - jugadores que han realizado ejercicios tradicionales.
  - jugadores que han realizado ejercicios de potencia muscular.
- Deportistas con experiencias positivas.
- Deportistas con experiencias negativas.

Generalmente siempre recibimos deportistas con diferentes condiciones, y entonces nos preguntamos ¿por donde comenzamos?

Sería ideal, que recibiéramos deportistas que hayan pasado por el proceso mencionado al inicio del capitulo respetando todas las etapas de formación del entrenamiento de fuerza, independientemente del deporte que practique. Esto es poco probable que suceda y por eso debemos someter a todos los deportistas a un período de adaptación correctamente diseñado (ver capitulo 3 de evaluación).

Lo más importante de este período es localizar las limitaciones básicas de los deportistas. Las limitaciones no deben confundirse con errores técnicos de ejecución, aunque una limitación puede inducir a un error de ejecución.

Las limitaciones están relacionadas con:

- La falta de flexibilidad.
- Lesiones previas.
- Limitaciones antropométricas.
- Cualquier otro factor que influya negativamente en la ejecución de los ejercicios.

Un ejemplo muy común es la falta de movilidad en las muñecas que produce dolor en la posición para sostener la barra en las cargadas de potencia o para realizar sentadilla por delante. En general estas limitaciones nos orientan en la selección de los ejercicios aplicar en el programa de entrenamiento.

CONSIDERACIONES BASICAS PARA EL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO

PERIODIZACION Y PLANIFICACION DEPORTIVA

Cuando un entrenador comienza a desarrollar un programa de fuerza, debe dominar a la perfección los conceptos de planificación y periodización

deportiva, que a simple vista pueden parecer procesos similares.

La planificación esta referida al estudio de las leyes biológicas básicas de la organización de las cargas de trabajo. Por ejemplo si vamos utilizar en la misma sesión un trabajo de fuerza dinámica máxima y un trabajo de saltabilidad para el tren inferior, en general primero se realizará las sentadillas y luego los ejercicios de saltabilidad. Este concepto se denomina **transferencia** y se basa en estudios electromiográficos y evaluaciones bioquímicas de metabolitos intermedios, que comprueban que esta organización de las cargas es más efectiva que si se realiza de forma inversa.

La periodización nace en los años 50 principalmente con Matveyev seguido por Vorobiov y se aplico en sus comienzos al Levantamiento de Pesas. Es entonces donde se desarrolla lo que hoy conocemos como fenómeno de supercompensación. Matveyev propuso que luego de cierta cantidad de estímulos intensos debería haber un tiempo de entrenamiento con cargas bajas a modo de recuperación. Esto permite que los deportistas entrenen con menor riesgo de lesión, con mas intensidad y obtengan mejores resultados. Esto significó que la ex U.R.S.S dominara gran parte de las competencias incluidos los Juegos Olímpicos durante varias décadas.

Fleck define a la periodización como:

"La división del tiempo de entrenamiento en fases que poseen diferentes características y que logran el objetivo de incrementar el rendimiento deportivo en general o para un determinado momento".

Esto se refiere a la manipulación de los índices de carga (volumen e intensidad) con relación al tiempo disponible antes de una competencia, de modo tal que se obtenga el mayor resultado posible el día de competencia (atletismo) o los días de competencia (tenis).

Es muy importante aclarar que no todas las periodizaciones propuestas por diferentes entrenadores obtienen resultados positivos. Un ejemplo muy claro es la tesis doctoral de Suarez 90' que versa sobre los sistemas fásicos de entrenamiento en el Levantamiento de Pesas para el período competitivo.

Su investigación propone varios sistemas de entrenamientos (monofásicos, bifásicos y trifásicos) con distinta duración de tiempo (10-20-30 días). En los resultados muestra como algunos sistemas resultaron muy efectivos, pero otros no incrementaron el rendimiento deportivo representado por el total olímpico. Esto confirma que los sistemas que no obtuvieron resultados positivos no poseen una combinación de volumen e intensidad correcta. También es posible que la muestra de deportistas a los que se aplicó el sistema no estaba en las mejores condiciones físicas en ese momento y por tal razón no respondió con un incremento en el rendimiento.

Trabajos como estos nos permiten interpretar que es muy posible que sistemas de entrenamientos muy populares no siempre logran los objetivos deseados o mostrados por sus autores, debido a que se aplican a deportistas con características diferentes a los utilizados en los estudios originales.

Por lo tanto, el único modo de comprobar que una periodización tuvo éxito es a través del rendimiento deportivo, expresado en distintos indicadores de rendimiento de la potencia muscular.

Esto es fácil de observar en deportes de tiempo y marca ya que la prueba en sí es un testigo de rendimiento (tiempo en 100 mts. - arranque - etc.), pero se complica en los deportes de conjunto, de combate o de apreciación. Es posible que un deportista cuente con la mejor condición física, pero no obtenga buenos resultados debido a que no se domina bien la técnica y la estrategia del deporte. En los deportes de conjunto se utiliza alguna batería de test indicativos para el rendimiento (ejemplo: saltar y alcanzar para analizar la potencia de piernas).

Por lo tanto para establecer las condiciones básicas de entrenamiento en la sobrecarga, debemos analizar exhaustivamente del deporte para el cual vamos a planificar. Para este

propósito nos apoyaremos en un concepto general modificado propuesto por Anselmi (figura 6.2), que logra resumir las características generales de la planificación deportiva.

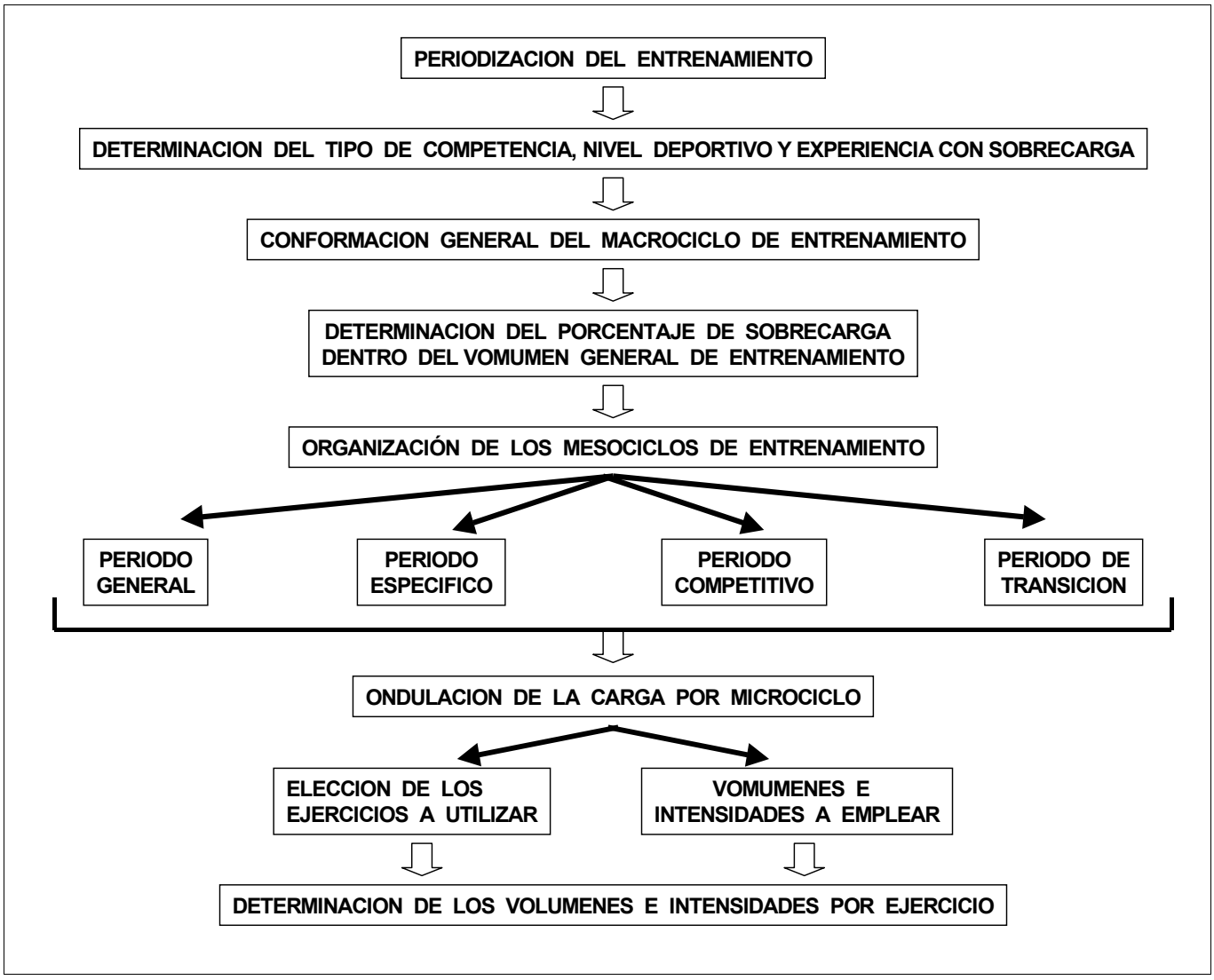


Figura 6.2 - Modificado de Anselmi 98'

PASOS METODOLOGICOS PARA LA PLANIFICACIÓN DEPORTIVA

Si bien no existe una secuencia metodológica que garantice resultados en el aumento del rendimiento deportivo, es importante organizar lo mejor posible los programas de trabajo, con el objetivo de tener antecedentes escritos y poder realizar sobre ellos modificaciones de los indicadores de carga, para recombinarlos y obtener constantemente una mejora en la potencia muscular.

A continuación se enumeran una serie de pasos metodológicos para sistematizar la planificación deportiva:

1. ANALIZAR LOS ANTECEDENTES DE ENTRENAMIENTO Y LAS LIMITACIONES GENERALES PARA LOS EJERCICIOS.
2. DETERMINAR UNA LINEA DE TIEMPO DE ACUERDO AL FIXTURE DEPORTIVO Y ORGANIZAR LOS PERIODOS (GENERAL - ESPECIFICO - COMPETITIVO) Y SI ES NECESARIO LOS MESOCICLOS.
3. OTORGAR CARACTERISTICAS A LOS

MICROCICLOS (BASE - CHOQUE - RECUPERACION) DE ACUERDO A LOS SISTEMAS ELEGIDOS (2 * 1 - 3 * 1).

4. ELEGIR LOS EJERCICIOS PARA LOS DIFERENTES PERIODOS DE A CUERDO A LA POTENCIA GENERADA POR LOS MISMOS.
5. DETERMINAR FRECUENCIAS DE ENTRENAMIENTO.
6. DETERMINAR VOLUMENES POR MESOCICLO O PERIODO.
7. DISTRIBUIR VOLUMEN E INTENSIDAD POR MICROCICLO, DIA, SESIÓN Y EJERCICIO.
8. CONFECCIONAR EL PROGRAMA DIARIO.

Estos pasos metodológicos pueden sufrir modificaciones por acontecimientos que no están previstos en ninguna planificación como pueden ser: lesiones, cambios del fixture, condiciones climáticas, etc.

EJEMPLO DE PLANIFICACION DEPORTIVA

Tomaremos el deporte voley como ejemplo para desarrollar una planificación específica.

Paso 1: Análisis de antecedentes y limitaciones.

La mayoría de los deportistas tienen experiencia en entrenamiento inclusive con los ejercicios derivados del levantamiento de pesas, pero no cuentan con antecedentes escritos.

Paso 2: Determinar línea de tiempo y organizar períodos.

La figura 6.3 muestra la línea de tiempo que representa el fixture deportivo. Si nos situamos en la temporada 2000 podemos establecer las primeras conclusiones necesarias para la confección de la cronología.

Tipo de Competencia: Continua (7 meses y medio - categoría mayor - nivel provincial - con experiencia con sobrecarga).

Macrociclo:

Duración de 9 meses y medio. Dos torneos (apertura y clausura). Comienzo del proceso 15 de enero e inicio del torneo 15 marzo. Ver figura 6.3.

Tiempo total de entrenamiento: 3 estímulos de 2.30 hs. cada uno + 1 partido por semana.

Porcentaje que representa la sobrecarga: 30% de tiempo en los períodos general y específico (2.20 hs.) y 25% del tiempo (1.50 hs.) repartido en 2 estímulos semanales al inicio del entrenamiento (martes y jueves).

El tiempo de entrenamiento de la sobrecarga podrá variar en 10 a 15 minutos de mas o de menos de acuerdo a la característica del microciclo.

Períodos:

Período general = 1 mes y medio dividido en dos fases (2 semanas de adaptación - enseñanza de técnicas y 4 semanas de potencia con predominio de fuerza).

Período específico = 1 mes de potencia muscular con predominio de ejercicios de sobrecarga con gran velocidad.

Período competitivo = 7 meses y medio de mantenimiento de la cualidad utilizando ejercicios de potencia con predominio de la velocidad inclusive en el período de transición (15 días entre torneos). Pequeñas ondulaciones de la intensidad de a cuerdo al fixture.

Ondulación general de la carga por microciclo: sistema de 3 * 1 (tres microciclos de alta intensidad por uno de recuperación).

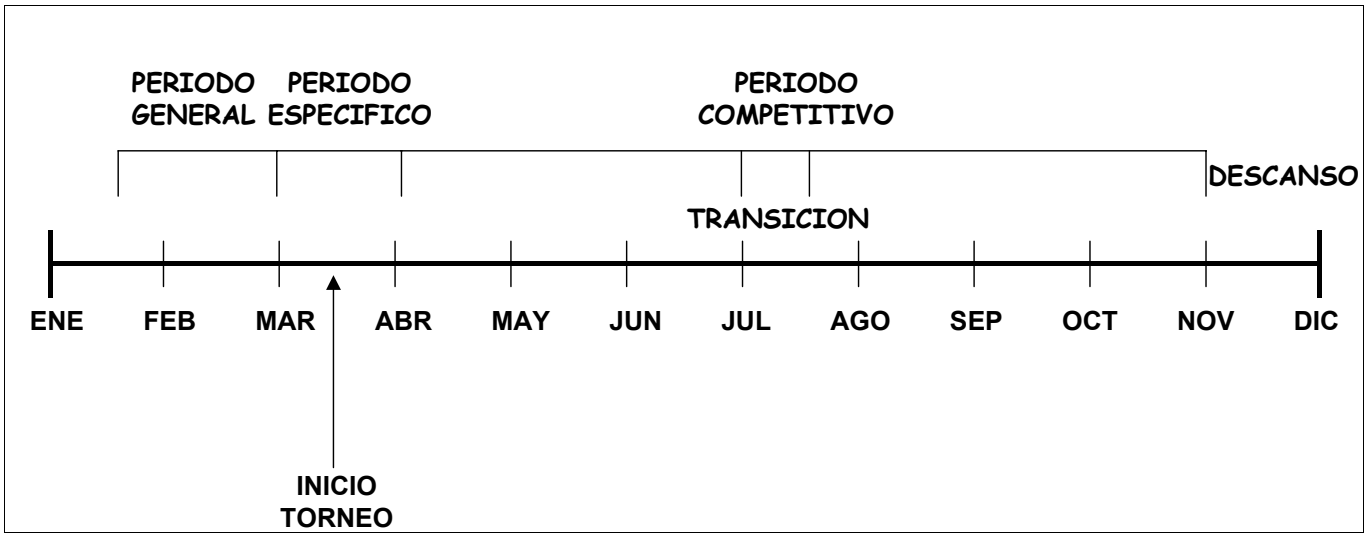


Figura 6.3

Paso 3: Otorgar características a los microciclos.

En la figura 6.4 podemos observar la ondulación específica de los microciclos (3 * 1) y su relación con el macrociclo. Solo se muestran los primeros microciclos del periodo competitivo ya que su periodización depende del fixture deportivo.

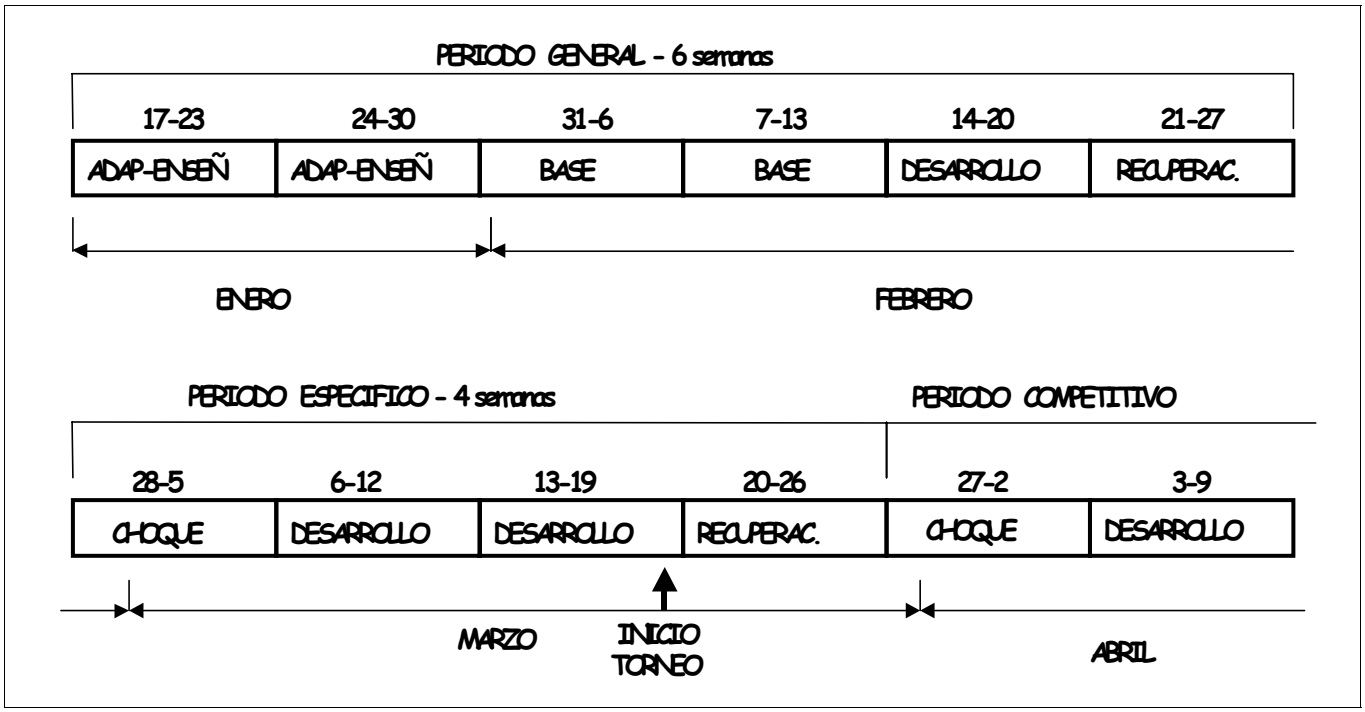


Figura 6.4

Como existe una gran cantidad de autores que han dado nombre y características a los diferentes microciclos a continuación mostramos las características generales de cada uno de ellos para entender mucho mejor la periodización de las semanas.

Las características de los microciclos son las siguientes:

Microciclo de base = posee el mayor volumen de trabajo y la intensidad más baja.

Microciclo de desarrollo = posee un volumen y una intensidad intermedia.

Microciclo de choque = posee un volumen medio con la intensidad más elevada.

Microciclo de recuperación = es la semana de compensación.

Paso 4: Elegir ejercicios de sobrecarga.

Uno de los aspectos más importante del diseño del entrenamiento es la elección de los ejercicios con sobrecarga a utilizar. Para esto debemos realizar un análisis bien profundo de varios parámetros y para esto utilizaremos otro concepto desarrollado por Anselmi que se muestra en el siguiente gráfico (figura 6.5).

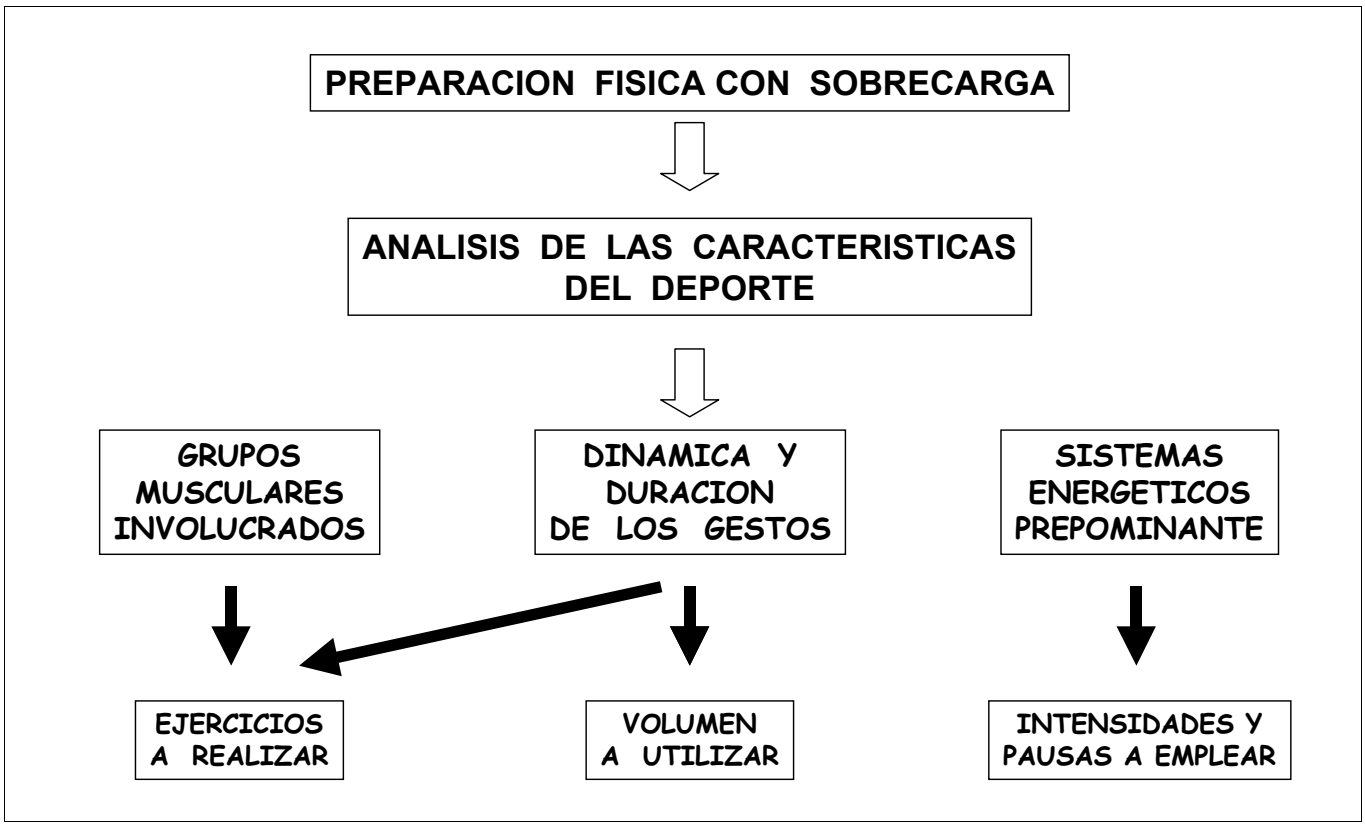


Figura 6.5

Si continuamos con el ejemplo y aplicamos la lógica del cuadro, en el voley es evidente que los músculos mas utilizados son los que producen la acción de saltar y golpear el balón. Estos son los responsables de obtener el éxito deportivo.

Los músculos más representativos son: cuadriceps, glúteos, gemelos, isquiotibiales, pectorales, deltoides, tríceps. Con este primer análisis podemos elegir ejercicios que involucren a estos músculos.

Si bien esta es la musculatura que produce el movimiento, no debemos creer que hay que entrenarlos en forma individual como en fisiculturismo sino que debemos aplicar el concepto integral de generación de potencia muscular (watts) de los diferentes ejercicios (capitulo5 - figura 5.6).

A partir de este análisis nos detendremos un momento para analizar cual es la acción de la musculatura. No haremos una explicación de la función de agonista, antagonista, sinergista y neutralizador que seguramente el lector ya domina, sino que realizaremos una comparación practica.

Acabamos de mencionar que en el voley la acción de la musculatura de los miembros inferiores es de gran importancia y también sabemos que la sentadilla o la media sentadilla son los ejercicios

mas utilizados para el desarrollo de la fuerza de estos músculos. Partiendo de este concepto cuando realizamos la sentadilla y ponemos una gran cantidad de peso sobre nuestros hombros, los músculos mencionados trabajan dinámicamente. Pero la musculatura paravertebral (abdominal y espinal) genera un esfuerzo similar en forma estática con el objetivo de desarrollar una buena presión intraabdominal para dar un mejor sustento a la columna vertebral. Ver figura 6.6.

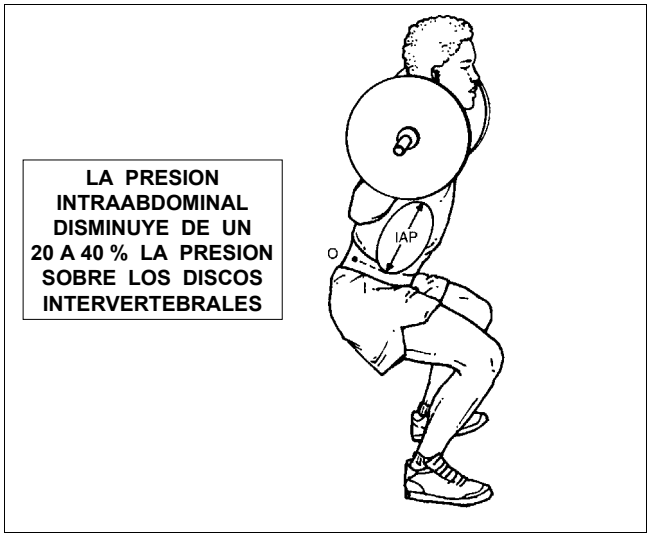


Figura 6.6

Por esta razón cuando estudiamos la musculatura implicada en el deporte, también se debe considerar la musculatura utilizada en los ejercicios de entrenamiento ya que no podemos dejar de prepararla para ese esfuerzo. Es importante recalcar que en el ejercicio de sentadilla pocas veces claudican los músculos de las piernas por fatiga, sino que fallan los músculos paravertebrales en sostener la posición erecta (se dobla la espalda). Muchas lesiones producidas con este ejercicio se generan por no tomar los recaudos necesarios en la técnica durante la ejecución y en la preparación de la musculatura de sostén.

Gran cantidad de lesiones se producen por sacrificar la técnica del ejercicio con el objetivo de utilizar mas peso.

Esta es una de las razones por la cual a veces encontramos entrenadores que se manifiestan en contra de la sentadilla ya que produce dolores o lesiones de espalda. Esto solo responde a un error en la programación del entrenamiento ya que toman a la ligera la preparación de la musculatura paravertebral. Durante la confección del entrenamiento deberemos dar importancia a ambos planos musculares sin descuidar ninguno con el objetivo de evitar lesiones.

Volviendo al cuadro de referencia debemos analizar la dinámica y duración del gesto del éxito deportivo. En el voley es obvio que mientras más altura se consiga en el salto, mas posibilidades se tendrá de rematar o bloquear para obtener puntos. Entonces, esto permite establecer que tipo de fuerza va a tener como objetivo el programa de entrenamiento (fuerza explosiva).

Si se quiere saltar mas alto, se debe generar mayor cantidad de fuerza contra el piso para recibir una igual pero en diferente sentido, por lo tanto es obvio que hay que mejorar la **fuerza explosiva máxima**. Como hemos visto en él capitulo de saltabilidad, si la fuerza contra el piso se realiza en forma muy explosiva entonces se conseguirá mas altura en el salto. Pero nunca debemos olvidar que no se puede construir una gran fuerza explosiva sin tener una gran fuerza máxima dinámica.

En cuanto a los sistemas energéticos sabemos que un partido de voley dura frecuentemente 1 hora o más y por lo tanto la potencia aeróbica es importante. De todos modos este desarrollo aeróbico tiene como objetivo sostener los esfuerzos anaeróbicos específicos del gesto deportivo (saltar y golpear). Por lo tanto en cuanto al entrenamiento con sobrecarga las intensidades que se utilizarán serán siempre cerca del máximo (saltos y lanzamientos) y las pausas serán largas con buena compensación ya que el acortamiento de las mismas no produce un incremento comprobado en el rendimiento.

Habiendo establecido el tipo de fuerza más importante a entrenar, la musculatura implicada y los sistemas energéticos (junto con las intensidades y pausas), debemos ahora determinar cuales son los ejercicios que vamos a aplicar en los diferentes periodos del proceso de entrenamiento. La diferencia en cuanto a la potencia que genera cada tipo de ejercicio se

analizo en el capitulo 4 y las adaptaciones fisiológicas que producen a largo plazo fueron abordadas en el capitulo 2.

Si recordamos la clasificación de los ejercicios con sobrecarga, tenemos que elegir y combinar ejercicios que se adaptan a la ley de Hill, ejercicios derivados del levantamiento de pesas y ejercicios balístico explosivos.

De acuerdo a la bibliografía internacional existente sobre periodización deportiva, cuando se mencionan las características de los diferentes periodos de entrenamiento se hace referencia a las intensidades y a los volúmenes que se deben utilizar. Pero se encuentran pocas referencias a los medios de entrenamiento (ejercicios). Los medios le pueden cambiar la intensidad a un entrenamiento muy fácilmente aún manteniendo las mismas intensidades.

¿Cómo es esto?

Si cambiamos el ejercicio de media sentadilla por el de salto con media sentadilla (con 30% 1 R.M), estamos modificando el patrón de reclutamiento de fibras y por lo tanto las modificaciones fisiológicas que se producirán a largo plazo. Por otro lado si realizamos sentadillas con cargas al 90 % de 1 R.M y luego cambiamos la sentadilla por cargadas, la potencia producida (intensidad) se triplica, independientemente que utilice el mismo peso ya que la velocidad es mucho mayor (ver capitulo 4).

En la tabla 6.4 vemos algunos ejercicios catalogados de a cuerdo a la metodología planteada en el capitulo 5 (clasificación de ejercicios con sobrecarga).

Ejercicios que se adaptan a la Ley de Hill	Ejercicios derivados del Levantamiento de Pesas	Ejercicios Balísticos - Explosivos
Sentadilla. 1/2 sentadilla. 1/4 sentadilla. Press de banca. Press tras nuca. Remo acostado.	Segundo tiempo de potencia detrás nuca. Arranque de potencia arriba de rodilla. Cargadas de potencia arriba de rodilla. Envión de potencia. Segundo tiempo.	Lanzamientos. Rechazos. Saltos al cajón. Multisaltos. Saltos con carga. Ejercicios pliométricos.

Tabla 6.4

Estos ejercicios se distribuyen en forma porcentual de acuerdo al periodo que se planifique.

La figura 6.7 muestra una propuesta de distribución de los diferentes tipos de ejercicios para deportes de potencia (voley, basquet, béisbol, etc.). La propuesta esta expresada en rangos ya que también debemos considerar las diferencias individuales de nuestros deportistas. Es seguro que en un deporte de conjunto las necesidades de los entrenados no sea la misma que en un deporte individual. También es probable que un principiante no tenga los mismos tipos de ejercicios que un deportista que milita hace varios años en la división y se encuentra en el mantenimiento de la longevidad deportiva (Zabala - Zatsiorsky).

TIPO DE EJERCICIO	DISTRIBUCION PORCENTUAL		
	PERIODO GENERAL	PERIODO ESPECIFICO	PERIODO COMPETITIVO
HILL	60 - 70	40 - 60	10 - 30
D.L.P	10 - 30	30 - 50	40 - 60
EXPLOSIVOS	10 - 30	20 - 40	40 - 60

Figura 6.7

Como podemos ver, durante el período general predominan los ejercicios que se adaptan a la ley de Hill. Estos generarán la fuerza necesaria donde se apoya el desarrollo de la potencia muscular. De todos modos se observa que nunca se dejan de lado los ejercicios que producen mayor cantidad de potencia (DLP y explosivos), aunque se estimulan en menor porcentaje.

Como es de esperarse cuando se pasa al período específico disminuye el porcentaje de ejercicios que se adaptan a la ley de Hill, para dar paso a los ejercicios de mayor producción de potencia. Esta modificación de medios de entrenamientos es lo que determina el cambio de la intensidad del período y no solo la intensidad absoluta

Lamentablemente no todos los ejercicios que se encuentran en la lista han sido explicados en este

libro. Para una mayor información el lector puede consultar el libro de Suarez (Levantamiento de Pesas: sus ejercicios), donde encontrará una descripción detallada de cada uno.

Supongamos que para nuestro ejemplo de voley elegimos los siguientes ejercicios para los diferentes períodos:

Período general

- Sentadilla.
- Segundo tiempo de potencia detrás de la nuca.
- Saltos al cajón.
- Remo acostado.
- Press militar.
- Rotación externa de hombro (compensatorio).

Período específico

- Media sentadilla.
- Arranque de potencia arriba de rodilla.
- Segundo tiempo de potencia.
- Saltos con barra.
- Fuerza con impulso.
- Lanzamientos.

Período competitivo

- Cuarto de sentadilla.
- Arranque de potencia arriba de rodilla.
- Cargada de potencia arriba de rodilla + segundo tiempo de potencia.
- Multisaltos.
- Lanzamientos.

Paso 5: Determinar frecuencias de entrenamiento.

Si recordamos que nuestro ejemplo de voley tiene nivel provincial, es probable que se entrene pocas veces.

Suponemos que el tiempo total de entrenamiento es:
3 estímulos de 2.30 hs. cada uno + 1 partido por semana.

El Porcentaje que representa la sobrecarga del tiempo total de entrenamiento:

30% de tiempo en los períodos general y específico (2.20 hs.) y 25% del tiempo (1.50 hs.) en el competitivo, repartido en 2 estímulos semanales al inicio del entrenamiento (martes y jueves).

Paso 6: Determinar volúmenes de entrenamiento.

La pregunta que todo entrenador se realiza cuando comienza con las primeras planificaciones serias es ¿Cuántas repeticiones planifico para un mes de entrenamiento con sobrecarga? Esta no es una pregunta difícil de responder pero debemos decir que este concepto depende de muchos factores.

Ahora bien!! **¿De donde proviene el criterio para establecer este numero de repeticiones?**

En realidad la respuesta es más simple de lo que se cree: proviene del ensayo - error (de la experiencia). Esta experiencia esta basada claro, sobre las posibilidades biológicas de adaptación que tiene el deportista (calibre del atleta).

Veamos un ejemplo. Si eligiéramos un volumen de 1100 repeticiones para un mes de trabajo en nuestro ejemplo de voley, la distribución quedaría del siguiente modo. Ver figura 6.8.

Como podemos apreciar en la distribución diaria del volumen los dos primeros microciclos de base tienen 154 repeticiones. Realizar este volumen en 1.10 horas (tiempo disponible organizado previamente) sería imposible, por lo que el ensayo error nos permitirá llegar al volumen que dispone la correcta organización del proceso de entrenamiento.

VOLUMEN MENSUAL = 1100 REPETICIONES

NUMERO MICROCICLO FECHA	MICRO 1 31-1 / 6-2		MICRO 2 7-13 / 2		MICRO 3 14-20 / 2		MICRO 4 21-27 / 2	
CARACT. MICROCICLO	BASE		BASE		DESARROLLO		RECUPERAC.	
DISTRIBUCION % VOLUMEN MENSUAL	28		28		24		20	
CANTIDAD REPS. / SEMANALES	308		308		264		220	
CANTIDAD ESTIMULOS SEMANALES	2		2		2		2	
DISTRIBUCION % VOLUMEN SEMANAL	50	50	50	50	50	50	50	50
CANTIDAD REPS. / DIA	154	154	154	154	132	132	110	110
INTENSIDAD MEDIA RELATIVA	70		70.5		71.5		69	

Figura 6.8

La posibilidad de establecer correctamente el volumen de entrenamiento esta relacionado con muchas variables. El problema anterior se podría solucionar de varias formas, por ejemplo poniendo una sesión más de entrenamiento (tres) a la semana y de este modo poder dividir el volumen propuesto en tres sesiones y no dos. También podríamos dividir la sesión diaria de entrenamiento: en sobrecarga por la mañana y el deporte específico por la tarde.

Es claro que estas posibilidades de corrección están relacionadas con el tiempo disponible de los deportistas. La planificación se acorta cuando trabajamos con deporte amateur, pero cuando trabajamos con profesionales la solución de este problema es más fácil ya que el deportista cuenta con mayor cantidad de tiempo disponible para el entrenamiento.

Para establecer correctamente el volumen de entrenamiento deberemos tener en cuenta las siguientes variables:

- Necesidades iniciales de fuerza (nivel de entrenamiento inicial).
- Período de entrenamiento.
- Tipo de fuerza a estimular (máxima - explosiva - resistencia)
- Tiempo de entrenamiento disponible.
- Frecuencia de entrenamiento disponible.
- Material de sobrecarga disponible y cantidad de deportistas.

Todo estos aspectos pueden influir en la elección del volumen de entrenamiento. Generalmente el problema más grande es organizar el tiempo de entrenamiento con el técnico. Este problema se presenta cuando trabajamos con deporte amateur, donde la frecuencia de entrenamiento es a lo sumo de 3 veces por semana (de 2.00 a 2.30 horas) mas el partido, lo cual lamentablemente es muy poco tiempo para estimular todas las cualidades físicas como corresponde. De todos modos esta es la situación que encontramos frecuentemente en nuestro medio.

Con el objetivo de establecer correctamente el volumen de entrenamiento desarrollamos a continuación un método para calcular el tiempo

de trabajo por sesión de entrenamiento de sobrecarga.

CALCULO DEL TIEMPO DE ENTRENAMIENTO DE UNA SESION

El tiempo que dura una sesión de entrenamiento puede variar considerablemente de acuerdo a sus objetivos. Si proponemos sesiones para mantener la fuerza, la misma no tomará el mismo tiempo que si proponemos una sesión de entrenamiento de fuerza resistencia. Por lo tanto es importante calcular el tiempo que demanda una sesión.

A modo de ejemplo tomaremos una serie estándar de un ejercicio y desarrollaremos los cálculos pertinentes.

Ejemplo: (entrenamiento expresado en porcentajes).

Ejercicio sentadilla 60/5 70/5 80/3*3

Para calcular el tiempo total de las series debemos conocer el tiempo de ejecución básico de una serie y los tiempos de pausa que se utilizan. El los programas de fuerza y potencia los tiempos de ejecución de las series pueden fluctuar entre 15 y 30 segundos de promedio (cálculos realizados en la Selección Argentina de Pesas 96'). Es claro que esto depende de varios factores como: el tipo de ejercicio, la intensidad utilizada, el orden del ejercicio, etc.

Los tiempos de descanso pueden fluctuar en promedio de 2 a 6 minutos y dependen de los mismos factores antes mencionados. Lo importante es que sean relativamente largos, con el objetivo de generar una respuesta hormonal óptima (testosterona). Ver capitulo de adaptaciones fisiológicas (Kraemer 94' - Bosco 95').

Volviendo al ejemplo, consideramos de promedio que las series duran 20 segundos y que las pausas son de 2 minutos en intensidades bajas (60-70%) y de 3 minutos en la intensidad alta (80%). El desarrollo de la serie para realizar los cálculos se muestra en la figura 6.9. Como podemos observar el tiempo total del ejercicio es de 11.40 minutos. Caba aclarar que no se considera la pausa para el siguiente ejercicio.

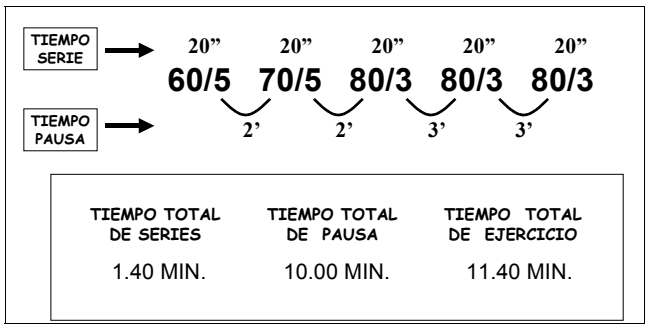


Figura 6.9

Es obvio que algunos ejercicios con más volumen (30 - 35 repeticiones) durarán un poco más y algunos ejercicios de poca masa muscular implicada, durarán un poco menos debido al pequeño rango de movimiento. Por esto se propone un rango de tiempo de ejercicio. Ver tabla 6.5.

Tiempo por ejercicio	10 a 20 minutos
Cantidad de repeticiones	12 - 25 repeticiones

Tabla 6.5

Por lo tanto si una sesión de entrenamiento debe durar aproximadamente entre 1.00 y 1.30 horas como máximo, se puede proponer algunos parámetros generales para la cantidad de ejercicios de una sesión. Cabe aclarar que muchas veces, la sesión se extiende un poco mas de 1.30 horas y al final se pueden situar los ejercicios de hipertrofia, los ejercicios compensatorios y algunos de fuerza resistencia.

RANGO DE TIEMPO POR EJERCICIO	10 - 20 MINUTOS
RANGO DE REPETICIONES POR EJERCICIO	10 - 25 REPS.
TIEMPO DE ENTRENAMIENTO POR SESION	40 - 105 MINUTOS
REPETICIONES POR SESION	40 - 100 REPS.
CANTIDAD DE EJERCICIOS POR SESION	2 - 8 EJERCICIOS
FRECUENCIA DE ENTRENAMIENTOS	2 - 4 ESTIMULOS
REPETICIONES POR MICROCICLO	100 - 300 REPS.
REPETICIONES POR MESOCICLO	350 - 1200 REPS.

Tabla 6.6

Por ejemplo en una sesión de una hora, si tomamos en cuenta la entrada en calor (15

minutos) podrían constar de 5 ejercicios de un volumen bajo (12-15 repeticiones). También se podría calcular la cantidad de repeticiones por sesión, por microciclo y por mesociclo. En la tabla 6.6 se muestra un resumen de todas las variables.

Cabe aclarar que estas orientaciones intentan cubrir todas las posibilidades de planificación deportiva, abarcando todos períodos y todos los tipos de microciclos. Esto quiere decir que se puede cubrir un período general con un microciclo de base (gran volumen) hasta un microciclo de recuperación del período competitivo (bajo volumen).

Paso 7: Distribuir volumen e intensidad por microciclo, día, sesión y ejercicio.

Debemos recordar que durante el período general y específico contamos con dos estímulos semanales de 1.10 horas y en el competitivo tenemos dos estímulos de 55 minutos.

Ahora debemos establecer el volumen de trabajo del período general y distribuir las repeticiones para cada microciclo, de acuerdo a la característica que le hemos otorgado a cada uno de ellos (base - choque - etc.). Para este proceso seguimos la lógica de la tabla 6.6 mencionada anteriormente.

Por ejemplo: Para el período general (sin tener en cuenta las dos semanas de adaptación) proponemos un volumen mensual de **720 repeticiones**, el cual distribuimos del siguiente modo. Ver figura 6.9.

Como podemos observar en la figura, las 720 repeticiones que propusimos para el mesociclo se dividen porcentualmente de acuerdo a las características del microciclo. En este caso a los dos microciclos de base se les otorgo un volumen de 28 %, al microciclo de desarrollo le corresponde un menor volumen 24 % y al de recuperación un volumen menor todavía.

VOLUMEN MENSUAL = 720 REPETICIONES

NUMERO MICROCICLO FECHA	MICRO 1 31-1 / 6-2		MICRO 2 7-13 / 2		MICRO 3 14-20 / 2		MICRO 4 21-27 / 2	
CARACT. MICROCICLO	BASE		BASE		DESARROLLO		RECUPERAC.	
DISTRIBUCION % VOLUMEN MENSUAL	28		28		24		20	
CANTIDAD REPS. / SEMANALES	202		202		173		144	
CANTIDAD ESTIMULOS SEMANALES	2		2		2		2	
DISTRIBUCION % VOLUMEN SEMANAL	50	50	50	50	50	50	50	50
CANTIDAD REPS. / DIA	101	101	101	101	86	86	72	72
INTENSIDAD MEDIA RELATIVA	70		70.5		71.5		69	

Figura 6.10

Obviamente la disposición del volumen es inversa a la distribución de la intensidad media relativa. En este caso el microciclo de recuperación lleva la menor intensidad (69%), los microciclos de base y de desarrollo llevan una intensidad catalogada como media (70 - 70.5 - 71.5 %), aunque creciente.

Esta distribución porcentual del volumen total, determina un cierto volumen semanal que se debe distribuir entre la cantidad de estímulos semanales que tenemos. Como en este caso la frecuencia de entrenamiento es de dos por semana, otorgaremos un 50% a cada día. De este modo queda establecida la cantidad de repeticiones que debemos realizar por día de entrenamiento (ejemplo Micro de desarrollo= 86 repeticiones por sesión).

Finalmente tenemos para cada sesión de entrenamiento **un volumen y una intensidad determinada**. Por ejemplo el estímulo numero dos del microciclo de desarrollo tiene un volumen de 86 repeticiones y una intensidad media relativa de 71.5.

Paso 8: Confeccionar programas diarios.

Como previamente ya habíamos seleccionado los ejercicios que utilizaríamos en cada período, solo resta planificar el entrenamiento diario, que en este caso será uno por semana ya que los estímulos tienen igual volumen, igual intensidad y los mismos ejercicios. Esto facilita la planificación cuando tenemos muchos deportistas.

Para confeccionar el programa diario, hay que tener en cuenta, el o los ejercicios a los cuales les vamos a dar prioridad en el período. Como se puede observar a continuación en el período general tienen prioridad los ejercicios que se adaptan a la ley de Hill.

Ejemplo de entrenamiento diario para cada microciclo:

Micro 1 - Base - Volumen = 101 repeticiones - IMR = 70

Ejercicio	Series	Volumen	IMR
Sentadilla	60/5 70/3*2 75/3*2 80/2	19	70.0
Segundo tiempo pot. Detrás nuca	60/5 70/4 75/4 80/3	16	70.0
Saltos al cajón (60 cm)	5 * 6	30	--
Remo acostado	60/5 70/3*2 75/4 80/3	18	70.0
Press militar	60/5 70/3*2 75/4 80/3	18	70.0
Rotación ext. Hombros	3 * 10 cada brazo	60	--
	Volumen e Intensidad total del micro	101	70.0

Micro 2 - Base - Volumen = 101 repeticiones - IMR = 70.5

Ejercicio	series	Volumen	IMR
Sentadilla	60/5 70/4*2 80/3*2	19	70.5
Segundo tiempo pot. Detrás nuca	60/5 70/3*2 80/3*2	16	70.5
Saltos al cajón (70 cm)	5 * 6	30	--
Remo acostado	60/5 70/5 75/4 80/2*2	18	70.5
Press militar	60/5 70/5 75/4 80/2*2	18	70.5
Rotación ext. Hombros	3 * 10 cada brazo	60	--
	Volumen e Intensidad total del micro	101	70.5

Micro 3 - Desarrollo - Volumen = 86 repeticiones - IMR = 71.5

Ejercicio	series	Volumen	IMR
Sentadilla	60/5 70/3*2 80/4*2	19	71.6
Segundo tiempo pot. Detrás nuca	60/5 70/4 80/4*2	17	71.8
Saltos al cajón (75 cm)	4 * 5	20	--
Remo acostado	60/4 70/5 80/3*2	15	71.3
Press militar	60/4 70/5 80/3*2	15	71.3
Rotación ext. Hombros	3 * 10 cada brazo	60	--
	Volumen e Intensidad total del micro	86	71.5

Micro 4 - Recuperación - Volumen = 72 repeticiones - IMR = 69.0

Ejercicio	series	Volumen	IMR
Sentadilla	60/4 70/3*2 75/5	15	69.0
Segundo tiempo pot. Detrás nuca	60/4 70/5 75/5	14	68.9
Saltos al cajón	3 * 5	15	--
Remo acostado	60/4 70/5 75/5	14	68.9
Press militar	60/4 70/5 75/5	14	68.9
Rotación ext. Hombros	3 * 10 cada brazo	60	--
	Volumen e Intensidad total del micro	72	69.0

Si realizamos el cálculo del tiempo total de cada ejercicio, veremos que todos las sesiones se cumplen en 1.10 horas como habíamos pautado en la distribución horaria del entrenamiento con sobrecarga.

Recordemos que los ejercicios de compensación, de prevención de lesiones, de hipertrofia y de resistencia no se cuentan en el volumen distribuido por sesión ya que son alternativos y no llevan cálculo de intensidad.

Este proceso se repetirá para cada período de acuerdo a los ejercicios que se eligieron. El cambio de los ejercicios genera un aumento en la potencia de los entrenamientos con sobrecarga que se trasladará al rendimiento deportivo específico.

EJEMPLOS DE PERIODIZACIONES EXITOSAS

A continuación se presentan algunas planificaciones aplicadas en diferentes deportes y en diferentes niveles de competencia con el objetivo de mostrar una visión mas amplia en cuanto a las posibilidades de diseños de proceso de entrenamientos de fuerza.

LEVANTAMIENTO DE PESAS

La figura 6.11 muestra la organización del entrenamiento utilizada en Chile por entrenadores cubanos durante los fines del 60'. El trabajo se realizó con 15 levantadores de pesas de la categoría mayor. Con la simple periodización que se muestra se obtuvieron 47 récords nacionales y Chile obtuvo el cuarto lugar en el Campeonato sudamericano de Levantamiento de Pesas.

La frecuencia de entrenamiento era de 6 por semana y se aumento el total olímpico en 16 kilos de promedio por división de peso corporal. La figura 6.12 muestra el resumen de las intensidades y los volúmenes aplicados, diferenciados por microciclo. La figura 6.12 muestra el resumen por mesociclo. Los ejercicios que se realizaban eran los mismos que antes pero se organizó la carga de entrenamiento utilizando volúmenes de nivel internacional.

Estas modificaciones junto al aumento de la intensidad media relativa genero un aumento específico en los ejercicios de competencia (arranque y envión).

PERIODO	PREPARATORIO												COMPETITIVO		
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
REPS.	238	252	237	290	261	275	264	307	271	285	305	331	189	193	149
TONEL.	15800	17800	16700	20700	17900	19500	19200	21500	19900	20000	21200	23400	14500	14800	6100
PESO MEDIO	66	67	70	68	69	70	73	70	71	71	73	70	78	78	74

Figura 6.11

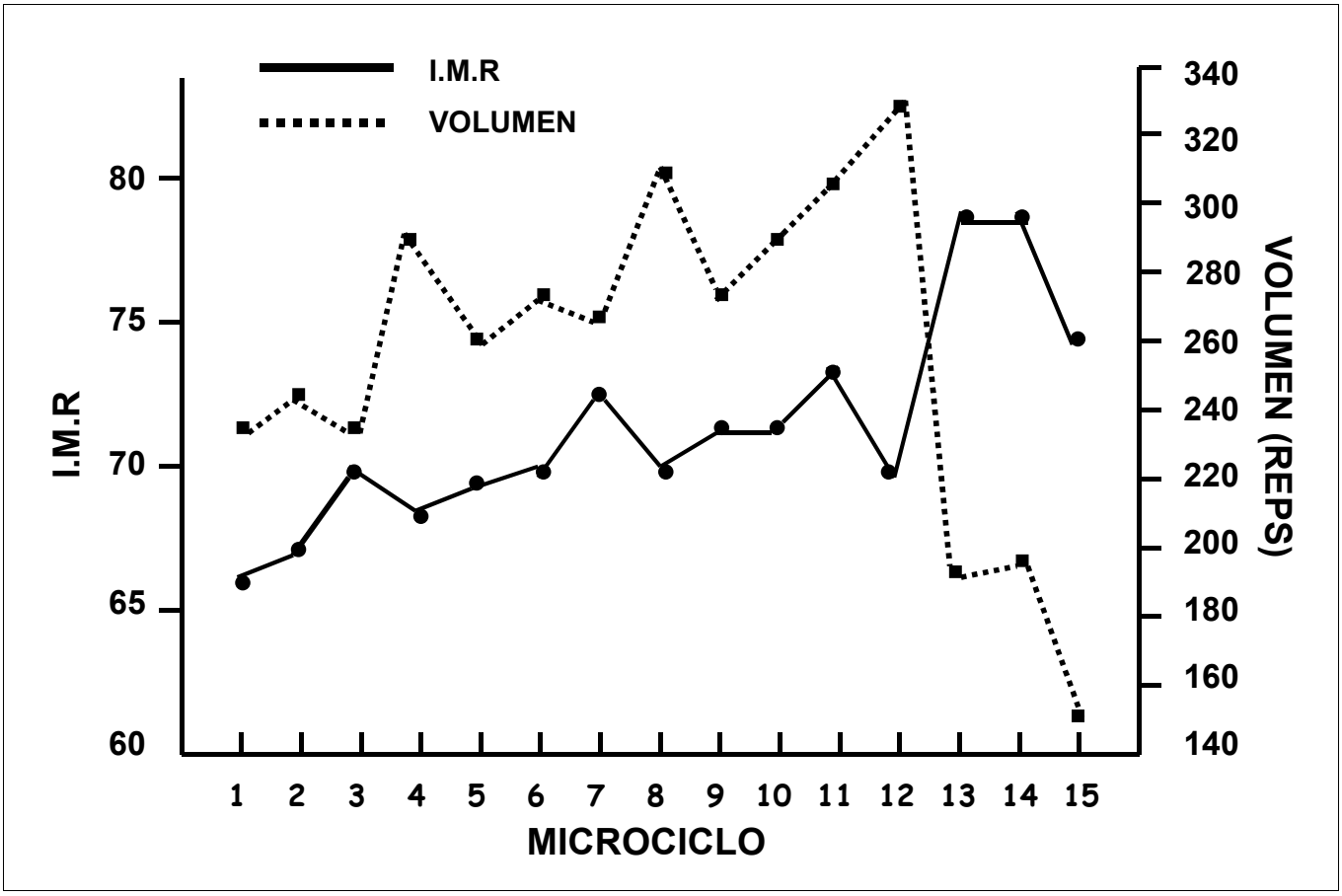


Figura 6.12

Este tipo de distribución de la carga consiguió muy buenos resultados en la muestra que fue aplicado y para las condiciones específicas del momento. Cabe aclarar que este diseño de carga no tiene que generar los mismos aumentos de carga si se aplica a otra muestra de deportistas.

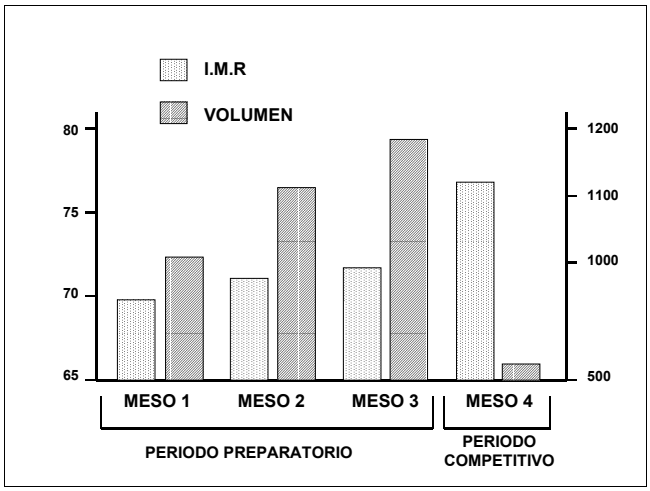


Figura 6.13

VOLEY

La tabla 6.7 muestra los resultados en la saltabilidad y en la potencia de un equipo de mujeres de nivel provincial. El proceso de entrenamiento duro 4 meses (desde el 15 de diciembre al 15 de abril) a razón de dos estímulos por semana y correspondió al período general. Hubo una pausa de 20 días de descanso al finalizar el año (desde el 25 diciembre al 15 de enero). Los progresos se consiguieron utilizando un programa muy similar al propuesto en el ejemplo de planificación (paso 8 - pag. 31).

La mejora se consiguió con un ausentismo al entrenamiento del 15 %.

N = 14 Edad= 22.2 ± 5.8	**Test 1**	**Test 2**	**% de aumento**
Peso (kg)	58.6 ± 5.8	59.0 ± 4.7	0.68
Talla (cm)	166.2 ± 4.8	-------	-------
Counter move jump c/ayuda de brazos (cm)	31.9 ± 3.4	35.6 ± 3.7	11.6
Potencia (watts)	2.496	2.695	7.9

Tabla 6.7. Berardi 99'

Como podemos observar se aumentó la potencia del salto considerablemente teniendo en cuenta que estaban en el período general donde se utilizaban pocos ejercicios explosivos o derivados del levantamiento de pesas. El porcentaje de distribución por tipo de ejercicio fue el siguiente (ver tabla 6.8).

Tipo de ejercicios	**% período general**
Hill	55
D.L.P	30
Explosivo - balísticos	15

Tabla 6.8

INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL DE SOBRECARGA

El entrenador tiene a su cargo en ocasiones, decidir donde deben realizar los deportistas el entrenamiento con sobrecarga. También muchas veces se encuentra con la responsabilidad de recomendar la compra de material para el entrenamiento con sobrecarga y esto se convierte en un problema importante a resolver.

En forma general las dos situaciones que debemos enfrentar son las siguientes:

- Que el entrenamiento se deba hacer en un gimnasio dedicado al fitness en general.
- Que el entrenamiento se haga en las cercanías de la cancha antes de la práctica del deporte específico.

La situación más conveniente por la facilidad de organizar los entrenamientos es la segunda, donde se realiza el entrenamiento con sobrecarga cerca de la cancha, independientemente del deporte que se considere. En ese caso solo es importante organizar los elementos mínimos para la sobrecarga. Como ejemplo consideremos el equipo de voley donde anteriormente desarrollamos el programa específico. Suponemos que contamos con 12 jugadores en el plantel. Para desarrollar el trabajo en el período general (ver pagina 154) deberíamos contar mínimamente con:

- 4 rucks o soportes para sentadilla.
- 2 tablas de abdominales inclinadas.
- 6 barras con 100 - 140 kg. de sobrecarga.
- 2 cajones de salto de la altura necesaria.
- Colchonetas.

El entrenamiento se organiza del siguiente modo. Como cada deportista tiene su programa individual en cuanto a los kilos se refiere, se

divide al equipo en 4 grupos de 3 deportistas con rendimiento similar. Luego del trabajo inicial de abdominales y espinales, cada grupo se dirige a un ruck, donde realizan los ejercicios de sentadilla y de segundo tiempo de potencia detrás de la nuca.

Luego se pasa a los saltos donde se dividen en dos grupos de 6 para realizar los saltos al cajón. Y por último se vuelve a 4 grupos de 3 deportistas y dos grupos realizan el trabajo de remo acostado en la tabla de abdominales y los otros dos realizan el press militar en los soportes de sentadilla. Todos terminan con el trabajo de rotaciones externas de hombros como ejercicio complementario, aunque este puede realizarse en días alternativos como entrada en calor a un entrenamiento específico del deporte.

Esta posibilidad se complica cuando se trata de un deporte que involucra a mayor cantidad de atletas como el fútbol, el rugby o el hockey sobre césped. De todos modos el material que se adquiere tiene una relación costo - beneficio bastante buena y obviamente una relación costo - duración mejor todavía.

De todos modos los deportes que involucran con gran cantidad de jugadores en general asisten a un gimnasio de fitness general, en muchos casos rentado por el club al cual representa. En este caso no hay demasiado problema con el material de sobrecarga ya que la mayoría de estas instituciones cuentan con lo necesario. Como los jugadores diagraman su tiempo de entrenamiento con sobrecarga de forma individual es casi imposible que todos asistan al mismo tiempo y de este modo cuentan con todas las comodidades.

BIBLIOGRAFIA

1. Anselmi H. 1996. Fuerza y potencia: la fórmula del éxito.
2. Anselmi H. 1998. Fuerza potencia y acondicionamiento físico.
3. Bar - Or O. 1994. Physical activity, fitness and health. International proceedings and consensus statment. Human Kinetics.
4. Bosco C. 1998. Seminario IAF. Cuadernos de atletismo. Budapest.
5. Dimitrov D. Age to begin with weigthlifting training. Proceedings of the 1993 weigthlifting symposium. Greece.
6. Fleck S, Kraemer WJ. 1996. Periodization Breakthrough. Human Kinetics Publishers.
7. Fleck S, Kraemer WJ. 1997. Designing resistance training program. Human Kinetics.
8. Nadori L. Methods offered by sport science for talent identification and development. Proceedings of the 1993 weigthlifting symposium. Greece.
9. Schmitz J. 1998. Olympic style weigthlifting for the beginner and internediate weigthlifter.
10. Suarez IR. 1990. Levantamiento de Pesas. Sistemas fásicos de entrenamiento. Tesis doctoral. La Habana. Cuba.
11. Suarez IR. 1978. Control pedagógico de la preparación del pesista. S 17. Suplemento científico técnico. Inder. Cuba.
12. Suarez IR. 1992. Levantamiento de pesas. Fuerza para todos los deportes. La Habana. Cuba.
13. Suarez IR. 1991. Levantamiento de pesas. Notas y observaciones. Inder. La Habana. Cuba.
14. Zabala R. 1990. Apuntes de la cátedra de entrenamiento. Licenciatura en educación física. Universidad Nacional de Catamarca.
15. Zatsiorsky V. 1995. Science and practice of strength training. Human Kinetics.

Entrenamiento de Sobrecarga en Niños

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de sobrecarga en niños ha sido en los ámbitos deportivos y médicos un tema controvertido hasta no hace mucho tiempo. Este problema se remonta a la década del 70' donde todavía el mismo no era un tema relevante, ya que encontrar niños en un gimnasio no era algo común. Tampoco existían numerosas investigaciones sobre el tema, aunque esta problemática iba cobrando fuerza dentro de la comunidad científica por la necesidad de saber cuando comenzar con el entrenamiento de sobrecarga, sin producir ningún tipo de lesión.

Si bien hubo algunos estudios durante las décadas del 50' - 60' Noak 56', Hettinger 58', Grimm 67', el puntapié inicial sobre la controversia de la sobrecarga en niños se instala fuertemente con los trabajos de Kato & Ishiko 64', Hetherington 76' y Vrijens 78'.

Los trabajos de Vrijens y Hetherington no encontraron aumentos de la fuerza con entrenamiento de sobrecarga y concluyeron apresuradamente que como no estaban dadas las condiciones hormonales (gran cantidad de testosterona - fig. 7.1), los niños no podían obtener ganancias utilizando ejercicios con sobrecarga. Esta conclusión fue publicada y aceptada durante un tiempo, aunque trabajos anteriores ya habían registrado progresos en la fuerza con niños de edades similares (Noak 56', Hettinger 58', Grimm 67').

En la figura 7.1 podemos apreciar que hasta que los niños no ingresan al estadio de Tanner 5, no se producen modificaciones hormonales (incremento de la testosterona) como respuesta al entrenamiento de sobrecarga.

Por otro lado Kato & Ishiko concluyen que niños japoneses sometidos a sobrecarga manual tenían estatura reducida. En esta investigación los niños evaluados trabajaban en mercados donde debían acarrear bolsas pesadas con el objetivo de ganarse la vida. Esto dista mucho de parecerse a un programa de entrenamiento de fuerza ya que los investigadores no pudieron controlar ninguna de las variables importantes del entrenamiento como son el volumen y la intensidad. Esta es quizás la investigación que instalo la polémica. Incluso hoy en nuestro país se encuentra muy arraigada en padres de familia y sigue siendo defendida por algunos profesionales de la medicina que probablemente no se encuentren debidamente actualizados.

Lamentablemente estos trabajos de investigación tuvieron conclusiones erróneas ya que no contaban con diseños experimentales bien controlados. Es decir no tenían un grupo control, seguimiento de dieta, mediciones de talla de padres y abuelos, nivel socioeconómico de los sujetos, etc. y en algunos casos las lesiones por sobrecarga no estaban correctamente diagnosticadas.

Las lesiones que se le imputaban al entrenamiento con sobrecarga eran principalmente expuestas y resumidas como la posibilidad de impedir el crecimiento esquelético (talla) en su totalidad. **Esto obviamente solo expresa una hipótesis que nunca fue comprobada.**

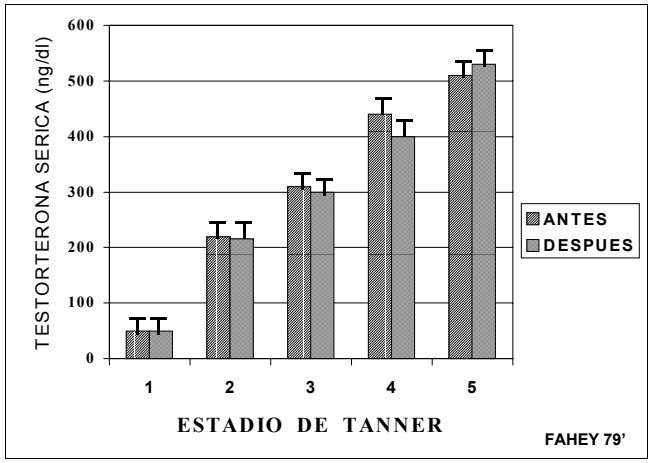


Figura 7.1 - Adaptado de Fahey 79'

Si bien la posibilidad de generar este tipo de lesiones era la más popular en el interés de la comunidad médica y en los padres de los niños que realizaban actividades deportivas, también lo eran pero con menos atención, el riesgo de lesión que existía asociado al entrenamiento de la potencia aeróbica, anaeróbica (por microtraumas repetidos) y la malnutrición en los niños. Todos estos temas habían sido mucho más investigados que las consecuencias del entrenamiento de fuerza.

Cabe aclarar que si bien es cierto que existe la posibilidad de que el entrenamiento de sobrecarga produzca lesiones en sujetos **de cualquier edad**, no existe ningún trabajo de investigación en la literatura científica con un diseño experimental bien controlado, que concluya que el entrenamiento de sobrecarga disminuye la talla en el ser humano.

La figura 7.2 expone la razón por la cual no existe ningún trabajo que compruebe que el entrenamiento de sobrecarga lesiona los cartílagos de crecimiento.

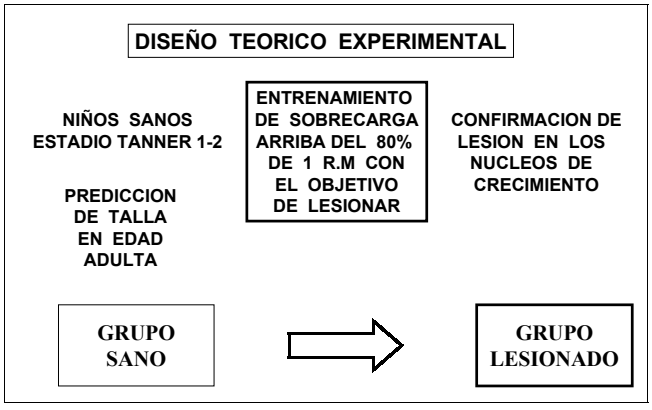


Figura 7.2

Para comprobar la disminución de la talla en niños como consecuencia del entrenamiento con pesas, se debería tener en primer lugar una fórmula matemática que permita predecir la talla en la edad adulta. Sabemos que esta fórmula no existe y aunque de todos modos existiera, deberíamos tomar niños clínicamente sanos para someterlos a entrenamientos con sobrecarga muy intensos con el objetivo de lesionarlos. Por supuesto ningún tribunal de ética universitaria aprobaría la ejecución de este trabajo. Y por último deberíamos comprobar que los niños terminaron luego de varios años de entrenamiento con menos talla que la predicha. Es obvio que este trabajo no existe ni existirá en la bibliografía.

Por otro lado, ¿Cómo es que algunos trabajos antes de los mencionados ya habían encontrado mejorías en la fuerza? y ¿Cómo se explica que **todos** los trabajos realizados desde el 80' en adelante han encontrado mejorías en la fuerza?

La respuesta es simple. Si bien el tamaño muscular y la respuesta hormonal son importantes para el incremento de la fuerza, también lo es el sistema neural. Las modificaciones que se producen en este sistema como consecuencia del entrenamiento de fuerza se denominan adaptaciones neurales (ver cap. 2). En niños y adultos estas modificaciones son las primeras que se producen como respuesta al entrenamiento de fuerza y potencia. Este camino es el que permite que los niños incrementen sus niveles de fuerza, inclusive en un 100% como respuesta a 5 semanas de entrenamiento (ver mas adelante). La figura 7.3 nos muestra un resumen de variables fisiológicas que explican los aumentos de fuerza en niños.

Como podemos observar la fuerza va muy ligada a la cantidad de testosterona. Estas producen un incremento muy importante cuando se supera la pubertad. Esa fue la razón por la cual Vrijens 78' concluye que los niños no podían aumentar la fuerza hasta cierta edad.

Pero si analizamos la curva de desarrollo porcentual del sistema neural, vemos como el mismo esta casi totalmente desarrollado cuando ingresamos a la pubertad. Esto otorga la posibilidad de que los niños mejoren principalmente el reclutamiento de fibras y la frecuencia de disparo de las motoneuronas, y que incrementen sus niveles de fuerza. También mejora la coordinación para una tarea motriz específica contribuyendo al aumento de las cargas desplazadas.

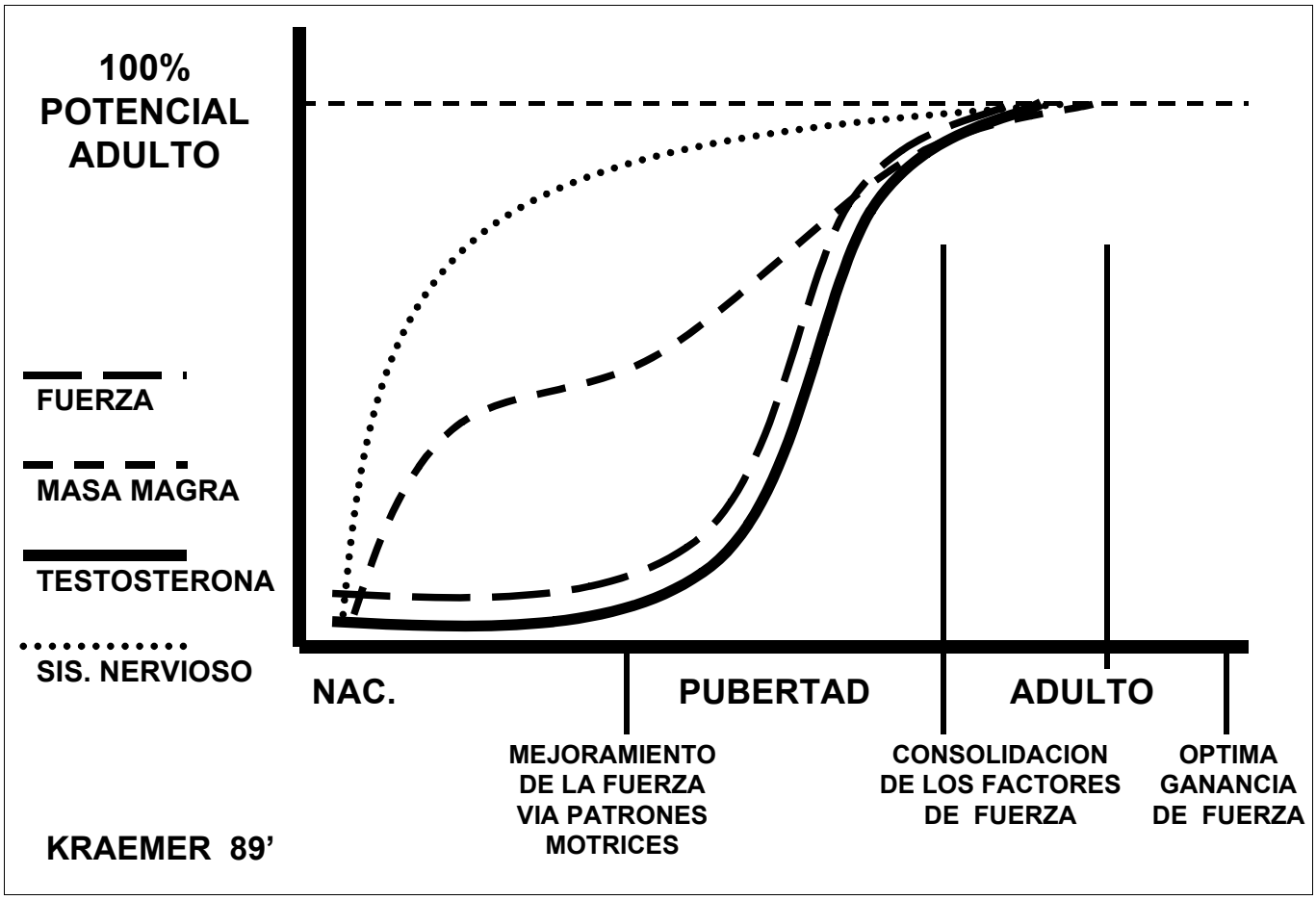


Figura 7.3

Tomando este concepto nos debemos hacer la siguiente pregunta: ¿Cuál es la causa por la cual este tema tiene tanta atención por parte de los diferentes profesionales de las ciencias médicas y del deporte?

La primera razón es principalmente la escasa investigación en el tema que había hasta la década del 80'. En la actualidad existen solo alrededor de 70 trabajos de investigación. En la tabla 7.1 resumimos algunos de los trabajos realizados hasta el momento.

Si bien algunos trabajos realizados durante la década del 70' no obtuvieron mejoras en la fuerza, todos los trabajos realizados desde 1980 en adelante comprobaron que se puede mejorar esta cualidad mediante el entrenamiento con diferentes métodos (isométrico - isokinetico - peso libre - máquinas neumáticas).

Blimkie 93' propone que las razones principales por la cual los trabajos anteriores no obtenían mejoras son las siguientes:

- Volúmenes de entrenamientos bajos.
- Falta de progresión en las cargas de entrenamiento.
- Duración muy corta de los períodos de entrenamiento.
- Tipo de entrenamiento.
- Tipo de evaluación.

Referencia	Edad o grado	Sexo	Duración (sem)	Frecuencia (por sem)	Grupo control	Aumento de fuerza
Hetherington 76'	G 5	M	6 - 8	2 - 5	Si	No
Vrijens 78'	10.4	M	8	3	No	No
Nielson et. al. 80'	7 - 19	F	5	3	Si	Si
Baumgartner 84'	G 3 - 6	M - F	12	3	Si	Si
Clarke et al. 84'	7 - 9	M	12	3	Si	Si
McGovern 84'	G 4 - 6	M - F	12	3	Si	Si
Servedio et al 85'	11.9	M	8	3	Si	Si
Pfeiffer 86'	8 - 11	M	8	3	Si	Si
Sewal & Micheli 86'	10 - 11	M - F	9	3	Si	Si
Weltman et al. 86'	6 - 11	M	14	3	Si	Si
Funato et al. 87'	6 - 11	M - F	12	3	Si	Si
Sailors & Berg 87'	12.6	M	8	3	Si	Si
Siegal et al. 89'	8.4	M - F	12	3	Si	Si
Ramsay et al. 90'	9 - 11	M	20	3	Si	Si
Williams 91'	10.5	M	8	3	Si	Si
Brown et al. 92'	T 1 - 2	M - F	12	3	Si	Si
Wescott 92'	10.5	M - F	7	3	No	Si
Fukunaga et al. 92'	G1-2 -3	M - F	12	3	Si	Si
Faigenbaum 93'	10.8	M - F	8	2	Si	Si

Tabla 7.1. G= grado escolar T= Estadio de Tanner. Modificado de Faigenbaum A.

Quizás el punto más importante es la **falta de progresión en las cargas**. En general los diseños de los entrenamientos eran planos (no ajustaban las cargas a medida que pasaba el tiempo cuando la fuerza iba mejorando).

Otro punto importante es el tipo de evaluación. Frecuentemente se aplicaban evaluaciones de tipo dinámico y luego se entrenaba en forma isométrica o viceversa. Esto no respeta el principio de especificidad y por lo tanto era muy difícil que se obtuvieran resultados positivos.

Es necesario aclarar que ninguno de los trabajos realizados hasta el momento ha referenciado lesiones durante el período de entrenamiento, independientemente que hallan obtenido o no aumentos en la fuerza. También es necesario decir que los trabajos mas prolongados han sido solo de 20 semanas como máximo, por lo que no se puede saber como se comportarían los prepúberes en programas de entrenamientos más extensos. Quizás los únicos ejemplos los podremos encontrar sobre entrenamientos mas prolongados es en los deportes como el Levantamiento de Pesas o de Potencia, pero estos procesos no están documentados en forma de trabajos de investigación ni publicados.

CRECIMIENTO Y MADURACION BIOLOGICA

Como sabemos, en la actualidad el perfeccionamiento atlético tiende a comenzar cada vez a edades más tempranas y es necesario conocer los principios del entrenamiento que nos permiten orientar a los niños hacia el alto rendimiento deportivo. Es cierto también que ningún entrenador tiene dudas en cuanto a aplicar entrenamientos de tipo aeróbico, anaeróbico o de flexibilidad en niños, pero muchas veces tienen recelo a exponerlos a entrenamientos de sobrecarga.

EL TEMOR EN EL ENTRENAMIENTO DE SOBRECARGA EN NIÑOS ESTA RELACIONADO CON LA FALTA DE FORMACION ACADEMICA EN EL AREA Y NO CON UN ASPECTO FISIOLOGICO NEGATIVO COMPROBADO.

Cuando entrenamos con niños es necesario conocer profundamente su crecimiento y maduración. Es preciso saber en que etapa de su maduración biológica se encuentran con el objetivo de establecer metas en el entrenamiento deportivo. Uno de los errores más comunes cuando se trabaja con niños es creer que **son adultos pequeños y que podemos trasladar a ellos los objetivos que nos planteamos en los deportistas mayores.**

El entrenamiento de sobrecarga en niños tiene como principal objetivo el aprendizaje de técnicas de levantamiento de pesas en general.
Es fundamental comprender que la fuerza es una cualidad más dentro del proceso del entrenamiento deportivo.

El crecimiento se define como el aumento del tamaño del cuerpo o de sus partes. El mismo incluye cambios de tamaño y de composición corporal. La maduración se refiere al tiempo y al ritmo de los progresos al estado de madurez (adulto). Generalmente se refiere a maduración somática, esquelética y sexual.

El proceso de maduración biológica del ser humano fue muy bien estudiado y documentado por muchos autores (Roche - Malina - Bayley - Marshall) durante las décadas del 50-60-70-80. Tanner es un autor de gran referencia y uno de sus aportes más importante es la clasificación de la maduración de acuerdo al desarrollo de las características sexuales secundarias. El desarrollo del bello pubiano aporta una idea del punto en que se encuentra el niño camino a la edad adulta. Las figuras 7.4 y 7.5 muestran la secuencia de desarrollo del bello pubiano para hombres y mujeres respectivamente.

Tanner propone 5 estadios de maduración hacia la edad adulta. La ausencia de bello pubiano indica que tanto hombres y mujeres se encuentran en la etapa prepuberal (la foto no se muestra ya que es de simple observación). Cuando aparece el bello pubiano esto indica que comienza el estadio 2 o la pubertad. Esto coincide con el aumento del tamaño de los testículos en hombres y con la elevación del busto en mujeres.

En los estadios 3 y 4 continua el desarrollo puberal siendo estos muy fáciles de evaluar ya que el crecimiento del bello tiene características diferentes, y el estadio 5 indica el desarrollo completo alcanzando la forma de adulto joven.

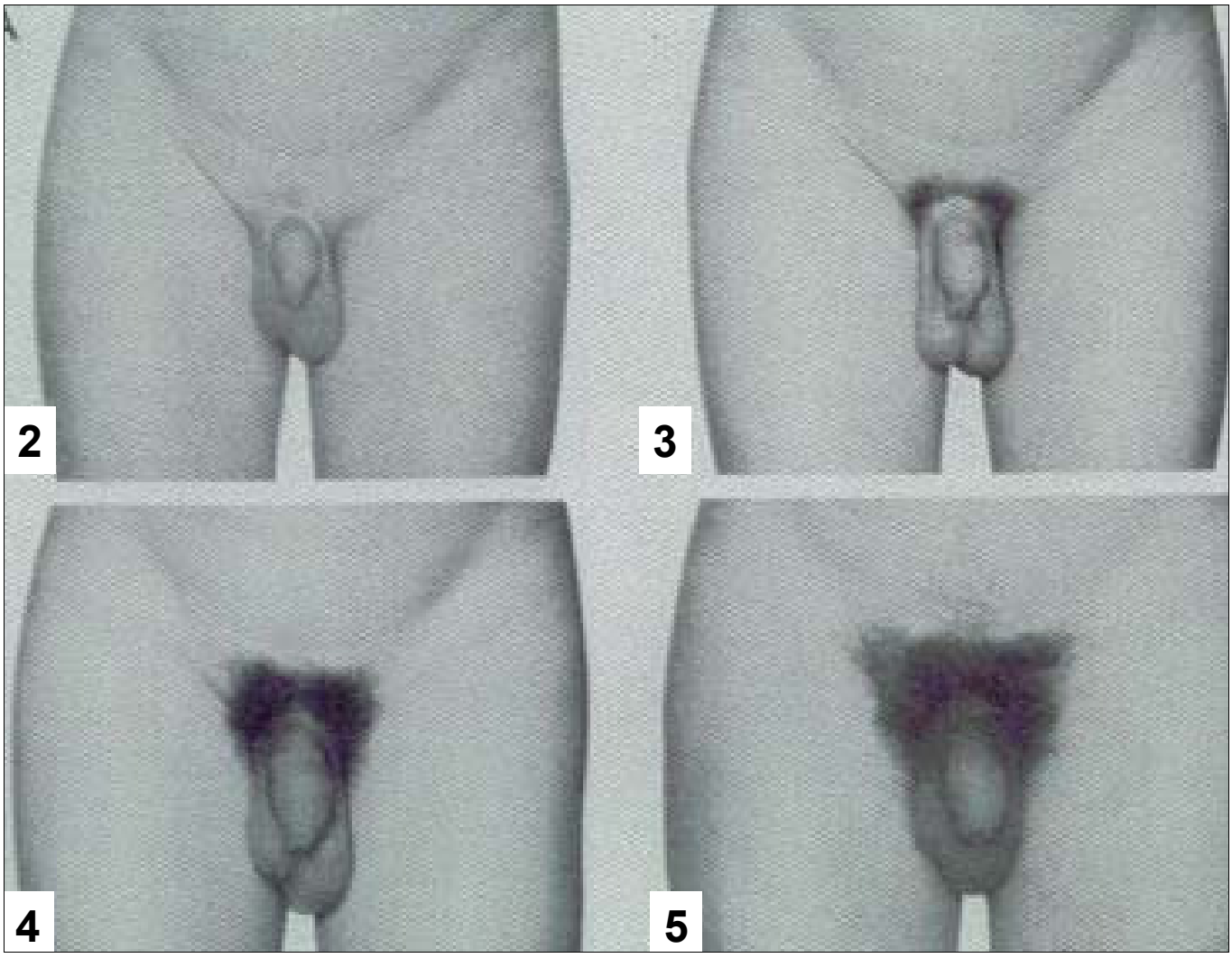


Figura 7.4. Desarrollo del bello pubiano en hombres.

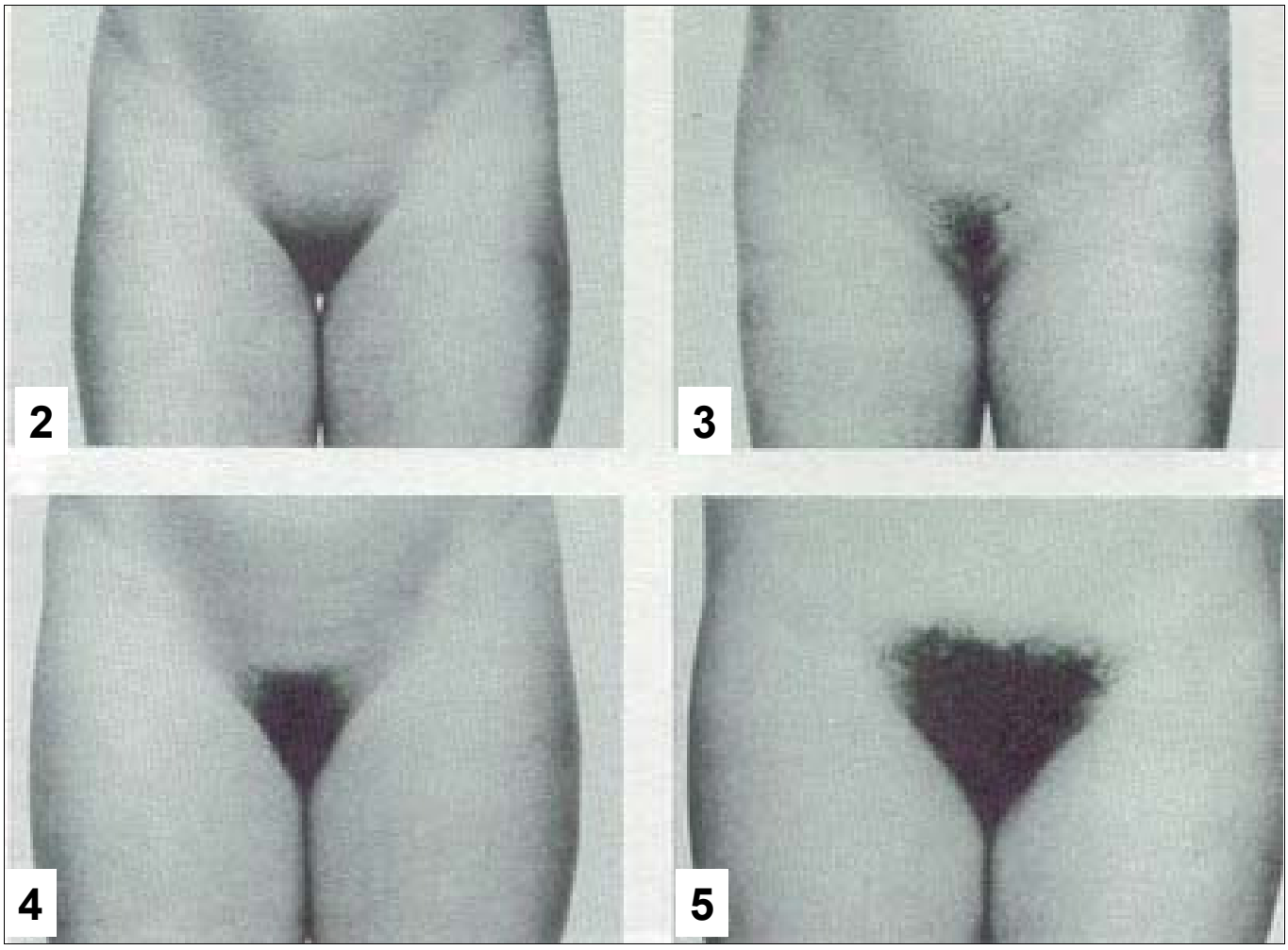


Figura 7.5. Desarrollo del bello pubiano en mujeres.

Es muy útil que los entrenadores tengan un seguimiento médico periódico que les informe constantemente sobre la maduración de los niños, con el objetivo de esperar hasta el estadio 5 antes de comenzar a aplicar entrenamientos de alta intensidad.

Si bien no existen trabajos de investigación que relacionen la etapa madurativa con el volumen y la intensidad aconsejado de entrenamiento, es importante saber que cuando los niños están en etapa de maduración los entrenamientos deben de tener **un objetivo formativo** y nunca intentar aplicar entrenamientos de alta intensidad anteponiendo como excusa que no hay tiempo por el fixture de competencia o por que otros niños de la misma edad tienen mejores rendimientos.

Es este quizás el problema más importante con el entrenamiento de sobrecarga en niños. Cuando no se hace caso al proceso de normal maduración de los niños, esto lleva cometer errores innecesarios.

Es importante aclarar que muchas veces la edad biológica (edad de maduración) no concuerda con la edad cronológica y por ende no concuerda con la categoría en la que se encuentra el niño ya que las mismas son organizadas exclusivamente por edad cronológica.

Es cierto por otro lado que muchos entrenadores y preparadores físicos no tienen la posibilidad de contar con un médico que les informe sobre la maduración biológica de sus entrenados. Entonces, ¿es posible llevar adelante un programa de entrenamiento de fuerza sin conocer el grado de maduración de los niños?

La respuesta es sí. Esto es posible ya que el entrenamiento de sobrecarga en niños no tiene como objetivo el entrenamiento para la alta

competencia sino hacia la alta competencia (a futuro). Dicho de otro modo se debe entrenar de mínima y no de máxima. Por lo tanto si respetamos los conceptos propuestos en la literatura internacional (ver mas adelante) no debemos por que tener problemas con la estimulación de fuerza en niños en edad de crecimiento rápido.

METODOLOGIA DE REFERENCIA SOBRE LA MADURACION BIOLOGICA PARA EL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

Si bien es cierto que no siempre podemos contar con médico en los lugares de trabajo, esto no implica que los entrenadores y preparadores físicos no realicen mediciones de talla, peso y preguntas que otorguen indicios del estadio de maduración en que se encuentran los niños.

El ser humano sigue un patrón básico de secuencia de maduración. El mismo se muestra en la tabla 7.2.

Nótese que el pico de máxima velocidad de crecimiento se produce en el estadio 4 tanto en varones como en mujeres. Esto nos da la oportunidad de reconocer que estamos aproximándonos a la maduración completa, solo realizando tomas la talla periódicamente. Es muy importante que los entrenadores tengan registros de peso y talla y los utilicen para conformar gráficos de crecimiento como se muestra en la figura 7.6.

En mujeres es un poco más simple reconocer cuando se acercan a la maduración completa ya que tenemos la posibilidad de preguntar la edad de la menarca cada 6 meses o proponer que las niñas o los padres nos avisen cuando se ha producido la primera menstruación. Esto es simple ya que este evento es muy importante en la mujer desde el punto de vista cultural. En el hombre existe un evento similar que sería la primera eyaculación, pero generalmente la misma se produce durante el sueño y es más difícil que los niños o los padres lo registren como evento.

Mujeres		**Hombres**	
Evento	*Rango edades reportadas*	*Evento*	*Rango edades reportadas*
B2	10.6 -11.4	G2	11.0 - 12.4
PH2	10.4 - 12.1	PH2	12.2 - 13.4
B3	11.2 - 12.6	G3	12.7 - 13.4
PH3	11.9 - 13.1	PH3	13.1 - 13.9
PHV	**11.5 - 12.1**	G4	13.4 - 14.7
PH4	12.5 - 13.5	**PHV**	**13.8 - 14.1**
B4	12.2 - 13.8	PH4	13.9 - 15.1
M	**12.8 - 13.5**	G5	14.6 - 17.3
PH5	13.9 - 15.2	PH5	14.9 - 16.1
B5	13.7 - 15.6		

*Tabla 7.2. Malina 89'. **B**: estadio madurativo del busto. **PH**: estadio madurativo del bello púbico. **G**: estadio madurativo de los testículos. **PHV**: pico de máxima velocidad de crecimiento. **M**: menarca.*

En cuanto a la talla se debería tomar cada 6 meses e ir apuntando en un gráfico para poder localizar las diferentes etapas. Por ejemplo si un niño tiene 12.5 años y creció 3.5 cm en seis meses y cuando llega a los 13 años creció solo 2.5 cm, esto quiere decir que todavía se encuentra en la fase de desaceleración de crecimiento y es muy posible que este en el estadio madurativo previo al de máxima velocidad de crecimiento (estadio Tanner 3).

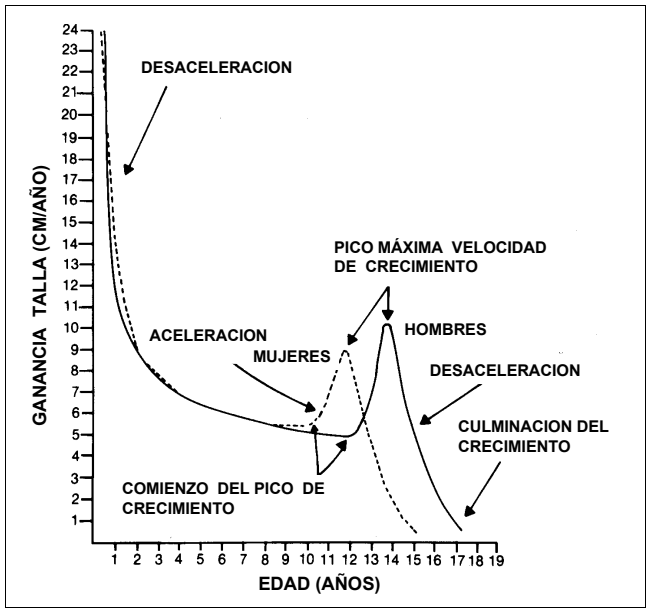


Figura 7.6

Este tipo de gráfico también se puede realizar con los datos del peso corporal y es muy importante ya que se podría observar el pico de máxima velocidad de aumento del peso corporal. Este se produce luego que el niño paso por el pico de máxima velocidad de aumento en la talla. Esto explica por que en estas edades los niños y niñas se muestran con menos coordinación motriz. Es obvio que si los niños incrementan mucho su talla, pero no es acompañado por un aumento en el peso, modifican la relación de **peso-potencia**. Es decir tienen menos masa magra relativa para desplazar un peso mayor. Es justo en esta etapa donde se debe tener cuidado con las cargas que se proponen, pero más cuidado se debe tener en vigilar la técnica de los ejercicios. Es probable que los niños generen movimientos parásitos para elevar las cargas habituales ya que se están acomodando a su nuevo esquema corporal.

Si bien esta metodología no reemplaza la necesidad de contar con un médico que informe sobre el crecimiento de los niños, es de gran utilidad para el entrenador.

Para ofrecer tranquilidad a entrenadores, instituciones deportivas y padres, la Asociación Nacional de Fuerza y Acondicionamiento, la Sociedad Ortopédica Americana de Medicina Deportiva y la Academia Americana de Pediatría, sugieren que los niños **deberían** participar de entrenamientos de sobrecarga dirigidos y supervisados por profesores especialistas esperando los siguientes resultados:

- Incremento de la fuerza máxima y la fuerza resistencia localizada.
- Disminución de lesiones en actividades deportivas y recreacionales.
- Aumento del rendimiento en actividades deportivas y recreacionales.

Es importante observar que las tres instituciones arriba mencionadas poseen un gran prestigio internacional y cuentan con gran cantidad de investigaciones y publicaciones propias.

POTENCIALIDAD DEL ENTRENAMIENTO DE SOBRECARGA PARA PRODUCIR LESIONES

Una de las preocupaciones más importante y de mayor peso en los profesionales del deporte, es el potencial que tiene esta actividad para producir lesiones. Para aclarar este tema se realizó el Congreso Internacional de Entrenamiento de Fuerza en Prepúberes en Indianapolis EE.UU del 2 al 4 de agosto de 1985. El congreso fue organizado por la Sociedad Ortopédica Americana para Medicina del Deporte y el mismo nace como resultado de muchos intereses comunes que se detallan a continuación:

- Necesidad de los padres para saber cuando sus niños podían comenzar con el entrenamiento de sobrecarga.
- Necesidad de los médicos pediatras, deportólogos y clínicos para aconsejar a los padres que consultan sobre el tema.
- Necesidad de las instituciones deportivas para saber cuando permitir que los entrenadores apliquen entrenamientos de sobrecarga para no tener futuros problemas legales.
- Establecer protocolos claros para la aplicación del entrenamiento de fuerza en los niños.

Asistieron a este congreso las más prestigiosas instituciones relacionadas con las ciencias del ejercicio que se mencionan a continuación:

1. Academia americana de pediatría.
2. Colegio americano de medicina del deporte.
3. Sociedad ortopédica americana para medicina del deporte.
4. Asociación nacional de entrenadores de USA (NATA).
5. Asociación nacional de entrenamiento de fuerza (NSCA).
6. Consejo presidencial de actividad física y deporte.
7. Comité olímpico de USA.

El congreso concluye lo siguiente:

¿Tiene el entrenamiento de sobrecarga la potencialidad de producir lesiones?

El entrenamiento de sobrecarga tiene el potencial de producir lesiones como cualquier otro tipo de entrenamiento, pero esta situación se relaciona con el poco cuidado que se tiene en la supervisión de los entrenamientos o con la falta de formación de los profesionales a cargo, que en no participar del mismo.

¿Tiene el entrenamiento de sobrecarga el potencial para causar lesiones agudas y/o crónicas en los tejidos?

Esta preocupación esta centrada en la posibilidad de lesionar los platos epifisiales, las apófisis de inserción muscular y los cartílagos articulares que son los sitios donde se produce el crecimiento óseo de los huesos largos, lo que generaría un problema de crecimiento. Irónicamente dentro de la medicina deportiva hay mas preocupación con relación a las lesiones óseas por las actividades de impactos repetitivos (correr), grandes volúmenes de saltos, etc., las cuales tienen mas posibilidad de producir lesiones que los entrenamientos con pesas. Las acciones de impactos repetitivos de baja intensidad producen fatiga ósea y tienen una gran posibilidad de generar lesiones por sobreuso.

Por otro lado la mayoría de las publicaciones científicas que examinan este tipo de lesiones, están centradas en deportes donde el levantar pesas es el gesto deportivo principal (levantamiento de pesas - levantamiento de potencia), o en deportes donde la necesidad de mejorar la fuerza es muy grande (lanzamientos, lucha, judo, etc). Es cierto que generalmente se asocia el levantar pesas con esfuerzos máximos pero para aclarar un poco el panorama seria mas justo si nos hacemos la siguiente pregunta:

¿Es lo mismo que un niño de 10 años en estadio de Tanner 1 realice entrenamiento de sobrecarga en general que Levantamiento de pesas competitivo?

La respuesta es no y por cierto este congreso concluye que los niños no deben realizar competencias de este tipo, pero a su vez que <u>si es muy necesario</u> realizar entrenamiento de sobrecarga general, ya que el mismo mejora el rendimiento motor general (saltar y correr), la flexibilidad, la resistencia muscular, la salud esquelética y protege contra lesiones. Para mayor información remitirse a las conclusiones del congreso.

Por otro lado la relación entre los ejercicios de sobrecarga y la salud esquelética ha sido referenciada en varias oportunidades. Recientemente Bailey 95' plantea que la correcta adquisición de masa ósea durante la vida esta relacionado con los siguientes factores:

1) Déficit en el alcance de un pico suficiente durante los años de crecimiento rápido.
2) Falla en mantener este pico durante un período suficiente durante la edad adulta.
3) Perdida acelerada de hueso durante los últimos años de vida.

Centrándonos en el primer punto, Bailey realiza las siguientes recomendaciones con el objetivo de lograr un alto pico de masa ósea:

- Desarrollo de hábitos de actividad física.
- Promover las actividades que desarrollen la fuerza para incrementar la densidad mineral ósea. Realizar actividades cortas y diarias es mejor que largas e infrecuentes (ver cap. 2).
- Priorizar actividades que soporten el peso corporal (cargas de impacto - saltar, correr) y no actividades en donde se traslade (cargas activas - ciclismo, natación).
- Evitar las bebidas colas ya que poseen PH bajos y altas cantidades de fósforo lo que incrementa la excreción de calcio.

Por otro lado propone la realización de un buen plan de ejercicios de desarrollo de la fuerza estimulando todos los grupos musculares, preferentemente utilizando ejercicios dinámicos.

Estos conceptos se basan en la idea de adquirir la mayor masa ósea posible con el objetivo de retrasar la aparición de la osteporosis. La figura 7.7 nos aclara el concepto.

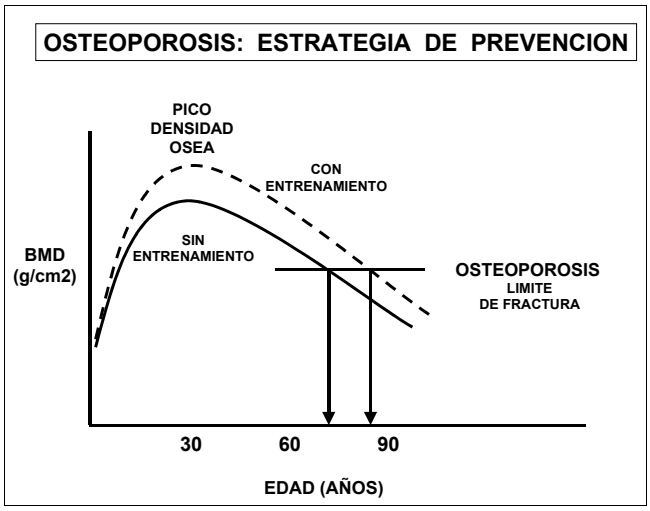


Figura 7.7

La posibilidad de obtener una densidad de masa ósea elevada durante las primeras 3 décadas de vida retrasaría la aparición de la osteoporosis. Es claro que este no es el único aspecto a tener en cuenta ya que la alimentación, el estilo de vida, la actividad física, el perfil hormonal y la menopausia en mujeres son otros factores a considerar.

POTENCIALIDAD PARA PRODUCIR LESIONES DEL LEVANTAMIENTO DE PESAS

El miedo más grande para llevar adelante un entrenamiento de sobrecarga con niños es la posibilidad de producir lesiones principalmente en el crecimiento. Hoy en día sabemos que es casi imposible generar una lesión realizando ejercicios de fuerza con niños. De todos modos uno de los trabajos más importantes para analizar la cantidad de lesiones por entrenamiento de sobrecarga fue realizado por Hammil 94'. El mismo plantea una revisión sobre la potencialidad para producir lesiones de los ejercicios con pesas. Aporta una subdivisión de las actividades de sobrecarga que aclara bastante el panorama de la diversidad de objetivos al levantar pesas:

Categoría a: Levantamiento de pesas.
Categoría b: Sobrecarga en general.
Categoría c: Levantamiento de potencia.
Categoría d: Fisicoculturismo.

Es obvio que estas actividades si bien tienen en común la utilización de pesas, los entrenamientos son muy diferentes.

El levantamiento de pesas ejecuta series y repeticiones bajas con altas cargas y a altas velocidades. El entrenamiento de sobrecarga en general utiliza cargas medias, altas repeticiones a bajas velocidades para todo el cuerpo. El levantamiento de potencia utiliza altas cargas, bajas repeticiones a bajas velocidades y en recorridos articulares cortos.

El fisicoculturismo es muy similar al entrenamiento de sobrecarga en general pero con mas intensidad y frecuencia de entrenamientos.

Hamill concluye que el entrenamiento de sobrecarga en general, es la actividad deportiva donde menos lesiones se producen, siempre y cuando este al frente de la misma un profesional formado y no una persona poco idónea. También concluye que el levantamiento de pesas es más seguro que otros deportes (fútbol, rugby) ya que las lesiones son perfectamente evitables. Esto sucede debido a que el entrenador supervisa las cargas a levantar y la técnica a utilizar. También es claro que como la técnica de ejecución es difícil de aprender, solo se puede lograr con cargas progresivas (aumento progresivo del peso a levantar).

Esta situación de control es imposible llevarla a cabo en un choque durante un partido de rugby de niños, sabiendo que la acción forma parte del reglamento y que dicho impacto tiene mas potencialidad para lesionar tejidos blandos o duros. En la tabla 7.3 se muestran las lesiones por deporte cada 100 horas de práctica.

Como se observa las lesiones producidas con sobrecarga de cualquier tipo están muy por debajo de los otros deportes. Es obvio que el Levantamiento de pesas y el Levantamiento de potencia tienen muchos menos practicantes que los otros deportes y que la probabilidad de que se produzcan lesiones por ende es menor.

Por otro lado estas cifras cambian bastante (aumentan) al considerar las lesiones producidas cuando los que están al frente **no son**

profesionales del entrenamiento y las ciencias del ejercicio.

Deporte	Lesiones cada 100 horas
Fútbol infantil UK	6.2
Rugby UK	1.92
Rugby South Africa	1.03
Basquet UK	0.70
Basquet USA	0.30
Atletismo UK	0.26
Atletismo USA	0.57
Cross country UK	0.37
Cross country USA	0.25
Squash	0.10
Football USA	0.10
Badmington	0.05
Gimnasia USA	0.044
Tenis UK	0.07
Lev. Potencia USA	0.0027
Tenis USA	0.001
Raquetball	0.03
Voley USA	0.0013
Ent. Sobrecarga Gral.	0.00035 cada (85.733 hs)
Lev. Pesas olímpico	0.0017 cada (168.551 hs)

Tabla 7.3

Hamill concluye que:

- LOS NIÑOS INVOLUCRADOS EN ENTRENAMIENTOS DE SOBRECARGA DEBEN SER SUPERVISADOS POR UN ESPECIALISTA.
- EL LEVANTAMIENTO DE PESAS ES UNA ACTIVIDAD MÁS SEGURA QUE EL ENTRENAMIENTO DE SOBRECARGA EN GENERAL.
- EL LEVANTAMIENTO DE PESAS Y LA SOBRECARGA EN GENERAL SON MAS SEGURAS (PRODUCEN MENOS LESIONES) QUE OTROS DEPORTES.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE SOBRECARGA PARA NIÑOS

La conferencia de entrenamiento de sobrecarga en niños recomienda la siguiente estructura para un correcto diseño del entrenamiento:

1. Examen clínico previo.
2. Los niños deben ser capaces de obedecer ordenes.
3. Supervisión adecuada de los niños. No mas de 1 profesional por cada 8-10 participantes.
4. Se deben enfatizar las contracciones musculares concéntricas sobre las excéntricas.
5. Utilización completa del rango articular.
6. Estimular todas cualidades físicas.
7. Prohibir las competencias de cargas máximas.
8. Correcta entrada en calor y vuelta a la calma.

Planificación del entrenamiento

Frecuencia: 2 - 3 veces por semana.
Duración: 20 - 30 minutos.
Intensidad: 6 - 15 repeticiones y 1 - 3 series por grupo muscular.
Aclaración: no utilizar pesos máximos.

De acuerdo a la intensidad recomendada, la posibilidad de realizar 6 repeticiones o más, equivale a la utilización de intensidades que van por debajo del 80 % de la máxima fuerza. Este seria el concepto más destacable el cual se contrapone específicamente con lo realizado en adultos donde se trabaja principalmente por arriba del 80 % de la máxima fuerza.

METODOLOGIA DE ENTRENAMIENTO

Si bien es necesario respetar las conclusiones y los principios formulados en el congreso, creemos que es conveniente desarrollar mas en profundidad la organización de las sesiones de entrenamiento.

La frecuencia de 2 a 3 estímulos semanales es muy acertada ya que si proponemos mayor cantidad de entrenamientos se perderá especificidad respecto del deporte que el niño practica. También puede generar aburrimiento aunque si bien se puede proponer una gran variedad de ejercicios, los mismos tienden a ser monótonos para los niños.

En cuanto el tiempo de trabajo de la sesión podemos decir que, de acuerdo a las experiencias

realizadas en la Universidad de Catamarca es relativamente escaso. Esto se debe a que las explicaciones generales para los ejercicios y la entrada en calor consumen gran cantidad de tiempo de la sesión. Recordemos que proponer un buen trabajo de la musculatura paravertebral es un objetivo principal del entrenamiento y el mismo dura aproximadamente 10 - 15 minutos. También debemos tener en cuenta los ejercicios de flexibilidad y de potencia aeróbica al finalizar el entrenamiento. Los mismos toman alrededor de 10 a 20 minutos más.

Por lo tanto creemos que las sesiones de trabajo pueden durar entre 30 y 50 minutos.

¿A QUE EDAD COMENZAR CON EL ENTRENAMIENTO?

Las Federaciones de Levantamiento de Pesas y de Levantamiento de Potencia recomiendan la edad de 14 años para comenzar un proceso sistemático de entrenamiento. Otros autores como Fleck y Kraemer recomiendan la edad de 16 años.

Según Dimitrov 93' la edad de inicio de los pesistas búlgaros disminuyo 2 años por década en las 2 últimas. Le edad de inicio de los niños es de 10 a 12 años, pero cabe aclarar que los mismos son sometidos a 31 test físicos, 28 tests médicos y 30 test pedagógicos.

La Academia Americana de Pediatría recomienda que es más importante tener en cuenta la **maduración biológica** de los niños, comenzando cuando los mismos estén en el estadio de Tanner 5. Esto asegura que ya han pasado el pico de máxima velocidad de crecimiento y que las epífisis ya se encuentran casi selladas por completo.

Por lo tanto es difícil recomendar una edad cronológica si tomamos como parámetro el desarrollo biológico ya que existe una gran diferencia entre los individuos.

Todas las recomendaciones echas arriba están propuestas para comenzar con el entrenamiento **con cargas altas y/o sistemáticas**. En realidad cualquier niño, de cualquier edad, puede y debe ser sometido a estímulos de entrenamientos con sobrecarga utilizando diferentes medios independientemente de su edad. Por lo tanto:

> No existe una edad mas adecuada que otra para comenzar con estímulos de fuerza.

La edad de inicio al entrenamiento de sobrecarga solo se debe tener en cuenta cuando los entrenamientos van a ser dirigidos hacia la fuerza máxima.

Recordemos que nuestros primeros estímulos de fuerza ya los hacemos cuando somos muy pequeños y los realizamos jugando (ver figura 7.8).

GANANCIA DE FUERZA - INTENSIDADES UTILIZADAS

Es claro que la ganancia de fuerza esta en íntima relación con la intensidad utilizada. En adultos esta comprobado que las intensidades óptimas van del 80 al 100 %, aunque intensidades del 70 % con una gran generación de hipertrofia también aumentan la fuerza.

En niños, la propuesta de la Sociedad Ortopédica Americana para Medicina del Deporte propone la utilización de cargas que no superen el 80% de una R.M aproximadamente, con el objetivo de incrementar los niveles de aptitud física manteniendo un margen de seguridad en cuanto a la salud. De todos modos ningún trabajo a comprobado que entrenar con cargas más altas en forma aislada produce lesiones. Es más Blimkie 92' propone que no hay problemas en llevar a cabo mediciones de 1 R.M en forma aislada.

Figura 7.8

En general el Levantamiento de Pesas y de Potencia comienzan a utilizar cargas mayores al 80 % en edades tempranas con el objetivo de incrementar la performance en el deporte. Cualquiera podría pensar que los niños son sometidos a entrenamientos de altísima intensidad en estos deportes, donde la fuerza máxima es necesaria para el éxito deportivo. Esto no es así ya que existen trabajos que muestran que estas altas intensidades no son necesarias en estas edades.

Para analizar este concepto mostramos a continuación los resultados de un trabajo de Dvorkin 82', donde se muestra los efectos de utilizar diferentes tipos de intensidades durante la adolescencia. Ver figuras 7.9 y 7.10.

La investigación de Dvorkin aporta un concepto muy importante para los entrenadores de las categorías juveniles ya que analiza los efectos de la aplicación de diferentes intensidades durante la segunda década de vida. El estudio duró 6 meses y se analizaron los aumentos que se producían en el arranque y en la sentadilla como consecuencia de entrenar solo a expensas de un grupo de intensidades específico. Los demás ejercicios se seguían realizando en forma normal. La tabla 7.4 muestra el método utilizado.

Grupo de edades	Intensidades	Volumen por serie (reps)	Volumen por sesión (reps)
13 - 14 años	50 a 65 %	6	36
15 - 16 años	70 a 80 %	3 - 4	18
17 - 20 años	80 a 90 %	1 - 2	12

Tabla 7.4

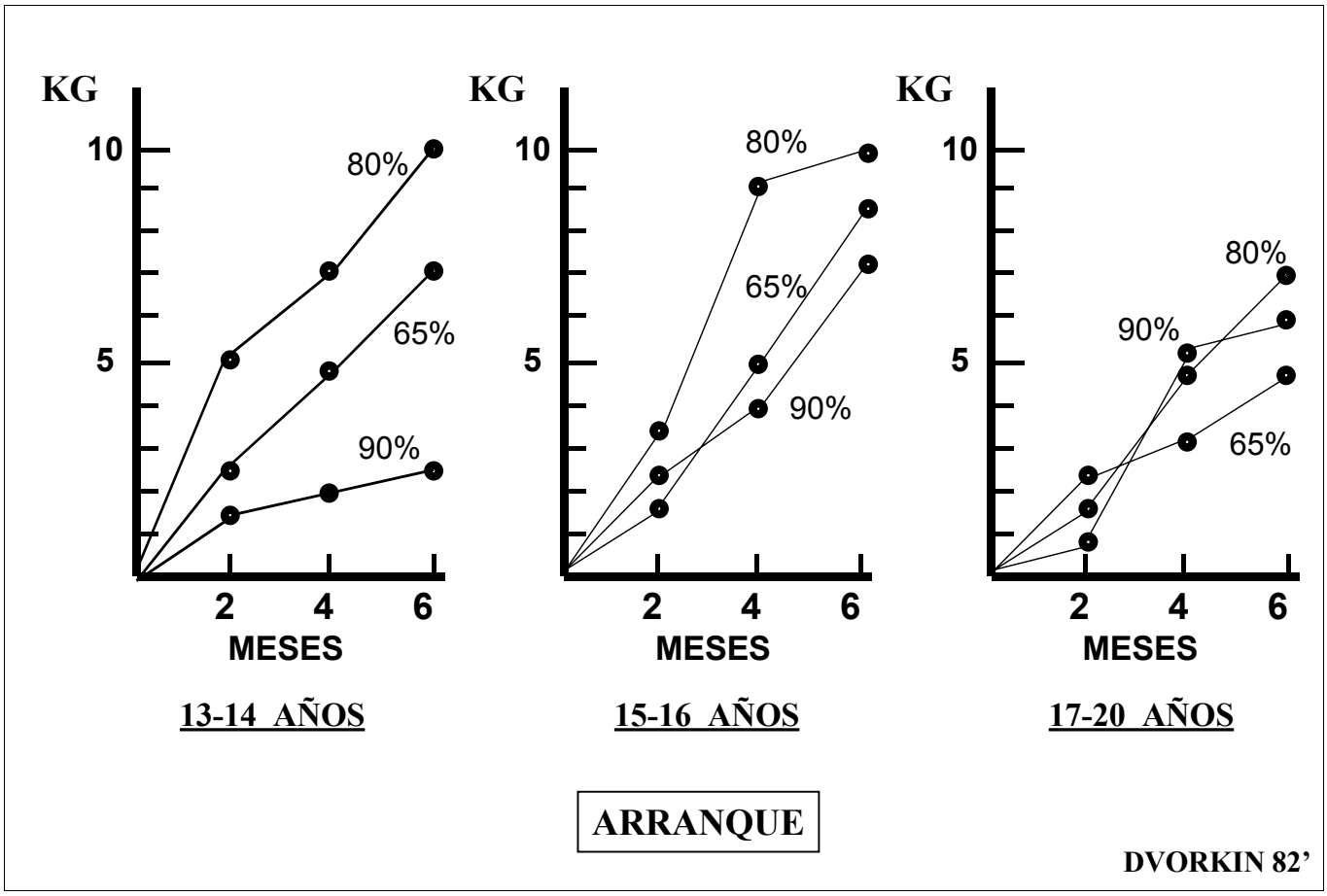

KG
10
5
80%
65%
90%
2
4
6
MESES
13-14 AÑOS
KG
10
5
80%
65%
90%
2
4
6
MESES
15-16 AÑOS
KG
10
5
80%
90%
65%
2
4
6
MESES
17-20 AÑOS
ARRANQUE
DVORKIN 82'

Figura 7.9

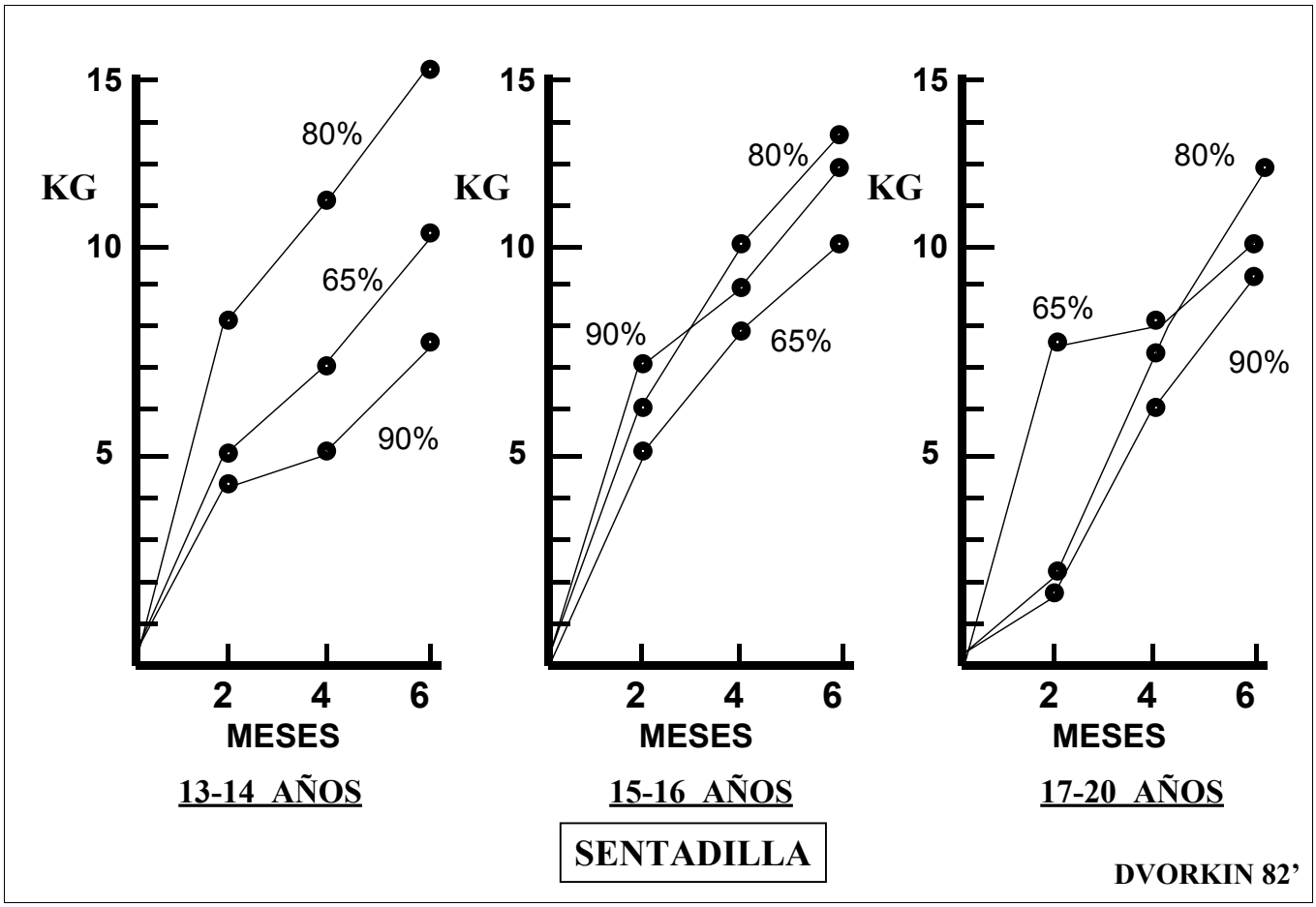


Figura 7.10

En el grupo de 13 y 14 años los mejores resultados se encontraron entrenando con la intensidad del 80 % de una R.M tanto para un ejercicio muy potente (arranque) como para un ejercicio lento que se adapta a la Ley de Hill (sentadilla). También podemos observar que en estas edades se obtiene una mayor ganancia de fuerza cuando se aplica un entrenamiento con cargas del 50 al 65 % comparado con la aplicación de intensidades mucho más altas (80 a 90 %).

En el grupo de 15 a 16 años la tendencia de mayor ganancia se sigue observando cuando se aplican cargas del 80 % en ambos tipos de ejercicio, aunque en la sentadilla la intensidad del 90 % se acerca bastante a los logros obtenidos con el 80 % y en el arranque casi iguala a la intensidad del 50 al 65 %.

En cuanto al grupo de edad de 17 a 20 años existe para ambos ejercicios una tendencia de que la intensidad del 80 % sea todavía la que logra mejores resultados. De todos modos la diferencia con el 90 % es muy pequeña comparada con las edades analizadas anteriormente. Solo se observa una leve tendencia no muy clara en la sentadilla donde la intensidad del 50 al 65 % obtiene notables resultados en los primeros 2 meses de entrenamiento, aunque luego disminuye notablemente su influencia. Este resultado no es igual que el obtenido en el arranque ya que si bien estas intensidades contribuyen a la ganancia de fuerza el aumento no es tan vertiginoso.

Como conclusión podemos decir que no es necesario aplicar intensidades tan altas en edades de formación deportiva ya que se pueden obtener resultados similares o mejores con intensidades mas bajas. Por lo tanto sería exponer a un peligro innecesario a niños utilizando intensidades de mas del 80 % de una R.M.

ENTRENAMIENTO CON EL PROPIO PESO CORPORAL

Frecuentemente algunos autores proponen al entrenamiento con el propio peso corporal como la metodología mas adecuada para niños hasta los 15 o 16 años, sustentando esta opinión en que es mas segura que trabajar con pesos libres y que obtiene los mismos resultados que otras metodologías.

Es obvio que estos conceptos no están basados sobre experimentación científica ya que en primer lugar cuando realizamos una serie de un ejercicio como puede ser abdominales o extensiones de brazos, lo único que podemos hacer es contar repeticiones. De ningún modo se puede calcular la cantidad de fuerza que está realizando el niño. No es posible calcular la resistencia, problema que se acrecienta conforme el niño modifica su antropometría.

La tabla 7.5 muestra la propuesta de Kraemer para el entrenamiento de sobrecarga con el propio peso corporal.

Ejercicio	**Series y reps.**
Extensiones de brazo	3 * 15 - 20
abdominales	3 * 15 - 30
Media sentadilla	3 * 10 - 20
Bíceps isométrico	10 * 6 seg. duración.
Elevación de gemelos	3 * 20 - 30
Deltoides lateral c/compañero	10 * 6 seg. duración.
Hipertensiones	3 * 10 - 15

Tabla 7.5

Como podemos ver el entrenamiento no propone intensidades, solo un volumen expresado en series y repeticiones establecidas en forma completamente arbitraria. Muchas veces se puede encontrar en la escuela o en el club niños que no tienen la capacidad para hacer 15 extensiones de brazos en forma continua. Inclusive muchos niños no pueden realizar ni siquiera una repetición, por lo que este movimiento con su propio peso corporal excede la fuerza máxima de los músculos protagonistas.

El entrenamiento con el propio peso corporal no es el mas beneficioso para incrementar la fuerza en niños, aunque es un método válido cuando se puede realizar series y repeticiones importantes para el desarrollo de la fuerza resistencia.

PERSISTENCIA DE LA GANANCIA DE FUERZA EN NIÑOS

Es interesante destacar que uno de los pocos trabajos que estudio la persistencia del aumento de la fuerza en niños fue el de Blimkie 89', y comprobó que los niños mantienen las ganancias de fuerza hasta aproximadamente 8 - 10 semanas una vez terminado el entrenamiento, para luego disminuir y situarse mismo al nivel que el grupo control (ver figura 7.11).

Esto marca una pauta: para mantener los niveles de fuerza los niños no deben dejar de entrenar, por lo que es necesario mayor investigación para aclarar el tema de las necesidades de entrenamiento en estas edades.

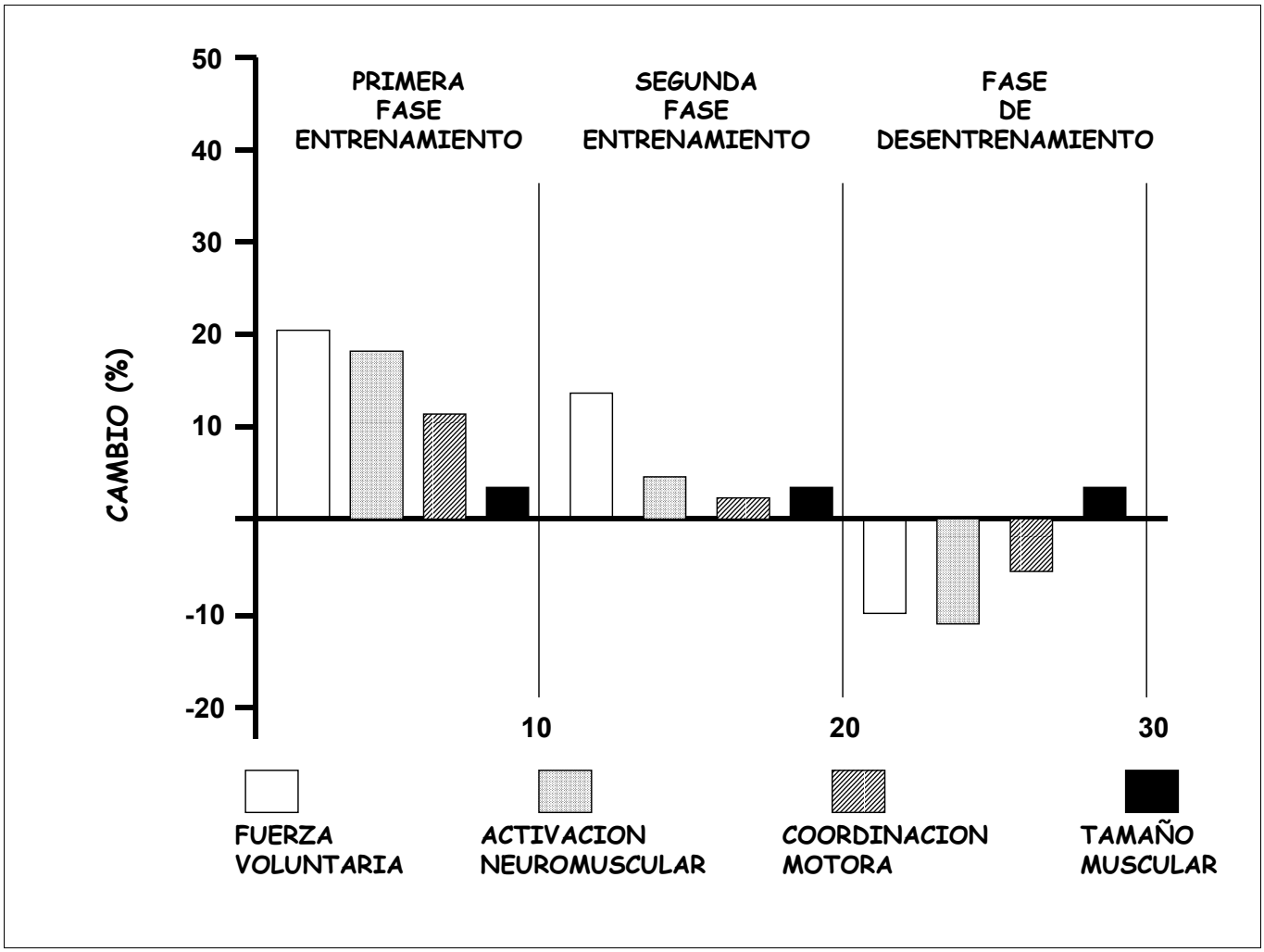


Figura 11. Blimkie 89'.

Ninguno de los trabajos realizados hasta el momento ha referenciado lesiones durante el período de entrenamiento y los trabajos mas prolongados solo han sido de 20 semanas como máximo, por lo que no se puede saber como reaccionan los prepúberes en programas de entrenamientos más extensos o como el entrenamiento modifica la variable con el correr del tiempo (años).

En nuestro país se han realizado estudios de entrenamiento de sobrecarga en niños en la Universidad nacional de Catamarca y en el Instituto de Educación Física de Mendoza. Los resultados encontrados fueron similares a los publicados internacionalmente. A continuación se resume uno de los trabajos.

ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN NIÑOS PREPUBERES

El trabajo de investigación aplicado que se desarrollará a continuación fue realizado en la provincia de Mendoza por alumnos de 4 año del I.E.F Dr. Jorge E. Coll. El objetivo fue comprobar la ganancia de fuerza en niños con entrenamiento de sobrecarga y analizar su influencia sobre la composición corporal y el rendimiento motor general.

Los niños pertenecían al club Mendoza de Regatas y practicaban el deporte Basquet dos veces por semana. Se dividieron en dos grupos al azar. Un grupo experimental (G.Exp n=10) y un grupo control (G.C n=10). Ambos grupos fueron sometidos a una revisión médica general, antes y después del trabajo. Todos los niños pertenecían al estadio de Tanner 1, comprobado a través del método fotográfico.

Se testeó la fuerza máxima en los ejercicios de press de banca y prensa a 45°, a través del test de 3 Repeticiones máximas (Rms), con lo cual se estimo estadísticamente el valor de la fuerza máxima (1R.M). También se evaluó la capacidad de salto a través del test de saltar y alcanzar (SyA), la fuerza de resistencia general mediante el test de sentarse y acostarse (FRA) y la flexibilidad general de lumbares e isquiotibiales a través del test de flexión anterior de tronco (FAT).

En cuanto a las variables antropométricas se midió peso, talla, pliegues cutáneos y perímetros musculares. Los perímetros musculares registrados fueron: muslo, brazo y pantorrilla; y los pliegues cutáneos fueron: tricipital, muslo y gemelo. Ambas mediciones se realizaron bilateralmente. Para el peso corporal se utilizó una balanza marca C.A.M y para la talla un estadiómetro de cinta Lufkin. Para los pliegues cutáneos se utilizó un lipómetro marca Harpenden y para los perímetros una cinta métrica Lufkin.

Se calcularon variables indirectas como fuerza relativa en relación con el peso corporal para los ejercicios de press de banca y de prensa 45°, potencia anaeróbica aláctica de piernas, Body Mass Index y corrección de perímetros musculares para ambos miembros.

Entrenamiento

El tiempo de entrenamiento fue de 5 semanas, con una frecuencia semanal de entrenamiento de 3 días. Se utilizaron cargas libres y máquinas de sobrecarga con supervisión de un profesor cada 3 niños. Previamente se realizaron dos semanas de adaptación con el objetivo de que los niños aprendieran las técnicas de ejecución y se preparen para la evaluación.

El entrenamiento de sobrecarga se realizaba antes del entrenamiento táctico del deporte específico y se utilizaron los siguientes ejercicios:

- press de banca (fuerza acostado).
- prensa a 45°.
- curl con barra (bíceps).
- abdominales.
- espinales.

El press de banca y la prensa a 45° se tomaron como ejercicios primarios y se llevo a cabo el siguiente entrenamiento:

MICRO 1	MICRO 2	MICRO 3	MICRO 4	MICRO 5
60/5*2	60/8	60/8	60/3	60/6
70/5*2	70/6*2	70/8	70/6	70/8*2
	75/4*2	75/6*3	75/6*2	75/4
			80/2*2	80/4
				85/2*2

El entrenamiento esta expresado en porcentaje del máximo.

El método de disposición de las cargas es lo que distingue a este trabajo de todos los referenciados en la literatura internacional. **Ningún trabajo propuso variaciones de las cargas semanales en niños.**

El volumen e intensidad de abdominales, espinales y bíceps se mantuvo constantes durante todo el periodo de entrenamiento, realizando 6 series de 6 repeticiones como entrada en calor previa a los ejercicios primarios (press de banca y prensa a 45°) y para evitar disbalances de fuerza.

Resultados

Las características generales de ambos grupos se muestran en la tabla 7.6. Todos los niños pertenecían al estadio de desarrollo de Tanner 1 evaluado a través del método fotográfico.

VARIABLE	GRUPO EXPERI-MENTAL	GRUPO CON-TROL	SIGNIFI-CACIÓN
EDAD (AÑOS)	8.8 ± 0.9	9.2 ± 0.8	NS
PESO (KG)	33.2 ± 4.1	33.2 ± 9.9	NS
TALLA (CM)	135.1 ± 6.8	134.7 ± 7.1	NS
B.M.I. (KG/M2)	18.1 ± 1.2	18 ± 3.9	NS
ESTADIO TANNER	1	1	NS

Tabla 7.6

ANÁLISIS INTERGRUPAL DE VARIABLES FUNCIONALES Y CINEANTROPOMÉTRICAS

En el análisis entre grupos antes de comenzar el entrenamiento se comprobó que existía una diferencia inicial en la flexibilidad (tabla 7.7). No se determinó diferencia en ningún otro test, por lo que podemos asegurar que los dos grupos (experimental y control) eran homogéneos en cuanto a su rendimiento inicial.

VARIABLE	GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO CONTROL	DIFERENCIA	%	SIGNIFICACIÓN
FLEXIÓN ANT. TRONCO	-10.4 ± 10.2	1.7 ± 10.2	12.1	116	0.05

Tabla 7.7. Análisis Intergrupal del Test 1.

ANÁLISIS INTRAGRUPAL

VARIABLE	ANTES MEDIA SD	DESPUÉS MEDIA SD	DIFERENCIA	%	SIGNIFICACIÓN
PRESS DE BANCA	19.6 ± 3.7	25.7 ± 6.3	6.1	31.1	0.001
PRENSA 45°	33.2 ± 16.9	66.3 ± 38.1	33.1	99.7	0.001
FUERZA RELATIVA PRESS DE BANCA	0.59 ± 0.1	0.77 ± 0.2	0.18	30.5	0.001
FUERZA REL. PRENS 45°	0.99 ± 0.5	1.96 ± 1.1	0.97	98	0.001
FUERZA RESIST. ABDOMINAL	30.4 ± 18.5	40.4 ± 19.2	10	32.9	0.05
SALTAR Y ALCANZAR	29.2 ± 4.9	32.5 ± 6.5	3.3	11.3	0.001
POTENCIA PIERNAS	39.8 ± 7.3	42.4 ± 7.9	2.6	6.5	0.01
FLEXIÓN ANT. TRONCO	-10.4 ± 10.2	-11.25 ± 10.8	0.86	8.3	NS

Tabla 7.8. Grupo Experimental.

VARIABLE	ANTES MEDIA SD	DESPUÉS MEDIA SD	DIFERENCIA	%	SIGNIFICACIÓN
PRESS DE BANCA	16.7 ± 5	19.8 ± 4.7	3.1	18.6	0.001
PRENSA 45°	19.3 ± 13.4	22.8 ± 12	3.5	18.1	0.05
FUERZA RELATIVA PRESS DE BANCA	0.50 ± 0.1	0.60 ± 0.09	0.1	20.0	0.01
FUERZA RELATIVA PRENSA 45°	0.58 ± 0.4	0.65 ± 0.4	0.07	12.0	NS
FUERZA RESISTENCIA ABDOMINAL	22.7 ±14.7	23.3 ± 17.8	0.6	2.6	NS
SALTAR Y ALCANZAR	26.7 ± 6.8	27.3 ± 5.4	0.6	2.2	NS
POTENCIA PIERNAS	38.7 ± 16.3	40.6 ± 14.7	1.9	4.9	NS
FLEXIÓN ANTERIOR TRONCO	1.7 ± 10.2	1.7 ± 9.9	0	0	NS

Tabla 7.9. Grupo Control.

VARIABLE	GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO CONTROL	DIFERENCIA	%	SIGNIFICACIÓN
FLEXIÓN ANTERIOR TRONCO	-11.2 ± 10.8	1.7 ± 9.9	12.1	116	0.05
PRENSA 45	66.3 ± 38.1	22.8 ± 12	43.5	190.8	0.01
PRESS DE BANCA	25.7 ± 6.3	19.8 ± 4.6	5.9	29.8	0.05
FUERZA RESIST. ABDOMINAL	40.4 ± 19.2	23.3 ± 17.7	17.1	73.4	0.05
SALTAR Y ALCANZAR	32.5 ± 6.5	27 ± 3	5.5	20.3	0.05
FUERZA RELATIVA PRESS DE BANCA	0.77 ± 0.16	0.6 ± 0.09	0.17	28.3	0.05
FUERZA RELATIVA PRENSA 45	1.96 ± 1.1	0.65 ± 0.35	1.31	201.5	0.05

Tabla 7.10. Análisis Intergrupal del Test 2.

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

En las variables antropométricas no se encontró diferencias significativas tanto para los test intragrupales e intergupales antes y después del entrenamiento.

DISCUSIÓN

El presente trabajo mostró mejorías en la fuerza de los ejercicios entrenados en el grupo experimental y también mostró que las mismas no se pudieron comprobar a través de modificaciones de las variables antropométricas como el peso, la talla o la modificación de la

composición corporal (masa grasa o masa magra). Si bien no se evaluaron modificaciones hormonales o neurales está bien establecido (Fahey 79') que las primeras son las precursoras de las celulares y que nuestros resultados antropométricos no mostraron modificaciones. Por defecto las modificaciones de la fuerza son atribuibles a las modificaciones neurales como se ha comprobado previamente en otros estudios.

El porcentaje de mejoría de la fuerza es comparable con estudios previos o levemente superiores. Las mejorías promedio fueron de 65.4% para el grupo experimental y 18.3% para el grupo control. De acuerdo a estas mejorías se puede observar que todos los estudios previos fueron más extensos que el presente trabajo. Todos los estudios se extendieron entre 2 y 5 meses. Creemos que la diferencia puede atribuirse a la confección del programa de entrenamiento. Los estudios previos entrenaban con 10 RMs equivalente al 73.5 % para maquinas de sobrecarga y 70 % para cargas libres y solo el estudio de Ramsay 90' entrenó en su segunda mitad (10 semanas) con el 85 % de 1RM.

En el programa de entrenamiento se utilizó una planificación de las cargas como generalmente se usa en deportistas adultos, esto quiere decir con variación de la carga constante y se llegó a utilizar el 85 % de 1RM. En los estudios previos se estabiliza la carga a una intensidad y se entrena todo el tiempo con la misma. Creemos que los niños se adaptan muy rápidamente a este tipo de trabajo y que es necesario modificar constantemente las cargas.

La poca diferencia, aunque estadísticamente muy significativa en los resultados de los test entre grupo control y experimental creemos que estuvo influenciada por el tipo de actividad física que realizaba el grupo control. Como los mismos practicaban basquet es posible que el volumen de pases de pecho (con pelota pesada) y de saltos para encestar, mejorarán los test específicos, ya que proponían el mismo patrón motriz (prensa 45° y press de banca). Es posible que el volumen de entrenamiento en niños sea muy importante, ya que algunos estudios que propusieron entrenamientos con una frecuencia de 2 veces por semana obtuvieron aumentos de la fuerza muchas veces similares o mejores a los que se entrenaban 3 veces por semana. Es posible que un pequeño volumen de entrenamiento proponga una mejoría importante en estas edades.

En relación con este último concepto deberíamos hacer referencia a la definición de atleta o deportista infantil que propone Malina 91'. La misma se manifiesta sobre el tipo de competencias y sobre la frecuencia de entrenamiento, aunque no da otras características. Es muy posible que un pequeño volumen de trabajo (niño activo pero no deportista) modifique en gran medida la cualidad fuerza. Es necesario mayor cantidad de estudios y sobre todo de mayor tiempo de duración para esclarecer este tema.

La revisión médica no arrojó información de ningún tipo de problemas con el entrenamiento de sobrecarga propuesto y, coincide con lo informado en trabajos previos. También confirma la conclusión de la Sociedad Ortopédica Americana de Medicina del Deporte que propone que el miedo que se tiene al entrenamiento de la fuerza en prepúberes está mas relacionado con la falta de formación de los profesionales que en la administración de los programas mismos. Cabe aclarar que el trabajo se cumplió con todas las pautas establecidas en el congreso. Sobre todo se puso énfasis en la cantidad de docentes que hubo por cada niño durante el tiempo de trabajo (1 docente cada 3 niños).

Por otro lado la falta de modificación del test de flexión anterior de tronco para los dos grupo antes y después del entrenamiento confirma que el mismo esta mas influenciado por el desarrollo antropométrico de las extremidades que por el entrenamiento de fuerza como se comprueba en adultos.

El comportamiento de la fuerza relativa al peso corporal se modificó de modo similar que la fuerza absoluta ya que el peso no se incrementó significativamente. En cuanto a la capacidad de salto las modificaciones fueron consistentes para el grupo experimental (tabla 7.8). Si bien ambos grupos practicaban el deporte basquet donde saltar es una acción básica, la suma del trabajo de entrenamiento de fuerza incrementó el resultado.

De la misma forma lo hizo con la fuerza resistencia abdominal aunque este tipo de manifestación de la fuerza no se entrenó ya que solo se realizaban series cortas (6*6) como calentamiento.

En conclusión, el entrenamiento de fuerza correctamente planificado mejora el rendimiento físico general sin comprometer la salud de los niños. También el entrenamiento de fuerza mejora las cualidades físicas directa e indirectamente, sin modificar la composición corporal. Este tipo de trabajo con niños debería ser común en los centros de formación deportiva (clubes).

PRINCIPIOS BASICOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN NIÑOS

A continuación se enumeran una serie de principios que deberían ser tenidos en cuenta cuando se trabaja con niños:

- Enseñar las normas básicas de seguridad en un gimnasio y distinguir bien a los profesores.
- Estimular todas las cualidades físicas (potencia aeróbica, anaeróbica y flexibilidad).
- Balancear los ejercicios del tren superior e inferior (tanto en volumen como intensidad).
- Balancear los ejercicios de músculos protagonistas y antagonistas.
- Estimular todas las manifestaciones de la fuerza (explosiva - resistencia - rápida).
- No enfatizar los movimientos excéntricos.
- Utilizar variados tipos de sobrecarga (elásticos - peso libre - maquinas - propio peso).

ESTADISTICAS DEL ENTRENAMIENTO DE SOBRECARGA

Es muy frecuente que deportistas jóvenes lleguen a la categoría mayor en su deporte o a los seleccionados y los preparadores físicos les soliciten información sobre las características de sus entrenamientos en los diferentes clubes.

Parte de estos antecedentes de entrenamiento están relacionados al trabajo con sobrecarga.

El entrenamiento de pesas en estos niveles se realiza como parte de la preparación general del deportista, sabiendo que se acercan partidos de nivel superior donde la exigencia física y deportiva es mayor. Por lo tanto la utilización de ejercicios con pesas es de suma importancia para incrementar el rendimiento deportivo. Muchas veces los deportistas no tienen formación y/o experiencia con el entrenamiento de pesas. Esto se repite frecuentemente aunque cada vez menos.

La tabla 7.11 muestra una situación teórica de la cantidad de repeticiones acumuladas que posee un deportista que cumple parcialmente con las etapas formativas del entrenamiento de sobrecarga.

Etapa	Características del entrenamiento	Subtotal
Formativa 1 ***14 - 15 - 16 años***	2 entrenamientos semanales 3 ejercicios de 20 reps. c/u Total (60 reps) Durante 10 meses por año	9.600 reps.
Formativa 2 ***17 - 18 - 19 años***	3 entrenamientos semanales 4 ejercicios de 20 reps. c/u Total (80 reps) Durante 10 meses por año	19.200 reps.
Total		**28.800 reps.**

Tabla 7.11

Como podemos observar si un adolescente comienza a entrenar con pesas a la edad de 14 años y realiza 2 entrenamientos a razón de 60 repeticiones por sesión con los objetivos planteados en la etapa formativa 1 (ver capitulo 6) se acumularán casi 10.000 repeticiones. Por otro lado si se prosigue con este tipo de entrenamientos un poco mas orientados hacia el deporte específico que se practica, se suman casi 20.000 repeticiones más.

Si sumamos las dos etapas tenemos casi 30.000 repeticiones realizadas. Es importante recordar que en un deporte de conjunto se utilizan unas

10.000 repeticiones por año deportivo (11 meses de entrenamiento). Esto quiere decir que los deportistas contarían con una experiencia previa importante equivalente a 3 años de entrenamiento, sobre todo en lo relacionado al aprendizaje de técnicas de ejercicios derivados del levantamiento de pesas (ver capitulo 4).

Teniendo esto en mente, es común que muchos entrenadores se apuren en el proceso de entrenamiento con sobrecarga ya que necesitan enseñar y entrenar a la misma vez. Este apuro frecuentemente termina con lesiones injustificadas.

En conclusión podemos decir que los niños deben realizar entrenamiento de sobrecarga en forma totalmente normal, siempre y cuando los profesionales a cargo dominen las técnicas de los ejercicios, el crecimiento, la maduración y la actividad física. También deben comprender la naturaleza de los mismos y los objetivos que debe tener cada etapa del entrenamiento.

BIBLIOGRAFIA

1. Bailey D. 1995 The role of mechanical loading in the regulation of skeletal development duraing growth. Cap. 6 New horizons in pediatric exercise science. Human kinetics.
2. Blimkie C., McDougall D., Sale D., Thonar E. & Smith K. Soft-tissue trauma and resistance training in boys. Abstrac 533 Medicine and Science in Sport and Exercise. 21 Suplem. s89. 1989.
3. Blimkie C. 1992. Resistance training during pre and early puberty: efficacy, trainability, mechanisms and persistance. Canadian journal of sport science. 17:4 264-79.
4. Blimkie C. 1993. Resistance training during preadolescence. Issues and controversies. Sport Medicine. 15: 4.
5. Cahill B.R. Proceedings of the Conference on Strength Training and the Prepubescent. American Orthopaedic Society for Sports Medicine. 1985.
6. Dimitrov D. 1993. Age to begin with weigthlifting training. Proceedings of the 1993 weigthlifting symposium. Greece.
7. Dvorkin L.S. 1982. Referenciado en Medvedeyev. A system on multi year training in weigthlifting.
8. Fahey TD, Del Valle-Zuris A, Oehlsen G, Trieb M, SeymourJ. 1979. Pubertal stage differences in hormonal and hematological response to maximal exersice in males. Journal of Applied Physiology. 46: 823-27.
9. Fleck S, Kraemer W. 1997. Designing resistance training program. Human Kinetics.
10. Grimm D. Erfolgreiche anwendung des kreisbetriebs in einer 3 klasse. Theorie and praxis korperkultur. 16:333-342. 1967.
11. Hamill B. 1994 Relative safety of weigthlifting and weigth training. Journal of strength and conditiong research. vol 8 num. 1 Feb.
12. Hettinger T.H. Die trainerbarkeit menchslicher muskeln in abhangigkeit vom alter und geschlecht. Internastionale zeitschrift fur angewandte physiologie einschliesslich arbeitphysiologie. 17:371-377. 1958.
13. Hetherington M.R. 1976. Effect of isometric training on the elbow flexion force torque of grade five boys. Research Quarterly for Exercise and Sport. 47:41-47.
14. Kato S. & Ishiko T. Obstruccted growth of children's bines due to excessive labor in remote corners. Proceedings of the International Congress of Sport Sciences. 476 Tokyo. 1964.
15. Malina R, Bouchard C. 1991. Growth, maduration and physical activity. Human Kinetics.
16. Noak H. Theorie and praxis der korperkultur. 5:855. 1956.
17. Proceedings of the Conference of Strength Training and the Prepubescent.
18. Ramsay J., Blimkie C., Smith K., Garner S., McaDougall D. Strength training effects in prepubescent boys. Medicine and Science in Sport and Excercise. 22: 605-614. 1990.
19. Vrijens J. Muscle strength development in the pre and post pubescent age. Medicine and sport. 11: 152-158. 197