

METODOLOGÍA Y VALORACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

C. Pérez Caballero

Director del Gabinete de Planificación y Control del entrenamiento del Servicio de Actividades Deportivas. Universidad de Murcia.
Master en Alto Rendimiento Deportivo.

DEFINICIÓN DE FUERZA

La fuerza es un componente esencial para el rendimiento de cualquier ser humano y su desarrollo formal no puede ser olvidado en la preparación de los deportistas.

Al definir la fuerza distinguimos dos conceptos diferentes: la fuerza como magnitud física y fuerza como presupuesto para la ejecución de un movimiento deportivo (Harre,1994). Desde la perspectiva de la física, la fuerza muscular sería la capacidad de la musculatura para generar la aceleración o deformación de un cuerpo, mantenerlo inmóvil o frenar su desplazamiento.

En el ámbito del deporte se encuentran tantas definiciones de fuerza como autores. González-Badillo (1995), define la fuerza como la capacidad de producir tensión en la musculatura al activarse, o como se entiende habitualmente, al contraerse.

Para Verkhoshansky (1999), la fuerza es el producto de una acción muscular iniciada y sincronizada por procesos eléctricos en el sistema nervioso. La fuerza es la capacidad que tiene un grupo muscular para generar una fuerza bajo condiciones específicas.

Kuznetsov (1989), Ehlenz (1990), Manno (1991), Harre y Hauptmann (1994) y Zatsiorsky (1995) la definen como la capacidad de vencer u oponerse ante una resistencia externa mediante tensión muscular.

Knutggen y Kraemer (1987) definen la fuerza como la máxima tensión manifestada por el músculo o grupo muscular a una velocidad determinada.

DEFINICIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE FUERZA

- *Fuerza absoluta*: es la capacidad potencial teórica de fuerza dependiente de la constitución del músculo: sección transversal y tipo de fibra.
- *Fuerza isométrica máxima*: cuando se realiza una contracción voluntaria máxima contra una resistencia insalvable.
- *Fuerza máxima excéntrica*: cuando se opone la máxima capacidad de contracción muscular ante una resistencia que se desplaza en el sentido opuesto al deseado.
- *Fuerza máxima concéntrica*: es la expresión máxima de fuerza cuando la resistencia sólo se desplaza o se vence una vez.
- *Fuerza dinámica máxima relativa*: cuando se manifiesta máxima velocidad ante una resistencia inferior a la máxima dinámica concéntrica.

DEFINICIÓN DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA FUERZA

Fuerza explosiva: es la capacidad de generar la mayor tensión muscular posible en el mínimo tiempo.

Potencia: es el cociente entre la fuerza y el tiempo. $P=F/T$.

Elasticidad: es la capacidad que tiene un cuerpo de retornar a su posición de reposo una vez cesan las fuerzas que lo han deformado.

Histéresis: es la proporción de energía que es disipada por la amortiguación viscoelástica interna en cada ciclo de estiramiento-acortamiento.

Stiffness: es la capacidad del músculo para oponerse al estiramiento.

FACTORES INTRÍNSECOS DEL DESARROLLO DE LA FUERZA

Las posibilidades de que un deportista desarrolle una fuerza importante depende de una serie de factores.

Los factores estructurales

La hipertrofia

La hipertrofia es una de las causas que genera en el cuerpo humano un incremento de la fuerza, pero a la hora de hablar de hipertrofia hay que hacerlo teniendo en cuenta una serie de factores que provocan intrínsecamente una serie de peculiaridades.

La hipertrofia tiene su explicación en una serie de causas que la generan:

- Un aumento de las miofibrillas.
- Un desarrollo del tejido conjuntivo.
- Un incremento de la vascularización.
- Un aumento del número de fibras musculares (argumento actualmente en situación de debate).

La hipertrofia muscular es generada por el engrosamiento de la fibras musculares producido como consecuencia de un incremento en el número y talla de las miofibrillas musculares, acompañado de un aumento de la cantidad de tejido conectivo -ligamentos, tendones, cartílagos- (McDonagh y Davies, 1984).

Zatsiorsky (1995), Siff y Verkhoshansky (1996) distinguen dos tipos fundamentales de hipertrofia:

Hipertrofia sarcoplásmica: donde se incrementa el volumen de las proteínas no contráctiles y del sarcoplasma. A pesar de que el área de sección transversal del músculo aumenta, la densidad (cantidad) de fibras musculares por unidad motora se mantiene, por lo que no se genera el deseado incremento de la fuerza del músculo. Este tipo de hipertrofia explica por qué no siempre el incremento de la sección transversal del músculo se acompaña de un aumento de la fuerza.

Esta es la hipertrofia que consiguen los deportistas cuando emplean los métodos típicos del culturismo que buscan como objetivo primario un aumento de la masa corporal, sin importar si se incrementa la fuerza.

Hipertrofia sarcomérica o miofibrilar: por medio de la cual se incrementa el tamaño y el número de sarcómeros, además de las propias miofibrillas por lo que aumenta el número de filamentos de actina y miosina disponibles. Al sintetizarse las proteínas contráctiles e incrementarse la densidad de los filamentos, este tipo de hipertrofia se acompaña de un incremento de la fuerza muscular, de ahí que también se le llame hipertrofia funcional o útil. La presentan los deportistas de halterofilia y atletas bien entrenados y es el tipo de hipertrofia que se debe buscar en el entrenamiento deportivo.

El aumento del número de sarcómeros puede producirse de dos formas (Edgerton 1986, Tihanyi, 1989, Cometti, 1989):

- En paralelo (transversalmente): como consecuencia de un entrenamiento que busca un incremento de la masa muscular. Este tipo de disposición multiplica la tensión muscular y genera un aumento de la sección transversal del músculo.
- En serie (longitudinalmente): se ha analizado en múltiples ocasiones que un músculo inmovilizado en posición de estiramiento es susceptible a aumentar el número de sarcómeros dispuestos en serie (Goldspink, 1985), de ahí que se proponga un trabajo de pesas con un rango de movimiento lo más amplio posible y unido a estiramientos para desarrollar esta disposición (Cometti, 1989, Goldspink, 1992). La disposición de los sarcómeros en serie aumenta la velocidad de contracción, provocando un aumento en la longitud del músculo (Fig.1).

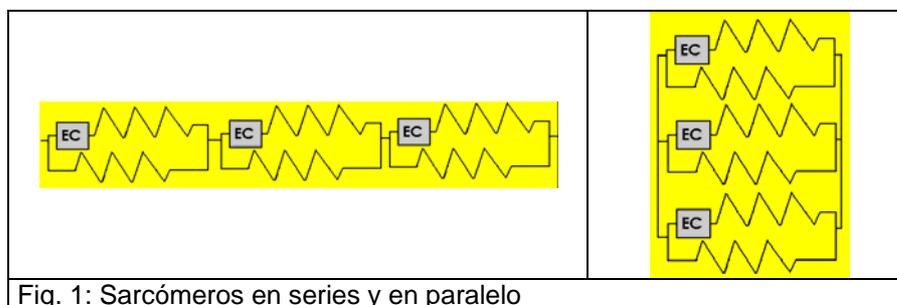


Fig. 1: Sarcómeros en series y en paralelo

El entrenamiento con una intensidad en torno a 10-8 RM, con un volumen por grupo muscular no demasiado elevado, (9 series de 10-8 repeticiones, repartidas en 3 ejercicios distintos para un mismo grupo muscular) y con una progresión vertical en la ejecución de los ejercicios, es decir, pasando de la 1ª serie de un ejercicio a la 1ª del siguiente parece ser el estímulo más adecuado para conseguir una hipertrofia sarcomérica. Por el contrario, una intensidad más liviana (12-15 RM), un volumen mayor y con una progresión horizontal en la ejecución de los ejercicios (completando todas las series de cada ejercicio) parece ser que al provocar una fatiga acumulada mayor, genera una hipertrofia sarcoplásmica (Zatsiorsky, 1995).

Existen varias teorías que explican la hipertrofia, una de ellas, la más aceptada, es la teoría energética de la hipertrofia muscular (Siff y

Verkhoshansky, 1996). Esta teoría se apoya en la supercompensación, provocada por la síntesis de proteínas después de un trabajo muscular intenso.

Todas las fibras son propensas a hipertrofiarse tanto las fibras blancas rápidas, como las fibras rojas lentas. Sin embargo, las FT tienen mucha mayor capacidad para hipertrofiarse (Thortensson, 1976, Hakkinen, 1985, Komi, 1986, Alway, 1990, Crill, 1998) y también para atrofiarse más rápida e intensamente que las ST (McDougall, 1980). Por lo tanto, aquellos sujetos con un mayor porcentaje de fibras rápidas tendrán un mayor potencial para incrementar el tamaño de los músculos y para incrementar sus niveles de fuerza.

Hiperplasia

Es el incremento en el número de fibras musculares. Actualmente existe un debate abierto sobre la hiperplasia muscular. Gonyea (1980) presenta evidencias de hiperplasia en gatos sujetos a un intenso entrenamiento con pesos, pero otros investigadores, McDougall (1984) y McCall (1996) han criticado estas conclusiones, indicando que lo que se produce realmente es una división fibrilar pero no la proliferación de nuevas fibras. Las investigaciones de Gudz (1976) indican que existe incremento del número de fibras mediante la división de fibras hipertrofiadas y el desarrollo de fibras musculares de músculos similares y células satélites. Además se ha sugerido que la hiperplasia muscular puede aparecer en un entrenamiento con cargas extremadamente intensas.

Aunque la hiperplasia sigue siendo objeto de estudio y de debates, si que se puede asegurar que se produce una hiperplasia de las estructuras dentro de las fibras y células musculares. Nikituk y Samoilo (1990) identifican dos tipos de hiperplasia subfibrilar:

Hiperplasia sarcoplasmática, que conlleva un aumento de las organelas sarcoplásmicas.

Hiperplasia miofibrilar-mitocondrial, que conlleva un incremento del número de miofibrillas y de las mitocondrias.

Tipo de fibras

Un tipo de entrenamiento, un movimiento deportivo o acciones musculares determinadas generan en el cuerpo humano una mayor o menor fuerza y una mayor o menor implicación de un tipo u otro de fibras musculares.

Las fibras musculares pueden ser clasificadas por el color, las propiedades contráctiles, el contenido de mioglobina, el contenido de enzimas metabólicas y el contenido de mitocondrias.

Las fibras se pueden clasificar en fibras de tipo I rojas, de contracción lenta (ST) y fibras del tipo II blancas, de contracción rápida (FT), donde la diferencia en el color se debe al hecho de que las fibras rojas tienen un contenido más elevado de mioglobina. En general, las fibras ST (tipo I) son de contracción lenta, de mayor resistencia a la fatiga, de color rojizo, con un diámetro menor, con una elevada capacidad oxidativa y con una baja capacidad glucolítica. Son fibras eficientes en el mantenimiento de la postura y para soportar una actividad prolongada de poca intensidad como las carreras de fondo, gracias a que contienen un gran número de mitocondrias y utilizan el

ATP lentamente. Las fibras FT (tipo II) se suelen dividir en fibras Fta (tipo IIA) y las Ftb (tipo IIB). Las Fta se denominan también de contracción glucolíticas-oxidativas, ya que son capaces de recurrir a mecanismos oxidativos y glucolíticos para conseguir energía. Son fibras capaces de generar movimientos rápidos, repetitivos y son reclutadas después de las fibras ST. Tienen un número elevado de mitocondrias por lo que poseen una cierta resistencia a la fatiga recuperándose con bastante rapidez.

Las fibras de tipo IIB son las que se contraen de forma más rápida, son de aspecto blanquecino, tienen un bajo contenido en mioglobina. Estas fibras son de gran diámetro si se las compara con las fibras ST, tienen una elevada capacidad glucolítica, una baja capacidad oxidativa y pocas mitocondrias. Se adaptan a los ejercicios de elevada potencia y se reclutan generalmente sólo cuando se requiere un esfuerzo muy rápido o muy intenso. Se fatigan rápidamente y recuperan su energía principalmente después de finalizar el ejercicio.

Los factores nerviosos

El reclutamiento de las fibras

El reclutamiento de las fibras musculares está explicado por la ley de Henneman que muestra como las fibras lentas (ST) son reclutadas antes que las rápidas cualquiera que sea el tipo de movimiento. Hay en este caso un paso obligado por las fibras lentas, lo que de ninguna manera interesa para movimientos rápidos o explosivos. La representación de Costill (1980) es muy descriptiva (fig. 2). Una carga ligera entrena un reclutamiento de las fibras ST o lentas, una carga mediana recluta las fibras ST y las fibras intermedias de tipo Ila, y una carga máxima recluta las fibras lentas, las intermedias y las más rápidas, las de tipo IIB.

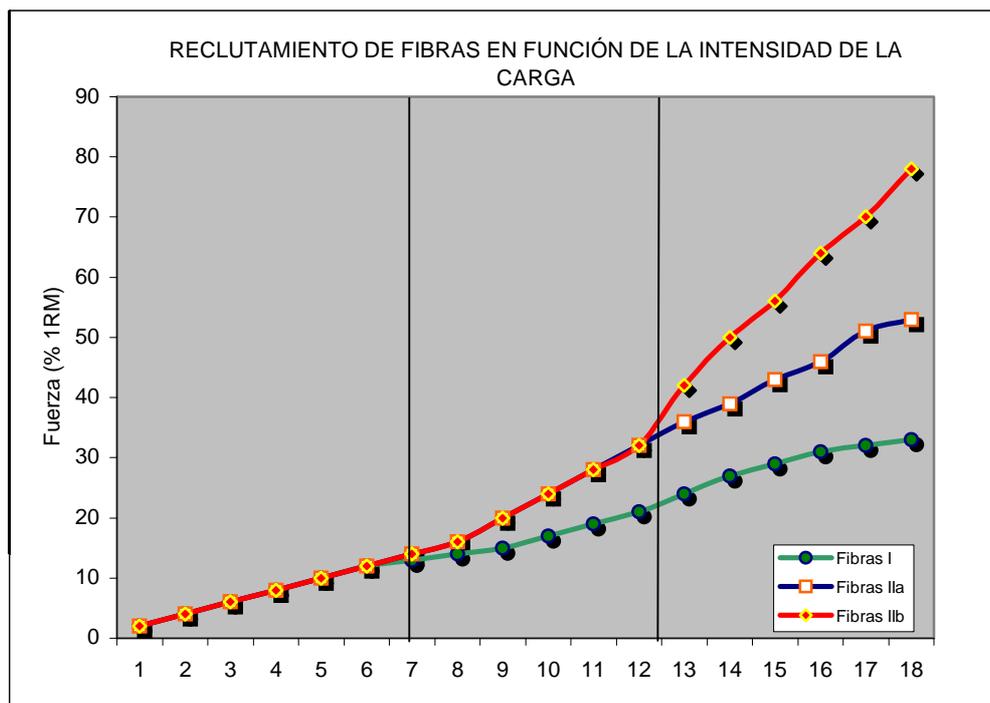


Fig. 2: Orden de reclutamiento de las fibras musculares

Por lo tanto, si la intención es entrenar las fibras FT, para un deporte en particular, resulta esencial trabajar con una intensidad alta o muy alta. Ahora bien, esta elevada intensidad no depende de la utilización de cargas cercanas a la fuerza máxima o a 1RM, sino más bien del grado en el que las fibras musculares son reclutadas durante el esfuerzo. Por tanto, los términos contracción rápida y contracción lenta no significan necesariamente que movimientos rápidos recluten exclusivamente fibras FT y movimientos lentos, fibras ST. Con una gran aceleración de la carga, la segunda Ley de Newton establece que la fuerza resultante puede ser elevada. De esta forma, la fuerza máxima producida en una aceleración rápida con una carga de 100 Kg. puede superar fácilmente la fuerza máxima generada con una carga de 150 Kg. con una aceleración más lenta.

Hoy las opiniones están divididas cuando se trata de movimientos balísticos y explosivos. En este caso la ley de Henneman no se tomaría en consideración y las unidades motrices de tipo II son reclutadas directamente sin necesidad de sollicitación de unidades motrices lentas (Grimby y Hannertz, 1977).

La sincronización de las unidades motoras

Para que los músculos funcionen de forma eficaz hay que provocar una sincronización de las fibras musculares. Las unidades motrices al principio están sincronizadas. Pero la acción inhibitoria del circuito de Renshaw genera la desincronización.

Paillard (1976) explica el fenómeno de la sincronización de la siguiente manera. Las motoneuronas de una misma población tienen tendencia a sincronizarse; primero, por el hecho de estar sometidas al mismo mando central y, por otra parte, los efectos del campo eléctrico debido a la proximidad de esas motoneuronas al centro del núcleo motor.

Las unidades motoras que no funcionan a la misma frecuencia de estimulación máxima y que son sincronizadas provocan temblor en el grupo muscular. Este temblor generaría en los movimientos de precisión muscular inconvenientes inapropiados para esos movimientos de calidad, por lo tanto, la acción inhibitoria y desincronizante del circuito de Renshaw eliminaría esos temblores con el fin de conseguir movimientos musculares que requieren de calidad de acción.

VALORACIÓN Y CONTROL DEL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

Actualmente y de forma generalizada, los profesionales del deporte que se dedican al control y planificación del entrenamiento siguen empleando para realizar sus programaciones y análisis del entrenamiento de fuerza sistemas de medición tradicionales que se basan en el control de cargas en función del porcentaje del peso corporal del deportista o bien de la máxima carga que se puede levantar una sola vez (test de 1 RM). Pero en los últimos años se ha dado un paso de gigante y se ha producido una revolución en lo que respecta a la valoración y control del entrenamiento. El simple hecho de poder controlar,

de forma exacta, el tiempo en que un sujeto desplaza una carga en sentido lineal es suficiente para estar hablando de revolución en el entrenamiento de la fuerza.

Sabemos por la experiencia que la superación de una determinada carga produce distintos tipos de adaptación en nuestro sistema neuromuscular. Pero realmente lo que determina el tipo de adaptaciones es la velocidad de contracción del músculo. Por tanto, si controlamos la velocidad con que desplazamos las cargas, por medio del parámetro tiempo, se podrá controlar el entrenamiento con mucha mayor precisión consiguiendo, de esta forma, las adaptaciones buscadas. Además de la información de numerosos parámetros, (velocidad media, velocidad máxima, tiempo hasta alcanzar la velocidad máxima, aceleración media, aceleración máxima, tiempo hasta alcanzar la aceleración máxima, fuerza media, fuerza máxima, tiempo hasta llegar a la fuerza máxima) obtendremos la potencia máxima.

Métodos tradicionales para la valoración de la fuerza

La RM (Repetición máxima)

La repetición máxima (RM) es la máxima cantidad de peso que puede levantar un sujeto un número determinado de veces en un ejercicio.

Una repetición máxima (1 RM) es la cantidad de peso que se puede vencer de forma concéntrica una sola vez.

La determinación de la carga correspondiente a una repetición máxima es la forma más generalizada por los entrenadores y el método más simple para determinar la fuerza máxima dinámica de cada grupo muscular.

Los test de 1RM son aplicables a deportistas que tienen una base y una experiencia en el entrenamiento de la fuerza, pero cuando se trata de personas con poca o ninguna experiencia lo mejor es buscar otros recursos, cuando se tiene que programar su entrenamiento con el fin de salvaguardar su salud.

Esos recursos se basan en fórmulas y tablas que nos permiten el cálculo a partir de cargas submáximas. Algunas de estas fórmulas fueron determinadas por Lander (1985), Brzycki (1993) y O'Connor y col. (1989):

- Lander % 1RM= $101,3 - 2,67123 \times \text{repeticiones hasta fallo}$
- Brzycki % 1RM= $102,78 - 2,78 \times \text{repeticiones hasta fallo}$
- O'Connor % 1RM= $0,025 (\text{peso levantado} \times \text{repeticiones hasta fallo}) + \text{peso levantado}$.

La fórmula de Brzycki y Lander parecen ser la más precisas cuando se ejecutan menos de 10 repeticiones, sin embargo, cuando sobrepasa este valor estas pierden precisión.

Repeticiones	LANDER	BRZYCKI	O'CONNOR	
	% de 1RM			Kilos
8	80	81	72	60
9	77	78	74	
10	75	75	75	
11	72	72	77	
12	69	69	78	
13	67	67	80	
14	64	64	81	
15	61	61	83	
16	59	58	84	
17	56	56	86	
18	53	53	87	
19	51	50	89	
20	48	47	90	

Tabla 1.

Las fórmulas de Lander y Brzycki nos proporciona la equivalencia en porcentaje de un número determinado de repeticiones respecto al 100 % de la fuerza máxima. Al igual que las anteriores, la fórmula de O'Connor, nos facilita el porcentaje de una carga determinada respecto de 1RM con una carga de 60 kilos (tabla 1).

El número de repeticiones máximas que se pueden realizar con una carga aumenta conforme disminuye ésta. McDonagh y Davies (1984) indican unas equivalencias entre el valor de RM y el porcentaje respecto a la carga máxima (tabla 2).

Repeticiones (RM)	% respecto a la carga máxima
1	100
2	95
3	90
4	86
5	82
6	78
7	74
8	70
9	65
10	61
11	57
12	53

Tabla 2.

¿Cómo realizar un test de 1 repetición máxima?

Lo primero que hay que realizar es un calentamiento general de 10 a 12 minutos, seguidamente se realizará con una carga muy liviana (30-40% de 1RM) 2 series de 12 a 15 repeticiones recuperando entre ambas un minuto. A partir de la carga del calentamiento específico se ejecutarán (con una progresión que variará entre los 2 y 10 kilos dependiendo del sujeto testado y del tipo de ejercicio), dos-tres repeticiones recuperando 1 minuto entre los cambios de carga. Cuando se empiece a percibir, en el sujeto testado, cierta

dificultad para movilizar la carga se le indicará la realización de una sola repetición y se aumentará la recuperación a tres minutos. Se progresará con esta dinámica hasta el final que será cuando el deportista supere la carga una sola vez.

Nuevas tecnologías para la valoración de la fuerza

La revolución tecnológica de la valoración y control del entrenamiento de la fuerza se puede aplicar a cualquier manifestación de la fuerza, desde la máxima, pasando por la explosiva y terminando por la fuerza resistencia. Los parámetros que nos ofrece esta tecnología para la valoración de la fuerza son la velocidad, la aceleración, tiempo hasta alcanzar la velocidad máxima, tiempo hasta alcanzar la aceleración máxima; fuerza media, fuerza máxima, tiempo hasta llegar a la fuerza máxima; potencia media, potencia máxima, tiempo hasta alcanzar la potencia máxima y ángulo máximo.

Para la consecución de todos los valores medibles que afectan a la fuerza disponemos hoy día una serie de aparatos que se basan en su mayoría en la medición del desplazamiento recorrido en función del tiempo.

La utilización de células fotoeléctricas para la valoración de la fuerza

El empleo de células fotoeléctricas conectadas a un sistema de cronometraje (cuando no se tiene la posibilidad de un encoder lineal) puede facilitar al entrenador una serie de datos para la valoración de la fuerza muy importantes. El sistema consiste en colocar dos células fotoeléctricas con sus respectivos receptores en una disposición tal que permita medir el tiempo en que se ejecuta un ejercicio determinado de fuerza.

En el Gabinete de Planificación Control del Entrenamiento de la Universidad de Murcia se han realizado test de los siguientes ejercicios, press banca, press tras nuca, sentadillas y dominadas por medio de este sistema, siendo los resultados muy satisfactorios (Fig. 3).



Fig.3. Test de press tras nuca y dominadas con células fotoeléctricas

Por medio de este sistema y con la creación de una hoja de cálculo se han realizado curvas de fuerza-velocidad y curvas de potencia, además de facilitar datos de velocidad media, potencia media y tiempo total realizado durante una repetición durante el ejercicio (Tabla 3).

DATOS DE UN TEST DE PRESS BANCA CONTROLADO POR CÉLULAS								
H1ª C	H2ª C	G (m/s)	Kilos	%	D (mts)	T (seg.)	V (m/s)	P (w)
117	76	9,81	30	24,0	0,41	0,27	1,52	447
			40	32,0	0,41	0,32	1,28	503
			50	40,0	0,41	0,37	1,11	544
			60	48,0	0,41	0,46	0,89	525
			70	56,0	0,41	0,49	0,84	575
			80	64,0	0,41	0,52	0,79	619
			90	72,0	0,41	0,60	0,68	603
			95	76,0	0,41	0,70	0,59	546
			100	80,0	0,41	0,87	0,47	462
			105	84,0	0,41	0,83	0,49	509
			110	88,0	0,41	0,93	0,44	476
			115	92,0	0,41	1,10	0,37	420
			120	96,0	0,41	1,25	0,33	386
			125	100,0	0,41	2,25	0,18	223

Tabla 3. Datos de un test de press banca realizado con células fotoeléctricas.

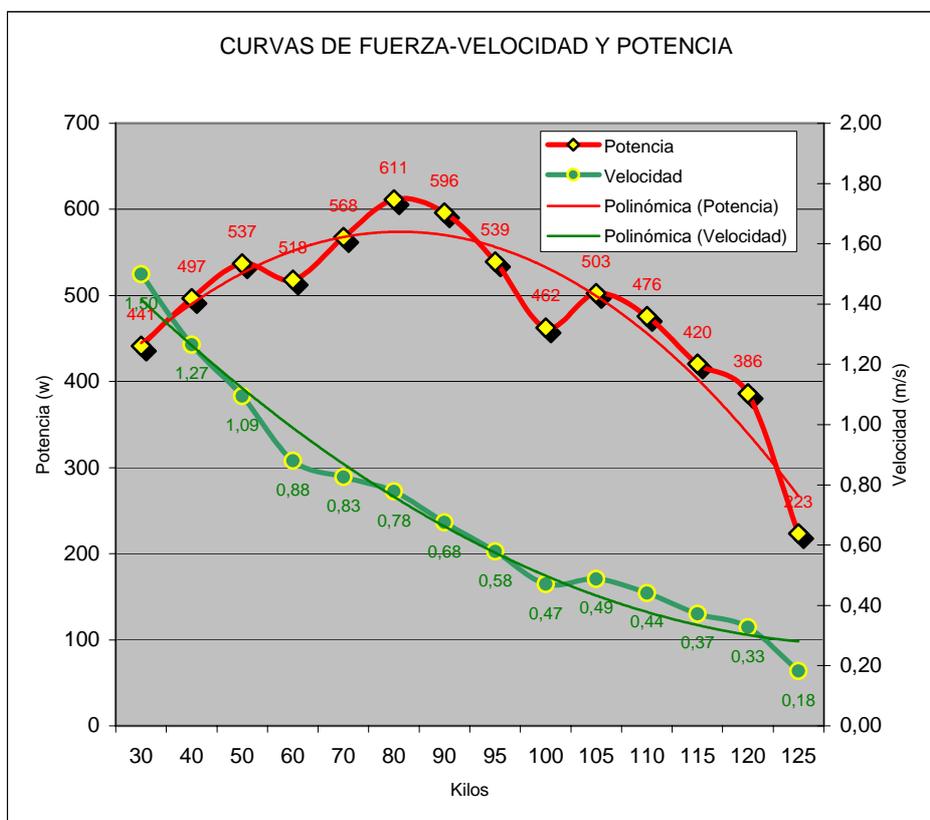


Fig. 4. Curva de fuerza/velocidad y potencia de un test de press banca

Encoders lineales

En el mercado podemos encontrar dos aparatos que nos facilitan los datos anteriormente citados:

- Ergopower (Bosco System). Este aparato fue creado por el profesor Carmelo Bosco con su equipo de colaboradores en 1991 a partir del Biocoor / Dinater.
- Realpower (Globus).

Estos aparatos poseen un sistema electrónico de medición basado en el encoder lineal que puede ser adaptado y aplicado a cualquier máquina de musculación que emplee como resistencia externa la fuerza de la gravedad. El biorrobot mide y registra la velocidad de desplazamiento en función del tiempo. De esta manera puede mostrar todos los parámetros derivados como velocidad, aceleración, potencia, trabajo, etc.

Este BioRobot tiene una doble función operativa: como instrumento de valoración diagnóstica (modo test) , y como medio de control del entrenamiento personalizado (modo entrenamiento).

Como instrumento de valoración (modo test) permite caracterizar las propiedades biológicas individuales y las cualidades fisiológicas específicas durante la ejecución de movimientos naturales contra la fuerza de la gravedad. También es posible controlar los programas de entrenamiento, tanto en rehabilitación como en cualquier actividad deportiva.

En selección modo entrenamiento el aparato facilita el óptimo esfuerzo muscular a través de un sistema automático de información directa e instantánea (feed-back audiovisual) sobre la naturaleza cualitativa y cuantitativa del trabajo muscular desarrollado. Esto es posible ya que el sistema confronta la potencia mecánica desarrollada en cada una de las acciones musculares con la potencia óptima. La potencia óptima es seleccionada en base al trabajo a desarrollar para la estimulación neuromuscular específica y su correspondiente adaptación biológica.

La potencia óptima se determina previamente con un test para cada individuo en concreto y presupone el nivel mínimo de potencia del cual no hay que descender para producir el estímulo buscado.

Otras de las ventajas que dispone el Biorrobot es de un sistema de información visual y acústica que indica la intensidad del esfuerzo, confrontando los valores de la potencia desarrollada con los de la potencia óptima, de modo que cualquier desviación de los niveles óptimos es comunicada al sujeto que trabaja. Esto facilita el control del esfuerzo de forma que se dirija en la orientación deseada aumentado, en algunos casos, o disminuyendo en otros la intensidad del esfuerzo. Esto evita el que se realicen esfuerzos inútiles y adaptaciones fisiológicas no deseadas. De hecho, cuando se desarrolla por tercera vez consecutiva una potencia inferior a la óptima se produce un mensaje que invita a realizar una pausa de reposo.

LA PROGRAMACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

La programación es una forma organizada de conseguir las metas que nos proponemos, y por eso se encuentra en contraposición con la realización del entrenamiento de manera rutinaria, o a base de improvisaciones que no tengan detrás el apoyo de un plan que la justifique y delimite el margen de variación que podemos admitir sobre lo planificado. Esto quiere decir que la programación debe asegurar, por una parte, la unidad del proceso de entrenamiento y, por otra, la flexibilidad del mismo, como consecuencia del control y evaluación sistemática del propio proceso. Sólo la evaluación del proceso del proceso de entrenamiento puede justificar las revisiones oportunas de la programación. Por eso, una de las funciones del entrenador más que determinar una serie detallada de procesos a llevar a cabo durante la práctica del entrenamiento, es una continua tarea de reestructuración, análisis y revisión de lo que se está desarrollando.

Si nos planteamos la tarea de entrenar de esta forma, estaremos en las mejores condiciones para comprender, aplicar y adaptar las aportaciones de la ciencia a nuestra práctica diaria. Esto, necesariamente, va a desembocar en la acumulación de una auténtica experiencia formativa, que es la que hace al entrenador mejorar su trabajo y sus conocimientos cada día.

METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

A la hora de plantear el entrenamiento de la fuerza de un deportista, tendremos que tener muy claros una serie de conceptos, ya que no existe una receta única para todos, es por ello que, en palabras de Tihany (1988), sin un conocimiento claro de las características biomecánicas y fisiológicas de los atletas, los métodos de entrenamiento no pueden ser usados conscientemente sino accidentalmente. Para él es necesario lo siguiente:

- Conocer los principios fundamentales del sistema neuromuscular.
- Aprender los ejercicios sobre la base de los principios fisiológicos y mecánicos.
- Conocer el efecto de los ejercicios.
- Descubrir las características fisiológicas y mecánicas de los músculos de los deportistas.
- Seleccionar los ejercicios y métodos de entrenamiento sobre la base de la individualidad fisiológica y mecánica de cada deportista.
- Controlar completamente el entrenamiento de fuerza.
- Comprobar los cambios en las propiedades musculares desde el punto de vista de la fisiología y la biomecánica.

La fuerza puede desarrollarse de forma general o de forma especial. Entendemos por entrenamiento general de la fuerza a aquella que desarrollamos de manera multilateral y multifacética de los grupos musculares más importantes del cuerpo independientemente de la disciplina deportiva.

Por fuerza especial se entiende por aquella fuerza que se basa en la especificidad de la disciplina deportiva practicada.

El desarrollo de la fuerza para cualquier disciplina deportiva se basa en mayor o menor medida del desarrollo de la fuerza máxima, de la fuerza velocidad y de la fuerza resistencia.

Zatsiorski clasifica los métodos de desarrollo de la fuerza en tres:

Esfuerzos máximos

- Intensidad: 90-100% 1RM
- Series: 3-5.
- Repeticiones: 1-3
- Ventajas: gran impacto sobre los mecanismos nerviosos (reclutamiento, sincronización y frecuencia elevados). Requiere de pocas series y repeticiones.
- Inconvenientes: sólo para alto rendimiento. Requiere de 5 a 7 días de recuperación. Se tiene que alternar con otros métodos.

Esfuerzos repetidos

- Intensidad: 70-80% 1RM
- Series: 6.
- Repeticiones: 6
- Ventajas: el abanico de uso se amplia más allá del A. Rendimiento. Mejor adaptación para desentrenados y jóvenes.
- La recuperación entre sesiones es pequeña, 2 días. Se pueden aplicar más sesiones por semana.
- Inconvenientes: no se implican los mecanismos nerviosos y se requiere de un alto volumen de trabajo, hasta la fatiga para conseguir incrementos de fuerza.

Esfuerzos dinámicos

- Intensidad: 20-50% 1RM
- Series: variables (que no lleguen a producir cansancio nervioso).
- Repeticiones: 1-8
- Ventajas: mejora de la velocidad de ejecución. No se requiere de cargas altas.
- Inconvenientes: requiere en todo instante de una alta concentración.
- Se debe alternar con métodos de altas intensidades para no disminuir la fuerza máxima.

Los métodos concéntricos

Clasificación de la fuerza de los métodos concéntricos realizada por González-Badillo:

Int. %	Series	Rep.	Rec.	Veloc.	Efectos	Carácter del esfuerzo	Observaciones
90-100	4-8	1-3	3'-5'	Máx./ explos.	Máximo desarrollo de la fuerza máxima. Aumento de la coordinación intramuscular y	Mayor nº posible de repeticiones por serie	Debe combinarse con métodos de cargas medias Sólo aplicable a deportistas de rendimiento

					de la fuerza explosiva		y alto rendimiento
					Poca hipertrofia		Presenta riesgo de lesiones

Tabla 5. Métodos de Intensidades máximas I

Int. %	Series	Rep.	Rec.	Veloc.	Efectos	Carácter del esfuerzo	Observaciones
85-90	4-5	3-5	3'-5'	Máx. posible	Incremento de la fuerza máxima. Mejora de la coordinación intramuscular Pequeña hipertrofia	Máximo nº posible de repeticiones por serie o una menos	Debe combinarse con métodos de cargas medias Sólo aplicable a deportistas de rendimiento y alto rendimiento Presenta riesgo de lesiones

Tabla 6. Método de Intensidades máximas II

Int. %	Series	Rep.	Rec.	Veloc.	Efectos	Carácter del esfuerzo	Observaciones
80-85	3-5	5-7	3'-5'	Media o alta	Desarrollo de la fuerza máxima. La influencia sobre los factores nerviosos es pequeña Se produce hipertrofia	Máximo nº posible de repeticiones por serie o una menos. Este método permite la realización de 2-3 repeticiones más con la ayuda de un compañero	Se puede usar con principiantes, si el nº de repeticiones no es el máximo posible

Tabla 7. Método de repeticiones I

Int. %	Series	Rep.	Rec.	Veloc.	Efectos	Carácter del esfuerzo	Observaciones
70-80	3-5	6-12	2'-5'	Media o alta	Desarrollo de la fuerza máxima. La influencia sobre los factores nerviosos es negativa Hipertrofia muscular alta	Máximo nº posible de repeticiones por serie o una menos.	Se puede usar con principiantes, si el nº de repeticiones no es el máximo posible No es adecuado si no se desea un aumento del peso corporal Es un entrenamiento básico de la fuerza

Tabla 8. Método de repeticiones II

Int. %	Series	Rep.	Rec.	Veloc.	Efectos	Carácter del esfuerzo	Observaciones
60-75	3-5	6-12	2'-5'	Media	Acondicionamiento general de músculos y tendones como preparación para soportar cargas más exigentes	No se agota el máximo nº posible de repeticiones. Se deja un margen de 2-6 repeticiones sin hacer.	Sólo es útil para deportistas principiantes y para la rehabilitación Aplicable durante el 1º año de entrenamiento y en deportistas jóvenes puede prolongarse más tiempo.

Tabla 9. Método de repeticiones III

Método mixto: pirámide

La característica principal de este método es que la carga aumenta gradualmente de serie en serie, hasta conseguir el máximo de 1 RM. La zona de mejores prestaciones está entre el 80 y el 100% de la fuerza máxima. Para evitar la fatiga precoz no se emplean demasiadas repeticiones con resistencias

medias. Si no se busca la hipertrofia en las cargas de submáximas a máximas se deben realizar pocas repeticiones.

Una variante es la combinación de cargas crecientes y decrecientes, por ejemplo: 90%x3+100%x1+90%x3+100%x1 .

Int. %	Series	Rep.	Rec.	Veloc.	Efectos	Carácter del esfuerzo	Observaciones
60-100	6-14	1-8	3'-5'	Máxima	Se pretende un efecto múltiple, como combinación de todos los demás	Máximo nº posible de repeticiones por serie o alguna menos con las intensidades más bajas.	Consiste en hacer de más a menos repeticiones a medida que aumenta la intensidad (pirámide normal). Pero si a continuación se vuelve a bajar la intensidad y se incrementa progresivamente las repeticiones tenemos la pirámide doble.

Tabla 10. Método de Pirámide

Método concéntrico puro

Este método consiste en hacer contracciones concéntricas explosivas, es decir, se elimina la fase excéntrica del movimiento con el fin de estimular a la musculatura en la fase concéntrica.

Int. %	Series	Rep.	Rec.	Veloc.	Efectos	Carácter del esfuerzo	Observaciones
60-80	4-6	4-6	3'-5'	Máxima	Provoca una fuerte activación nerviosa y mejora la fuerza explosiva	No se agota el máximo nº de repeticiones posible y se deja un margen de 2 a 4 repeticiones sin hacer	Su aplicación debe producirse en las tres últimas semanas antes de la competición.

Tabla 12.

Los métodos de contrastes

Esta forma de entrenamiento se basa en el uso de cargas altas y bajas en la misma sesión de entrenamiento.

El método de contrastes clásico consiste en realizar series con cargas grandes (6RM) en combinación con cargas ligeras (series de 6 repeticiones con el 40-50% de 1RM). Los dos tipos de series se deben ejecutar a la máxima velocidad posible (Fig. 22).

En los métodos de contraste se puede trabajar realizando una pausa entre los cambios de carga, o bien, pasar de la carga más elevada a la más liviana sin descanso en una misma serie. Otra posibilidad es realizar primero todas las series/repeticiones con cargas elevadas y posteriormente después de una pausa realizar todas las series/repeticiones con las cargas más ligeras.

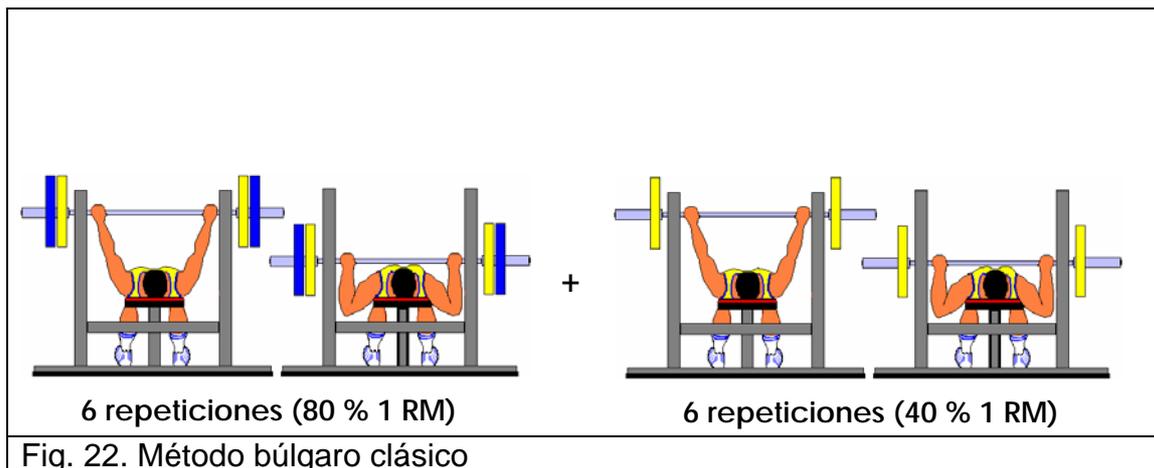


Fig. 22. Método búlgaro clásico

Este método mejora la fuerza explosiva ante cargas ligeras y la fuerza máxima ante cargas elevadas.

No es un sistema de entrenamiento aconsejable para deportistas jóvenes o neófitos en el entrenamiento de la fuerza.

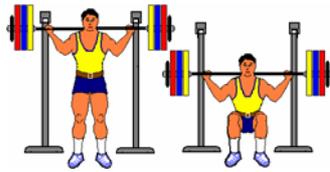
El trabajo de contraste también se puede emplear combinando cargas máximas y submáximas (tensión intensa), con otras sin cargas (máxima velocidad), como por ejemplo realizar sentadillas al 90-95 % de 1RM para seguidamente realizar una serie de carreras de velocidad de 40,50 ó 60 mts. De la misma forma se pueden alternar ejercicios isométricos con ejercicios explosivos, como saltos sin cargas.

El método de contrastes se presta a realizar las siguientes combinaciones:

- Combinar esfuerzos máximos (90-95% 1 RM) con esfuerzos dinámicos (30-50% 1RM). Esos se deben a realizar a máxima velocidad (Fig. 22).
- Combinar esfuerzos máximos con esfuerzos repetidos (cargas comprendidas entre el 60 y el 80 % de 1 RM) (Fig. 23).
- Combinar esfuerzos repetidos (60-80% 1 RM) con esfuerzos dinámicos (Fig. 24).

ALTERNANCIA DE ESFUERZOS MÁXIMOS CON ESFUERZOS DINÁMICOS

BÚLGARO EN LA SERIE



2 repeticiones (90 % 1 RM)

+



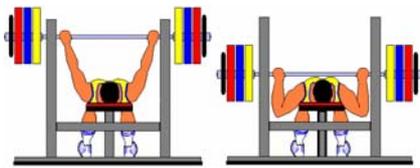
6 repeticiones (40 % 1 RM)

BÚLGARO EN LA SESIÓN



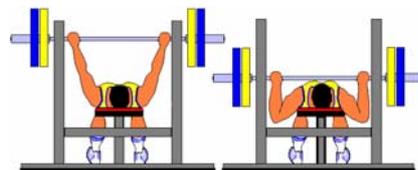
Fig. 22. Método de contrastes con cargas máximas combinadas con cargas dinámicas

ALTERNANCIA DE ESFUERZOS MÁXIMOS CON ESFUERZOS REPETIDOS



1 repetición (95 % 1 RM)

+



6 repeticiones (70 % 1 RM)

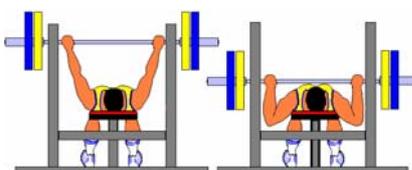
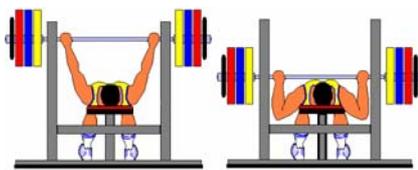
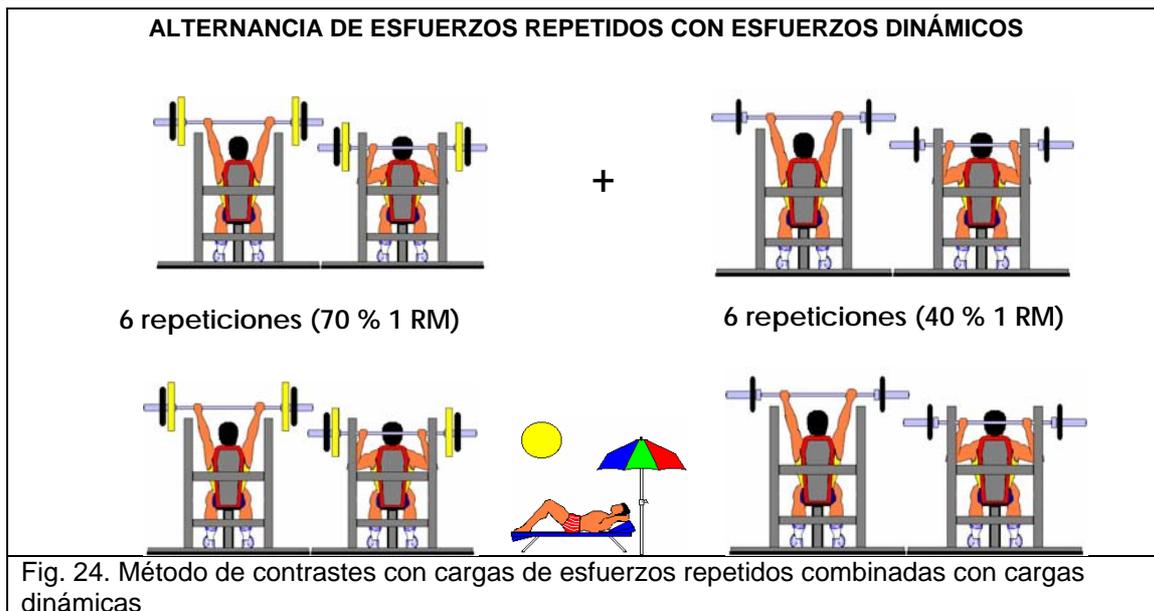


Fig. 23. Método de contrastes con cargas máximas combinadas con cargas de esfuerzos repetidos.



Métodos en régimen de contracción isométrica

La característica de este método es que los ejercicios se realizan de forma estática, es decir, se desarrolla tensión muscular.

Este método aisladamente tiene poca importancia para el deporte de elite, sólo es importante en algunos deportes como el tiro, la gimnasia artística y el esquí. Combinando este método con contracciones concéntricas o con ejercicios de tipo explosivo, sí tiene cierto interés para el deporte de competición.

Este tipo de entrenamiento presenta algunos inconvenientes como la nula neocapilarización del músculo, la falta de procesos intermusculares-coordinativos entre el SNC y la musculatura, la ganancia de fuerza sólo se produce en el ángulo de trabajo, existe un estancamiento muy temprano del aumento de la fuerza máxima, teniendo influencias negativas sobre la elasticidad muscular.

Este método no debe aplicarse de forma aislada, sino que debe combinarse con los métodos concéntricos para conseguir los óptimos beneficios que este puede reportar.

En el trabajo isométrico podemos distinguir 3 formas de trabajo:

- *Isometría máxima* (resistencia máxima que no puede superarse) (Fig. 25).
- *Isometría total*: la carga no es máxima pero se mantiene una contracción isométrica hasta la fatiga máxima (Fig. 26).
- *Estático dinámico*: se realiza marcando un tiempo predeterminado de contracción isométrica y se termina la repetición con una contracción concéntrica explosiva (fig. 27).

**DEBE REALIZARSE CON UNA CARGA MÁXIMA (100% RM) MANTENIENDO LA CONTRACCIÓN ISOMÉTRICA ENTRE 4" Y 6".
SE TRABAJA EN COMBINACIÓN CON LOS M. CONCÉNTRICOS CON CARGAS QUE PUEDEN OSCILAR ENTRE EL 30% Y EL 70%.**

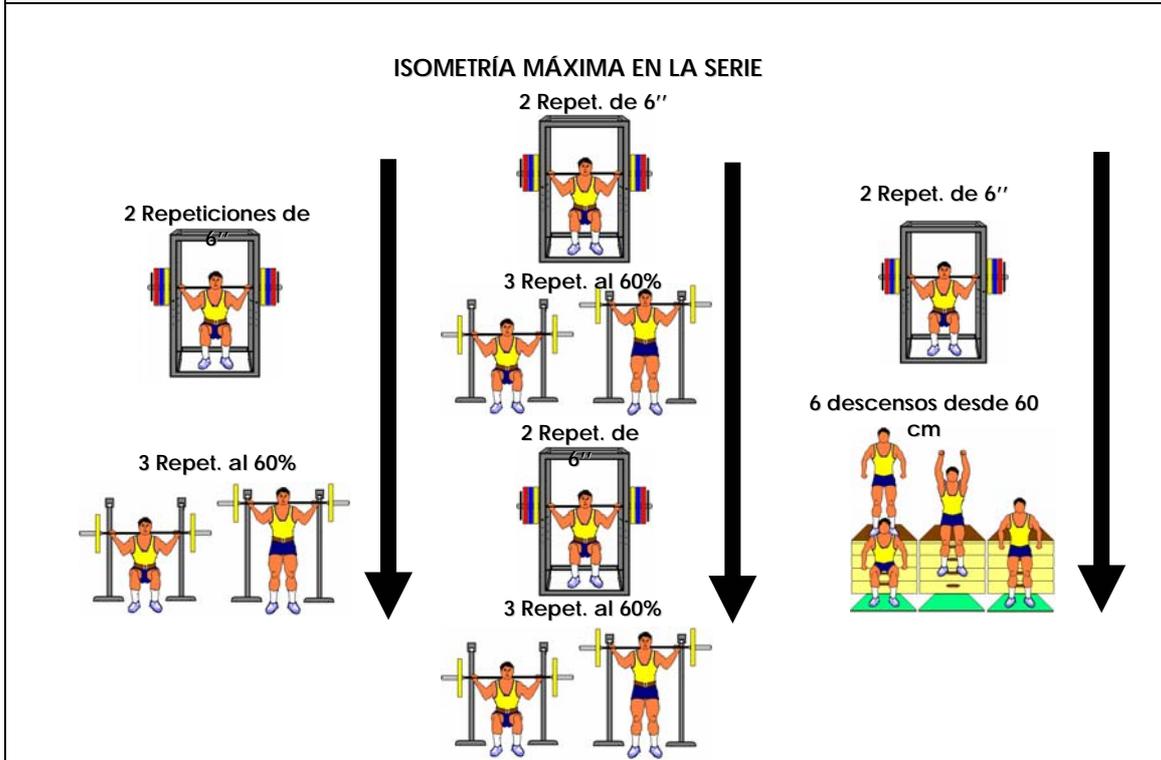


Fig. 25. Método de contrastes con isometría máxima en combinación con cargas de potencia y pliométricas.

**ES UN MÉTODO ACONSEJABLE PARA LOS PRINCIPIANTES
SE TRABAJA EN COMBINACIÓN CON LOS M. CONCÉNTRICOS CON CARGAS QUE PUEDEN OSCILAR ENTRE EL 30% Y EL 70%.**

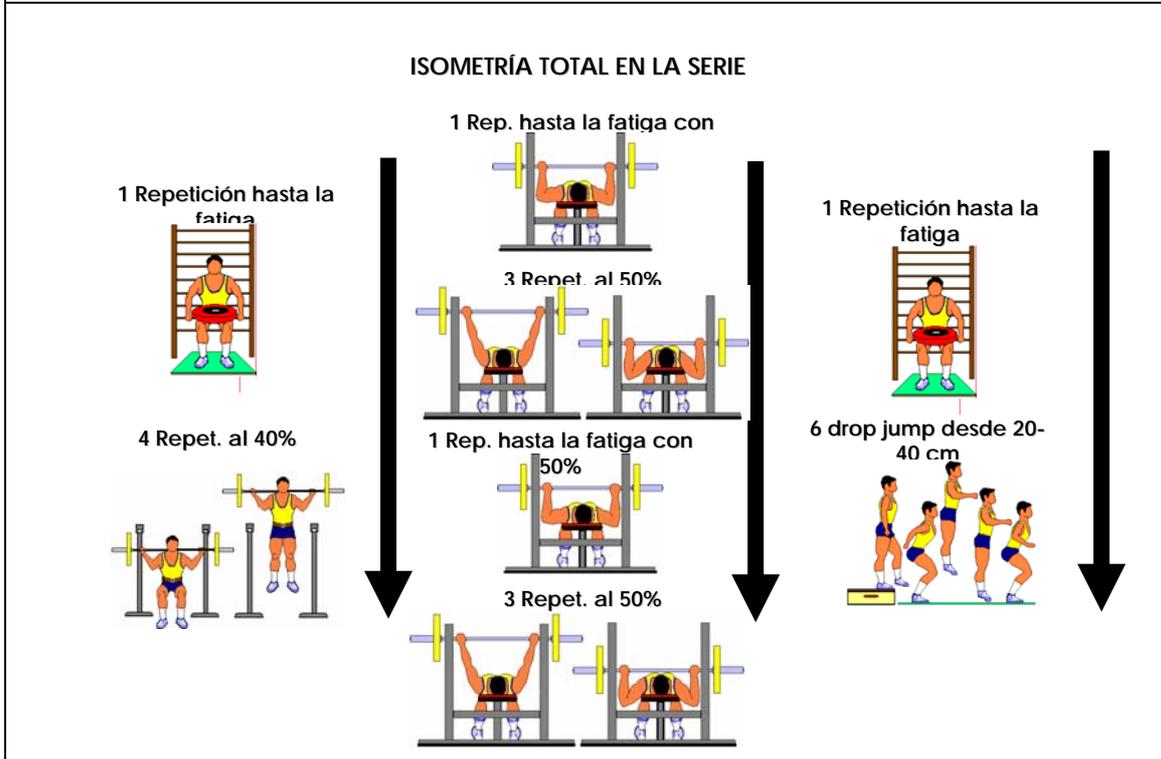


Fig. 26. M. de contrastes con isometría total y cargas de esfuerzos dinámicos y pliométricas.

ES UN MÉTODO QUE COMBINA EN UN MISMO MOVIMIENTO FASES ESTÁTICAS CON FASES DINÁMICAS.
ES MUY EFICAZ EN LAS 2-3 SEMANAS QUE PRECEDEN A UNA COMPETICIÓN.

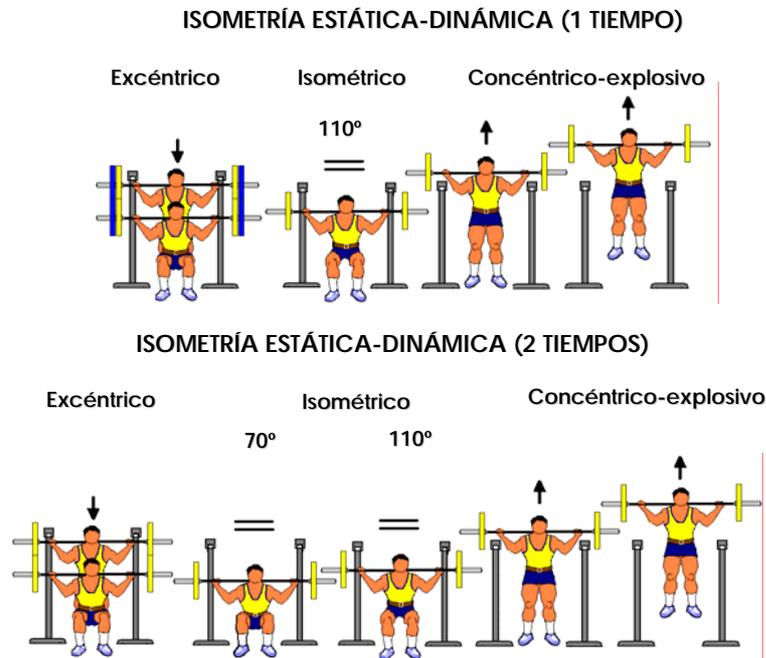


Fig. 27. Método estático-dinámico con una parada y con dos paradas

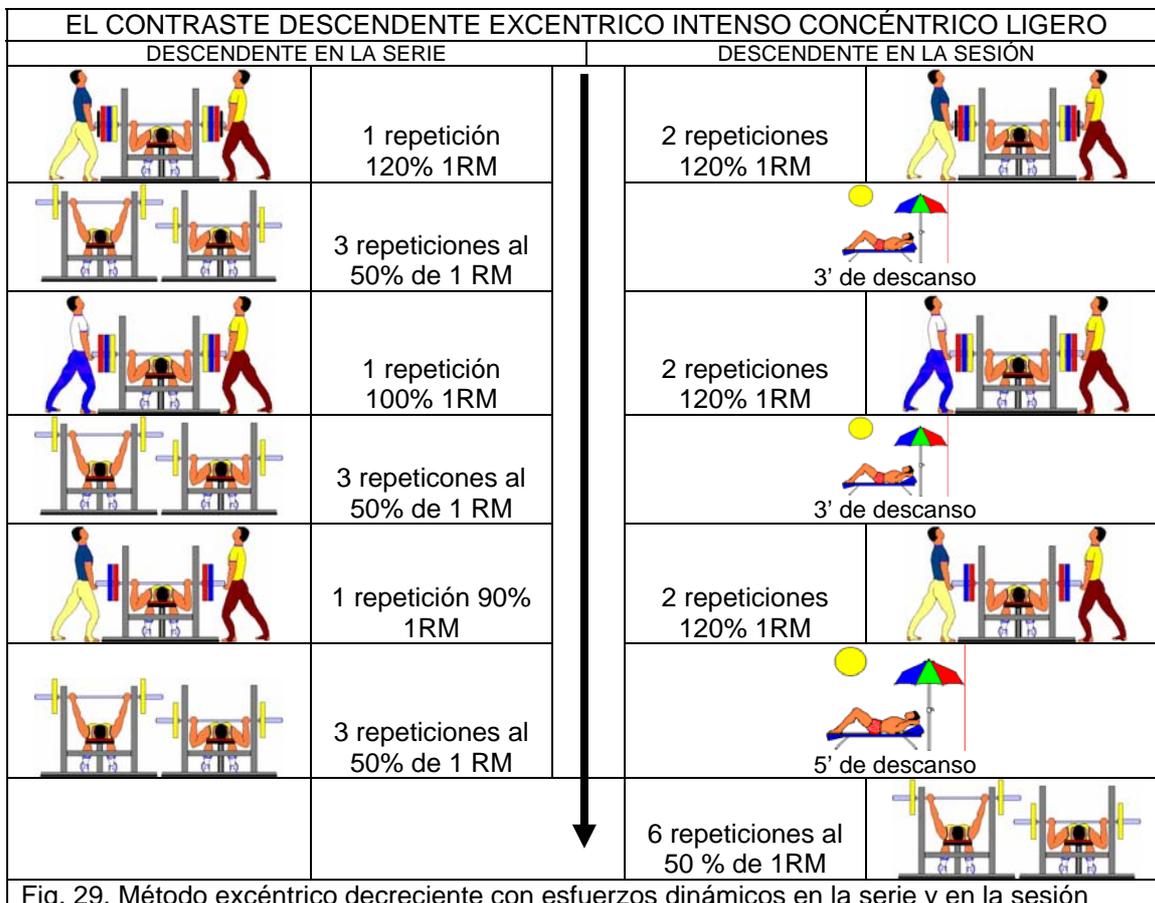
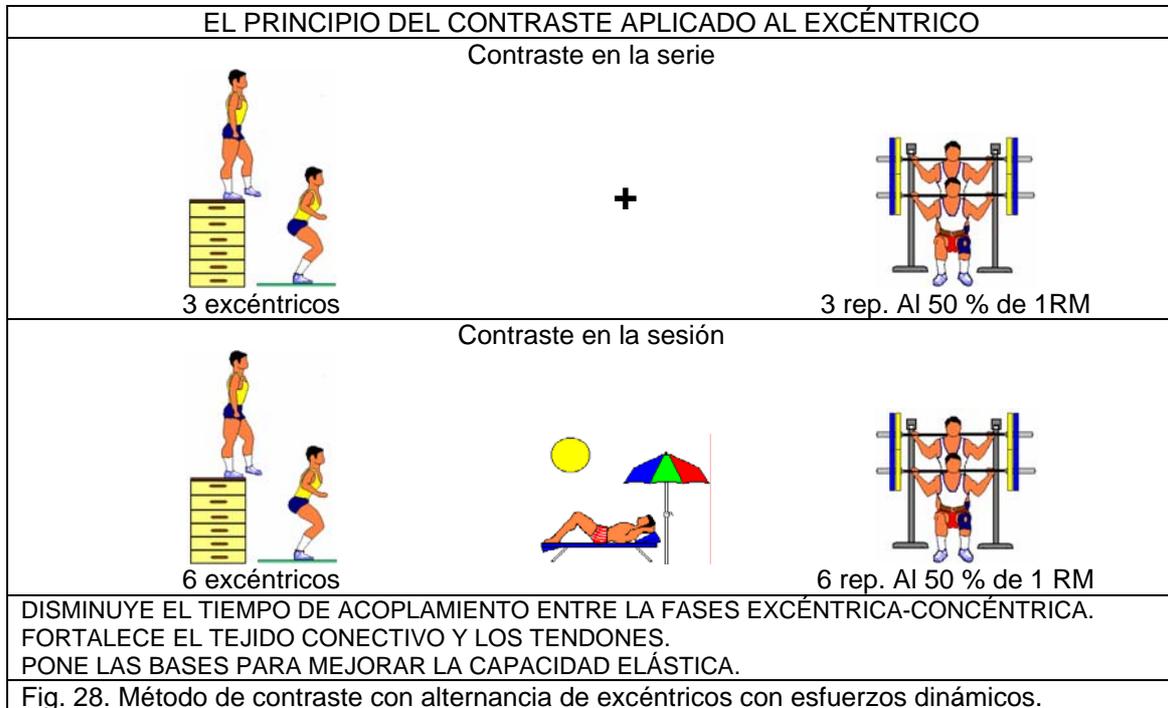
El método de la contracción excéntrica

Este método también se conoce con el nombre de entrenamiento dinámico negativo. En la contracción excéntrica se produce tensión cuando el músculo está alargándose consiguiéndose crear una mayor tensión muscular, y por tanto, una fuerza mayor que con la contracción isométrica y concéntrica. En esta contracción a la capacidad contráctil del músculo se une la resistencia de los puentes de actina y miosina a ser estirados.

Características generales del método excéntrico

- Este método no debe aplicarse de forma aislada, más bien en combinación con los métodos concéntricos.
- Este trabajo no debe desarrollarse durante un periodo superior a las 3 semanas.
- Debe de aplicarse lejos de la competición.
- Tiene la dificultad de que se requiere, salvo excepciones, de la ayuda de uno o más compañeros.
- Presenta riesgo de lesiones si no se toman las medidas oportunas.
- Sólo es apto para deportistas de gran experiencia con el entrenamiento de la fuerza.
- Este método no incrementa la masa muscular (Cometti, 1989).

- El trabajo excéntrico mejora más, que cualquier otro método, la fuerza de los tejidos conectivos y por tanto la fuerza elástica.
- Es metabólicamente más eficaz (ahorro de energía) que el resto de los métodos (Kaneko, 1984).
- La actividad eléctrica muscular es inferior que la de los otros dos métodos.

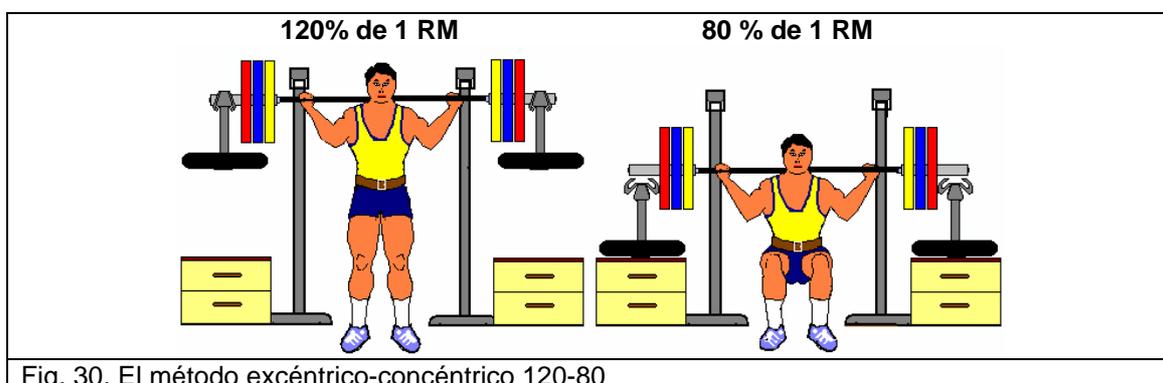


El método excéntrico 120-80

Este método consiste en realizar la fase excéntrica con el 120 % de 1RM y seguidamente, sin interrupción (gracias a un dispositivo especial), realizar la fase concéntrica con el 80 % (Fig. 30).

Características:

- Realizable sólo por deportistas de alto rendimiento y experimentados en el entrenamiento de la fuerza.
- El efecto de este método es inmediato por lo que se aconseja realizarlo días antes de la competición.
- El volumen de trabajo debe ser bajo por sesión: 5-6 series de 1 repetición y con un tiempo de recuperación que supere lo 5 minutos.



Consideraciones generales sobre el entrenamiento de la fuerza

Las vías para el aumento de la fuerza son de tipo estructural (hipertrofia), de coordinación neuromuscular, bien de tipo intramuscular (reclutamiento, frecuencia de estímulo, sincronización), bien de tipo intermuscular.

Los ejercicios generales tienen efectos positivos en los primeros años de entrenamiento.

Cuando la base de entrenamiento de fuerza es muy grande los ejercicios deben ser más específicos para que se produzcan efectos positivos.

El tiempo de trabajo de un método está limitado por la permanencia de su efecto positivo dentro de una fase de entrenamiento.

El entrenamiento de la fuerza debe estar en conexión con el gesto específico de la disciplina deportiva practicada.

El entrenamiento paralelo de fuerza y resistencia puede mejorar al mismo tiempo el consumo máximo de oxígeno y la fuerza, pero los músculos implicados en la resistencia favorecen menos la fuerza si no se entrena la resistencia.

El entrenamiento de resistencia muscular realizado tres veces por semana o más impide la mejora de la fuerza rápida.

Si se realiza entrenamiento de fuerza en días distintos al de resistencia se consiguen mayores mejoras de fuerza.

Un entrenamiento de fuerza explosiva permite mejorar la fuerza de carácter de tipo explosivo de especialistas de disciplinas de resistencia sin perjuicio de sus capacidades aeróbicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOSCO, C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Paidotribo, Barcelona, 1994.
2. BOSCO, C. La fuerza muscular. Aspectos metodológicos. Inde, Barcelona, 2000.
3. COLADO SÁNCHEZ, J.C.: Fitness en la sala de musculación. Barcelona: Inde, 1996.
4. COMETÍ G. Los métodos modernos de musculación. Barcelona: Paidotribo, 1998
5. FOX E.L. Fisiología del deporte. Buenos Aires: Panamericana, 1984
6. GARCÍA MANSO, J. M. La fuerza. Gymnos, Madrid, 1999.
7. GONZÁLEZ J. J. GOROSTIAGA E. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo. Barcelona: Inde, 1995.
8. GONZÁLEZ J.J. Halterofilia. F.E.H. y C.O.E. Madrid, 1991
9. GONZÁLEZ BADILLO, J. J., RIBAS SERNA, J. Programación del entrenamiento de la fuerza. Inde, Barcelona, 2002.
10. HAHN E. Entrenamiento con niños. Barcelona: Martínez Roca, 1988.
11. LACABA, R.: Técnica, sistemática y metodología de la musculación. Gymnos: Madrid, 1993.
12. MC ARDLE W. D., KATCH F. Y., KATCH V. L. Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano. Madrid: Alianza deporte, 1990.
13. ORTIZ V., GUE N., NAVARRO J.A., POLETAEV P., RAUSELL L. Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición. Barcelona: Inde, 1996.
14. PEARL, B.: La musculación. Preparación a los deportes, acondicionamiento general, Body building.
15. PEARL, B.: Tratado general de musculación. 2ª ed. Barcelona: Paidotribo, 1995.
16. SANTONJA M. El cuerpo humano. Anatomía, fisiología y kinesiólogía para deportistas. Madrid: Muscle ediciones, 1992.
17. SCHWARZENEGGER, A.; DOBBINS, B.: Enciclopedia del culturismo. Barcelona: Martínez Roca, 1992.

18. SIFF, C. y VERKHOSHANSKY, Y.. Super-entrenamiento. Paidotribo, Barcelona, 2000.
19. TIHANYI J., VITTORI C., SCHMIDTBLEICHER D., TANCIC D. Entrenamiento de la fuerza rápida. Madrid: Cuadernos de atletismo. nº 23 1988.
20. TOUS FAJARDO, J. Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Barcelona: Julio Tous Fajardo, 1999.
21. WEIDER, J.: The Weider system bodybuilding. Madrid: Santonja, 1986.