

Monograph

La Importancia de la Fuerza en el Proceso de Entrenamiento

Lic. Horacio Anselmi¹

¹Universidad Nacional del Salvador. Buenos Aires. Argentina.

RESUMEN

Palabras Clave: entrenamiento deportivo, sobrecarga, peso medio, intensidad media relativa, potencia, acondicionamiento

El tremendo desarrollo de la preparación física en el deporte de alto rendimiento, viene acompañado de una valoración creciente de la ventaja de contar con adecuados niveles de fuerza, potencia y velocidad.



Figura 1. Pirámide de Alto Rendimiento

Esta pirámide planteada hace muchos años por Iurig Verkoshansky, dice el alto rendimiento, está constituido por la habilidad de realizar gestos deportivos de calidad y la capacidad de reiterarlos varias veces. Detengámonos en este punto. Nuestros deportistas se caracterizan por la ejecución de gestos deportivos hábiles que denotan talento. Son capaces de

repetirlos sin demasiados problemas, los ejemplos sobran nuestros tensitas juegan cinco sets, los boxeadores pelean doce rounds, la capacidad de resistir no parece ser ningún inconveniente. Sin embargo no tenemos prácticamente tensitas que saquen a mas de 200 km/h, nuestros voliebolistas tienen problemas a la hora de saltar y alcanzar las alturas internacionales de ataque y bloqueo, en general nuestro deporte tiene problemas en cuanto a la fuerza y la velocidad de los gestos y no tanto en la capacidad de reiteración.

La capacidad de ejecutar y reiterar estos gestos se debe a tres valencias fundamentales, la velocidad, la fuerza y la resistencia, que están ubicadas en el centro de la pirámide. La fuerza se ubica en el centro de la pirámide por ser un agente fundamental para el desarrollo tanto de la voluntad como de la resistencia. La física clásica nos plantea a través del enunciado de Isaac Newton, lo siguiente:

FUERZA = MASA X ACELERACIÓN

Como la **ACELERACIÓN** = $\frac{\text{VELOCIDAD FINAL} - \text{VELOCIDAD INICIAL}}{\text{TIEMPO}}$

Si reemplazamos en la fórmula de FUERZA

FUERZA = MASA x $\frac{\text{VELOCIDAD FINAL} - \text{VELOCIDAD INICIAL}}{\text{TIEMPO}}$

Si la masa permanece constante, a mayor fuerza mayor diferencias de velocidades y si la velocidad inicial es nula por que el objeto esta en reposo, la velocidad inicial será directamente proporcional a la fuerza.

Específicamente en términos de entrenamiento, esto no es tan así, un individuo fuerte no es necesariamente veloz, pero un individuo muy veloz, con seguridad es fuerte. El entrenamiento adecuado y el empleo de los ejercicios de transferencia consiguen el efecto buscado. La potencia es la capacidad de realizar un trabajo en el menor tiempo posible.

POTENCIA = $\frac{\text{TRABAJO}}{\text{TIEMPO}}$

Pero como... **TRABAJO = FUERZA x DISTANCIA**

Podemos decir que... **POTENCIA = FUERZA x DISTANCIA**

Y como... **VELOCIDAD = $\frac{\text{DISTANCIA}}{\text{TIEMPO}}$**

POTENCIA = FUERZA x VELOCIDAD

La potencia entonces dependería en forma directa de la dureza y de la velocidad. Quedando recalcada entonces la tremenda importancia que tiene la fuerza en la capacidad de ejecutar gestos explosivos veloces y potentes.

LA FUERZA ES IMPRESCINDIBLE. ¿PERO CUAL?

Existe numerosa bibliografía que describe diferentes tipos de fuerzas. Fuerza- resistencia, Fuerza- potencia, Fuerza- explosiva, etc. Sin embargo sólo la máxima expresión de fuerza es la fuente de la que sustentan todas las demás manifestaciones, y es el paso obligado en el ordenamiento de las capacidades de entrenamiento. Si mi fuerza máxima es mayor, significa que mi reclutamiento de unidades motoras será mayor, por lo tanto tendré mas posibilidades de entrenar y desarrollar la fuerza resistencia o la potencia.

¿PODEMOS HABLAR DE DISTINTAS MANIFESTACIONES DE LA FUERZA MÁXIMA?

Sí, ejemplo: Supongamos que nuestro objetivo fuera lanzar una pelota medicinal de 5 kg. Lo más lejos posible.

Luego de lanzarla la pelota alcanzará una distancia determinada en función de la velocidad que consigamos imprimirle. Si la pelota medicinal hubiera sido de 3 kg., la velocidad que alcanzaríamos sería mayor y la pelota caería mas lejos. En ambos casos la fuerza aplicada fue la máxima posible para cada masa. La velocidad resultante aumentó conforme a la disminución de la masa.

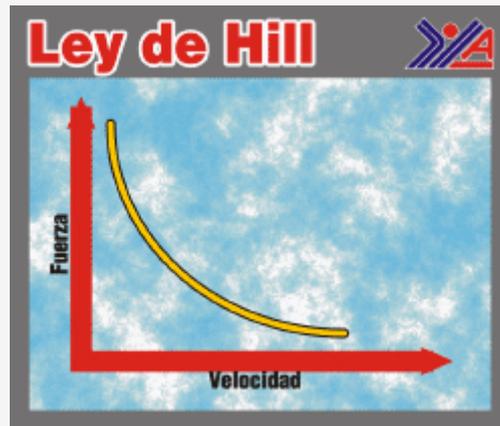


Figura 2. Ley de Hill.

FUERZA MÁXIMA Y TIEMPOS DE APLICACIÓN

La fuerza máxima tarda en manifestarse completamente una cierta cantidad de tiempo.

Por Ejemplo: Filmemos a un atleta realizando una repetición máxima de fuerza en banco plano. El deportista retirará la barra de los soportes y desencadenará en forma controlada hasta tocar el pecho. En este punto, revertirá el sentido de la acción y comenzará a ascender. Una filmación convencional esta compuesta de una cantidad de cuadros por segundo. Si proyectamos las imágenes tomadas en una reproductora, veremos que la barra se mantiene detenida un cierto número de cuadros en el punto mas bajo que se verifica el comienzo de la ascensión. Cada cuadro representa una medida del tiempo en el que el deportista juntó fuerzas para poder proseguir. En este tipo de ejercicio, la cantidad de tiempo que podemos utilizar es máxima, lo que redunda aproximadamente en 900 mseg.

Los especialistas en este tipo de esfuerzos se acostumbran a entregar todo su potencial en tiempos como este, relativamente altos.

Que ocurre si por ejemplo un deportista poseedor de una gran fuerza aplicada en 900 mseg. no lo hace, debe hacerse cargo de una acción, como por ejemplo arrojar una pelota de básquetbol cuya técnica requiere de un tiempo de aplicación mucho menor y una velocidad mucha mayor?

No necesariamente nuestro deportista podrá arrojar la pelota a gran distancia. De hecho, su fortaleza en 900 mseg. no lo hace necesariamente fuerte en las primeras 200 mseg. Este problema debe analizarse también bajo la curva Fuerza Velocidad, pero ese no es el objetivo de este capítulo.

La ultima aclaración es que aplicar la fuerza en 900 mseg. demanda del cerebro una intensidad de estímulo de 50 Hz y la aplicación en tiempo menores aumenta considerablemente la magnitud de este estímulo hasta llegar incluso por encima de los 100 Hz, tema que desarrollaremos a continuación.

La fuerza máxima depende entonces de

- La calidad muscular
- De la sección transversal
- De los sistemas energéticos
- De la coordinación intramuscular
- De la coordinación intermuscular
- Del reclutamiento de unidades motoras
- De la desinhibición que permite el reclutamiento

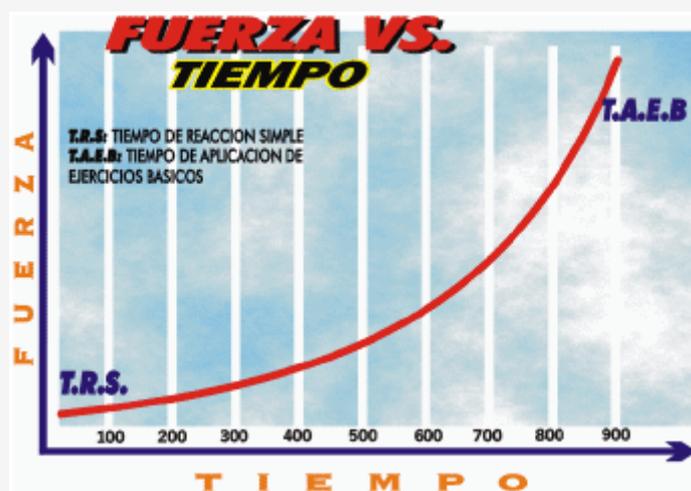


Figura 3. Curva Fuerza vs. Tiempo.

Brindaremos especial atención al reclutamiento de unidades motoras, a la velocidad de reacción y a la capacidad reactiva muscular luego del acortamiento violento. Estos temas son especialmente importantes para el logro de altos niveles de rendimiento, por lo que será especialmente considerados mas adelante.

ALGUNAS CUESTIONES FISIOLÓGICAS

Para la correcta interpretación de las diferentes aristas que puede presentar el entrenamiento con sobrecarga, debemos en principio conocer los diferentes tipos de fibras que componen nuestra musculatura. Sus diferentes acciones, los sistemas energéticos que utilizan, las diferentes intensidades con que debemos estimularlas, el gasto energético que se produce al entrenarlas y el nivel de frecuencia al que debemos emitir nuestro cerebro para conseguir estimularlas. En el siguiente esquema veremos algunas características de las fibras musculares.

Tipo de Fibra	Blanca (T 1)	Blanca (T 2)	Roja
Características	Explosivas	Rápidas	Lentas
Tipo de esfuerzo	Fuerza Explosiva	Fuerza Resistencia	Resistencia
Duración	Menos de 10 seg.	Entre 15 seg. y 2 min.	Mas de 5 min.
Sist. Energ. Predo	Anaeróbico Aláctico	Anaeróbico Láctico	Aeróbico
Intensidad de Ent.	90-110% y 25-30%	50 - 85 %	0 - 45%
Volumen de Ent.	Mínimo	Intermedio	Grande
Efecto del Ent.	Fuerza Explosiva	Fuerza c/ Hipertrofia	Res. Sin Hipertrofia
Gasto Energético	Muy pequeño	Intermedio	Grande
Estimulo Cerebral	45-100 HZ	30 HZ	15 HZ

Tabla 1. Características de los diferentes tipos de fibras musculares.

Como todos ustedes sabrán la discusión sobre los diferentes tipos de fibras musculares todavía continua pero en lo que a nosotros respecta, para el tema que estamos tratando, es suficiente con lo que aquí exponemos.

Las fibras lentas poseen gran vascularización y un contenido rico en mioglobina, los que las habilita a utilizar oxígeno en grandes cantidades. Este tipo de fibras no tiene un gran poder de contracción, pero en cambio tiene una enorme resistencia a la fatiga. Sus gastos energéticos son aportados por un proceso de oxidación denominado metabolismo aeróbico. Este tipo de fibra es utilizado fundamentalmente en deportes como la carrera de fondo y su capacidad para la hipertrofia resulta muy pequeña. Las unidades motoras que activan este tipo de fibra son pequeñas por lo que el estímulo neurológico necesario para ponerlas en funcionamiento es de 15 Hz. Las fibras rápidas, tienen grandes condiciones para la hipertrofia, son las que se ocupan de realizar los esfuerzos de intensidad intermedia, como el complemento de pesas, o subir una cuesta.

Las fibras rápidas presentan una mínima vascularización y un bajo contenido mitocondrial, lo que implica una escasa capacidad de generar energía por parte de los mecanismos de oxidación. Su forma de desarrollo depende del metabolismo anaeróbico, que aporta energía en ausencia de oxígeno. La hipertrofia sarcoplasmática que presentan se deben a la característica de la tarea que realizan. Los esfuerzos intermedios las obligan a contar con mayor contenido de glucógeno reservado en las fibras. Al poseer unidades motoras de mayor envergadura que las fibras lentas, el estímulo neurológico para reclutarlas es mayor, alcanzando los 30 Hz. Al ser mas elevado que el de las fibras lentas, las recluta a ambas, provocando una mejora de en la activación neuromuscular. Este es uno de los motivos por el que el entrenamiento fraccionado tiene tan buenos resultados sobre el entrenamiento de base. Existe una gran confusión debida en gran parte a la denominación, las fibras rápidas en realidad, no son responsables de los movimientos instantáneos y veloces, su especialidad como dijimos anteriormente es la resistencia intermedia.

Las fibras explosivas realizan esfuerzos violentos y cortos, el combustible que utilizan es el ATP y las reservas de fosfocreatina. El sistema energético preponderante es el anaeróbico aláctico. Para realizar un esfuerzo violento el cerebro se ve obligado a enviar una fuerte señal que supera los 50 Hz. y puede llegar hasta los 100 Hz.

¿Cual es la diferencia entre un estímulo de 50 Hz. y uno de 100 Hz.?

La expresión de fuerza es exactamente, la misma, en cantidad de fibras reclutadas, también, la gran diferencia radica en que esta fuerza se manifiesta anticipadamente. Su tiempo de aplicación es menor.

Ejemplo: Dos individuos se enfrentan en una pulseada. Uno es un gigante de enormes brazos hipertrofiados y ha registrado en una maquina que mide la fuerza de pulseo el increíble registro de 120 kg. El otro es un individuo de aspecto atlético, mucho mas pequeño que el anterior y en la maquina de evaluación del pulseo ha registrado una presión de 90 kg.



Figura 4. Principio de la Talla o del Tamaño.

Este enfrentamiento parecería un mero trámite para el grandote, sin embargo, con un movimiento enérgico e instantáneo el hombre más pequeño gana la pulseada, ¿que fue lo que ocurrió? No era el más pequeño, también el más débil en la máquina del pulso? Sí, pero evidentemente era capaz de manifestar su fuerza en un tiempo considerablemente menor que el grandote, y sorprenderlo con una repentina acción que este no pudo sobrellevar.

Este ejemplo es uno de los innumerables que nos demuestran que no sólo es importante ser muy fuerte, sino que también hay que serlo rápido.

Cuando las fibras explosivas son reclutadas también lo son las fibras lentas y rápidas generando como resultante un importante incremento en la activación neuromuscular. Las fibras explosivas se utilizan en aquellas disciplinas que requieran esfuerzos cortos y potentes como, los lanzamientos y levantamiento de pesas.

ENTRENAMIENTO CON SOBRECARGA

Una de las funciones primordiales del entrenador es la de interpretar las necesidades de su dirigido y plantear las exigencias del entrenamiento de una manera coherente y efectiva.

El entrenamiento con sobrecarga es el sistema óptimo para el desarrollo de la fuerza con o sin hipertrofia. Es tan efectivo este sistema que se producen resultados positivos en persona que han sido entrenadas con un programa deficiente o lo que es peor aún sin ningún tipo de programa. Como ejemplo podemos mencionar el caso del herrero que con su duro trabajo en la fragua consigue mejorar la fuerza y la hipertrofia de sus brazos sin ningún tipo de planificación. Una vez conseguida la adaptación necesaria para sobrellevar su trabajo ya no habrá mejorías en la musculatura. Un entrenamiento inadecuado puede provocar un sinnúmero de inconvenientes y un empeoramiento de la aptitud competitiva. Una planificación errónea produce una serie de inconvenientes como el acortamiento de la tónica o de sostén, que no solo puede debilitar la física o de ejecución, sino terminar en lesiones.

La correcta interpretación de las diferentes características a entrenar es primordial. A priori podemos considerar dos capacidades fundamentales en los deportistas.

1. La capacidad de ejecutar
2. La capacidad de sostener

La capacidad de ejecutar, se caracteriza por una determinada velocidad y tiempo de ejecución. Esto involucrará un cierto tipo de fibra, un sistema energético y hasta una diferente intensidad del estímulo neurológico.

Imaginemos que debemos entrenar la acción de un saque de voleibol o los golpes de un boxeador. Estos movimientos son de una gran velocidad, y corto tiempo de aplicación. Las fibras que actuarán será las explosivas, el sistema energético el anaeróbico aláctico, el sistema cerebral será de más de 45 Hz. Cuantas veces hemos visto entrenar sus golpes a los

boxeadores, dando la espalda a una puela de pared utilizándola para imitar los gestos de golpear. La imitación es pésima ya que la velocidad de ejecución es muy lenta, y el tiempo de ejecución es mucho mas largo. Como resultante las fibras entrenadas son las rápidas y no las explosivas, y el sistema energético es el anaeróbico láctico en lugar del aláctico. El estímulo neurológico por supuesto también será mucho menor. El resultado de esta forma de entrenar será en el mejor de los casos, la ausencia de mejoría aunque es muy probable que la capacidad de ejecución instantánea empeore tenuemente.

La capacidad de sostener, si se encuentra basa en la capacidad de sostener las fibras lentas y rápidas. Involucra los sistemas aeróbico y anaeróbico láctico. Cuando comienza el proceso del entrenamiento con sobrecarga el énfasis inicial estará en dotar de una adecuada capacidad de sostén a la musculatura del tronco, especialmente a los abdominales y lumbares. En aquellos deportes donde existe contacto físico se deberá reforzar la capacidad de sostén de aquellos grupos musculares donde exista la posibilidad de recibir impactos. Si además este grupo muscular, cumple funciones de ejecución debemos tener especial cuidado en mantener los estímulos sobre las fibras explosivas para que sus capacidades no se deterioren.

En resumen, nuestra obligación de entrenadores es plantear a nuestros alumnos el plan que se adapte perfectamente a sus necesidades, permitiéndole con el mínimo de esfuerzos el máximo de logros, y que esos logros se puedan prolongar en programas posteriores.

VALORACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS ENTRENAMIENTOS

En sus inicios el entrenamiento deportivo se basó en la capacidad del organismo de adaptarse a estímulos puntuales. En la medida que la adaptación se sucedía los estímulos debían ser mas grandes e intensos para que puedan sucederse cambios. Con la aparición de los sistemas las variaciones de carga fueron el motivo fundamental para continuar con la superación de los atletas.

Esto plantea la necesidad de contar con adecuados medios de control de la carga. El entrenamiento con sobrecarga, por sus características, es completamente mensurable. Esto nos permite conocer el nivel con el que hemos planteado nuestro entrenamiento y poder si fuera necesario replantearlo en el futuro con mayor o menor nivel en función de nuestras necesidades futuras.

VOLUMEN, TONELAJE Y PESO MEDIO DEL ENTRENAMIENTO

El número totales de repeticiones de un entrenamiento constituyen el Volumen de ese entrenamiento.

Si escribimos...

$$\frac{60}{5} \text{ Kg} \times 2$$

Significa que realizaremos dos series de cinco repeticiones con 60 kg, lo que suman un total de 10 repeticiones.

En el ejemplo siguiente...

$$\frac{60}{5} \text{ Kg} \times 2 + \frac{70}{4} \text{ Kg} \times 3$$

El volumen es de 22 repeticiones. La suma total de los kilogramos levantados constituye el **TONELAJE**

En la serie...

$$\frac{60}{5} \text{ Kg} \times 2$$

el tonelaje es de 600 Kg

En el siguiente ejemplo...

$$\frac{60}{4} \text{ Kg} \times 2 - \frac{70}{4} \text{ Kg} \times 3$$

el tonelaje es de 1440 kg

El cociente entre los kilogramos levantados y las repeticiones que realizamos para levantarlos constituyen el **PESO MEDIO**. El Peso Medio constituye una variable confiable para mensurar la cantidad y calidad de un entrenamiento.

Si hacemos un poco de historia hasta los años 50 las diferencias entre los entrenamientos se verificaban comparando tonelajes, en ese entonces se hablaba de que un atleta realizaba 20 o 25 toneladas al día y los demás intuían que esa era la cantidad a realizar para obtener resultados deportivos similares. Rápidamente quedó demostrado que esta forma no era la eficaz, ya que una repetición con 100 kg. tiene el mismo resultado que 10 con 10 kg. y el efecto del entrenamiento producido no tiene posibilidad de comparación. Algunos especialistas comenzaron entonces a utilizar el volumen como método comparativo, pero este tampoco resultó muy feliz que 10 repeticiones con 100 kg tienen el mismo volumen que 10 repeticiones con 50 kg., y la diferencia de esfuerzo en el entrenamiento es notoria.

Surgió entonces la necesidad de encontrar una variable con la que se pudiera adjudicar una calidad a la cantidad, el peso medio cumple con esa condición y es una excelente herramienta para comparar los entrenamientos de un atleta consigo mismo. Que es lo que ocurre si comparamos atletas de distinta capacidad. A igualdad de pesos medios, resultar más sencillo el entrenamiento para aquel atleta que posea sus máximos más altos por que el peso medio no nos permite una comparación eficaz. La necesidad de establecer diferencias entre los entrenamientos de distintos atletas o de un mismo atleta que ha mejorado sus capacidades requirió la invención de una nueva variable, la INTENSIDAD.

INTENSIDAD

La intensidad de un entrenamiento es su peso medio expresado porcentualmente. Suponiendo que una persona tiene un máximo para un ejercicio de 120 kg., y su peso medio fue de 70 kg., entonces la Intensidad surge de una simple regla de tres.

**Si para 120 kg 70 kg.
para 100 kg 70 kg. / 120 x 100 = 58,3 kg.**

La intensidad resultante en este entrenamiento fue del 58,3% Con la ayuda de estas variables estadísticas nosotros podemos comparar el nivel del entrenamiento de nuestro atleta, con el de otros atletas o consigo mismo en los diferentes periodos de su evolución. Asimismo planificar nuevas cargas superiores o inferiores según sus necesidades con total exactitud.

Ejemplos: Supongamos que uno de nuestros dirigidos realiza el ejercicio de sentadillas con la siguiente progresión...

$$\frac{60}{10} \text{ Kg} - \frac{70}{8} \text{ Kg} - \frac{80}{5} \text{ Kg} \times 2 \text{ series}$$

Esto significa que nuestro atleta comenzó realizando una serie de diez repeticiones con 60 kg., aumento la carga a 70 kg. para realizar una serie de ocho repeticiones y finalizo su trabajo ejecutando dos series de cinco repeticiones cada una con 80 kg. El volumen total de este entrenamiento surge de sumar todas las repeticiones realizadas que son 28. El total de los kilogramos levantados es de 1560 kg, y el peso medio del entrenamiento es de 70 kg. Si el máximo de nuestro atleta es de 120 kilogramos, podríamos escribir el entrenamiento expresándolo en valores de intensidad de la siguiente forma...

$$\frac{50}{10} \% - \frac{58}{8} \% - \frac{66}{5} \% \times 2 \text{ series}$$

Sumando las cantidades porcentuales obtenemos una nueva variable llamada...

CARGA PORCENTUAL

500% + 464% + 330% = 1264% será la carga porcentual de esta progresión. Dividiéndola por el volumen, hallaremos otra forma de cálculo de la intensidad...

$$\frac{1264}{23} \% = 58 \%$$

La intensidad promedio resultante de este entrenamiento es del 58%

ESTADÍSTICA DE LA HIPERTROFIA

Las variables de control de la carga de entrenamiento diseñadas por los soviéticos, como la intensidad media relativa porcentual o el peso medio, no tienen en cuenta el tiempo de recuperación.

Esta circunstancia es debida a que el interés fundamental de estos metodólogos era el desarrollo de la fuerza máxima, y se sobreentiende que los tiempos de recuperación entre serie serían los suficientes para el completo restablecimiento. Cuando entrenamos para el aumento de la masa muscular como fin en si mismo, los tiempos de recuperación pasan a tener una importancia fundamental. Como la hipertrofia es altamente dependiente de la concentración de ácido láctico, a menor tiempo de descanso entre series mayor acidez, por consiguiente mejores resultados.

El profesor Sysco en su libro Power Factor Training, propone una variable estadística para el entrenamiento de la hipertrofia que me parece fantástica. Llama Índice de hipertrofia al cociente entre el tonelaje de un entrenamiento y el tiempo que invertimos en realizarlo.

$$\text{INDICE DE HIPERTROFIA} = \frac{\text{TONELAJE}}{\text{TIEMPO}}$$

Ejemplo: Supongamos que realizamos el siguiente trabajo de extensiones en camilla 40 kg/15 - 60 kg/10 - 70 kg/6 - 80 kg/3 x 2 - 65 kg/15 - 50 kg/20 y que demoramos 20 minutos para completar el entrenamiento. El índice de hipertrofia será igual a...

$$\frac{600 \text{ kg} + 600 \text{ kg} + 420 \text{ kg} + 480 \text{ kg} + 975 \text{ kg} + 1000 \text{ kg}}{20 \text{ minutos}} = \frac{203,75 \text{ kg}}{20 \text{ min.}} = 10,17 \text{ kg/min}$$

Analicemos un poco este resultado. Si en nuestro siguiente entrenamiento realizamos el mismo programa, pero tardamos 19 minutos, el índice de hipertrofia será mayor lo cual lógico. Si podemos realizar el trabajo en menos tiempo es debido a que nuestros músculos poseen una mayor reserva de glucógeno. Este aumento de la capacidad se traduce generalmente en un incremento de los perímetros musculares.

Ahora, si en lugar de disminuir el tiempo lo mantenemos, pero aumentamos los pesos de ejecución, el índice de hipertrofia también aumentará. En teoría necesito una mayor masa muscular para movilizar mas peso en las mismas condiciones.

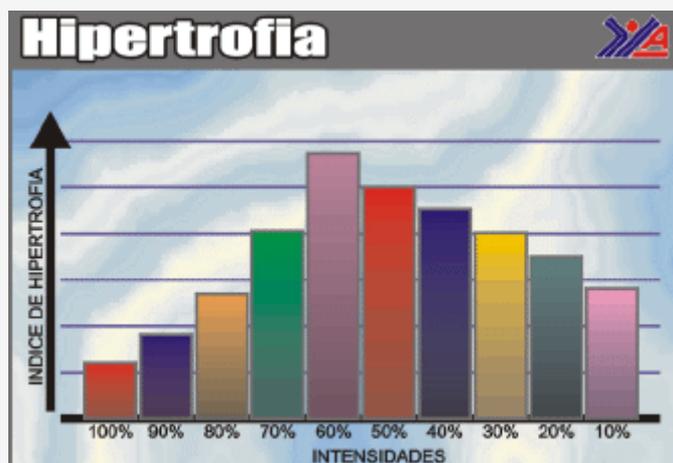


Figura 5. Índice de Hipertrofia vs. Diferentes Intensidades de Entrenamiento.

El índice de hipertrofia, justifica el por que los ejercicios básicos son más efectivos, por la sencilla razón por las que movilizamos mayores pesos. Las repeticiones parciales, técnica frecuentemente utilizada por los culturistas de nivel, que consiste en acortar el rango del movimiento e incrementar la carga, también se encuentra justificado por el índice.

Sin embargo, existe una circunstancia en la cual el índice falla, y es la siguiente.

Volvamos a nuestro ejemplo de entrenamiento original...

40 kg/15 - 60 kg/10 - 70 kg/6 - 80 kg/3 x 2 - 65 kg/15 - 50 kg/20 en 20 minutos.

Supongamos que otro día presa de un ataque de locura nuestro deportista realiza el doble de trabajo en el doble de tiempo...

40 kg/15 x 2 - 60 kg/10 x 2 - 70 kg/6 x 2 - 80 kg/3 x 4 - 65 kg/15 x 2 - 50 kg/20 x 2 en 40 minutos.

El índice de hipertrofia es exactamente el mismo, sin embargo nuestro deportista ha entrenado el doble. Para salvar esta circunstancia, que puede acontecer si los tiempos de entrenamientos difieren, Sysco propone la utilización del:

$$\text{COEFICIENTE DE HIPERTROFIA} = \frac{\text{TONELAJE} \times \text{TONELAJE}}{\text{TIEMPO}}$$

Particularmente, prefiero utilizar siempre el coeficiente de hipertrofia, por que me parece mas adecuado y por que prioriza el aumento de la carga por sobre la disminución del tiempo total de ejecución.

ADECUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENTRENAMIENTO

Las personas tienen diversos objetivos que deben ser alcanzados mediante una correcta planificación de su entrenamiento. Algunos deberán ganar masa muscular, otras necesitaran aumentar su fuerza sin hipertrofiarse, muchos querrán reducir su porcentaje de grasa y la mayoría de los que practiquen deportes pretenderán musculares sin que esto vaya en desmedro de su velocidad y coordinación. Los diferentes casos que se pueden presentar son infinitos, pero gracias a la versatilidad que nos ofrece el entrenamiento con sobrecarga, podemos dar una respuesta a cada uno de ellos. La pregunta es: que es lo que ocurre con nuestro organismo ante las diferentes intensidades y volúmenes que pueden componer nuestro entrenamiento.

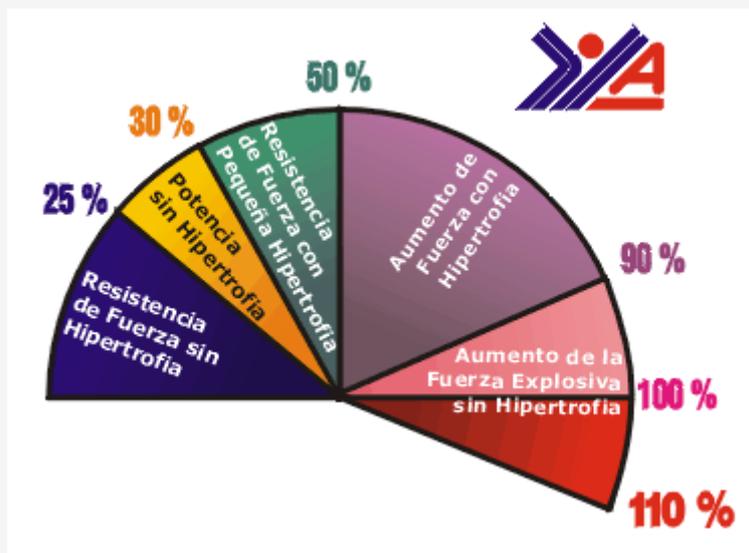


Figura 6. Resultados del entrenamiento con diferentes intensidades

La figura nos muestra aproximadamente lo que puede suceder con la utilización de diferentes intensidades. Debemos tomarlo como una guía, ya que generaliza conceptos como el de la capacidad de hacer repeticiones que tiene una persona, que dependerá fundamentalmente de su estructura genética y del tipo de entrenamiento que haya recibido con anterioridad.

Tampoco tiene en cuenta la velocidad de ejecución, hecho muy importante que puede generar esfuerzos máximos con intensidades muy pequeñas. Sin embargo para la generalidad, el cuadro es muy ilustrativo y cumple con el objetivo de señalarnos que es muy distinto el resultado que obtendremos con nuestros atletas si los entrenamos con intensidades pequeñas y volúmenes grandes, que si los entrenamos con volúmenes pequeñas e intensidades máximas.

Las intensidades máximas son aquellas comprendidas entre el 90% y el 110% de nuestras posibilidades. El estímulo cerebral para poder acceder a estas intensidades de esfuerzo será mayor a 45 hz. En este rango los esfuerzos serán de corta duración e involucrarán a la máxima cantidad reclutable de unidades motoras. Las fibras utilizadas serán fundamentalmente las explosivas y por arrastre todas las demás, y el sistema energético el anaeróbico aláctico. Con la utilización constante y organizada de estas intensidades el organismo optará por aumentar la capacidad de reclutamiento fibrilar o de activación neuromuscular, sin necesariamente provocar hipertrofia.

Las intensidades intermedias entre el 50% y 90% permitirán realizar esfuerzos de duración mas larga que para las altas intensidades. Las fibras utilizadas serán la rápidas y por arrastre las lentas, y el metabolismo energético utilizado será el anaeróbico láctico. La respuesta fisiológica a esta clase de esfuerzo es la generación de hipertrofia sarcoplasmática, conformada mayoritariamente por la acumulación de glucógeno que asegure la provisión de glucosa necesaria para realizar esfuerzos lácticos. La opinión de algunos autores acerca de la hipertrofia y las valencias deportiva es la siguiente:

Según Grosser la hipertrofia muscular provoca una tensión que es registrada por los órganos tendinosos de Golgi, provocando un inhibición prematura en el desarrollo de las máximas posibilidades de fuerza. Para Vorobiov la Hipertrofia puede ser considerada una embolia ácida que no permite realizar adecuadamente los esfuerzos coordinados y veloces.

La Hipertrofia y la Sincronización

Una acción en la cual todas las unidades motoras contraen a las fibras en el mismo momento es sincronizada.

Ejemplo

Si sometemos a un individuo común a un test de fuerza máxima, veremos que efectúa el movimiento temblequeando y con movimiento convulsivos. Una de las razones, es que esta persona, dada su inexperiencia no consigue sincronizar a sus unidades motoras. Un levantador de pesos, acostumbrado a este tipo de acciones, realizará la prueba con esfuerzo pero de una manera uniforme y sincronizada.

Que diferencia existiría si el tiempo de aplicación de la fuerza se reduce? La acción rápida no permitirá temblequeos ni convulsiones, simplemente la unidad motora que no sincronice no sumará su fuerza, por lo que el resultado, será que la acción perderá potencia.

El entrenamiento de esfuerzos cortos y máximos, y los movimientos explosivos serán efectivos agentes para el desarrollo de la sincronización. Sin embargo, el problema mas grande es no realizar ejercicios que afecten a la sincronización. La realización de varias repeticiones, metodología típica del entrenamiento de hipertrofia, permite a las unidades motoras, trabajar por grupos, en forma individual afectando gravemente la sincronización. En la figura siguiente marcamos las posibilidades de evolución de la fuerza muscular en función de las diferentes intensidades utilizables.

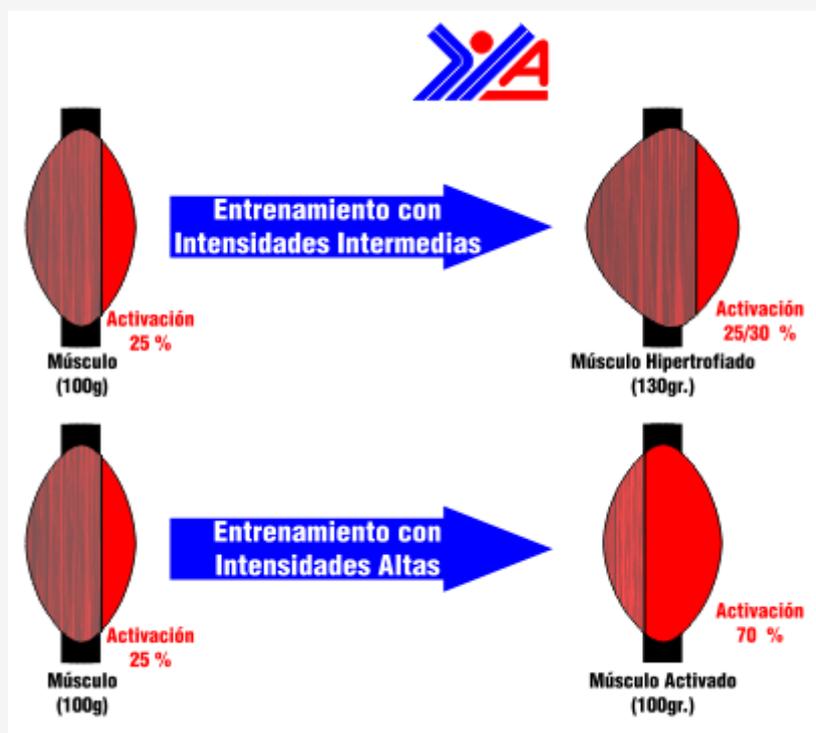


Figura 7. Resultados del entrenamiento con diferentes intensidades

Una persona común posee la capacidad de utilizar solo un 25% de sus posibilidades musculares.

El primer caso de la figura plantea lo siguiente:

Si ejercitamos un grupo muscular con intensidades intermedias, utilizando un peso tal que nos permita realizar 10 repeticiones hasta el fallo, estaremos utilizando las fibras rápidas y el sistema energético anaeróbico láctico.

Este tipo de tareas deplecciona los depósitos de glucógeno musculares y crea en el organismo la necesidad de incrementar los mismos. Por consiguiente se produce la hipertrofia muscular debido al aumento del contenido del sarcoplasma celular, a expensas de la necesidad de albergar mayores cantidades de glucógeno. También ocurren cambios en la estructura proteínica, pero la hipertrofia proteínica alcanza cuanto mucho entre el 5 y el 8% de la hipertrofia total. Constituyendo el resto el aumento del sarcoplasma.

Existe además un leve aumento del reclutamiento de unidades motoras, debido fundamentalmente a que el impulso nervioso característico del trabajo de las fibras rápidas recluta un número mayor de fibras lentas. El resultado provocado por esta forma de entrenar es el aumento de la masa muscular, el aumento de la resistencia y la fuerza máxima aumenta en forma moderada. Como hemos explicado anteriormente la fuerza explosiva y la velocidad no tienen ningún motivo para mejorar, fundamentalmente, por que las fibras explosivas no se vieron involucradas en la tarea, además de producirse pérdidas en la sincronización de las unidades motoras. En cambio si el músculo es ejercitado utilizando altas intensidades, las unidades motoras deberán actuar todas a la vez para hacerse cargo del esfuerzo, en lugar de poder alternarse como en el ejemplo anterior. Esto las fatigará rápidamente, mucho antes de que se produzca un gasto glucogénico apreciable. La

alternativas que le queda a la masa muscular ante este tipo de estímulos es la de aumentar los niveles de activación hasta llegar a los niveles de activación hasta llegar al cabo de 3 o 4 años de trabajo a activaciones del orden del 80%. Este resultado es debido fundamentalmente a que la utilización de las fibras explosivas conlleva al reclutamiento de máximos porcentajes de fibras rápidas y lentas. Hablar de un 25% de activación neuromuscular es lo mismo que decir que alguien inhibe al 75% restante. Los grandes pesos consiguen aumentar los niveles de activación, las grandes velocidades reducen los niveles de inhibición. Los ejercicios dinámicos, tema que desarrollaremos mas adelante trabajan con altos pesos y altas velocidades, por lo que son las herramientas insustituibles para el reclutamiento de Unidades Motoras.

Todo parece señalar que en este punto se terminarían las posibilidades de evolución para este músculo, sin embargo solo algunas de sus fibras musculares tienen memoria elástica y esta se pueda desarrollar con PLIOMETRÍA.

QUE ES LA PLIOMETRÍA

En el párrafo anterior mencionamos, los conceptos de memoria muscular y pliometría, que quedaran explicados con este ejemplo:

Hagamos la experiencia de colocar una persona con las rodillas flexionadas en el ángulo en el que se colocarían para saltar y midamos con un dinamómetro la máxima fuerza isométrica que consigue desarrollar contra el suelo en esa posición. Obtendremos un registro determinado, supongamos 210 kg.

En el siguiente paso, hagamos caer al sujeto desde una altura tal que para amortiguar la caída debe flexionar las rodillas en un ángulo igual al que utilizó para saltar en ejemplo anterior. Instantáneamente después de la caída, el sujeto debe saltar lo mas alto que pueda.

Si medimos con una balanza colocada en el lugar de la caída el registro generado por la caída y el salto posterior y le restamos el peso de la caída, la fuerza resultante que generó el salto posterior es mayor a 210 kg. o sea mas que la máxima fuerza isométrica medida con anterioridad. Que es lo que ocurrió para que la fuerza registrada sea mayor que la aparentemente considerada como máxima.

El impacto de la caída provocó una brusca flexión de las rodillas, algunas de las fibras involucradas "recordaban" su citación normal y generaron una fuerza elástica de rechazo que pasó a incrementar las máximas posibilidades de fuerza.

Para entrenar esta "memoria muscular" y hacerla extensiva a todas las fibras activadas, los entrenadores soviéticos encabezados por Verkoshansky idearon y desarrollaron un método de entrenamiento que llamaron Pliometría. Los ejercicios pliométricos son aquellos que de alguna manera involucran la fase negativa y excéntrica de los movimientos con, en algunos casos rápida respuesta concéntrica posterior.

Hay ejercicios pliométricos para la mayoría de los grupos musculares, pero los mas conocidos son los de saltabilidad. La pliometría es considerada un esfuerzo plus máximo, ya que en su fase negativa o excéntrica los registros de fuerza son mayores que las máximas probabilidades del individuo.

La pliometría además es utilizada como ejercicio de transferencia por que sus tiempos de aplicación de fuerza son muy cortos. De las últimas conclusiones obtenidas parece no haber duda que aquellos grupos musculares responsables de la ejecución de los gestos deportivos deben ser entrenados con esfuerzos máximos, sin embargo se necesita mucho tiempo de trabajo con intensidades intermedias para acceder al entrenamiento con intensidades máximas. Esto se debe a la necesidad de crear una estructura de sostén que permite al deportista ejercitar esfuerzos importantes sin sufrir lesiones. La forma de mejorar la potencia sin utilizar las grandes intensidades, es ejercitar entre el 25 y el 30% de la intensidad, con máxima velocidad de ejecución sin superar los 10 segundos de duración. El estímulo neurológico será similar al que utilizamos para levantar un peso máximo. Como resultante obtendremos una gran activación neuromuscular por realizar el ejercicio a una gran velocidad, que reduce la inhibición. La duración del esfuerzo nos ubica en el rango de utilización del sistema anaeróbico aláctico, el esfuerzo, por supuesto recluta las fibras explosivas.

REPETICIONES Y RESULTADOS

El siguiente cuadro nos muestra las diferentes capacidades que distintos tipos de deportistas tienen ante la misma

capacidad de trabajo.

INTENSIDAD	PESISTAS- VELOCISTAS. LANZADORES	LUCHADORES-YUDOCAS. FISICOCULTURISTAS	REMEROS. 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 2

Ubicaremos en un primer grupo a los mas potentes y menos resistentes, Pesistas, Velocistas, Lanzadores, etc. En el segundo grupos estarán los especialistas en esfuerzos intermedios, luchadores, fisicoculturistas, nadadores etc., y en el tercer esfuerzos los fondistas y otros deportistas capaces de realizar esfuerzos de larga duración.

Con el 100% de la intensidad los tres grupos, realizaron 1 repetición. Con el 90% el grupo pudo realizar tres repeticiones, el grupo 2 5-7, y el 3, 10-12 repeticiones. Con el 80% el grupo 1 podrá efectuar 5 repeticiones, el grupo 2, 10-12 repeticiones y el 3, 20-25.

De este análisis se desprende que lo que para el grupo 1 es un esfuerzo casi aeróbico, (por ejemplo 10 repeticiones) para el grupo tres representa un esfuerzo diametralmente opuesto, ya que estaría en el rango del aumento de la fuerza sin hipertrofia.

La enseñanza que esto nos aporta es la que jamás podremos adjudicar un resultado de entrenamiento a un determinado número de repeticiones, si se lo podremos adjudicar a una intensidad asignada.

HORMONAS Y ENTRENAMIENTO

El entrenamiento genera un desequilibrio químico que debe ser compensado por nuestro organismo. Las hormonas juegan un papel muy importante en esa compensación. Describiremos una a una a las hormonas que juegan un papel de relevancia en el entrenamiento y posterior recuperación de los deportistas. La testosterona juega un papel fundamental como agente de metabolización Proteica. Es la responsable del crecimiento muscular y de la recuperación plástica post - entrenamiento.

Cuando realizamos un entrenamiento con sobrecarga, estamos buscando fundamentalmente resultados sobre nuestra masa muscular. Estos efectos serán notorios si nos aseguramos que la concentración propia testosterona en sangre sea alta.

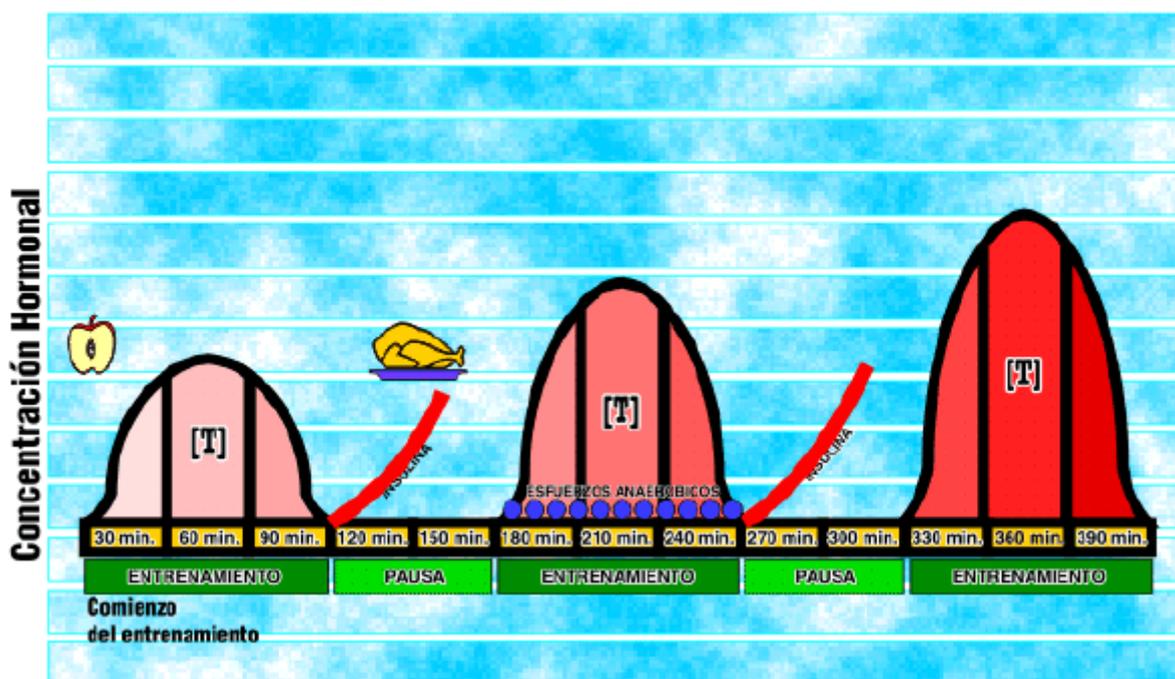


Figura 7. Variación de la Concentración de Testosterona

Durante los primeros minutos después de iniciado un entrenamiento de características intensas, nuestra concentración sanguínea de testosterona comienza a crecer hasta alcanzar un pico máximo entre los 30 y 40 minutos de comenzado el trabajo, luego de la misma comienza a descender hasta alcanzar valores desfavorables para el entrenamiento después de los 90 minutos. Un corto tiempo después de finalizado el trabajo, cuando nos encontramos en reposo, aumenta la concentración de insulina.

La insulina permite la incorporación de agentes de recuperación desde la sangre hasta la fibra muscular. Es de vital importancia que luego de finalizado el entrenamiento con sobrecarga, existan en sangre cantidades suficientes de aminoácidos para que pueda producirse la recuperación plástica del desgaste producido. Por lo tanto se recomienda la ingestión de proteínas o aminoácidos inmediatamente después de finalizado el entrenamiento para asegurar la reconstitución del tejido muscular. Si antes del entrenamiento consumimos alguna fruta, la concentración de insulina posterior al mismo tendrá niveles más altos, asegurando el proceso de recuperación.

La primera conclusión que podemos obtener es que los entrenamientos con sobrecarga son inútiles si se extienden más allá de 90 minutos. Los entrenamientos deben ser cortos e intensos. Si el trabajo planificado es demasiado para ser realizado en 90 minutos luego de un descanso de entre 40 y 50 minutos la concentración sanguínea de testosterona está en condiciones de aumentar nuevamente. Este proceso se reiterará de la misma forma en una tercera oportunidad, siendo para cada vez, la concentración un poco más alta que la anterior. El primer ejercicio del plan, debe ser dinámico e integrador, para que active la mayor cantidad posible de unidades motoras y propicie el aumento de la concentración hormonal.

El segundo y tercer ejercicio serán aquellos que consideramos fundamentales para esta sesión de entrenamiento. Los ejercicios que ocupan la parte final del entrenamiento, serán aquellos que trabajen el sostén. Considerando que nuestro sistema nervioso al final del entrenamiento se encuentra algo fatigado, esta circunstancia es lógica, porque los ejercicios de sostén necesitan un esfuerzo neurológico de menor intensidad. Los niveles más altos de testosterona se alcanzan por la mañana, por lo que se recomiendan los entrenamientos matinales para el desarrollo de fuerza y potencia.

Ejemplo

Supongamos que estamos organizando las tres sesiones diarias de entrenamiento en un equipo de básquetbol. En la primera realizaremos el entrenamiento con sobrecarga, en la segunda realizaremos el entrenamiento específico del básquetbol, con esto conseguiremos además la transferencia del entrenamiento de sobrecarga a los movimientos

específicos del deporte. En la tercera sesión haremos el trabajo de preparación física que tenga mayor componente aeróbica, con lo que fisiológicamente mejoraremos notoriamente la efectividad del entrenamiento.

EDAD Y CONCENTRACIÓN HORMONAL

Hemos visto que el entrenamiento con sobrecarga es efectivo sólo si poseemos una concentración razonable de testosterona que permita la formación de masa muscular. Estas condiciones se presentará después de la pubertad.



Figura 8

La comprobación más sencilla que pueda hacer un entrenador para determinar el momento preciso del aumento de la concentración hormonal, para comenzar a entrenar con sobrecarga, surge de una evaluación sencilla. Uno de los primeros síntomas del despegue hormonal es el crecimiento de la longitud de las piernas. Los entrenadores solemos tener registros del salto en largo sin impulso de los jóvenes con los que trabajamos. Si de un día para otro, este registro aumenta considerablemente, sabemos que al día siguiente debemos enviar a ese joven al gimnasio a comenzar sus entrenamientos con sobrecarga.

Tiempo atrás existía la disyuntiva, sobre el tiempo cronológico en el que se debía comenzar a entrenar la fuerza.

Algunos autores preferían esperar hasta los 17 años, que los niveles de concentración hormonal fueran máximos y que el proceso de maduración ósea estuviera más avanzado. Otros entre los que me incluyo preferimos comenzar inmediatamente después de registrado el despegue hormonal. Nos asisten varios motivos.

- Los porcentajes de evolución comenzando antes, incomparables 350 al 500% de mejoría, contra 150-250%, si comenzamos después de los 17 años.
- El supuesto peligro de iniciarla sobrecarga cuando el sistema osteoarticular no se encuentra preparado, se resuelve con una perfecta técnica de ejecución y sobrecargas adecuadas a las posibilidades, sumada a un inmediato trabajo para desarrollar la musculatura de sostén.
- Entrenar la sobrecarga en estas edades tempranas, es como apuntalar a un arbolito, para que crezca derecho y saludable.

La somatotrofina (STH) es la hormona de crecimiento humana. En lo que a entrenamiento se refiere nos interesa su función de acelerar el metabolismo, acentuando los procesos de recuperación.

La concentración de STH, aumenta con el entrenamiento intenso y parece responder también a la acidificación del medio por la aparición de ácido láctico. Su concentración más alta alcanza, por la noche, en la parte mas profunda del sueño,

ocasión en la que el organismo realiza las funciones más importantes de recuperación orgánica.

Es imprescindible para los atletas de rendimiento, dormir una adecuada cantidad de horas por la noche. Los horarios de sueño deben mantenerse ya que las hormonas tienden a comportarse en forma cíclica y de cambiarlos es muy probable que no se produzca adecuadamente la recuperación.

MESOCICLOS FEMENINOS

La asimilación de las cargas por parte de las atletas femeninas depende fundamentalmente de sus ciclos hormonales. Las diferentes parte de su ciclo menstrual determinan su capacidad de realizar mas o menos entrenamiento.

Un manejo inadecuado de las cargas, puede provocar irregularidades en la menstruación y una pobre evolución de los resultados deportivos. En un ciclo de 28 días las cargas se distribuirán como muestra la figura.

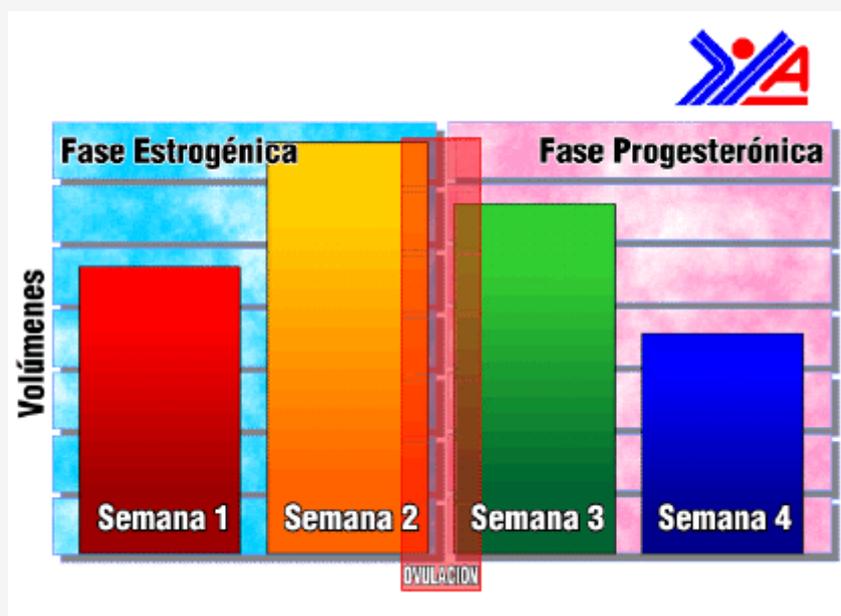


Figura 9. Mesociclo Femenino. Distribución de las cargas.

Las cargas mas altas de entrenamiento corresponderán a los periodos pre y post-ovulatorio, siendo el primero el de mayor capacidad de absorción de carga.

La semana premenstrual es la más pobre en cuanto a asimilación de carga se refiere. Esto se debe a la alta concentración de progesterona. Esta hormona es catabólica y perjudica notoriamente el entrenamiento.

Las mujeres toleran mucho menos la intensidad que los hombres, esto se debe fundamentalmente a que poseen una menor cantidad de testosterona, lo que les dificulta la formación de masa muscular.

Sin embargo están capacitadas para realizar volúmenes de trabajo algo superiores. Muchos entrenadores aconsejan a sus alumnas realizarse exámenes de orina diarios durante los 56 días. El objeto es poder graficar la evolución de las cantidades de hormona a lo largo de la actividad de los dos ovarios. Se determinará específicamente las concentraciones de progesterona, para poder bajar la carga en su presencia.