

FUERZA EN EL FUTBOL

- Conceptualización de la Fuerza. Tipos de tensión muscular. Las distintas formas de manifestar la fuerza.
- El fenómeno de la contracción muscular.
- Tipos de fibras y posibilidades funcionales.
- Interdependencia de la fuerza con otros sistemas funcionales.
- Modificaciones hormonales inducidas por el entrenamiento.
- Respuestas moleculares de adaptación celular inducidas por el entrenamiento.
- Endocrinología de la fuerza. Regulación endocrina intraesfuerzo. Regulación endocrina de las respuestas adaptativas.
- Bases fisiológicas de la hipertrofia muscular.
- Biotipología y entrenamiento de fuerza. Ectomorfo. Mesomorfo. Endomorfo.
- Análisis de los medios de entrenamiento de fuerza.
- Efectos biológicos de los medios de entrenamiento.
- Metodología para el desarrollo de la Fuerza Estructural.
- Metodología para el desarrollo de la Fuerza Hipertrofia.
- Metodología para el desarrollo de la Fuerza Máxima.
- Metodología para el desarrollo de la Fuerza Explosiva.
- Particularidades de la planificación del entrenamiento de la fuerza.

CONCEPTUALIZACION DE LA FUERZA

Todo movimiento del hombre es el resultado de una actividad armónica entre el sistema nervioso central y las secciones periféricas del aparato motor; en particular, el sistema muscular. Sin la manifestación de la fuerza muscular, es imposible realizar ejercicio físico alguno. Gracias a la fuerza muscular, el cuerpo del hombre se traslada en el espacio. En dependencia de la variación de la magnitud y dirección de aplicación de la fuerza, cambia la velocidad y el carácter del movimiento. La fuerza muscular, como cualidad física, se puede decir que esta determinada por la capacidad de vencer la resistencia externa o reaccionar contra la misma mediante la tensión muscular. Una resistencia externa puede ser: la fuerza de gravedad, las reacciones del apoyo sobre la superficie, la resistencia del medio externo durante el movimiento del deportista, el peso de la sobrecarga, la resistencia del adversario, una banda elástica o la fuerza de inercia de otros cuerpos.

Desde una perspectiva biológica: la fuerza es la capacidad del ser humano de superar, contrarrestar o ceder ante resistencias externas basándose en los procesos nerviosos, elásticos y metabólicos de la musculatura.

TIPOS DE TENSIÓN MUSCULAR

Cada movimiento o acto motor requiere la capacidad de la musculatura esquelética para contraerse. El músculo esquelético y la contracción muscular mas precisamente se convierte en el órgano ejecutor de los actos motores y de esta manera se desarrolla la fuerza que es lo que permite dar solución a los distintos problemas motores que debe afrontar el hombre, esto puede ser una acción de trabajo o el empuje de un elemento deportivo, etc.

En función de los distintos problemas que puede afrontar el hombre es que existen mecanismos intrínsecos a la contracción muscular diferenciados lo suficientemente como para dar respuesta a todos ellos.

Contracciones musculares	- Isometricas (estáticas)	Fuerza = Resistencia
	- Auxotonicas	Concéntricas Fuerza > Resistencia
		Excéntricas Fuerza < Resistencia
	- isocinéticas	La fuerza y la resistencia permanecen Constante a lo largo de todo el recorrido, en cualquier ángulo del movimiento.

LAS DISTINTAS FORMAS DE MANIFESTAR LA FUERZA

Así como vimos que el órgano ejecutor cuenta con sistemas diferenciados de actividad interna con relación a los distintos problemas motores, también cuenta con una especialización en los sistemas involucrados en las manifestaciones de fuerza de cara a si esta adquiere una de las siguientes características: cuando nos encontramos ante un único esfuerzo máximo hablamos de Fuerza Máxima, cuando se trata de un esfuerzo de máxima aceleración hablamos de Fuerza Explosiva, en el caso de un esfuerzo de intensidad media que se repite por un tiempo dado se trata de

Fuerza Resistencia, y cuando los esfuerzos musculares se realizan en relación a parámetros estrictos espacio-temporales y de precisión en la ejecución de movimientos se trata de Agilidad de Fuerza.

FUERZA	- Fuerza Máxima	- Estática
		- Dinámica
	- Fuerza Explosiva	
	- Fuerza Resistencia	- Estática
- Agilidad de la Fuerza		- Dinámica

Fuerza Máxima: es la capacidad de sobreponerse a resistencias externas por única vez, es el máximo esfuerzo voluntario posible de realizar.

Fuerza Explosiva: es la capacidad de superar resistencias externas imprimiéndoles una máxima aceleración o en el menor tiempo posible.

Fuerza Resistencia: esta capacidad consiste en vencer una resistencia que puede ser externa o interna de forma repetitiva.

Agilidad de Fuerza: esta capacidad es un tanto mas complicada ya que se refiere a la posibilidad de alternar los distintos tipos de tensión muscular con el objeto de respetar los estrictos parámetros espacio-temporales que se requieren para la ejecución de movimientos complejos muy precisos.

EL FENÓMENO DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

La capacidad del músculo de desarrollar distintos tipos de tensión como así también las diferentes formas de manifestarse de la fuerza dependen en gran medida de los fenómenos que se dan en la célula muscular y mas precisamente de las posibilidades de los elementos de contracción de la misma, los miofilamentos.

La unidad estructural y funcional del músculo es el sarcómero, el cual esta constituido por grupos altamente ordenados de miofilamentos gruesos paralelos que forman una zona oscura(Banda A), alternándose con una zona clara(Banda Y), formado por un grupo de finos miofilamentos de actina. Las bandas Y están separadas por una línea transversal Z, a cuyos lados se insertan finos filamentos de actina. Toda la zona que se encuentra entre dos líneas Z se denomina sarcómero.

La contracción muscular se produce por una interacción de las moléculas proteicas de actina y miosina, lo cual se da a su vez por el deslizamiento entre los miofilamentos gruesos y delgados, este deslizamiento provoca una disminución de la amplitud de la banda A y de la zona H.

Al Ca^{2+} es el vinculo entre la excitación y la contracción de un músculo. El retículo sarcoplasmático esta especializado para su almacenamiento y la liberación del calcio a través del sistema T. Cuando llega una señal nerviosa a la célula muscular, se inicia una liberación de calcio hacia el fluido que rodea los filamentos desde vesículas de almacenamiento especiales en el retículo sarcoplasmático, al combinarse con la troponina, inicia la eliminación de un impedimento para una interacción potencial entre los filamentos de actina y de miosina.

En todo caso, la tropomiosina, que en el músculo en reposo ha "apagado" los sitios activos de la actina, ahora puede activarlos; a su vez la actina puede activar la hidrólisis de ATP de las cabezas de miosina. Esto permite a las cabezas de miosina unirse a los sitios del filamento de actina. Un puente unido, durante su acción, ejerce una fuerza longitudinal en una cierta distancia en la cual se hidroliza ATP e esto atrae el filamento de actina a lo largo, hacia el centro de la banda A. Este sistema se apaga cuando el calcio es recaptado por el retículo sarcoplasmático(aquí se observa el efecto de relajación muscular del ATP, porque el transporte activo del calcio hacia el retículo sarcoplasmático se hace a expensas del ATP), en ausencia del calcio, el complejo troponina-tropomiosina nuevamente impide la interacción entre los filamentos de actina y miosina, aquí la fibra muscular pasa al estado de reposo o el ciclo se repite nuevamente.

Estos sucesos se repiten en tanto el músculo es estimulado y los puentes se unen, giran y se desprenden cíclicamente, impulsando a los filamentos delgados mas allá de los gruesos, acortando el músculo. El sitio activo de la actina puede reaccionar sucesivamente con diversos grupos de miosina linealmente dispuestos y el filamento de actina viaja a lo largo del filamento de miosina. Si el músculo se esta contrayendo isométricamente, los mismos grupos moleculares pueden reaccionar entre si repetidamente.

TIPOS DE FIBRAS Y POSIBILIDADES FUNCIONALES

Desde un punto de vista funcional, las células musculares no constituyen un tejido homogéneo. La mayoría de los músculos están formados por diferentes tipos de fibras que se caracterizan por tener distintas propiedades mecánicas y contractiles. Tomando como referencia el tiempo que tardan en desarrollar su tensión pico, lo cual a su vez estará relacionado con el tiempo de relajación, podemos identificar básicamente dos tipos de fibras: aquellas con un tiempo hasta la tensión pico relativamente largo que son la fibras lentas (fibras tipo 1 o Slow Twitch Fiber) y las fibras con un tiempo hasta la tensión pico corto(fibras tipo 2 o Fast Twitch Fiber).

Hay fuertes evidencias que sugieren que las influencias neurales o mas bien el tipo de estimulación neural que reciben es el principal factor de diferenciación de las propiedades fundamentales del material contractil; en otras palabras el nervio puede, de una forma u otra, ejercer influencia sobre las propiedades contractiles de la fibra muscular que inerva.

Hay estudios e investigaciones que corroboran estas aseveraciones; Bullett y col(1960) describen experimentos efectuados en gatos pequeños y adultos, en los cuales se cortaron y se suturaron en forma cruzada los nervios con un músculo lento(soleo) y un músculo rápido(flexor largo común de los dedos del pie), cuando un nervio de las motoneuronas rápidas había inervado el músculo lento, este gradualmente se transformaba en un músculo rápido incluso en el gato adulto, asimismo las motoneuronas lentas convirtieron músculos rápidos en músculos lentos.

Experimentos mas recientes han demostrado que un cambio en la velocidad de contracción muscular después de la reinervación se debe a cambios de las propiedades cinéticas de la ATPasa miofibrilar y otras enzimas, como así también se presentan cambios en la miosina, la troponina, el retículo sarcoplasmático, el material contractil y el sistema proteico regulador.

El hecho de que todas las fibras musculares en una unidad motora tengan propiedades histoquímicas, bioquímicas y fisiológicas casi idénticas en todos sus sarcomeros avala el concepto del efecto neural sobre la fibra muscular(la "unidad motora" es una neurona individual y todas las fibras que inerva).

En función del tipo de fibra que predomine en un determinado músculo, este será mas apto para esfuerzos explosivos o para trabajos de larga duración. Esta diferenciación también esta influenciada por las características funcionales que tiene cada "cadena" muscular a la cual pertenece cada grupo muscular(esto a su vez viene predeterminado filogenéticamente, es decir por los patrones de evolución propios de la especie a través del tiempo).

La distribución o mas bien el predominio de los tipos de fibras en cada músculo no solo incide sobre el comportamiento en las contracciones sino también sobre la entrenabilidad que puede tener ese músculo en relación a las distintas formas de manifestar la fuerza.

Si analizamos por un momento las particularidades de la composición de los músculos en las distintas actividades deportivas podemos ver claramente que hay un altísimo nivel de correlación entre el predominio de un cierto tipo de fibra con la actividad deportiva, y esto es así ya que esta comprobado que no se puede llegar a altos resultados deportivos si no se respeta este condicionamiento genético.

ST	FT	
ST	FTO	FTG
De contracción lenta Duración de contracción: 75 ms	Rápida 30 ms	Contracción muy rápida 20 ms
Poca fuerza en cada contracción	Contracción fuerte	Fuerza muy elevada en cada contracción
Factor 1	Factor 4	Factor 12
Muy resistente al cansancio y a los esfuerzos de larga duración	Cansable	Muy fácil de cansar
Motoneuronas pequeñas Placas motoras terminales pequeñas Umbrales de excitación bajos	Motoneuronas grandes Mas grandes Mas altos	Placas motoras terminales grandes Elevado
Muchas mitocondrias Mucha mioglobina Muchos capilares	Muchas Cantidad mesurada Muchos	Poco Poco Poco
Baja concentración de macroergos fosfatados	Alta concentración	Muy alta concentración
Baja actividad de miosinATPasa Baja actividad de CKnasa	Alta Alta	Muy alta Muy alta
Mucha Grasa y Glucosa	Mucha Glucosa	Mucha Glucosa y Compuestos fosforados ATP y PC
Equipadas con una gran cantidad de enzimas activas en el metabolismo aeróbico (succinato de hidrogenasa, etc.)	Equipadas con enzimas que participan en el metabolismo aeróbico y anaerobico (hexoquinasa, etc.)	Equipadas con enzimas del metabolismo anaerobico

INTERDEPENDENCIA DE LA FUERZA CON OTROS SISTEMAS FUNCIONALES

Básicamente podemos distinguir dos sistemas funcionales con los cuales las manifestaciones de fuerza tienen una relación de directa dependencia: el sistema osteo-articular y el sistema de aprovisionamiento energético.

El sistema osteo-articular es el que proporciona palancas mecánicas para los músculos de modo que su contracción pueda hacer que el cuerpo (o partes) se mueva. Se distinguen los huesos y las articulaciones como elementos independientes de cara a funciones específicas.

Los componentes celulares del hueso se asocian con funciones específicas. Los osteoblastos están implicados en la formación del hueso, los osteocitos en el mantenimiento del hueso como un tejido vivo y los osteoclastos en la destrucción y reabsorción del hueso.

Muchos huesos o partes de hueso son estructuras sólidas y compactas, nutridas a través de pequeños canales que transportan vasos sanguíneos y a través de diminutos túbulos que conectan espacios celulares entre sí y con los canales. Sin embargo hay un detalle importante y es que si todos los huesos fueran sólidos y compactos, serían innecesariamente pesados en relación a los requerimientos de fuerza, por esto es que los huesos largos son huecos, es decir son sólidos solo en la superficie y suficientes barras y tirantes óseos que se extienden desde el exterior sólido del hueso hacia el interior hueco para reforzarlo.

Las articulaciones se forman donde dos o más huesos se juntan, la función de la articulación determina su carácter y estructura. En áreas como el cráneo, es importante que no se permita movimiento entre los huesos contiguos, y en función de esto, se forman articulaciones fibrosas; en áreas donde se requiere un arco limitado de movimiento como en la columna el medio de conexión entre los huesos involucrados es fibrocartilago blanco, y en el caso en que los huesos opuestos están separados por un espacio revestido por una membrana especial que se denomina membrana sinovial, este tipo de articulación tiene un rango de movimiento más o menos amplio y se denomina articulación sinovial.

Muchas articulaciones del cuerpo, incluyendo todas las articulaciones de las extremidades, corresponden al grupo sinovial. En estas articulaciones las superficies óseas contiguas están recubiertas por cartilago articular separado por una cavidad articular, la cual en un individuo sano es un espacio diminuto. La articulación está totalmente rodeada por una cápsula articular que está formada por ligamento cápsulas revestido por una membrana sinovial. La membrana sinovial recubre todo el interior de la articulación, con excepción de los extremos cubiertos por cartilago de los huesos que se articulan. Habitualmente los huesos están conectados por ligamentos que se agregan a los ligamentos capsulares y se ubican superficialmente en relación con estos últimos. En una articulación así, los movimientos pueden variar de un simple movimiento de deslizamiento a un amplio espectro de movimiento, como en la articulación del hombro. La cavidad de la articulación puede estar dividida por un disco articular de fibrocartilago como en la articulación de la rodilla. Estas estructuras actúan como agentes que reducen los choques y sirven para asegurar un contacto perfecto entre las superficies que se mueven en cualquier posición de la articulación.

La membrana sinovial segrega una pequeña cantidad de un líquido viscoso denominado líquido sinovial que actúa como lubricante.

El sistema de suministro de energía es básico en todas las células del cuerpo humano y más aun en las células musculares donde la principal función es generar trabajo mecánico que se traduce en el desplazamiento de las palancas óseas.

Se pueden distinguir dos grandes funciones del sistema de suministro energético (obviando claro esta, las funciones vitales), por un lado aportar la energía necesaria para la contracción muscular y por el otro es el de aportar la energía que garantice la recuperación del equilibrio hemostático post-esfuerzo (descontracción vía ATP, resíntesis de proteínas, eliminación de desechos metabólicos, etc.).

Cabe acotar que no todas las manifestaciones de fuerza representan las mismas solicitaciones para el sistema de suministro de energía, ya que estas difieren en su carácter y duración. Así tenemos que los esfuerzos de Fuerza Máxima y Explosiva se realizan a expensas del sistema anaeróbico láctico que es el que provee energía de rápida disposición para regenerar ATP y a tasas de utilización en unidad de tiempo muy elevadas pero por esto mismo dura tan solo 7-10 segundos.

Las manifestaciones de Fuerza Resistencia pueden ser de distinta índole en relación a la duración de los esfuerzos, y así tenemos un amplio espectro de posibilidades que van desde intensas solicitaciones del sistema anaeróbico láctico hasta la utilización de glucógeno y ácidos grasos por vía aeróbica.

Es importante aclarar que esta división responde a un criterio estrictamente didáctico, ya que en el deporte o la actividad deportiva estas solicitaciones metabólicas se dan de forma compleja, es decir las manifestaciones de fuerza muchas veces se hallan en dependencia o más bien subordinadas a las condiciones particulares que plantea la situación-problema. La incidencia del sistema de suministro energético en los procesos de recuperación será tratado oportunamente en el capítulo dedicado al fenómeno de adaptación en el entrenamiento de los distintos tipos de fuerza.

MODIFICACIONES HORMONALES INDUCIDAS POR EL ENTRENAMIENTO

El aumento de la respuesta celular debidas al entrenamiento elimina la necesidad de una movilización global de las respuestas orgánicas cuando el ejercicio resulta constante, y esto puede reducir o evitar la respuesta endocrina al ejercicio. Se han publicado numerosos estudios que evidencian un decrecimiento de la actividad de la corteza suprarrenal y de la medula suprarrenal de las células alfa del páncreas, y aunque de la producción de Sonatotropina como consecuencia de un entrenamiento con cargas medias. El decrecimiento de la tasa de Insulina hemática se ha pronunciado en menor medida.

Estas modificaciones son debidas en primer lugar ha cambios en las cargas optimas para la inducción de respuestas endocrinas al entrenamiento. En respuesta al entrenamiento, intensidad optima de ejercicio, medido en relaciones de potencia, se puede elevar progresivamente a niveles cada vez mas altos. Por lo tanto, aquellas cargas de entrenamiento que anteriormente estaban consideradas optimas, como consecuencia del entrenamiento (y fundamentalmente de las respuestas adaptativas inducidas por el mismo) se desplazan hasta llegar a se corrientes, que no son capaces de generar respuestas endocrinas violentas. Por lo tanto pierden su eficacia para disparar las respuestas adaptativas que se pretende generar con la aplicación de las mismas.

Esta es la explicación del fenómeno del desplazamiento de los "umbrales" de las cargas de entrenamiento que lleva a que cargas optimas sean cargas medias y cargas máximas lleguen a ser cargas optimas, de aquí el principio de incremento progresivo de la carga.

Al mismo tiempo, el entrenamiento ha elevado también la capacidad de producción hormonal de las glándulas endocrinas (como consecuencia de la alteración de los pulsos, ritmos y patrones de funcionamiento sistemáticamente aumentado). Consecuentemente, se percibe un incremento de la tasa de concentración de Catecolaminas hemática, de Cortisol, de Corticotropina, de Betaendorfina y de la Hormona de Crecimiento en respuesta a las ejercitaciones realizadas por encima del nivel optimo. Se ha demostrado que una carrera de 30 segundos a la máxima velocidad produce un incremento del nivel de Noradrenalina hemática muy elevado si sucede a un entrenamiento de velocidad.

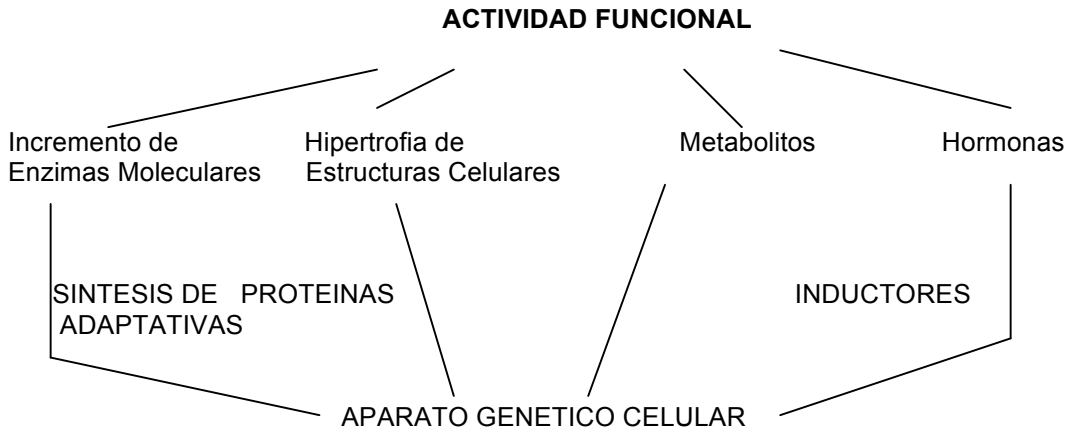
Al termino de un ejercicio prolongado, la tasa de Adrenalina, de Cortisol, de Corticotropina, de Somatotropina y de Betaendorfina en el plasma ha resultado mayor en atletas que en aquellos que realizaban ejercicio alguno, con valores generalmente mayores respecto a los obtenidos luego de ejercicios submaximos lo que es una prueba mas de las adaptaciones en el sistema endocrino de los atletas entrenados sistemáticamente.

La mayor capacidad del sistema endocrino es respuesta ha las modificaciones de las glándulas endocrinas y a las estructuras de las células responsables de la secreción de las hormonas. La hipertrofia suprarrenal inducida por el entrenamiento esta altamente asociada a una mayor concentración mitocondrial, de las crestas vesiculares, de los elementos del retículo endoplasmatico. Es mas se ha observado como consecuencia del entrenamiento una hipertrofia de la medula suprarrenal, descripta como "medula suprarrenal deportiva". Asimismo se debe hacer notar que en función de la especialidad deportiva y a partir de esta por la repetición sistemática de cargas de la misma entidad se observan adaptaciones en el sistema endocrino que son totalmente relacionadas. Así encontramos atletas de fuerza con mayor actividad de las hormonas "anabolicas" hacia la síntesis de proteína de los tejidos implicados (células musculares, tejido conectivo, etc.), mientras que en actividades de resistencia se han hallado modificaciones en las glándulas que regulan en equilibrio en el aprovisionamiento energético de los músculos que soportan la carga fundamental durante la competencia.

Otra respuesta del sistema endocrino como consecuencia del entrenamiento sistemático es un incremento en el numero de receptores hormonales y en los umbrales de sensibilidad de los mismos a las hormonas. Estas modificaciones so consideradas en estrecha relación a las cargas especificas realizadas durante el entrenamiento.

RESPUESTAS MOLECULARES DE ADAPTACION CELULAR INDUCIDAS POR EL ENTRENAMIENTO

Existe un mecanismo intracelular que mantiene la relación entre la función y el aparato reproductor de la célula. Gracias a este mecanismo la intensidad del funcionamiento de la estructura celular determina la actividad del aparato reproductor. Esto deriva luego en una estimulación especifica de la síntesis proteica. Ha sido formulada la hipótesis de que el entrenamiento conduzca a una acumulación de metabolitos tales de inducir en modo especifico la síntesis proteica de las estructuras celulares y de las enzimas proteicas relacionadas con la estructuras mas activas y con la correspondiente vía metabólica. Las modificaciones hormonales vienen inducidas por sesiones de entrenamiento que amplían el efecto inducido por estos metabolitos. Como consecuencia se habrá producido una efectiva renovación de estructuras proteicas, un aumento de las dimensiones de las mismas, un incremento de las enzimas mas involucradas en estos procesos.



La actividad del aparato reproductor celular genera producción de mRNA específico, contiene la información sobre la estructura de la proteína que debe ser sintetizada. Hace ya alrededor de 30 años fue demostrado que el bloque de la síntesis mRNA DNA-dependiente prevenía la hipertrofia compensatoria como consecuencia de la ablación del grupo muscular. Estudios sucesivos han confirmado la producción de más mRNA y la transcripción de la síntesis de proteína como consecuencia del entrenamiento.

El control de la síntesis proteica se presenta a través de tres diferentes formas: transcripción, traslación (la actuación de la síntesis proteica según la información contenida en el mRNA) y post traslación. Este último consiste en la regulación de la tasa de degradación proteica para adaptar el número efectivo de moléculas de una proteína a la real necesidad. Durante la actividad muscular que se desarrolla en los ejercicios de resistencia, se ha notado un incremento de la producción de mRNA en las proteínas mitocondriales. Por lo tanto la adaptación crónica está basada en el control de la transcripción de la síntesis proteica.

En respuesta al entrenamiento de sobrecarga se nota otro fenómeno: a continuación de ejercicios de tipo excéntrico y concéntrico la tasa de síntesis de proteínas miofibrilares aumenta en un 50 a un 60%. Sin embargo a continuación de ejercicios concéntricos el mRNA no ha sufrido ningún cambio en las proteínas mitocondriales ni tampoco en las miofibrilares.

Mientras un entrenamiento con una elevada sobrecarga no debería provocar ningún cambio en las proteínas mitocondriales, los restantes cambios en las proteínas miofibrilares del mRNA sugieren una probable estimulación de la síntesis de la proteína miofibrilar a través de un aumento de la traslación proteica.

No obstante, no está del todo evidenciada la hipertrofia muscular. Obviamente el incremento de la tasa de síntesis proteica en respuesta al control de traslación está balanceado entre un adecuado incremento en la degradación proteica, resultante del control de post traslación. Los ejercicios de tipo excéntrico han incrementado la formación de mRNA de la proteína miofibrilar en combinación con la hipertrofia muscular. Por lo tanto el control de transcripción si se ha manifestado como un mecanismo dominante. El aumento de las proteínas miofibrilares es el resultado menor respecto a la tasa de síntesis de las proteínas miofibrilares, si se ha evidenciado la participación del control post traslación. Es posible formular la hipótesis de un rol esencial de parte del control de post traslación, para evitar la aparición de hipertrofia muscular como respuesta al entrenamiento de velocidad, de resistencia y de potencia.

Las dos principales hormonas que participan en la inducción de la síntesis adaptativa en las fases posteriores al ejercicio son la hormona sexual masculina (Testosterona) y las hormonas tiroideas (Tiroxina / Triiodotironina). La inducción de la proteína miofibrilar de parte de la Testosterona es esencial para la aparición de la hipertrofia en respuesta a un entrenamiento de fuerza, esta es la causa de la utilización de los deportistas de preparados androgenicos para promover un efecto anabolico.

La misma acción, viene aplicada a la testosterona endogena. La producción endogena de Testosterona se suprime al ingerir preparados anabolicos. Esta es una respuesta sistema, ya que esa cantidad extra de hormona viene decodificada como un agente de alteración de la homeostasis (por las violentas reacciones que desencadena a nivel celular), es más hasta disminuye la actividad de los receptores hormonales pudiendo llegar incluso a un estado de bloqueo.

Se sabe que las hormonas tiroideas ejercen una influencia estimulante sobre las biogénesis de las mitocondrias. En evaluaciones sobre ratas hipotiroideas, no se ha evidenciado ningún incremento en la síntesis proteica mitocondrial en las fibras musculares oxidativas glucolíticas en respuesta a ejercitaciones de resistencia.

En el biofeedback de traslación la Insulina y la Somatotropina cumplen un rol fundamental. La acción catabolica de los glucocorticoides sugiere una contribución al control de post traslación.

ENDOCRINOLOGIA DE LA FUERZA

REGULACION ENDOCRINA INTRAESFUERZO

TESTOSTERONA

Esta es la hormona que tiene mas incidencia en la fuerza explosiva y no en la fuerza máxima propiamente dicha. Además una conclusión importante es la que arrojan estudios recientes acerca de que la testosterona NO es la principal responsable del efecto anabolizante y estimulante de la síntesis proteica a nivel muscular como se penso durante muchos años. En relación a la incidencia en las posibilidades funcionales se pudo observar a través de estudios científicos que la Testosterona no representa un agente que favorezca las manifestaciones de fuerza ya que cuando esta viene analizada en función del propio peso, no se encuentra ninguna diferencia entre hombres y mujeres a pesar de que los hombres tiene una circulación de Testosterona en suero hasta 10 veces superior. A pesar de semejante diferencia no se manifiestan diferencias en las posibilidades funcionales de la fuerza máxima pero si en las manifestaciones de fuerza explosiva y de velocidad. A partir de estas observaciones se encontró una correlación entre la proporción de fibras explosivas y las concentraciones de Testosterona serica. Recientes estudios conducidos por el profesor Carmelo Bosco han confirmado ampliamente estas hipótesis. No se ha encontrado ninguna correlación entre la fuerza máxima expresada en función del propio peso corporal y la concentración de Testosterona, estas observaciones fueron efectuadas en velocistas femeninos y masculinos de la selección Italiana de Atletismo. Al mismo tiempo se ha evidenciado una fuerte correlación entre la concentración de Testosterona y la capacidad de fuerza explosiva y la máxima velocidad de carrera.

Estos descubrimientos han arrojado luz sobre la incidencia que tiene la Testosterona sobre el comportamiento muscular. Además resulta importante destacar el hecho de que las concentraciones hormonales tienen una influencia diferenciada en relación a la fuerza máxima y a la fuerza explosiva. En definitiva se puede plantear que el principal efecto de la Testosterona es a nivel de los fenómenos neuromusculares en SNC. A esta hormona se le atribuyen actualmente influencias positivas con un efecto neuromodulador, que favorece la transmisión de impulsos nerviosos desde la corteza cerebral para activar células musculares.

En definitiva si todas las demás hormonas se mantienen a un mismo nivel entre hombres y mujeres, y la única variación se plantea en las concentraciones de Testosterona, es simple llegar a la conclusión de que esta constituye la explicación de las diferencias que se manifiestan en las posibilidades de fuerza explosiva y velocidad y **no** en la fuerza máxima.

INSULINA

El principal efecto de la Insulina durante la realización del esfuerzo es incrementar la permeabilidad de la membrana celular para la glucosa y otros sustratos en segunda instancia (ácidos grasos y aminoácidos). Al mejorar la permeabilidad de la membrana celular a nivel muscular se asimila con mayor rapidez la glucosa y de esta manera se da una situación de alta disponibilidad de glucosa a nivel subcelular que es donde se desarrollan los procesos metabólicos de combustión ya sea por vía aeróbica (mitocondrias) o anaerobica (citoplasma).

STH – HORMONA DE CRECIMIENTO

La STH acelera la síntesis de proteínas celulares. No se conoce en toda su dimensión todos los mecanismos de acción, pero si se sabe que estimula el transporte de aminoácidos a través de las membranas celulares. Además, acelera los procesos del DNA y el RNA en la síntesis de proteínas.

HORMONAS TIROIDEAS - TIROXINA T3 / T4

Las hormonas tiroideas tienen un efecto estimulante de la absorción de oxígeno en los tejidos y con ello favorecen la resíntesis de ATP a través de la vía aeróbica; también promueven un incremento de la degradación de glucógeno tanto en el hígado como en el músculo y a su vez aumenta la entrada de glucógeno a nivel del intestino.

Las hormonas tiroideas aceleran el metabolismo de todas las células, por lo que afecta indirectamente el metabolismo proteico. Si los hidratos de carbono y las grasas son insuficientes para cubrir las necesidades energéticas, estas hormonas aceleran el catabolismo proteico. Por el contrario, en presencia de una abundante provisión de glucosa y ácidos grasos libres, su efecto es anabolico y promueve la síntesis de proteínas.

El balance de las hormonas, fundamentalmente el equilibrio dinámico que se da entre todas las hormonas que afectan el metabolismo de las proteínas determina el aumento del catabolismo proteico durante el ejercicio agudo y de su anabolismo a lo largo de un entrenamiento físico.

La concentración de las hormonas tiroideas se altera profundamente durante la realización de ejercicios intensos de naturaleza intermitente como los entrenamientos de fuerza, se han reportado incrementos de hasta un 15% de la T3 y un 30% de T4 libre.

En condiciones de esfuerzos continuos aeróbicos de larga duración también se producen alteraciones en la concentración de T3 y T4 de magnitud aun mayor, estos valores se normalizan en un plazo de 4 y hasta 6 horas después del entrenamiento.

ADRENALINA / NORADRENALINA

Las catecolaminas son un indicador inequívoco de la estimulación simpática – adrenergica como respuesta inmediata a diferentes agentes de estrés.

Las cargas físicas y psíquicas estimulan a través del simpático la secreción de las catecolaminas u hormonas del stress. Estas tienen como función intraesfuerzo estimular al sistema cardiovascular y al metabolismo energético ya que desencadenan un sinnúmero de reacciones bioquímicas que tienen como resultante una mayor disponibilidad de sustratos (glucosa y ácidos grasos) por parte de la célula muscular.

Existe un relación de absoluta dependencia entre la intensidad del esfuerzo y la concentración de catecolaminas, esta relación de proporcionalidad se pierde luego de superado el umbral de catecolaminas que puede coincidir o no con el umbral del Lactato. A partir de este punto todo incremento en la intensidad de esfuerzo se vera acompañado de un desmesurado incremento en la concentración de catecolaminas en sangre.

SOMATOMEDINA

También llamado factor de sulfatación, esta hormona tiene un efecto que es complementario a la hormona de crecimiento. Esto es la hormona de crecimiento acelera la síntesis de proteínas en las células musculares y las somatomedinas estimula la sulfatación de los cartílagos, estimula la formación de colágena (las fibras de tejido conectivo tienen alto contenido de este elemento), entre otros tejidos. Se debe aclarar que hay una variedad de somatomedinas que son miembros de una familia de **factores de crecimiento** y afectan a muchos tejidos y órganos. Es de notar que la circulación de las somatomedinas depende de la estimulación de la hormona de crecimiento, las somatomedinas son factores de crecimiento polipeptídicos que el hígado y otros tejidos secretan por estimulación de la hormona de crecimiento. En muchos tejidos el efecto anabólico sobre los tejidos depende de la interacción entre estas dos hormonas.

CORTISOL

El Cortisol y otros glucocorticoides disminuyen las proteínas de casi todos los tejidos y aumenta la concentración de aminoácidos en la sangre. Sin embargo, en el hígado y en la sangre su papel es anabólico, ya que aumenta la síntesis de proteínas de estos. Este efecto, probablemente, es secundario a la abundancia de aminoácidos que la acción del Cortisol produce en el resto del organismo.

REGULACION ENDOCRINA DE LAS RESPUESTAS ADAPTATIVAS

SOMATOMEDINAS

La Somatomedina junto con las hormonas tiroideas son las responsables de inducir la síntesis proteica a nivel de las fibras musculares.

Las dos principales hormonas que participan en la inducción de la síntesis adaptativa en las fases posteriores al ejercicio son la hormona sexual masculina (Testosterona) y las hormonas tiroideas (Tiroxina / Triiodotironina). La inducción de la proteína miofibrilar de parte de la Testosterona es esencial para la aparición de la hipertrofia en respuesta a un entrenamiento de fuerza, esta es la causa de la utilización de los deportistas de preparados androgenicos para promover un efecto anabólico. Debemos destacar que muchos estudios llevados a cabo por los profesores Carmelo Bosco y Atko Viru han encontrado mas relación de la hipertrofia con las hormonas tiroideas y la Somatomedina que con la Testosterona, estos autores encontraron evidencias científicas acerca de la relación entre testosterona y fuerza explosiva pero no con la masa muscular que estaría inducida por la actividad de otras hormonas y fenómenos subcelulares.

INSULINA

La insulina es una hormona que ejerce determinados efectos sobre el transporte de los metabolitos. Por ejemplo, a nivel muscular y adiposo esta hormona aumenta la permeabilidad de la membrana para facilitar el ingreso de glucosa, aminoácidos, nucleósidos y fosfato a la células. No todos los tejidos responden sensiblemente a la presencia de insulina para que ésta desempeñe una función de "transporte" como sucede en el músculo, tejido adiposo y el corazón, sino que en el hígado y tejidos como el nervioso las membranas son permeables al ingreso de glucosa. Sin embargo, durante la actividad física, no se hace necesaria la presencia de insulina para permitir el ingreso de los nutrientes a través de la membrana en los tejidos.

A nivel de hidratos de carbono, la insulina, exceptuando los tejidos mencionados con anterioridad:

aumenta el transporte de glucosa al interior celular produciendo una disminución de los valores de glucosa en sangre,
promueve la glucógenogénesis,
aumenta el trabajo de algunas enzimas como la glucogenosintetasa, por lo que disminuye a su vez la glucógenolisis.

A nivel de ácidos grasos, la insulina:

aumenta el almacenamiento de estos en el tejido adiposo,
promueve la inhibición de la Lipasa hormono sensible presente en el adipocito,
evitando la hidrólisis de los triglicéridos almacenados,
disminuye la concentración de ácidos grasos libres en el plasma,
promueve la activación lipoproteína Lipasa presente en la membrana de los capilares,
facilita el transporte de ácidos grasos a los tejidos, especialmente el adiposo,
promueve el transporte de glucosa al adipocito para sintetizar a partir de ella, ácidos grasos.

La insulina también ejerce sus efectos sobre el metabolismo de las proteínas. De igual manera que la glucosa y los ácidos grasos, la insulina:

aumenta el transporte de aminoácidos al interior de la célula,
disminuye la neoglucogénesis,
aumenta la actividad ribosomal promoviendo la síntesis de nuevas proteínas,
aumenta la transcripción del ADN celular, por lo que todos estos mecanismos,
disminuyen el catabolismo de las proteínas.

Aparentemente la insulina y la STH actúan conjuntamente para promover el crecimiento; esto quizá podría deberse a que cada una de ellas promueve la captación de diferentes aminoácidos necesarios para promover el crecimiento.

En ausencia de la Insulina, la síntesis de proteínas prácticamente no se produce.

Una respuesta del entrenamiento es que a tasas menores de Insulina se desencadena el mismo efecto de permeabilidad, por lo que se reduce la necesidad Insulina secretada y una mayor sensibilidad de los tejidos a la hormona. También la Insulina tiene un efecto positivo en la síntesis de proteína a nivel muscular.

STH - HORMONA DEL CRECIMIENTO

La hormona de crecimiento promueve una rápida resíntesis del glucógeno con lo que se reducen significativamente los tiempos de recuperación y sobrecompensación luego de las cargas de entrenamiento y competición. Esta es una de las causas que ha promovido su uso como agente dopante en muchas disciplinas deportivas.

Esto si analizamos solo la resíntesis del sustrato, pero no siempre este resulta un indicador de la asimilación del entrenamiento sino que se deberán incorporar como elementos de análisis, la recuperación del equilibrio electrolítico, el tejido muscular, el equilibrio hormonal, la normalización del sistema inmunológico, etc.

Algunos efectos de la STH y las cargas de fuerza:

- reduce el tiempo de recuperación y sobrecompensación del glucógeno muscular y hepático.
- mejora la disponibilidad de proteínas para la síntesis selectiva de las proteínas relevantes en los esfuerzos de resistencia (mitocondrias).

CORTISOL

Esta hormona se relaciona directamente con los procesos catabólicos de degeneración. Resulta particularmente importante observar como a consecuencia de la actividad del Cortisol suceden dos fenómenos independientes. Por un lado cuando se hallan niveles medios de Cortisol incrementa el efecto de otras hormonas catabólicas, y en segunda instancia cuando se encuentran altos niveles de Cortisol se produce un intenso efecto catabólico por acción directa de esta hormona. Cabe aclarar que el efecto catabólico no se manifiesta únicamente en el tejido muscular sino que en ocasiones se plantean acciones generalizadas en diversos sistemas. Así se puede observar alteraciones en el metabolismo del líquido sinovial intra articular, degeneración de los cartílagos, aumento en la tasa de utilización de las proteínas como sustrato, entre otros efectos negativos. No está demás aclarar que estas acciones son muy negativas ya que en la medida que se genera un incremento irracional de los niveles de Cortisol se producen una serie de reacciones negativas que superan la lógica de gasto y recuperación del ejercicio prescrito según criterios racionales. Esto a su vez se constituye en un medio eficaz para la realización del control corriente de asimilación de las variaciones de los volúmenes e intensidades del entrenamiento. De aquí que se utilice muy

a menudo el estudio del ratio Testosterona libre/Cortisol como indicador de las posibilidades de asimilación del entrenamiento de los deportistas.

TESTOSTERONA

Durante la fase de recuperación post esfuerzo los niveles de testosterona permanecen disminuidos por horas e incluso días luego de esfuerzos prolongados. Esta disminución de los niveles plasmáticos de Testosterona se la atribuye a una inhibición de la hormona leutinizante (LH) que también es afectada negativamente cuando se incrementan los niveles de Cortisol y de adenocorticotropa (ACTH). Aquí se vuelve particularmente importante estudiar la relación entre la Testosterona y el Cortisol.

Basta incrementar los volúmenes de entrenamiento por dos semanas a una magnitud de 20% por encima de la magnitud óptima para el macrociclo para que se manifiesten alteraciones en los niveles de Testosterona en suero.

TIROXINA T3 / T4

Estas hormonas tienen una influencia directa en los procesos de síntesis de proteínas que resultan en un incremento de la masa de las mitocondrias. La tasa más alta de síntesis de proteínas mitocondriales se produce a las 24 horas después de la carga de entrenamiento en las fibras lentas. Se podría decir que así como la testosterona es la principal responsable de las respuestas adaptativas a nivel estructural de células musculares por el entrenamiento de fuerza, las hormonas Tiroideas son las más relevantes en cuanto a las respuestas adaptativas en los esfuerzos de naturaleza aeróbica.

BASES FISIOLÓGICAS DE LA HIPERTROFIA MUSCULAR

Existe una relación directa entre el entrenamiento de fuerza y el incremento de la masa muscular y el tamaño de los músculos, fruto del incremento de la sección transversal de cada una de las fibras que lo componen.

En una persona moderadamente activa el porcentaje de masa muscular está alrededor del 45% del peso corporal total, por lo que alteraciones significativas del porcentaje de masa muscular genera importantes transformaciones en la estructura corporal.

Desde el punto de vista fisiológico, la hipertrofia se da a consecuencia de la síntesis de proteínas (anabolismo) sobre su destrucción (catabolismo), es decir un predominio de los procesos de construcción muscular. Hay que tener en cuenta que la vida media de la proteína muscular es de alrededor de 9 días, el mejor camino para regular el tamaño muscular es controlando los procesos de síntesis y destrucción de dichas proteínas, y, por lo tanto, regular los estímulos de entrenamiento y los aportes necesarios de proteínas. Básicamente, el proceso de síntesis de proteínas consiste en una transferencia de información, inicialmente codificada en el gen (ADN) en forma de polinucleótido, para formar una proteína fina, poliaminoácido. Podemos asumir que el ejercicio altera el normal funcionamiento de este sistema generando una serie de respuestas neuroendocrinas que activan la síntesis de proteínas.

Este proceso se puede explicar del siguiente modo: *“ la primera etapa del proceso de síntesis de proteínas implica la formación de ARN en el núcleo (transcripción) de acuerdo con el código o patrón contenido en el gen (ADN). cada aminoácido de la proteína está codificado en tres bases que constituyen el gen. Durante la transcripción, en el ARN se forma un triplete de bases complementarias o codón. La formación del ARN está controlada por la polimerasa, cuya acción sobre el ADN está inhibida en condiciones normales por una proteína represora, siendo activada cuando se elimina el represor (desrepresión). Este precursor del ARNm experimenta una fragmentación y reagrupamiento de segmentos seleccionados y una modificación de sus extremos terminales durante la segunda etapa del proceso intranuclear, conocidas como modificación postranscripcional. A continuación, el ARNm se une a los polirribosomas en el citoplasma y ensambla los aminoácidos (polimerización) suministrados por el ARNt, a una velocidad de 4-6 aminoácidos por segundo, etapa del proceso que se conoce como traducción. El último paso, la modificación postraduccional, comporta una ruptura de enlaces dentro de la nueva proteína, una modificación de determinados aminoácidos dentro de la cadena para adoptar su configuración característica y ser liberada hacia su lugar de acción”.*

Podemos citar al menos cuatro teorías que intentan explicar los fenómenos de la hipertrofia muscular.

- Teoría de la congestión muscular: sugiere que con el ejercicio, el flujo de sangre hacia la musculatura activa aumenta de forma significativa, lo que estimula el crecimiento muscular. Esta hipótesis soporta los modelos de entrenamiento para la fuerza hipertrofia que conducen a la congestión muscular, aunque en la práctica, incrementos de flujo sanguíneo que no se acompañan del adecuado estímulo físico (carga de entrenamiento) no conducen a incrementos de la masa muscular.
- Teoría de la hipoxia muscular: cuando se realiza un entrenamiento con la utilización de cargas de media y alta intensidad, se produce una oclusión de los vasos de la musculatura activada, impidiendo la adecuada irrigación que permita su alimentación y eliminación de detritos. Esta situación de hipoxia muscular es la causa del incremento de la síntesis de proteínas.

- Teoría del déficit de ATP: esta teoría se apoya en la disminución de la concentración de ATP que acompaña a la realización de esfuerzos con cargas elevadas, aunque las investigaciones realizadas sobre la evolución de las concentraciones de ATP durante el ejercicio intenso y relativamente prolongado no parecen confirmar este comportamiento sobre su concentración.
- Teoría energética: según esta teoría, el factor más importante para incrementar el catabolismo proteico es el insuficiente aporte energético que tiene la célula muscular para lograr la necesaria síntesis de proteína durante el ejercicio, ya que esa parte de la energía es utilizada para realizar el trabajo muscular. En la fase de reposo, la célula volverá a disponer de la adecuada energía para llevar a cabo los procesos de resíntesis de proteínas.

En definitiva ninguna teoría ofrece una explicación completa, solo se basan en suposiciones sobre la base de la lógica del síndrome general de adaptación específicamente en el tejido muscular. Lo que si está claro es que la hipertrofia se produce a consecuencia del desgaste de estructuras proteicas (músculo, tejido conectivo, etc.).

Un aspecto que suele generar confusión es el hecho de que se vinculan de manera directa la hipertrofia muscular y el incremento del tamaño, cuando está ampliamente demostrado que uno puede hipertrofiar un músculo y este reducir su tamaño. Esto puede ocurrir a partir de metodologías diferentes que se apoyan en distintos elementos que componen el músculo.

Algunos cambios estructurales que se relacionan con la hipertrofia muscular:

Aumento del tamaño de las fibras
 Aumento del tamaño de las miofibrillas
 Aumento del número de miofibrillas
 Aumento de capilares
 Engrosamiento de tejido conectivo
 Aumento de sarcomeros en serie
 Incremento de la concentración de elementos en sarcoplasma (Agua, Glucosa, Grasa, ATP)
 Aumento de la cantidad de fibras ?

Hipertrofia Mitos y Verdades

A través del tiempo muchos conceptos relacionados al entrenamiento han evolucionado desde una estructura de conocimiento desordenado hasta los tiempos modernos donde todo está gobernado por el rigor científico. Sin embargo hay un punto en el que no parece haber llegado la luz del esclarecimiento. Este es "las pesas endurecen". Esta es una de las afirmaciones que más irritan a todos aquellos que somos entusiastas del entrenamiento de fuerza..... pero sin embargo haciendo una mea culpa generalizada debemos reconocer que hemos hecho tanto daño con el entrenamiento mal dosificado que otras disciplinas muy bien hacen en desconfiar de nuestras aseveraciones.

Lo que vamos a desarrollar a continuación son las evidencias científicas y conclusiones experimentales a que se llegó en la actualidad producto de la investigación científica en laboratorio y observación en campo del entrenamiento con deportistas de las más variadas disciplinas para esclarecer de una vez y para siempre ese postulado que tanta confusión y opiniones encontradas genera en nuestros días.

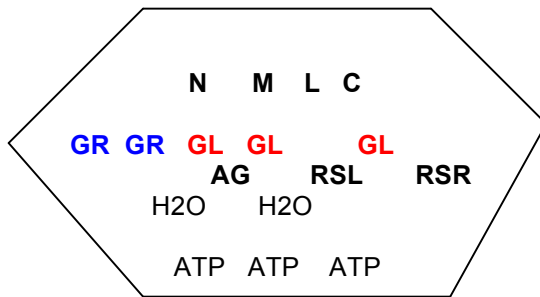
Una de las primeras causas de desconfianza con respecto al entrenamiento complementario de fuerza es nuestra obsesión por "hacer a todos grandes", vale decir que como a muchos entrenadores nos agrada el trabajo de fuerza y fundamentalmente el orientado al incremento de la masa muscular imponemos a través de este criterio la selección de las metodologías adecuadas para muchos deportistas o interesados que tienen otros objetivos y necesidades. A su vez llegado el caso de que fuera necesaria una hipertrofia deberíamos tener muy en claro a partir de un análisis diagnóstico preciso que tipo de hipertrofia resulta imprescindible.

Algunas opciones son:

- ***Hipertrofia General:*** incremento de la masa muscular total del cuerpo, sin respetar en absoluto la especificidad de un deporte. Aumento de la Masa Corporal General.
- ***Hipertrofia Selectiva:*** incrementar los diámetros de los grupos musculares que son más solicitados en una actividad o deporte. Se toman en cuenta aquí los requerimientos del deporte desde el punto de vista estructural (núcleos articulares, músculos que más trabajan).
- ***Hipertrofia Estructural:*** se refiere a la hipertrofia indiscriminada de todos los elementos susceptibles de ser hipertrofiados (miofibrillas, tejido conectivo, sarcoplasma, concentración intramuscular de sustratos, enzimas, etc.). Esta hipertrofia puede lograrse en menor tiempo pero muchas veces tiene un impacto negativo en el rendimiento deportivo.

- **Hipertrofia Funcional Tónica:** aquí se centra la atención en el aumento proporcional de las fibras musculares que cumplen una función de sostén o estabilización de las articulaciones para que otras fibras musculares puedan desarrollar movimientos de alta potencia. Generalmente se trabajan los músculos posturales, biarticulares, estabilizadores y sinérgicos.
- **Hipertrofia Funcional Fásica:** aquí se busca lograr un incremento en las fibras musculares que soportan la carga fundamental en las exigencias del deporte, para lo cual también se tienen en cuenta aspectos biomecánicos como: dirección y sentido del movimiento, amplitud del movimiento, tramo acentuado de movimiento, velocidad angular específica del gesto deportivo, tipo de trabajo muscular – isométrico, auxotónico concéntrico, auxotónico excéntrico, balístico, estereotipado, repentino, relaciones entre las palancas óseas, posición del cuerpo en el espacio, gradientes de fuerza por ángulos, etc.-. este es sin lugar a dudas el tipo de entrenamiento más **específico** para el deporte y el que se constituye como el **único** medio eficaz para mejorar el rendimiento.
- **Hipertrofia Compensadora:** esta se trata de la hipertrofia de algunos grupos musculares que por su falta de desarrollo pueden tener una influencia negativa en la técnica de movimientos u otros factores que desde lo biomecánico resultan relevantes. Por tratarse de músculos que no tienen una relación directa con los gestos deportivos pueden hipertrofiarse con metodologías ortodoxas ya que el objetivo a cumplir es el de equilibrar una relación de masas y no de funciones.
- **Hipertrofia Estética:** este es objeto de hipertrofia para todos aquellos que desean un mejoramiento en su apariencia física tratan de obtener el correcto equilibrio entre el desarrollo de la masa muscular y la reducción de los niveles de masa grasa. Esto trae aparejado un sinnúmero de efectos altamente positivos a la salud en general.

FISIOLOGIA CELULAR E HIPERTROFIA



ORGANOIDES

- N** Núcleo
- M** Mitocondria
- L** Lisosoma
- C** Centriolo
- AG** Aparato de Golgi
- RSL** Retículo Sarcoplasmático Liso
- RSR** Retículo Sarcoplasmático Rugoso

ELEMENTOS DE CANTIDAD VARIABLE

- GR** Grasa
- GL** Glucosa
- H2O** Agua
- ATP** Adenosin Trifosfato

Los organelos son elementos constantes en todas las células musculares sin embargo la cantidad de sustratos energéticos es variable según el tipo de actividad física que desarrolle cada atleta. Así el caso de los atletas de fondo que realizan mucho trabajo aeróbico tienen más cantidad de Mitocondrias y de mayor tamaño, además las células musculares acumulan mayor cantidad de Glucosa y Grasa que se utiliza en el metabolismo aeróbico de producción de energía a través del Ciclo de Krebs que se desarrolla en las Mitocondrias.

En el caso de los atletas de velocidad y fuerza explosiva se produce una mayor acumulación de compuestos fosforados ATP y PC que garantizan la provisión energética en esfuerzos alacticos de alta potencia de una duración menor a 6 segundos.

En el caso de los fisicoculturistas se da una mayor acumulación de Glucosa en el sarcoplasma ya que las reacciones metabólicas que garantizan la provisión de energía glucolítica rápida se desarrolla en el sarcoplasma, asimismo la glucosa por afinidad química retiene consigo 2,4 gramos de agua por cada gramo de glucosa por lo que esto hace que un músculo hipertrofiado al máximo tenga una mayor acumulación de agua que un músculo desentrenado o entrenado con otra orientación.

Esto nos tiene que permitir comprender el por que de las diferencias en la apariencia de los distintos deportistas, ya que como consecuencia de diferentes estímulos obtienen respuestas adaptativas diferenciadas. Así un velocista obtiene lo que se denomina una hipertrofia "seca" es decir sin acumulación de Glucosa y agua, solamente mejoran sus procesos neuromusculares de reclutamiento, sincronización y frecuencia de descarga de impulsos nerviosos además de un incremento en el tamaño de las fibras musculares, pero se caracteriza esta hipertrofia por NO incrementar la cantidad de sustratos como la Glucosa o la Grasa, por esto esta vía de hipertrofia es mas lenta.

En el caso de la hipertrofia lograda a través de las metodologías del fisicoculturismo que se caracterizan por esfuerzos intensos de una duración de entre 20 y 60 segundos se genera un profundo desgaste de estructuras proteicas y de sustratos energéticos como la glucosa que se recuperan y se sobrecompensan en los tiempos de recuperación entre dos sesiones de entrenamiento. Este tipo de entrenamiento permite lograr una hipertrofia mas rápida ya que no se apoya solamente en el incremento del tamaño de las fibras musculares sino también se incrementa la masa muscular por el contenido intramuscular de sustratos energéticos y otras sustancias.

Como vemos como primera medida NO se puede generalizar, la hipertrofia no plantea una sola posibilidad de manifestarse, a su vez cada una de ellas tiene principios metodológicos que las rigen muchas veces diferentes.

Tipo de Hipertrofia	Metodología	Tipo de Ejercicio	Sesiones por semana	Duración de la sesión	1ª Respuesta Adaptativa
General	Clásica	Globales	3 a 6	+ - 75'	3 semanas
Selectiva	Clásica	Globales - analíticos	2 a 4	+ - 75'	3 semanas
Estructural	Clásica	Globales - analíticos	3 a 6	+ - 75'	3 semanas
Funcional Tónica	Compleja	Analíticos	3 a 9	+ - 90'	5 semanas
Funcional Fásica	Compleja	Todos	5 a 9	+ - 90'	2 semanas
Compensadora	Clásica	Analíticos	3 a 7	+ - 45'	3 semanas
Estética	Clásica	Globales - analíticos	3 a 7	+ - 75'	###

BIOTIPOLOGIA Y ENTRENAMIENTO DE FUERZA

ECTOMORFO

Características Generales

Estructura osteo-articular débil, huesos finos y largos. Se manifiesta un claro predominio del eje longitudinal. Hombros estrechos, cadera estrecha, cara torácica poco profunda. Nervioso, ansioso no se relaja con facilidad. Mala asimilación a los estímulos de entrenamiento de alta intensidad y alto volumen. NO aumenta de peso fácilmente y cuando lo hace los incrementos son de pequeña magnitud.

Dieta

Deben realizar una dieta alta en calorías, proteínas de origen animal de alto valor biológico, carbohidratos complejos y grasas variadas.

Se recomienda hacer 6 o 7 comidas diarias, de modo de asegurar una provisión constante de proteína y estabilizar los niveles de glucosa en sangre.

Se deberá estudiar de modo individual si hay dificultades en la asimilación de algunos alimentos para atacar ese déficit.

Se recomienda suplementos de vitaminas del complejo B, fundamentalmente B1 B6 B12.

También puede ser muy útil la Ciproheptadina.

No beber mucho líquido en las comidas.

Entrenamiento

El entrenamiento de fuerza debe ser de volumen e intensidad optima y media, una frecuencia de NO mas de 3 por semana. Predominio de ejercicios de cadena cerrada, un total de 18 a 21 series por sesión de entrenamiento. Las sesiones en la semana deben ser una optima y una media.

Claro predominio de ejercicios de cadena cerrada.

Por la fragilidad del aparato motor pasivo (articulaciones, ligamentos, cápsulas articulares) entrenar a velocidades medias y bajas (salvo en el caso del entrenamiento deportivo que deberá ser a alta velocidad y máxima potencia) y cuidar muy estrictamente los patrones técnicos de ejecución de los ejercicios.

Debe evitar actividades aeróbicas y juegos recreativos, cuidar el gasto energético.

Factor de Entrenamiento	Principiante	Intermedio	Avanzado
	2	3	4
Volumen por sesión	12 a 18 series	15 a 21 series	15 a 21 series
Duración de la sesión	45 minutos	45 a 60 minutos	45 a 60 minutos
Intensidad	40 a 60 % 1 MR 60 a 80% serie tipo	50 a 70% 1MR 70 a 90% serie tipo	60 a 80% 1MR 80 a 90% serie tipo
Forma organizativa de la sesión	Estaciones	Estaciones	Estaciones
Ejercicios que predominan	Cadena cerrada Poliarticulares	Cadena cerrada Poliarticulares	Cadena cerrada Poliarticulares y monoarticulares
Ejercicios por músculo grande – series	1 a 2	1 a 2	1 a 3
Ejercicios por músculo chico – series	1	1	2 a 3
Organización Dinámica de las cargas – semana	1 sesión optima 1 sesión media	1 sesión optima 2 sesiones medias	2 sesiones optimas 2 sesiones medias
Organización Dinámica de las cargas – meses	1 - 2 semanas intensas 1 semana baja intensidad	1 - 2 semanas intensas 1 semana baja intensidad	1 - 2 semanas intensas 1 semana baja intensidad
Duración de la fase de entrenamiento	3 a 12 semanas	3 a 12 semanas	Indeterminado

Recomendaciones Generales

- Alternar cada 6 a 8 semanas de entrenamiento intenso 2 – 3 semanas de entrenamiento “liviano”.
- Alternar ejercicios que impongan un stress controlado a las estructuras osteoarticulares.
- Cuidar los aspectos técnicos de ejecución de los ejercicios.
- Subir las cargas de entrenamiento de manera cíclica y progresiva.
- Mantener en las rutinas 3 o 4 ejercicios base que no se dejan de lado por un tiempo prolongado.
- Cuidar mucho la constancia en la dieta.

MESOMORFO

Características Generales

Estructura osteo –articular media, hombros anchos, cintura estrecha, caja torácica optima. Físico ideal para la practica deportiva. Estéticamente agradable. Baja cantidad de masa grasa, puede aumentar de peso y/o masa grasa si se alimenta de modo incorrecto.

Asimilación al entrenamiento según la historia motriz. Cuidar la alternancia entre volúmenes e intensidades máximas.

Dieta

Asegurar una buena ingesta de proteínas y carbohidratos según la prioridad del momento (ganar masa muscular o reducir la masa grasa).

Hacer 6 a 7 comidas por día. El total calórico deberá ajustarse según el objetivo del momento. Cuando se intenta subir de peso y ganar masa muscular se debe incrementar el total calórico e incrementar la ingesta de carnes rojas y proteínas de alto valor biológico.

Cuando se pretende reducir la masa grasa, se reduce la proporción de carnes rojas y se reemplaza por proteínas de alto valor biológico pero con la menor cantidad de grasa posible (polvos proteicos, aminoácidos, productos descremados, etc.).

Entrenamiento

De 2 a 4 sesiones de entrenamiento por semana.

Combinación de ejercicios de cadena cerrada y cadena abierta.

Volumen medio de trabajo aeróbico.

Factor de Entrenamiento	Principiante	Intermedio	Avanzado
Frecuencia Semanal	3	4	5 a 6
Volumen por sesión	12 a 21 series	15 a 24 series	18 a 24 series
Duración de la sesión	60 minutos	60 minutos	75 minutos
Intensidad	40 a 60 % 1 MR 60 a 80% serie tipo	50 a 70% 1MR 70 a 90% serie tipo	60 a 80% 1MR 80 a 95% serie tipo
Forma organizativa de la sesión	Estaciones	Estaciones	Estaciones o circuito
Ejercicios que predominan	Cadena cerrada Poliarticulares	Cadena cerrada y abierta Poliarticulares y monoarticulares	Cadena cerrada y abierta Poliarticulares y monoarticulares
Ejercicios por músculo grande – series	1 a 2	1 a 2	1 a 3
Ejercicios por músculo chico – series	1	1	2 a 3
Organización Dinámica de las cargas – semana	1 sesión optima 1 sesión media	1 sesión optima 2 sesiones medias	2 sesiones optimas 3 sesiones medias
Organización Dinámica de las cargas – meses	1 - 2 semanas intensas 1 semana baja intensidad	2-3 semanas intensas 1 semana baja intensidad	2-3 semanas intensas 1 semana baja intensidad
Duración de la fase de entrenamiento	3 a 12 semanas	3 a 12 semanas	Indeterminado

Recomendaciones Generales

- Alternar cada 6 a 9 semanas de entrenamiento intenso 2 – 3 semanas de entrenamiento “liviano”.
- Alternar ejercicios que impongan un stress controlado a las estructuras osteoarticulares.
- Cuidar los aspectos técnicos de ejecución de los ejercicios.
- Subir las cargas de entrenamiento de manera cíclica y progresiva.
- Mantener en las rutinas 3 o 4 ejercicios base que no se dejan de lado por un tiempo prolongado.
- Cuidar mucho la constancia en la dieta.

ENDOMORFOCaracterísticas Generales

Estructura ósea pesada. Tobillos, rodillas, codo, muñeca gruesos.

Gana peso y grasa rápidamente con facilidad.

Asimilación al entrenamiento optima en volúmenes e intensidades.

Temperamentalmente suelen ser relajados, de movimientos lentos, alta tendencia al sedentarismo, hacen comidas copiosas.

Dieta

Cuidar especialmente la ingesta de grasas y carbohidratos.

Deben incluir una buena cantidad de proteína para recuperarse del entrenamiento y regular la ingesta de carbohidratos y grasa, de modo de estabilizar su peso corporal con la manipulación de estos macronutrientes.

Incluir suplementación lipolítica, buena hidratación.

Entrenamiento

Debe incluir actividades como sprints, saltos, etc; actividades explosivas en general.

NO debe utilizar suplementos para ganar peso. Puede utilizar suplementos proteicos que minimicen el aporte de grasas ocultas.

Cuidar la hidratación.

Puede realizar hasta 8 o 10 sesiones de entrenamiento por semana.

Organización de las Valencias en Sesiones de Entrenamiento.

Factor de Entrenamiento	Principiante	Intermedio	Avanzado
Frecuencia Semanal	3	4 a 5	5 a 6
Volumen por sesión	12 a 21 series	15 a 24 series	18 a 24 series
Duración de la sesión	60 minutos	75 a 90 minutos	75 a 90 minutos
Intensidad	60 a 80 % 1 MR 80 a 90% serie tipo	60 a 80% 1MR 80 a 90% serie tipo	70 a 90% 1MR 80 a 90% serie tipo
Forma organizativa de la sesión	Estaciones o circuito	Estaciones o circuito	Estaciones o circuito
Ejercicios que predominan	Cadena cerrada y abierta Poliarticulares y monoarticulares	Cadena cerrada y abierta Poliarticulares y monoarticulares	Cadena cerrada y abierta Poliarticulares y monoarticulares
Ejercicios por músculo grande – series	2 a 3	2 a 4	2 a 4
Ejercicios por músculo chico – series	1	1 a 2	2 a 3
Organización Dinámica de las cargas – semana	1 sesión optima 1 sesión media	2 sesiones optimas 1 sesión media	3 sesiones optimas 2 sesiones medias
Organización Dinámica de las cargas – meses	1 - 2 semanas intensas 1 semana baja intensidad	2-3 semanas intensas 1 semana baja intensidad	2-3 semanas intensas 1 semana baja intensidad
Duración de la fase de entrenamiento	3 a 12 semanas	3 a 12 semanas	Indeterminado

Recomendaciones Generales

- Alternar cada 6 a 8 semanas de entrenamiento intenso 2 – 3 semanas de entrenamiento “liviano”.
- Cuidar los aspectos técnicos de ejecución de los ejercicios.
- Subir las cargas de entrenamiento de manera cíclica y progresiva.
- Mantener en las rutinas 3 o 4 ejercicios base que no se dejan de lado por un tiempo prolongado.
- Cuidar mucho la constancia en la dieta, por sobremanera controlar las proporciones y evitar comilonas fuera de hora.

VOLUMENES DE ENTO DE FUERZA POR GRUPO MUSCULAR SEGÚN LA VALENCIA ENTRENADA (series)

Fuerza Máxima

Zonas Corporales	Principiantes	Intermedios	Avanzados	Alto rendimiento
Espalda	6	10	18	24
Tren Inferior	6	12	18	18
Pecho	5	7	9	12
Hombros	6	9	12	12
Brazos	4	6	8	8
Zona Media	#	#	#	#
Cuello	4	6	8	12
Antebrazos	3	6	8	12

Fuerza Hipertrofia

Zonas Corporales	Principiantes	Intermedios	Avanzados	Alto rendimiento
Espalda	6	10	18	24
Tren Inferior	6	12	18	18
Pecho	5	7	9	12
Hombros	6	9	12	12
Brazos	4	6	8	8
Zona Media	#	#	#	#
Cuello	4	6	8	12
Antebrazos	3	6	8	12

Fuerza Explosiva

Zonas Corporales	Principiantes	Intermedios	Avanzados	Alto rendimiento
Espalda	3	9	12	18
Tren Inferior	6	12	15	20
Pecho	6	9	9	12
Hombros	3	6	9	12
Brazos	6	6	8	10
Zona Media	#	#	#	#
Cuello	#	#	#	#

Fuerza Estructural

Zonas Corporales	Principiantes	Intermedios	Avanzados	Alto rendimiento
Espalda	9	12		
Tren Inferior	9	12		
Pecho	5-7	7-9		
Hombros	3-6	5-9		
Brazos	3-6	3-6		
Zona Media	9	12		
Cuello	3	6		
Antebrazos	4	6		

MEDIOS PARA EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA

Pesos Libres: son el medio mas conocido tanto por su antigüedad como por su practicidad y su menor costo en comparación con otros medios. Es quizás el medio que brinda mayores posibilidades para "entrenar" la fuerza, sin embargo tiene serias desventajas cuando se trata de un programa de musculación deportiva de prevención de lesiones, rehabilitación y/o en casos en los que el practicante no tiene una rica historia motriz. No permite adaptarse a cada persona, representa inicialmente un estímulo "excesivo" en los casos en que no se domina la correcta técnica de ejecución y el riesgo de sufrir lesiones es significativamente mas alto que en otros medios. Sin lugar a dudas resultan un medio irremplazable en los programas de entrenamiento de avanzados y/o atletas de elite ya que permiten explorar los limites de su capacidad de fuerza.

Maquinas de Acción Selectiva: son maquinas que han sido diseñadas para trabajar uno o mas grupos musculares en particular, tienen como principal ventaja el concepto de ergonomía, es decir la posibilidad de adaptar la maquina en función de las características estructurales de cada persona, permitiendo así una total correspondencia entre los ejes de rotación y los ejes articulares lo que resulta en un estímulo eficaz y con el menor riesgo de efectos adversos colaterales. Por su desarrollo y fundamentalmente por estar pensada PARA TODOS, es que brindan posibilidades de trabajo para sectores de la población de sedentarios que quizás no puedan trabajar con los clásicos pesos libres en las primeras etapas. Debo destacar que no planteo un contraposición entre maquinas versus pesos libres ya que considero sin lugar a dudas que ofrecen oportunidades complementarias.

Maquinas de Resistencia Variable: se basan fundamentalmente en una adecuación en base a un sistema de poleas excéntricas a los diferentes momentos de fuerza que el sistema muscular es capaz de desarrollar.

Dinamómetros Isocinéticos: son elementos que brindan la posibilidad de trabajar a un nivel de tensión constante en todo el arco de movimiento, y a velocidades angulares regulables. Resultan un elemento irremplazable en la etapa de diagnóstico, ya que permiten tener un nivel de información de las relaciones musculares de cada núcleo articular como ningún otro medio de evaluación puede brindar. Es a partir de esta información que se planifica el entrenamiento preventivo de lesiones que resulta de sumo valor en el deporte moderno. Las velocidades a las cuales se realizan las evaluaciones deben ser variadas ya que a distintas velocidades se observan distintos parámetros. Lo mas recomendable es pedir por lo menos una comparación

de par de giro a 60, 120 y 240 grados por segundo, al mismo tiempo se puede solicitar un barrido isométrico para detectar disvalias angulares.

Lastres especiales: Son todos los elementos como tobilleras, chalecos, muñequeras, etc. que se adaptan a características específicas del deporte y permiten plantear una exigencia mayor de un modo objetivo. En deportes kinematográficos se utilizan como parámetros de carga hasta el 5% de carga adicional con relación al peso corporal, ya que por las aceleraciones, frenos y cambios de dirección esto significa un importante estímulo extra para el deportista, sin lugar a dudas que un rango de aplicación de cargas tan estrecho debe ser susceptible de ser dosificado muy cuidadosamente por esto es que se utilizan tales elementos como los descriptos ya que no solo resultan importantes las magnitudes de la carga sino también su localización. Sabemos que una masa ejerce una influencia completamente diferente en función de cuán alejado este del centro de rotación como así también que alejado esta del centro de gravedad del deportista, estos factores debe ser cuidadosamente analizados a la hora de dosificar o recomendar trabajos de fuerza agilidad para no generar condicionamientos negativos en los patrones técnicos de movimiento.

Trineos de fuerza: muy utilizados en fútbol y rugby, permiten trabajar la asociación de la fuerza explosiva lograda a través de otros medios con las características cinemáticas propias de los desplazamientos específicos del deporte en situación de juego. De un modo grosero podemos decir que permiten incrementar el potencial motor y hasta cierto punto también aprovecharlo, ya que por su alto nivel de correspondencia también resulta en un importante estímulo para el desarrollo de los cálculos de dosificación de fuerza.

Sugerencias Metodológicas

* Volumen Máximo por Microciclo +_ 1000 mts para deportes de velocidad cíclica
+_ 600 mts para deportes de velocidad acíclica

* Volumen Máximo por Sesión +_ 400 mts deportes de velocidad cíclica
+_ 250 mts deportes de velocidad acíclica

* La carga a utilizar se determina a partir de testear la Mejor Marca sobre una distancia de 30 mts, progresivamente se agrega carga hasta que el tiempo logrado en el test empeore 1 segundo, este es el límite máximo de carga a utilizar ya que ir más allá implica alterar los patrones cinemáticos de la carrera y el entrenamiento de transforma en un medio de preparación multifacético y no específico.

Seleccionar 3 cargas crecientes entre la MM y la MM + 1 segundo, esta gama de cargas se utilizarán según los criterios de planificación de los Microciclos dentro del Macro ciclo.

* En los deportes de velocidad cíclica la relación entre el volumen de trabajos con y sin trineo debe ser de 1 - 0.4 a 0.6.

En estos deportes el indicador adecuado del volumen es la distancia recorrida. La relación de proporcionalidad en los volúmenes de entrenamiento es por microciclo.

Ejemplo:

Lunes: - 5*20 mts con trineo ----- fuerza explosiva
- 5*60 mts inds and outs----- cambios de ritmo, aceleraciones repentinas.

Martes: - técnica de carrera (canguro, salidas, skiping, etc.)
- 4*30 mts con trineo ----- fuerza explosiva

* En los deportes de velocidad acíclica la relación entre los trabajos con y sin trineo debe ser 1 - 1 a 1.4.

En estos deportes el indicador del volumen para organizar los entrenamientos son las salidas, los metros recorridos en este caso resultan un indicador equivoco ya que en estos deportes es prioritario el logro de la máxima velocidad en el menor tiempo posible.

La relación de volúmenes de entrenamiento es por sesión, ya que se requiere que inmediatamente trabajado la fuerza explosiva (Potencial Motor), proponer trabajos de educación de la fuerza explosiva en situación de carrera standard (Aprovechamiento del Potencial Motor).

Ejemplo: 8*30 mts con trineo ---- fuerza explosiva, reutilización de energía elástica
4*30 mts sin trineo ---- transformación a la carrera en situación standard

* La utilización del trineo - resulta muy útil cuando se lo hace de manera progresiva y sustentado en una progresión de todos los medios de preparación de fuerza. Se recomienda especialmente su utilización en los periodos en donde se prioriza el Incremento del Potencial Motor (pretemporada) hasta que se logran los objetivos previstos para el macrociclo de manera ininterrumpida.

NO se debe utilizar de manera ocasional y mucho menos hacer una primera experiencia con este medio en el periodo de competencia.

***NO** se debe combinar en la misma sesión de entrenamiento trabajos de Foot Work y Trineo, ya que plantean exigencias a nivel de Aparato Motor Pasivo muy importantes, por otra parte la combinación de medios con objetivos de entrenamiento tan disimiles solo resultara eficaz para generar fatiga pero no esta demostrado que resulte positiva tal combinación en un ciclo de entrenamiento. Si se combinan medios de preparación de fuerza deben ser preferentemente de las mismas características biomecánicas, esto es decir combinar trabajos con Spanders y Foot Work para velocidad acíclica, o combinar trabajos con trineo y paracaídas para la velocidad cíclica. El no respetar este criterio metodológico puede traer consecuencias negativas no solo por una preparación ineficaz sino que se incrementa el riesgo de lesiones porque se alteran en gran medida los patrones de respuesta tónica a diferentes exigencias musculares.

*La distancia optima para trabajar con el trineo es:

- 10 a 30 mts ----- fuerza explosiva
- 20 a 60 mts ----- fuerza máxima

* Si se combina el trineo con otros medios de preparación de fuerza el volumen se debe reducir sustancialmente.

Ejemplo:

- a) 3 rep. Sentadilla + sprint con trineo 20 mts
- b) 5 saltos con carga + sprint con trineo 20 mts
- c) 10 seg. Repiqueteos + sprint con trineo 20 mts

Se recomienda realizar alternar sesiones con y sin la utilización del trineo.

Ejemplo:

- Lunes: - 3*15 mts skipping
- 3*20 mts con trineo Carga Máxima
- 3*20 mts con trineo Carga Media
- 3*30 mts sin trineo

Paracaídas: se utilizan mas que todo para mejorar las prestaciones en mantener la meseta de aceleración

(efecto-neutro), es decir prolongar al máximo el tiempo en el que se puede mantener la máxima velocidad alcanzada. Es de notar sin embargo que este medio ofrece serias desventajas en cuanto a su NO correspondencia biomecánica entre los parámetros cinemáticos con la carrera. El paracaídas permite una reutilización menor de energía elástica por el mayor ángulo de la rodilla en la fase de apoyo, asimismo presenta una fase de apoyo de mayor duración que viene determinada en parte porque la aplicación de fuerza tiende a ser más horizontal que vertical. Estos elementos hay que tenerlos muy presentes a la hora de dosificar los esfuerzos o planificar el entrenamiento ya que se debe aplicar en su justa medida para obtener los beneficios y no padecer sus desventajas.

Sugerencias Metodológicas:

*Utilizar este medio SOLO para trabajar la resistencia a la velocidad.

*No utilizar este medio sin una base previa de trabajo de fuerza máxima.

*Estar absolutamente seguro de que los atletas a entrenar con este medio no manifiesten disvalías musculares en los isquiotibiales y/o extensores de la cadera.

*Durante el periodo competitivo utilizar los paracaídas solo en una sesión de

entrenamiento en los deportes acíclicos

*En los deportes cíclicos se puede utilizar con mayor frecuencia en el microciclo pero

respetando estrictas pautas de progresión.

*Las micropausas deben ser de al menos 1 entre repeticiones y las macropausas de 4' entre series.

*Realizar las carreras con paracaídas en la dirección del viento y en el mismo sentido. Si el viento es superior a 20 km./h no se puede trabajar correctamente por la imposibilidad de tipificar un trabajo que no es constante (el viento tiene fluctuaciones por lo tanto la carga también).

*El paracaídas se debe utilizar en sucesión o simultáneamente con otros medios de preparación que enfaticen el desarrollo de la fuerza máxima y/o explosiva.

*Se deben realizar a sesiones por Microciclo en el periodo de Acumulación, 2 sesiones por Microciclo en el periodo de Transformación y por último 1 sesión por Microciclo en el periodo de Realización.

Spanders: estos elementos son los que a partir de su deformación ofrecen resistencia externa que puede ser utilizada como un elemento auxiliar para el entrenamiento de la fuerza. Estos elementos resultan un elemento eficaz en las situaciones en que no se puede contar con otros medios, o en caso de trabajos especiales como desplazamientos cortos, rehabilitación, como recurso de inestabilidad para trabajar la fuerza en equilibrio, etc. Este medio resulta particularmente eficaz cuando se trata de generar una activación de unidades motoras que luego serán involucradas a altas velocidades. Por ejemplo realizar desplazamientos laterales con spanders y luego desplazamientos laterales a alta velocidad con reutilización de energía elástica y respetando las recomendaciones para los Foot Work.

Pelotas medicinales: estas son pelotas de diferente peso, muy acciones como lanzamientos, pase y recepción, giros, flexiones, etc. Actualmente son muy utilizadas para la realización de saltos y caídas útiles para realizar y extensiones, etc. con- carga- adicional.

Estos elementos brindan una amplia gama de posibilidades de trabajo, hay que prestar especial atención a la separación de la pelota con respecto al centro de gravedad, ya que esto genera alteraciones en la dinámica de trabajo de los músculos activos como así también en los estabilizadores. Otro elemento a tener en cuenta cuando se utilizan estos elementos es que no se automaticen patrones de movimiento que luego se transfieran a los gestos deportivos provocando una deformación de la técnica "ideal". Si por caso la utilización

de una pelota medicinal altera el tramo acentuado de movimiento, cambia la respuesta de los músculos estabilizadores o se modifican la amplitud total del movimiento, se corre serio riesgo de que esto se automatice y tenga un efecto negativo sobre el gesto deportivo. Para evitar esto se debe dosificar un volumen optimo, evitar los trabajos en fatiga latente o manifiesta, terminar la sesión con trabajos técnicos sin cargas adicionales, realizar ejercitaciones a alta velocidades luego de la cama de fuerza, etc.

Trampolín elásticos para Tappings: estos trampolines son una forma de trabajo pliometricos sin impacto. Estos trabajos permiten mejorar tanto la frecuencia de descarga de impulsos nerviosos como así también la coordinación intermuscular a velocidades mas altas que la de competencia. Es importante destacar que la utilización de medios especiales de preparación de fuerza que permitan ir mas allá de las velocidades de competencia constituyen uno de los recursos mas eficaces para romper la barrera de velocidad, trabajar aspectos coordinativos (inhibición reciproca), respuesta reflejas, barrera psicológica, etc.; todos estos aspectos que son muy importantes no solo para la preparación funcional sino también como medio de entrenamiento en condiciones modificadas y dificultadas que permiten lograr una movilización profunda de las posibilidades funcionales.

METODOLOGÍA PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA ESTRUCTURAL

La fuerza estructural por su relación de mutua dependencia con la flexibilidad tiene como característica principal que no respeta en su estructura los principios metodológicos de la fuerza en general. Esto es as porque simultáneamente a las adaptaciones que provoca el entrenamiento de fuerza se desarrollan respuestas adaptativas como consecuencia del trabajo de flexibilidad y no siempre estas adaptaciones se desarrollan de manera sincrónica y proporcionada por lo que en algunos momentos se enfatiza una valencia por sobre la otra.

Principios de Aplicación Practica:

- * SIEMPRE priorizar en la primera etapa de entrenamiento el trabajo de la flexibilidad, ya que constituye un prerequisite irremplazable en lo que se refiere a la reorganización de actividad muscular en u núcleo articular..
- * La distribución de volúmenes de entrenamiento por grupo muscular estará determinada por la disvalia que se pretende "corregir".
- * Siempre se debe analizar el impacto de las cargas de entrenamiento de modo integral, no se entrena un músculo se entrena una función, por lo que sede tomar en cuenta la incidencia que tiene en un núcleo articular el mejoramiento unilateral de una función por sobre las demás.

METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO-DE HIPERTROFIA MUSCULAR

Principios de Aplicación Practica:

- *Cargas entre el 70 y el 90% de la Máxima Carga Concéntrica
- *El numero de repeticiones viene determinado por la capacidad de producir trabajo o hasta tanto se pueda mantener el índice optimo de potencia e trabajo que no debe ser inferior al 80% de la Máxima Potencia con esa carga testada inicialmente; generalmente la cantidad de repeticiones oscila entre 6 y 20 aproximadamente.
- *El entrenado deberá ser informado de los valores e potencia alcanzados en la serie con el objeto de reajustar la ejecución de las series que continúan, de modo de evitar desviaciones en la especificidad del estimulo.
- ˆLa necesidad e generar una potencia mínima del 80% viene dada por la necesidad de estimular la mayor cantidad de unidades motoras posibles y por ende el mayor numero de fibras. El limite de potencia sugerido es a partir del hecho de que con índices mas elevados de potencia se limita la posibilidad de realizar un elevado numero de repeticiones, lo que resulta un elemento indispensable para provocar una condición metabólica de profunda acidez, ya que esta acidez facilita (dispara) ciertos procesos hormonales que derivan

en la resíntesis proteica.

*Se deben preferir ejercicios que involucran grandes masas musculares a través de trabajos sinérgicos, ya que son estos ejercicios los que permiten generar la potencia óptima.

*Las pausas entre series deberán ser de la duración tal que permitan el logro de la potencia y la cantidad de repeticiones estipuladas.

*La frecuencia semanal de entrenamiento varía fundamentalmente según el biotipo, ya que esto determina el perfil de asimilación de los estímulos. Paradójicamente cuando se realiza un programa de hipertrofia conjuntamente con una terapia anabólica la frecuencia se disminuye ya que una de las alteraciones que producen los anabólicos es la facilitación del reclutamiento de unidades motoras y por ende se genera más potencia (hay una efímera superior capacidad de trabajo) que no tiene relación con la capacidad de recuperación post esfuerzo, a pesar de que los anabólicos aceleran los procesos de recuperación.

METODOLOGÍA PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA MÁXIMA

Principios de Aplicación Práctica:

*Las cargas de entrenamiento se ubican entre el 60 y el 100% de la Concéntrica.

*El número de repeticiones no siempre viene determinado a priori. Las pausas deben permitir una recuperación completa, por lo que su duración varía entre 2 y 4 minutos, según el ejercicio y la potencia el mismo.

*La cantidad de repeticiones que se pueden realizar son poquitas si se mantiene la potencia de trabajo, generalmente la duración de la serie NO excede los 6 segundos.

*El entrenamiento de la Fuerza Máxima se desarrolla con ejercicios de cadena cerrada, sinergias que involucran grandes masas musculares.

*El entrenamiento de Fuerza Máxima resulta de un mayor reclutamiento y sincronización de las unidades motoras, para asegurar esto resulta indispensable la ejecución de ejercicios que comprometan grandes masas musculares de un modo coordinado.

***NO** resulta eficaz el entrenamiento de la fuerza máxima en acciones monoarticulares. Se asumen serios riesgos e lesión en los tejidos blandos.

*La carga de entrenamiento debe ser dosificada a partir de los siguientes criterios:

- Máxima Carga Concéntrica.
- Máxima Potencia (watt) desarrollada con cada parámetro de carga porcentual de la Máxima.
- La capacidad de asimilación de esfuerzos en un ciclo de entrenamiento. NO se puede dosificar cargas teóricas, sino someterla a la comprobación de la experiencia práctica y a partir de esta adecuar las pautas e progresión.

*La frecuencia de entrenamiento puede ser entre 3 y 5 por semana. Esto está sujeta al tipo de ejercicio, volumen de entrenamiento, volumen global de entrenamiento entre otros factores.

METODOLOGÍA PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA

La Fuerza Explosiva tiene varios elementos que la componen que son susceptibles de ser mejorados de manera aislada a través de propuestas metodológicas diferenciadas. La única manera de establecer prioridades en el entrenamiento de los distintos "componentes" de la Fuerza explosiva es a través de una minuciosa evaluación que se puede llevar a cabo con toda la gama de tests que permiten evaluados de manera aislada. A partir de los resultados obtenidos es que sobreviene una etapa de análisis y toma de decisiones en función de la etapa deportiva, proximidad de las competencias, factores condicionantes, etc.; que nos van a permitir establecer las prioridades, la secuencia temporal de los distintos métodos o incluso desarrollar estrategias específicas de entrenamiento para cada atleta.

ELEMENTOS QUE COMPONEN LA FUERZA EXPLOSIVA

FUERZA MAXIMA GENERAL: esta capacidad es altamente limitante, se necesita de músculos fuertes para poder desarrollar acciones motrices de alta velocidad. La fuerza máxima general se refiere a que no se respetan los requerimientos biomecánicos específicos del gesto deportivo, es decir se trata de una fuerza inespecífica.

Los aspectos metodológicos de esta valencia no serán tratados porque ya fueron desarrollados en el apartado de Fuerza Máxima.

FUERZA MAXIMA ESPECIFICA: la Fuerza Máxima es una Valencia condicionante ya que al ser la fuerza explosiva la posibilidad de acelerar una masa en el menor tiempo posible, se requiere como condición previa la capacidad para desplazar masas lo mas altas posibles, ya que generalmente se pueden acelerar masas de alrededor del 30 al 60% de la masa que se puede desplazar. Esto trae como consecuencia en la practica que SIEMPRE un elevado desarrollo de la fuerza máxima resulta de un sustrato optimo para el desarrollo de la fuerza explosiva. Ahora en el terreno de la especificidad la fuerza máxima de un grupo muscular no siempre tiene relación con las exigencias que plantea un gesto deportivo. Por ejemplo la fuerza de los flexores de la cadera no garantiza per se el nivel funcional adecuado para la acción de la flexión de la cadera en la carrera, ya que los tramos acentuados de movimiento, las velocidades angulares, el inicio del movimiento entre otros factores son totalmente diferentes, por lo tanto deberán ser abordados de manera diferenciada. En el fútbol no es necesario aplicar progresiones metodológicas para un desarrollo de la fuerza máxima salvo en casos en que el futbolista manifieste valores muy alejados a los óptimos, en general la suma de trabajo de fuerza explosiva y velocidad resulta eficiente para obtener los valores de fuerza específicos del fútbol.

METODO PUNTO CERO O INICIAL: este método consiste en mejorar el reclutamiento de unidades motoras desde la fase inicial del movimiento, para lo cual se trabaja en el rango comprendido entre 0 y 30 grados de movimiento de las palancas del núcleo articular a trabajan Esto plantea una importante exigencia en los músculos porque se los exige a un estrés muy alto en una situación de máximo estiramiento para lo cual se deben tomarlas medidas preventivas que correspondan (un protocolo específico de - entrada en calor, contar con una buena Flexibilidad, etc.). Generalmente los volúmenes de entrenamiento con este método son reducidos, se utiliza este método mucho en aeróbica de competición, danza, patinaje artístico, gimnasia rítmica, para el mejoramiento de la explosión de las patadas. De alguna manera este método no es mas que una aplicación metodológica del Concepto de Disvalias Angular Dinámica. Este método es muy eficaz cuando se combina con otros de modo de lograr una estimulación compleja. La combinación mas utilizada es la de realizar 3 a 6 series con este método y luego realizar el gesto deportivo en su total amplitud y tratando de lograr la máxima aceleración.

METODO DE ARRANQUES VARIABLES: este método consiste en la ejecución de acciones musculares iniciando el movimiento en situaciones de longitud muscular progresivamente reducidas. Esto viene a partir del concepto de que un músculo en la medida que esta mas "acortado es mas ineficaz para producir trabajo mecánico por lo que la realización de esfuerzos en esta condición se convierte en un poderoso estímulo para el mejoramiento de la fuerza. Este método se basa en que la fuerza máxima (masa que se puede desplazar) que desarrolla un músculo decrece proporcionalmente al cuadrado de la disminución de su longitud. Las menores magnitudes de tensión las pone de manifiesto el músculo cuando alcanza su mayor acortamiento. Experimentalmente se ha demostrado que el entrenamiento de las valencias de fuerza cuando los músculos activos están estirados provoca un incremento moderado de los indicadores de fuerza, pero es notable la posibilidad de transferir este potencial de fuerza a posiciones (ángulos) que no han sido entrenados. Por el contrario, si la tensión máxima de los músculos activos tiene lugar durante su mayor acortamiento se producen bruscos incrementos de los indicadores de fuerza pero la posibilidad de transferir esta mejora en posiciones (ángulos) no entrenados es sustancialmente menor por no decir nula.

FASE DE ACELERACION: aquí la prioridad es el mejoramiento de la capacidad contractil de los músculos implicados en los gestos deportivos para provocar una máxima aceleración en el menor tiempo posible. Las respuestas adaptativas son el mejoramiento del Reclutamiento, la Sincronización y la Frecuencia de descarga de las unidades Motoras de los músculos que desarrollan el trabajo. La fase concéntrica de movimiento es la que recibe la mayor atención, poner énfasis en el logro de las mas altas velocidades angulares en el menor tiempo posible es el logro a obtener.

METODO DE INFLUENCIA VARIABLE: se varían las cargas con las que se trabajan para de esta manera ofrecer la posibilidad de aprovechar el "reclutamiento extra" en los movimientos con cargas mas livianas en donde se trata de aplicarles la máxima aceleración.

APROVECHAMIENTO DE ENERGIA ELASTICA: el fenómeno de la reutilización de la energía elástica tiene por objeto aprovechar dos aspectos que resultan centrales en la fuerza Explosiva. En primer lugar esta demostrado que un músculo estirado al 120% de la longitud de reposo es capaz de producir una fuerza de 120% con respecto a la lograda partiendo de la longitud de reposo, esto ocurre porque el músculo es "capaz" de acumular energía en los elementos elásticos que lo componen como las estructuras contractiles como así también muchas de las capas de tejido conectivo que rodean a cada célula muscular. En segundo lugar hay un fenómeno neuromuscular que es el de la coactivación de unidades motoras, esto se da ante la aplicación de un brusco estiramiento del músculo que desencadena respuestas reflejas (circuito Gamma Vía Cerebelo) que ocasionan una activación simultánea de las fibras musculares extrafusales e intrafusales (estas ultimas no son susceptibles de ser activadas en forma voluntaria) de modo tal que se logran a través de este fenómeno manifestaciones de fuerza explosiva muy por encima de las que se puedan lograr sin esta vía. A partir de estos fenómenos neurofisiológicos surgieron toda una gama de Métodos que de alguna manera reproducen este fenómeno de modo progresivo para lograr las adaptaciones que permitan no solo el desarrollo sino también la "educación " de la Fuerza Explosiva en estas condiciones de trabajo.

METODO PLIOMETRICO: el aprovechamiento de la energía elástica se da como consecuencia de un rápido paso de una concentración excéntrica hacia una concéntrica (vía refleja) que obliga a una intensa activación de las unidades motoras extrafusales e intrafusales. Para esto se induce a estas respuestas reflejas a través de saltos en profundidad (caídas) desde alturas que van desde 15 centímetros hasta 1,50 metros. Hay experiencias de entrenadores que han reportado respuestas positivas incluso con alturas de 2 metros pero sinceramente resulta muy poco probable que un atleta pueda desarrollar un ciclo de entrenamiento asumiendo semejante carga como "corriente" y no sufra ningún tipo de efectos negativos. Una manera de dosificar los trabajos pliometricos es a partir de la longitud de la tibia del atleta que las realiza, ya que se asume cierto nivel de correspondencia entre toda la estructura corporal y la elevación del centro de gravedad. De todos modos la altura de caída es también individual, se determina con el test de Drop Jump, la mayoría de los futbolistas de alto nivel comienzan con una altura de caída de 20 cm. para llegar a una altura de 30 cm.

APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL MOTOR: esta es la verdadera clave de las manifestaciones de fuerza explosiva, es decir no basta con desarrollar un nivel funcional elevado sino que lo verdaderamente importante es aprovechar y materializar todo este potencial en las acciones mas relevantes durante las competencias. Para lograr esto se deben trabajar aspectos como los Cálculos pero fundamentalmente se debe prestar atención a los aspectos técnicos y biomecánicas que permitan aprovechar el potencial funcional con la mayor economía de esfuerzo. Muchas veces los bruscos incrementos en los rendimientos de los lanzamientos (disco, jabalina, bala) se deben NO a un mayor potencial motor sino a una brusca elevación de los índices de su aprovechamiento. Para esto se deberán estudiar los aspectos biomecánicos como la posición del centro de gravedad del deportista en el momento de la "suena" del elemento, las velocidades angulares de los núcleos articulares implicados en el gesto deportivo, la posición del centro de gravedad del elemento a acelerar, la perdida de energía cinética en el rozamiento con la superficie, etc.

PARTICULARIDADES DEL PROCESO DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA

Principios de Aplicación Práctica:

- Las posibilidades de variar el proceso de adaptación en la fuerza explosiva se realiza a partir de las variaciones de los volúmenes de entrenamiento (ya que los márgenes de la intensidad óptima para estimular el desarrollo son muy estrechos). Realizando volúmenes de alrededor del 50 al 80% del máximo se estabiliza el nivel alcanzado, con volúmenes del 60 al 80% del máximo se puede mantener un ritmo sostenido de desarrollo por un periodo de tiempo relativamente prolongado (+ 18 semanas) y por último con la aplicación de cargas del 70 al 90% del máximo se violenta el proceso de adaptación de modo de producir un brusco incremento de las posibilidades de fuerza explosiva pero ha costa de lograr un agotamiento del potencial de estímulo (+ 9 semanas).
- Cuando hablamos de Volumen Máximo en fuerza explosiva se hace referencia a un volumen que permita provocar respuestas adaptativas, sino estaríamos hablando de un volumen tolerado o soportado pero que no produce adaptaciones o incluso puede generar adaptaciones negativas (lesiones en estructuras de tejidos blandos, agresión del Aparato Motor Pasivo, alteración de los parámetros óptimos del gesto deportivo, etc.).
- La determinación de este Volumen Máximo es ABSOLUTAMENTE individual y NO responde a patrones de generalización por especialidad deportiva. Esta grandemente influenciado por las particularidades del desarrollo ontogenico de la motricidad en las etapas infantiles y de adolescencia.
- La combinación de los diferentes métodos de entrenamiento de la Fuerza Explosiva responde no solo a criterios de valoración de la efectividad de los mismos sino fundamentalmente a dos criterios: en primer lugar las necesidades particulares de cada atleta, y en segundo lugar la disponibilidad de tiempo, es decir cuanto tiempo tenemos para poder lograr una marca.
- El mejoramiento de las posibilidades coordinativas de los gestos de fuerza explosiva SOLO se consigue con la realización del gesto deportivo a intensidades iguales o mayores a la de competencia, este mejoramiento se debe a los sutiles procesos de coordinación entre los órganos reguladores y efectores de las acciones motrices.
- En los esfuerzos de fuerza explosiva asociados a los desplazamientos acíclicos se debe prestar especial atención a la posición del centro de gravedad, la separación de las piernas, la postura estática y dinámica del atleta, ya que estos elementos inciden de manera MUY NEGATIVA en el aprovechamiento de la energía elástica como así también prolongan los tiempos de reacción motora, agudizan los síntomas de fatiga muscular local, y llevan irremediamente hacia el fracaso deportivo porque no solo no aprovechan las posibilidades funcionales del deportista sino que muchas veces se generan fuerzas internas y externas en sentido contrario al óptimo, lo que se traduce en un mayor gasto energético, empeoramiento del tiempo de realización de acciones motrices y muchas veces se incrementa exponencialmente los riesgos de sufrir una lesión como consecuencia de que todas esas fuerzas (inercias externas e internas) se absorben por los tejidos blandos.

PARTICULARIDADES DE LA PLANIFICACION DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA

El entrenamiento de la Fuerza ha cobrado un auge especial en las ultimas de cada ya que muchos deportes han cambiado su estructura orientándolas hacia gestos cada vez mas potentes y explosivos. Esto ha llevado a que todos los entrenadores se hallan realizado profundos planteos y revisiones en cuanto a las metodologías de entrenamiento que han llevado a que en la actualidad los volúmenes de entrenamiento que se le dedican a la Fuerza son significativamente mas altos (en relación al Volumen total) que décadas atrás. Esto trajo como consecuencia directa dos cuestiones; por un lado un rápido incremento de las posibilidades funcionales de los atletas que se ha visto reflejado en marcas, resultados y hasta en planteos tácticos diferenciados en los deportes de conjunto, y por otro lado trajo la aparición de un sinnúmero de lesiones en una magnitud NUNCA vista en la historia del deporte competitivo. Es como que los atletas de hoy son mas fuertes pero son mas frágiles. Esto que a priori parece una contradicción se refleja en el altísimo porcentaje de lesionados que hay

en todos los deportes y mas aun en los deportes de conjunto. Este fenómeno de que un deportista esta mejor preparado para rendir y a la vez esta mas expuesto sufrir lesiones se da por el hecho de que ciertas metodologías del entrenamiento llevan a obtener ganancias en un breve periodo de tiempo y este tiempo no es suficiente para producir las adaptaciones paralelas que le brinden el "sostén" a esta nueva posibilidad funcional. Otra causa de las lesiones es sin lugar a dudas el exagerado entrenamiento unilateral y mas aun la ignorancia (muchas veces absoluta) de los entrenadores sobre el impacto que tienen las cargas de entrenamiento (de cualquier valencia entrenable) a nivel del Equilibrio Estructural. Es como que a partir del estudio del fenómeno de adaptación se ha comprendido el "como" se pueden producir las adaptaciones estructurales y funcionales para mejorar la performance de un deportista pero no se ha comprendido que este fenómeno no es unidireccional sino que paralelamente se producen toda una serie de respuestas "adaptativas" que muchas veces tienen un efecto negativo para el rendimiento y/o la salud del deportista.

A partir de este fenómeno han surgido en los últimos años dos grandes corrientes de entrenamiento. Una que prioriza todos los aspectos del proceso del entrenamiento hacia el Incremento del Potencial Motor y otra propuesta que se centra en una visión mas integral que busca el logro de la mas alta performance a través de un justo y medido Incremento del Potencial Motor y paralelamente un MAXIMO Aprovechamiento del Potencial Motor a través de las valencias pertinentes. Esta ultima propuesta de entrenamiento es mas compleja y requiere de un nivel de fundamentacion científica y metodológica muy superior pero a la postre es la que no solo permite el logro de los mas altos resultados sino fundamentalmente mantenerlos por largos periodos de tiempo.

Históricamente el planteo mas ortodoxo en el entrenamiento es ir de la poco a lo mucho y de la baja intensidad a la alta intensidad. Esto requería largos periodos de preparación y centraba toda su atención en un cuidadoso seguimiento de las curvas de entrenamiento de modo que en la primera etapa se centraban las progresiones en el Volumen y luego se centraba las progresiones en aspectos de la Intensidad. Así, de esta forma, se trabajo durante casi 6 décadas en el entrenamiento de los deportes. Luego en la medida que la estructura del deporte como fenómeno social y fundamentalmente a partir de la valoración del deporte como un medio altamente eficaz para promover el consumo masivo a través de estrategias de marketing direccionado, se alteraron y se modificaron los calendarios de competición, se llego a replantear esta estructura tradicional por otras que se adaptaban mas a las "nuevas" exigencias. Hoy los deportistas de elite deben estar en forma prácticamente todo el año, mantener altos niveles de rendimiento y por sobre todo lograr marcas importantes en las competencias. Muchas veces los sponzors desarrollan competencias para que se luzcan sus atletas por lo que se genera una fuerte presión externa de parte de los sponzors en el rendimiento de los deportistas que muchas veces no respeta los limites biológicos y psicológicos del ser humano (recordar el emblemático caso de Ronaldo en la final del mundial de Francia 98).

MEDIOS DE ENTRENAMIENTO Y EFECTOS BIOLÓGICOS A NIVEL NEUROMUSCULAR

Actividad	Fuerza Explosiva	Elasticidad Muscular	Propiedades Neuromusculares	Metabolismo Alactacido	Metabolismo Lactacido	Metabolismo Aeróbico
VCC < 6"	+++		++	++		
Acel.+desacel.	+++	++	+++	+		
Cuestas	+++		++	++	+	
Trineos	+++		++	++	+	
VAM 6-12"	+	+	+	+	++	
Inds Outs <12"		+		+	+	
Inds Outs >12"		+		+	+	+
Pliometria	+++	+++	+++	+++	+	
Paracaídas	+		++	+	++	

+ Nivel de estimulación positiva

GENERAL

- Fuerza Estructural - Disvalias Musculares.
- Fuerza Máxima.
- Fuerza Resistencia.
- Hipertrofia General.
- No Correspondencia Biomecánica.

ORIENTADO

- Trabajo Compensador.
- Rehabilitación de Lesiones.
- Prevención de Lesiones.
- Contracargas de Fuerzas.

ESPECIFICO

- Fuerza Máxima.
- Fuerza Explosiva.
- Correspondencia Biomecánica Disvalias Angulares.
- Físico Técnico.
- Fuerza en Situación de Competencia