

**LA**  
**CIENCIA** DE LA  
**HIPERTROFIA**

DR. WILSON MARTÍNEZ



POWERED BY

**PROSCIENCE**





*Dr. Wilson Martinez*

ESPECIALISTA EN MEDICINA DEPORTIVA

@drwilson\_martinez

---

Médico Cirujano de la Universidad Del Valle. Especialista en Medicina Aplicada a la actividad física, y el deporte. Egresado de la universidad de Antioquia.

Tras sus estudios, y especializaciones académicas, fue Médico del deporte, en varios equipos de fútbol profesional en Colombia, donde obtuvo grandes logros, y profundizó, en el conocimiento aplicado de las ciencias en atletas de alto rendimiento.

Actualmente, se desempeña como profesor catedrático, de una de las universidades más reconocidas del país, la Universidad Central Del Valle, en la facultad de Ciencias de la Salud, donde imparte clases, en los programas de medicina, y enfermería.

Con este conocimiento, y experiencia, inició hace varios años su camino como escritor, abordando temas relacionados con la nutrición, el entrenamiento, y obviamente su mayor fortaleza; el fitness. Su proceso de investigación parte desde la ciencia y la evidencia, lo cual constituye su filosofía y ética de trabajo. De este ejercicio académico, nacen varias publicaciones, artículos, y actualmente, 3 libros sobre los ejes de conocimiento ya mencionados.

A la fecha, es un gran Influenciador, y referente, de la industria fitness a nivel internacional. Además, es el director científico de la organización ProScience. En la cual, ejerce como encargado de la investigación permanente, y la creación, de las fórmulas de diferentes productos basados en evidencia científica. Dicha empresa, lidera el mercado Colombiano, y se expande por más de 5 países en nuestro continente.

# ÍNDICE

- Prólogo..... 6

## 1. La ciencia de la hipertrofia

- ¿Qué es hipertrofia?..... 8
- Tipos de fibras musculares..... 18
- Entorno hormonal..... 26
- Síntesis de proteínas..... 29
- Insulina..... 35

## 2. Entrenamiento

- Sistema de repeticiones..... 39
- Diseño de un programa de entrenamiento de la fuerza..... 41
- Variables agudas del programa de entrenamiento..... 41
- Acción muscular..... 42
- Carga y volumen..... 43
- Selección de ejercicios y orden..... 44
- Periodos de descanso..... 45
- Velocidad de la repetición..... 45
- Frecuencia..... 46
- Conceptos fundamentales de la progresión..... 47
- Resumiendo..... 49
- Tipos de fibra muscular esquelética..... 59
- Ejercicios..... 70

## 3. Alimentación

- Cantidad de alimentos y macronutrientes..... 121
- Suplementación..... 141
- Ayudas ergogénicas farmacológicas..... 154

**Referencias bibliográficas..... 160**

## **DECLARACIÓN DE COPYRIGHT**

Toda la información incluida en este libro digital, como texto, gráficos, fotografías, logotipos e imágenes de **ProScience**, es propiedad exclusiva de ProScience y está protegida por las leyes de derechos de autor internacionales y de Colombia. Otros nombres de firmas y logotipos pueden ser marcas o marcas registradas de otros.

Se permite la visualización, fotocopia e impresión de materiales de este sitio web solo para uso personal, más no comercial. Se prohíbe estrictamente cualquier otro copiado, distribución, retransmisión o modificación de la información en este documento, ya sea en forma electrónico o copia impresa, sin el previo permiso expreso por escrito de **ProScience Lab SAS**.

En caso de cualquier copiado, redistribución o publicación autorizada del material con derechos de autor, no se realizarán cambios, supresiones, atribuciones de autoría, colocaciones de leyenda de marca registrada o de aviso de derechos de autor.

## PRÓLOGO

Todos deseamos tener una buena composición corporal para vernos y sentirnos muy bien. Con el paso del tiempo, encontramos cientos de investigaciones que definen el músculo como un órgano con cualidades únicas, para el que es vital el desarrollo de la masa muscular, y que, cuando se estimula de manera adecuada, produce una cantidad de sustancias que van a colaborar con nuestro metabolismo. Además, el aumento adecuado de la masa muscular es considerado sinónimo de un buen estado de salud. Por lo anterior, es imprescindible mejorar nuestra masa muscular para obtener los beneficios nombrados; pues tiende a ser común que la mayoría de personas en el medio fitness, solo piensan en perder grasa corporal sin tener claro que para perder grasa, primero deben hacer énfasis en lograr aumentar la masa muscular.

Las redes sociales están invadidas de información y cada autor, sea profesional o no, tiene su propia versión, y su propia verdad en la cual recomienda diferentes formas para mejorar la masa muscular. Algunos autores promueven una visión en la que no importa el medio para llegar a este objetivo, afectando incluso la salud de las personas en varias ocasiones, pues buscan un camino fácil y rápido. Considero que el público está cada vez más sediento de la verdad y de conocer lo que realmente es útil, para llevarlo a cabo y obtener verdaderos resultados.

El propósito de este libro es realizar una revisión bibliográfica actualizada, y entregar al lector bases claras respecto al conocimiento de los diferentes caminos que debemos seguir para mejorar la masa muscular y la composición corporal. Estas conclusiones están sustentadas en evidencia científica ya que brindan conceptos teóricos básicos para conocer la verdad y practicar un entrenamiento adecuado con una nutrición óptima, que serán los únicos caminos ciertos y seguros para lograr un aumento de la masa muscular.

# CAPÍTULO



¿QUÉ ES

**HIPERTROFIA?**

# ¿QUÉ ES HIPERTROFIA?

**Hiper:** prefijo que significa, alto, superior, exceso, mucho.

**Trofia:** desarrollo, tamaño, forma, nutrición.

Para nuestra revisión, lo llamaremos *hipertrofia muscular* y lo definiremos como el aumento del tamaño y la forma de los músculos esqueléticos.

Esto quiere decir que hipertrofia es aumentar el tamaño. Lógicamente podemos hipertrofiar todas las células, pero vamos a hablar de la *hipertrofia del músculo esquelético*.

Básicamente hay varios componentes importantes para conseguirla, como son:

- *El entrenamiento*
- *La alimentación* (tanto en comida real, como en suplementos, que sería el plus o el aditivo. En este libro les recomiendo unas variables y ustedes decidirán utilizarlas o no).
- El otro aspecto, que es muy importante, pero poco tenido en cuenta es el entrenamiento invisible. Este incluye un buen descanso.

Nosotros tenemos tres tipos de músculos: *músculo esquelético, cardíaco y liso*.

Cuando se observan las fibras del *músculo esquelético* a través de un microscopio, su apariencia es estriada, al igual que las del músculo cardíaco, que como su nombre lo indica conforma el corazón. La gran diferencia y lógica, es que nuestro músculo esquelético es voluntario, y el músculo cardíaco es involuntario; el músculo liso, por su parte, no posee estrías, y al observarlo en un microscopio, como lo identifica su nombre, tiene apariencia lisa. Este músculo liso lo encontramos en muchos órganos internos (vísceras) y en nuestros vasos sanguíneos; teniendo también la propiedad de ser involuntario.

# TIPOS DE MÚSCULO

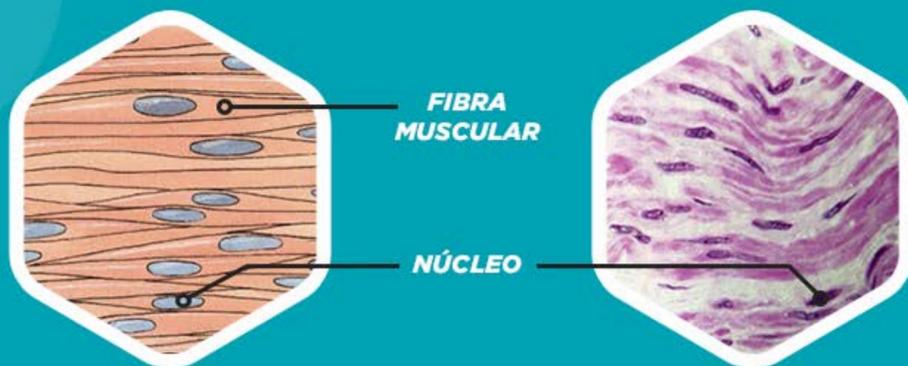
## MÚSCULO ESQUELÉTICO



## MÚSCULO CARDIACO



## MÚSCULO LISO

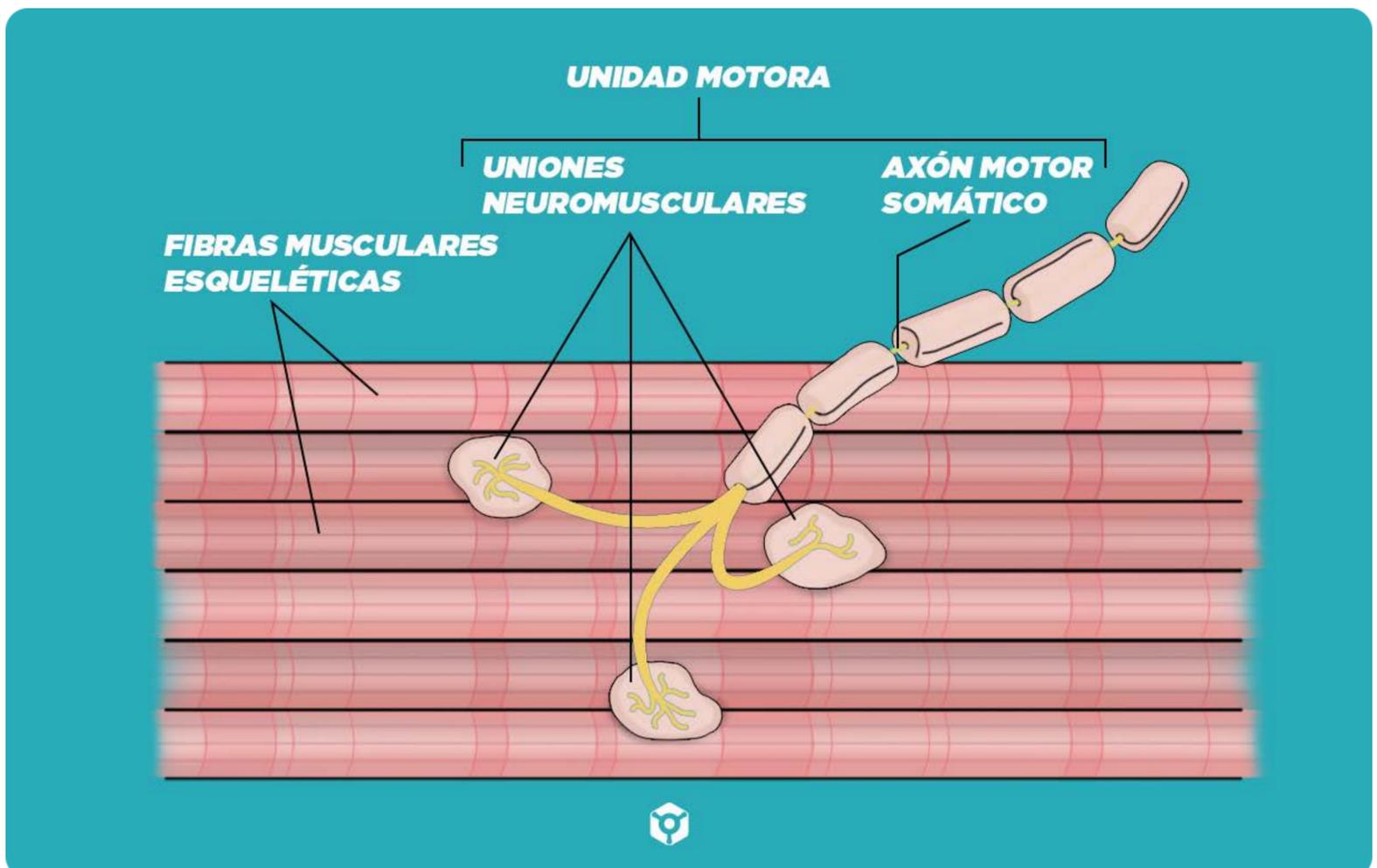
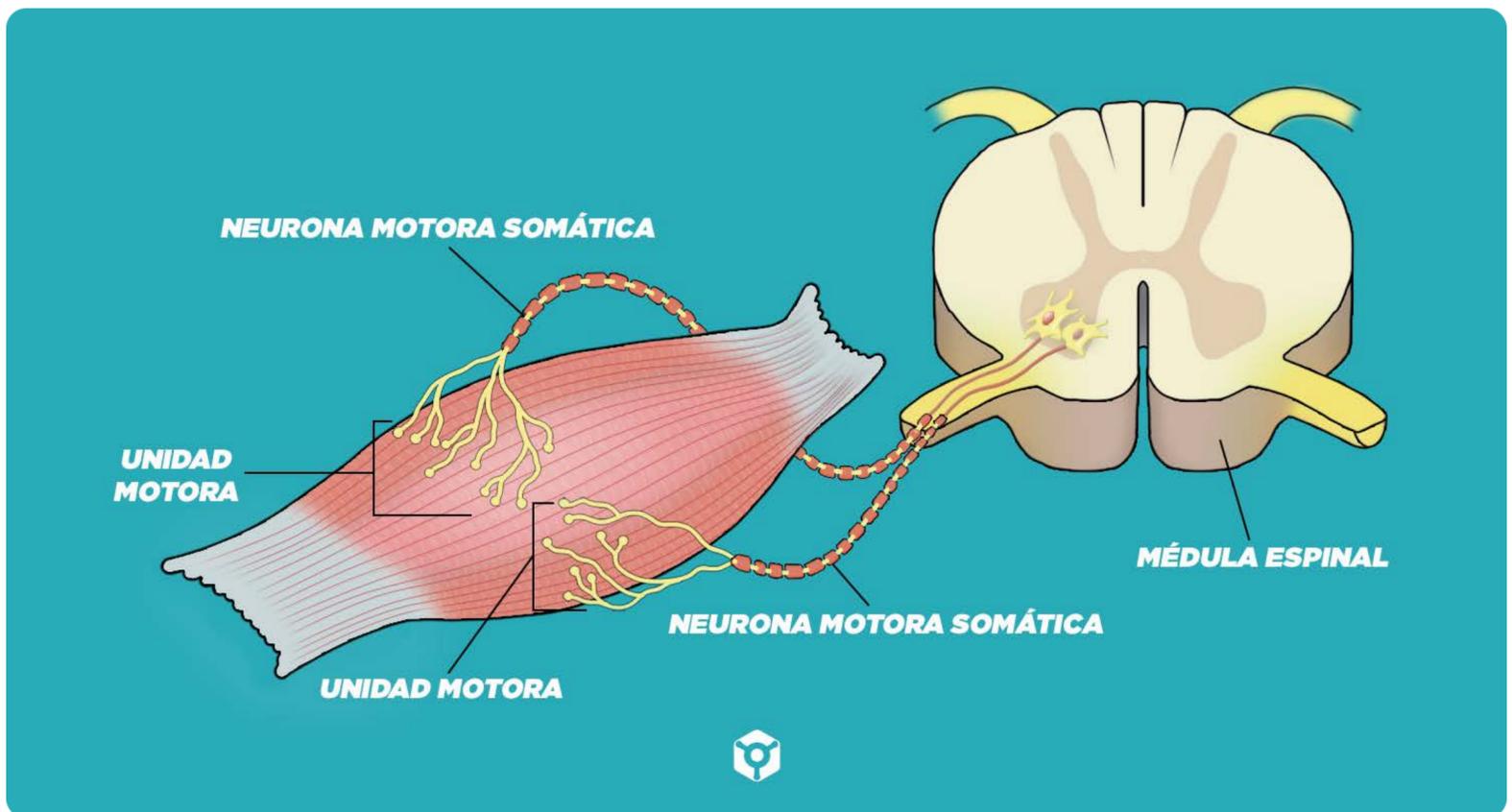


Veamos la estructura de la célula muscular esquelética para familiarizarnos con términos y para que sepamos qué es lo que vamos a *hipertrofiar*.

Iniciemos diciendo que el músculo se contrae gracias a un impulso nervioso que viene desde la médula espinal, la cual se ubica dentro de nuestra columna vertebral. Desde allí, se origina un impulso nervioso que viaja a través de un nervio espinal. Imaginemos este nervio como un cable de televisión que tiene una cubierta o envoltura que vamos a llamar "*mielina*" y que, dependiendo de su grosor, le va a conferir velocidad al impulso nervioso; entre más gruesa la envoltura de *mielina*, será más rápido el impulso, y por dentro de este cable, tendrá la estructura de cobre que será como nuestro nervio, el cual, tendrá la obligación de dar la información o llevar el impulso nervioso a varias células musculares. Dependiendo del nervio, este se encargará de pocas o muchas células musculares según su especificidad; es decir, si es un músculo que tiene que realizar tareas específicas y minuciosas como, por ejemplo, los músculos de la mano, dicho nervio se encargará de gobernar pocas

células musculares; si la tarea del músculo no es tan específica, este nervio se ocupará de muchos centenares de células musculares. Por ejemplo el *cuádriceps*.

A la *neurona* que gobierna desde la médula espinal (que es motora de tipo alfa) al *nervio* que lleva la información y a las *fibras musculares* que sean gobernadas por dicho nervio, le llamaremos: *unidad motora*.



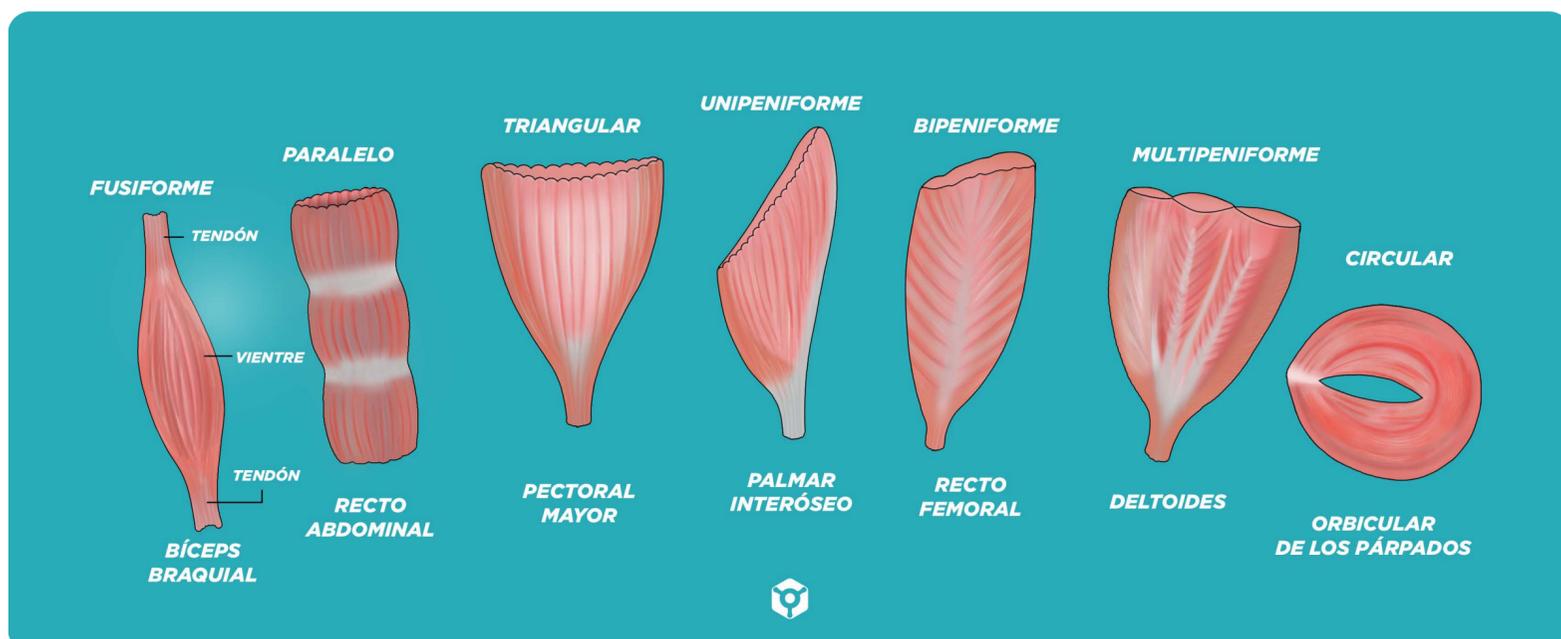
El impulso llega a la fibra muscular por medio de un neurotransmisor, que vamos a llamar *acetilcolina*, el cual cambia la polaridad y la permeabilidad de la membrana para que el calcio inicie una serie de procesos que van a permitir que, al final, exista una contracción muscular.

Siempre nos enseñaron e imaginamos las células como unas estructuras microscópicas, redondas o cuadradas con un núcleo en el centro. Entonces, familiaricémonos con estos términos: nuestras células musculares son alargadas y cada fibra muscular es una sola célula que se compone de decenas a cientos de núcleos. Los términos *fibra muscular* y *célula muscular* se usan indistintamente, aunque podemos usar el término "*miofibra*". Una característica importante de las fibras del músculo esquelético es que tienen una forma poligonal en lugar de las formas circulares o cilíndricas que se utilizan en muchas ilustraciones de libros. Esto permite que se empaqueten muchas más fibras musculares en un volumen determinado de músculo.

Es una concepción común creer que las fibras musculares recorren toda la longitud del músculo. En realidad, esto rara vez es así; en algunos músculos, las fibras están dispuestas en paralelo al eje largo o al eje generador de fuerza del músculo. Estos músculos se conocen como fusiformes, e incluso en estos, las miofibras con frecuencia no se extienden a lo largo del músculo. En algunos músculos largos en forma de correa, las fibras musculares a menudo se dividen en compartimentos por bandas transversales de tejido conectivo, llamadas inscripciones, las cuales añaden elasticidad a músculos muy largos y también permiten una contracción más eficiente.

En otros músculos, las fibras musculares comienzan en el tendón proximal y terminan en algún lugar dentro del vientre del músculo, mientras que otras fibras comienzan y terminan dentro del vientre del músculo. Otras comienzan dentro del vientre del músculo y van hasta el tendón distal; este tipo de arquitectura muscular se denomina fibras dispuestas en serie. Dichas fibras pueden agregar elasticidad al músculo y mejorar la transmisión de fuerza desde las fibras musculares individuales al tendón (Jose Antonio, 2008).

## TIPOS DE MÚSCULOS SEGÚN SU FORMA



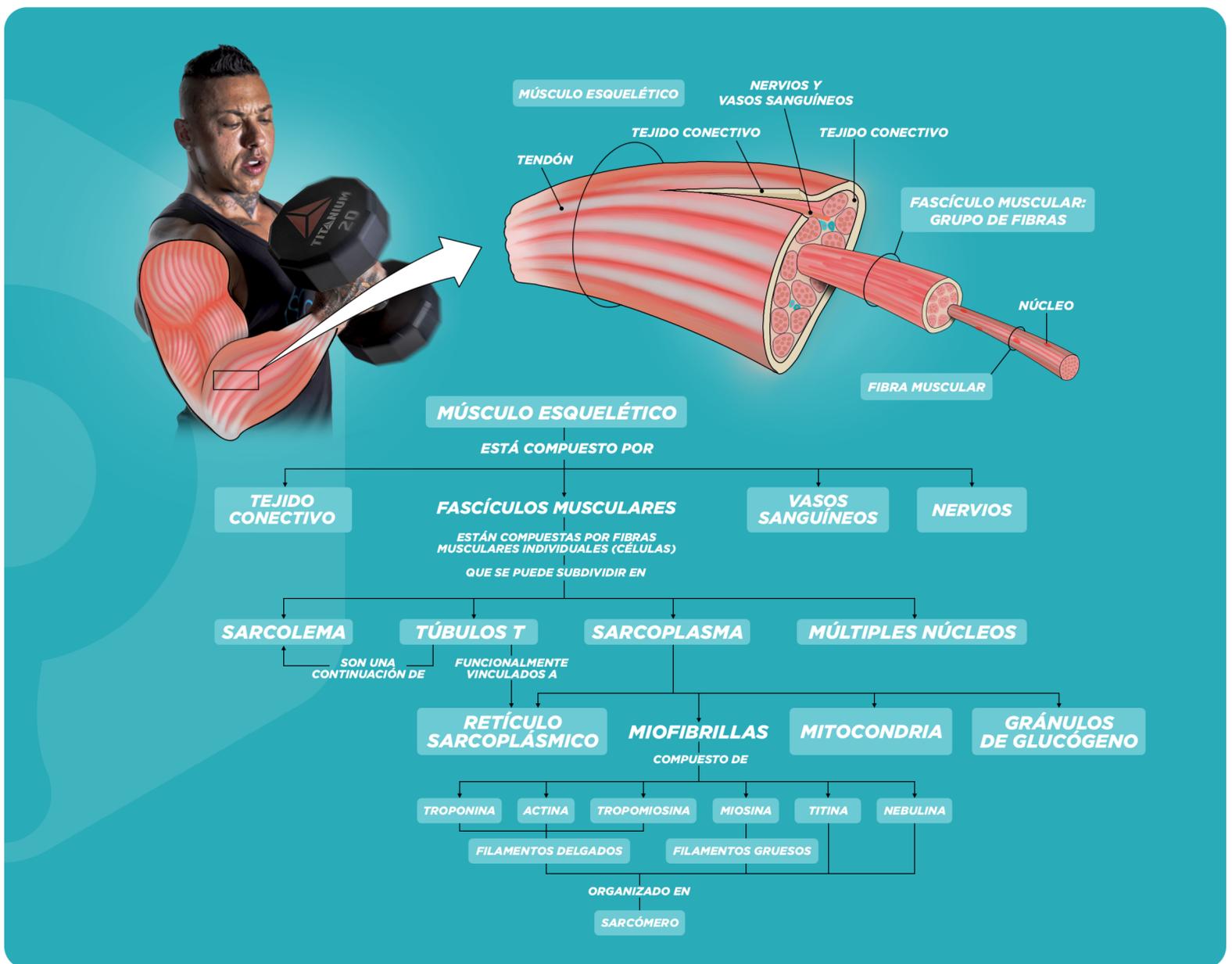
Sigamos familiarizándonos con términos que son propios del músculo y comparemos esto con la terminología tradicional que se le da a la célula.

## TERMINOLOGÍA MUSCULAR

TÉRMINO GENERAL	EQUIVALENTE MUSCULAR
Célula Muscular	Fibra Muscular
Membrana Celular	Sarcolema
Citoplasma	Sarcoplasma
Retículo Endoplásmico Modificado	Retículo Sarcoplásmico



Ahora ingresemos al interior de la fibra muscular:



Cada *músculo* está rodeado por una capa de tejido conectivo llamada *epimisio*.

Los músculos se dividen típicamente en haces de fibras que se conocen como *fascículos*.

Cada *fascículo* está rodeado por una capa de tejido conectivo resistente conocida como *perimisio*. A través de esta capa, se encuentran los nervios y los vasos sanguíneos que atraviesan el músculo.

Cada *fibra muscular* está rodeada por una lámina basal y una vaina de tejido conectivo en forma de malla llamada *endomisio*. La lámina basal sirve como andamio para la formación de fibras musculares y la recuperación de lesiones.

Entonces tenemos de afuera hacia dentro: *epimisio*, *perimisio* y *endomisio*.

Un componente principal de cada capa de tejido conectivo es la proteína *colágeno*, aunque la organización de las fibrillas de colágeno son diferentes en cada nivel.

Estas capas de tejido conectivo se fusionan en la unión del músculo y el tendón, denominada *unión miotendinosa*. Las diversas capas de tejido conectivo tienen una función importante en la transmisión de fuerza de las fibras musculares a los tendones.

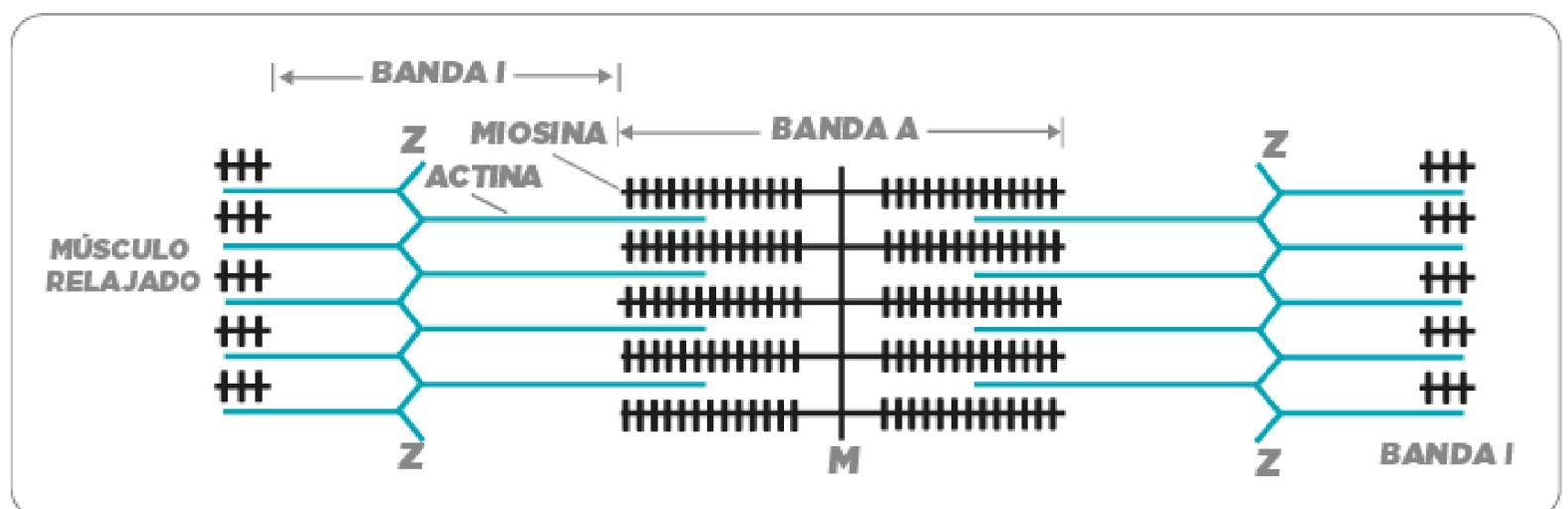
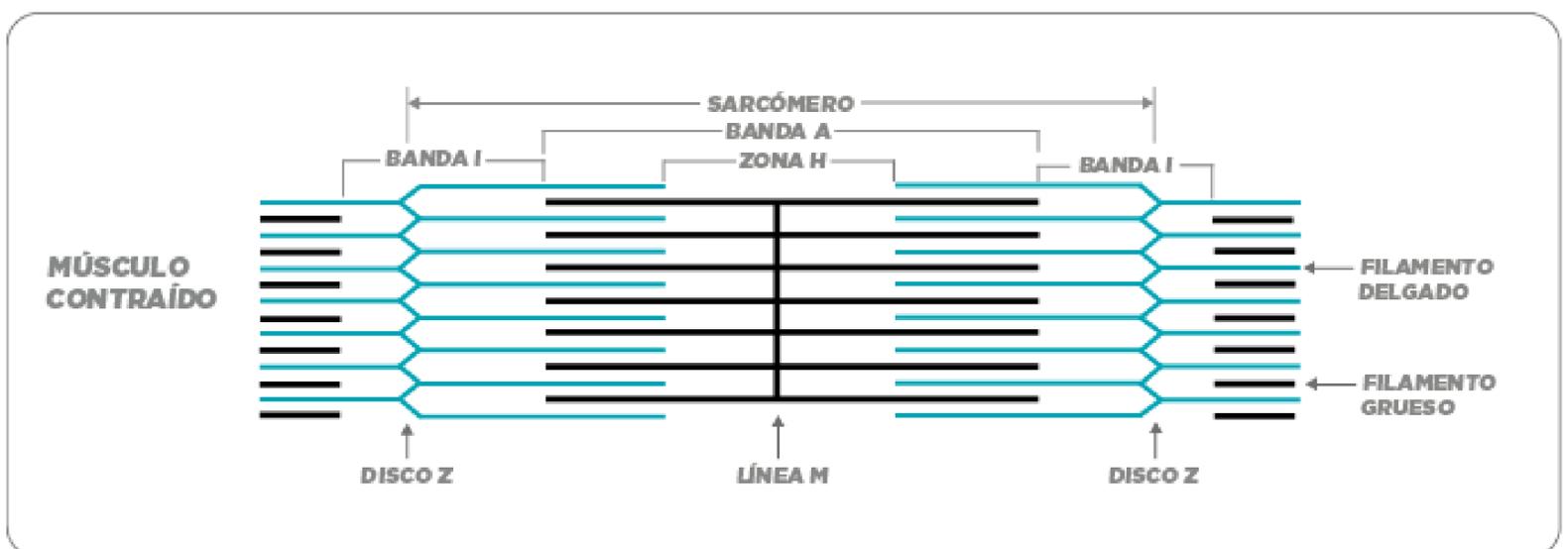
La membrana de la fibra muscular la llamaremos *sarcolema*; dentro de la célula, al piso de la célula llamaremos *sarcoplasma*. Cada fibra muscular tiene múltiples núcleos que están a lo largo de la fibra y cerca a la membrana celular o *sarcolema*.

En el piso de la célula o citoplasma aquí llamado sarcoplasma, encontraremos el retículo sarcoplásmico, que es un gran almacén de calcio y desempeña un papel muy importante para llevar a cabo la contracción muscular. Además, encontramos las mitocondrias, que son organelas muy importantes para la producción de energía, representadas en la molécula llamada ATP (*adenosin trifosfato*); y encontramos los *ribosomas*, los cuales son una organela súper importante para la hipertrofia, ya que aquí se produce la *síntesis de proteínas*.

Dentro de la fibra muscular en el *sarcoplasma* también encontramos el depósito de nutrientes, por ejemplo, los carbohidratos, que se almacenan en forma de glucógeno (cada gramo de *glucógeno* almacena de 3 a 4 gramos de agua), así como el almacén de grasas en forma de *triglicéridos*. Las proteínas se encuentran haciendo parte de unos filamentos largos y cilíndricos conocidos como *miofibrillas*, que literalmente significa "hilo muscular", y se extienden a lo largo de las fibras musculares. Las miofibrillas son la *unidad funcional más grande* de una fibra muscular ya que estos filamentos, pueden constituir una fibra muscular.

Una miofibrilla está formada por sarcómeros alineados de un extremo a otro o "en serie". Los sarcómeros, que son literalmente una "unidad muscular", son la *unidad funcional más pequeña* de las fibras del músculo esquelético. Estos sarcómeros están compuestos por filamentos contráctiles gruesos y delgados y por muchas proteínas citoesqueléticas. Las estructuras denominadas *líneas Z* conformadas por la unión de las proteínas actina, sirven como esqueleto o andamio para el sarcómero y están ubicadas en cada

extremo del sarcómero. La principal proteína de las líneas Z es la **alfa-actinina**. Los sarcómeros están alineados de extremo a extremo, ya que la línea Z de un sarcómero también sirve como línea Z para el siguiente sarcómero de la serie, es decir, un sarcómero es lo que hay entre dos líneas Z. Se dice que las sarcómeras de miofibrillas adyacentes están dispuestas en paralelo, e incluso, el número de sarcómeros en paralelo dentro de una fibra muscular está directamente relacionado con la capacidad de la fibra muscular para producir fuerza.



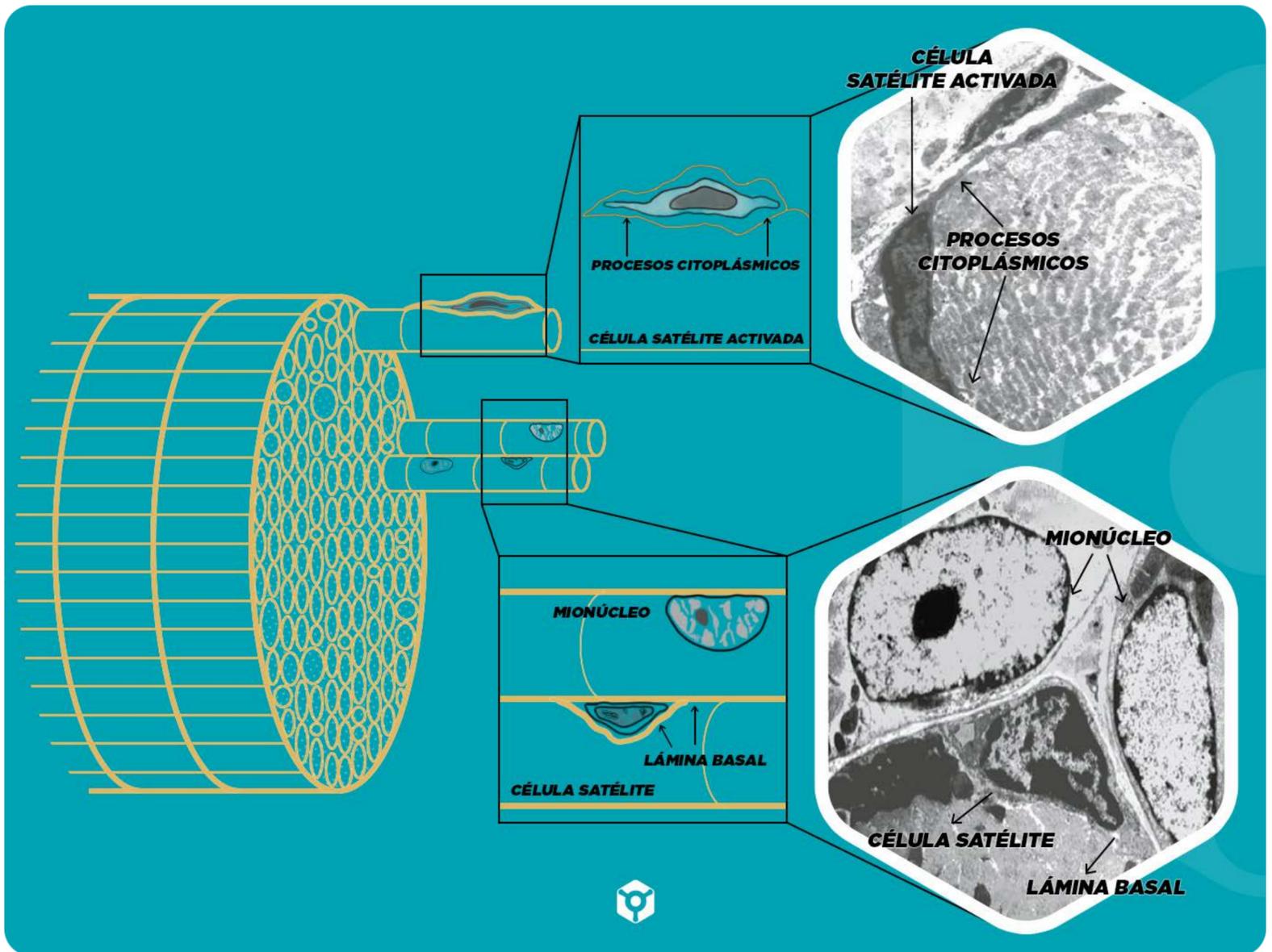
Las proteínas que conforman las fibras musculares son:

TIPO DE PROTEÍNA	DESCRIPCIÓN
<b>PROTEÍNAS CONTRÁCTILES</b>	Proteínas que generan fuerza durante las contracciones musculares.
<b>Miosina</b>	Proteína contráctil que forma el filamento grueso. Una molécula de miosina, consiste en una cola y dos cabezas de miosina, que se unen a los sitios de fijación de actina de un filamento fino durante la contracción muscular.
<b>Actina</b>	Proteína contráctil que es el componente principal del filamento fino.
<b>PROTEÍNAS REGULADORAS</b>	Proteínas que ayudan a activar o desactivar el proceso de contracción muscular.
<b>Tropomiosina</b>	Proteína reguladora que es un componente del filamento fino. En una fibra muscular esquelética relajada. La tropomiosina cubre los sitios de unión de la miosina en las moléculas de actina, e impide que la miosina se una a la actina.
<b>Troponina</b>	Proteína reguladora que es un componente del filamento fino. Cuando los iones de calcio ( $Ca^{2+}$ ) se unen a la troponina, esta sufre un cambio de conformación, que aleja la tropomiosina, de los sitios de unión de la miosina en las moléculas de actina, y posteriormente comienza la contracción muscular, a medida que la miosina se une a la actina.
<b>PROTEÍNAS ESTRUCTURALES</b>	Proteínas que mantienen en alineación correcta los filamentos finos, y gruesos de las miofibrillas, dan elasticidad y extensibilidad a las miofibrillas, y conectan las miofibrillas con el sarcolema, y con la matriz extracelular.
<b>Titina</b>	Proteína estructural que conecta un disco Z con la línea M del sarcómero y, ayuda a estabilizar la posición del filamento grueso. Como puede estirarse, y luego retroceder sin sufrir daño, la titina explica gran parte de la elasticidad y la extensibilidad de las miofibrillas.
<b><math>\alpha</math>-actinina</b>	Proteína estructural de los discos Z que se une a las moléculas de actina de los filamentos finos y, a las moléculas de titina.
<b>Miomesina</b>	Proteína estructural que forma la línea M del sarcómero; se une a las moléculas de titina, y conecta los filamentos gruesos adyacentes entre sí.
<b>Nebulina</b>	Proteína estructural, que se envuelve alrededor de toda la longitud de cada filamento fino. Ayuda a fijar los filamentos finos de los discos Z, y regula la longitud de los filamentos finos durante el desarrollo.
<b>Distrofina</b>	Proteína estructural, que conecta los filamentos finos de sarcómero, con proteínas de membrana integrales en el sarcolema. Estas a su vez están unidas a proteínas, en la matriz de tejido conectivo que rodea las fibras musculares. Se considera que la distrofina ayuda a reforzar el sarcolema, y a transmitir, la tensión generada por los sarcómeros en los tendones.

**ACTN3:** este gen se mide para evaluar sujetos que no responden al trabajo de fuerza y con dificultad para ganar masa muscular. Codifica un miembro de la familia de genes de proteínas de unión a alfa-actinina. La proteína codificada se expresa principalmente en el músculo esquelético y funciona como un componente estructural de la línea Z sarcomérica. En ausencia de este gen, estas fibras presentan mayor capacidad aeróbica y elevada expresión de proteínas mitocondriales.

*Hago un apartado especial para referirme a las células satélite.*

Son células del músculo esquelético, las cuales son pequeñas, uninucleadas y se encuentran en un estado quiescente (están dormidas y solo responden cuando se les ordena). Funcionan como una población de células de “reserva”, capaces de proliferar en determinadas condiciones. Dichas células están estrechamente asociadas con la membrana plasmática de las células musculares (sarcolema), pues residen entre esta y su lámina basal.



**Nota:** Estas células juegan un papel muy importante en la *hipertrofia* muscular, ya que pueden reemplazar o añadir mionúcleos en un momento dado, como lo revisaremos próximamente.

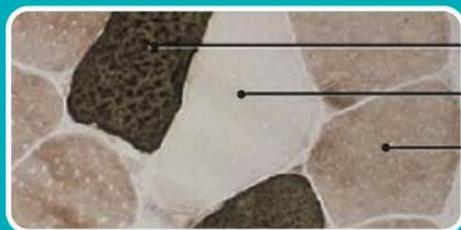
Desde el punto de vista metabólico, las fibras musculares se clasifican en diferentes tipos, los cuales tendremos muy en cuenta en la sesión de entrenamiento.

A continuación, se describe la clasificación estos subtipos de fibras.

*Ver gráfica.*

# TIPOS DE FIBRA MUSCULAR ESQUELÉTICA

## CARACTERÍSTICAS DE LOS TRES TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES ESQUELÉTICAS



FIBRA OXIDATIVA LENTA  
FIBRA GLUCOLÍTICA RÁPIDA  
FIBRA OXIDATIVA-GLUCOLÍTICA RÁPIDA

CORTE TRANSVERSAL DE LOS TRES TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

CARACTERÍSTICA	FIBRAS OXIDATIVAS LENTAS - TIPO I	FIBRAS OXIDATIVAS-GLUCOLÍTICAS RÁPIDAS - TIPO IIA	FIBRAS GLUCOLÍTICAS RÁPIDAS - TIPO IIX
DIÁMETRO DE LA FIBRA	EL MÁS PEQUEÑO	INTERMEDIO	EL MÁS GRANDE
CONTENIDO DE MIOGLOBINA	GRAN CANTIDAD	GRAN CANTIDAD	PEQUEÑA CANTIDAD
MITOCONDRIAS	MUCHAS	MUCHAS	POCAS
CAPILARES	MUCHOS	MUCHOS	POCOS
COLOR	ROJO	ROJO-ROSADO	BLANCO (PÁLIDO)
CAPACIDAD PARA GENERAR ATP Y MÉTODO UTILIZADO	ALTA CAPACIDAD, POR RESPIRACIÓN AEROBIA	CAPACIDAD INTERMEDIA. TANTO POR RESPIRACIÓN AEROBIA COMO POR GLUCÓLISIS ANAEROBIA	CAPACIDAD BAJA, POR GLUCÓLISIS ANAEROBIA
VELOCIDAD DE HIDRÓLISIS DEL ATP POR LA MIOSINA-ATPasa	LENTA	RÁPIDA	RÁPIDA
VELOCIDAD DE CONTRACCIÓN	LENTA	RÁPIDA	RÁPIDA
RESISTENCIA A LA FATIGA	ALTA	INTERMEDIA	BAJA
CREATINCINASA	CANTIDAD MÁS BAJA	CANTIDAD INTERMEDIA	MÁXIMA CANTIDAD
DEPÓSITOS DE GLUCÓGENO	BAJOS	INTERMEDIOS	ALTOS
ORDEN DE RECLUTAMIENTO	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO
LUGAR DONDE LAS FIBRAS SON ABUNDANTES	MÚSCULOS POSTURALES COMO LOS DEL CUELLO	MÚSCULOS DE LOS MIEMBROS INFERIORES	MÚSCULOS DE LOS MIEMBROS SUPERIORES
FUNCIONES PRIMARIAS DE LAS FIBRAS	MANTENIMIENTO DE LA POSTURA Y ACTIVIDADES DE RESISTENCIA AEROBIA	CAMINATA, CARRERA DE COMPETENCIA	MOVIMIENTOS QUE REQUIEREN MUCHA FUERZA, RÁPIDOS DE CORTA DURACIÓN



## Fibras tipo I

Son llamadas fibras rojas o fibras de *contracción lenta*, llamadas también *oxidativas lentas*. Son más resistentes a la fatiga y tienen un diámetro pequeño. Al ser oxidativas tienen la propiedad de utilizar el oxígeno, por lo que contienen gran cantidad de mioglobina, que transporta el oxígeno dentro del músculo y es la que le confiere el *color rojo* que les caracteriza. Además, por el hecho de ser oxidativas, contienen gran cantidad de *mitocondrias*, que son las plantas energéticas celulares donde ocurren las reacciones del metabolismo oxidativo y producen gran cantidad de ATP.

## Fibras tipo II

Son llamadas fibras blancas o fibras de *contracción rápida*, llamadas también glucolíticas. Son más fuertes que las fibras de contracción lenta. Emplean la glucosa de la sangre y el glucógeno de los músculos por lo que se *reclutan* sobre todo para actividades como levantar pesas, un salto, o un lanzamiento de una bola.

Las fibras de contracción rápida se dividen en **fibras IIa** y **fibras IIx**.

**Fibras IIa:** Son de mayor diámetro que las fibras tipo I, pero menores que las de tipo IIx. Presentan también una alta cantidad de mitocondrias, lo que les permite producir energía a partir del sistema oxidativo (además del sistema glucolítico propio de las fibras tipo II) se reclutan después de las fibras tipo I en movimientos rápidos, repetitivos y de poca intensidad.

**Fibras IIx:** Son las fibras de mayor tamaño y tienen un bajo contenido en mioglobina, por lo cual su aspecto es un poco más pálido. Tienen alta capacidad glucolítica y se reclutan sólo cuando se requiere un esfuerzo muy rápido y muy intenso, como en levantamiento de pesas, movimientos explosivos como lanzamientos, o saltos.



Para continuar, debemos decir que *la hipertrofia muscular* es un incremento en el tamaño del tejido muscular y está determinada por el aumento del tamaño del diámetro transversal de las fibras musculares. Esto debido a un aumento en la cantidad de proteínas contráctiles en cada fibra muscular generando un aumento en la cantidad de filamentos contráctiles formados por estas múltiples proteínas. Esta síntesis proteica es llevada a cabo a nivel de los *ribosomas*, y es lograda principalmente a raíz del impacto causado por el entrenamiento, la nutrición adecuada y un óptimo descanso. Se sabe, debido a múltiples investigaciones que cuando un ser humano tiene mayor cantidad de masa muscular, posee mayor nivel de fuerza y, por ende, mejor nivel de salud. Lo anterior se da gracias a diferentes procesos de señalización celular que ocurren secundario a estos cambios.

Este proceso tiene varios pasos

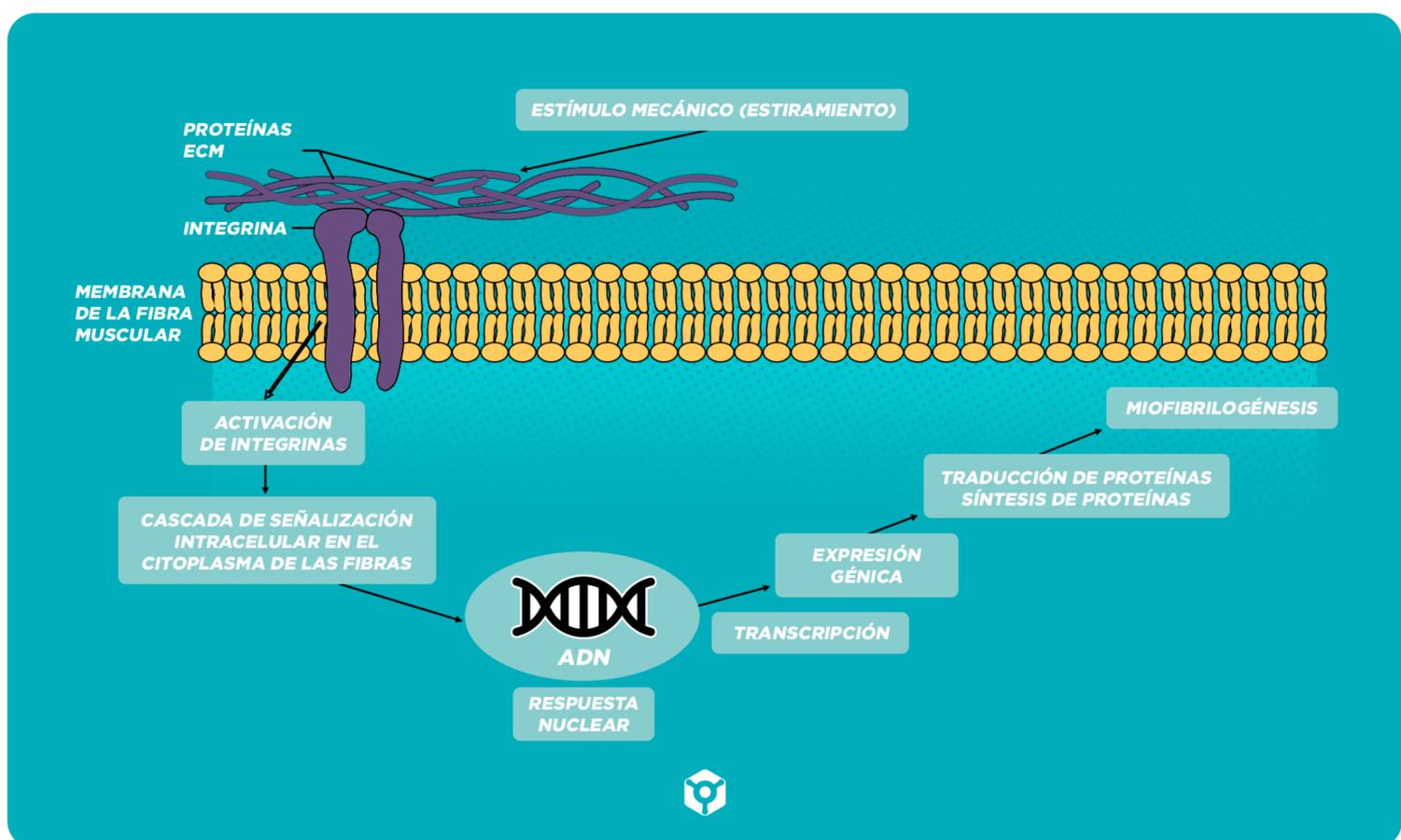
- Mecanotransducción.

- Señalización celular (secundario a modificación hormonal y/o rompimiento de fibras).
- Síntesis de proteínas.

La síntesis de nuevas proteínas se genera como consecuencia de un aumento del ambiente anabólico hormonal por estrés metabólico generado en la célula, por daño muscular como consecuencia del ejercicio, por estrés mecánico (contracción o estiramiento muscular) y por factores inmunológicos.

## • Mecanotransducción

El ejercicio con sobrecarga (trabajo de fuerza con diferentes cargas y repeticiones) genera una tensión importante en la fibra muscular, alterando el sarcolema (membrana celular) y activando unas proteínas en esta membrana celular, conocidas como integrinas, desencadenando una serie de señales que modifican la información de la célula y estimulan la síntesis de proteínas que finalizan en el proceso de hipertrofia muscular.



## • Vías de señalización celular

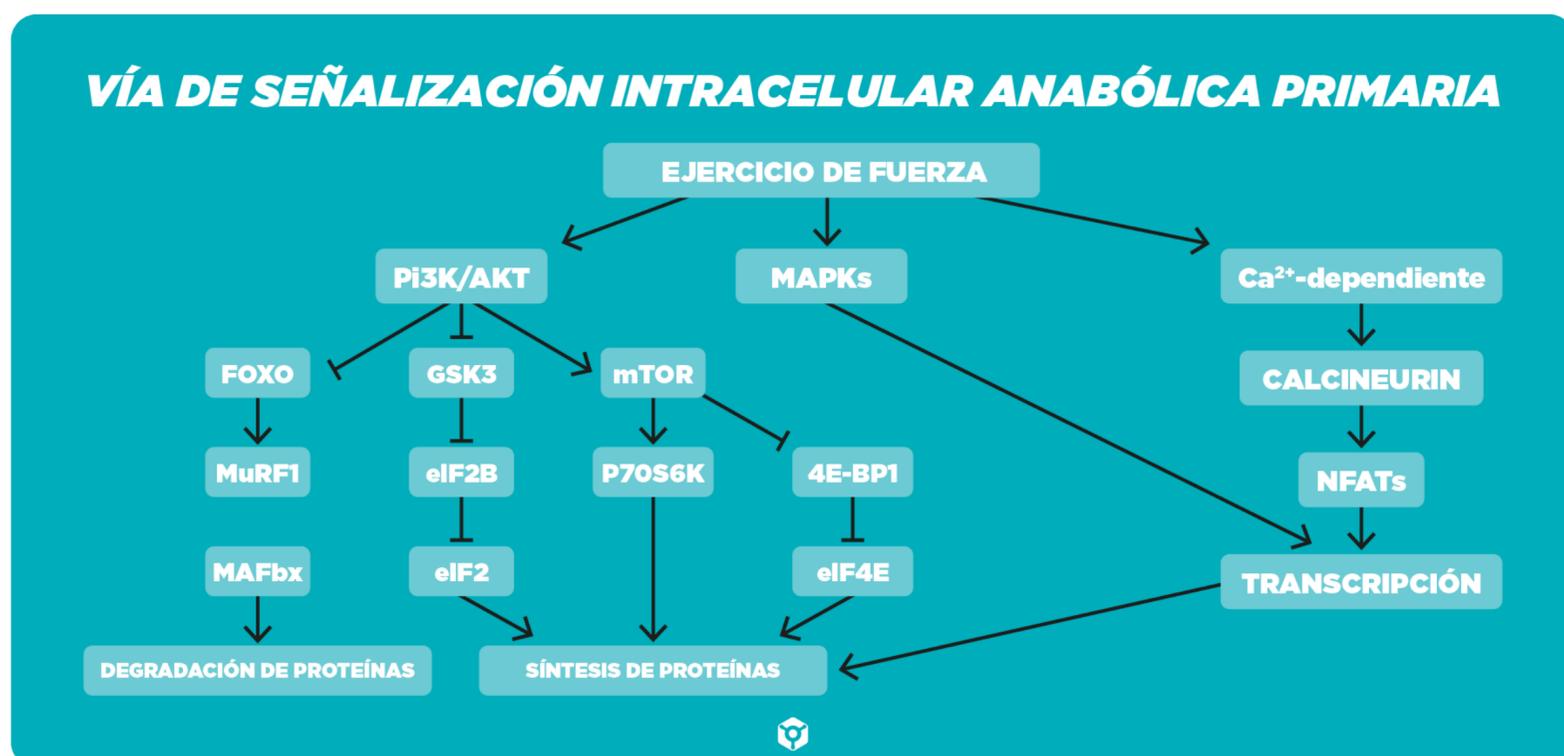
*La vía del trifosfato de inositol kinasa (PI3K) / Akt*

Se considera una red maestra para regular el crecimiento del músculo esquelético. Akt, también conocida como proteína kinasa B (PKB) y actúa como un punto nodal molecular que funciona como un efector de la señalización

anabólica y un inhibidor dominante de señales catabólicas. Se han identificado múltiples isoformas de Akt en el músculo esquelético (Akt1, Akt2, Akt3) y cada una tiene una función fisiológica distinta.

De estas isoformas, Akt1 parece ser la más sensible a los estímulos mecánicos: las primeras investigaciones indicaron que se requerían altas intensidades mecánicas para activar Akt, sin embargo, estudios posteriores demuestran evidencia de lo contrario.

El medio principal por el cual Akt lleva a cabo sus acciones es el mTOR, ya que se ha demostrado, es fundamental para las adaptaciones hipertróficas inducidas por la carga mecánica. mTOR, (mammalian Target Of Rapamycin) es una proteína, llamada así porque el agente farmacológico rapamicina, antagoniza sus efectos promotores del crecimiento. Existen dos complejos de señalización funcionalmente distintos: mTORC1 y mTORC2. Solo mTORC1 es inhibido por rapamicina y por lo tanto, se cree que las acciones reguladoras hipertróficas de mTOR se llevan a cabo a través de este complejo.



Una vez activado, mTOR ejerce varios efectos anabólicos posteriores. El objetivo principal de mTOR es **p70S6K**, que juega un papel importante en el inicio de la traducción del ARNm. El mTOR también ejerce efectos anabólicos al inhibir la proteína 1 de unión al factor de iniciación eucariota 4E (eIF4EB1), un regulador negativo de la proteína eIF4E que es un potente mediador de la traducción de proteínas.

La señalización a través de PI3K/Akt también inhibe

directamente los procesos catabólicos, por un lado, Akt fosforila las proteínas FOXO, un subgrupo que fomenta la atrofia, induciendo así su translocación del núcleo al citoplasma. De hecho, se encontró que la activación de Akt era suficiente para alterar los aumentos asociados con la atrofia en la transcripción de MuRF-1 y atrogina-1 a través de la fosforilación de FOXO. Akt también suprime la activación de la glucógeno sintasa kinasa 3 beta (GSK3 $\beta$ ), que bloquea la traducción de proteínas iniciada por la proteína eIF2B.

A diferencia de mTORC1, que regula la traducción de un pequeño subconjunto de ARNm, se cree que **eIF2B** controla el inicio de la traducción de prácticamente todos los ARNm y, en consecuencia, actúa para regular las tasas globales de síntesis de proteínas. Por lo tanto, las acciones anticatabólicas de PI3K/Akt pueden proporcionar indirectamente un estímulo para el crecimiento aún más potente que sus efectos anabólicos.

Las propiedades hipertróficas de PI3K/Akt son *incontrovertibles*. Se ha demostrado que la inducción de la vía media favorece la traducción de proteínas tanto in vitro como in vivo, además de promover la diferenciación de mioblastos. Sin embargo, investigaciones recientes indican que la activación de PI3K/Akt no es obligatoria para los aumentos en la hipertrofia muscular. El ejercicio de fuerza activa p70S6K en humanos a través de una vía independiente de Akt. Además, mTOR se puede activar a través de una variedad de señales intracelulares distintas de PI3K/Akt, lo que indica que las vías de señalización celular son complejas y diversas.

## **Vía de la MAPK**

La proteína quinasa activada por mitógenos (MAPK), es un regulador primario de la expresión génica, el estado redox y el metabolismo. Con respecto al crecimiento muscular inducido por el ejercicio, se cree que MAPK vincula el estrés celular con una respuesta adaptativa en las miofibras, modulando su crecimiento y diferenciación. Tres módulos de señalización MAPK distintos están asociados con adaptaciones hipertróficas compensatorias: ERK1/2, p38MAPK y JNK, la activación de estos módulos depende del tipo, duración e intensidad del estímulo.

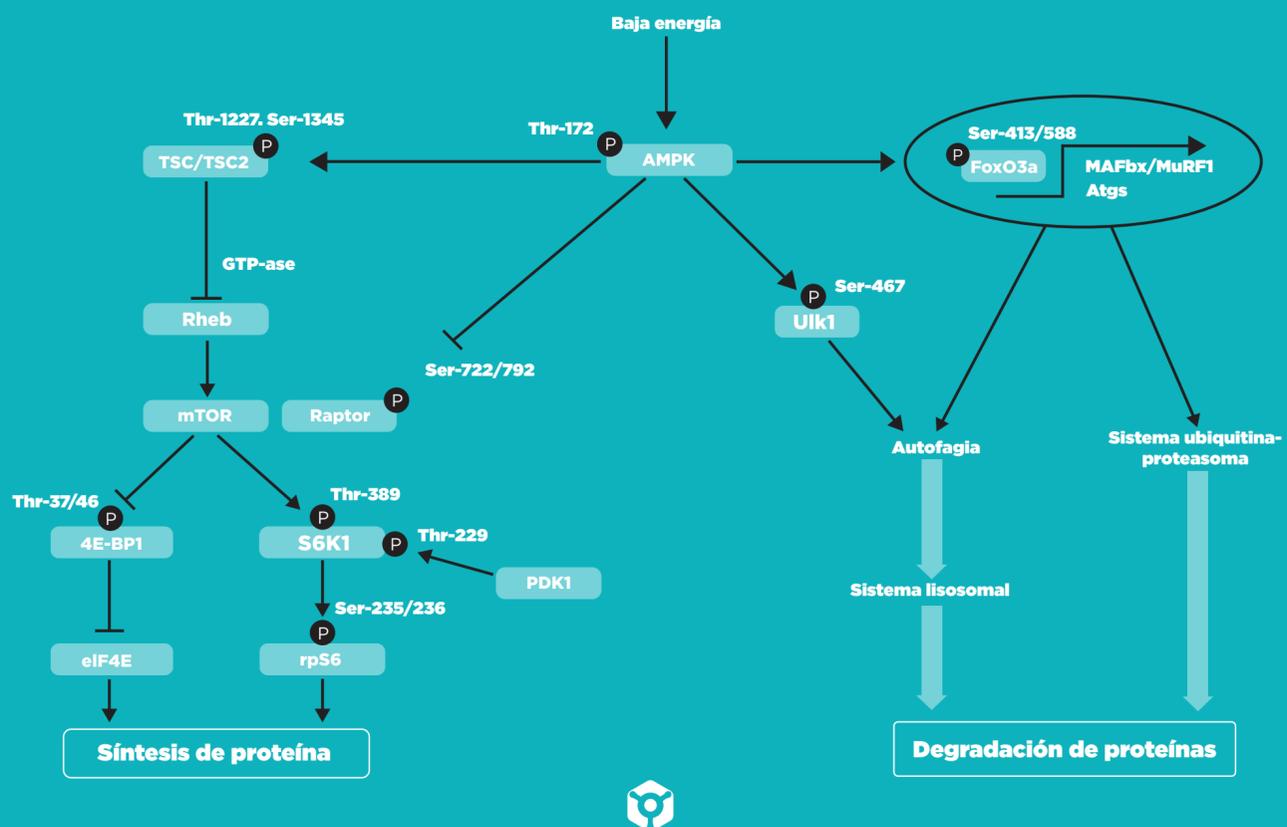
ERK1/2 está regulado positivamente, tanto por el entrenamiento de fuerza como por el entrenamiento de resistencia aeróbica, y la magnitud de su fosforilación se correlaciona con la intensidad del ejercicio. Los estudios que investigan el papel de ERK1/2 en la regulación de la masa muscular han sido algo contradictorios. Por un lado, existe evidencia de que media la proliferación de células satélites e induce la síntesis de proteínas musculares; por otro lado, algunos estudios muestran efectos opuestos. Dicho esto, es probable que la señalización temprana de mTORC1 se produzca mediante la activación de la vía ERK / TSC2. Mientras que Akt y ERK1/2 estimulan mTOR en un grado similar, sus efectos combinados conducen a una estimulación aún mayor en comparación con cualquiera de los dos solos. Además, las dos vías parecen ser sinérgicas para la función de las células satélite: ERK1/2 estimula la proliferación celular y PI3K facilita la diferenciación.

La activación de p38 MAPK se produce principalmente después de un ejercicio de resistencia aeróbica. Se han identificado cuatro isoformas de p38 (p38 $\alpha$ , p38 $\beta$ , p38 $\delta$  y p38 $\gamma$ ). De estas isoformas, **p38 $\gamma$**  es *específica del tejido muscular*, mientras que p38 $\alpha$  y p38 $\beta$  se expresan en todo el cuerpo; p38 $\delta$  no parece estar involucrado con acciones musculares. p38 $\gamma$  se regula preferentemente al alza en las fibras de contracción lenta mientras permanece en gran parte inactivo en las fibras de contracción rápida.

De todos los módulos MAPK, **JNK** parece ser el más sensible a la tensión mecánica, particularmente a las *acciones excéntricas*. La fosforilación de **JNK**, inducida por contracción, se correlaciona con un rápido aumento del ARNm de los factores de transcripción que median la proliferación celular y la reparación del ADN, lo que indica un papel en la regeneración muscular después de un ejercicio intenso. Además, la *fosforilación* de **JNK** muestra un aumento lineal con niveles elevados de fuerza contráctil. Sin embargo, el papel específico de **JNK** en la hipertrofia muscular inducida por el ejercicio permanece indeterminado (Schoenfeld, 2016).

Es importante también conocer las vías catabólicas, vías de degradación de proteínas, principalmente, la vía de la **AMPK**.

## VÍAS PROTEOLÍTICAS PRIMARIAS



La enzima trimérica 5'-AMP-proteína kinasa activada (AMPK) juega un papel clave en la regulación de la homeostasis de la energía celular. Esta enzima actúa como sensor de energía celular; su activación es estimulada por un aumento en la relación AMP/ATP. Como tales, las condiciones que provocan un estrés energético intracelular sustancial, incluido el ejercicio, provocan un aumento de la AMPK. Una vez activada, la AMPK suprime los procesos anabólicos que consumen mucha energía, como la síntesis de proteínas, y amplifica los procesos catabólicos, incluida la degradación de las proteínas. Debido a sus acciones inherentes, se teoriza que la AMPK participa en el mantenimiento de la masa del músculo esquelético. Este argumento está respaldado por pruebas que muestran que la eliminación (inactivación) de AMPK en modelos animales causa hipertrofia tanto in vitro como in vivo. Alternativamente, la activación de AMPK por AICAR, un agonista de AMPK, promueve la atrofia de miotubos, mientras que su supresión contrarresta la respuesta atrófica. En conjunto, estos hallazgos indican que AMPK regula la hipertrofia muscular, modulando tanto la síntesis de proteínas como la proteólisis.

Los efectos proteolíticos de AMPK parecen estar relacionados, al menos en parte, con su influencia sobre la atrogina-1. También se ha demostrado que la AMPK induce la degradación de proteínas mediante la activación de la *autofagia* (degradación celular regulada), aunque queda por determinar si este mecanismo desempeña un papel en el músculo esquelético después de una sobrecarga mecánica. Otra investigación indica que AMPK reduce la

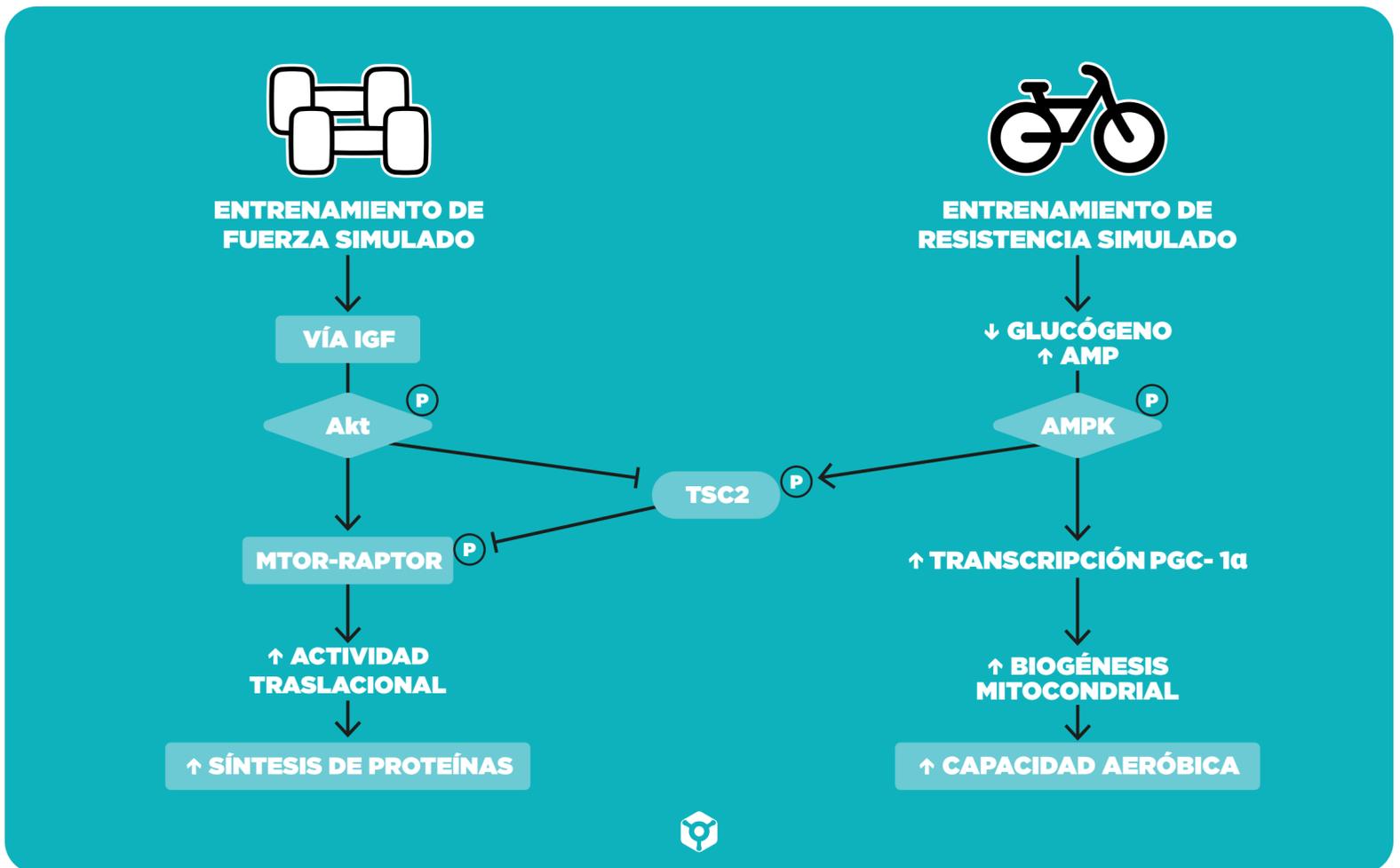
diferenciación celular de mioblastos y, por lo tanto, afecta negativamente las adaptaciones hipertróficas sin acelerar la degradación de proteínas necesariamente.

Además de las acciones catabólicas de AMPK, la evidencia convincente sugiere que suprime la tasa de síntesis de proteínas. Se teoriza que esta influencia negativa está mediada, al menos en parte, por antagonizar los efectos anabólicos de mTOR, ya sea por fosforilación directa de mTOR, fosforilación indirecta del complejo de esclerosis tuberosa (TSC), o ambas, que tiene el efecto de inhibir el homólogo Ras enriquecido en cerebro (RHEB).

Otro medio potencial, por el cual se teoriza la AMPK para afectar negativamente la síntesis de proteínas musculares es la inhibición del alargamiento de la traducción y la supresión indirecta del efector anabólico eIF3F. Por tanto, existen múltiples mecanismos potenciales para la regulación de la síntesis de proteínas mediada por AMPK.

Además, la inhibición de AMPK se asocia con una respuesta de crecimiento acelerado a la sobrecarga mecánica, mientras que su activación atenúa la hipertrofia. Sin embargo, otra investigación cuestiona hasta qué punto la AMPK regula la hipertrofia inducida por el ejercicio. En los seres humanos, la señalización de mTOR y la tasa de síntesis de proteínas musculares se elevan después del ejercicio de fuerza, a pesar de la activación concomitante de AMPK. Esto indica que, como mínimo, la activación de AMPK no es suficiente para frenar completamente el crecimiento.

Es importante tener en cuenta que entrenamientos de resistencia aeróbica, principalmente una actividad aeróbica larga y continua, puede bloquear la señalización celular del mTOR y, por ende, interrumpir la hipertrofia muscular, como se observa en la siguiente gráfica de esta revisión. Por el contrario, las sesiones de HIIT (entrenamiento interválico de alta intensidad) pueden ayudar a estimular la vía del mTOR, e incluso a estimular células satélite.



(Sports Med, 2007)

## ENTORNO HORMONAL

Las siguientes son las principales hormonas que se activan con el entrenamiento de fuerza y terminan desencadenando cascadas de señalización celular como las antes vistas y, además, aumentan la síntesis de proteínas, incrementando así el número de miofibrillas y logrando un aumento del diámetro del músculo esquelético.

### **IGF-1**

Llamado *factor de crecimiento similar a la insulina (somatomedina C)* y conocida como la hormona anabólica más importante de los mamíferos. Es producida en el hígado gracias al estímulo de la hormona de crecimiento. Se cree que proporciona la principal respuesta anabólica para el cuerpo en su conjunto y muestra efectos mejorados en respuesta a la *carga mecánica*. Estructuralmente, *IGF-1* es una *hormona peptídica*, llamada así debido a sus similitudes estructurales con la insulina.

Los receptores de *IGF-1* se encuentran en células satélite activadas, miofibras adultas y células de Schwann. Cuando entrenamos, los músculos utilizan más IGF-1 circulante. La disponibilidad de IGF-1 para el músculo está controlada por proteínas de unión de IGF-1 (IGFBP), que estimulan o inhiben los efectos de IGF-1 después de unirse a una IGFBP específica.

Existen 3 isoformas de IGF-1 distintas: las formas sistémicas IGF-1Ea e IGF-1Eb, y una variante de empalme que es *IGF-1Ec*. Aunque las 3 isoformas se expresan en el tejido muscular, solo el *IGF-1Ec* parece activarse mediante señales mecánicas. Debido a su respuesta a la estimulación mecánica, el IGF-1Ec se denomina familiarmente *factor de crecimiento mecánico (MGF)*.

Se considera que la mecanoestimulación hace que el gen IGF-1 se empalme hacia *MGF*, que a su vez "inicia" la hipertrofia muscular. Los niveles de IGF-1 permanecen elevados en el tejido muscular durante algún tiempo a partir de entonces, dejando efectos miogénicos que llegan a ser observados hasta 72 horas después del entrenamiento.

Se ha demostrado que *IGF-1* induce hipertrofia, tanto de forma autocrina como paracrina, y ejerce sus efectos de múltiples formas; promueve directamente el anabolismo al aumentar la tasa de síntesis de proteínas en miofibras diferenciadas, así como logra la activación de canales de calcio.

*MGF expresado localmente activa las células satélite y media en su proliferación y diferenciación* (Barton-Davis, et al, 1999) (Goldspink, 2005) (Toigo, M and Boutellier, 2006).

## **TESTOSTERONA**

Es una hormona esteroidea derivada del colesterol, con un gran efecto anabólico sobre el tejido muscular. Además de sus efectos sobre los músculos, la testosterona también puede interactuar con los receptores de las neuronas y, por lo tanto, puede aumentar la cantidad de neurotransmisores liberados, regenerar los nervios y aumentar el tamaño del cuerpo celular.

En el hipotálamo se secreta la hormona liberadora de gonadotropinas GnRH, la cual actúa sobre la hipófisis para producir LH (hormona luteinizante), que viaja a los testículos en las células de *Leydig*, donde es sintetizada y secretada la hormona *testosterona*. También se secretan pequeñas cantidades en los ovarios y las glándulas suprarrenales.

La testosterona se une a la albúmina (38%) o la globulina

transportadora de hormonas esteroideas (60%), mientras el 2% restante circula en *estado libre*. Aunque sólo la forma libre es biológicamente activa, y está disponible para su uso por los tejidos, la *testosterona* unida débilmente puede volverse activa al disociarse rápidamente de la albúmina. La testosterona libre se une a los receptores de andrógenos de los tejidos diana, que se encuentran en el citoplasma de la célula, esto provoca un cambio conformacional que transporta la testosterona al núcleo celular donde interactúa directamente con el ADN cromosómico.

Las acciones de la *testosterona* se magnifican por la carga mecánica, lo que promueve el anabolismo al aumentar la tasa de síntesis de proteínas e inhibir la degradación de las proteínas. Sumado a esto, promueve la replicación y activación de las células satélite, lo que da como resultado un aumento en el número de células satélite comprometidas miogénicamente.

También se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza aumenta el contenido de receptores de andrógenos en humanos, y puede tener un efecto agudo sustancial sobre la secreción de testosterona (Deschenes, et al, 1991) (Loebel, et al, 1998).

## **HORMONA DE CRECIMIENTO**

La hormona del crecimiento GH es una hormona polipeptídica, con propiedades tanto anabólicas como catabólicas. La GH actúa como un agente inductor del metabolismo de las grasas, moviliza triglicéridos y estimula la captación e incorporación celular de aminoácidos en varias proteínas, incluido el músculo. En ausencia de carga mecánica, la GH regula el alza preferentemente el ARNm del IGF-1 sistémico y media la expresión del gen de IGF-1 no hepático de manera autocrina/paracrina.

En el hipotálamo se secreta GHRH (hormona liberadora de hormona de crecimiento), la cual estimula la glándula hipófisis, y adicionalmente, se secreta hormona de crecimiento, la cual es liberada de forma pulsátil. Las mayores secreciones no ejercidas ocurren durante la fase de sueño profundo.

Se han identificado más de 100 isoformas moleculares

de GH. Investigaciones recientes, sugieren una liberación preferencial de múltiples isoformas de GH con semividas prolongadas durante el ejercicio, lo que permite una acción sostenida en los tejidos diana.

Además de ejercer efectos sobre el tejido muscular, la GH también participa en la regulación de la función inmunológica, el modelado óseo y el volumen de líquido extracelular. En total, la GH está implicada en promover más de 450 acciones en 84 tipos de células.

Los niveles de la hormona del crecimiento aumentan después de la realización de varios tipos de ejercicio. El aumento de GH inducido por el ejercicio se ha correlacionado en gran medida con la magnitud de la hipertrofia de las fibras musculares tipo I y tipo II. Se postula que un aumento transitorio de GH puede conducir a una mayor interacción con los receptores de las células musculares, facilitando la recuperación de las fibras y estimulando una respuesta hipertrófica. También se cree que la hormona del crecimiento está involucrada en el aumento inducido por el entrenamiento de IGF-1 expresado localmente; cuando se combina con ejercicio intenso, la liberación de GH se asocia con una marcada regulación positiva del gen IGF-1 en el músculo, de modo que se empalma más hacia la isoforma MGF (Nindl, et al, 2003)(Hameed, et al, 2004) (Waters, et al, 1999).

## **SÍNTESIS DE PROTEÍNAS**

El proceso de síntesis proteica es llevado a cabo en los ribosomas y comprende dos momentos: **transcripción y traducción**. En pocas palabras, podemos decir que cuando un ARNm (mensajero) copia un gen (parte activa del ADN), este proceso se denomina como *transcripción*. Una vez copiado el ARNm sale del núcleo hacia el sarcoplasma donde se une al ARNr (ribosómico) y luego el ARNm se une a ARNt (transportador).

El ARNt transporta un aminoácido específico, y cuando el código de ambas moléculas coincide, se unen los aminoácidos. Este proceso se denomina *traducción*.

Es claro que, a una mayor cantidad de núcleos, habrá una mayor posibilidad de sintetizar proteínas. Esto es lo que

sucede cuando se entrena con sobrecarga. Este proceso se logra a través de la proliferación de células satélite, estas se identifican como mioblastos que no se fusionaron durante el desarrollo muscular. Estas se encuentran encerradas por la lámina basal (descubiertas por Alexander Mauro en 1961), para luego dividirse por el proceso de mitosis y formando dos células (núcleos). Después de esta formación, una de ellas ingresa al citoplasma sumando un mionúcleo de más a la fibra muscular.

En el mundo del fitness se habla de *hipertrofia sarcoplásmica*, en la cual, teóricamente se aumenta solo el volumen de la célula muscular a través del aumento de la cantidad de agua, gracias al exceso en el consumo de carbohidratos, aumentando de esta manera el almacén de glucógeno y, por este motivo, la retención de agua. Recordemos que almacenar 1 gramo de glucógeno permite almacenar 3 a 4 gramos de agua.

Se habla de la *hipertrofia miofibrilar o sarcomérica*, en la cual los ribosomas aumentan la síntesis de proteína, incrementando el tamaño de esta fibra muscular. Por último la llamada hipertrofia **miogénica**, que estimula las células satélites que, recordemos, son las que están afuera de la fibra muscular y son células quiescentes, lo que significa que se pueden mover, pero no lo hacen hasta no recibir una orden para reemplazar los mionúcleos que se han dañado.

*Ahora bien, ¿qué dice la ciencia de este aumento de tamaño de la fibra muscular?*

En la revisión del journal de julio del 2020, de *Frontiers in Physiology*, se habla de la hipertrofia sarcoplásmica en el músculo esquelético y se considera como si fuera un unicornio científico, es decir, que no hay un solo motivo claro para decir que de esta manera es la hipertrofia. Aunque en dicho artículo se revisa lo siguiente: recordemos que los núcleos están en la periferia de la fibra muscular, muy cerca a la membrana o sarcolema, y afuera de la fibra muscular están las células satélites.

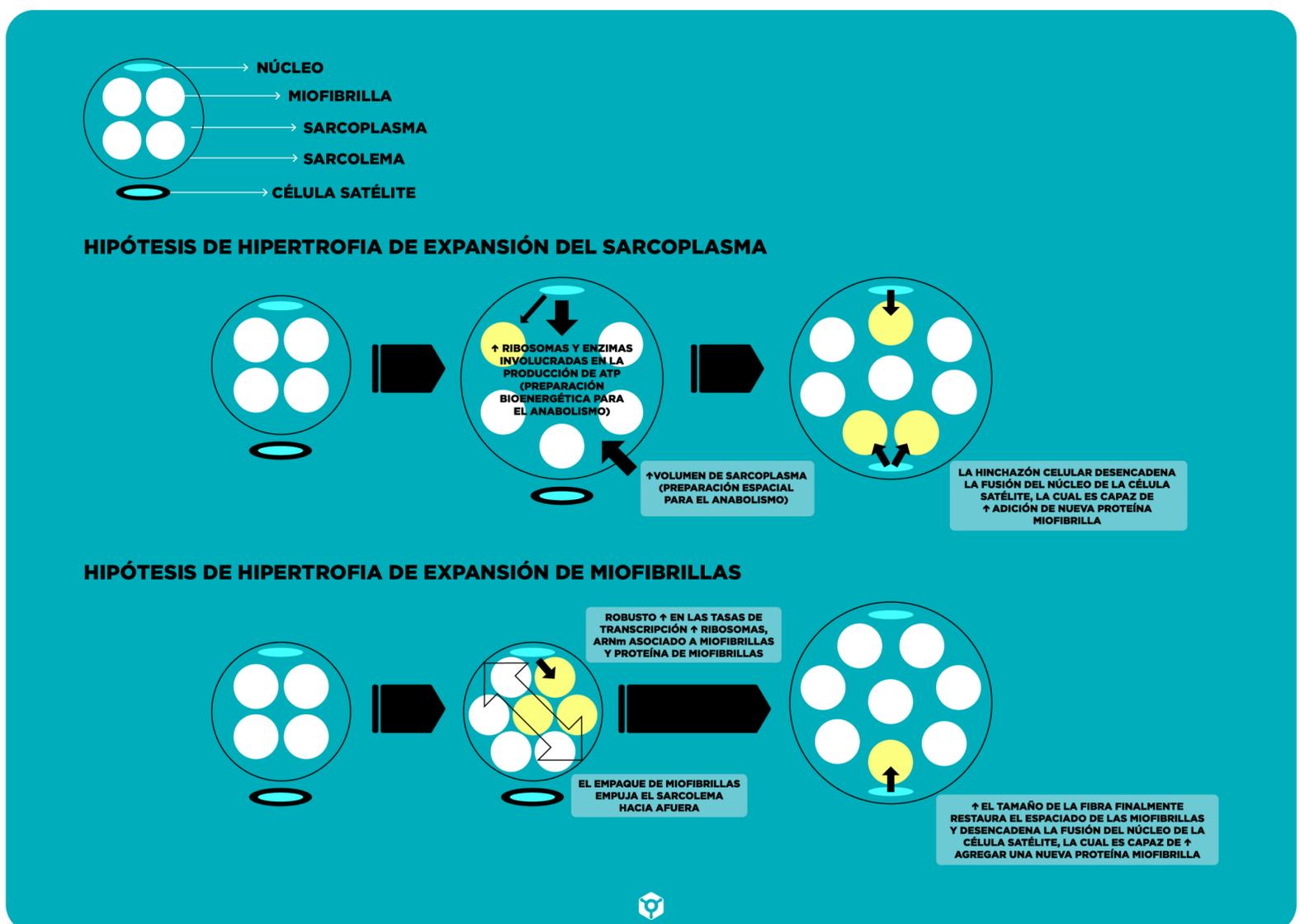
*¿Qué pasa cuando hay una hipertrofia sarcoplásmica?*

Básicamente hay un aumento del volumen, pero con un solo fin; aumentar los ribosomas y las enzimas necesarias para

que estén dispuestas a construir nueva proteína. En esta etapa también vamos a observar que las células satélite entran y hacen una diferenciación, lo que sería el primer paso y lo que los científicos dicen que siempre ocurre, y es la hipertrofia sarcoplásmica. Se dice que esta hipertrofia sarcoplásmica se estimula mucho mejor cuando se entrena bajo un *estrés metabólico*.

Encuanto a la llamada hipertrofia sarcomérica, observamos en este punto como los ribosomas que han ido aumentando van logrando estimular una mayor síntesis de proteína, dentro de la fibra muscular. También se aprecia que las células satélite se van a fusionar con los mionúcleos, punto que estimula una mayor síntesis proteica y van a colaborar con la construcción de esas nuevas miofibrillas; a este proceso se le llama *hipertrofia miofibrilar o sarcomérica*. Con la aparición de un nuevo número de mionúcleos, que aumentan el número de miofibrillas a la vez, aumentando el diámetro de la fibra muscular.

Este tipo de hipertrofia, se estimula más cuando se entrena bajo *tensión mecánica*.



(Physiol:2020)

En una revisión del año 2010, el Dr. Brad Schoenfeld plantea que la hipertrofia muscular puede lograrse en un amplio rango de repeticiones; es decir que se puede lograr con pocas o altas repeticiones.

Existen tres mecanismos por medio del cual se plantea lograr esta hipertrofia muscular:

***Daño muscular:*** se dice que el entrenamiento puede resultar en un daño de tejido muscular localizado, que afecta algunas macromoléculas o incluso resulte en pequeños desgarros que comprometen el sarcolema, la lámina basal y la estructura del sarcolema, especialmente las líneas Z; todo esto deforma las membranas e influye en los túbulos T y en el metabolismo del calcio. Este trauma debido al entrenamiento se compara como una respuesta inflamatoria, y como mecanismo de defensa, aparecen diferentes células para evitar el daño muscular, como los neutrófilos, que migran al área del micro traumatismo en las fibras dañadas y, en respuesta, liberan agentes que atraen macrófagos y linfocitos. Los macrófagos eliminan los restos celulares para ayudar a mantener la ultraestructura de la fibra y producen citocinas que activan mioblastos, macrófagos y linfocitos. Se piensa que todo esto conduce a la liberación de varios factores de crecimiento que regulan la proliferación y diferenciación de las células satélite, las cuales se ha demostrado claramente fomentan el crecimiento muscular, llevando así a la hipertrofia.

***Tensión Mecánica:*** la tensión inducida mecánicamente, producida tanto por la generación de fuerza, como por el estiramiento, se considera esencial para el crecimiento muscular. La combinación de estos estímulos parece tener un efecto más pronunciado. La sobrecarga mecánica aumenta la masa muscular mientras que la descarga produce atrofia. Se cree que la tensión asociada con el entrenamiento de fuerza altera la integridad del músculo esquelético, provocando respuestas moleculares y celulares traducidas mecánicamente en las miofibrillas y las células satélite. También se cree que esta tensión desencadena unas vías de señalización celular a través de una cascada de eventos que involucran factores de crecimiento, citocinas, canales activados por estiramiento y complejos de adhesión focal.

Como se manifestó anteriormente, la evidencia sugiere que el proceso posterior está regulado a través de la vía AKT/mTOR. Durante las contracciones excéntricas, (fase negativa del movimiento) se desarrolla tensión muscular pasiva debido al alargamiento de los elementos extra miofibrilares, especialmente el contenido de colágeno en la matriz extracelular y la titina, esto aumenta la tensión activa desarrollada por los elementos contráctiles, potenciando la respuesta hipertrófica. Se estima que codifican señales para varias vías descendentes, incluidas  $\text{Ca}^{2+}$  calmodulina fosfatasa, calcineurina, CaMKII y CAMKIV, y PKC.

Este tipo de tensión produce una respuesta hipertrófica que es específica del tipo de fibra, con un efecto que se observa en las fibras de contracción rápida pero no en las de contracción lenta.

Aunque la tensión mecánica por sí sola puede producir hipertrofia muscular, es poco probable que sea la única responsable de las ganancias hipertróficas asociadas con el ejercicio. De hecho, se ha demostrado que ciertas rutinas de entrenamiento de fuerza que emplean altos grados de tensión muscular inducen en gran medida adaptaciones neuronales sin hipertrofia resultante.

***Estrés metabólico:*** numerosos estudios apoyan un papel anabólico del estrés metabólico inducido por el ejercicio, y algunos han especulado que la acumulación de metabolitos puede ser más importante que el desarrollo de mucha fuerza para optimizar la respuesta hipertrófica al entrenamiento. Aunque el estrés metabólico no parece ser un componente esencial del crecimiento muscular, la evidencia científica demuestra un efecto hipertrófico significativo, ya sea de manera primaria o secundaria. Esto es claramente observado en el entrenamiento de intensidad moderada adoptado por muchos culturistas que están destinados a aumentar el estrés metabólico mientras se mantiene una tensión muscular significativa.

El estrés metabólico se manifiesta como resultado del ejercicio que se basa en la glucólisis anaeróbica para la producción de ATP, lo que resulta en la posterior acumulación de metabolitos como lactato, ion hidrógeno, fosfato inorgánico, creatina y otros. También se ha demostrado que la isquemia muscular produce un estrés

metabólico sustancial y potencialmente produce un efecto hipertrófico aditivo cuando se combina con el entrenamiento glucolítico. Los mecanismos inducidos por el estrés, teorizados para mediar la respuesta hipertrófica incluyen alteraciones en el medio hormonal, hinchazón celular, producción de radicales libres y aumento de la actividad de los factores de transcripción orientados al crecimiento.

Sumado a esto se ha planteado la hipótesis de que un mayor ambiente ácido promovido por el entrenamiento glucolítico puede conducir a una mayor degradación de la fibra y una mayor estimulación de la actividad del nervio simpático, mediando así una mayor respuesta hipertrófica adaptativa.

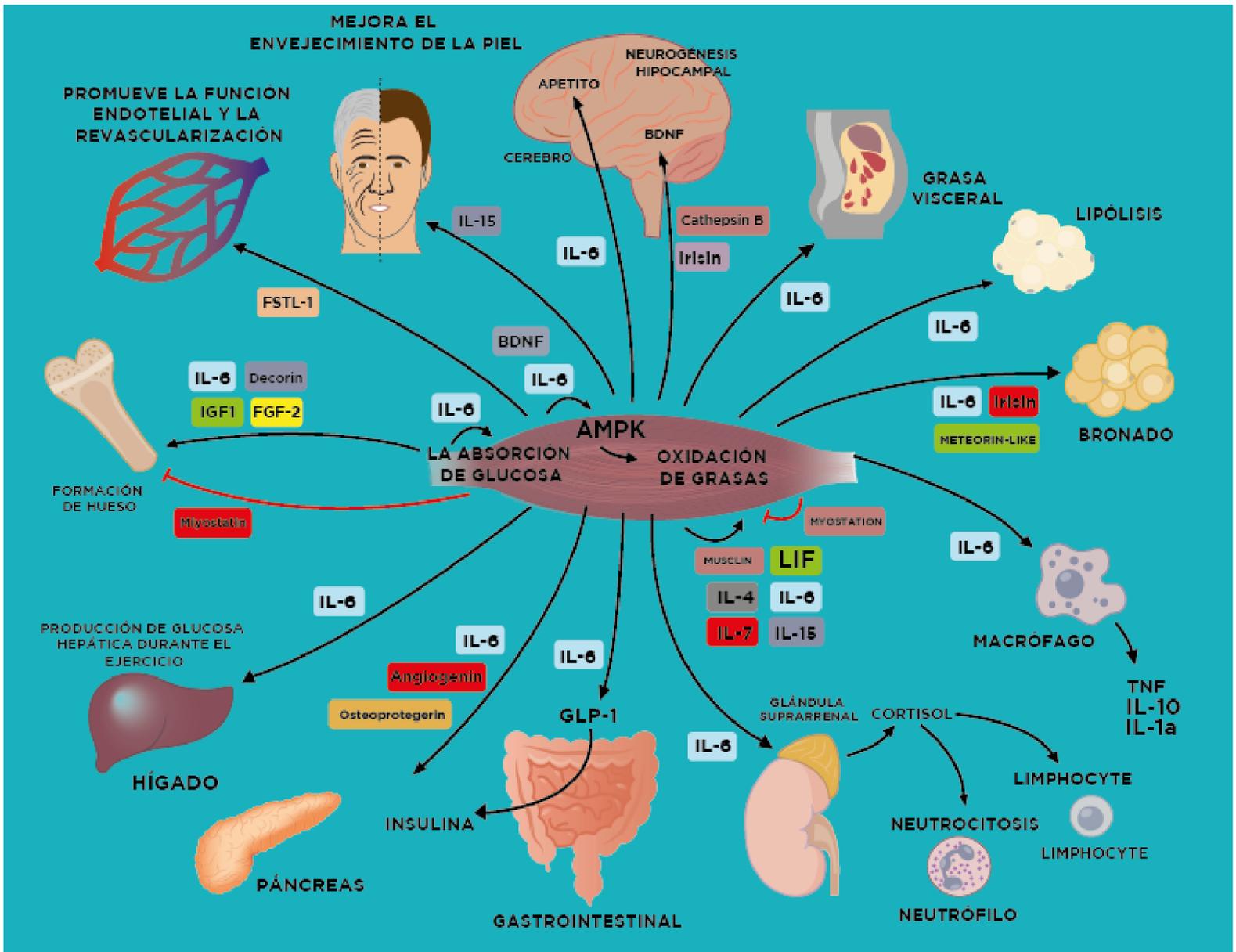
El otro punto muy importante son hormonas que puede llegar a producir el músculo, llamadas *mioquinas*, las cuales mejoran nuestro metabolismo en diferentes variables, por ejemplo, mejorando la sensibilidad a la insulina y la oxidación de grasas. Además, algunas *mioquinas* van a activar vías de señalización celular que favorecen la hipertrofia muscular. (IL4, IL6, IL7, IL15, LIF).

Durante las últimas dos décadas, se ha demostrado que el músculo esquelético funciona como un órgano endocrino, con la capacidad de producir y secretar cientos de *mioquinas* que ejercen sus efectos de manera autocrina, paracrina o endocrina.

Los avances recientes muestran que el músculo esquelético produce *mioquinas* en respuesta al ejercicio, lo que permite la diafonía entre el músculo y otros órganos, incluido el cerebro, el tejido adiposo, los huesos, el hígado, el intestino, el páncreas, el lecho vascular y la piel, así como la comunicación dentro de la piel y del propio músculo.

Aunque solo unas pocas *mioquinas* se han asignado a una función específica en humanos, se ha identificado que las funciones biológicas de las *mioquinas* incluyen efectos sobre la cognición, el metabolismo de lípidos y glucosa, pardeamiento de la grasa blanca, formación de hueso, función de las células endoteliales, hipertrofia, estructura de la piel y crecimiento tumoral. Esto sugiere que las *mioquinas* pueden ser biomarcadores útiles para

monitorear la prescripción de ejercicio para personas con cáncer, diabetes o enfermedades neurodegenerativas. Así que un motivo más para realizar fuerza. No solo para lograr hipertrofia y mejorar nuestra composición corporal; sino también, para disfrutar de grandes beneficios en nuestra salud. (Endocrine Reviews: 2020).



Así que este es un motivo más para realizar fuerza, no solo para lograr hipertrofia y mejorar nuestra composición corporal, sino también para disfrutar de grandes beneficios en nuestra salud (Endocrine Reviews, 2020).

## INSULINA

Para finalizar el capítulo revisamos esta hormona, la cual es considerada muy anabólica, y para nuestro objetivo de *hipertrofia muscular*, será una gran aliada.

Esta hormona es producida en las células beta de los islotes de Langerhans de nuestro órgano abdominal llamado páncreas. Se produce en respuesta a la ingesta de nutrientes: inicialmente a los carbohidratos simples y posteriormente a carbohidratos complejos. De manera errónea, muchos consideran que estos son los únicos nutrientes que podrían estimular la insulina, pero esto no es

así; aminoácidos, proteínas e incluso el consumo de grasas pueden estimular la producción de insulina. También el sabor dulce de algunos endulzantes, aun sin tener calorías, podrían estimular los receptores gustativos que tenemos, e incentivar, aunque en menor cantidad, la liberación de esta hormona.

La insulina activa diferentes vías anabólicas, entre ellas, las de *hipertrofia muscular*, lo cual es óptimo, pero una sobre estimulación de esta hormona por mucho tiempo y de forma constante, podría afectar de alguna manera su funcionamiento, y a futuro, terminar en una resistencia a la insulina.

Conociendo el poder anabólico de esta hormona, muchas empresas optan por buscar estimular la producción de la misma, incluyendo batidos llamados ganadores de peso, pero en varias ocasiones estos batidos incluyen grandes cantidades de azúcares, los cuales podrían ser perjudiciales a largo plazo, principalmente, en personas que no sean muy activas físicamente, que solo entrenan poco tiempo durante el día, e incluyan, además de estos batidos, otras fuentes de carbohidratos simples.

Otro inconveniente por una sobreestimulación de la hormona insulina es que, dentro de sus procesos anabólicos, la insulina también es anabólica con la grasa corporal. Es decir, almacena grasa fácilmente en nuestras células grasas, llamadas adipocitos, en forma de triglicéridos, y cuando los niveles de insulina están altos, no permite la oxidación de estos ácidos grasos.

Resumiendo, la insulina es una hormona muy anabólica que se estimula, principalmente, con la alimentación y se caracteriza por guardar glucosa en forma de glucógeno. También almacena aminoácidos y optimiza la síntesis de proteínas, pero además almacena triglicéridos y no facilita la liberación de estos ácidos grasos guardados.

*Las acciones de la insulina son las siguientes:*

### **Acciones muy positivas en el medio fitness:**

- Incremento de la síntesis de glucógeno (almacena glucosa en hígado y músculos).

- Disminución de la proteólisis (evita la destrucción de la proteína).
- Disminución de la gluconeogénesis (creación de nueva glucosa).
- Incremento en la captación de aminoácidos.
- Incremento en la captación de potasio.
- Modulación del tono muscular arterial.
- Incrementa la secreción de HCL por las células parietales del estómago.

### **Acciones que no agradan mucho en el medio fitness:**

- Disminución de la autofagia (nivel de degradación de las organelas dañadas).
- Incremento en la síntesis de ácidos grasos (tejido adiposo).
- Incremento en esterificación de ácidos grasos (síntesis de triglicéridos).
- Disminución de la lipólisis (romper ácidos grasos).

# CAPÍTULO



**ENTRENAMIENTO**

# ENTRENAMIENTO

El entrenamiento de fuerza es una modalidad de ejercicio que ha aumentado su popularidad en las últimas dos décadas, particularmente por su papel en mejorar el desempeño atlético, incrementando así la fuerza muscular, la potencia, la velocidad, la hipertrofia, la resistencia muscular local, el desempeño motor, el balance y la coordinación. (Kraemer, et al, 2004). Tradicionalmente, el entrenamiento de la fuerza fue desempeñado por pocos individuos, principalmente por atletas que pretendían ganar masa muscular, tales como los fisicoculturistas. Sin embargo, hoy día existe un mejor entendimiento sobre los beneficios relacionados con la salud que se obtiene mediante el entrenamiento de fuerza (Kraemer, et al, 2002).

El factor clave para el éxito en el entrenamiento de la fuerza, a cualquier nivel de condición física o edad, es el diseño de un programa apropiado. Este diseño dependerá de diferentes aspectos, tales como: la meta a conseguir, el método de evaluación, la correcta prescripción de las variables del programa y la inclusión de métodos específicos de progresión en áreas especiales del entrenamiento de la fuerza. Es importante recalcar que el entrenamiento de fuerza debería ser supervisado por profesionales calificados, para la prevención de lesiones, mejorar el desempeño y maximizar los beneficios de la salud (Mazzetti, et al, 2000).

Una variedad de métodos de entrenamiento es usada con la intención de incrementar la fuerza y la potencia, en deportes que demandan el desarrollo de la aceleración y la fuerza explosiva, en acciones de juego tales como, carreras cortas explosivas y saltos. La fuerza máxima es una cualidad básica que influencia el desempeño de la potencia; un incremento en la fuerza máxima mejora la fuerza relativa y, por lo tanto, la explosividad y las habilidades de potencia. Una relación significativa ha sido observada entre una repetición máxima (1RM), la velocidad y movimientos de aceleración.

Al incrementar la fuerza disponible en la contracción de los músculos, o grupos musculares apropiados; la aceleración y las tareas de velocidad, conjugadas en carreras cortas,

saltos y cambios de ritmo, mejoran de una forma notable (Delorme, 1945) (Bangsbo, et al, 1991).

Basados en el principio de sobrecarga, muchos libros y textos de entrenamiento recomiendan que un individuo, para obtener ganancias en la fuerza debería trabajar al menos con el 60% de una repetición máxima (Allsen, et al, 1984). Aplicando el principio de sobrecarga, varios investigadores han conducido diferentes trabajos para encontrar el número ideal de repeticiones y elegir el número adecuado de repeticiones máximas para ganancias de fuerza; la mayoría han concluido que las ganancias serán logradas cuando se realicen menos de 10RM (Werner W.K. et al, 1987).

Diferentes investigadores y algunos libros de texto en fisiología del ejercicio, determinan un número de repeticiones para una carga dada, pero este número absoluto de repeticiones cambia, de acuerdo al nivel de entrenamiento del evaluado, así como si es evaluado el tren superior o inferior, existe duda de si el tipo de fibra de músculo esquelético hará variar el número absoluto de repeticiones (Hickson RC, et al, 1994) (Werner w.k. et al, 1990).

El entrenamiento con peso es la actividad de elección para el desarrollo de la fuerza. Incrementos en la fuerza y la potencia de los músculos son posibles a través de programas de ejercicio que involucran vencer resistencias de peso muy altas. El ejercicio puede ser logrado utilizando pesos libres, máquinas a las cuales los pesos son incorporados o máquinas a las cuales hay que vencer resistencias opuestas, o provistas por otros medios, como bandas o electrónicamente.

El cuerpo humano puede desempeñar un número infinito de ejercicios de fuerza que involucran, cabeza, cuello, tronco y extremidades, por lo tanto, es necesario identificar los movimientos que fortalecen los músculos. Los movimientos básicos consisten en flexión del tronco, extensión y rotación del tronco, flexión del cuello, extensión, abducción y rotación, flexión de cadera y hombro, abducción y abducción en plano frontal y transversal, rotación, flexión y extensión de rodilla; flexión y extensión de codo y movimientos de la muñeca y el tobillo. Un programa típico

de entrenamiento de fuerza incluye un número limitado de movimientos articulares que puede incluir entre 8 y 10 diferentes ejercicios.

## **SISTEMA DE REPETICIÓN MÁXIMA**

Los programas de entrenamiento de fuerza alrededor del mundo son rutinariamente basados en un sistema de ejercicio llamado repetición máxima.

## **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA**

Históricamente, diseñar un programa de fuerza ha sido más que arte; es una ciencia, una parte vital del proceso, ya que la prescripción del ejercicio requiere el entendimiento de principios científicos. Varios principios de entrenamiento claves para el diseño del entrenamiento de fuerza incluyen los principios de: sobrecarga, especificidad, adaptación, progresión, individualización y mantenimiento.

<b>REPETICIÓN</b>	<i>Hace referencia a una ejecución del movimiento del ejercicio</i>
<b>SERIE</b>	<i>Una serie de un número dado de repeticiones</i>
<b>RM</b>	<i>El número dado de repeticiones posibles con una carga dada</i>
<b>1 RM</b>	<i>El peso con el cual, una sola repetición puede ser lograda</i>



(Knuttgen HG: 2007)

Cuando se prescribe el ejercicio de fuerza, se debe decidir que constituye un balance óptimo de estos factores, considerando el nivel individual actual del entrenado, así como sus metas personales (Feigenbaum, et al, 1999)(Fleck SJ, 1988).

## **VARIABLES AGUDAS DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO**

La efectividad de un programa de entrenamiento de fuerza depende de diferentes variables agudas para lograr un resultado específico, las cuales afectan el grado

de estímulo o resistencia soportada. Delorme y Watkins, fueron pioneros en el concepto de sobrecarga progresiva, que pertenece al fundamento del diseño de un programa del entrenamiento de la fuerza (Delorme TL, 1948). Su trabajo describe las variables clásicas: carga, frecuencia, duración e intensidad, las cuales han sido la piedra angular para lograr el principio de sobrecarga, y que luego, fueron bien definidas por Kraemer.

- **Carga:** cantidad total de peso levantado en un periodo de tiempo específico.
- **Frecuencia y Duración:** combinadas determinan el volumen, el cual es el número de series y repeticiones desempeñadas en un período de tiempo específico.
- **Intensidad:** hay dos tipos; *absoluta*, la cantidad de peso levantado y, *relativa*, el cociente entre la fuerza absoluta y el peso corporal (Kraemer W, 1983).

Las variables del programa agudo son: acción muscular, carga y volumen, selección de ejercicio y orden, períodos de descanso, velocidad de repetición y frecuencia (Bird SP, 2005).

## **ACCIÓN MUSCULAR**

La mayoría de los programas de entrenamiento de la fuerza incluyen repeticiones dinámicas de acciones musculares concéntricas y excéntricas, con acciones musculares isométricas que juegan un papel estabilizador secundario. Varios estudios de entrenamiento han demostrado que la fuerza muscular dinámica, cambios hormonales y cambios morfológicos en el músculo, son más importantes cuando se ejecutan este tipo de acciones dinámicas (Colliander, et al, 1990).

**Acción concéntrica:** El término concéntrico significa "que se dirige al centro". Por ello, durante esta activación, el músculo se contrae y provoca la rotación de la articulación en la dirección del músculo activado. Se produce esta acción mientras el músculo se contrae (se acorta). También es llamada *fase positiva*.

**Acción excéntrica:** el término excéntrico significa "que

se aleja del centro". Se produce esta acción mientras el músculo se elonga o alarga, también es llamada *fase negativa*.

**Acción isométrica:** significa "igual medida". Se produce cuando un músculo ejerce una fuerza mientras mantiene una longitud constante; la musculatura ni se acorta ni hace rotar la articulación.

## **CARGA Y VOLUMEN**

Alteraciones en la carga de entrenamiento y el volumen han mostrado afectar la respuesta hormonal, neuronal e hipertrófica y, adicionalmente, adaptaciones subsecuentes al entrenamiento de la fuerza. La interacción entre la carga y el volumen es el factor adecuado, para determinar el rango óptimo del estímulo de entrenamiento, para así conseguir adaptaciones neuromusculares.

La carga se refiere a la cantidad de peso asignado a una serie de cierto ejercicio y es, probablemente, la variable más importante en el diseño del programa de fuerza. La carga de entrenamiento puede ser determinada por el método de repeticiones máximas (la mayor cantidad de peso levantado de forma correcta para un número especificado de repeticiones) o algún porcentaje de una repetición máxima, 1RM. Prescribiendo el método de RM, está pensado para ser superior al de un porcentaje de RM. *Desde una perspectiva práctica no es necesario realizar pruebas para determinar cuál es el peso máximo* de 1RM, pues para mantener el estímulo de ejercicio efectivo, es recomendado que la carga de entrenamiento *sea incrementada entre un 2% a un 10%*, cuando el individuo pueda desempeñar la carga actual, logrando una o dos repeticiones más de las esperadas.

El entrenamiento continuo de RM relaciona la carga de entrenamiento con los amplios efectos derivados de este. El concepto continuo ilustra que, en cierto énfasis en el número de RM, se obtendrán ciertos resultados como, por ejemplo: *resistencia muscular, hipertrofia, fuerza máxima y potencia*.

- Cargas pesadas son usadas para obtener potencia (1-3 RM)

- Fuerza máxima: 3-8 RM
- Cargas moderadas para lograr *hipertrofia*: 8-15 RM
- Cargas bajas para resistencia muscular: más de 15 RM (Tan B, 1999) (Hass CJ, 2001).

El volumen describe la cantidad total de trabajo desempeñado en una sesión de entrenamiento, y es típicamente calculado como:

- Total de repeticiones (series x repeticiones)
- Volumen de carga (series x repeticiones x peso utilizado)

El volumen de entrenamiento es prescrito en términos de número de repeticiones por series, número de series por sesión y número de sesiones por semana. La importancia del volumen de entrenamiento para fuerza máxima y ganancias en el tamaño muscular durante la fase temprana del entrenamiento de la fuerza ha sido previamente demostrada (Ostrowski, 1997) (Paulsen, et al, 2003) (Baker, et al, 1994).

Un meta-análisis reveló que individuos no entrenados experimentaron ganancias máximas en su fuerza con una intensidad media de entrenamiento de 12 RM, mientras individuos entrenados lograban ganancias con 8 RM. Adicionalmente, se encontró, tanto en entrenados como inexperimentados, que se obtenían mayores beneficios cuando se realizaban cuatro series por grupo muscular. Por lo tanto, los programas para el entrenamiento de la fuerza, con el objetivo de mejorar esta y obtener hipertrofia, serían adecuados con cargas moderadas a pesadas con (6-15RM) y volumen moderado (3-4 series por ejercicio) (Rhea, et al, 2003).

## **SELECCIÓN DE EJERCICIOS Y ORDEN**

Los ejercicios que involucran varias articulaciones como sentadilla, press de banca y peso muerto son más demandantes desde el punto de vista neural. Generalmente estos son más efectivos para ganar fuerza, y en ellos es posible soportar mayor cantidad de peso. Los ejercicios que involucran una sola articulación, tales como: extensor de rodilla, flexor de codo, flexor de rodilla, son frecuentemente usados para aislar grupos musculares específicos y pueden tener menor riesgo de lesión. Diferentes estudios indican

que tanto ejercicios monoarticulares como poliarticulares, son efectivos para el incremento de fuerza e hipertrofia, y la recomendación es utilizar ambos tipos de ejercicio.

Respecto al orden de realización de los ejercicios, los estudios concluyen que son mayores los beneficios en fuerza y mayor respuesta desde el punto de vista hormonal cuando se inician los trabajos con grupos musculares grandes. Ejemplo: sentadilla (cuádriceps) y press de banca (pectoral mayor) (Sforzo, 1996) (Fahey, et al, 1976) (Volek, et al, 1997).

## **PERÍODOS DE DESCANSO**

El tiempo dedicado a la recuperación entre series es llamado tiempo de descanso o reposo. El tiempo que se utilice para este descanso depende de la meta para la cual se está entrenando, la carga relativa levantada y el estado de entrenamiento del individuo. Este período de reposo determina cuánta fuente de energía de ATP fosfocreatina es recuperada, así como el incremento en las concentraciones de lactato en sangre.

Los autores concluyen que efectos combinados de volumen alto, períodos cortos de descanso e intensidad moderada proveen un entorno hormonal más favorable para promover crecimiento muscular esquelético. Según diferentes estudios, cuando se prescriben programas de fuerza diseñados para mejorar la potencia, se necesitan descansos entre 5 y 8 minutos; para fuerza máxima entre 3 y 5 minutos; hipertrofia 1 a 2 minutos, y resistencia muscular entre 30 a 60 segundos. (Kraemer, et al, 1987) (Harris, et al, 1976) (Larson, 1997).

## **VELOCIDAD DE LA REPETICIÓN**

Son pocas las investigaciones sobre los efectos de diferentes velocidades. El método recomendado para velocidad de repetición es 2:1:4; 2 segundos fase concéntrica; 1 segundo de pausa y 4 segundos en fase excéntrica. Esta cadencia en la velocidad maximiza la tensión muscular, puede resultar en mayor ganancia de fuerza y en adaptaciones hipertróficas. Para individuos entrenados, pasar de una velocidad lenta a rápida, podría maximizar las ganancias de fuerza y potencia, pero se incrementa la posibilidad

de lesión en el sistema músculo esquelético (Pereira, et al: 2003) (Westcott, et al, 2001) (Keeler, et al, 2001).

Con respecto a las repeticiones concéntricas, existe evidencia de que las repeticiones más rápidas son beneficiosas para la hipertrofia, así como hay otra evidencia, que sugiere que el entrenamiento a velocidades moderadas tiene mayores efectos sobre la hipertrofia (Hakkinen, et al: 1985) (Nogueira, et al, 2009).

También se ha demostrado que mantener la tensión muscular continúa, a velocidades de repetición moderadas, mejora la isquemia y la hipoxia muscular, lo que aumenta la respuesta hipertrófica (Tanimoto, et al, 2008).

En general, se ha demostrado que el entrenamiento a velocidades muy lentas, es decir, el entrenamiento superlento, no es óptimo para el desarrollo de la fuerza y la hipertrofia y, por lo tanto, no debe emplearse cuando el objetivo es maximizar el crecimiento muscular.

Desde el punto de vista de la hipertrofia, la velocidad del movimiento puede tener mayor importancia en el componente excéntrico de una repetición. Aunque se ha demostrado que las contracciones concéntricas e isométricas producen una respuesta hipertrófica, la mayoría de los estudios parecen mostrar que las acciones excéntricas tienen el mayor efecto sobre el desarrollo muscular. Específicamente, el ejercicio de alargamiento se asocia con un aumento más rápido en la síntesis de proteínas y mayores aumentos en la expresión de ARNm de IGF-1, en comparación con el ejercicio concéntrico (Moore, et al, 2005).

Además, el entrenamiento isotónico e isocinético, que no incluye contracciones excéntricas, resulta en menos hipertrofia que aquellos que incluyen alargamiento de contracciones.

## **FRECUENCIA**

Revisando diferentes entrenamientos empíricos, estudios y meta-análisis sobre el tema, las recomendaciones son: para individuos no entrenados entrenar todo el cuerpo 2-3 veces por semana. Cuando el estado de entrenamiento vaya cambiando, y él se adapte, la frecuencia será 3-4

veces por semana con programas alternos de trabajos del tren superior y el tren inferior. Para individuos con estado avanzado de entrenamiento, la frecuencia de entrenamiento es 4-6 veces por semana (Rhea, et al, 2003) (Braith, et al, 1989) (Carroll, et al, 1998).

## **CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE PROGRESIÓN**

**Sobrecarga progresiva:** se refiere al aumento gradual de la tensión que se ejerce sobre el cuerpo durante el entrenamiento. En realidad, los procesos adaptativos del cuerpo humano sólo responderán si se les pide continuamente que ejerzan una mayor magnitud de fuerza, para así satisfacer demandas fisiológicas más elevadas. Teniendo en cuenta que las adaptaciones fisiológicas a un programa de entrenamiento de resistencia estándar, y no variado, pueden ocurrir en un período de tiempo relativamente corto, es necesario aumentar sistemáticamente las demandas impuestas al cuerpo para mejorar aún más.

Hay varias formas en las que se puede introducir una sobrecarga durante el entrenamiento de fuerza con peso. Para mejorar la fuerza, la hipertrofia, la resistencia muscular local y la potencia se puede:

- 1** Aumentar la carga (resistencia).
- 2** Agregar repeticiones a la carga actual.
- 3** Aumentar la velocidad de repetición con cargas submáximas.
- 4** Los períodos de descanso pueden acortarse para mejorar la resistencia o alargarse para el entrenamiento de fuerza y potencia.
- 5** El volumen, es decir, el trabajo total representado como el producto del número total de repeticiones realizadas y la resistencia puede ser aumentado dentro de límites razonables o cualquier combinación de las anteriores.
- 6** Se ha recomendado que solo se prescriban pequeños aumentos en el volumen de entrenamiento (2,5-

5%) para evitar el sobreentrenamiento (American College of Sports, 2002).

La investigación actual sugiere que las ganancias máximas en la hipertrofia muscular se logran mediante regímenes de entrenamiento que producen un estrés metabólico significativo mientras se mantiene un grado moderado de tensión muscular. Un programa orientado a la hipertrofia debe emplear un rango de repetición de 6 a 15 repeticiones por serie, con intervalos de descanso de 60 a 90 segundos entre series.

Los ejercicios deben variar de forma multiplanar y multiangular para garantizar la máxima estimulación de todas las fibras musculares. Deben emplearse múltiples series en el contexto de una rutina de entrenamiento dividida para generar el entorno anabólico. Al menos algunas de las series deben llevarse a cabo hasta el punto de falla muscular concéntrica, quizás, alternando microciclos de series hasta la falla, y los que no se realizaron hasta la falla, para minimizar la posibilidad de sobreentrenamiento.

Las repeticiones concéntricas deben realizarse a velocidades rápidas a moderadas (1 a 3 segundos), mientras que las repeticiones excéntricas deben realizarse a velocidades ligeramente más lentas (2 a 4 segundos). El entrenamiento debe ser periodizado, de modo que la fase de hipertrofia culmine en un breve período de sobrealcance de mayor volumen seguido de una puesta a punto para permitir una supercompensación óptima del tejido muscular (Schoenfeld, 2010).

Hablando de variables de la hipertrofia muscular y siendo prácticos en el mundo fitness, veamos estas variables como un rompecabezas que nos entregan dentro de una caja, y la única tarea que debemos hacer es dedicarle tiempo y armarlo.

Hay varias consideraciones para armar ese rompecabezas, pero a medida que vas entrenando y ganando experiencia, obtienes las pistas que la ciencia nos va entregando y cada vez vamos a generar un mejor paisaje para construir este fenómeno de hipertrofia a nivel muscular. La hipertrofia obedece a varios contextos o varios caminos, mediante los cuales nosotros podemos crear ese crecimiento o aumento

en tamaño de las fibras musculares.

Los culturistas generalmente entrenan con cargas moderadas e intervalos de descanso bastante cortos que inducen grandes cantidades de estrés metabólico. Los levantadores de pesas, por otro lado, entrenan rutinariamente con cargas de alta intensidad y largos períodos de descanso entre series.

Hay un camino que está basado en la *tensión mecánica* donde realmente encontramos la hipertrofia más funcional; este concepto es un componente muy importante indiscutiblemente a nivel de hipertrofia, y es la base del trabajo, según evidencia científica reciente, para lograr hipertrofia muscular. Por otro lado, también podemos disfrutar de las ventajas del *estrés metabólico* a la hora de generar hipertrofia.

Básicamente para entenderlo de una forma más sencilla, la tensión mecánica es ese camino donde nosotros preferimos la intensidad en los entrenamientos. ¿Qué quiere decir intensidad como variable? Se refiere a la carga y el peso, es decir, que la tensión mecánica busca la hipertrofia agregando más carga y cuando se tiene más carga en la barra o más peso en las sentadillas, obviamente las repeticiones son mejores. Entonces, *tensión mecánica* se refiere a cargas altas en repeticiones bajas y, por el otro lado estaríamos encontrándonos el camino opuesto que es el *estrés metabólico*, que hace más referencia a una especie de bombeo, ya que el número de repeticiones aquí es mucho más alto, y el tiempo de descanso es más corto.

Realmente, como ya lo hemos descrito, por ambos caminos se encuentra la hipertrofia, y dentro de este panorama, damos origen al daño muscular, el cual hace parte del componente importante y conjuntivo para generar hipertrofia.

## **RESUMIENDO**

***Tensión mecánica:*** cargas altas, repeticiones bajas y pausas entre serie y serie un poco más largas, entre 1 a 3 minutos, y cuando las cargas son muy altas, de 3 a 5 minutos de descanso.

**Estrés metabólico:** cargas bajas a moderadas con altas repeticiones y una pausa corta entre serie y serie, de 30 segundos a 1 minuto 30 segundos.

Como hemos dicho, el factor predominante es la intensidad, siendo la variable de ejercicio más importante para estimular el crecimiento muscular. Por lo anterior, dejamos un poco más claro lo referente a la intensidad del entrenamiento (Fry, 2004).

## **INTENSIDAD DE ENTRENAMIENTO**

Definitivamente la intensidad, es decir, la carga, tiene un impacto significativo en la hipertrofia muscular. La intensidad se expresa habitualmente como un porcentaje de 1RM y equivale al número de repeticiones que se pueden realizar con un peso determinado.

El número de repeticiones se pueden clasificar en 3 rangos básicos:

- Baja (1-5)
- Moderada (6-15)
- Alta (más de 15)

Cada uno de estos rangos de repetición implica el uso de diferentes sistemas de energía y grabará el sistema neuromuscular de diferentes maneras, lo que afectará el alcance de la respuesta hipertrófica.

El uso de altas repeticiones generalmente ha demostrado ser inferior a rangos de repetición moderados y más bajos para provocar aumentos en la hipertrofia muscular (Campos, et al, 2002).

Aunque el entrenamiento de altas repeticiones puede provocar un estrés metabólico significativo, la carga es inadecuada para reclutar y fatigar las UM de umbral más alto.

Si las repeticiones bajas o las repeticiones moderadas evocan una mayor respuesta hipertrófica ha sido un tema de debate, y *ambas producen ganancias significativas en el crecimiento muscular*. Sin embargo, prevalece la creencia de que un rango moderado, de aproximadamente 6 a 15

repeticiones, optimiza la respuesta hipertrófica.

La superioridad anabólica de las repeticiones moderadas se atribuye a factores asociados con el estrés metabólico. Aunque las series de baja repetición se llevan a cabo casi exclusivamente por el sistema de fosfocreatina, los esquemas de repetición moderada dependen en gran medida de la glucólisis anaeróbica. Esto da como resultado una acumulación significativa de metabolitos. Los estudios de rutinas de ejercicios de estilo culturismo realizadas con múltiples series de 6 a 15 repeticiones muestran disminuciones significativas después del ejercicio en ATP, fosfato de creatina y glucógeno, junto con aumentos marcados en lactato sanguíneo, lactato intramuscular y glucosa. Se ha demostrado que la acumulación de estos metabolitos tiene un impacto significativo en los procesos anabólicos (Kraemer, et al, 2005).

Por tanto, es concebible que haya un umbral máximo para la hipertrofia inducida por tensión, por encima del cual los factores metabólicos se vuelven más importantes que los aumentos adicionales de carga.

Como resultado de la acumulación metabólica, se ha demostrado que el entrenamiento de rango de repetición moderado maximiza la respuesta hormonal anabólica aguda del ejercicio. Tanto la testosterona, como la GH, se elevan de forma aguda en mayor grado con las rutinas que emplean series de repeticiones moderadas en comparación con las que utilizan repeticiones más bajas, lo que aumenta el potencial de interacciones celulares posteriores que facilitan la remodelación del tejido muscular (Hakkinen, et al, 1993) (Kraemer, et al, 1991).

Durante el entrenamiento moderado de repeticiones también hay ganancia de agua dentro de las células, y las venas que extraen sangre de los músculos activos se comprimen, mientras que las arterias continúan suministrando sangre a los músculos activos, creando así una mayor concentración de plasma sanguíneo intramuscular; esto hace que el plasma se filtre fuera de los capilares hacia los espacios intersticiales. La acumulación de líquido en los espacios intersticiales provoca un gradiente de presión extracelular, que, a su vez, provoca un flujo de plasma de regreso al músculo, lo que causa el fenómeno comúnmente

conocido como “bomba”.

Además, el tiempo extra bajo tensión asociado con un esquema de repetición moderada, en comparación con un esquema de repeticiones más bajas mejoraría teóricamente el potencial de microtrauma y fatiga en todo el espectro de fibras musculares. Esto parecería tener mayor aplicabilidad para la hipertrofia de las fibras de contracción lenta, que tienen una mayor capacidad de resistencia en comparación con fibras de contracción rápida y, por lo tanto, se beneficiarían de un mayor tiempo bajo tensión.

Algunos investigadores han postulado que los músculos que contienen un mayor porcentaje de fibras de contracción lenta, podrían tener la mayor respuesta hipertrófica a un rango de repetición más alto, mientras que los músculos de contracción rápida responderían mejor a repeticiones más bajas. *Aunque este concepto es intrigante, la investigación no ha confirmado una prescripción de tipo de fibra con respecto al rango de repetición.* Además, dada la variabilidad de la composición de tipos de fibras entre individuos, sería difícil o imposible determinar las proporciones de tipos de fibras sin una biopsia muscular, lo que haría que la aplicación no fuera práctica para la gran mayoría de las personas.

## **DENSIDAD DEL ENTRENAMIENTO**

Otra variable importante es la llamada densidad del entrenamiento, determinada por el tiempo total de entrenamiento, dividido sobre el tiempo total de descanso. Es decir, la densidad del entrenamiento será mayor y, por ende, la intensidad del entrenamiento será mayor, si el tiempo de descanso entre serie y serie es menor.

**Ejemplo de entreno 90 minutos  
y descanso 60 minutos**

$$90 / 60 = 1.5$$

**Ejemplo de entreno 90 minutos  
y descanso 45 minutos**

$$90 / 45 = 2.0$$

## **VELOCIDAD DE LA REPETICIÓN**

Otra variable que va a determinar la intensidad del entrenamiento es la velocidad con que se ejecutan

las repeticiones. Trabajar a una baja velocidad hará el entrenamiento más intenso, y mucho más cuando se hace énfasis en la fase excéntrica o negativa. Esta velocidad también jugará un papel importante en que tan intenso o no sea el entrenamiento.

Ahora recordemos otra variable del entrenamiento muy importante, la cual es el volumen que se lleva a cabo durante el entrenamiento:

## **VOLUMEN DEL ENTRENAMIENTO**

Una serie se puede definir como el número de repeticiones realizadas consecutivamente sin descanso, mientras que el volumen de ejercicio se define como el producto del total de repeticiones, series y carga realizada en una sesión de entrenamiento. Los protocolos de entrenamientos con series múltiples de mayor volumen han demostrado ser superiores a los protocolos de entrenamientos de series únicas con respecto al aumento de la hipertrofia muscular (Krieger, 2010).

No está claro si la superioridad hipertrófica de las cargas de trabajo de mayor volumen son producto de una mayor tensión muscular total, daño muscular, estrés metabólico o alguna combinación de estos factores. Se ha demostrado de manera constante que los programas de mayor volumen y estilo de construcción del cuerpo generan una actividad glucolítica significativa elevan los niveles de testosterona de forma aguda en mayor medida que las rutinas de bajo volumen (Kraemer, et al, 1991).

De igual manera, se ha demostrado que los programas de mayor volumen median la liberación aguda de GH, particularmente en rutinas diseñadas para aumentar el estrés metabólico (Hoffman, et al, 2003).

Una rutina de cuerpo dividido, en la que se realizan múltiples ejercicios para un grupo muscular específico en una misma sesión, puede ayudar a maximizar la respuesta hipertrófica (Kerksick, et al, 2009).

En comparación con las rutinas de cuerpo completo, una rutina dividida permite mantener el volumen de entrenamiento semanal total con menos series realizadas

por sesión de entrenamiento y una mayor recuperación entre sesiones. Esto puede permitir el uso de cargas de entrenamiento más pesadas diariamente y, por lo tanto, generar una mayor tensión muscular. Además, las rutinas divididas pueden servir para aumentar el estrés metabólico muscular al prolongar el estímulo de entrenamiento dentro de un grupo muscular dado, incrementando potencialmente las secreciones hormonales anabólicas agudas, la hinchazón celular y la isquemia muscular.

Para maximizar la hipertrofia, existe evidencia de que el volumen debe incrementarse progresivamente durante un ciclo periodizado, culminando en un breve período de sobrecarga. Sin embargo, los períodos prolongados de sobrecarga pueden conducir rápidamente a un estado de sobreentrenamiento, el cual tiene efectos catabólicos sobre el tejido muscular. Dicho efecto se caracteriza por una disminución crónica de las concentraciones de testosterona y de la hormona luteinizante, además de un aumento de los niveles de cortisol.

Dado que las habilidades recuperativas son altamente variables entre individuos, es esencial conocer el estado de entrenamiento de un atleta y ajustar el volumen en consecuencia para evitar un efecto negativo en la acumulación de proteínas.

Además, la búsqueda de entrenar con un gran volumen debe equilibrarse con las disminuciones de rendimiento, derivadas de largas sesiones de ejercicio. Los entrenamientos prolongados tienden a asociarse con una menor intensidad de esfuerzo, una disminución de la motivación y con alteraciones en la respuesta inmune. *En consecuencia, se ha propuesto que los entrenamientos intensos no deberían durar más de una hora para asegurar la máxima capacidad de entrenamiento durante toda la sesión* (Zatsiorsky, 1995).

En mi opinión, una sesión bien realizada debería tener esta duración de 60 minutos, y máximo, incluyendo el calentamiento y enfriamiento, debería durar 90 minutos.

Entonces, de las dos formas, obtenemos ganancia de masa muscular, pero si debiéramos darle predilección a alguno de los dos, sería a la hipertrofia funcional vía tensión

mecánica, donde hay una mecano-transducción de esas cargas altas que lo transforma en un proceso que va de lo físico a lo químico, siendo esta la forma donde más podríamos optimizar el proceso de hipertrofia.

A lo largo que vamos armando este rompecabezas del entrenamiento, vamos encontrando una adaptación que resulta muy fácil, y es ahí donde debemos tener precaución de no entrar en adaptaciones que no queremos, como las de tipo muscular, ya que siempre vamos a querer evolucionar a nivel muscular, romper los estancamientos y romper la adaptación que se pueda crear a este nivel y, obviamente, estar en constante progreso. Porque no hay nada más frustrante que empezar a entrenar y a comer bien, con la disciplina con la que se deben hacer las cosas y no encontrar resultados. Este es uno de los motivos por los cuales mucha gente abandona, debido a que nunca vio un progreso. Parte del éxito de no estancarse, es modificar de manera constante las variables del entrenamiento que hemos visto, es decir, modificar, la carga, el volumen, la densidad del entrenamiento, la velocidad de las repeticiones y así, progresivamente, ir jugando y armando este rompecabezas.

Estoy en desacuerdo con las personas que dicen que el 70% es alimentación y el 30% es el entrenamiento. No sé de dónde salió esta regla con la cual yo difiero, para mí, son igual de importantes. Diría que son: el 100% la alimentación, así como el 100% el entrenamiento, sin olvidarnos del merecido y reparador descanso. Es decir, todo hay que hacerlo al 100%, porque si no es así, los resultados no van a llegar nunca. Incluso el conocimiento también debe estar al 100%.

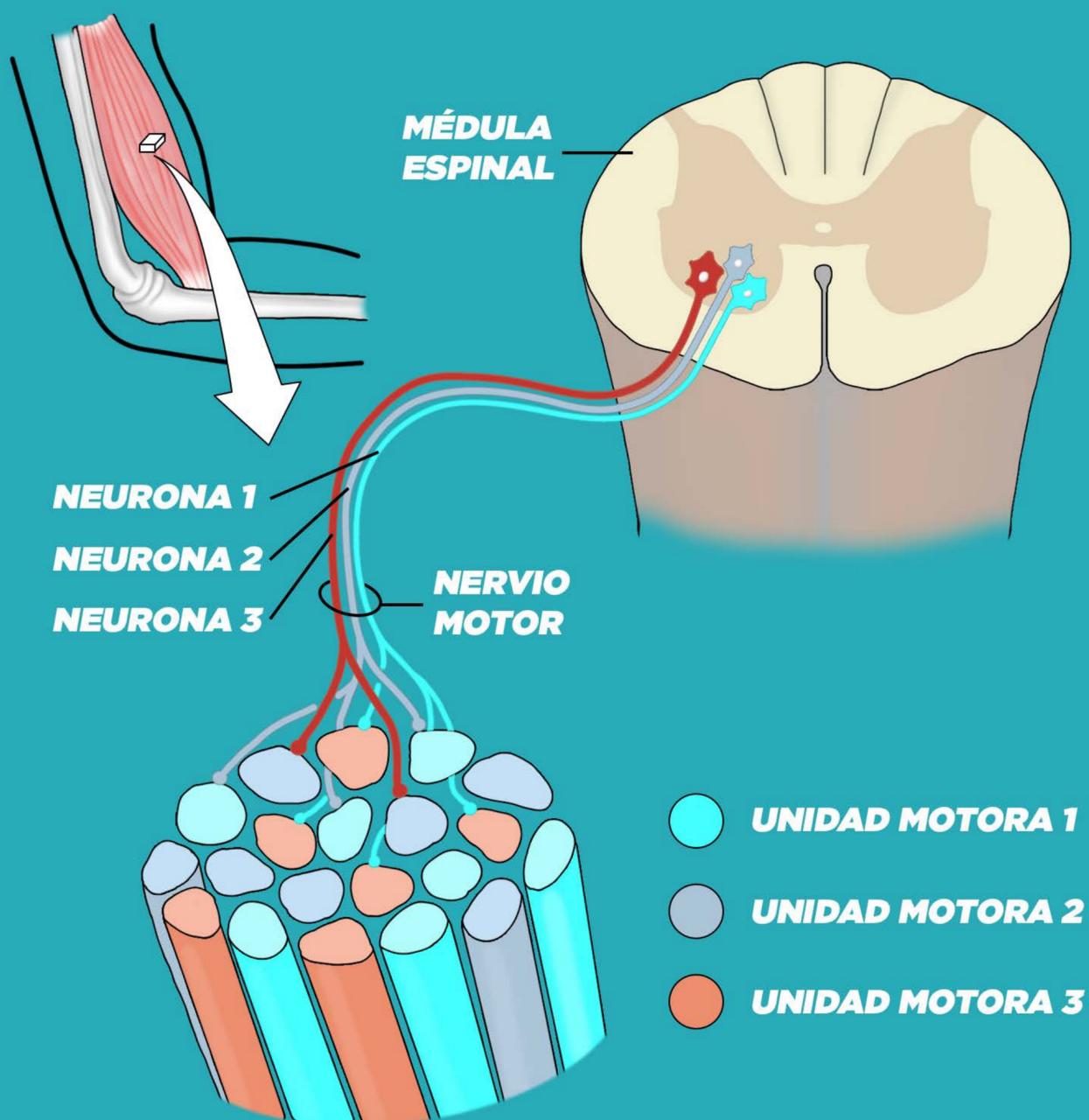
Muchas personas juzgan grandes físicos porque dicen que son logrados solamente por el uso de esteroides anabólicos, pero yo creo que, detrás de la historia de esos grandes físicos hay mucho conocimiento involucrado, y creo también que hay que jugarlos esto hacia el lado del conocimiento, es decir, entre más conocimiento tengamos, más susceptibles nos volvemos para evolucionar en nuestro plan de alimentación, nuestra suplementación y nuestro entrenamiento.

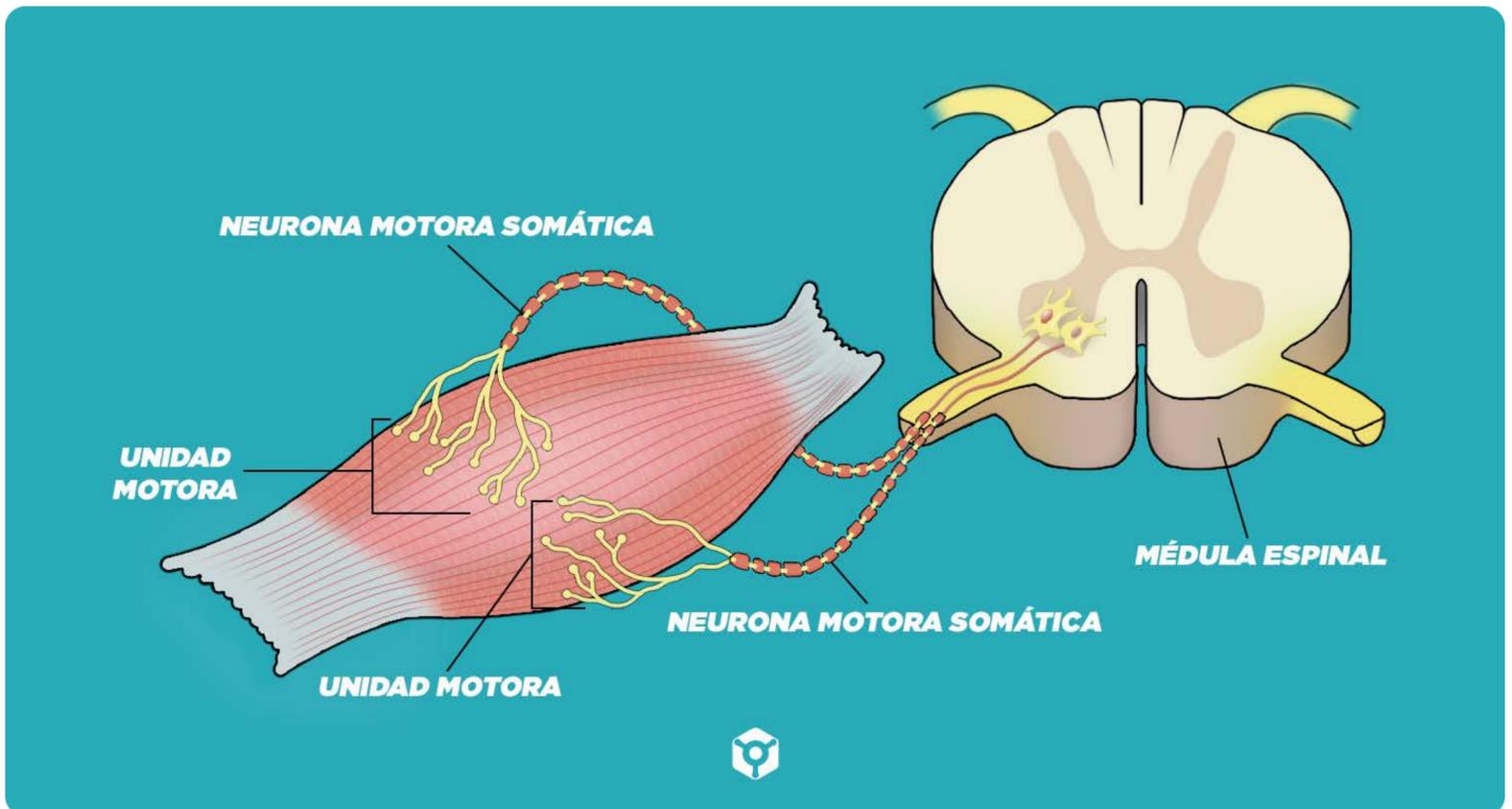
Entonces, para evitar las adaptaciones de tipo muscular hay una estrategia, la cual nos dice que tenemos que

periodizar. La periodización nos va a decir que juguemos con las variables que hemos estado revisando.

Si usted no quiere adaptarse muscularmente, entonces lo que se debe hacer es periodizar su rutina, teniendo en cuenta siempre el principio que ya aclaramos de sobrecarga progresiva. Existen adaptaciones que, si queremos y una de ellas es la adaptación neural, debemos entrenar a quien gobierna el músculo antes de tener progresos a nivel muscular. Recordemos que el encargado de enviar la información hasta el músculo es un nervio que lleva la información desde la médula espinal hasta la fibra muscular. Como vimos en la sesión anterior, todo esto es considerado como una unidad. A dicha información, que viene desde la médula, al nervio que lleva la información, y a las fibras musculares gobernadas por este nervio, se le llama *unidad motora*.

### UN MÚSCULO PUEDE TENER MUCHAS UNIDADES MOTORAS DE DIFERENTES TIPOS DE FIBRAS





La fuerza que logramos en el músculo es inicialmente gracias a la adaptación neural. Entonces nosotros, de manera obligatoria, debemos empezar a cultivar nuestra fuerza, y hacerlo a lo largo del tiempo, además de entrenar la fuerza, porque entre más trabajo de fuerza tengamos, más tensión mecánica habrá y así trabajaremos mejor nuestras unidades motoras, las cuales podemos reclutar de mejor forma para tener mayor fuerza a raíz de ejercitarla; así vamos a conseguir más intensidad y esto permitirá mayor hipertrofia y más resistencia muscular. Deberíamos dejar de abusar de esos entrenamientos con solo bombeos y bombeos (muchísimas repeticiones), que no involucran para nada la tensión mecánica.

También es importante lograr adaptaciones osteoarticulares (fortalecer las articulaciones y los huesos), porque son las que nos previenen de las lesiones músculoesqueléticas. Para conseguir esta adaptación, tenemos que repetir y progresar en la calidad de nuestros movimientos musculares, o lo que llamamos técnica. Por eso, también puede ser un error realizar rutinas donde se cambian con tanta frecuencia los ejercicios, pensando que al hacer muchas variaciones se obtendrán mejores resultados.

La verdad, es mejor progresar con un ejercicio específico, por ejemplo, press de banco plano; primero deberíamos mejorar la técnica y realizar muchas repeticiones, lo cual nos puede ayudar mucho con lo que queremos conseguir. De esta manera vamos a lograr ciertas adaptaciones osteoarticulares que nos van a evitar lesiones, ya que, recuerden, la longevidad y progreso en el deporte está condicionado siempre a estar sano. Entonces no hay por

qué estar cambiando de ejercicio para progresar, lo que debes hacer primero es mejorar tu técnica y después cambiar las variables del entrenamiento antes vistas.

No dejen por fuera de su rutina aquellos ejercicios que la ciencia ha demostrado que son los mejores, como los ejercicios básicos multiarticulares, que ahora indicaremos. Es claro entonces que no se deben sacar de su rutina de entrenamiento.

Vamos a empezar a trabajar sobre las variables, y yo creo, que una de las más importantes, indiscutiblemente, es la intensidad, esta es el grado de esfuerzo desarrollado al realizar cada repetición.

Muchas personas dicen: “una rutina súper intensa de una hora la saque en media hora”. Esto no es intensidad. En las variables que se refieren a la hipertrofia a nivel muscular, la intensidad está más relacionada con el porcentaje de carga.

Por el lado de la tensión mecánica es donde nos encontramos trabajando con el RM (que significa repetición máxima, y es el máximo número de repeticiones que se puedan lograr con un peso específico), es decir que 1RM es el peso con el que yo puedo hacer 1 repetición, pero no podría hacer 2, lo que implica que tengo el porcentaje del RM al 100%. Ojo con esto: si a mí me dicen que haga 5 repeticiones, quiere decir que estoy más o menos al 87% del RM, esto significa que voy a poner un peso en esa barra con el que yo pueda hacer 5 repeticiones, pero no podría hacer 6; esto en cuanto a la cantidad de RM. Pero lamentablemente, lo anterior no aplica para todas las personas, ya que depende del tipo de fibra muscular ¿Me hago entender?

**PERSONA 1**

**Máximo peso en sentadilla 100 kg**

**1 RM es 100 kg**

**PERSONA 2**

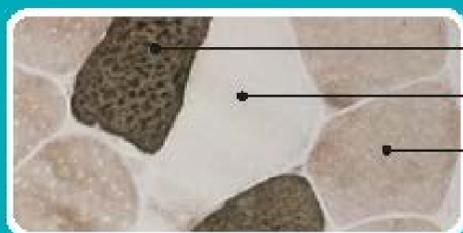
**Máximo peso en sentadilla 100 kg**

**1 RM es 100 kg**

**PERSONA 1****Le colocamos 80 kg en la sentadilla****Hace 9 RM****PERSONA 2****Le colocamos 80 kg en la sentadilla****Hace 12 RM****Ejemplo:**

¿Por qué sucede esto? Es porque su tipo de fibras y tipo de entrenamiento han sido diferentes. Por lo anterior, es mejor trabajar con el número de RM de esas personas y no con porcentaje de carga.

Cuando uno está al 1RM es porque es muy neural, es decir, las principales adaptaciones se van a lograr a nivel neural y no a nivel muscular. Si mi intención es cultivar más la hipertrofia y ganar fuerza, me debería ubicar en el rango de 6 a 15 RM, donde deja de ser un poco neural y también se crea sinergia con la parte muscular. Nos debe quedar muy claro que entre más cercano al RM trabajemos, habrá mayor tensión mecánica y, entre más lejano al RM, habrá más estrés metabólico.

**TIPOS DE FIBRA MUSCULAR ESQUELÉTICA****CARACTERÍSTICAS DE LOS TRES TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES ESQUELÉTICAS**

FIBRA OXIDATIVA LENTA

FIBRA GLUCOLÍTICA RÁPIDA

FIBRA OXIDATIVA-GLUCOLÍTICA RÁPIDA

CORTE TRANSVERSAL DE LOS TRES TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

CARACTERÍSTICA	FIBRAS OXIDATIVAS LENTAS	FIBRAS OXIDATIVAS-GLUCOLÍTICAS RÁPIDAS	CARACTERÍSTICA
DIÁMETRO DE LA FIBRA	EL MÁS PEQUEÑO	INTERMEDIO	EL MÁS GRANDE
CONTENIDO DE MIOGLOBINA	GRAN CANTIDAD	GRAN CANTIDAD	PEQUEÑA CANTIDAD
MITOCONDRIAS	MUCHAS	MUCHAS	POCAS
CAPILARES	MUCHOS	MUCHOS	POCOS
COLOR	ROJO	ROJO-ROSADO	BLANCO (PÁLIDO)
CAPACIDAD PARA GENERAR ATP Y MÉTODO UTILIZADO	ALTA CAPACIDAD, POR RESPIRACIÓN AEROBIA	CAPACIDAD INTERMEDIA. TANTO POR RESPIRACIÓN AEROBIA COMO POR GLUCÓLISIS ANAEROBIA	CAPACIDAD BAJA, POR GLUCÓLISIS ANAEROBIA
VELOCIDAD DE HIDRÓLISIS DEL ATP POR LA MIOSINA-ATPasa	LENTA	RÁPIDA	RÁPIDA
VELOCIDAD DE CONTRACCIÓN	LENTA	RÁPIDA	RÁPIDA
RESISTENCIA A LA FATIGA	ALTA	INTERMEDIA	BAJA
CREATINCINASA	CANTIDAD MÁS BAJA	CANTIDAD INTERMEDIA	MÁXIMA CANTIDAD
DEPÓSITOS DE GLUCÓGENO	BAJOS	INTERMEDIOS	ALTOS
ORDEN DE RECLUTAMIENTO	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO
LUGAR DONDE LAS FIBRAS SON ABUNDANTES	MÚSCULOS POSTURALES COMO LOS DEL CUELLO	MÚSCULOS DE LOS MIEMBROS INFERIORES	MÚSCULOS DE LOS MIEMBROS SUPERIORES
FUNCIONES PRIMARIAS DE LAS FIBRAS	MANTENIMIENTO DE LA POSTURA Y ACTIVIDADES DE RESISTENCIA AEROBIA	CAMINATA, CARRERA DE COMPETENCIA	MOVIMIENTOS QUE REQUIEREN MUCHA FUERZA, RÁPIDOS DE CORTA DURACIÓN



## RECORDEMOS:

### Fibras tipo I

Son llamadas fibras rojas o fibras de **contracción lenta**, llamadas también **oxidativas lentas**. Estas son más resistentes a la fatiga y tienen diámetro pequeño. Al ser oxidativas tienen la propiedad de utilizar el oxígeno, por lo que contienen gran cantidad de mioglobina, que transporta el oxígeno dentro del músculo y es la que le confiere el **color rojo** que les caracteriza. Al ser oxidativas contienen gran cantidad de **mitocondrias**, que son las plantas energéticas celulares donde ocurren las reacciones del metabolismo oxidativo y producen gran cantidad de ATP.

### Fibras tipo II

Son llamadas fibras blancas o fibras de **contracción rápida**, llamadas también glucolíticas. Son fibras mucho más fuertes que las fibras de contracción lenta. Emplean la glucosa de la sangre y el glucógeno de los músculos, por lo que se **reclutan** sobre todo para actividades tales como levantar pesas, un salto, o un lanzamiento de una bola.

Las fibras de contracción rápida se dividen en fibras IIa y fibras IIx.

**Fibras IIa:** son de mayor diámetro que las fibras tipo I, pero menores que las de tipo IIx y presentan también una alta cantidad de mitocondrias, lo que les permite producir también energía a partir del sistema oxidativo (además del sistema glucolítico propio de las fibras tipo II). Se reclutan después de las fibras tipo I en movimientos rápidos, repetitivos y de poca intensidad.

**Fibras IIx:** son las fibras de mayor tamaño, con bajo contenido en mioglobina, por lo que su aspecto es un poco más pálido. Tienen alta capacidad glucolítica y se reclutan sólo cuando se requiere un esfuerzo muy rápido y muy intenso, como en levantamiento de pesas y movimientos explosivos como lanzamientos, o saltos.

## PROMEDIO DEL CONTENIDO DE FIBRAS EN LA POBLACIÓN EN GENERAL

**52 - 55% FIBRAS TIPO I**

**30 - 35% FIBRAS TIPO IIa**

**12 - 15% FIBRAS TIPO IIx**

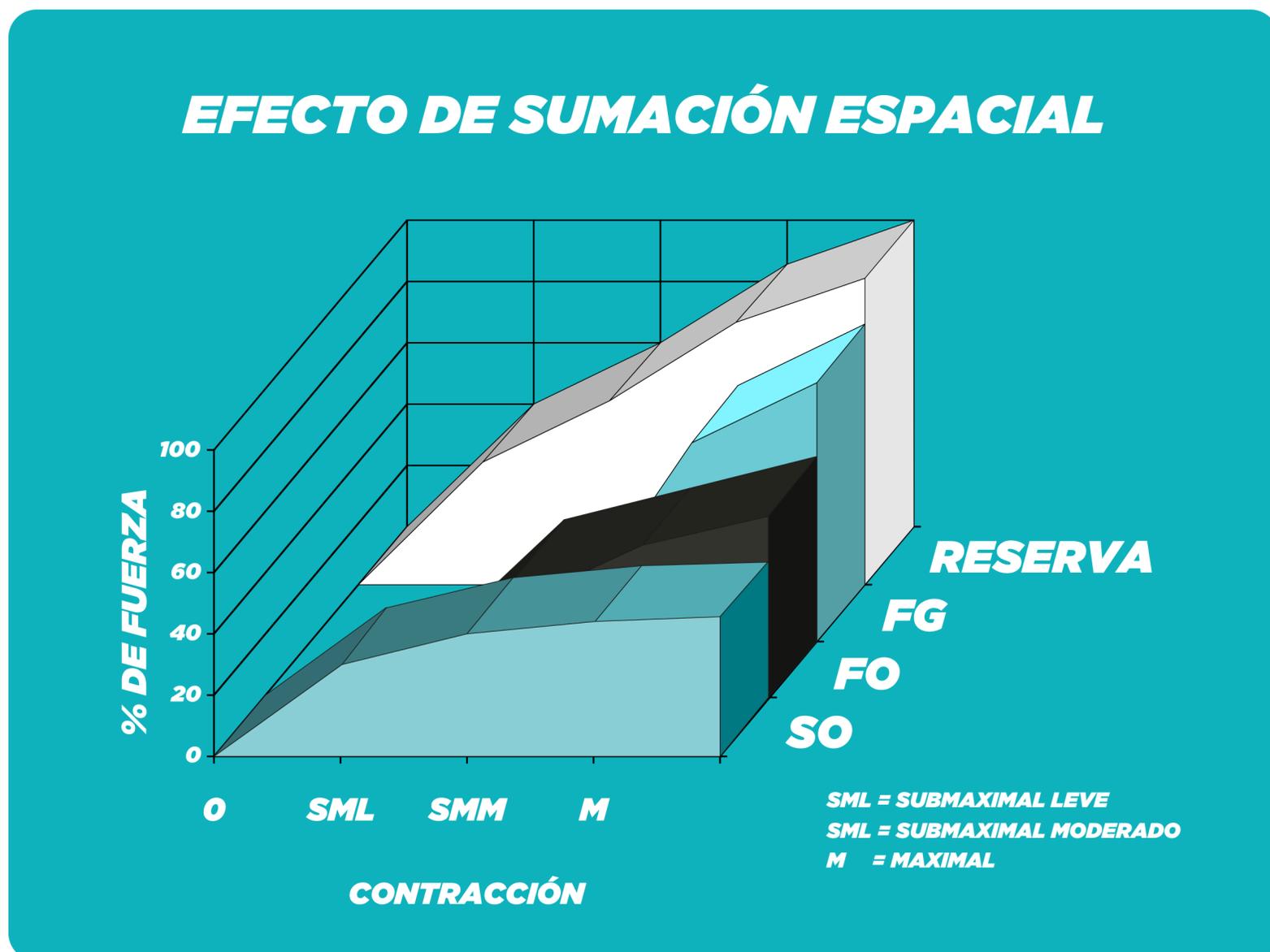
Cuando estamos más cerca al RM estimulamos más las fibras de tipo II, las fibras blancas o también llamadas las fibras rápidas. Son consideradas así por la velocidad del impulso neural, estas fibras rápidas son muy fuertes. Por ejemplo: cerca a 1RM se cansan rápido, entonces estas fibras son consideradas muy fuertes, pero no logran hacer muchas repeticiones. De igual manera veremos en la gráfica, que en trabajos de fuerza y máxima intensidad se involucran prácticamente todos los tipos de fibras musculares.

Por el lado del estrés metabólico nos encontramos con la participación de las fibras de tipo I, que son las fibras rojas o las fibras lentas, las cuales son un poco más débiles, pero más resistentes ya que se cansan menos, entonces incidimos de manera diferente cuando trabajamos con tensión mecánica o con estrés metabólico. Ojo, repito: eso no quiere decir que si hacemos algo con 3 RM, usted sólo utiliza las fibras tipo II, porque, en este caso, todos los tipos de fibras están ligadas y siendo utilizadas. Lo que pasa es que, dependiendo de la intensidad, una es más representativa que la otra, dependiendo del escenario donde nos ubiquemos. (ver esquema)



A baja intensidad se utilizan principalmente las fibras tipo I.

A medida que aumenta la intensidad se agregan al trabajo los otros tipos de fibras, es decir a una intensidad máxima 1RM, participarán todos los tipos de fibra.



- SO = Lentas Oxidativas, Fibras tipo I
- FO = Rápidas Oxidativas, Fibras tipo IIA
- FG = Rápidas Glucolíticas, Fibras tipo IIX

Los trabajos que incluyan, principalmente, la *tensión mecánica*, enriquecerán más la hipertrofia miofibrilar, y los entrenamientos que incluyan más el *estrés metabólico*, que no es tan funcional, llevarán a una hipertrofia sarcoplásmica, que es más como una inflamación, parecido a un edema dentro del músculo. Realmente lo bonito de la hipertrofia, respecto a intensidad, ocurre cuando empezamos a hacer fuerza o cuando el esfuerzo percibido es alto.

En el principio se sabía sobre la *tensión mecánica* y sobre el *estrés metabólico* y se tomaron posiciones muy salomónicas, ya que si vamos a la vieja escuela del culturismo, se decía que el músculo crece cuando utilizamos cargas entre el 70% y el 85% del RM, que corresponde a un rango entre 6 a 15 RM, y en este rango se decidió promediar en 10

repeticiones y de esa forma nació el clásico 4x10 de las rutinas de gimnasio (4 series x 10 repeticiones), llegándose a considerar que este tipo de rutina era el lugar exclusivo donde se generaba el crecimiento muscular, con un poco de tensión mecánica y con un poco de estrés metabólico. Pero realmente esto no es cierto, porque cuando nos ubicamos solo en esta zona de confort, se está limitando el progreso y está facilitando adaptaciones musculares, debido a que solo se va a trabajar en este rango de repeticiones.

La evidencia científica demostró que en varias zonas del cuadro (RM) hay crecimiento muscular y es por eso que, entre más recorramos este abanico de posibilidades, menos aptos somos para adaptarnos, ya que vamos a estar en constante movimiento. Estamos haciendo un número de repeticiones aleatorio constantemente en lugar de estar solo en una zona, por ende, a nivel de intensidad es muy importante que exploremos todo este rango de repeticiones.

Lo que se busca con rutinas de vieja escuela, con periodizaciones que fueron adaptadas del deporte de alto rendimiento, es que el atleta cada vez levante más peso, que el atleta cada vez supere sus marcas, pero el fitness no es así, porque el fitness tiene por ejemplo, ciclados de carbohidratos, déficits energéticos y sus RM van a ser muy diferentes, ya que no vamos a levantar lo mismo en sentadillas, se lo garantizo, un día altísimo de carbos, donde llevamos 4 semanas de volumen, a un día bajo de carbos, donde llevamos 3 semanas en definición, entonces, es muy diferente el contexto con el cual se abordan las progresiones, en cuanto a las priorizaciones en el fitness, a diferencia del alto rendimiento, está ligado al objetivo de la persona y al plan de alimentación.

Una forma fácil de periodizar intensidad obedece al número de repeticiones, RM; como lo mencioné anteriormente, y esto se va logrando de forma muy intuitiva y fácil. Esto nos va ayudar a cada uno a romper los estancamientos, inicialmente solo periodizando la intensidad. Una forma actual de trabajar, y que funciona muy bien, es realizando una rutina en frecuencia 2. Por ejemplo:

Un grupo muscular lo entreno 2 veces a la semana, es decir, si trabajo el músculo pectoral mayor, no lo hago 1 vez a la

semana como lo harían en la vieja escuela, la evidencia dice que frecuencia 2 es uno de los mejores puntos de partida para repartir esa frecuencia con la que impactamos cada grupo muscular. Entonces, dividimos la semana en 2, es decir trabajamos así:



La primera parte de la semana hacemos los grupos musculares que voy a tocar con más tensión mecánica y la segunda parte de la semana hacemos más estrés metabólico.

Como otro ejemplo: planeo que, en la primera parte de la semana, voy a realizar trabajo de pectoral en fuerza (tensión mecánica). Lo realizaría progresando de la siguiente manera:

- ▶ **Semana 1,** voy a hacer pecho. La primera parte de la semana voy a hacer trabajos de fuerza y empiezo en el rango de 10-12 repeticiones.
- ▶ **Semana 2,** de 10-12 repeticiones, ¿Por qué?, Porque yo me voy a adaptar, entonces en esta, y en la primera semana, voy a trabajar con el peso que yo pueda hacer de 10-12 repeticiones con buena técnica.
- ▶ **Semana 3,** aumento la carga, agrego más intensidad a mi entrenamiento, y como le agrego más peso, cambio el número de repeticiones, entonces voy a estar en el rango de 8-10 repeticiones.
- ▶ **Semana 4,** sigo con el mismo número, 8-10 repeticiones.
- ▶ **Semana 5,** disminuye el volumen de entrenamiento, 6-8 repeticiones, que quiere decir, que este aumento de carga, implica que ya no puedo hacer las mismas repeticiones.

► **Semana 6,** repito 6-8 repeticiones.

► **Semana 7,** ya son solo 4-6 repeticiones, es decir, agrego mas carga y ya está muy pesado.

Termino **semana 8,** pesadísimo, cerca al borde donde todavía hay respuesta muscular, no solo neural, de 3-5 repeticiones.

Recuerden que el 1 RM, 100%, no es tan interesante para el crecimiento muscular, en cambio, entre 3-5 repeticiones, no solo hago adaptación neural y fuerza, sino que también logro hipertrofia.

Entonces, han entrenado desde la semana 1 haciendo fuerza, pero con solo 10-12 repeticiones y terminan su semana 8 con 3-5 repeticiones, recuerden que esto se hizo en frecuencia 2, es decir, que la otra mitad de la semana se realizó en estrés metabólico, empezando con 12-15 repeticiones y terminando en semana 8 con 25-30 repeticiones; mientras la fuerza se comportaba de una manera, también iba periodizando el estrés metabólico de otra.

Esto es una forma muy sencilla de periodizar la intensidad y se logra con algo tan sencillo como es el rango de repeticiones. Espero este ejemplo sea claro para todos.

Obviamente, no es solo condicionar las repeticiones y la intensidad, sino que esto también va sumando a otro factor del que ya habíamos hablado, que es el volumen del entrenamiento, donde contemplamos las series, las repeticiones, las cargas y en últimas esto arrojaría un dato importante como lo es el **tonelaje,** que de ahora en adelante lo vamos a desarrollar y les voy a explicar cómo ponerlo a jugar a favor de ustedes.

Sabemos que en un rango de RM, entre 1-6 repeticiones es **fuerza máxima,** y en el rango entre 6-15 repeticiones es el clásico rango para hipertrofia. Recordemos que de allí nace el clásico 4 x10, como el mayor componente de hipertrofia. Dejemos muy claro que lo anterior no significa que en los otros rangos de repeticiones no haya hipertrofia, porque si nos vamos al rango de 15-25 repeticiones, que es opuesto a la fuerza, encontramos ganancias en resistencia a nivel

muscular, pero en este rango *también ocurre hipertrofia*, es decir, que esto nos da un abanico de repeticiones bastante abierto que va desde 3 hasta 30 repeticiones, lo que nos permitirá planear un buen entrenamiento con toda esta gráfica de repeticiones y vamos a estar garantizando que siempre exista hipertrofia.

Los rangos de fuerza se trabajan entre 1-6 repeticiones, rangos de hipertrofia entre 6-15 repeticiones y los rangos de resistencia entre 15-30 repeticiones, por eso es hora de que cada uno de nosotros se salga del clásico 4x10, del clásico 4x12, del 5x5. Hay que romper eso, porque de lo contrario el músculo se va a adaptar. Tenemos un abanico muy amplio para generar fuerza, hipertrofia miofibrilar, hipertrofia sarcoplásmica, potencia, eficiencia, adaptación neural y mayor producción de hidrogeniones, que en últimas también va a aportar al estrés metabólico. Entonces no nos quedemos en un rango de repeticiones que van a conllevar a que el músculo se adapte. En ese orden de ideas, nosotros debemos oscilar y variar ese abanico de repeticiones.

Es importante que nunca olvidemos la duración de los entrenamientos, porque muchas personas se obsesionan tanto con este progreso y creen que más es mejor, y realmente más no significa mayor calidad en el entrenamiento. De hecho, durar más de lo que debería durar una sesión de entrenamiento puede ir en detrimento de los resultados. Dicho fenómeno se ve principalmente en adolescentes principiantes en los gimnasios, que no progresan principalmente por un manejo indebido en el tiempo de su entrenamiento. Entrenar más allá de los 90 minutos puede ir en detrimento de la intensidad y los resultados en sus entrenamientos.

También debemos tener muy claro el concepto *densidad del entrenamiento*, es decir, el tiempo total del entrenamiento respecto al tiempo de descanso entre series. Teniendo esto en cuenta, debes saber que mucho descanso disminuye el acumulativo del estrés metabólico, pues si un día estás haciendo estrés metabólico, cargas livianas a intensidades bajas y repeticiones altas, y descansas mucho entre serie y serie, se está disminuyendo el acumulativo del estrés metabólico, lo que implica que deberías en estos días hacer descansos cortos entre intervalos, 30 segundos a 1 minuto.

Por otro lado, muy poco descanso compromete la tensión mecánica. Por ejemplo, si estás haciendo fuerza y acabas de hacer un 3 RM en sentadilla, debes descansar 3 minutos, o incluso un poco más, para no comprometer la tensión mecánica. El problema de seguir antes de los 3 minutos, sería que el cuerpo no ha re-sintetizado suficiente fosfocreatina y, si no tienes una recuperación completa, no vas a tener la misma fuerza. Cuidado, la recuperación también interfiere en este escenario de generar hipertrofia.

Otro aspecto muy importante, es el esfuerzo percibido, debes aprender a escuchar tu cuerpo. Se cree que más es mejor, pero esta afirmación puede ser una de las grandes falacias que se tiene en cuanto a la hipertrofia. *Más no es mejor*; durar más tiempo en el gimnasio no es mejor, y lo mismo respecto a tener un cronograma flexible de entrenamiento. Ten en cuenta entonces si tu cuerpo te dice "estoy destruido" y apenas es miércoles, escúchalo. Está demostrado que cuando la fatiga es brutal es mejor que evites terminar ese entrenamiento, porque eso puede ir en detrimento de tu esquema de periodización. O si quieres hazlo, entrena, pero entrena fácil, por ejemplo, manejando un cronograma flexible.

Si el lunes sentiste cansancio, entonces realiza un día fácil, no te tires duro ese día. Si al otro día te sientes genial, entonces entrena muy fuerte y si un día estas normal, entrena moderado. Está demostrado, según en evidencia científica, que no solo es periodizar a lo que esté escrito, o porque es lo que dijo el coach. No, así no es; nosotros debemos trabajar acorde a la respuesta de nuestro cuerpo, por eso hay días de entrenamiento más duros, otros donde estamos más recuperados, días moderados y cuando no nos sentimos bien. En días así, definitivamente debe ser un día fácil de entrenamiento.

Otro factor importante es el tempo, o la velocidad con que se ejecute cada repetición. Debemos cuidar mucho la fase excéntrica o fase negativa, podemos decir que, si se hace énfasis en esta fase realizando muy lentamente los ejercicios y realizando la fase concéntrica o positiva de forma explosiva, tendremos muy buenos resultados en cuanto a fuerza e hipertrofia. La otra fase del movimiento es la isométrica, en la que no hay movimiento articular pero hay mucha tensión muscular. Por ejemplo, cuando usted

aprieta un poco más el músculo y sostiene el movimiento.

## **Ejemplo de una rutina frecuencia 2:**

- **Día 1:** pecho con espalda (tensión mecánica).
- **Día 2:** tren inferior (tensión mecánica).
- **Día 3:** hombro, bíceps, tríceps (tensión mecánica).
- **Día 4:** pecho con espalda (estrés metabólico).
- **Día 5:** tren inferior (estrés metabólico).
- **Día 6:** hombro, bíceps, tríceps (estrés metabólico).

Respecto al entrenamiento en población femenina; lo único que deberá cambiar un poco es el entrenamiento del pectoral. Particularmente con el press banco plano, se debe realizar sin bajar tanto para no elongar demasiado el pectoral, sobre todo si la dama tiene prótesis mamaria. También se recomienda para ellas realizar el agarre un poco más estrecho.

Según electromiografía, y mediciones de contracción muscular voluntaria, se ha demostrado que estos son los ejercicios básicos, que no deberían faltar en tu rutina:

**Para espalda:** el mejor ejercicio es pull ups (dominadas), indiscutiblemente. Si hay peso es mejor, utilizando el cinturón para agregar la carga, los remos en todas las variables, a una mano, con mancuernas, con barras, polea; es decir, tracciones verticales y tracciones horizontales. La espalda se trabaja con igualdad dentro de estos 2 vectores. El pullover desde la polea alta es un ejercicio excelente, con esto estamos ejercitando la totalidad de la espalda.

**Para hombro:** desde luego los press por encima de la cabeza (*press militar*) y las elevaciones frontales. Se reporta mejor activación en esta zona del cuerpo cuando se hacen con barra que cuando se hacen con mancuerna; también funcionan las elevaciones laterales con mancuernas, el realizar remo que no debe ir al mentón como tal, ya que puede llegar a ser lesivo, sino que debe mantenerse hasta el límite del rango de movimiento natural para el hombro; elevaciones para cabeza posterior del deltoides, y el ganador de hombro para hombres, y aún más para las mujeres (para mejorar esa posición tan cifótica que van adquiriendo sobre todo por el peso de sus senos), *face pull*. Indiscutiblemente deben estar en las *rutinas de*

*hombro.*

**Para tren inferior:** peso muerto no puede faltar; **sentadilla, hip thrust**, el ejercicio dominante de glúteo. Para isquiosurales un ideal es el curl nórdico, muy olvidado en los gimnasios, el componente isométrico es muy importante en este ejercicio, los desplazamientos o avanzadas caminando, ya que se involucran mayores cadenas estabilizadoras a lo largo del movimiento.

**Para la pantorrilla:** elevaciones de talones sentado y elevaciones de talones de pie. Este es el mapa de los mejores ejercicios para tren inferior.

**Para bíceps:** volvemos nuevamente a los chin ups que son *dominadas con agarre supino*, obviamente con lastre para activar el pico de contracción en la zona baja; el pico de contracción de la zona media con curl normal, tradicional, ya sea con mancuernas o sea con barra y el pico de contracción en la zona alta con el curl araña o spider curl.

**Para tríceps:** las copas por encima de la cabeza, sea a una mano o a dos manos, extensión desde polea alta, y enterradoras no pueden faltar, puesto que este es uno de los mejores ejercicios de tríceps. Otros buenos ejercicios para hacer son el press francés, press banco plano con agarre cerrado, estrecho, para promover más la utilización del tríceps, obviamente con el pectoral de sinergista y nuevamente los fondos en paralelas con lastre.

**Para abdomen:** indiscutiblemente abdominales con rueda, la plancha lateral, la plancha tradicional, la caminata del granjero con carga unilateral, es decir, carga solo a un lado mientras usted va caminando; y levantamiento de piernas colgado.

Para los días de fuerza prefiero mil veces los ejercicios multiarticulares, para los días de estrés metabólico, se pueden utilizar ejercicios mono articulares. Eso es básico, es algo que va implícito y, de esta manera, nosotros podemos hacer una manipulación sistemática de las variables de entrenamiento, lo que se conoce como una periodización lineal.

# EJERCICIOS

## 1. PRESS BANCO

Los talones se deben apoyar totalmente sobre el piso, los glúteos y el cinturón escapular sobre la máquina. La barra debe estar frente al pectoral, se baja con los codos, no totalmente a los lados, sino un poco hacia adelante. Se sube y se cierra el pectoral con fuerza.

### PRESS BANCO



### PRESS BANCO



## 2. DOMINADAS

Inicia con los brazos ligeramente flexionados, con una ligera retracción escapular. Cuando suben, los codos van siempre hacia los lados y hacia adelante y cuando bajan los codos también van hacia adelante y hacia los lados, nunca hacia atrás.

### DOMINADAS



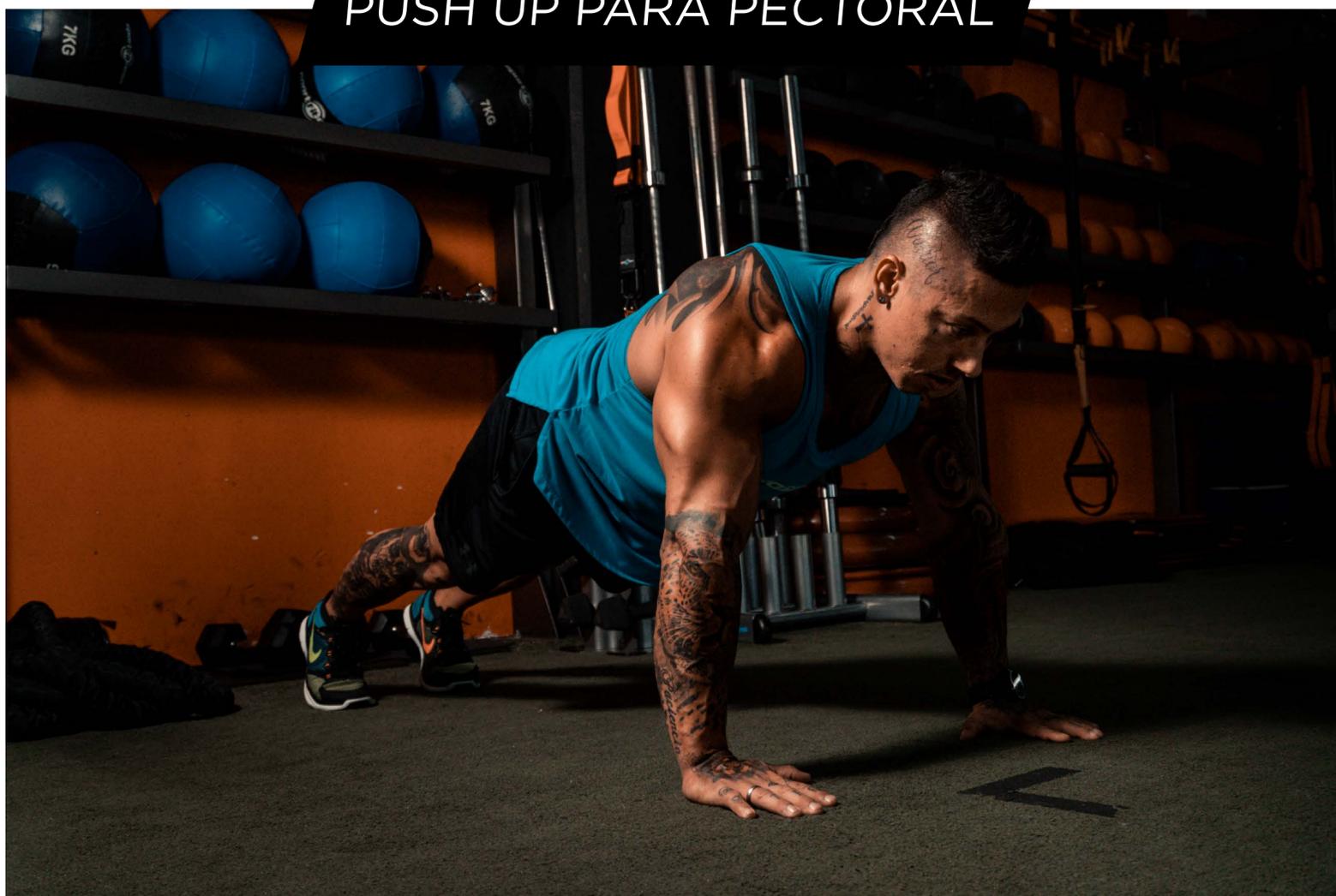
# DOMINADAS



### **3. PUSH UP PARA PECTORAL**

Se inicia en una posición de plancha, el abdomen debe estar contraído y la muñeca no debe estar por delante del hombro. Cuando se baja los codos van un poco hacia atrás y no totalmente a los lados, ni totalmente cerrados.

#### **PUSH UP PARA PECTORAL**



#### **PUSH UP PARA PECTORAL**



#### **4. PRESS INCLINADO PARA PECTORAL**

Talones bien apoyados, y glúteos apoyados en retracción escapular. Las mancuernas están frente al pecho, no frente a la cara, se baja hacia los lados y no debe haber rebote cuando se cumple el rango de movimiento a nivel inferior y se sube cerrando el pectoral de forma controlada. Las mancuernas no deben golpear fuerte arriba.

#### **PRESS INCLINADO PARA PECTORAL**



## PRESS INCLINADO PARA PECTORAL



## 5. REMO CON MANCUERNA

Debe tener el abdomen sumido y una ligera retracción escapular. Cuando lleve la mancuerna hacia atrás debe llevarla a la altura del bolsillo o a la altura de la cresta ilíaca y reforzar la retracción escapular.

### REMO CON MANCUERNA



## REMO CON MANCUERNA



## 6. REMO FRONTAL CON APOYO

En este ejercicio se deben estirar los brazos, los hombros no deben salir hacia adelante. Cuando se llevan los codos y los brazos hacia atrás, se debe realizar una retracción escapular y tener el abdomen siempre sumido.

### REMO FRONTAL CON APOYO



## REMO FRONTAL CON APOYO



## 7. SENTADILLA

En este ejercicio la barra se apoya sobre los trapecios, es importante que quede sobre la mitad exacta de la barra. Las muñecas o las manos se colocan a la misma anchura del press banco. Recuerde que cuando se encuentre arriba, las rodillas no deben estar tiradas hacia atrás, deben estar semiflexionadas, semejando la postura normal, pero no tiradas hacia atrás. La pelvis debe estar alineada, ni tirada hacia atrás ni hacia adelante; es decir, ni anteversión ni retroversión. El pecho siempre arriba con una ligera retracción escapular. Al descender no se baja del todo hasta el último punto, sino que se llega a unos 5 cm antes del último movimiento o el último rango de movimiento como tal. Es importante que, cuando se suba, siempre se acompañe la postura con contracción abdominal.

### SENTADILLA



# SENTADILLA



## 8. PESO MUERTO

Es importante que el agarre sea un agarre prono y que la barra esté en línea con la mitad del pie básicamente. Cuando la barra sube, debe subir pegada al cuerpo, y cuando baja, lo hace de igual manera. La espalda siempre debe estar alineada con la cabeza y no llevarla hacia atrás ni dejarla caer. Para eso, la vista sigue el movimiento de ascenso y descenso cuando se está realizando el movimiento.

### PESO MUERTO



## PESO MUERTO



## PESO MUERTO



## **9. EXTENSIÓN DE RODILLAS PARA CUADRICEPS**

En este ejercicio es importante que se eleve la pierna no hasta el límite total, sino unos 2 cm antes del límite total articular. Cuando se descende se debe descender completo, pero tampoco hasta el final completo del movimiento, para no permitir que el cuádriceps se relaje.

### **EXTENSIÓN DE RODILLAS PARA CUADRICEPS**



## EXTENSIÓN DE RODILLAS PARA CUADRICEPS



## 10. SENTADILLA FRONTAL EN MÁQUINA

Se inicia con una ligera retracción escapular y contracción abdominal, la pelvis debe estar activa, pero no contraída, se desciende por debajo de la línea de los 90 grados y se regresa con un fuerte empuje de cadera.

### SENTADILLA FRONTAL EN MÁQUINA



## SENTADILLA FRONTAL EN MÁQUINA



## 11. HIP THRUST

La altura del cajón, o la base de apoyo para la espalda, no debe estar por encima de la rodilla. Los talones deben estar debajo de la rodilla, los hombros y la cabeza miran ligeramente hacia la rodilla, es decir hacia adelante. Es importante que cuando se eleve, se realice con un empuje de cadera activo; se aprietan los glúteos un segundo arriba, no se eleva demasiado, no se eleva por encima de la altura del cajón y la rodilla para evitar el impacto en la columna.

### HIP THRUST



## HIP THRUST



## **12. PRESS MILITAR FRONTAL**

Se toma la barra ligeramente por fuera del ancho de los hombros, se eleva encima de la cabeza, no atrás de la cabeza. La vista debe estar siempre al frente y se baja con los codos, no hacia los lados, sino ligeramente hacia al frente a la altura del cuello o el mentón.

### PRESS MILITAR FRONTAL



## PRESS MILITAR FRONTAL



### **13. ELEVACIÓN LATERAL CON MANCUERNA**

Este ejercicio se puede realizar también sentado. La idea es que se inicia con el brazo en una ligera flexión, no en 90 grados, sino ligeramente flexionado; se eleva a la altura del hombro, no por encima de este. Es importante que el codo y la muñeca estén siempre a la misma altura.

#### **ELEVACIÓN LATERAL CON MANCUERNA**



## ELEVACIÓN LATERAL CON MANCUERNA



## 14. FACE PULL

La base de la polea debe estar a la altura de la cabeza, puede estar a la altura del pectoral o un poco por encima. Se lleva al lado de las orejas y allí se hace como una apertura, se tracciona hacia los lados. Es importante que el retorno sea controlado, y cuando los brazos vayan al frente los hombros no deben salir.

### FACE PULL



## FACE PULL



## **15. ENCOGIMIENTO DE HOMBROS PARA TRAPECIOS**

Es importante que en este ejercicio los hombros señalen como si fueran a buscar la oreja, y cuando bajan, no bajan del todo, no se deja caer el hombro y se mantiene siempre una ligera retracción escapular.

### **ENCOGIMIENTO DE HOMBROS PARA TRAPECIOS**



## ENCOGIMIENTO DE HOMBROS PARA TRAPECIOS



## 16. CURL BARRA

Este ejercicio empieza con el cuerpo derecho alineado, las rodillas semiflexionadas. Los codos no deben ir atrás, no adelante sino en la línea media y lo que se mueve es el antebrazo hacia adelante; se eleva casi hasta la altura de los hombros, y cuando se descende, se toca el muslo, pero sin estirar del todo ni hacer hiperextensión total del brazo. El brazo debe quedar semi flexionado.

### CURL BARRA



## CURL BARRA



## 17. EXTENSIÓN POLEA PARA TRÍCEPS

En este ejercicio el cuerpo debe estar derecho, la polea se empuja hasta tocar el muslo donde se estira bien. El brazo nunca se hiperextiende, se estira bien; se contrae más fuertemente el tríceps, se regresa a la altura donde inicia el pectoral, los brazos no deben estar pegados al cuerpo y los codos no deben ir hacia atrás ni hacia adelante.

### EXTENSIÓN POLEA PARA TRÍCEPS



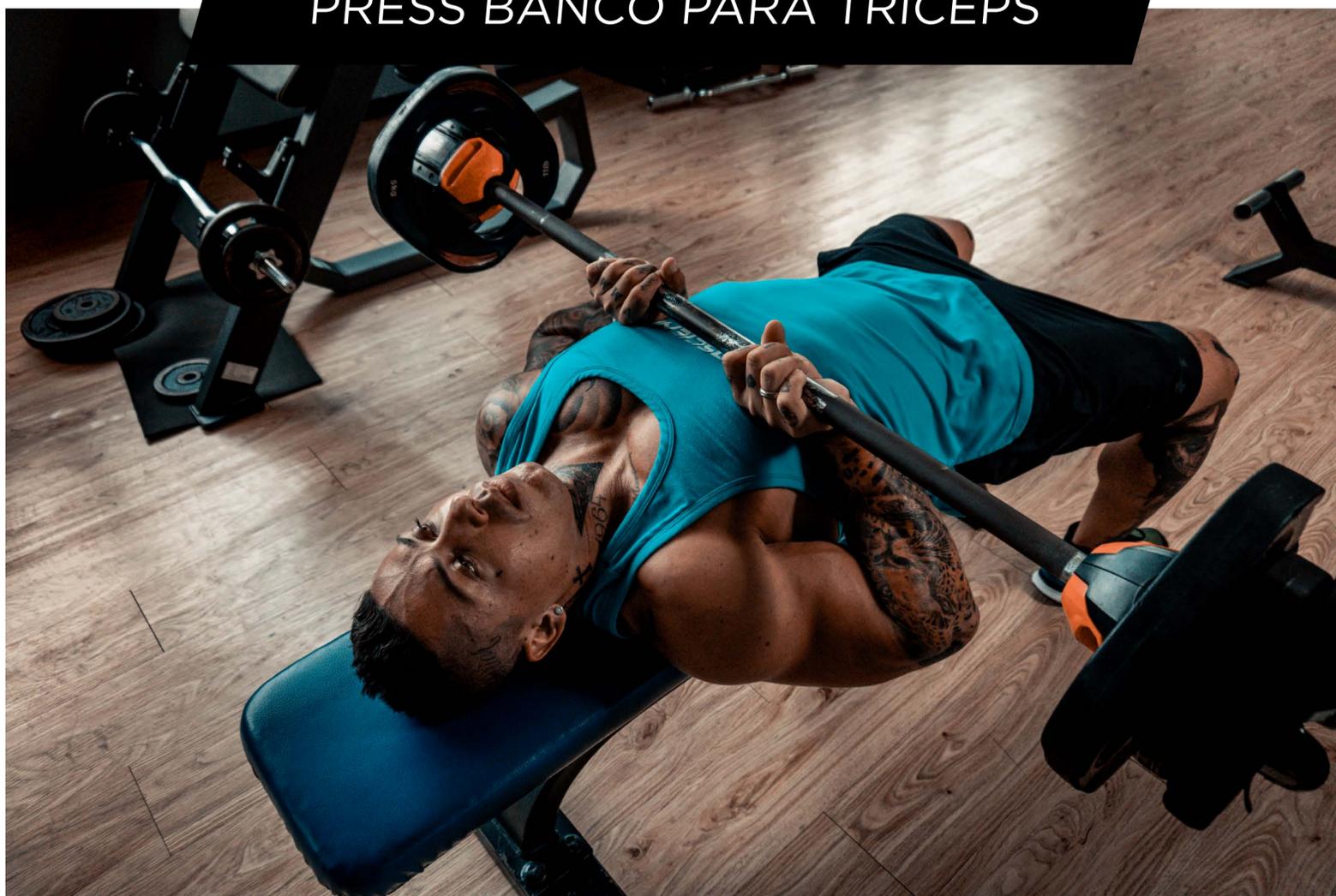
## EXTENSION POLEA PARA TRÍCEPS



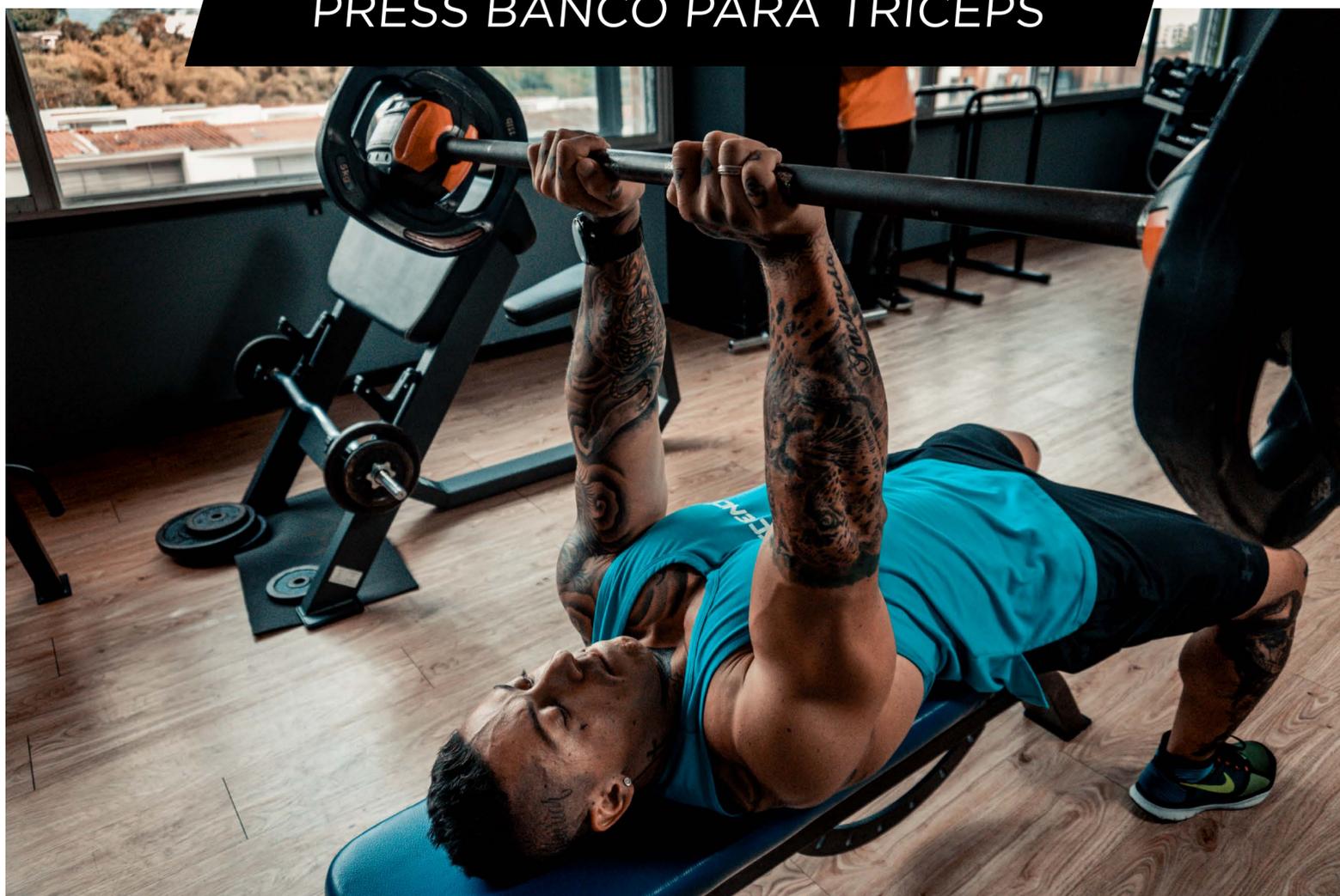
## 18. PRESS BANCO PARA TRÍCEPS

En este ejercicio se toma un poco más cerrado el ancho biacromial, es decir más cerrado que el ancho de los hombros y se realiza en la línea media inferior del pectoral. Recuerde que los talones deben estar apoyados al igual que los glúteos y el cinturón escapular. En este ejercicio es importante mantener la retracción escapular durante todo el recorrido.

### PRESS BANCO PARA TRÍCEPS



### PRESS BANCO PARA TRÍCEPS



## 19. CONCENTRADO PARA BÍCEPS

Sentado con las piernas abiertas, en este ejercicio se apoya la parte posterior del brazo sobre el muslo, la parte interna del muslo. Se recomienda no apoyar el codo para permitir buena movilidad articular. Se eleva la mancuerna buscando el pectoral contrario, es decir, si se toma con la mano derecha se busca el pectoral izquierdo. Se eleva hasta casi tocar el pectoral, y se desciende de forma controlada pero jamás se hiperextiende el brazo al final de movimiento.

### CONCENTRADO PARA BÍCEPS



## CONCENTRADO PARA BÍCEPS



## **20. FONDOS PARA TRÍCEPS**

En este ejercicio se desciende de forma controlada, los codos deben estar cerrados buscando el tronco y se baja hasta los 90 grados, es decir, que el hombro y el codo queden alineados y se asciende de forma controlada terminando con una contracción de tríceps.

### FONDOS PARA TRÍCEPS



## FONDOS PARA TRÍCEPS



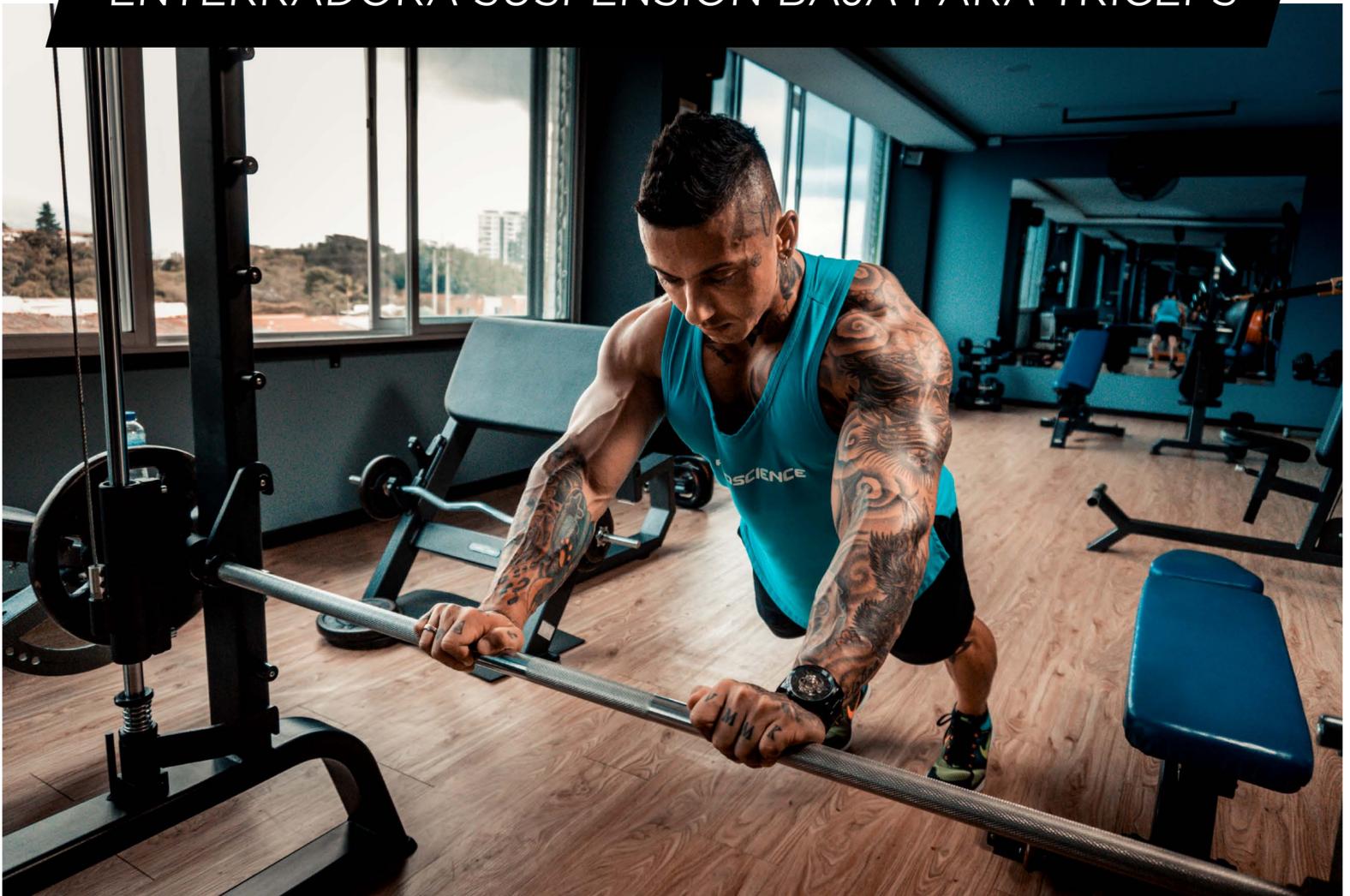
## FONDOS PARA TRÍCEPS



## **21. ENTERRADORA SUSPENSIÓN BAJA PARA TRÍCEPS**

En este ejercicio se toma el agarré del ancho biacromial, es decir, el ancho los hombros. Se baja y se debe cuidar que el recorrido realmente sea con el brazo y no con la cabeza, se baja hasta que el codo quedé en línea con la barra y se asciende de forma controlada.

### ENTERRADORA SUSPENSIÓN BAJA PARA TRÍCEPS



### ENTERRADORA SUSPENSIÓN BAJA PARA TRÍCEPS



## **22. DOMINADAS PARA BÍCEPS "CHIN UPS"**

Este ejercicio inicia con un ancho biacromial un poco más cerrado, sube como si con el pecho fuera a buscar la barra y desciende de forma controlada, no por debajo de la barra sino alejándose de ella.

### DOMINADAS PARA BÍCEPS



## DOMINADAS PARA BÍCEPS



## **23. ELEVACIÓN DE TALONES EN MÁQUINA O CON MANCUERNA**

Los talones deben estar en la línea con la rodilla, eleva los talones apoyando bien la bola del pie, o la punta del pie, y desciende de forma controlada.

### **ELEVACIÓN DE TALONES EN MÁQUINA O CON MANCUERNA**



ELEVACIÓN DE TALONES EN MÁQUINA O CON MANCUERNA



ELEVACIÓN DE TALONES EN MÁQUINA O CON MANCUERNA



ELEVACIÓN DE TALONES EN MÁQUINA O CON MANCUERNA



## 24. ELEVACIÓN DE TALONES DE PIE

En este ejercicio se elevan los talones hasta donde se permita mantener la estabilidad y el equilibrio, se desciende de forma controlada y se debe mantener la retracción abdominal y el control del equilibrio.

### ELEVACIÓN DE TALONES DE PIE



## ELEVACIÓN DE TALONES DE PIE



## 25. ABDOMEN CON RUEDA

Este ejercicio se inicia arrodillado, se toma la rueda abdominal delante y debajo del pectoral. Inicia con la pelvis ligeramente en retroversión, es decir, señalando hacia el abdomen y hacia el pecho, se estiran los brazos y el tronco delante de la cabeza, se estira y se encoge el tronco.

### ABDOMEN CON RUEDA



### ABDOMEN CON RUEDA



## ABDOMEN CON RUEDA



## ABDOMEN CON RUEDA



### **AGRADECIMIENTOS ESPECIALES A:**

Farid Naffah *@FaridNaffah* y al profesor Fabián Rojas *@Entrenamiento\_Diferencial*.

Para conocer más sobre rutinas de entrenamiento pueden visitar:

<https://faridnaffah.com/producto/hardcore-gainz/>

# CAPÍTULO



**ALIMENTACIÓN**

# ALIMENTACIÓN

En este capítulo vamos a hablar sobre nutrición dirigida a la ganancia de masa muscular. Antes de empezar, debemos tener presente que estamos dirigiéndonos a un aparte donde debería primar la salud, aunque para nadie es un secreto que también hay una parte estética, factor que lograremos a través del entrenamiento, el descanso y de nuestra nutrición. Para empezar, les quiero mostrar la pirámide de Eric Helms, esta pirámide resume en cierta medida los nutrientes que necesitamos de mayor a menor cantidad.



Lo que debería primar, es decir, a lo que debemos prestar muchísima atención en términos de nutrición, son las calorías, ya que para ganar masa muscular deberíamos estar en superávit calórico; lo que significa comer más calorías de las que gastamos en el día. A continuación, planteamos la distribución de macronutrientes (proteínas, grasas y carbohidratos). Luego nos encontramos con los micronutrientes que son el aporte de vitaminas y minerales. Después, valoramos la frecuencia y los horarios en los que consumimos los alimentos y por último se incluyen los

suplementos, según la necesidad de cada persona.

Básicamente, la pirámide nos va indicando lo que deberíamos de tener en cuenta según su importancia. Esto va de mayor a menor.

La mayoría de las empresas de la industria del Fitness refiere que lo más importante son los suplementos, ya que se dedican a la venta de estos productos, pero el foco principal y lo que primariamente debemos enfocarnos es en una alimentación balanceada, donde prime la comida obtenida de la naturaleza y que, en su mayoría, sean alimentos no empacados, ni procesados. Cuando la alimentación está muy bien estructurada, vamos a lograr una mayor sinergia, y será la base para lograr excelentes resultados. Posteriormente se decide, según tus objetivos, cuáles son los suplementos que podrías usar.

Ahora bien, algo que debe quedar claro y se debe tener siempre presente, es en cuanto al aporte de calorías y al balance energético. Se deben seleccionar muy bien los alimentos para este aporte calórico y no solo pensar en un número de calorías y ya. Aquí me refiero al impacto hormonal que tienen los alimentos, es decir, cuando comes X alimento, eso estimulará una u otra hormona y esto es muy importante cuando se desea tener buena salud y mejorar la composición corporal.

Es decir que, aunque los carbohidratos y las proteínas aportan la misma cantidad de calorías por gramo, el impacto a nivel hormonal es completamente diferente. Por eso debes tener claro que no es lo mismo consumir 100 gramos de carbohidratos que consumir 100 gramos de proteína, aunque ambos aporten la misma cantidad de calorías. Un dato a tener en cuenta es que, dentro de los carbohidratos, estas calorías no tienen el mismo impacto hormonal, si proceden de carbohidratos simples o de carbohidratos complejos.

En ese orden de ideas, antes de acudir a una tienda de suplementos, debes ir al supermercado y elegir los alimentos adecuados, comprar tu **fuentes de proteína** de alto valor biológico (huevos, pescado, pollo, carnes) y evitar al máximo por tu salud, los embutidos. Incluye una gran variedad de **vegetales** de diferentes colores. También

deberías incluir fuentes de **grasas saludables**, como los frutos secos (almendras, nueces, pistachos, macadamia, avellanas), aguacate, aceites de oliva y aguacate; así mismo es recomendable el consumo adecuado y moderado de aceite de coco. También podrías incluir pescados como: Atún, sardinas, trucha, salmón, bonito, jurel. Por último, el aporte de **carbohidratos**: leguminosas, cereales, arroz, pasta, avena, quínoa, tubérculos y, por favor, no olvidar el consumo de fruta, la cual es saludable cuando se consume entera. Lamentablemente han sido satanizadas por el poco aporte de fructosa que tienen. Recordemos que la fruta proporciona fibra, vitaminas y minerales y da un aporte de antioxidantes, flavonoides y epicatequinas. ¡Ah, eso sí! Recuerda no consumir las frutas en jugo, ya que, como utilizas varias frutas en este jugo, sí podría haber un aporte alto de glucosa y fructosa, terminando con la magia de la fruta.

Este tipo de mercado te garantiza encontrar el número ideal de calorías, pero con alimentos que tienen gran densidad nutricional (es decir, que en cada alimento hay diferentes tipos de nutrientes) y un impacto hormonal ideal y favorable.







# FUENTES DE GRASAS

Ahora, analicemos la pirámide para ganar músculo. Considero que lo más importante, en cuanto al crecimiento de la masa muscular, es tener un balance positivo de nitrógeno. La energía la obtenemos de los 3 macronutrientes que son: Proteínas, carbohidratos y grasas, sin embargo, en cuanto a la estructura química, estos tres nutrientes contienen carbono, hidrógeno y oxígeno; pero la proteína es el único macronutriente que tiene dentro de su composición química *nitrógeno*, ya que está conformada por aminoácidos y estos tienen un grupo amino (**NH<sub>2</sub>**) que, como observamos, contiene nitrógeno. Por esto, para evaluar cuánta proteína tiene un producto, lo que miden es el nitrógeno. Aquí es donde algunas industrias hacen trampa, porque es posible que de pronto agreguen a un producto creatina u otros aminoácidos que no son proteína, pero tienen nitrógeno y los suman al producto para aparentar que tienen mayor cantidad de proteína. La realidad es que no. A esta práctica se le conoce como amino-spiking.

Recordemos que, de los 3 macronutrientes, el único que tiene la posibilidad de crear masa muscular, es decir, de aumentar el número y tamaño de miofibrillas, es la proteína, y lo logra a través de la síntesis de la misma. Es imposible crear músculo sin la presencia de la proteína, esto significa que es el macronutriente principal para lograr *hipertrofia muscular*. Por eso, en la base de nuestra pirámide debe

tenerse en cuenta la proteína, claramente, sin olvidar que debemos estar en un superávit calórico. Pero ojo, no estoy diciendo que no se pueda crear masa muscular en déficit calórico; es posible que una persona que tenga sobrepeso realice trabajo con pesas y haga déficit calórico, y además consuma buena cantidad de proteína, generando un balance nitrogenado positivo y logre bajar su porcentaje de grasa al mismo tiempo que mejora su masa muscular. Esto se ve principalmente en personas principiantes, después es un poco más difícil lograrlo. También debemos tener claro al respecto que realizar una restricción calórica nunca es lo ideal para ganar masa muscular, ya que diferentes estudios demuestran que este tipo de déficit, llevan a una inhibición de las señales celulares y a diferentes caminos que estimulan la síntesis proteica (Pasiakos, et al, 2014) (Garthe, et al, 2013).

Continuando con esta pirámide, es necesario que coexista la nutrición con el entrenamiento, dado que no es cuestión de decir qué es mejor o más importante, si la alimentación o el entrenamiento; ambas son igual de importantes y necesarias. El balance positivo de nitrógeno y el superávit calórico deben incluir todos los macronutrientes: las proteínas, los carbohidratos, las grasas... Pero se debe acompañar como ya lo hemos visto, con el entrenamiento de fuerza. Cuando esto se combina, empiezas a tener un entorno anabólico mucho mayor, en el cual, tu cuerpo, poco a poco y milimétricamente, va aumentando de tamaño su masa muscular.

No olvidemos que, así como el entrenamiento de fuerza es vital, también lo es el descanso; en este descanso es donde se van a generar adaptaciones y procesos que conllevan a la reparación celular y a la *hipertrofia*. Muchas personas cometen el error de pasar muchas horas entrenando, creyendo que durante el entrenamiento es cuando se genera el crecimiento de la masa muscular y, de hecho, es todo lo contrario. Olvidan ese llamado entrenamiento invisible, que son todas aquellas cosas que realizamos cuando no estamos entrenando y, entre lo más relevante, tenemos un adecuado descanso y una recuperación ideal. Aunque es claro que en el entrenamiento es dónde se generan activaciones de señales celulares y es el motivo por el cual tus músculos van a crecer. Se necesita un buen descanso para llevar a cabo la *hipertrofia*.

Tengan presente que cuando se habla de descanso, no es solamente dormir, sino dejar que el músculo se recupere después de los entrenamientos. Se dan recomendaciones entre 48 y 72 horas entre entrenamiento y entrenamiento. Por ejemplo, si el lunes entrenaste pecho, entonces el martes y el miércoles le das el descanso y ya podrías volverlo a entrenar el jueves. Inicialmente, y en principiantes, después de los entrenamientos, es posible que la primera semana, o el primer contacto con tus entrenamientos el dolor te dure una semana o un poco más y esto es porque todavía no tienes la capacidad de recuperación, pero conforme sigas entrenando, y entrenando tu cuerpo, se vuelve más eficiente en sus recuperaciones y ya va a tardar un poco menos en hacerlo. Para que lo tengamos presente, **el descanso** es sumamente importante.

Respecto al superávit calórico y balance positivo de nitrógeno, es interesante saber que tenemos que comer más y mejor para ganar masa muscular, porque lo ideal es ganar músculo, pero también mejorar nuestra salud. Por esto es muy importante como ya lo nombramos, entrar en un superávit calórico que se genere a través de lo que se denomina “comida real”, y aquí en el medio fitness se hace referencia a comida natural; esto quiere decir, alejarnos lo máximo posible de la comida industrializada.

Entonces, ¿hay que generar un superávit calórico para crear masa muscular?

Yo diría que *si* y solo *si*, este se realiza con alimentos de buena densidad nutricional y logrando un balance nitrogenado positivo. Es posible ganar masa muscular con una dieta hipocalórica o normo calórica, con una buena composición de macronutrientes y con buena cantidad de proteína, pero este ambiente es un poco más complejo, aunque con un buen entrenamiento de musculación y una buena cantidad de proteína, en un entorno hipocalórico, se podría ganar masa muscular, pero en esta situación sería más complejo aún. Como ya lo había nombrado, un entorno hipocalórico favorecerá vías de señalización celular tipo catabólicas, como la vía de la AMPK (Pasiakos, et al, 2014) (Garthe, et al, 2013).

Recordemos que lo ideal sería tener la valoración de un licenciado en nutrición o de un médico con conocimientos en

nutrición, principalmente, de nutrición deportiva; para que este profesional haga un análisis completo de nuestro estado de salud y composición corporal. Con estos resultados y según sus objetivos, se realizará un plan de alimentación, que será el complemento ideal de un plan de entrenamiento que busque la *hipertrofia*.

Sabemos claramente que no siempre es posible tener la valoración de un profesional; así que observemos paso a paso la manera adecuada para crear un plan de alimentación con el objetivo de mejorar mi masa muscular.

Veamos el paso a paso:

Iniciemos con esta importante pregunta:

¿Cuántas calorías necesito para aumentar el tamaño de mi masa muscular? Esto es muy importante, y aunque es una variable vital como ya vimos, no es la única a tener en cuenta.

Para tener este dato podemos usar muchas fórmulas ya establecidas y debemos saber que lo que vamos a obtener es el gasto de energía en 24 horas. Esto depende de diferentes variables, como son los siguientes componentes y factores:

## **GASTO TOTAL DE ENERGÍA DIARIA:**

### **1. Composición corporal**

- Masa corporal
- Cantidad de masa muscular
- Cantidad de masa ósea
- Otros tejidos: corazón, cerebro e hígado

### **2. Crecimiento**

- Desarrollo muscular

### **3. Tasa Metabólica Basal (TMB) (60-70%)**

- Genética y hormonas
- Edad
- Sexo

- Peso
- Talla

#### 4. **Ejercicio y Actividad Física Voluntaria (AFV)**

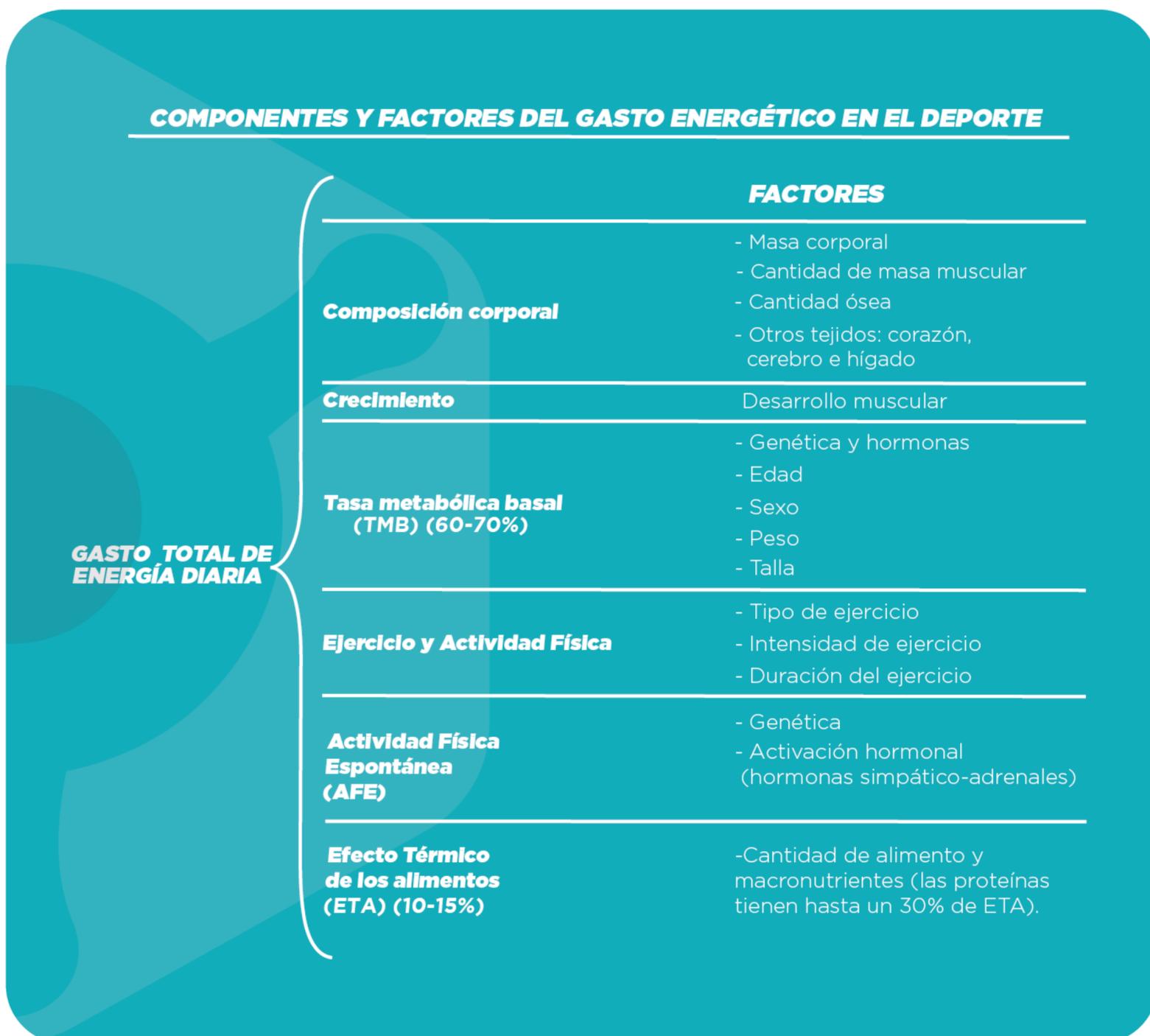
- Tipo de ejercicio
- Intensidad de ejercicio - duración del ejercicio

#### 5. **Actividad Física Espontánea (AFE)**

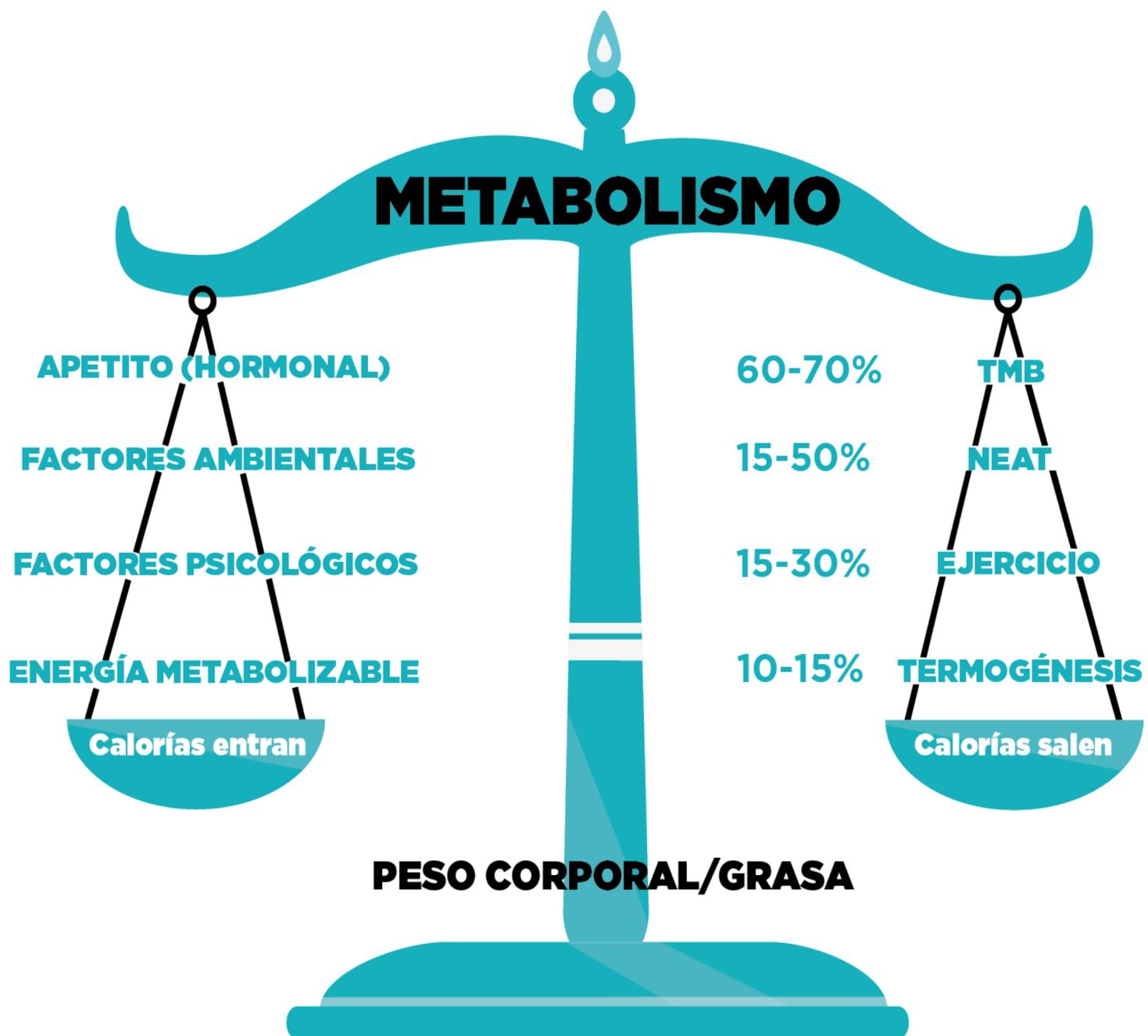
- Genética
- Activación hormonal

*(Hormonas simpático-adrenales)*

#### 6. **Efecto Térmico de los Alimentos (ETA) (10-15%)**



Cantidad de alimentos y macronutrientes (las proteínas tienen hasta un 30% de ETA) (European Journal of Human Movement, 2013).



Recordemos que es muy importante el balance calórico. En la gráfica anterior vemos por un lado las calorías que entran, encontrando factores importantes como: el apetito, factores ambientales, factores psicológicos y la energía metabolizable. Por la otra parte, vemos las calorías que salen o gastamos (gasto calórico), la tasa metabólica basal, la actividad física espontánea, el ejercicio y el efecto térmico de los alimentos.

En nuestro caso, para lograr *hipertrofia*, el objetivo es tener un superávit calórico, es decir, tendremos que consumir más (calorías que entran) respecto a las que salen. Esto desencadenará vías de señalización celular anabólicas.

Iniciemos entonces con el cálculo de calorías del individuo. Este cálculo es teórico y con un margen de error grande. Para llegar a este cálculo podemos iniciar encontrando la Tasa Metabólica Basal de la persona, que serán las calorías mínimas o la cantidad mínima de energía que una persona necesita en estado de reposo, para llevar a cabo funciones vitales necesarias para el correcto funcionamiento del organismo. Por ejemplo: el latir del corazón, la respiración o la regulación de la temperatura corporal y las funciones metabólicas.

## Aquí referimos distintas fórmulas para encontrarla:

Referencia	Población utilizada	Ecuación para la estimación de TMB (kcal/d)	Población objetivo
Harris y Benedict (1984)	n=239 sujetos blancos, 16-63 años:136 hombres:peso $61,1 \pm 10,3$ kg con edad de $27 \pm 9$ años; 103 mujeres: peso $56,5 \pm 11,5$ kg con edad de $31 \pm 4$ años	Mujer: $655,0955 + (9,5634 \times MC) + (1,8496 \times A) - (4,6756 \times \text{edad})$ Hombre: $(13,75 \times MC) + (5,003 \times \text{altura}) - (6,755 \times \text{edad}) + 66,47$	Sana
Quenouille (1951)	N=8600,4300 de 17-39 años,800 mayores 40 años y 3520 menores de 1 años.	Mujer: $(2,975 \times a) + (8,90 \times MC) + (11,7 \times SC) + (3,0 \times H) - (4 \times T) + 293,8$ .	Sanos. involucra gente que vive en el trópico, evaluando efecto de etnia y clima
FAO/WHO/UNU (1987)	n=11 000.Varios grupos étnicos y amplio rango de IMC.	Mujer (18-30): $(14,7 \times MC) + 496$ Mujer (30-60): $(8,7 \times MC) + 829$ . Mujer (> 60): $(10,5 \times MC) + 596$ Hombre(18-30): $(15,3 \times MC) + 679$ Hombre(30-60): $(11,6 \times MC) + 879$ Hombre(>60): $(13,5 \times MC) + 487$	Sana
Owen y colaboradores (1988)	n=44 mujeres (incluyó 8 atletas) sin especificación racial/étnica, 18-65 años,43-143kg.	Mujer: $795 + (7,18 \times MC)$ Hombre: $879 + 10,2 \times MC$	Sana
Mifflin y colaboradores (1990)	n=498;19-78 años ( $44 \pm 14$ ).251 hombres( $87,5 \pm 14,4$ kg).247 mujeres( $70,2 \pm 14,1$ kg).	Mujer: $(10 \times MC) + (6,25 \times A) - (4,92 \times \text{edad}) - 161$ . Hombres: $(10 \times MC) + (6,25 \times A) - (4,92 \times \text{edad}) + 5$ .	Sana
Gougeon y colaboradores (2002)	65 adultos,40 mujeres y 25 hombres, IMS promedio $37 \text{kg/m}^2$ .	$375 + (85 \times MC) - (48 \times MG) + (63 \times GA)$	Diabetes mellitus)
Huang y colaboradores (2004)	1088 adultos, edad media $44,9 \pm 12,7$ años con $\text{IMC} > 35 \text{kg/m}^2$ , 142 con diabetes mellitus tipo 2.	$71,767 - (2,337 \times \text{edad}) + (257,293 \times 0) + (9,996 \times MC) + (4,132 \times A) + (145,959 \times 1)$	Diabetes mellitus/obesidad
Rodríguez y colaboradores (2010)	760 mujeres de 18a 65 años	$\text{IMC} > 35 \text{kg/m}^2: 172,19 + (10,93 \times MC) + (3,10 \times A) - (2,55 \times \text{edad})$ $\text{IMC} < 35 \text{kg/m}^2: 407,57 + (9,58 \times MC) + (2,05 \times A) - (1,74 \times \text{edad})$	Sana
Harrington (1997)	n=498, 19-78 años( $44 \pm 14$ ).251 hombres( $87,5 \pm 14,4$ kg).247 mujeres( $70,2 \pm 14,1$ kg)	Mujer: $(\text{IMC} \times 28,15) - (\text{edad} \times 6,44) + 905$ . Hombre: $(\text{IMC} \times 28,15) - (\text{edad} \times 6,44) + 1290$ .	Obesidad
Oxford (2005)	n=10 522(5794 hombres y 4702 mujeres)	Mujeres:0-3 años: $(0,246 \times MC) - 0,0965$ ; 0-3 años: $(0,246 \times MC - 0,0965)$ ;3-10 años: $(0,0842 \times MC) + 2,12$ ; 10-18 años: $(0,0465 \times MC) + 3,18$ ;1830 años: $(0,0546 \times MC) + 2,33$ ;30-60 años: $(0,0407 \times MC) + 2,90$ ; >60 años: $(0,0424 \times MC) + 2,38$ Hombres:0-3 años: $(0,255 \times MC) - 0,141$ ; 3-10 años: $(0,0937 \times MC) + 2,15$ ;10-18 años: $(0,0769 \times MC) + 2,43$ ;18-30 años: $(0,0669 \times MC) + 2,28$ ;30-60 años: $(0,0592 \times MC) + 2,48$ ; >60 AÑOS: $(0,0563 \times MC) + 2,15$	Sanos

Como observamos en la tabla anterior, aunque estas fórmulas son muy utilizadas, no fueron utilizadas en deportistas. La mayoría se usó en población sana y sedentaria.

Las siguientes fórmulas de predicción fueron realizadas en población deportista.

### **Institute of Medicine, 2000**

(Institute of Medicine, 2000)

• **Hombre adulto**=  $662 - 9.53 + AF \times [15.91 \times \text{peso (kg)} + 539.6 \times \text{talla (m)}]$

• **Mujer adulta**=  $354 - 6.91 + AF \times [9.36 \times \text{peso (kg)} + 726 \times \text{talla (m)}]$

**Cunningham, 1980** (esta es una de las más utilizadas en deportistas)

(Cunningham, 1980)

• **TMR= 500 + 22 x** (masa corporal magra en kg)

**De Lorenzo, 1999** (De Lorenzo et al., 1999)

• **TMR hombres= -857 + 9.0 x** (masa corporal en kg) + **11.7 x** (altura en cm)

Después de encontrar la *Tasa Metabólica*, el valor que obtengamos lo multiplicaremos por un factor de actividad física, que dependerá de la intensidad de actividad física, que realice la persona.

### **Nivel AF según:**

**1,0-1,39:** actividades sedentarias y diarias como tareas del hogar, caminar, ir en autobús, etc.

**1,4-1,56:** baja actividad, tareas diarias y 30-60 minutos/día de moderada actividad como caminar 5-7 km/hora.

**1,6-1,89:** actividad normal, actividad diaria, más 60 minutos/día de actividad moderada.

**1,9-2,5:** muy activa, actividades diarias, con 60 minutos/día de actividad moderada más 60 minutos/día de actividad vigorosa o 120 minutos/día de actividad moderada.

(European Journal of Human Movement, 2013)

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) el factor de actividad física lo podríamos resumir en:

<b>FACTOR DE ACTIVIDAD FÍSICA</b>	<b>HOMBRES MUJERES</b>	
<b>SEDENTARIO</b>	TMB x 1,3	TMB x 1,3
<b>LEVE</b>	TMB x 1,6	TMB x 1,5
<b>MODERADO</b>	TMB x 1,7	TMB x 1,6
<b>INTENSO</b>	TMB x 2,1	TMB x 1,9
<b>EXTREMO</b>	TMB x 2,4	TMB x 2,2

**Planteamos este ejemplo con el fin de dejar todo más claro:**

Mujer de 28 años de edad, talla 159 cm, peso 54 kg. Que realiza actividad física de tipo moderado.

Vamos a utilizar la fórmula de Mifflin. (cajón # 5 de las ecuaciones predictivas)

**MUJER:**  $(10 \times \text{peso}) + (6,25 \times \text{talla cm}) - (4,92 \times \text{edad}) - 161$

Ahora reemplazamos los valores

- Mujer =  $(10 \times \mathbf{54}) + (6,25 \times \mathbf{159}) - (4,92 \times \mathbf{28}) - 161$
- Mujer =  $(\mathbf{540}) + (\mathbf{993,7}) - (\mathbf{137,7}) - 161$
- Mujer =  $(\mathbf{540}) + (\mathbf{993,7}) - (\mathbf{137,7}) - 161$
- Mujer = **1235**

Esta sería su *Tasa Metabólica Basal*: 1235 calorías.

Ahora multiplicamos por el factor de actividad física. Moderada igual a 1,6.

**•Mujer =  $1235 \times 1,6 = 1976$  calorías.**

Según la información anterior, ¿cuál sería la fórmula ideal a utilizar?

La respuesta sería: todas tienen un margen de error y no hay una fórmula perfecta.

Considero que no deberíamos obsesionarnos contando calorías, ya que, de todas maneras, la verdad es una sola. Si quiero resultados reales, debo considerar y tener en cuenta el conteo de calorías, principalmente, cuando se está iniciando en el fitness, lo más adecuado es familiarizarse con el gasto calórico y saber cómo representar las calorías en un plato con los diferentes alimentos. Además, debo tener claro cómo aportan estos alimentos los diferentes macronutrientes.

Después de esto ya sabrás de qué manera se ven los gramos de macronutrientes en un plato y, aproximadamente, cuántas calorías representan esos macronutrientes.

Ya que nuestro objetivo es ganar masa muscular, recordemos que será importante entrar en un superávit calórico, lo que implica que vamos a consumir más calorías de las que gastamos en el día. Esto quiere decir que tendremos un balance energético positivo, así que, a esas calorías que nos arrojó el ejemplo anterior, vamos a sumarle entre un 10% y un 25% más. Tengamos en cuenta que entre más calorías aumentemos, más rápido subiremos de peso, pero esto no garantiza que el peso ganado sea sólo masa muscular. Para garantizar la ganancia de masa muscular es mejor tener paciencia y aumentar un porcentaje bajo de calorías, pero tratar de lograr ganancias en la masa magra y no mucho peso graso.

***Para este ejemplo vamos a incrementar las calorías del ejemplo anterior un 20%.***

- Mujer = **1976 calorías.**

- 20% de 1976 = 395

- 1976 + 395 = 2371

**Calculemos con 2370 calorías.**

Tratemos inicialmente de no aumentar más de 500 calorías.

Ahora, vamos a distribuir esas 2370 calorías en los diferentes macronutrientes, iniciando con la proteína, posteriormente con los carbohidratos y el residuo, o faltante, serán las grasas.

Recordemos lo siguiente: cada alimento va a contener cierta cantidad de macronutrientes, y estos aportarán las calorías necesarias.

- *1 gramo de proteína aporta, aproximadamente, 4 calorías.*
- *1 gramo de carbohidratos aporta, aproximadamente, 4 calorías.*
- *1 gramo de grasa aporta, aproximadamente, 9 calorías.*

Hay algo que debe quedar muy, muy claro: el peso de un alimento en gramos no significa que tenga ese mismo peso en macronutrientes. Lo explico con el siguiente ejemplo: 100 gramos de pechuga de pollo cruda aportarán unos 20-22 gramos de proteína, unos 9 gramos de grasa y prácticamente nada de carbohidratos (ICBF, 2018).

La distribución de estas 2370 calorías de nuestro ejemplo se pueden hacer de diferentes formas, una de ellas es por porcentaje, aunque me parece más adecuada y precisa como se recomienda en la actualidad, la fórmula de gramos por kg de peso.

El consumo dietético de proteínas es crucial para la reparación, remodelación estructural, síntesis y crecimiento del tejido muscular. Por lo tanto, es el macronutriente más estudiado para respaldar las adaptaciones del entrenamiento de fuerza e hipertrofia. Basados en lo anterior, lo más indicado es iniciar con el macronutriente que nos garantizará la creación de nuevo tejido muscular, es decir, la proteína.

La Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva (ISSN), plantea, en su posición stand, lo siguiente:

- Para desarrollar masa muscular y mantener la masa muscular, a través de un balance proteico muscular positivo, una ingesta total diaria de proteínas en el rango

de 1.4 a 2.0 gr de proteína / kg de peso corporal es suficiente para la mayoría de las personas que hacen ejercicio. Un valor que se encuentra dentro del rango aceptable de distribución de macronutrientes publicado por el Instituto de medicina para las proteínas.

- Es posible que se necesiten ingestas más elevadas de proteínas (2,3 - 3,1 g/kg/ d) para maximizar la retención de la masa corporal magra en sujetos entrenados con sobrecarga durante los períodos hipocalóricos.
- Existe evidencia nueva que sugiere que una mayor ingesta de proteínas (> 3.0 g/kg / d) puede tener efectos positivos sobre la composición corporal en individuos entrenados en fuerza, es decir, promover la pérdida de masa grasa (Jäger et al, 2017).

***Para nuestro ejemplo calcularemos 2 gramos por kilo de peso corporal.***

- 54 kg de peso corporal x 2 gramos = **108 gramos de proteína.**
- **108 gramos de proteína** x 4 calorías = 432 calorías.

Posteriormente calculamos los carbohidratos.

Entre 5 a 7 gramos x kg de peso.

Igual que en las calorías, tengamos en cuenta lo siguiente: si agregamos más cantidad de carbohidratos, tendremos más posibilidad de ganar un mayor porcentaje de grasa.

***Para nuestro ejemplo, vamos a calcular así:***

- 54 kg de peso corporal x 6 gramos = **324 gramos de carbohidratos.**
- **324 gramos de carbohidratos** x 4 calorías = 1296 calorías.

Es decir, hasta ahora llevamos 432 calorías de proteína y 1296 calorías de carbohidratos, eso suma: 1728 calorías.

*Recordemos* que nuestro objetivo para esta dama del ejemplo son 2370 calorías.

O sea, que me restan  $2370 - 1728 = 642$  calorías.

El macronutriente que resta son las grasas. Como 1 gramo de grasa aporta 9 calorías, entonces divido:  $642 / 9 =$  **71 gramos de grasa.**

Por consiguiente, tenemos que nuestro plan de alimentación para esta dama con el objetivo de ganar masa muscular sería así:

- *108 gramos de proteína.*
- *324 gramos de carbohidratos.*
- *71 gramos de grasa.*

Ahora procedemos a seleccionar los alimentos para obtener esta composición de macronutrientes.

Puede hacerlo usted mismo seleccionando los alimentos del ICBF, anexamos link:

[https://www.icbf.gov.co/system/files/tcac\\_web.pdf](https://www.icbf.gov.co/system/files/tcac_web.pdf)

O puede realizarlo con aplicaciones como *FATSECRET*, *MYFITNESSPAL* o *MACROS*.

Van seleccionando sus alimentos, agregan la cantidad y la aplicación les dirá ese alimento, según esa cantidad, cuánto aporta de: grasa, carbohidratos y proteína.

Este es el ejemplo de un desayuno de 500 calorías, calculado en la aplicación *FATSECRET*:

- 3 Huevos
- 1 Taza de arroz cocido
- ¼ De aguacate
- 1 Taza de café

GRASA	CARBH	PROT	IDR	CALORIAS
22,77	49,62	24,35	14%	<b>506</b>
 <b>DESAYUNO</b>				<b>506</b>  Calorias
22,77	49,62	24,35	14%	^
<b>HUEVO (ENTERO)</b> 3 Grandes				<b>220</b> >
14,91	1,16	18,87	6%	
<b>ARROZ BLANCO</b> 1 Taza, cocido				<b>204</b> >
0,44	44,08	4,2	6%	
<b>AGUACATES</b> 1/4 un/una aguacate				<b>80</b> >
7,37	4,29	1	2%	
<b>CAFÉ</b> 1 Taza (240 ml)				<b>2</b> >
0,05	0,09	0,28	0%	

Esto entrega aproximadamente 500 calorías.

Recuerden que los *Micronutrientes* son demasiado importantes, por eso se debe ingerir muy buena cantidad de verduras. Lo ideal es que ocupen la mitad de tu plato en tus dos comidas principales, el almuerzo y la cena, ya que una buena cantidad de vegetales aportan fibra, vitaminas y minerales. Si por algún motivo no llegamos a los requerimientos de micronutrientes con el consumo de frutas y verduras, será necesario utilizar algún tipo de suplemento que contenga estos micronutrientes.

Es importante tener en cuenta que en nuestros procesos metabólicos se producen algunas sustancias oxidativas que, en exceso, pueden llegar a ser tóxicas y son llamadas radicales libres de oxígeno. Entre ellas tenemos el superóxido, anión hidroxilo, peróxido de hidrógeno. Estas sustancias en exceso pueden ser dañinas para las membranas de nuestras células y desencadenar algún tipo de enfermedad. Debemos tener en cuenta que en los atletas se producen muchos más radicales libres de oxígeno, y estos deberíamos bloquearlos

o estabilizarlos con los llamados antioxidantes, los cuales se obtienen de los micronutrientes de frutas y verduras. Entre los principales antioxidantes contamos con la *vitamina C*, *vitamina E*, *vitamina A*, *betacaroteno*, *licopeno*, *luteína*, *ácido alfa lipoico*, *coenzima Q10*; y minerales como: *zinc*, *selenio*, *cobre*, *hierro* y *manganeso* principalmente.

En un atleta, si vemos que no es posible llegar a los requerimientos de micronutrientes, será necesario incluir un suplemento con vitaminas y minerales.

Siguiendo con nuestra pirámide, encontramos el tiempo en el que teóricamente deberían incluirse los alimentos o los suplementos, teniendo en cuenta el momento del peri entrenamiento, es decir, qué se debe incluir antes, durante y después del entrenamiento.

La siguiente es la declaración de la *Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva* respecto al timing de los alimentos y suplementos:

**Declaración de posición:** La posición de la Sociedad con respecto a la sincronización de nutrientes y la ingesta de carbohidratos, proteínas y grasas en referencia a individuos sanos que hacen ejercicio se resume en los siguientes ocho puntos:

1. Las reservas máximas de glucógeno endógeno se promueven mejor siguiendo una alta dieta glucémica; alta en carbohidratos (*CHO*) (*600 - 1000 gramos de CHO o ~ 8 - 10 g de CHO / kg / d*) e ingestión de aminoácidos libres y proteínas (*PRO*) solos o en combinación con *CHO* antes de que se pueda realizar el ejercicio de fuerza. Estimular al máximo la síntesis de proteínas.
2. Durante el ejercicio, el *CHO* debe consumirse a una velocidad de 30 a 60 gramos de *CHO* / hora en una solución de *CHO al 6 - 8% (8 a 16 onzas líquidas)* cada 10 a 15 minutos. Agregar *PRO* para crear una proporción *CHO: PRO de 3 - 4: 1* puede aumentar el rendimiento de fuerza y promover al máximo la resíntesis de glucógeno durante episodios agudos y posteriores de ejercicio de resistencia.
3. La ingestión de *CHO* solo o en combinación con *PRO* durante el ejercicio de fuerza aumenta el glucógeno muscular, compensa el daño muscular y facilita mayores adaptaciones al entrenamiento después de períodos agudos o prolongados de suplementación con entrenamiento de fuerza.

4. Se ha demostrado que el consumo de **CHO** después del ejercicio (dentro de los 30 minutos) en dosis altas (**8 - 10 g CHO / kg / día**) estimula la resíntesis de glucógeno muscular, mientras se agrega **PRO** (**0,2 g - 0,5 g PRO / kg / día**) a **CHO** en una proporción de **3 - 4: 1 (CHO: PRO)** puede mejorar aún más la resíntesis de glucógeno.
5. Se ha demostrado que la ingestión después del ejercicio (**Inmediatamente a las 3 h**) de aminoácidos, principalmente aminoácidos esenciales, estimula fuertes aumentos en la síntesis de proteínas musculares, mientras que la adición de **CHO** puede estimular niveles aún mayores de síntesis de proteínas. Además, el consumo de un suplemento de **CHO + PRO** antes del ejercicio puede resultar en niveles máximos de síntesis de proteínas.
6. Durante el entrenamiento de resistencia prolongado y constante, se ha demostrado que el consumo posterior al ejercicio de diferentes dosis de suplementos de **CHO + PRO** en diferentes dosis, estimula las mejoras en la resistencia y la composición corporal en comparación con las condiciones de control o placebo.
7. La adición de creatina (**Cr**) (**0,1 g Cr / kg / día**) a un suplemento de **CHO + PRO** puede facilitar adaptaciones aún mayores al entrenamiento de fuerza.
8. La sincronización de los nutrientes incorpora el uso de una planificación metódica y la ingestión de alimentos integrales, nutrientes extraídos de los alimentos y otras fuentes.

El momento de la ingesta de energía y la proporción de ciertos macronutrientes ingeridos son probablemente los atributos que permiten una mejor recuperación y reparación de tejidos después de ejercicio de alto volumen, síntesis de proteínas musculares aumentada y estados de ánimo mejorados en comparación con las estrategias tradicionales o no planificadas de ingesta de nutrientes.

(Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2008).

La frecuencia y los horarios de comida no son tan relevantes si cumples con tus requerimientos nutricionales, pero en un proceso de **hipertrofia** con un gran superávit calórico, se aconseja repartir en varias comidas durante el día esa cantidad de calorías, ya que muchas personas, en pocas ingestas, no lograrán llegar a su cometido calórico, por lo que lo ideal será realizar varias comidas.

Respecto al timing de los nutrientes y suplementos

que se puedan consumir antes, durante y después del entrenamiento, observamos la importancia de ingerir carbohidratos y proteínas tanto antes como después del entrenamiento. Además, vemos cómo la creatina puede ser de gran utilidad al consumirla con los carbohidratos y las proteínas.

También observamos la importancia de los aminoácidos esenciales que se pueden obtener como suplemento o al ingerir proteína si esta es de alto valor biológico. Lo anterior, para garantizar una adecuada síntesis de proteína.

Una vez más, quiero que quede claro que la base de una buena nutrición son los carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales, las cuales se pueden ingerir en una alimentación balanceada, y que preferiblemente procedan de una alimentación natural o comida real; evitando los alimentos ultra procesados, que pueden ser perjudiciales para la salud.

También está claro que en ciertas circunstancias la suplementación puede ser de gran ayuda para obtener los resultados adecuados respecto a *hipertrofia* se refiere. Por lo anterior, procedemos a revisar suplementos que podrían ser de gran utilidad en un proceso de superávit calórico, con el objetivo principal de ganar masa muscular (*hipertrofia*), y así, lleguemos al último escalón de nuestra pirámide.

## **SUPLEMENTACIÓN**

Ahora bien, vamos a profundizar un poco más en el tema: la suplementación en un período de volumen (buscando aumentar el tamaño de la masa muscular) termina siendo una ayuda muy interesante para lograr los requerimientos nutricionales. ¿Por qué razón? Porque la dificultad a la que se enfrentan la gran mayoría de personas, que hacen un proceso de volumen, es que no pueden consumir la cantidad de nutrientes necesaria para propiciar ese volumen, ya que es muy difícil cumplir con la cantidad de calorías necesarias.

Hay algo que sucede frecuentemente y es que encuentras personas que dicen comer demasiado y están en fase de volumen, pero al hacer un análisis de los alimentos que consumen y las calorías que están ingiriendo, ni siquiera llegan a las necesidades calóricas mínimas que deberían

consumir para sostener su peso actual. Otro punto muy importante, es la cantidad de proteína que debe ingerirse, ya que algunos, a base de gran cantidad de carbohidratos, principalmente azúcares y grasas, logran llegar al superávit calórico, pero no logran el requerimiento calórico proteico básico e ideal para construir masa muscular.

Por eso se hacen necesarios suplementos como los ganadores de peso, ejemplo **Smart Gainer**, que aporta 920 calorías, resulta muy interesante porque ayuda a llegar a las calorías que se necesitan. Yo las considero calorías inteligentes, porque estamos hablando de proteína de alta calidad como lo es Whey Protein Isolate, Caseína Micelar; combinadas además con carbohidratos de alta calidad como amilopectina, que es un excelente carbohidrato, palatinosa, avena y harina de arroz, sin azúcar y con el valor agregado de contener creatina, aminoácidos de cadena ramificada BCAA's y con excelentes sabores.

Si revisamos bien este ganador de peso de ProScience, observamos que tiene una relación 4:1 respecto a carbohidratos y proteínas, tal y como lo recomienda la *Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva*, con proteínas de alto valor biológico y carbohidratos de muy alta calidad, sin azúcar; y fortalecida con creatina y aminoácidos de cadena ramificada BCAA's. Se convierte en un excelente cóctel para recuperar el glucógeno perdido y estimular la síntesis de proteínas.

Este batido hipercalórico aporta 920 calorías en seis copas, ocasionalmente recomendamos de acuerdo a las necesidades calóricas y proteicas de las personas, dividir el batido en dos ingestas, de tres copas, que te aportaría unas 460 calorías.



Las proteínas son vitales y no solamente sirven para el músculo. Nos debe quedar muy claro que también son útiles para formar enzimas, hacer parte de las membranas celulares, servir como transporte de muchas sustancias a través de las membranas; así como transportan lípidos en la sangre. La hemoglobina y las hormonas como la insulina, o la hormona de crecimiento, son proteínas. Entonces es muy importante saber que las proteínas son vitales.

Hay que recalcar que es muy importante la calidad de las proteínas, su velocidad de absorción y digestibilidad, la cual está determinada por diferentes variables, entre ellas, el valor biológico. Esta sería la posibilidad que tiene una proteína después de ser ingerida, de absorberse rápido, viajar por la sangre y posteriormente a las células, para allí formar nuevo tejido vivo (músculos).

Dentro de dichas proteínas, las proteínas de fuente animal tienen un valor biológico mucho más alto que las proteínas de origen vegetal, y si hablamos de los alimentos con el valor biológico más alto, el huevo entero es el mejor, ya que tiene un valor biológico de 100. Respecto a los suplementos, las proteínas de suero de leche (Whey) tienen un valor biológico mucho más alto, principalmente las proteínas de suero aisladas (Whey Protein Isolate)

<b>TIPO DE PROTEÍNAS</b>	<b>VALOR BIOLÓGICO</b>
<i>Suero de leche</i>	104-120
<i>Huevo entero</i>	100
<i>Clara de huevo</i>	88
<i>Pescado</i>	80-85
<i>Aislado de guisante</i>	80-85
<i>Carnes</i>	78-80
<i>Caseína</i>	77
<i>Soja</i>	74-90
<i>Gluten de trigo</i>	64
<i>Arroz</i>	59
<i>Legumbres</i>	50
<i>Cereales</i>	< 50



Recordemos que las proteínas están formadas por aminoácidos que tienen un grupo amino y un grupo carboxilo, que es el grupo ácido. De estos aminoácidos, hay un grupo que son esenciales, es decir, que mi cuerpo no los puede producir, y los debo ingerir en los alimentos. Entre ellos tenemos los siguientes 9 aminoácidos:

- *Leucina, isoleucina, valina* (estos son de cadena ramificada llamados así por su estructura química) y conocidos por su sigla en inglés como: BCAA's
- Los otros aminoácidos esenciales son: *metionina, lisina, fenilalanina, triptófano, treonina, histidina*.

Hay otro aminoácido llamado *glutamina*, este no es esencial, porque nuestro cuerpo lo puede sintetizar, pero al ser el aminoácido más abundante dentro del músculo y por la importancia de sus funciones (entre ellas mejorar el sistema inmunológico y la permeabilidad intestinal), es considerado condicionalmente esencial.

La evidencia científica, respecto al consumo de aminoácidos, principalmente de cadena ramificada BCAA's, es muy diversa. En algunos estudios los BCAA's son buenos y otros estudios dicen que los BCAA's no son tan buenos.

Pero sí se encuentra evidencia clara asegurando que los aminoácidos esenciales son muy útiles. Incluido lo reportado anteriormente, cuando hablamos de la postura en cuanto al timing de nutrientes por parte de la *Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva*.

Hay un excelente suplemento llamado **ARMY**, que contiene los nueve aminoácidos esenciales y el aminoácido *Glutamina*. Lo recomiendo y me parece de gran utilidad consumir durante el entrenamiento.



Respecto a suplementos, una autoridad para hablar del tema es el *Instituto Australiano de Deportes* quienes son una autoridad gracias a las múltiples revisiones que realizan expertos, para dar su posición frente a las diferentes ayudas ergogénicas que existen.

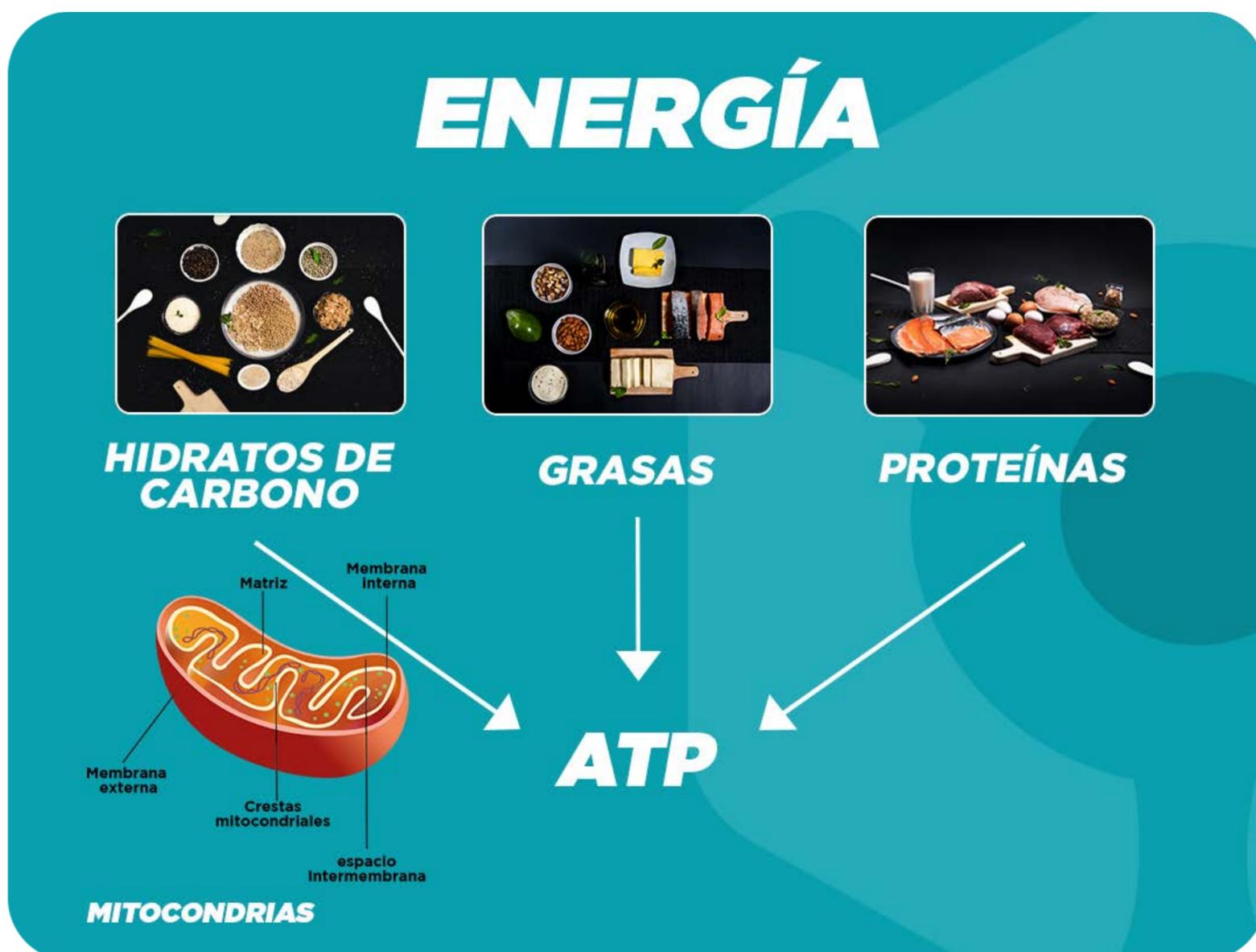
En dicho suplemento, las ayudas ergogénicas con mayor evidencia (**evidencia tipo A**) para mejorar el rendimiento son:

- *Cafeína*
- *Beta-alanina*

- *Bicarbonato*
- *Jugo de remolacha (nitratos)*
- *Creatina*
- *Glicerol*

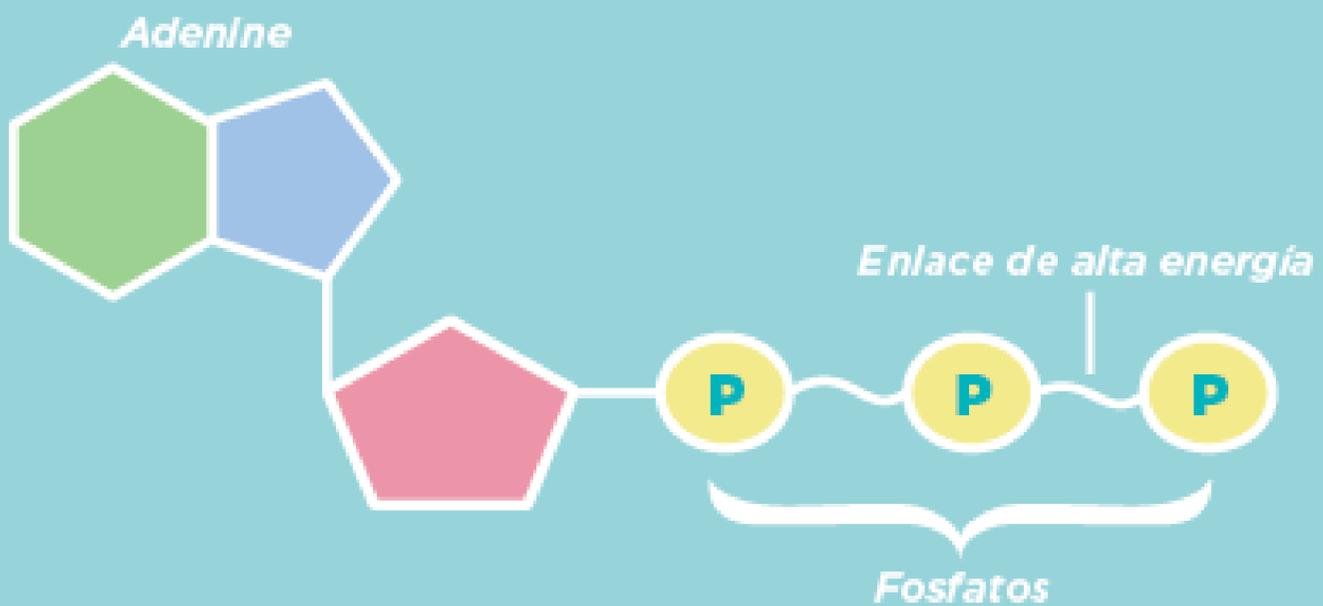
(Australian Institute of sports, 2021).

Recordemos que la moneda universal de la energía es el ATP, que es una moneda de energía que nosotros tenemos guardada y la obtenemos de los alimentos.



El ATP está conformado por una molécula de ribosa que es un azúcar, un nucleótido que es la adenina, y 3 grupos fosfatos.

## TRIFOSFATO DE ANDENOSINA (ATP)



Entre los fosfatos hay enlaces de alta energía, y cuando realizamos actividad física, rápidamente rompemos esta moneda de energía (necesito una enzima que se llama ATPasa con agua para romperla) y se pierde un fosfato. El ATP queda en ADP y el fosfato que se pierde se puede volver a recuperar, y formar de nuevo ATP. Además, en esta reacción se liberan hidrogeniones  $H^+$  y la acumulación de estos es lo que lleva a la acidez y a la verdadera fatiga muscular. *“Este proceso ocurre en el sarcoplasma de la célula muscular”*



Entonces, ¿cómo puedo recuperar el fosfato que perdí y volver a formar ATP? Esto se logra con la **creatina**, y ¿en qué momento lo recupero? Este proceso de recuperación sucede cuando se está en reposo, de modo que, cuando se está haciendo ejercicio, se está perdiendo el fosfato y cuando se está descansando, vuelve el fosfato, el cual se recupera gracias a la **creatina**.

Eso quiere decir, que si se me acaba rápido el ATP se complica todo, así que la contracción muscular depende del ATP y, lógicamente, también de la glucosa que me va a dar ese ATP. Necesito calcio, pero en general, el ATP es vital para la contracción muscular. Cuando yo estoy recuperándome entre serie y serie, la fosfocreatina (PCr), que tengo almacenada, aporta ese fosfato al ADP y vuelve a formar ATP. Esta reacción es a cargo de la enzima **creatin**

kinasa (CK). Al final se produce agua y la creatina (Cr) vuelve y queda libre, y toma de nuevo un fosfato que le será donado desde la mitocondria.



La *creatina* la podemos formar en nuestro cuerpo a partir de tres aminoácidos, la *arginina*, la *glicina*, que se unen en el riñón y forman *ácido guanidinoacético* y este viaja al hígado y se une a la *metionina*, para así formar la *creatina*. Posteriormente esta viaja al músculo y se acumula para hacer la resíntesis que acabamos de explicar.

La creatina también la podemos obtener de los alimentos, principalmente carnes rojas o pescados, pero será muy poca cantidad; ya que en aproximadamente 100 gramos de estos alimentos, se obtendrán unos 0,4 gr de *creatina*.

Cuando se hace actividad física de alta intensidad, es complejo obtener o producir la *creatina* necesaria para mejorar el desempeño físico atlético, y en nuestro caso respecto a *hipertrofia*, mejorar la fuerza y la posibilidad de aumentar la masa muscular.

Estas serían algunas de las posibles ventajas de suplementarse con *creatina*:

- Mayor rendimiento en sprints únicos y repetitivos.
- Mayor trabajo realizado durante series de esfuerzo muscular máximo.
- Aumento de la masa muscular y adaptaciones de fuerza durante el entrenamiento.
- Síntesis de glucógeno mejorada.
- Aumento del umbral anaeróbico.
- Posible mejora de la capacidad aeróbica mediante un mayor transporte de ATP desde las mitocondrias
- Mayor capacidad de trabajo.

- Recuperación mejorada.
- Mayor tolerancia al entrenamiento.

(Kreider et al, 2017).

**Creatina** tenemos en los siguientes productos:

- **LEGACY**
- **INTENZE**
- **SMART GAINER**



**INTENZE:** es un excelente producto clasificado dentro de los llamados pre-entreno. Este ayuda definitivamente, por diferentes mecanismos, a mejorar el rendimiento y el desempeño físico atlético. Además, contiene cuatro de las ayudas ergogénicas con evidencia tipo A, publicadas en el suplemento del *Instituto Australiano Deporte*, como son:

**Cafeína, creatina, beta-alanina, extracto de raíz de remolacha.**

Desde el punto de vista metabólico nosotros sabemos que el ejercicio estimula la adrenalina y varias vías de señalización celular. Las grasas que tenemos guardadas en forma de triglicéridos (tres ácidos grasos y una molécula de glicerol) las vamos a desdoblar, en un proceso llamado lipólisis. Posteriormente, estos ácidos grasos se van a oxidar y aportarán energía.

La posición de la *Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva*, con respecto a la suplementación con *cafeína* y el rendimiento deportivo se resume en los siguientes siete puntos:

1. La *cafeína* es eficaz para mejorar el rendimiento deportivo en atletas entrenados cuando se consume en dosis bajas a moderadas (3-6 mg / kg) y en general no da como resultado una mejora adicional en el rendimiento cuando se consume en dosis más altas ( $\geq 9$  mg / kg).
2. La *cafeína* ejerce un mayor efecto ergogénico cuando se consume en estado anhidro en comparación con el café.
3. Se ha demostrado que la *cafeína* puede mejorar la vigilancia durante episodios de ejercicio exhaustivo prolongado, así como, durante períodos de privación sostenida del sueño.
4. La *cafeína* es ergogénica para el ejercicio de resistencia máxima sostenida y se ha demostrado que es muy eficaz para el rendimiento en contrarreloj.
5. La suplementación con *cafeína* es beneficiosa para el ejercicio de alta intensidad, incluidos los deportes de equipo como el fútbol y el rugby, ambos clasificados por actividad intermitente dentro de un período de duración prolongada.
6. La literatura es equívoca cuando se consideran los efectos de la suplementación con *cafeína* en el rendimiento de fuerza-potencia, y se justifica la investigación adicional en esta área.
7. La literatura científica no respalda la diuresis inducida por *cafeína* durante el ejercicio o cualquier cambio dañino en el equilibrio de líquidos que pudiera afectar negativamente el rendimiento.

(Trexler et al, 2015).

Recordemos que el ATP, cuando yo hago contracción muscular, se rompe y se liberan hidrogeniones. Cada contracción muscular liberará más hidrogeniones, es decir, que muchos hidrogeniones producidos en la contracción muscular van a llevar a una acidez dentro del músculo, y esa acidez es lo que va a producir la fatiga. Recuerden que antes culpaban al lactato, pero no es el lactato, es la acidez producida por el aumento de hidrogeniones.

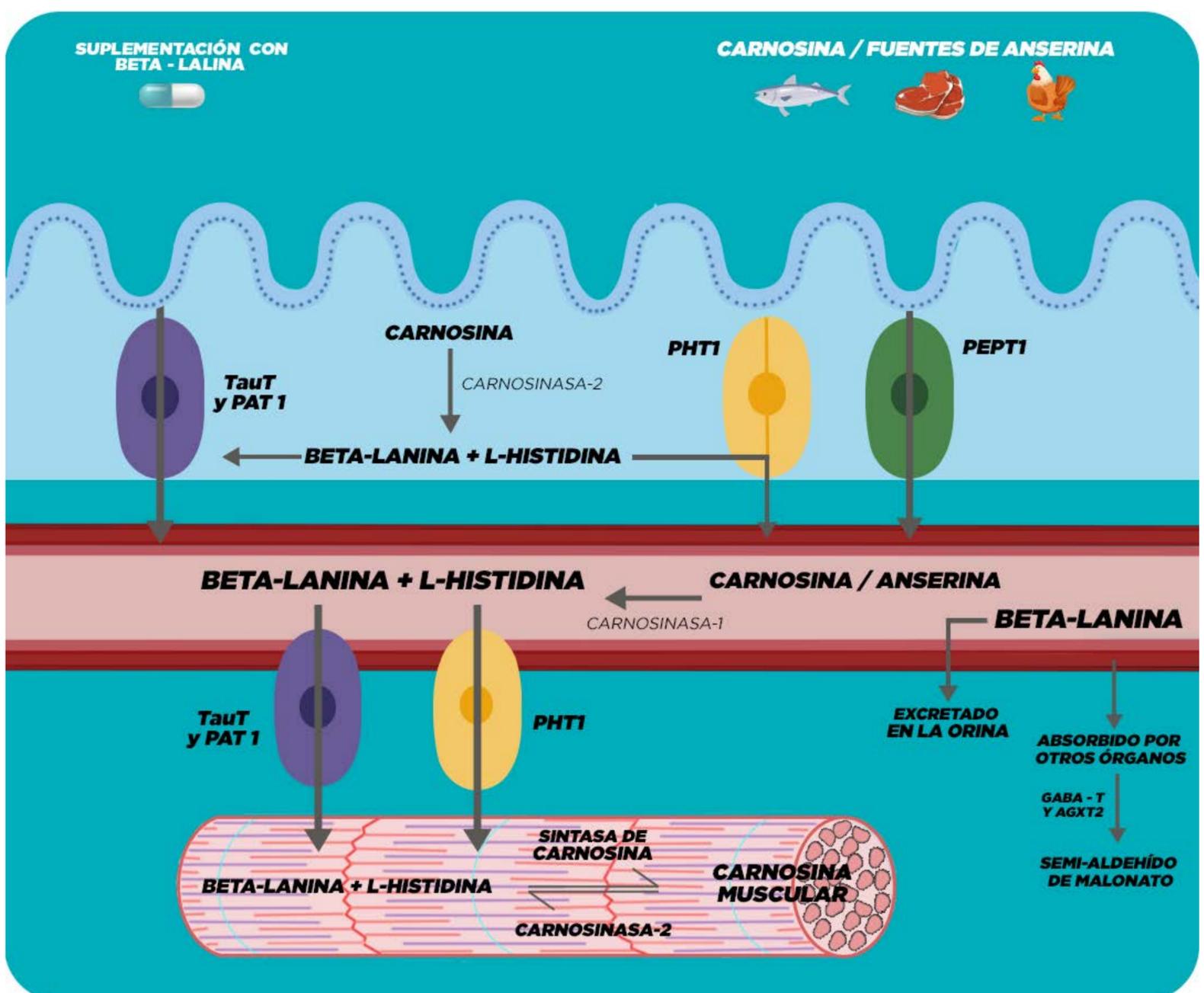
Diferentes métodos se han utilizado para disminuir la fatiga muscular y entre ellos, se ha buscado disminuir la acidez dentro del músculo para mejorar el nivel de entrenamiento,

ya que una o dos repeticiones más podrían ser la gran diferencia en mejorar niveles de fuerza, capacidad de recuperación y así llegar a la *hipertrofia*.

Este efecto que llamamos *buffer* puede ser logrado mediante una molécula que tenemos dentro del músculo llamada *carosina*. Estos niveles de *carosina* los podemos aumentar con la *beta-alanina*.

La *carosina* es un dipéptido abundante que contiene *histidina* en el músculo esquelético humano y está formado por *Beta-alanina* y *L-histidina*. Esta realiza varias funciones fisiológicas durante ejercicio y ha atraído un gran interés en los últimos años con numerosas investigaciones enfocadas en incrementar su contenido intramuscular para optimizar su potencial ergogénico.

**BENEFICIOS:** la ingestión oral de *beta-alanina* aumenta el contenido de carosina muscular, aunque existe gran variación en respuesta a la suplementación y la cantidad de *beta-alanina* ingerida, posteriormente convertida en carosina muscular, parece ser baja (Front, 2019).



La carosina (*beta alanina - L-Histidina*) se descubrió en 1900 como un abundante compuesto de carne no proteica

que contiene nitrógeno. El dipéptido no solo se encuentra en el músculo esquelético, sino que también en otros tejidos excitables.

Las funciones fisiológicas de la carnosina, basándose en sus propiedades bioquímicas, incluyen: tampón de PH, quelación de iones metálicos y capacidad antioxidante, así como la capacidad para proteger contra la formación de productos finales de lipoxidación y glicación avanzada. Por este motivo, el potencial terapéutico de la suplementación, aumentando niveles de carnosina, se ha probado en numerosas enfermedades en las que está implicado el estrés isquémico u oxidativo (Physiol, 2013).

La *Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva* (ISSN) proporciona una revisión objetiva y crítica de los mecanismos y el uso de la suplementación con *beta-alanina*. Basados en la literatura disponible actualmente, las conclusiones del **ISSN** son las siguientes:

1. Cuatro semanas de suplementación con *beta-alanina* (4-6 g al día) aumentan significativamente las concentraciones de carnosina muscular, actuando así, como un tampón de PH intracelular.
2. La suplementación con *beta-alanina* actualmente parece ser segura en poblaciones sanas a las dosis recomendadas.
3. El único efecto secundario informado es parestesia (hormigueo), pero los estudios indican que esto puede atenuarse usando dosis más bajas divididas (1.6 g) o usando una fórmula de liberación sostenida.
4. Se ha demostrado que la suplementación diaria con 4 a 6 g de *beta-alanina*, durante al menos 2 a 4 semanas mejora el rendimiento del ejercicio, con efectos más pronunciados en tareas de punto final abierto / pruebas contrarreloj que duran de 1 a 4 minutos.
5. La *beta-alanina* atenúa la fatiga neuromuscular, particularmente en sujetos mayores, y la evidencia preliminar indica que la puede mejorar el rendimiento táctico.
6. La combinación de *beta-alanina* con otros suplementos de uno o varios ingredientes puede ser ventajosa cuando la suplementación de *beta-alanina* es lo suficientemente alta (4 a 6 g al día) y lo suficientemente prolongada (mínimo 4 semanas).
7. Se necesita más investigación para determinar los efectos de

la *beta-alanina* sobre la fuerza, el rendimiento de resistencia más allá de los 25 minutos de duración y otros beneficios relacionados con la salud asociados con la *carnosina* (Trexler et al, 2015).

Respecto a los nitratos, sabemos que estos aumentan la disponibilidad del óxido nítrico, el cual es un vasodilatador y un gas que beneficia la función del endotelio y nuestra salud vascular.

El jugo de remolacha contiene altos niveles de nitrato inorgánico (NO<sub>3</sub>) y su ingesta ha demostrado ser eficaz para aumentar las concentraciones de óxido nítrico (ON) en sangre. Dados los efectos del ON en la promoción de la vasodilatación y el flujo sanguíneo, con beneficiosos impactos en la contracción muscular; varios estudios han detectado un efecto ergogénico de la suplementación con jugo de remolacha en esfuerzos de ejercicio con altas demandas de metabolismo energético oxidativo. Sin embargo, sólo un número escaso, pero creciente de las investigaciones, han buscado evaluar los efectos de este suplemento sobre el rendimiento en el ejercicio de alta intensidad.

Los resultados de diferentes investigaciones indican que el jugo de remolacha, administrado en una sola dosis o durante unos días, puede mejorar el rendimiento en forma intermitente, y también puede mejorar los esfuerzos de alta intensidad con breves períodos de descanso. Las mejoras observadas se atribuyen a una resíntesis de fosfocreatina más rápida que podría retrasar su agotamiento durante los esfuerzos de ejercicio repetitivo. Además, la suplementación con jugo de remolacha podría mejorar la producción de potencia muscular a través de un mecanismo, el cual implica una velocidad de acortamiento muscular más rápida. Los hallazgos de algunos estudios también sugieren indicadores mejorados de fatiga muscular, aunque el mecanismo involucrado en este efecto aún no está claro.

Aparte de estos componentes, **INTENZE** también contiene *citrulina* y *arginina*. Esta última, gracias al óxido nítrico sintasa, se convierte en *óxido nítrico* en las células endoteliales.

Cuando consumimos citrulina, esta se absorbe directamente a la sangre a diferencia de la arginina que parte de ella, en el enterocito o célula intestinal se convierte en ornitina y urea gracias a la enzima arginasa.

La *citrulina* llega a la circulación, después va al riñón, y allí se convierte en *arginina*, que posteriormente se transforma en *óxido nítrico*.

En pocas palabras, si usted desea lograr *hipertrofia muscular*, una buena alternativa serían estos suplementos:

▶ Antes del entreno: **INTENZE**

▶ Durante el entreno: **ARMY**

▶ Posterior al entrenamiento: **SMART GAINER**

Respecto a suplementación esto sería ideal, pero **primero** debemos realizar un excelente estímulo. Este se logra con el entrenamiento de fuerza, que ya revisamos, y con una excelente *nutrición*, logrando ese superávit calórico adecuado que contenga un excelente aporte calórico y proteico.

## **AYUDAS ERGOGÉNICAS FARMACOLÓGICAS**

Termino este libro con este apartado de ayudas farmacológicas que son muy utilizadas en el medio fitness, buscando un camino fácil para lograr una mejor masa muscular y una rápida pérdida de grasa.

Lamentablemente, detrás de estas ayudas farmacológicas, se pueden desencadenar una serie de efectos adversos que pueden llegar a ser muy leves, y reversibles, pero si se utilizan de manera inadecuada, pueden causar efectos irreversibles que pueden llegar a ser fatales, y pueden desencadenar la muerte. Las principales ayudas utilizadas son a partir de la hormona testosterona, la cual sabemos, es muy anabólica, aumenta la síntesis proteica y disminuye el tejido graso.

La testosterona es una hormona esteroidea (derivada del colesterol), primariamente masculina que se origina principalmente en las células de Leydig del testículo, y en menor proporción, en la capa reticular de la corteza de la glándula suprarrenal. En las mujeres se produce en mínima cantidad en los ovarios y en la glándula suprarrenal. La cantidad producida es variable en cada individuo y según la etapa de la vida, siendo sus valores más altos y significativos en la pubertad:

La testosterona puede tener cambios androgénicos y anabólicos.

Empecemos con los efectos *androgénicos*, que son aquellos que la población masculina experimenta durante la pubertad:

- Aumento del vello facial y corporal.
  - Cambios en el tono de la voz, el cual se hace más grave.
  - Aumenta la densidad ósea, estimulando la población de osteoblastos.
  - Aumenta la masa muscular (este punto lo ampliaremos un poco).
  - Aumenta la grasitud de la piel, estimulando glándulas sebáceas.
  - En algunas personas aumenta la agresividad.
  - Se obtiene un menor porcentaje graso.
  - El tono muscular también aumenta.
  - Se logra una menor retención acuosa.
1. Los efectos *anabólicos* son los que la mayoría de los que practicamos el fitness, quisiéramos. (Se relaciona con el aumento de la tasa de síntesis de proteínas, crecimiento muscular, aumento de peso, aumento del apetito y sensaciones generales de bienestar).

Se considera que hay efectos anabólicos cuando hay:

- Aumento del trofismo o tamaño (nutrición, desarrollo y conservación de un tejido) de cartílagos, huesos y músculos.
- Disminución de la pérdida de nitrógeno, logrando un balance nitrogenado positivo.

Recordemos que las proteínas están hechas de aminoácidos y estos están compuestos de nitrógeno, carbono, hidrógeno y oxígeno.

- Aumento de la hematopoyesis (aumento del hematocrito), estimulando directamente señales sobre la médula ósea y aumentando el número de glóbulos rojos.

Respecto al músculo que es lo que más nos importa a la población fitness, los esteroides actúan de diferentes maneras:

- Aumenta el tamaño de las fibras musculares esqueléticas tipo I y tipo II, incrementando la síntesis de proteínas.
- Estimula la actividad mitótica de las células satélite. Estas células están en la periferia del músculo y reemplazan los mionúcleos de las células musculares, aumentando el tamaño de las fibras. A este proceso se le llama *hipertrofia*.
- También puede aumentar y estimular la acción de IGF-1 (factor de crecimiento similar a la insulina). Esta hormona también estimula síntesis de proteína por medio de la activación del mTOR y, por ende lleva a la *hipertrofia muscular*
- Estimula por medio de receptores el aumento en la concentración de calcio, estimulando mioblastos hacia la hipertrofia muscular.

Derivados de esta hormona testosterona, encontramos unos medicamentos llamados esteroides anabólicos androgénicos, los cuales son muy efectivos y anabólicos, pero, como lo decíamos anteriormente, pueden tener diferentes efectos adversos.

Entre ellos encontramos los siguientes:

## ESTEROIDES ANABÓLICOS ANDROGÉNICOS (PREPARADOS NATURALES Y SINTÉTICOS)

### 1º GRUPO: TESTOSTERONA

esteros de testosterona

- Methyl-testosterona
- Melanidrolona
- Stilidrolona
- Tilidrolona
- Taxidrolona en suspensores (Aqua)

- Oxidrolona (Oxido)
- Propionato (Propio)
- Enantato (Enanto)
- Decanoato (Decano)
- Undecanoato (Undecano)

### 2º GRUPO: DIHIDROTESTOSTERONA

- Estanozolol (Winstrol)
- Oranobolona (Anavar)
- Oximetolona (Anadrol)
- Mestanolona (Primobolan)
- Mesterolona (Provirin)
- Drostanolona (Masteron)

### 3º GRUPO: MANDROLONA

- Esteros
- Tribolona (Parabolan)

- Hexanoato (Hexano)
- Octanoato (Octano)

Resumiendo, encontramos que los Esteroides Anabólicos:

- Mejoran la masa muscular en tamaño y calidad.
- Ganancias en fuerza, potencia y resistencia.
- Ayuda en la pérdida de grasa.
- Según el medicamento podría mejorar la potencia sexual en damas y en caballeros.

Dependiendo de la dosis y el individuo, podría tener algunos de los siguientes efectos adversos:

- Toxicidad y masas benignas en hígado, principalmente los esteroides orales.
- Disfunción sexual, atrofia testicular.
- Ginecomastia y retención de agua.
- Alteración en los lípidos y riesgo cardiovascular
- Acné, Alopecia y agresividad.
- Pérdida rápidamente de lo ganado si no realiza un buen post ciclo.

- En las damas voz gruesa, hipertrofia del clítoris, alteraciones del ciclo menstrual.
- Muy mal utilizados, incluso **MUERTE SÚBITA.**

Los otros medicamentos muy usados hoy día y muy de moda son los **SARMS.**

SARMS son las siglas en inglés para referirse a Moduladores Selectivos de los Receptores Andrógenos. Estimulan el mismo receptor andrógeno que los esteroides anabólicos, específicamente en las funciones de densidad y crecimiento músculo-esquelético, lo que deriva en aumento de la masa muscular, oxidación de grasa, aumento de la densidad ósea, incremento en la fuerza... Cabe mencionar que ese detalle de ser un modulador **SELECTIVO** es lo que los hace extremadamente atractivos para el público dedicado al fitness y al fisicoconstructivismo ya que estimula específicamente las áreas que nos interesan y dejan sin alteración las que provocan efectos secundarios no deseados como son: toxicidad hepática, agrandamiento de la próstata, atrofia testicular, acné, ginecomastia, calvicie, entre otros.

Lamentablemente, el uso de dosis altas y, uso prolongado pueden ocasionar también efectos adversos, e incluso inhibir el eje hipotálamo hipófisis testículo, al igual que los esteroides.

Estos medicamentos no están aprobados para uso humano, pero se venden en el mercado negro, y los usuarios que los utilizan reportan ganancias en la masa muscular, pérdida de grasa, mejora en el rendimiento aeróbico y la fuerza dependiendo el medicamento utilizado.

Entre los más utilizados encontramos:

- ▶ Ostarine
- ▶ Ligandrol
- ▶ Testolone
- ▶ YK 11
- ▶ Andarine

También encontramos otros medicamentos que no son **SARMS**, pero la gente cree que lo son. Entre ellos encontramos:

▶ Ibutamoren

▶ Stenabolic

▶ Cardarine

Como lo he referido anteriormente, estos medicamentos no han sido aprobados para el uso en humanos. Algunos estudios se han realizado en ratones y muy pocos en humanos, como sucede con los medicamentos ostarine y ligandrol.

Para conocer más al respecto de **ESTEROIDES ANABÓLICOS y SARMS**, visita estos cursos virtuales de mi autoría para tener un conocimiento mucho más amplio.

<https://fitdemy.co/>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allsen PE, J.M. Harrison, and B. Vance. *Fitness for Life: An Individualized Approach*; 1984.

American College of Sports. *Medicine Position Stand on Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults*. Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 34, No. 2, 2002, pp. 364 -380.

Australian Institute of sport. *position statement supplements and sports foods in high performance sport*, Marzo 2021.

Baker D WG, Carlyon R. *Periodization: the effect on strength of manipulating volume and intensity*. J Strength Cond Res. 1994;8:235-242.

Bangsbo J, Norregaard L, Thorso F. *Activity profile of competition soccer*. Can J Sport Sci. 1991;16(2):110-116.

Barton-Davis, ER, Shoturma, DI, and Sweeney, HL. *Contribution of satellite cells to IGF-I induced hypertrophy of skeletal muscle*. Acta Physiol Scand 167: 301-305, 1999.

Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. *Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables*. Sports Med. 2005;35(10):841-851.

Braith RW, Graves JE, Pollock ML, Leggett SL, Carpenter DM, Colvin AB. *Comparison of 2 vs 3 days/week of variable resistance training during 10- and 18-week programs*. Int J Sports Med. 1989;10(6):450-454.

Campos, GE, Luecke, TJ, Wendeln, HK, Toma, K, Hagerman, FC, Murray, TF, Ragg, KE, Ratamess, NA, Kraemer, WJ, and Staron, RS. *Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones*. Eur J Appl Physiol 88: 50-60, 2002.

Carroll TJ, Abernethy PJ, Logan PA, Barber M, McEniery MT. *Resistance training frequency: strength and myosin heavy chain responses to two and three bouts per week*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1998;78(3):270-275.

Colliander EB, Tesch PA. *Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training*. Acta Physiol Scand. 1990;140(1):31-39.

Delorme TL. *restoration of muscle power by heavy-resistance exercises*. J. Bone Joint Surg. Am. 1945;27(4):645-667.

Delorme TL, and A. L. Watkins. *Techniques of progressive resistance exercise*. Arch. Phys. Med. 1948;29:263-273.

Deschenes, MR, Kraemer, WJ, Maresh, CM, and Crivello, JF. *Exercise induced hormonal changes and their effects upon skeletal muscle muscle tissue*. Sport Med 12: 80-89, 1991.

Endocrine Reviews 41: 594 - 609, 2020

Essentials of Sports Nutrition and Supplements Edited by Jose Antonio, PhD. 2008

European Journal of Human Movement, vol. 30, junio-, 2013, pp. 37-52.

Fahey TD, Rolph R, Moungmee P, Nagel J, Mortara S. *Serum testosterone, body composition, and strength of young adults*. Med Sci Sports. 1976;8(1):31-34.

Feigenbaum MS, Pollock ML. *Prescription of resistance training for health and disease*. Med Sci Sports Exerc. 1999;31(1):38-45.

Fleck SJ KW. *Resistance training: basic principles part 1*. Physician and Sportsmedicine. 1988;16:160-171.

Fry, AC. *The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations*. Sport Med 34: 663-679, 2004.

Front. Nutr. 6:135. 2019

Garthe, I, Raastad, T, Refsnes, PE, and Sundgot-Borgen, J. *Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes*. Eur J Sport Sci. 13: 295-303, 2013.

Goldspink, G. *Mechanical signals, IGF-I gene splicing, and muscle adaptation*. Physiology (Bethesda), 20: 232-238, 2005.

Ha 'kkinen, K, Komi, PV, and Ale 'n, M. *Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electro- myographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles*. Acta Physiology Scan 125: 587-600, 1985.

- Ha'kkinen, K and Pakarinen, A. *Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy-resistance protocols in male athletes.* J Appl Physiol 74: 882-887, 1993.
- Hameed, M, Lange, KH, Andersen, JL, Schjerling, P, Kjaer, M, Harridge, SD, and Goldspink, G. *The effect of recombinant human growth hormone and resistance training on IGF-I mRNA expression in the muscles of elderly men.* J Physiol 555: 231-240, 2004.
- Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA. *Prescription of resistance training for healthy populations.* Sports Med. 2001;31(14):953-964.
- Harris RC, Edwards RH, Hultman E, Nordesjo LO, Ny Lind B, Sahlin K. *The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man.* Pflugers Arch. 1976;367(2):137-142.
- Hickson RC, Hidaka K, Foster C. *Skeletal muscle fiber type, resistance training, and strength-related performance.* Med Sci Sports Exerc. 1994;26(5):593-598.
- Hoffman, JR, Im, J, Rundell, KW, Kang, J, Nioka, S, Spiering, BA, Kime, R, and Chance, B. *Effect of muscle oxygenation during resistance exercise on anabolic hormone response.* Med Sci Sport Exerc 35: 1929-1934, 2003.
- Institute of Medicine, 2000.
- Jäger et al. Journal of the International Society of Sports Nutrition (2017) 14:20
- Journal of the International Society of Sports Nutrition 2008, 5:17
- Keeler LK FL, Miller W, et al. *Early-phase adaptations of traditional-speed vs superslow resistance training on strength and aerobic capacity in sedentary individuals.* J Strength Cond Res. 2001;15:309-314.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. *Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription.* Med Sci Sports Exerc. 2004;36(4):674-688.
- Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, Fleck SJ, Franklin B, Fry AC, Hoffman JR, Newton RU, Potteiger J, Stone MH, Ratamess NA, Triplett-McBride T. *American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults.* Med Sci Sports Exerc. 2002;34(2):364-380.
- Kraemer W. *Exercise prescription in weight training: manipulating program variables.* Natl Strength Cond Assoc J. 1983;5:58-61.
- Kraemer WJ, Noble BJ, Clark MJ, Culver BW. *Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods.* Int J Sports Med. 1987;8(4):247-252.
- Kraemer, WJ and Ratamess, NA. *Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training.* Sport Med 35: 339-361, 2005.
- Kraemer, WJ, Gordon, SE, Fleck, SJ, Marchitelli, LJ, Mello, R, Dziados, JE, Friedl, K, Harman, E, Maresh, C, and Fry, AC. *Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females.* Int J Sport Med 12: 228-235, 1991.
- Kraemer, WJ, Gordon, SE, Fleck, SJ, Marchitelli, LJ, Mello, R, Dziados, JE, Friedl, K, Harman, E, Maresh, C, and Fry, AC. *Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females.* Int J Sport Med 12: 228-235, 1991.
- Kreider et al. Journal of the International Society of Sports Nutrition (2017) 14:18
- Krieger, JW. *Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: A meta-analysis.* J Strength Cond Res 24: 1150-1159, 2010.
- Knuttgen HG. *Strength training and aerobic exercise: comparison and contrast.* J Strength Cond Res. 2007;21(3):973-978.
- Larson G D PJ. *A comparison of three different intervals between multiple squat bouts.* J Strength Cond Res. 1997;11:115-118.
- Loebel, CC and Kraemer, WJ. *A brief review: Testosterone and resistance exercise in men.* J Strength Cond Res 12: 57-63, 1998.
- Magnitude and Composition of the Energy Surplus for Maximizing Muscle Hypertrophy: Implications for Bodybuilding and Physique Athletes.* Strength and Conditioning Journal, febrero 2020.
- Mazzetti SA, Kraemer WJ, Volek JS, Duncan ND, Ratamess NA, Gomez AL, Newton RU, Hakkinen K, Fleck SJ. *The influence of direct supervision of resistance training on strength performance.* Med Sci Sports Exerc. 2000;32(6):1175-1184.

Moore, DR, Phillips, SM, Babraj, JA, Smith, K, and Rennie, MJ. *Myofibrillar and collagen protein synthesis in human skeletal muscle in young men after maximal shortening and lengthening contractions*. Am J Physiol Endocrinol Metab 288: E1153–E1159, 2005.

Nogueira, W, Gentil, P, Mello, SN, Oliveira, RJ, Bezerra, AJ, and Bottaro, M. *Effects of power training on muscle thickness of older men*. Int J Sport Med 30: 200–204, 2009.

Nindl, BC, Kraemer, WJ, Marx, JO, Tuckow, AP, and Hymer, WC. *Growth hormone molecular heterogeneity and exercise*. Exerc Sport Sci Rev 31: 161–166, 2003.

Ostrowski KJ, Weatherby R, et al. *The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function*. J Strength Cond Res. 1997;11:148-154.

Pasiakos, SM, and Carbone, JW. *Assessment of skeletal muscle proteolysis and the regulatory response to nutrition and exercise*. IUBMB Life 66: 478-484, 2014.

Paulsen G, Myklesstad D, Raastad T. *The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training*. J Strength Cond Res. 2003;17(1):115-120.

Pereira MI, Gomes PS. *Movement velocity in resistance training*. Sports Med. 2003;33(6):427-438.

Physiol Rev 93: 1803–1845, 2013

Physiol. 11:816. doi: 10.3389/fphys.2020.00816

Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. *A meta-analysis to determine the dose response for strength development*. Med Sci Sports Exerc. 2003;35(3):456-464.

Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. *A meta-analysis to determine the dose response for strength development*. Med Sci Sports Exerc. 2003;35(3):456-464.

Science AND Development OF Muscle Hypertrophy.

Schoenfeld, PhD, CSCS, CSPS, FNCSA Lehman College, Bronx, New York; 2016.

Schoenfeld, BJ. *The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training*. J Strength Cond Res 24(10): 2857–2872, 2010.

Sforzo GA, TP. *Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session*. J Strength Cond Res. 1996;10:20-24.

Silverthorn D.U, *Fisiología humana: un enfoque integrado*. 2019

Sports Med 2007; 37 (9): 737-763

Tan B. *Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review*. J Strength Cond Res. 1999 13:289-304.

Tanimoto, M, Sanada, K, Yamamoto, K, Kawano, H, Gando, Y, Tabata, I, Ishii, N, and Miyachi, M. *Effects of whole-body low-intensity resistance training with slow movement and tonic force generation on muscular size and strength in young men*. J Strength Cond Res 22: 1926–1938, 2008.

Trexler et al. Journal of the International Society of Sports Nutrition (2015) 12:30

Toigo, M and Boutellier, U. *New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations*. Eur J Appl Physiol 97: 643–663, 2006.

Volek JS, Kraemer WJ, Bush JA, Incledon T, Boetes M. *Testosterone and cortisol in relationship to dietary nutrients and resistance exercise*. J Appl Physiol. 1997;82(1):49-54.

Waters, MJ, Shang, CA, Behncken, SN, Tam, SP, Li, H, Shen, B, and Lobie, PE. *Growth hormone as a cytokine*. Clin Exp Pharmacol Physiol 26: 760–764, 1999.

Werner W.K. Hoeger SLB, Douglas F. Hale and Davis R. Hopkins. *Relationship Between Repetitions and Selected Percentages of One Repetition Maximum*. Journal of Applied Sport Science Research. 1987;1(1):11-13.

Werner w.k. Hoeger DRH, Sandra L. Barette and Douglas F. Hale *Relationship Between Repetitions and Selected Percentages of One Repetition Maximum: A Comparison Between Untrained and Trained Males and Females*. Journal of Applied Sport Science Research. 1990;4(2):47-54.

Westcott WL, Winett RA, Anderson ES, Wojcik JR, Loud RL, Cleggett E, Glover S. *Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength*. J Sports Med Phys Fitness. 2001;41(2):154-158.

Zatsiorsky, VM. *Science and Practice of Strength Training*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.

**WEB**

[https://www.icbf.gov.co/system/files/tcac\\_web.pdf](https://www.icbf.gov.co/system/files/tcac_web.pdf)

<https://josealbanvazquezzaragoza.blogspot.com/2016/09/formas-de-los-musculos.html>

<https://fitdemy.co/>