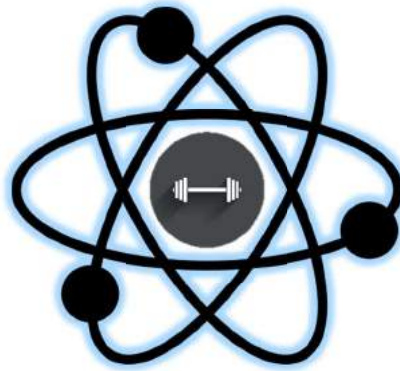


LA **MEJOR** RUTINA SEGÚN LA **CIENCIA**



Una revisión de la evidencia más consistente para crear las rutinas de entrenamiento más efectivas.

70 referencias científicas, diferentes esquemas de entrenamiento y propuestas prácticas para sacar el máximo provecho a cada ejercicio seleccionado para aumentar la masa muscular y la fuerza.

FOCUS 1 DATE	FOCUS 2 START	FOCUS 3 END	FOCUS 4 FOCUS	FOCUS 5 GROUP	CARDIO	TIME						
EXERCISE	SET #	WEIGHT	REPS	SET #	WEIGHT	REPS	SET #	WEIGHT	REPS	SET #	WEIGHT	REPS
										</		



La selección de ejercicios enfocada al aumento de masa muscular y fuerza suscita gran interés. Podemos leer y escuchar infinidad de información y opiniones aparentemente convincentes, aunque muchas veces puedan resultar incluso contradictorias: artículos, videos, profesionales (o no tan profesionales), el más “fuerte” de tu gimnasio. Todos afirman conocer los ejercicios clave para conseguir los resultados que tanto buscamos...

¿A quién debemos hacer más caso? **¿Cuáles son los mejores ejercicios para mí y para mi rutina?**

En esta recopilación intentaremos proporcionar las herramientas necesarias para que tú con tu propio criterio (algo que también se entrena mediante el aprendizaje de la evidencia y la experiencia), seas el encargado de tomar la decisión.

Para ello, vamos a proponer **cuatro principios** demostrados tanto por la ciencia como por la práctica, y que suponen la base que debería ser respetada a la hora de seleccionar los ejercicios en un programa de entrenamiento. Además, plantearemos otra serie de recursos que complementan a estos principios básicos, y que en conjunto te permitirán encontrar los ejercicios óptimos para exprimir tu potencial de crecimiento en base a tus necesidades y características individuales.

Todo ello será apoyado con una introducción inicial que servirá para ponernos en situación sobre lo necesario para **optimizar la programación del entrenamiento**, tratando variables como la frecuencia de entrenamiento, su relación con la síntesis proteica y la evidencia que existe en cuanto a las futuras diferencias que encontraríamos siguiendo unos u otros caminos.

Por último, al final de los conceptos más teóricos y prácticos, ofreceremos **ejemplos de rutinas más efectivas** según la distribución semanal y los datos habidos en la bibliografía, tratando de aportar un granito de arena a través de la experiencia del equipo de trabajo Powerexplosive.

Confiamos en que este eBook sea de tu agrado, aprenderás con él y servirá para que tomes acción de la manera más eficaz y eficiente posible para disfrutar de lo que más nos gusta: el entrenamiento de fuerza.

Un saludo de todo el equipo **Powerexplosive**.

David Marchante.

Índice de contenidos

Parte I.

Claves para optimizar la programación de tu entrenamiento.

1. IMPORTANCIA DE LA PROGRAMACIÓN EN EL ENTRENAMIENTO.....	4
EFFECTOS DE LA PROGRAMACIÓN EN LA CONSECUCCIÓN DE OBJETIVOS.....	4
2. CLAVES PARA PROGRESAR. TENSIÓN MECÁNICA Y SÍNTESIS PROTEICA.....	7
CORRELACIÓN SÍNTESIS PROTEÍNAS MUSCULARES - AUMENTO MASA MUSCULAR.....	7
EFFECTOS DE UNA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO SOBRE LA MPS.....	8
3. EJEMPLO DE DISTRIBUCIONES SEMANALES.....	11
4. DIFERENCIAS FUERZA - HIPERTROFIA.....	14
PUNTOS CLAVE PARA HIPERTROFIA.....	14
PUNTOS CLAVE PARA FUERZA MÁXIMA.....	14

Parte II.

Selección de ejercicios para una rutina efectiva.

1. HIPERTROFIA MUSCULAR. SOBRECARGA Y ADAPTACIONES LOCALES.....	15
PRIMER PRINCIPIO DE SELECCIÓN DE EJERCICIOS. SOBRECARGA.....	15
LA HIPERTROFIA MUSCULAR COMO ADAPTACIÓN LOCAL.....	17
2. ¿QUÉ BUSCAMOS CON LA CORRECTA SELECCIÓN DE EJERCICIOS?.....	18
VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO. ¿POR QUÉ SU DESTACADA IMPORTANCIA?.....	18
ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA INDIVIDUAL.....	20
CURVA DE RESISTENCIA DE LOS EJERCICIOS.....	24
3. EJERCICIOS ÓPTIMOS PARA LA MEJOR RUTINA.....	26
ACTIVIDAD MUSCULAR Y ELECTROMIOGRAFÍA.....	26
EJERCICIOS MULTIARTICULARES/COMPUESTOS Y UNIARTICULARES/DE AISLAMIENTO.....	27
EJERCICIOS ÓPTIMOS PARA LA MEJOR RUTINA DE ENTRENAMIENTO.....	28
¿CADA CUÁNTO TIEMPO CAMBIAR LOS EJERCICIOS?.....	31

Parte III.

Ejemplos prácticos de las mejores rutinas de entrenamiento.

1. RUTINA TORSO-PIERNA	32
2. RUTINA FULLBODY	33
3. RUTINA DIVIDIDA	34

Resumen general. 10 + 1 claves

Bibliografía y referencias

Parte I.

CLAVES PARA OPTIMIZAR LA PROGRAMACIÓN DE TU ENTRENAMIENTO.

1. Importancia de la programación en el entrenamiento.

Existen innumerables nombres, progresiones y rutinas de entrenamiento para conseguir incrementar la fuerza absoluta, fuerza relativa o la hipertrofia muscular; pero vistas a posteriori, **¿verdaderamente cumplen sus objetivos?**

La mayoría de ellas se centran en la **mejora del 1RM** para evaluar el progreso. La fuerza máxima, medida tradicionalmente a través de esta variable, está altamente relacionada con el desarrollo de potencia tan importante en cualquier modalidad deportiva. Más importante si cabe es el 1RM en halterofilia y powerlifting; deporte este último que, debido a su creciente popularidad ha favorecido la aparición de una amplia variedad de programas de entrenamiento.

El diseño adecuado de un programa debe tener en cuenta variables como:

- Intensidad de entrenamiento (%1RM, %máxima velocidad de ejecución...),
- Volumen de entrenamiento (series, repeticiones, tonelaje, pérdida de velocidad...),
- Frecuencia de entrenamiento (días de entrenamiento semanal por cada movimiento o grupo muscular),
- Selección y orden de ejercicios,
- Tempos e intervalos de descanso...

Pero es sin duda la intensidad alta la que, debido a la capacidad de estimular unidades motoras de alto umbral, permite en mayor medida el desarrollo de la fuerza máxima.

Aunque idealmente buscaríamos estar siempre al pie del cañón y prolongar el estado óptimo de rendimiento o de estado físico, lo cierto es que los períodos prolongados de rendimiento a alta o muy alta intensidad pueden aumentar considerablemente el riesgo de estancamiento o sobreentrenamiento. Por ello se utiliza la **periodización**, para minimizar el sobreentrenamiento y alcanzar la optimización del pico de rendimiento en el momento que más nos interesa sobreentrenamiento [1-4].

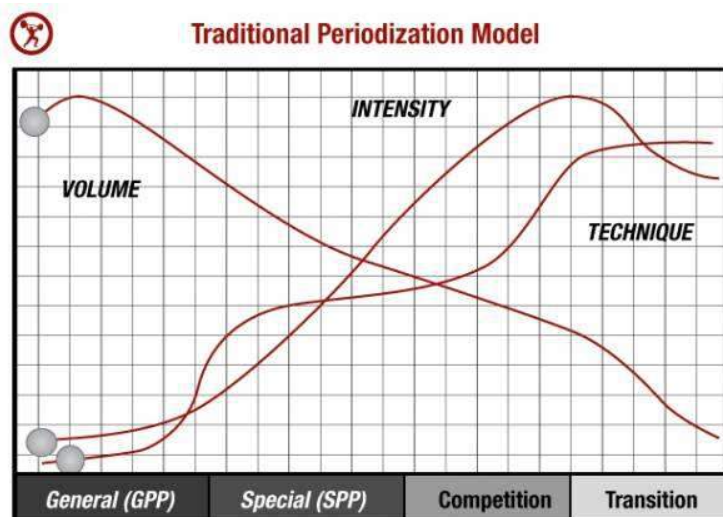
Aunque la periodización y la programación son difíciles de separar, cada una de ellas se centra en diferentes aspectos del proceso de entrenamiento. La **periodización** introduce la variación a través de fases cíclicas y períodos de tiempo, mientras que la **programación** consiste en estructurar las variables de entrenamiento (carga total, intensidad, series, repeticiones y selección de ejercicios) dentro de esas fases para mejorar el efecto del entrenamiento.

1.1. Efectos de la programación en la consecución de objetivos.

Fundamentalmente, existen dos modelos de periodización, los **modelos tradicionales** (también llamados paralelos) y los **métodos modernos, secuenciales o por bloques**.

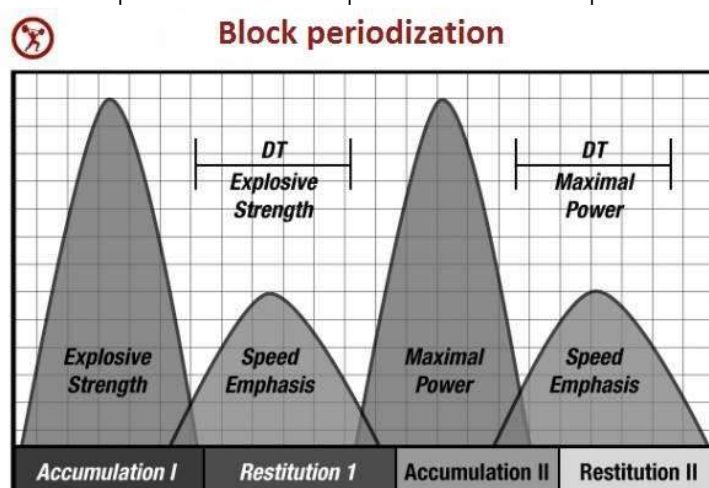
Modelos tradicionales o paralelos.

Los trabajos clásicos de Matveyev (padre de la periodización allá por los años 60) representan modelos paralelos de periodización que consisten en desarrollar múltiples habilidades de entrenamiento simultáneamente.



Métodos modernos. Periodización por bloques.

Objetivo: concentrar las cargas de entrenamiento en «bloques» para desarrollar sistemas fisiológicos específicos y habilidades motoras concretas, **sobre todo en deportistas o personas con cierta experiencia en el mundo del entrenamiento, ya que estos son menos capaces de desarrollar múltiples habilidades en un momento dado, principalmente porque están más cerca de su potencial genético** y la acumulación de fatiga supera las capacidades de recuperación necesaria para conseguirlo.



A día de hoy parecería claro que entrenar de manera periodizada o planificada es superior a realizarlo sin ton ni son, sin embargo, también existen estudios recientes que sugieren que el entrenamiento de fuerza puede no siempre producir mejoras significativas en la fuerza máxima en comparación con el entrenamiento no periodizado [5-9]. En este punto muchos podréis pensar que, como siempre, por cada investigación que dice una cosa a favor (del tema que sea), saldrá otra que dice lo contrario...¡así no hay quien sepa que hacer!

El total de investigaciones de calidad contrastada en la metodología de trabajo y aplicable a sujetos que entrenan adecuadamente, ya sean principiantes o avanzados muestra que **existe una ventaja moderada a periodizar frente a no hacerlo (tamaño del efecto = 0,43).**

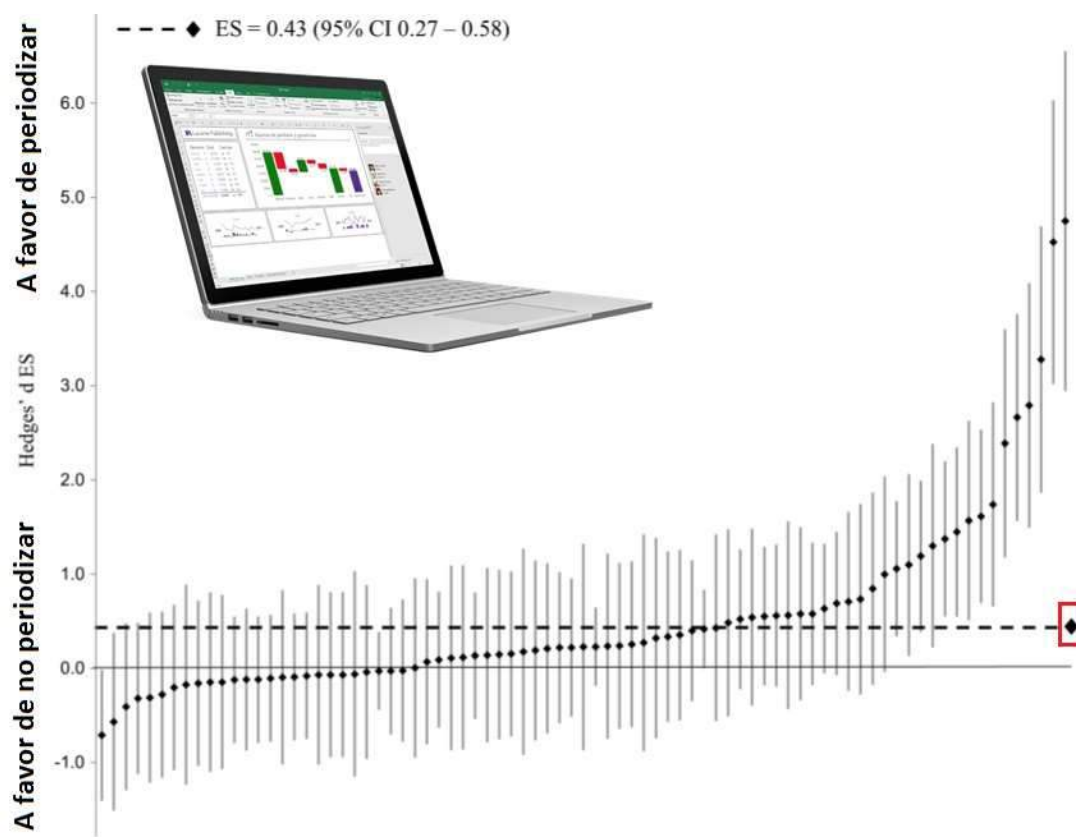


Figura 1: Análisis comparativo de la influencia de programar o no hacerlo en la consecución de objetivos.

Datos importantes de la ventaja de programar y periodizar:

- Después un programa bien periodizado, las mejoras en la fuerza máxima son **consistentes independientemente de la edad y el sexo.**
- A lo largo del tiempo, teniendo en cuenta personas con diferentes experiencias de entrenamiento y diferentes 1RM absolutos, se traduciría en un **1.5 – 2.3% de incremento de 1RM por ejercicio básico** (press de banca, sentadilla y peso muerto) en 15-21 días.
- **La periodización ondulada (moderna) muestra una ligera ventaja** frente a la periodización lineal o tradicional en resultados de hipertrofia y aumento de fuerza máxima y relativa [6,7,11-17].

Si se pretende progresar en cualquiera que sea el objetivo relacionado con la fuerza, y esto engloba numerosos objetivos puesto que la fuerza máxima se relaciona en mayor o menor medida con el desarrollo muscular, el rendimiento deportivo o la reducción de la incidencia de lesiones, entre otros, **la periodización del entrenamiento es superior a hacerlo sin un plan previamente establecido** (aunque siempre quede cierto margen de maniobra adaptativo diario).

2. Claves para progresar. Tensión mecánica y síntesis proteica.

La síntesis proteica es el proceso de construcción de estas proteínas a partir de los veinte aminoácidos. Este proceso se da en todos los órganos, sin embargo, cuando hablamos de **síntesis de proteína muscular** lo hacemos del proceso de construcción de proteínas específicas del músculo esquelético.

Imaginemos que el músculo es un muro y cada ladrillo es una proteína. La síntesis de proteína muscular es, metafóricamente, la incorporación de nuevos ladrillos al muro.

En contraposición, el proceso contrario, la **degradación proteica muscular** ocurre simultáneamente en el otro lado del muro: ¡nos están quitando ladrillos!



Figura 2: Metáfora visual de la función de "ladrillo" de las proteínas en el "muro" muscular.

La velocidad en la que se dan estos dos procesos opuestos determina el **balance neto** del muro, es decir, si la síntesis de proteína excede la degradación proteica, el muro se volverá más grande (los músculos estarán creciendo). Si la degradación proteica excede la síntesis proteica, el muro se estará haciendo más pequeño (estarás perdiendo masa muscular).

2.1. Correlación síntesis de proteínas musculares – aumento de masa muscular.

Uno de los propósitos de medir la síntesis de proteínas musculares es estudiar si un protocolo de entrenamiento, nutrición y descanso ayuda a construir músculo o mantener la masa muscular.

Con la cantidad de información actual, ocasionalmente se ve en redes sociales o medios de comunicación personas que rechazan los estudios de síntesis de proteínas musculares alegando que no necesariamente cambios agudos (después de entrenar) se traducen en cambios a largo plazo en la masa muscular (meses y años de entrenamiento).

Si bien hay algo de verdad en la declaración, no es motivo para ese rechazo. Probablemente, provenga de una comprensión limitada del proceso anabólico de síntesis de proteínas musculares. Por ello, **vamos a tratar de mostraros la realidad práctica basada en la fundamentación teórica de lo que ocurre a nivel fisiológico interno en nuestro organismo y musculatura como causa de la realización frecuente de entrenamiento de fuerza.**

Hay fuertes beneficios que se obtienen a partir de evaluar los resultados de investigaciones sobre síntesis de proteínas musculares agudas tras el entrenamiento y su efecto a largo plazo. **La síntesis de proteínas musculares se correlaciona positivamente con las ganancias de masa muscular (Figura 3) [18-20].**

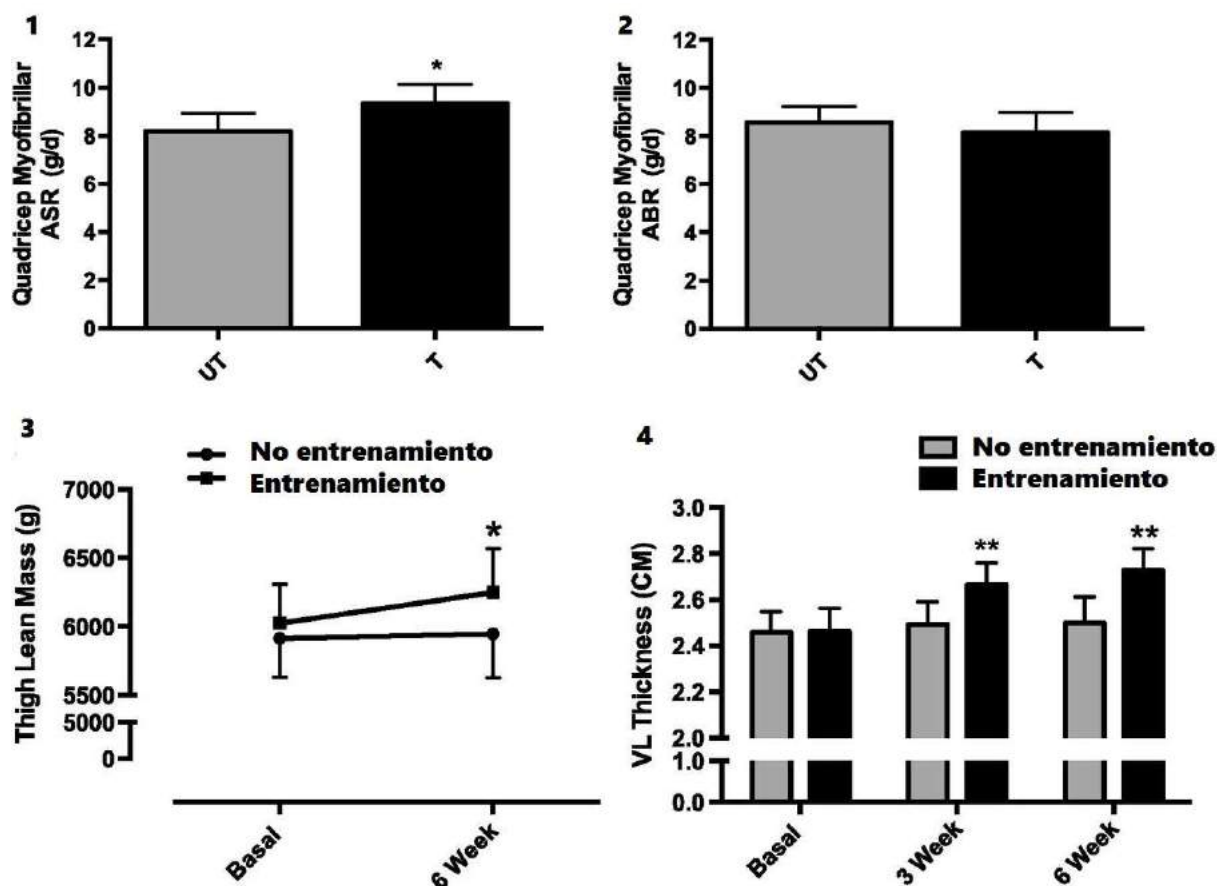


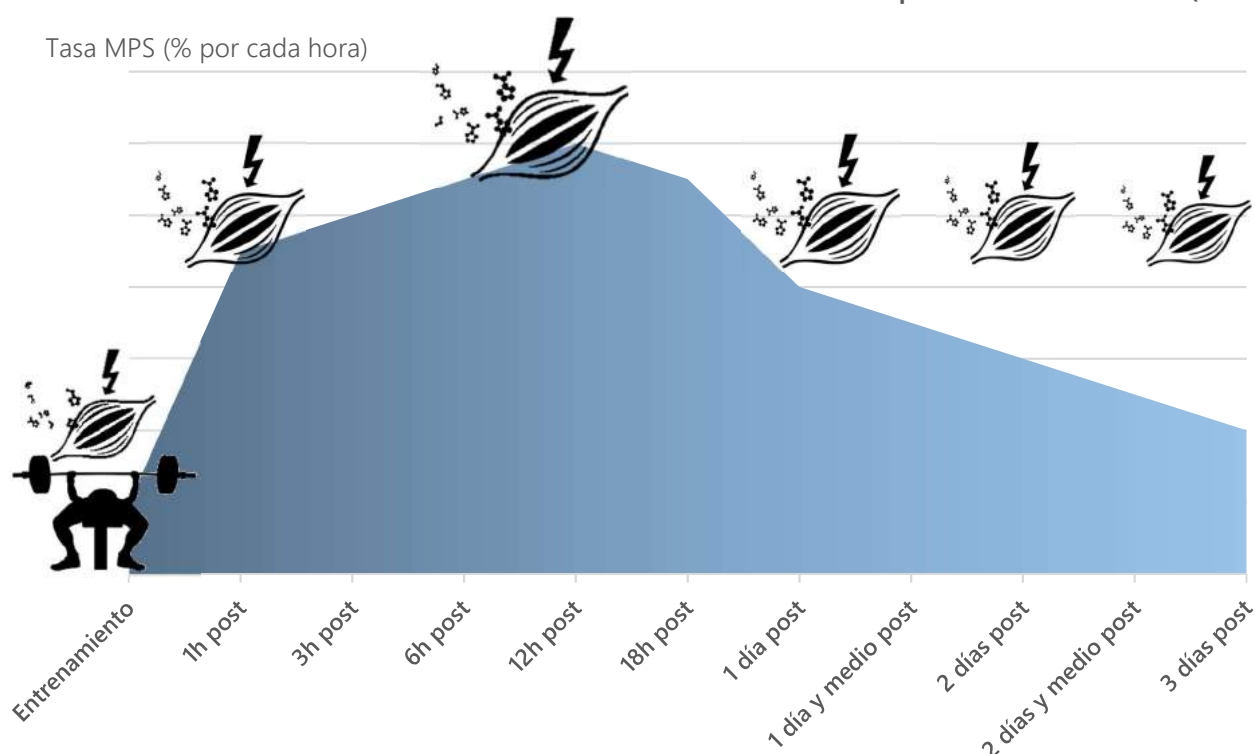
Figura 3: 1) Síntesis proteica muscular del cuádriceps tras 6 semanas de entrenamiento VS no entrenamiento. 2) Degradación proteica muscular del cuádriceps tras 6 semanas de entrenamiento VS no entrenamiento. 3 y 4) Incrementos de masa muscular (g) y perímetro (cm) del cuádriceps tras 6 semanas de entrenamiento VS no entrenamiento. **Observamos clara correlación entre mayor masa muscular, perímetro y balance nitrogenado muscular.**

2.2. Efectos de una sesión de entrenamiento sobre la síntesis proteica.

En una sesión de entrenamiento de fuerza, las fibras de un músculo experimentan una carga mecánica. Esta carga mecánica es detectada por los mecanorreceptores, lo que conduce a la **señalización anabólica**. Esta señalización desencadena un aumento en la tasa de síntesis de proteínas musculares dentro de cada fibra muscular que ha sido sometida a esa sobrecarga. Ese aumento en la tasa interna de síntesis de proteínas musculares es lo que causa un mayor contenido de proteínas dentro de las fibras musculares trabajadas y, a largo plazo, lo que explica en gran parte el aumento del tamaño del músculo.

Tras esa misma sesión de entrenamiento, la tasa de síntesis de proteínas musculares se mantiene aumentada durante varias horas, alcanza un pico y disminuye. Podemos dibujar una curva de este cambio con el tiempo, y el área debajo de esta curva es el efecto general del entrenamiento sobre el tamaño de la fibra muscular (Figura 4). Cuando la tasa de síntesis de proteínas musculares se incrementa a una mayor altura, o por un tiempo más largo, la fibra muscular experimenta un mayor aumento de tamaño.

Efecto de una sesión de entrenamiento de fuerza sobre la síntesis de proteínas musculares (MPS).



■ Efecto de una sesión de entrenamiento de fuerza sobre la síntesis de proteínas musculares (MPS).

Figura 4: Efecto de una sesión de entrenamiento de fuerza sobre la síntesis de proteínas musculares (MPS). Se observa cómo, tras alcanzar un pico de incremento de MPS en las horas posteriores al entrenamiento, va disminuyendo progresivamente, pero se mantiene hasta 72h aumentada respecto a los niveles previos (la duración de la elevación depende del volumen de carga de la sesión) [21,22].

La duración del tiempo durante el cual la tasa de síntesis de proteínas musculares se eleva después de un entrenamiento es bastante importante y determinará en gran medida la frecuencia de entrenamiento por grupo muscular a la semana (veremos cómo esta es una de las variables fundamentales en la optimización de la síntesis de proteínas musculares y, consecuentemente, en el entrenamiento de fuerza).

Sin embargo, la forma de la curva difiere entre individuos entrenados y no entrenados [21-23]. En personas principiantes o con menos experiencia en entrenamiento, la tasa de síntesis de proteínas musculares tarda más en alcanzar un pico, tarda más en decaer y tiene un área total más grande debajo de la curva. Es decir, **las personas con más experiencia alcanzan antes el estímulo óptimo, pero necesitan exponerse a ese estímulo más frecuentemente (Figura 5).**

Efecto de una sesión de entrenamiento de fuerza sobre la síntesis de proteínas musculares (MPS).

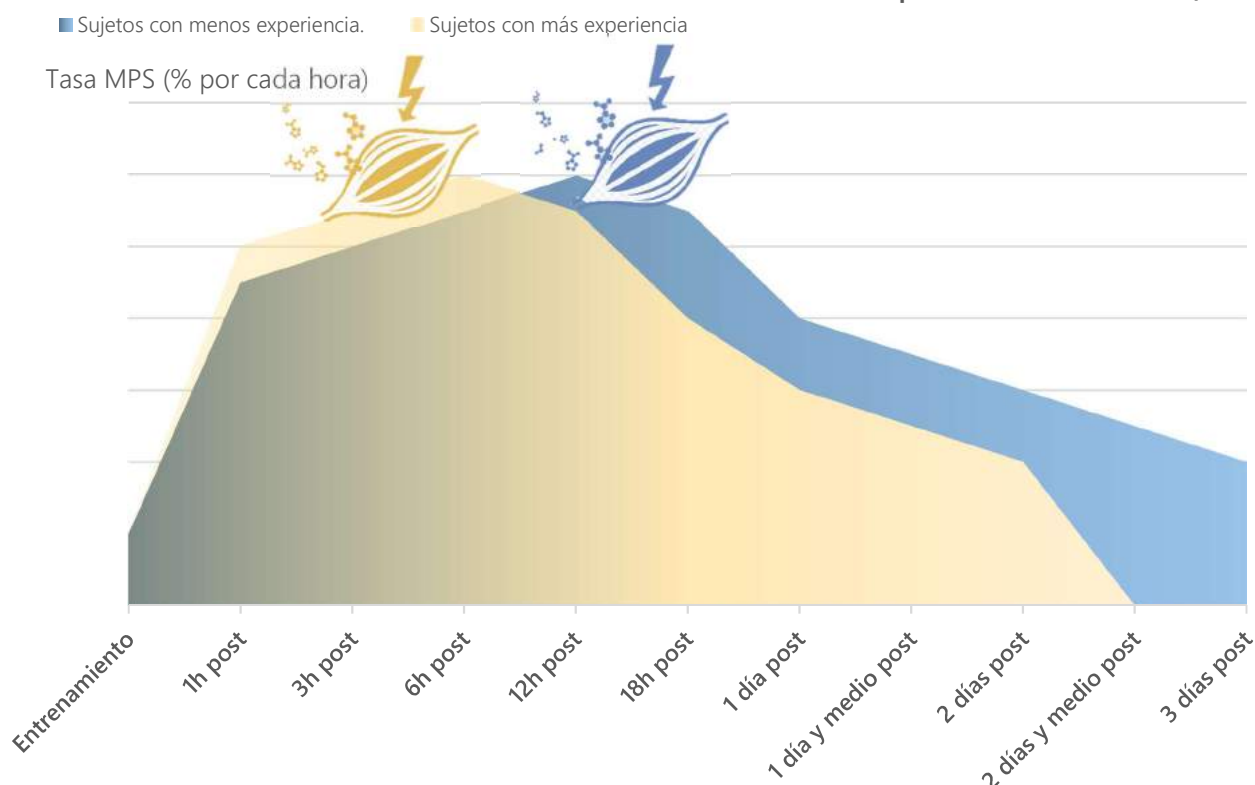


Figura 5: Efecto de una sesión de entrenamiento de fuerza sobre la síntesis de proteínas musculares (MPS) en sujetos con diferente experiencia de entrenamiento [21-23]. Se observa como los sujetos con mayor experiencia alcanzan antes el estímulo óptimo, pero su tasa de MPS decae más deprisa que en sujetos con menos experiencia.

Explicación a esta diferencia:

- **En los sujetos no entrenados**, no sólo hay un gran aumento de la síntesis de proteínas miofibrilares, sino también en el daño muscular después del ejercicio de resistencia. **Una gran parte de la síntesis de proteínas se utiliza para reparar** las proteínas musculares dañadas, en lugar de aumentar las proteínas musculares e incrementar el tamaño.
- **En los sujetos más entrenados**, hay un aumento menor en la síntesis de proteínas miofibrilares, pero también hay menos daño muscular para la misma carga de entrenamiento relativa.

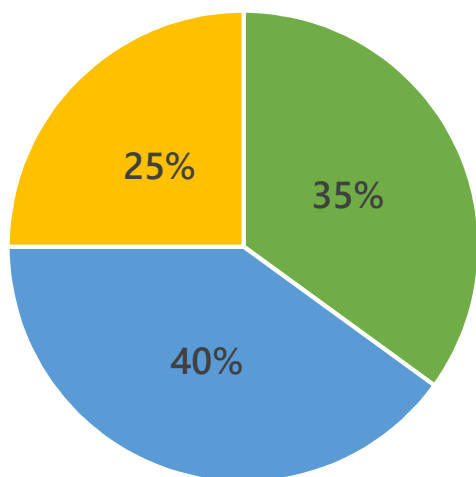
Con esta pequeña puntualización, se puede afirmar que la mayor parte de la elevación en las tasas de síntesis de proteínas miofibrilares se produce dentro de los dos días posteriores a un estímulo de entrenamiento en personas entrenadas, lo que implicaría una frecuencia de entrenamiento ideal de al menos una vez cada 2 días, o tres veces por semana. En sujetos menos entrenados, la frecuencia de entrenamiento ideal podría ser dos veces por semana dado que tienen más daño muscular que reparar (sus sistemas muscular y nervioso aún se están adaptando).

3. Ejemplos de distribuciones semanales.

A partir de lo anterior, como resumen general, sería importante que, dentro de las posibilidades de cada persona, **se cumplieran las siguientes pautas** para que las expectativas que a continuación expondremos supongan una importante aproximación teórica a los resultados reales (Figura 6 y Tabla 1).

Principales variables de entrenamiento

■ Frecuencia ■ Volumen ■ Intensidad



VARIABLE	RECOMENDACIONES												
FRECUENCIA	2x-3x semanal												
VOLUMEN	10-20 series efectivas por semana												
INTENSIDAD	RIR medio = 2; Intensidad mínima = 40% 1RM												
RANGO REPS Y SERIES	<table> <tr> <th>Rango de reps</th><th>% series semanales</th></tr> <tr> <td>1-3 RM (RIR=0-1)</td><td>0 – 20%</td></tr> <tr> <td>4-5 RM (RIR=0-2)</td><td>0 – 30%</td></tr> <tr> <td>6-15 RM (RIR=0-3)</td><td>50 – 100%</td></tr> <tr> <td>10-20 RM (RIR=0-2)</td><td>0 – 30%</td></tr> <tr> <td>+20 RM (RIR=1-2)</td><td>0 – 20%</td></tr> </table>	Rango de reps	% series semanales	1-3 RM (RIR=0-1)	0 – 20%	4-5 RM (RIR=0-2)	0 – 30%	6-15 RM (RIR=0-3)	50 – 100%	10-20 RM (RIR=0-2)	0 – 30%	+20 RM (RIR=1-2)	0 – 20%
Rango de reps	% series semanales												
1-3 RM (RIR=0-1)	0 – 20%												
4-5 RM (RIR=0-2)	0 – 30%												
6-15 RM (RIR=0-3)	50 – 100%												
10-20 RM (RIR=0-2)	0 – 30%												
+20 RM (RIR=1-2)	0 – 20%												

Figura 6: Resumen global de consideraciones de entrenamiento de fuerza para hipertrofia. RIR = Repeticiones en la Reserva o número de repeticiones que se podrían realizar de más antes de llegar al fallo muscular.

Tabla 1: Volumen semanal por grupo muscular (series efectivas).

Grupo muscular	Volumen por semana (series efectivas)*		
	Principiante Alguien que progresa en cada entrenamiento	Intermedio Alguien que progresa cada semana	Avanzado Alguien que progresa cada mes
Pectoral	10 – 12	12 – 16	14 – 20
Espalda	10 – 12	12 – 16	14 – 22
Cuádriceps	10 – 12	12 – 16	14 – 22
Isquiosurales	8 – 10	8 – 14	14 – 18
Hombro	6 – 8	8 – 10	8 – 14
Tríceps	3 – 5	5 – 7	6 – 8
Bíceps	3 – 5	5 – 7	6 – 8
Glúteos	6 – 8	8 – 10	8 – 10
Gemelo y sóleo	4 – 6	5 – 7	6 – 10

*A medida que se gana experiencia en el entrenamiento es más difícil ver progresos en términos de masa muscular y fuerza.

Dadas estas generalidades, que no son sencillas y ya supondrán una importante base para conformar una rutina de calidad con potencial para conseguir resultados, podemos apretar un poco más la máquina y diferenciar entre personas con diferentes niveles de entrenamiento (Figura 7 y Tabla 2).

Tabla 2: Expectativa teórica de ganancia de masa muscular a la semana (%).

Frecuencia	Expectativa teórica de ganancia de masa muscular a la semana (%)		
	Principiante	Intermedio	Avanzado
	Alguien que progresa en cada entrenamiento	Alguien que progresa cada semana	Alguien que progresa cada mes
1x a la semana	0.39%	0.42%	0.44%
2x a la semana	0.51%	0.52%	0.52%
2x – 3x a la semana	0.58%	0.58%	0.58%
4x – 6x a la semana	0.61%	0.62%	0.63%

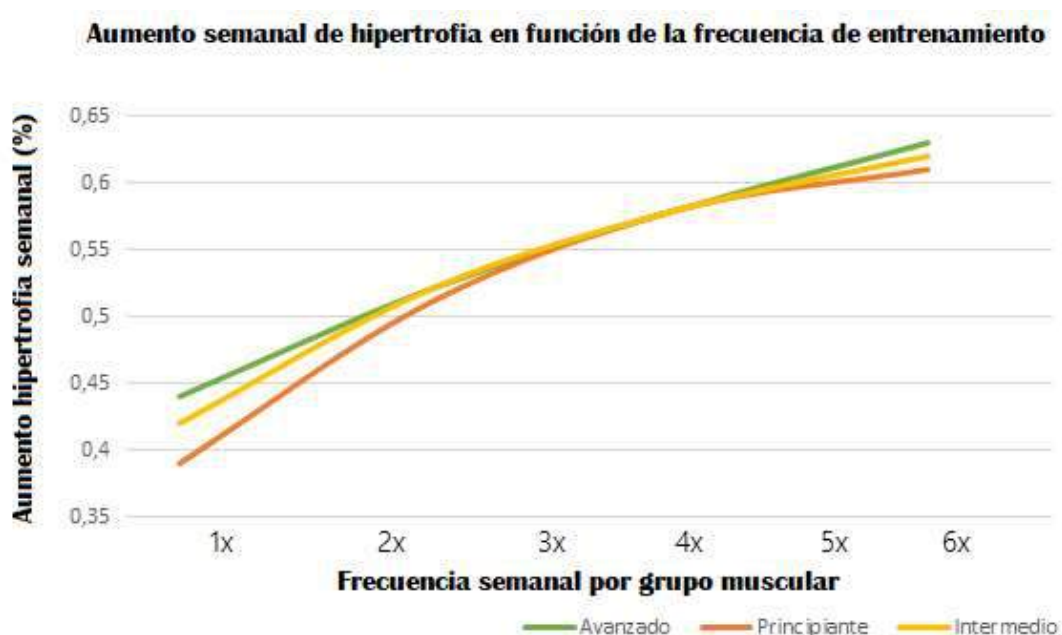


Figura 6: Aumento semanal de hipertrofia en función de la frecuencia de entrenamiento.

La alta frecuencia de entrenamiento supone un crecimiento medio un 35% más rápido que la baja frecuencia de entrenamiento, siendo más importante en sujetos principiantes (47% más rápido que la baja frecuencia) que en sujetos avanzados (32% más rápido) [24].

Por tanto, dependiendo de los días que se entrene a la semana y que se destine a cada grupo muscular, se podría esperar una **ganancia media de 0.08% por entrenamiento en el caso de baja frecuencia y un 0.15% por entrenamiento en el caso de alta frecuencia**. Cada día adicional de frecuencia aumenta la hipertrofia semanal en un 0,11%. Es decir, que **cada día adicional de frecuencia conduce a un 22% más de hipertrofia, en promedio [24]**.

Se demuestra así que, a pesar de que la alta frecuencia de entrenamiento pudiera parecer suponer una mayor fatiga durante la semana, vemos que, de manera teórica y objetiva, **la alta frecuencia es superior en el corto, medio y largo plazo a la baja frecuencia de entrenamiento. Las diferencias son estadísticamente significativas en todos los plazos (corto, medio y largo), pero de manera práctica visual, se notarán mejoras significativas en 12 semanas aproximadamente.**

Es importante destacar que la carga de entrenamiento interno por sesión es alrededor de un 35% menor en los grupos de alta mayor frecuencia, y la carga de volumen total terminó siendo 16% mayor. Así los sujetos entrenados en alta frecuencia encuentran cada sesión más fácil, en promedio, lo que es bastante probable que se traduzca en cargas de mayor volumen a la semana, y un mayor carácter de esfuerzo real por serie (RIR más próximo a 0 o 1, es decir, más cerca del fallo muscular).

DISTRIBUCIÓN ORIENTATIVA DE RUTINA CON FRECUENCIA ÓPTIMA

Grupo muscular	Volumen por entrenamiento con frecuencia óptima (series efectivas)		
	Principiante	Intermedio	Avanzado
	Alguien que progresa en cada entrenamiento	Alguien que progresa cada semana	Alguien que progresa cada mes
Pectoral	(2x) 5 – 6	(3x) 3 – 4	(3x) 3 – 5
Espalda	(2x) 5 – 6	(3x) 3 – 4	(3x) 3 – 6
Cuádriceps	(3x) 2 – 3	(3x) 3 – 4	(3x) 3 – 6
Isquiosurales	(3x) 2 – 3	(3x) 2 – 4	(3x) 3 – 4
Hombro	(2x) 3 – 4	(2x) 3 – 4	(3x) 2 – 4
Tríceps	(2x) 1 – 3	(2x) 1 – 3	(2x) 2 – 4
Bíceps	(2x) 1 – 3	(2x) 1 – 3	(2x) 2 – 4
Glúteos	(2x) 3 – 4	(2x) 3 – 4	(2x) 3 – 4
Gemelo y sóleo	(3x) 1 – 2	(3x) 1 – 2	(3x) 2 – 3

DISTRIBUCIÓN ORIENTATIVA DE RUTINA POR GRUPOS MUSCULARES

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Principal (1x)	Cuádriceps Isquios	Espalda Bíceps Tríceps	Pectoral Hombro	Glúteos G y S	Espalda Cuádriceps	Pectoral Glúteos	Isquios Core
Recordatorio (0.5x)	Pectoral Hombro	Glúteos G y S	Cuádriceps Core	Isquios Espalda Bíceps	Hombro Tríceps	Bíceps Tríceps	G y S

Una distribución como la anterior permitiría una alta frecuencia de entrenamiento que mantendría un estímulo óptimo para inducir la síntesis de proteínas musculares de manera habitual [18,21] (Figura 7).

Estímulo síntesis proteica a lo largo de la semana

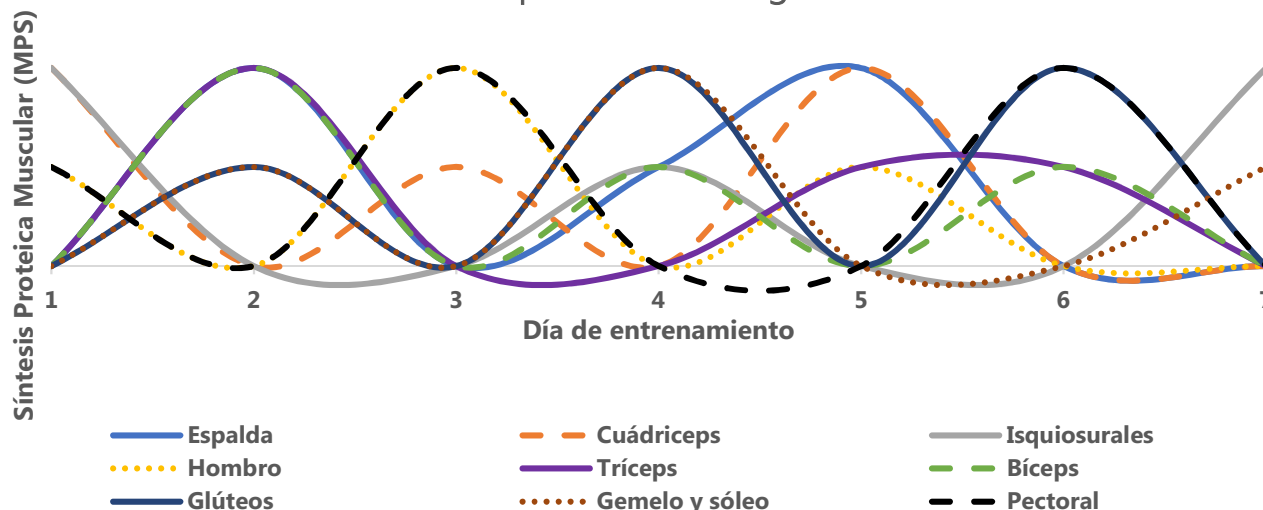


Figura 7: Estímulo de inducción de la síntesis proteica en cada grupo muscular procedente de la distribución propuesta de rutina semanal.

4. Diferencias fuerza-hipertrofia.

Sí, la frecuencia es un aspecto clave en la consecución de objetivos, pero también sería interesante valorar qué otras variables influyen principalmente en la realización de uno u otro tipo de entrenamiento (Figura 8):

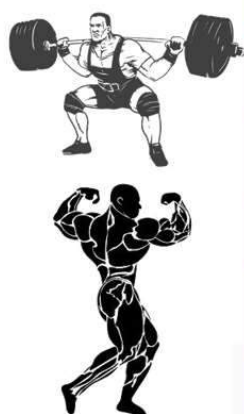
4.1. Puntos clave para hipertrofia.

- La programación del entrenamiento **no se tiene que limitar a intensidades de cargas altas o muy altas**, sino que hay un espectro más amplio de intensidades de cargas para conseguirlo al casi mismo nivel.
- Posiblemente, y dado este gran espectro de intensidades de carga, puede decirse que la **variable de medida más útil para alcanzar hipertrofia es el esfuerzo real** que supone una carga de entrenamiento (intensidad x volumen).

4.2. Puntos clave para fuerza máxima.

- Los cambios en la fuerza muscular inducidos por el entrenamiento están mediados principalmente por la **intensidad de carga y la especificidad del entrenamiento**.
- Mejoras mayores cuando se realizan entrenamientos de manera **habitual**, con **intensidades muy altas, casi máximas** (>85% 1RM).

Orden prioridades fuerza VS masa muscular



FUERZA	MASA MUSCULAR
1. ESPECIFICIDAD. <i>Entrenar para movimientos competitivos; 1RM</i>	1. ESFUERZO REAL QUE SUPONE LA CARGA <i>Foco interno, RIR, cercanía al fallo</i>
2. INTENSIDAD DE CARGA. <i>≥ 85% 1RM</i>	2. VOLUMEN DE CARGA. <i>>10 series efectivas/grupo muscular/semana</i>
3. VOLUMEN DE CARGA. <i>8 - 15 series efectivas/grupo muscular o movimiento/semana</i>	3. FRECUENCIA DE ENTRENAMIENTO. <i>Frecuencia II o III/semana</i>
4. INGESTA PROTEICA DIARIA. <i>≥ 1.6 g/ kg peso / día</i>	4. INGESTA PROTEICA DIARIA. <i>≥ 1.8 g/ kg peso / día</i>
5. DESCANSO ENTRE SERIES. <i>> 3 minutos</i>	5. DESCANSO ENTRE SERIES. <i>> 60 segundos</i>

c/ Doctor Esquerdo, 29-31; 28028 Madrid.

centro@powerexplosive.com

Tlf. 91 502 70 37

Figura 8: Resumen del orden de prioridades para ganar fuerza vs. ganar masa muscular.

Parte II.

SELECCIÓN DE EJERCICIOS PARA UNA RUTINA EFECTIVA.

1. Hipertrofia muscular. Sobrecarga y adaptaciones locales.

1.1. Primer Principio de Selección de ejercicios. Sobrecarga.

De forma natural, el cuerpo tiende a un estado de equilibrio denominado **homeostasis**. Cualquier estresor externo de la suficiente magnitud como para desequilibrar esta homeostasis, provocará una respuesta adaptativa en el organismo que intentará, no sólo recuperar su nivel de equilibrio anterior, sino conseguir esta homeostasis en una condición más favorable para poder enfrentarse de nuevo a ese estímulo estresor.

Tal y como recoge la **ley del umbral**, la magnitud de este estímulo estresor deberá encontrarse entre dos umbrales, superando el umbral de mantenimiento en el que nos encontramos pero sin sobrepasar el umbral de máxima tolerancia. La exposición repetitiva a ese rango óptimo, denominado zona hormética óptima (Figura 9), provocará como respuesta una adaptación global en el medio y largo plazo. Es lo que se conoce como Síndrome General de Adaptación [25,26].

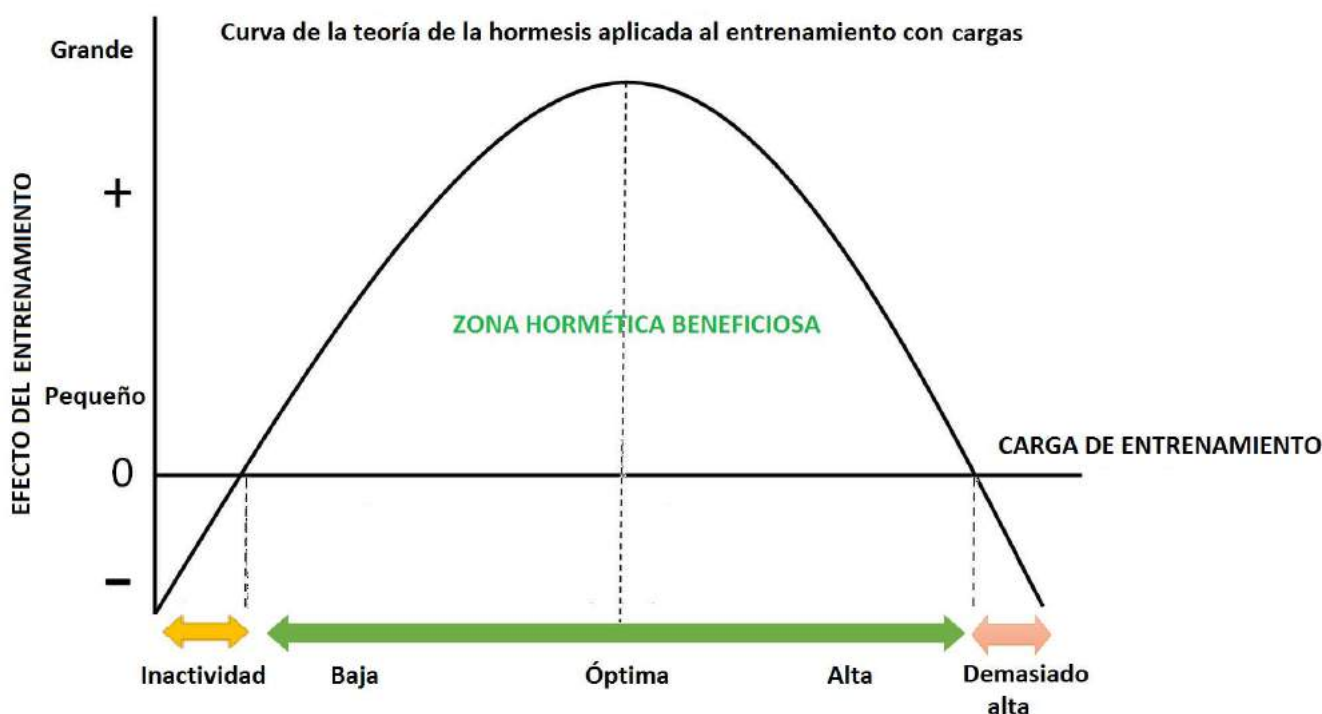


Figura 9: Curva de la teoría de la hormesis aplicada al entrenamiento con cargas. Nótese que dentro de la zona hormética beneficiosa (efecto del entrenamiento positivo, +), la carga de entrenamiento puede ser baja, óptima o alta [26].

Aplicando estos conceptos directamente al proceso de la hipertrofia muscular, encontramos que cuando sometemos al músculo esquelético a un estímulo de sobrecarga (desequilibrando la homeostasis), seguido del descanso y nutrición adecuados, el resultado será una adaptación en el organismo en forma de crecimiento muscular.

Este estímulo de sobrecarga no solo debe ser suficiente para perturbar la homeostasis del sistema músculo-esquelético sino que además deberá aumentar su magnitud con el tiempo conforme nos acercamos a nuestro máximo potencial (Figura 10).

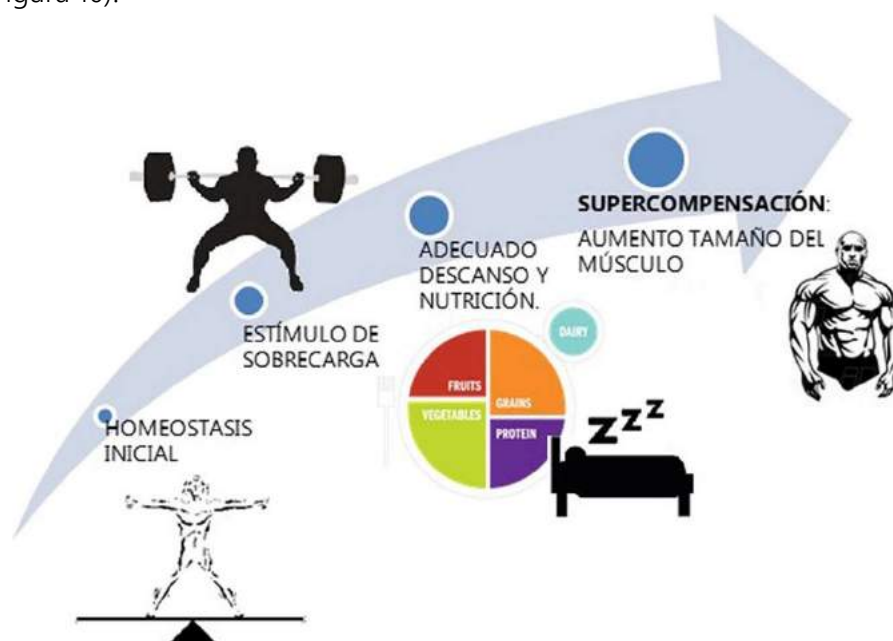


Figura 10: Proceso de supercompensación a partir de la exposición repetitiva a estímulos de sobrecarga que rompen la homeostasis (equilibrio) orgánico inicial.

Así, una persona que acaba de empezar a entrenar podrá obtener ganancias musculares con volúmenes de entrenamiento reducidos a la semana, es decir, con estímulos relativamente pequeños. Por otro lado, una persona que lleve más tiempo entrenando y haya alcanzado ciertos niveles de desarrollo muscular, necesitará volúmenes de entrenamiento mayores para conseguir producir esa sobrecarga y seguir progresando, aunque es probable que sea más capaz de repartir ese volumen superior en una frecuencia más alta por grupo muscular a la semana [24].

Primer Principio de Selección de Ejercicios *Elegir ejercicios que sobrecarguen significativamente los grupos musculares que queremos mejorar.*

Es necesario matizar para terminar de concretar en qué consiste la correcta aplicación de este primer principio:

Durante la ejecución de un movimiento los grupos musculares participantes irán fatigándose en diferentes grados, de tal forma que el final de la serie estará determinado por aquel músculo que antes llegue a su máximo umbral de fatiga (*"una cadena es tan fuerte como su eslabón más débil"*). Este músculo, que se suele denominar "punto débil" o "factor limitante", será el que mayor estímulo reciba durante el ejercicio; los otros músculos implicados en el movimiento recibirán también un estímulo significativo siempre que alcancen un mínimo nivel de fatiga, siendo este mínimo nivel de fatiga necesario mayor para obtener una respuesta adaptiva mientras más avanzado sea el sujeto. Es lo que se conoce como **Mínimo Volumen Adaptativo (MAV)** (Figura 11).

VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO PARA AUMENTAR MASA MUSCULAR

Volumen de entrenamiento semanal
por grupo muscular (referencia)

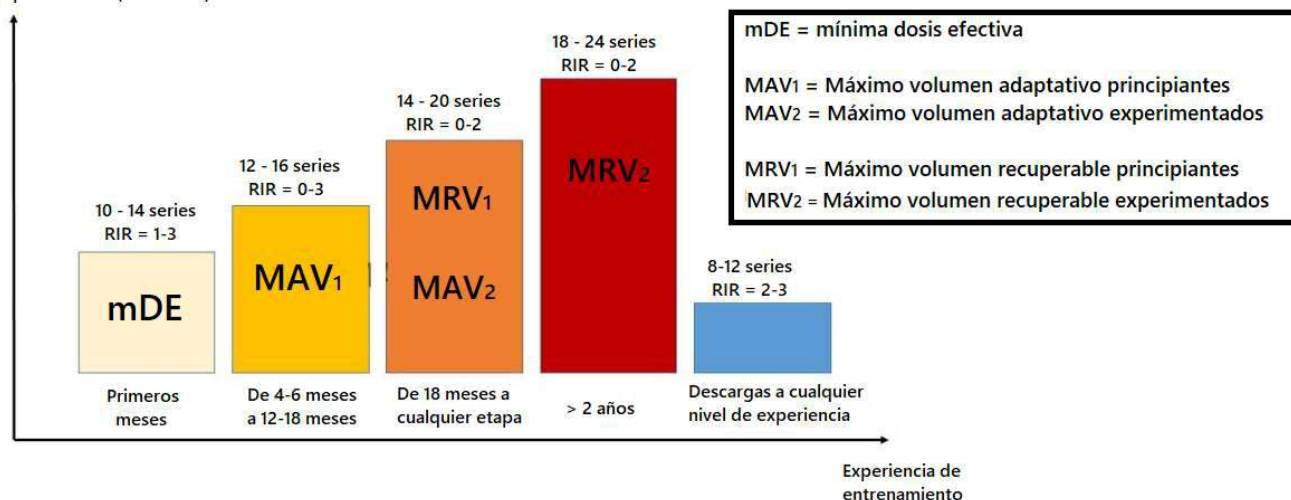


Figura 11: Umbrales de referencia respecto al volumen de entrenamiento según diferentes niveles de experiencia.

1.2. La hipertrofia muscular como adaptación local.

Debemos entender la hipertrofia como una adaptación que se produce a nivel local y no sistémico. A través del entrenamiento, aplicaremos tensión en el músculo que perturbará solo la integridad de las fibras musculares implicadas en el ejercicio. El reclutamiento de las unidades motoras de alto umbral es clave para la hipertrofia muscular porque estas unidades motoras controlan alta cantidad de fibras musculares que tienen una alta respuesta a la tensión mecánica.

La manera de aprovechar el máximo potencial de crecimiento de cada fibra muscular es mediante exposición a **altos grados de tensión mecánica**, lo que se consigue desplazando pesos demandantes a la máxima velocidad intencional (a pesar de que la velocidad de la barra sea lenta por el peso en la misma o la fatiga acumulada).

La creencia en cuanto a los beneficios de entrenar grandes grupos musculares por sus posibles consecuencias positivas en el crecimiento de otros músculos más pequeños ("haz sentadillas si quieres hacer crecer todos tus grupos musculares") deriva del hecho de que el entrenamiento de fuerza provoca elevaciones transitorias post-ejercicio de varias **hormonas anabólicas**, siendo estas elevaciones más pronunciadas conforme mayor es la musculatura implicada en la sesión [27]. Existen autores que defienden la transcendencia de estas elevaciones agudas en las adaptaciones hipertróficas mientras que otros han puesto en duda su importancia, alegando que el incremento en la concentración hormonal tras el ejercicio se produciría con la función únicamente de movilizar depósitos de combustible, sin tener impacto significativo en la respuesta final [27].

Algunos investigadores sitúan la respuesta hormonal al ejercicio en la punta de una hipotética pirámide de relevancia de factores influyentes en la hipertrofia muscular [28] (Figura 12), como factor menos determinante. Schoenfeld, el mayor referente en estudio sobre la hipertrofia muscular y los métodos de entrenamiento apropiados para optimizarla, realizó una revisión en este tema [27] exponiendo que las investigaciones realizadas hasta el momento son contradictorias lo que impide sacar conclusiones definitivas, aunque parece que **si finalmente existiese relación entre estas elevaciones hormonales transitorias y las ganancias de masa muscular, el impacto sería bastante modesto**.

ORDEN DE PRIORIDADES PARA PROGRESAR EN ENTRENAMIENTO



Figura 12: Pirámide de importancia para mejorar y progresar en el entrenamiento de fuerza.

La controversia existente actualmente nos hace pensar que maximizar la respuesta hormonal endógena no sería a priori un factor prioritario a tener en cuenta en la selección de ejercicios para un programa de hipertrofia muscular.

2. ¿Qué buscamos con la correcta selección de ejercicios?

2.1. Volumen de entrenamiento. ¿Por qué su destacada importancia?

No son pocos los autores que coinciden en señalar la **tensión mecánica, estrés metabólico y daño muscular** como los principales factores determinantes en las ganancias de masa muscular [27-30]. El estrés metabólico se entiende como la acumulación de metabolitos (lactato, fosfato, iones de hidrógeno y especies reactivas de oxígeno) muestra muy bien que parece causar crecimiento muscular. Sin embargo, es **principalmente la tensión mecánica la que realmente desencadena la hipertrofia**.

La fatiga puede afectar la tensión mecánica que experimentan las fibras musculares de las unidades motoras de alto umbral, **pero alcanzar fatiga no es necesariamente igual a la acumulación de metabolitos, ya que puede ocurrir en su ausencia**. Durante el entrenamiento de fuerza normal, las fibras musculares solo experimentan tensión mecánica después de haber sido activadas por el reclutamiento de unidades motoras:

1. La fatiga puede requerir que hagamos más esfuerzo y, por lo tanto, aumentemos el reclutamiento de unidades motoras al reducir la fuerza que producen las unidades motoras de umbral bajo, lo que requiere el reclutamiento de unidades motoras de umbral alto para compensar.

2. La fatiga también puede aumentar la tensión mecánica que ejerce cada fibra muscular activada, al disminuir la velocidad general de contracción del músculo.

Aun así, en ambos casos, la fatiga es simplemente el método indirecto por el cual una fibra muscular está expuesta a un aumento de la tensión mecánica.

Habrás observado que los culturistas probablemente usan cargas moderadas, pero no por el mayor estrés metabólico, sino porque seguro permiten el **número máximo de repeticiones estimulantes por serie** (que son aproximadamente las 5 últimas repeticiones de cada serie antes de llegar al fallo muscular, en comparación con métodos de fuerza máxima que, como mucho, podrían implicar tres repeticiones estimulantes si se fuera permanentemente al fallo). Esto significa que se pueden realizar repeticiones más estimulantes en cualquier periodo de tiempo de entrenamiento, lo que aumenta el volumen de entrenamiento que se puede hacer, y, consecuentemente, por ser esta la variable más importante en términos de hipertrofia, el crecimiento muscular [27,31] (Figura 13).

Segundo Principio de Selección de Ejercicios *Elegir ejercicios que permitan aumentar el volumen de entrenamiento progresivamente en el paso del tiempo.*

Entrenamiento **hipertrofia y fuerza**

Centro de entrenamiento
POWEREXPLOSIVE

Principio

FITT

variables

Frecuencia



Intensidad



Tipo



Tiempo



Mayor FRECUENCIA por semana puede mediar en el tamaño muscular (dependiente del volumen total).

INTENSIDAD alta sin generar fatiga residual + foco interno incrementan hipertrofia muscular.

Especificidad en el **TIPO** de ejercicios y carga adecuada influyen directamente en la fuerza muscular.

Más **TIEMPO** total de entrenamiento por semana, a través del volumen (reps totales) median en la hipertrofia.

El resto de variables tienen una influencia menor en los resultados globales.

c/ Doctor Esquerdo, 29-31; 28028 Madrid.

centro@powerexplosive.com

Tlf. 91 502 70 37

Figura 13: Principio FITT de las variables más importantes para conseguir hipertrofia muscular a través de la selección adecuada de ejercicios [31].

Quizás, de la manera que el estrés metabólico más influiría en la hipertrofia es a través de la inflamación celular: al haber más presión interna dentro del músculo se tendería a aumentar la tensión mecánica en las fibras musculares individuales, pero tiene un peso ínfimo en el progreso total [27,29-31].

Además, como última idea de este apartado, existe otro mito relacionado con **el uso de períodos de descanso más cortos, que tampoco está fundamentado**. De hecho, periodos de tiempo más cortos de descanso conducen a una menor hipertrofia que los períodos de descanso largos (a pesar de los períodos de descanso cortos involucran más estrés metabólico [32]).

2.2. Anatomía y biomecánica individual.

Conocer las distintas funciones de los grupos musculares así como su composición, nos acercará a poder realizar esta selección atendiendo a todos los planos de movimiento, posiciones articulares o agarres, con los que podremos conseguir diversos estímulos en función de los requerimientos de nuestro programa.

Los músculos compuestos por varias porciones (ejemplo: cuádriceps femoral), que presentan distintas inervaciones o que cruzan más de una articulación desarrollarán múltiples acciones [31,33,34]. Por ello, cuando buscamos obtener un estímulo lo más completo posible debemos incluir en nuestro programa el entrenamiento de todas las funciones de nuestros músculos objetivo, trabajando en ángulos óptimos para su estimulación, por ejemplo, orientando la dirección de sus fibras en contra de la gravedad, donde se obtiene una contracción más favorable [33].

Cuando buscamos obtener un estímulo lo más completo posible **debemos incluir en nuestro programa el entrenamiento de todas las funciones de nuestros músculos objetivo**, trabajando en ángulos óptimos para su estimulación y desarrollo de fuerza.

***Tercer Principio de Selección de Ejercicios**
Elegir ejercicios que satisfagan la anatomía y funciones musculares,
considerando todas las variables influyentes y adaptándolas
a nuestras características antropométricas y objetivos.*

Las variaciones dentro de un mismo ejercicio como el tipo de agarre (supino, prono o neutro), así como la distancia a la que posicionemos manos o pies, también deben ser tenidas en cuenta tanto en la selección de ejercicios como en su modificación, pues influirán en la forma en que trabajan los músculos implicados.

Además, durante la ejecución de los ejercicios, la posición y ángulo de las articulaciones determinará la relación longitud-tensión de los músculos que actúan sobre ellas. Esta relación hace referencia a que la capacidad de un músculo para producir fuerza está determinada por la proporción de filamentos de actina y miosina adyacentes en sus sarcómeros, y esto dependerá de la longitud en la que se encuentre el músculo y de la alineación de las articulaciones y segmentos corporales (Figura 14).

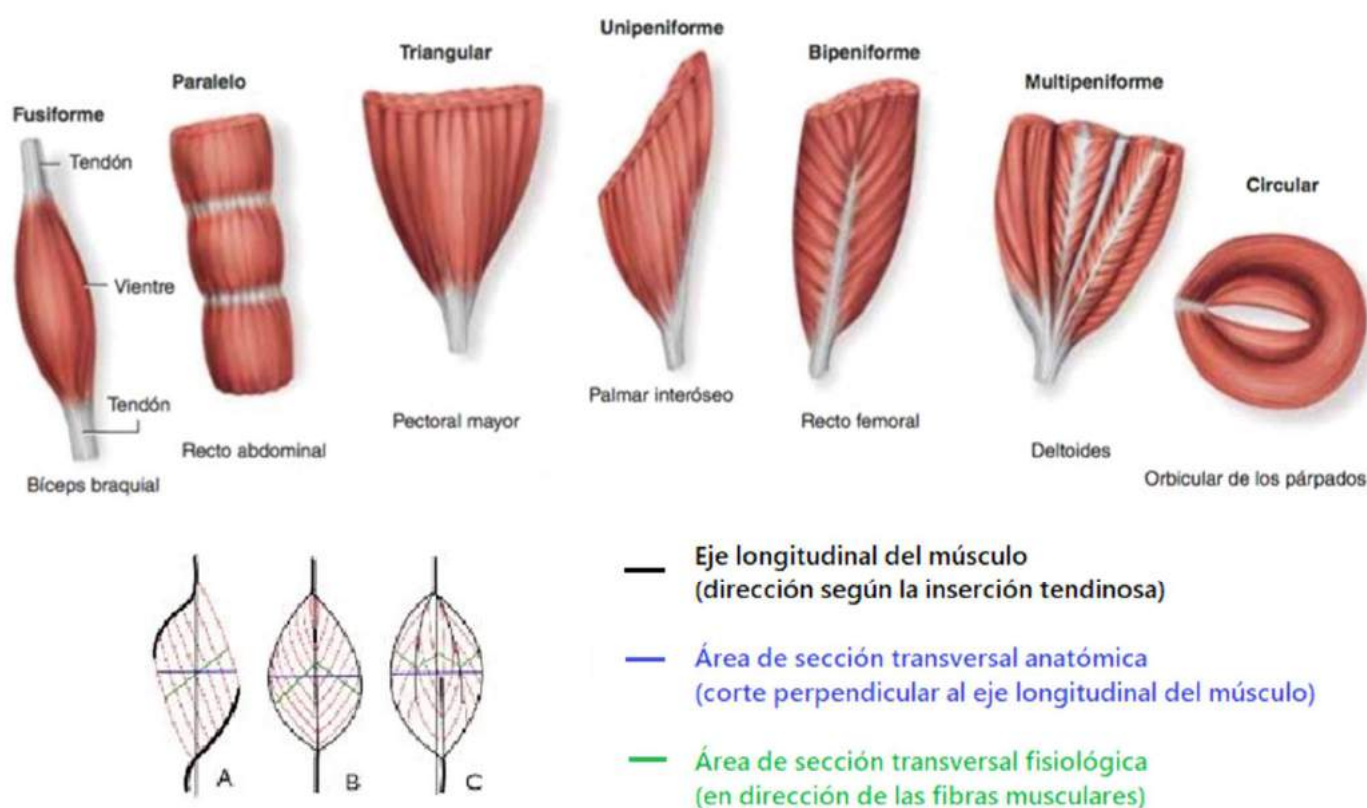


Figura 14: Diferentes disposiciones de las fibras musculares que influyen de manera directa en la fuerza generada según la posición inicial del ejercicio a realizar.

En el caso de los músculos biarticulares (cruzan dos articulaciones) contamos con dos herramientas a través de las cuales podemos influir en esta relación longitud-tensión, variando así la capacidad de producir fuerza de estos músculos durante movimientos en los que se vean solicitados: **insuficiencia activa y tensión pasiva**. Ambas son dos estrategias efectivas para producir mayor o menor implicación durante la ejecución de un ejercicio de una parte específica o de un grupo muscular.

Los músculos biarticulares verán influenciada su relación longitud-tensión durante el movimiento a través de la interacción entre las dos articulaciones a las que pertenecen. Cuando se inicia la contracción muscular desde una de las articulaciones estando el músculo acortado en la otra, la capacidad de generar fuerza se verá disminuida (**insuficiencia activa**), mientras que si está elongado en la otra articulación, se verá maximizada (**tensión pasiva**) [35].

Ambas estrategias pueden ser utilizadas para alterar el grado de participación muscular acorde a nuestros intereses, recordando de manera simple que un músculo biarticular ve disminuida su capacidad de realizar fuerza cuando sus inserciones están muy juntas (Figura 15) [35].

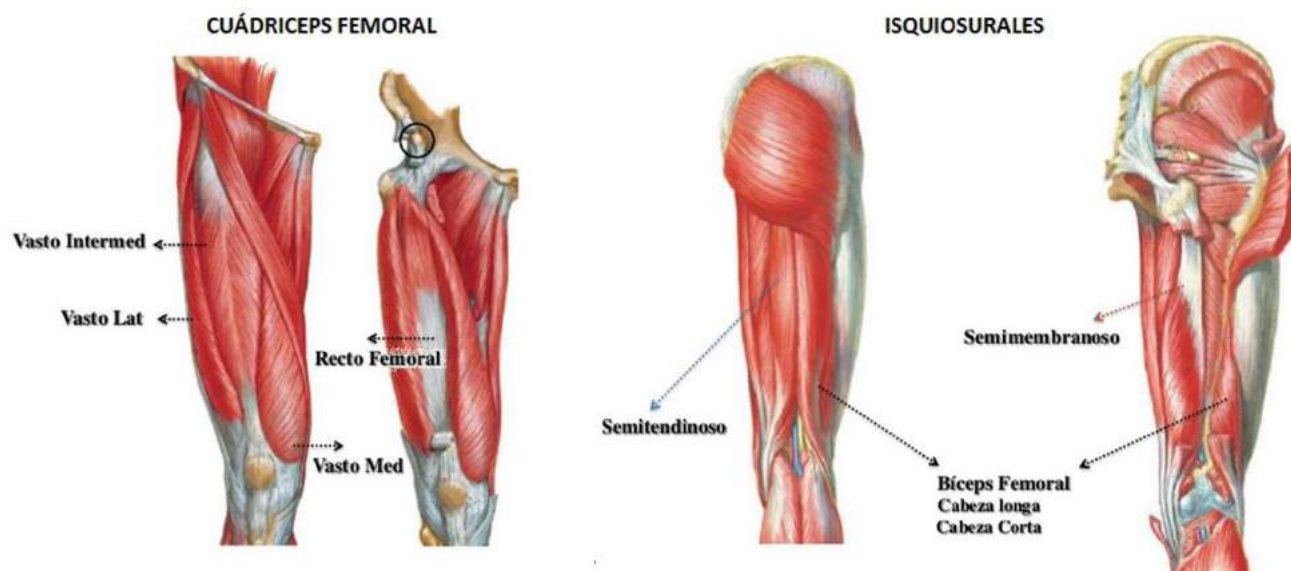


Figura 15: Ejemplos de músculos biarticulares en la pierna. Recto anterior del cuádriceps y bíceps femoral actúan sobre dos articulaciones (cadera y rodilla), por lo que pueden experimentar insuficiencia activa y tensión pasiva según en qué posiciones estén situados.

Ejemplo práctico: Insuficiencia activa y tensión pasiva en isquiosurales

Los isquiosurales, excepto la cabeza corta del bíceps femoral, actúan sobre la articulación de la cadera (extensores) y de la rodilla (flexores). Para un entrenamiento completo de este grupo muscular nuestro programa debería contener ejercicios que trabajasen ambos movimientos, incluyendo por ejemplo, el peso muerto rumano y el curl femoral deslizante para cada una de las acciones respectivamente.

Estos ejercicios podrían verse beneficiados de la **tensión activa** ejecutándose mientras se mantiene el músculo elongado a nivel de la articulación no involucrada en el movimiento. En el caso del peso muerto rumano, nos aseguráramos de que la flexión de rodilla es mínima, mientras que en el curl tumbado nos posicionaríamos con la cadera flexionada.

Por el contrario, si el objetivo fuese minimizar la intervención de los isquiosurales durante una extensión de cadera con motivo de enfatizar la acción de otros músculos extensores, deberíamos seleccionar ejercicios en los que la rodilla se mantuviese flexionada (por ejemplo, Hip Thrust). Los isquiosurales se encontrarían en **insuficiencia activa** y no podrían ejercer máxima tensión durante la extensión de cadera, adquiriendo protagonismo el otro gran músculo extensor, el glúteo.

La integración de estas características propias del cuerpo humano en la biomecánica musculoesquelética nos proporcionará una visión más individualizada del entrenamiento en nuestro planteamiento de selección de ejercicios, no valorando únicamente la calidad de un ejercicio de forma general, sino directamente **aplicada a un sujeto en cuestión, con sus necesidades y características personales**.

La elección de un ejercicio frente a otro puede **verse influenciada tanto por factores inherentes al propio movimiento como por circunstancias o limitaciones del sujeto** (ROM, restricciones, lesiones...).

Como sabemos, el movimiento es resultado de la fuerza aplicada por la musculatura en huesos y articulaciones, lo que forma un complejo sistema de palancas y momentos o torques. El torque generado en la articulación por

la carga a levantar debe ser superado por el torque generado por los músculos implicados en el movimiento de la articulación para poder movilizar la carga.

Debemos tener en cuenta que aunque el peso levantado no cambia durante la ejecución del ejercicio, su distancia a la articulación (brazo de palanca) varía a lo largo del rango de movimiento. Cuando la carga se encuentre más cerca de la articulación, el momento o torque resultante será menor y será más fácil levantarla que cuando se encuentre más lejos.

Las características anatómicas del individuo afectarán significativamente a todos los factores previamente expuestos. **La relación entre la longitud de los diferentes segmentos corporales se encuentra entre los parámetros que condicionaran la técnica de los ejercicios** y, por tanto, los torques resultantes en las articulaciones y la sollicitación muscular.

Por ejemplo, sujetos con tibias y torso largos en relación con un fémur más corto alcanzarán una profundidad mayor en la sentadilla manteniendo el torso erguido, siendo mayor la flexo-extensión en la articulación de la rodilla y, por tanto, la intervención de los músculos implicados en esta acción. En el caso contrario, con una gran inclinación y sin apenas profundidad en el rango de movimiento, los músculos extensores de la cadera serán los principalmente solicitados, disminuyendo la contribución de los extensores de la rodilla (Figura 16).

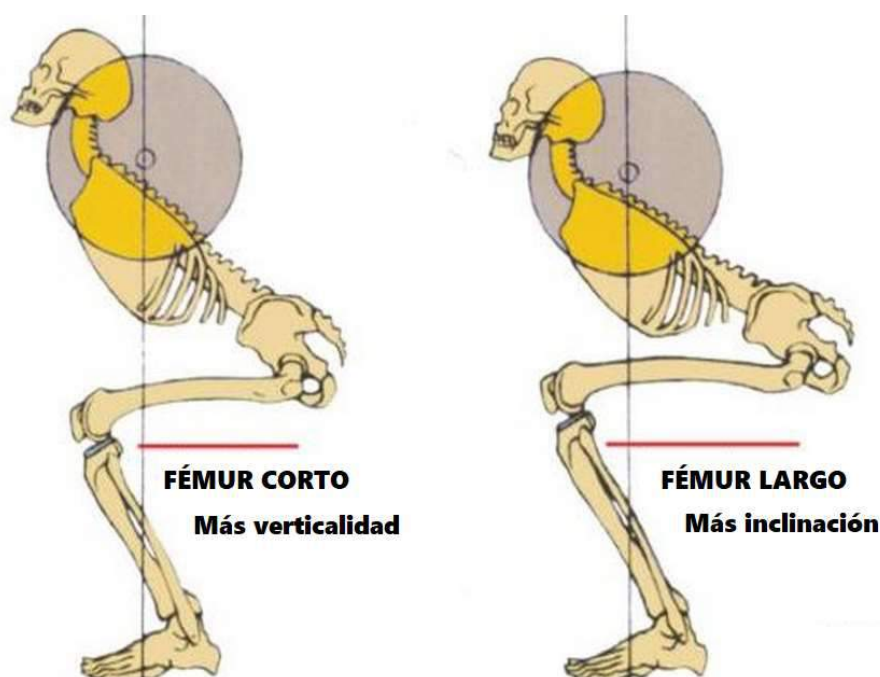


Figura 16: Diferencias en verticalidad e inclinación durante la sentadilla trasera atendiendo a las características anatómicas propias de cada sujeto.

2.3. Curva de resistencia de los ejercicios.

Conocer la **curva de resistencia de los ejercicios** nos permitirá seleccionar aquellos que mejor se adapten a proporcionar el estímulo que buscamos con su inclusión en nuestro programa de entrenamiento: mayor participación de determinados músculos, tensión continua, sobrecarga de ángulos específicos, etc.

Se explica mejor atendiendo a las siguientes gráficas que comparan los ejercicios de extensión de cadera, aunque es aplicable a cualquier movimiento articular. En el siguiente ejemplo se comparan la extensión de cadera en posición horizontal VS. extensión lumbar en banco inclinado 45° VS. buenos días con barra, perteneciente al estudio realizado por Contreras et al. (2013) [36].

Podemos ver la comparación del torque generado en la articulación de la cadera (eje Y) de tres ejercicios que realizan el mismo patrón de extensión de cadera con las piernas rectas y que aparentemente podrían resultar similares. En el eje X están representados tres puntos del rango de movimiento correspondientes a tres ángulos en la cadera, que relacionados con los valores del torque del eje Y, describen 3 curvas de resistencia diferentes para cada uno de los ejercicios (Figura 17):

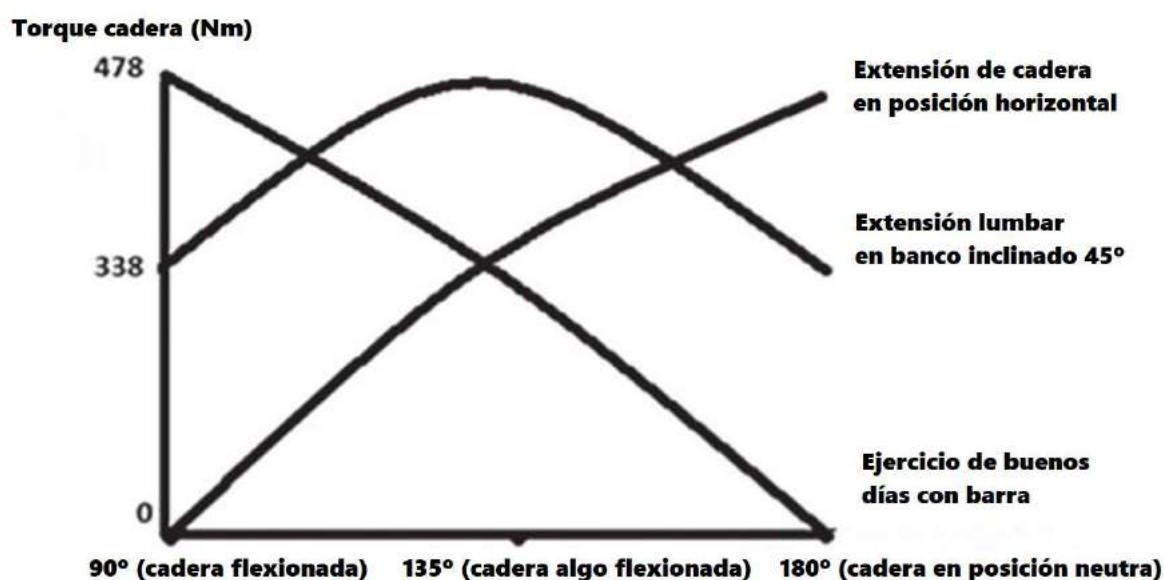


Figura 17: Curvas de resistencia de tres ejercicios diferentes de extensión de cadera. Modificado de Contreras et al., 2013 [36].

Podemos observar como la curva resultante del ejercicio buenos días y de la extensión horizontal es inversamente proporcional, lo que indica que el máximo torque experimentado en la cadera y, por tanto, la máxima resistencia a vencer por los músculos involucrados en el movimiento se producirá en posiciones opuestas.

En el caso del ejercicio de buenos días, la parte más dura del movimiento llegará en el inicio de la parte concéntrica, cuando la cadera este flexionada a 90°, mientras que en las extensiones horizontales la encontraremos al final de la parte concéntrica, con la cadera extendida o en posición neutra. Por otra parte, en la extensión lumbar a 45°, la curva muestra un torque más estable a lo largo de todo el rango de movimiento, que nunca desciende de los 338 Nm.

En base a los resultados obtenidos, los autores presentan una propuesta práctica de selección de ejercicios, en la que relacionan los tres mecanismos determinantes de la hipertrofia inducidos por el ejercicio (tensión mecánica, estrés metabólico y daño muscular) con las características de los tres ejercicios analizados [36]. Ello puede servir de ejemplo para cualquier otro conjunto de movimientos que sea capaz de realizar un grupo muscular en concreto, de manera que se acaben programando ejercicios específicos que reúnan perfiles diferentes en la curva de resistencia.

Podríamos beneficiarnos del conocimiento de la curva de resistencia de los ejercicios para, mediante la selección de nuestros ejercicios, **“llenar la curva” durante todo el rango de movimiento**, y así recibir la sobrecarga máxima en diferentes puntos del músculo o grupo muscular que se quiera trabajar. Esto permitirá completar el volumen de entrenamiento de una forma más productiva.

Asimismo, el uso de **rangos de movimiento (ROM) completos parece provocar una mayor hipertrofia** que el entrenamiento en rangos parciales; lo que no significa que las repeticiones parciales no tengan su utilidad en determinados casos. Algunas de las causas que provocan esta ventaja podrían ser la acumulación de mayor volumen (mover una carga por una distancia mayor producirá más trabajo, lo que no parece compensarse con una carga mayor en un rango de movimiento menor), la activación de unidades motoras en todo el movimiento, o el estiramiento del músculo bajo carga [31,33,34].

A pesar de que normalmente buscaremos obtener todos los beneficios que un rango de movimiento completo nos puede proporcionar para la consecución de nuestro objetivo, podemos encontrar ciertas **restricciones** de movilidad, estabilidad, flexibilidad o lesiones que no nos permitan ni trabajar en todo el rango, ni hacerlo de forma **segura**, que debe ser el primer componente a analizar para la selección.

En la búsqueda del rango de movimiento completo, debe primar que **la calidad del movimiento determina la capacidad de ejecución de cualquier ejercicio (Gray Cook)**.

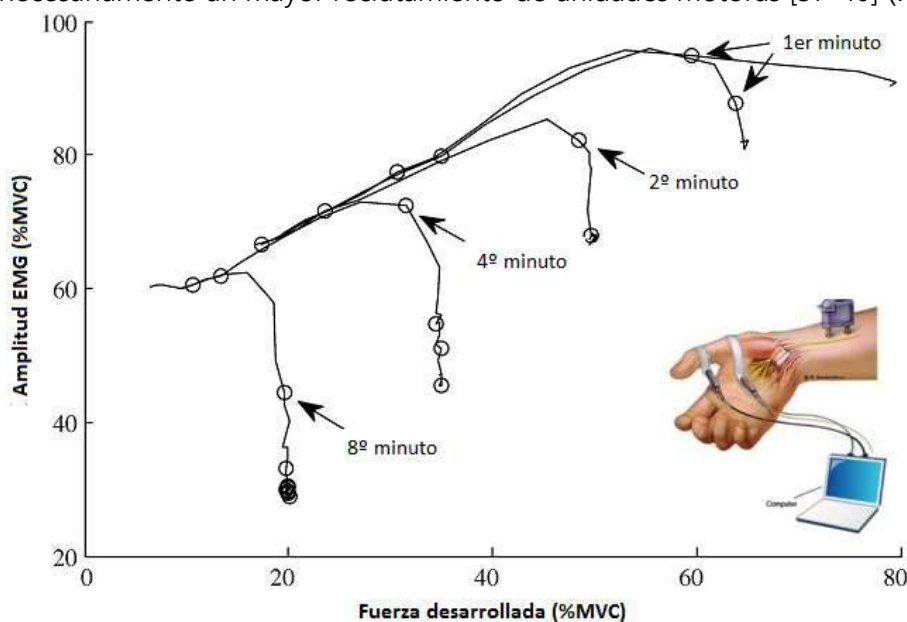
Cuarto Principio de Selección de Ejercicios
Ningún ejercicio es imprescindible. Ha de primar la individualización y el ajuste a los aspectos biomecánicos, calidad del movimiento y punto débiles/fuertes del sujeto que lo va a realizar.

3. Ejercicios óptimos para la mejor rutina.

3.1. Activación muscular y electromiografía.

Cuando pensamos en seleccionar ejercicios para conformar la mejor rutina de entrenamiento posible, la idea de “activar un músculo” se hace muy presente. Para ello, ha de producirse una estimulación procedente del sistema nervioso central para que el proceso de transmisión del impulso nervioso entre células nerviosas y hacia la fibra muscular sea satisfactorio. Las **señales de EMG** nos ofrecen una ventana de visualización de las señales eléctricas presentadas por múltiples fibras musculares y son, de hecho, una superposición de varios potenciales de acción que se usa comúnmente para medir los **niveles de activación muscular y proporciona una estimación de la intensidad** que supone el ejercicio para los músculos involucrados en el movimiento de manera específica, al igual que sobre la posición ideal para realizar un ejercicio [37].

La relación entre EMG y fuerza parece depender de la naturaleza del músculo de estudio y del movimiento en cuestión, además de otras variables como experiencia de entrenamiento o fatiga acumulada [37]. Precisamente, en relación a la fatiga muscular, se sabe que **no existe una relación lineal entre las variables de activación muscular y la descarga neural** (mayor cuanto más fatiga exista), por lo que una mayor respuesta de la EMG no implica necesariamente un mayor reclutamiento de unidades motoras [37-40] (Figura 18).



4.

Figura 18: Relaciones entre la fuerza desarrollada y la amplitud EMG en contracciones sostenidas del 20%, 35%, 50%, 65% y 80% de la Máxima Contracción Voluntaria (MVC) hasta más allá del fallo muscular en diferentes intervalos de tiempo [39].

En cuanto a si se correlaciona perfectamente con la hipertrofia, una pregunta bastante recurrente al preguntarse sobre ella; la sEMG no lo hace, pero sí están, al menos, relacionadas entre sí. La EMG se correlaciona con la resonancia magnética funcional (fMRI) por ser una medida exacta de la activación, y sabemos por la bibliografía que la activación fMRI es un buen predictor de la hipertrofia y de la síntesis proteica [37,41]; por lo tanto, no creemos que se trate de una exageración el decir que **la mayor actividad muscular medida con EMG podría ser un buen predictor de ellas, pero con ciertas limitaciones.**

Especialmente en culturismo, se ha popularizado la denominada conexión mente-músculo: “sentir” la contracción muscular (foco interno) debe ser más importante que el peso levantado para activar mayor cantidad de fibras musculares [42]. Sin embargo, como acabamos de ver, a diferentes intensidades de trabajo (ej. 30%,

50%, 75%, 90% 1RM) la relación entre fuerza generada y actividad muscular (EMG) no sigue una tendencia lineal [40,41], y dependiendo del objetivo de entrenamiento debería abordarse el foco atencional de manera diferente:

Mantener un foco de atención interno puede llegar a provocar una mayor activación muscular a intensidades de trabajo inferiores al 80% 1RM. Por encima de este límite no se encuentran diferencias entre activación muscular centrándose en foco interno frente a foco externo, adquiriendo la intensidad de carga el papel verdaderamente principal [42,43].

3.2. Ejercicios multiarticulares/compuestos y uniarticulares/ de aislamiento.

Cuando el objetivo es la hipertrofia muscular, es común encontrar la creencia de que una amplia gama de diferentes ejercicios es mejor. Del mismo modo, se suele pensar que los ejercicios de una sola articulación son necesarios, afirmando, por ejemplo, que el desarrollo óptimo de bíceps y tríceps no pueden lograrse sin la incorporación de "trabajo directo de brazos" en un programa de entrenamiento.

En general, los ejercicios multiarticulares (como el press de banca o las sentadillas) implican muchos grupos de músculos en comparación con los uniarticulares (como extensiones de tríceps o curl de bíceps) [5]. En algunas investigaciones, se ha observado que, durante los ejercicios multiarticulares, como el press de banca, la actividad muscular del tríceps braquial es a menudo menor que la actividad muscular de los otros motores primarios [44,45]. Sin embargo, otros han encontrado el resultado opuesto [46] y esto también ha sido evidenciado en la práctica por PowerExplosive (Figura 19).

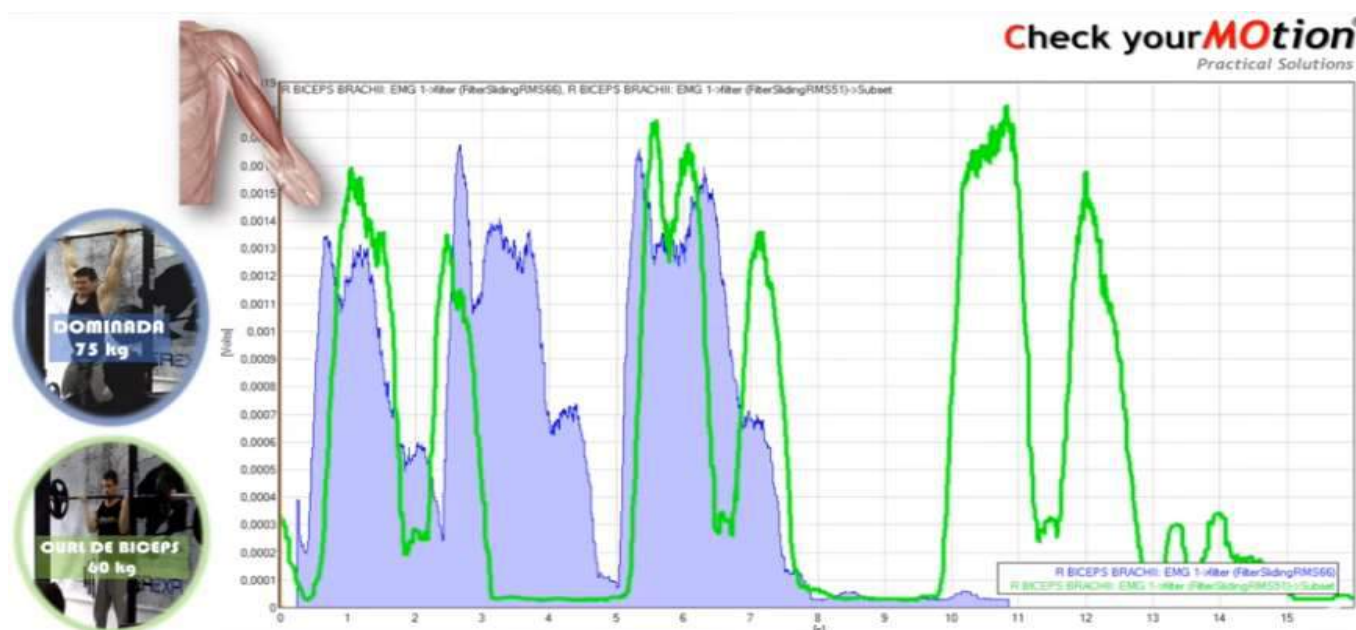


Figura 19: EMG del bíceps braquial comparando los ejercicios de dominadas (azul) y curl de bíceps (verde). Se observa como las diferencias no son significativas en pico, frecuencia y amplitud de señal.

Como hemos visto anteriormente, aunque la actividad muscular puede ser un buen predictor de la efectividad de un ejercicio para generar hipertrofia muscular a medio-largo plazo, no se puede fiar todo a esa carta y hay que acudir a comparativas reales en el efecto sobre el área de sección transversal de diferentes ejercicios que utilizan mismos grupos musculares, total o parcialmente.

En principiantes con objetivo hipertrofia, analizando la evolución en sus 10 primeras semanas de entrenamiento, se podría concluir que introducir un ejercicio de aislamiento como el curl de bíceps restaría tiempo a otros ejercicios más interesantes que involucren las articulaciones de la cintura escapular (ej. jalón al pecho, dominadas asistidas), cuyo control debería ser uno de los objetivos primarios en personas que empiezan a entrenar, y que producen resultados semejantes (e incluso superiores) en la hipertrofia de los flexores de codo (Figura 20) [47].

Los ejercicios multiarticulares también presentan la ventaja de que inducen menores reducciones de fuerza a corto plazo como consecuencia del menor grado de agujetas incluso aunque la carga de trabajo durante los multiarticulares sea mayor que en los uniarticulares [48] (Figura 20).

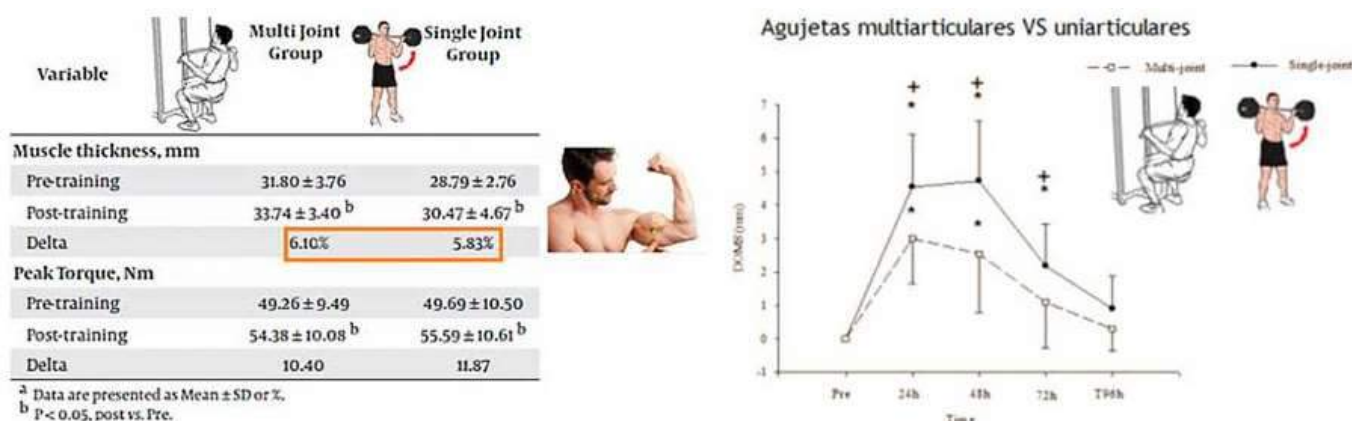


Figura 10: Resultados de ejercicio multiarticular (jalón al pecho) frente a uniarticular (curl de bíceps) en el contorno del brazo, torque pico de la articulación [47] y agujetas [48].











Así pues, en personas entrenadas, no está claro si los ejercicios uniarticulares conducen a diferentes ganancias en tamaño muscular que los multiarticulares. En principiantes sí está más claro y sucede que ejercicios de una sola articulación parecen conducir a aumentos similares en el tamaño muscular que ejercicios que involucran varias articulaciones.

El uso de ejercicios multiarticulares desde diferentes planos debería constituir la base de la programación. Añadir ejercicios complementarios uniarticulares es útil y puede servir para localizar regionalmente el lugar del músculo donde ocurren las mejoras de tamaño, pero no hay indicativos de que vayan a ser mayores. Igualmente, su uso es recomendable para descompensaciones musculares o prevenir lesiones.









3.3. Ejercicios óptimos para la mejor rutina de entrenamiento.

Como hemos visto en el cuarto principio para la selección de ejercicios, ninguno de ellos es imprescindible, si bien es cierto que existe evidencia que respalda las mayores ventajas de realizar unos en lugar de otros [49-68]. Así, se presenta a continuación algunos puntos clave a tener en cuenta para la elección de la rutina base más efectiva según la ciencia:


Ejercicios de pierna:

-  Sobre la base de los datos encontrados en la bibliografía, los ejercicios más completos para estimular el cuádriceps son las **diferentes variantes de sentadilla**, incluyendo las unilaterales como la sentadilla búlgara barra alta. Además, no son necesarias cargas cercanas al 1RM para su máximo estímulo.
-  Las sentadillas con **rango de movimiento completo** adaptado a cada sujeto y siempre buscando la máxima profundidad posible trabajan el conjunto de la pierna en mayor medida que rangos parciales (hasta la paralela, media o cuarto de sentadilla).
-  Las sentadillas con amplitud estrecha no producen mayores activaciones de extensores de rodilla, por lo tanto, se desmiente el **mito** de que esta amplitud trabaja más los cuádriceps. La realidad es que trabajan menos los músculos de cadena posterior y por ese motivo se aíslan más los extensores de rodilla. **Encontrar el ancho de pies más cómodo** que permita realizar tanto trabajo como sea posible en un período determinado de tiempo es probablemente el mejor consejo.
-  **Ejercicios de aislamiento** como extensiones de cuádriceps, curl femoral en sus diferentes versiones, abducciones de cadera o elevaciones de talones pueden alcanzar **picos de estímulo mayores** de los músculos motores de esos movimientos que ejercicios multiarticulares.
-  Los **ejercicios unilaterales** permiten trabajar cada pierna al máximo de su capacidad y en su posición óptima para aplicar la fuerza en su línea de fuerza más eficiente sin estar limitados por restricciones de diferente índole asociadas al trabajo bilateral.
-  Para el **máximo desarrollo de isquiosurales y glúteos**, la selección de ejercicios debería incluir en mayor parte los siguientes: Peso muerto convencional o sumo, Hip Thrust o Glute Bridge bilateral o unilateral, Rack pulls, Peso muerto rumano unilateral, y algún ejercicio de flexión de rodilla como principal movimiento, a elección.
-  Para **completar la curva de resistencia de la función flexora de los isquiosurales**, se recomendaría rotar en la rutina ejercicios de flexión de rodilla de pie, flexión de rodilla tumbado, curl femoral deslizante y curl femoral sentado.
-  El tríceps sural (sóleo y dos cabezas del gemelo), tiene su mayor desarrollo en volumen asociado al **gemelo**, músculo con mayor capacidad de desarrollo debido a las fibras de contracción rápida que predominan en mayor medida que en el sóleo.
-  La manera más adecuada para conseguir estimular al máximo los gemelos será mediante la realización de ejercicios con **intensidades elevadas** (alrededor de 1.8 - 2 veces nuestro propio peso corporal). A esto hay que sumarle la realización de **movimientos explosivos**, aunque estos se debieran realizar con algo menos de intensidad (1.5 veces nuestro propio peso corporal).
-  Elevaciones de talones de pie en máquina específica, elevaciones de talones explosivas de pie en máquina específica y elevaciones de talones tipo burro son los **ejercicios que muestran mayor actividad muscular del tríceps sural en su conjunto**.

Ejercicios de torso:

-  Sobre la base de los datos hallados en la bibliografía, **los ejercicios más completos para el total de músculos componentes del torso** son Press de banca, Dominadas o Jalón al pecho, cualquier variante de remos, Press militar sentado, Face Pull y el complemento de cualquier variante de ejercicios de aislamiento para tríceps y bíceps.
-  La investigación ha mostrado poca diferencia en la activación muscular debido al cambio en el ancho del agarre en las dominadas. Sin embargo, en el resto de ejercicios, usar un agarre que sea entre **1 y 1.5 veces la distancia biacromial**, logra los mejores resultados en términos de fuerza desarrollada media y pico.
-  Realizar una ligera extensión de columna (35°) sobre la cadera neutra en jalones verticales posiciona el **dorsal ancho en su línea de acción óptima para ejercer fuerza**. Inclinar hacia atrás durante un jalón vertical o unas dominadas es apropiado si se realiza correctamente en consonancia con el resto de fases del movimiento.
-  La intensidad relativa asociada al máximo estímulo del **pectoral mayor** en el press de banca es del **40% 1RM** (aproximadamente 1.00 m/s de velocidad media propulsiva). Sin embargo, el mayor estímulo global sobre los motores del movimiento (pectoral mayor, deltoides anterior y tríceps) se consigue a una intensidad cercana al **90% 1RM** (aproximadamente, 0.28 m/s de velocidad media propulsiva)
-  Aunque el Press militar sentado ofrece el mayor estímulo global sobre el total de músculos motores de un empuje vertical, el **Press militar Arnold** muestra mayor activación de deltoides anterior y medial con menos implicación del trapecio superior. El uso de mancuernas y la rotación característica del press Arnold permiten un trabajo más completo del deltoides aisladamente dado el mayor grado de libertad del movimiento.
-  Los **ejercicios de aislamiento del tríceps** que mejor permiten completar la curva total de resistencia de todas sus porciones son extensiones con mancuerna a una mano por encima de la cabeza, extensiones desde polea alta con cuerda y patadas horizontales con cable a una mano.
-  Las **dominadas en supinación** sin lastre activan los flexores de codo un mínimo del 43.20% de su máxima capacidad de contracción (MCV). Además, si se le añade lastre, este porcentaje va aumentando progresivamente hasta equipararse con ejercicios específicos de aislamiento.
-  Los **ejercicios de aislamiento del bíceps** que mejor permiten completar la curva total de resistencia de todas sus porciones son curl de bíceps con mancuernas en banco inclinado, curl de bíceps de pie con barra y curl predicador o concentrado.

Ejercicios de Core:

-  Apostar por el **Big Three de McGill** (*Crunch con manos en la zona lumbar, plancha lateral y Bird dog*) es la apuesta más completa y sencilla para el Core. Si además se complementa con algún ejercicio **antirrotación** (ejemplo: *Press Pallof*) y **antiextensión** (ejemplo: *rueda abdominal*), se conformará la rutina más eficiente de Core posible.

3.4. ¿Cada cuánto tiempo cambiar los ejercicios?

Para conseguir una sobrecarga progresiva en el entrenamiento, necesitamos “*ser especialistas*” en los ejercicios elegidos para estimular un músculo o grupo muscular concreto. No es hasta que se adquiere la habilidad de realizar el patrón de movimiento de un ejercicio, cuando los músculos involucrados pueden experimentar una sobrecarga progresiva a través del incremento de carga en el ejercicio, que como hemos visto es imprescindible para el aumento de masa muscular a largo plazo.

Si la rotación de ejercicios se produce con demasiada frecuencia, corremos el riesgo de dedicar más tiempo al aprendizaje motor de un ejercicio, que a expresar su potencial hipertrófico con cargas óptimas [69].

Sin embargo, esto **no debe llevarnos al extremo de no incluir apenas variación en nuestro programa**. La estructura de los músculos es compleja, presentan diversos puntos de unión a los huesos, así como varias porciones o cabezas que desarrollaran diferentes funciones y mostraran distintas activaciones dependiendo de la posición de la articulación, el plano de movimiento o el tipo de agarre utilizado [33,69]. Además, todas las fibras no tienen por qué abarcar el músculo en su totalidad. Músculos con varios vientres musculares pueden ser inervados por diferentes motoneuronas individuales, pudiendo existir más activación en partes específicas mediante la realización de determinados ejercicios [33,69,70].

En consecuencia, es imposible establecer un tiempo óptimo para cambiar los ejercicios. Dependiendo de las diferentes necesidades individuales se puede optar por diferentes planteamientos. Como referencia, podría establecerse un cambio de 15-20% entre semanas y un cambio de 30-50% del total de ejercicios entre mesociclos, **buscando siempre el equilibrio entre esta necesidad de especialización y variación.**

Parte III.

EJEMPLOS PRÁCTICOS DE LAS MEJORES RUTINAS DE ENTRENAMIENTO

A continuación, se exponen las rutinas de trabajo de los primeros días de entrenamiento de la semana según diferentes divisiones de trabajo. La frecuencia y variación de ejercicios quedaría a elección del sujeto o del entrenador en base al caso personal, respetando el principio de individualización (tiempo disponible, objetivos, experiencia, lesiones...).

Como indicador del carácter de esfuerzo se utilizará la variable RIR, que hace referencia a las repeticiones en la reserva o restantes hasta alcanzar fallo muscular.

1. Rutina torso-pierna.

EJERCICIO	SERIES X REPS	RIR
TORSO		
1. Press banca plano con barra	5 x 3-6	1-2
2. Dominadas con componente excéntrico	5 x (4 exc. + 4 sin lastre)*	Excéntrico = 1 Sin lastre; no establecido
3. Press Arnold de pie con mancuernas	4 x 12-15	1-3
4. Remo a una mano en polea baja	3 x 12-15 x lado	0-2
5. Face Pull	3 x 12-15	0-1
6. Extensiones con cuerda desde polea alta.	2-3 x 10-15	0-1
7. Curl bíceps mancuernas sentado banco inclinado.	1-3 x 10-15	0-1

* Trabajo de dominadas: 4 repeticiones excéntricas: lastre + peso corporal = 85% 1RM. Trabajo excéntrico facilita la fatiga del mayor número de unidades motoras. Aprovechamos estar colgados para conseguir este componente con más facilidad. Posteriormente, se deja el lastre y se realizan 4-6 repeticiones sin lastre, sólo con el peso corporal (aprox. supondrá un 65-72% 1RM total).

EJERCICIO	SERIES X REPS	RIR
PIERNA		
1. Sentadillas con barra alta	5 x 6-10	1-2
2. Peso muerto rumano con barra	4 x 8-12	0-2
3. Sentadilla búlgara con mancuernas	3 x 12-15 x lado	0-1
4. Curl femoral deslizante o tumbado	3 x 12-15	0-1
5. Curl femoral sentado	2 x 12-15	0-1
6. Elevaciones de gemelo tipo burro	2-3 x 10-12	0-1
CORE		
7. Rueda abdominal	3 x 10-12	0-1

2. Rutina Fullbody.

EJERCICIO	SERIES X REPS	RIR
Día 1		
1. Sentadillas con barra alta	5 x 6-10	1-2
2. Hip Thrust	4 x 8-12	0-2
3. Press banca plano con barra	5 x 3-6	1-2
4. Jalón al pecho	4 x 10-12	1-2
5. Press Arnold de pie con mancuernas	3 x 12-15	1-3
6. Curl femoral sentado	3 x 12-15	0-1
7. Extensiones con cuerda desde polea alta.	2 x 10-15	0-1
8. Curl bíceps mancuernas sentado banco inclinado.	2 x 10-15	0-1

EJERCICIO	SERIES X REPS	RIR
Día 2		
1. Peso muerto convencional	5 x 4-6	1-2
2. Sentadilla búlgara con mancuernas	3 x 12-15 x lado	1-2
3. Remo con barra a 90°	4 x 12-15	1-3
4. Face Pull	3 x 12-15	0-1
5. Fondos en paralelas sin lastre	3 x 10-15	1-2
6. Extensiones de cuádriceps a una pierna	2 x 12-15 x lado	0-1
7. Elevaciones de gemelo tipo burro	3-4 x 10-12	0-1
CORE		
8. Big Three de McGill	2 rondas de los 3 ejercicios x 10-12 x ejercicio	0-1

3. Rutina dividida.

DISTRIBUCIÓN ORIENTATIVA DE RUTINA CON FRECUENCIA ÓPTIMA

Grupo muscular	Volumen por entrenamiento con frecuencia óptima (series efectivas)		
	Principiante	Intermedio	Avanzado
	Alguien que progresa en cada entrenamiento	Alguien que progresa cada semana	Alguien que progresa cada mes
Pectoral	(2x) 5 – 6	(3x) 3 – 4	(3x) 3 – 5
Espalda	(2x) 5 – 6	(3x) 3 – 4	(3x) 3 – 6
Cuádriceps	(3x) 2 – 3	(3x) 3 – 4	(3x) 3 – 6
Isquiosurales	(3x) 2 – 3	(3x) 2 – 4	(3x) 3 – 4
Hombro	(2x) 3 – 4	(2x) 3 – 4	(3x) 2 – 4
Tríceps	(2x) 1 – 3	(2x) 1 – 3	(2x) 2 – 4
Bíceps	(2x) 1 – 3	(2x) 1 – 3	(2x) 2 – 4
Glúteos	(2x) 3 – 4	(2x) 3 – 4	(2x) 3 – 4
Gemelo y sóleo	(3x) 1 – 2	(3x) 1 – 2	(3x) 2 – 3

DISTRIBUCIÓN ORIENTATIVA DE RUTINA POR GRUPOS MUSCULARES

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Principal (1x)	Cuádriceps Isquios	Espalda Bíceps Tríceps	Pectoral Hombro	Glúteos G y S	Espalda Cuádriceps	Pectoral Glúteos	Isquios Core
Recordatorio (0.5x)	Pectoral Hombro	Glúteos G y S	Cuádriceps Core	Isquios Espalda Bíceps	Hombro Tríceps	Bíceps Tríceps	G y S

EJERCICIOS MÁS RECOMENDANDOS

Pectoral	Press de banca plano con barra, fondos en paralelas con o sin lastre, press con mancuernas a una mano, cruces desde polea alta, aperturas con mancuernas.
Espalda	Dominadas con o sin lastre, jalón al pecho, remo con barra a 90°, remo a una mano con mancuerna o en polea baja, pullover desde polea alta con cuerda.
Cuádriceps	Sentadillas barra alta, sentadillas frontales, sentadilla en máquina jaca, sentadilla búlgara con mancuernas, extensiones de cuádriceps a una pierna, sentadilla Sissy.
Isquiosurales	Peso muerto convencional, peso muerto rumano bilateral o unilateral, curl femoral deslizante, curl femoral sentado o de pie.
Hombro	Press militar de pie con barra, press militar sentado con barra o mancuernas, press Arnold con mancuernas de pie o sentado, elevaciones laterales en polea, Face Pull.
Tríceps	Extensiones con mancuerna por detrás de la cabeza, extensiones de tríceps desde polea alta, patada de tríceps con brazo horizontal.
Bíceps	Curl con mancuernas en banco inclinado, curl con barra de pie, curl predicador.
Glúteos	Hip Thrust, Glute Bridge, zancadas andando, subida a cajón con una pierna, extensiones de cadera horizontales, Monster Walks con bandas en las rodillas.
Gemelo y sóleo	Elevaciones de gemelo en máquina específica (intensidad y explosivas), elevaciones de gemelo tipo burro, elevaciones de tobillo sentado en máquina de soleo.
Core	Big Three de McGill, rueda abdominal, press Pallof.

RESUMEN GENERAL. 10 + 1 CLAVES.

1. **Programar y periodizar** es mejor que no hacerlo sea cual sea el objetivo. Según cual sea este, la influencia de hacerlo o no varía.
2. La **síntesis de proteínas musculares** se correlaciona positivamente con las ganancias de masa muscular. **Mayor frecuencia** con el estímulo óptimo significa que la síntesis proteica se mantiene elevada más tiempo a lo largo de nuestra vida. Ello permite un avance un 32-47% más rápido que una menor frecuencia.
3. Los menos expertos invierten mayor parte de su síntesis proteica en reparar daño muscular que los sujetos entrenados. **A medida que uno se hace más experto se hará más eficiente** en su construcción muscular porque invertirá más recursos de la síntesis proteica en construir.
4. Una frecuencia 2 a la semana es óptima para principiantes, mientras que los sujetos entrenados pueden llegar a frecuencia 3 o 4 semanal para optimizar sus resultados.
5. **Entrenamiento de fuerza e hipertrofia** pueden tener frecuencia parecida en movimientos o grupo muscular, pero **difieren en las prioridades del resto de variables**. Especificidad, cercanía al fallo muscular e intensidad (%1RM) de trabajo son las principales diferencias.
6. Existen **4 principios a seguir para la selección de ejercicios** con el fin de crear la rutina más efectiva de entrenamiento. Sobrecarga progresiva, volumen de entrenamiento, calidad de movimiento e individualización son las bases en las que se sustentan.
7. Conocer la **curva de resistencia** de los diferentes ejercicios que un determinado grupo muscular puede realizar nos permite seleccionar los ejercicios que, en conjunto y complementándose, exponen a los músculos a su desarrollo más completo.
8. **Una mayor actividad muscular medida con EMG podría ser un buen predictor de hipertrofia**, pero con ciertas limitaciones pues factores como la fatiga tienen importante peso en los resultados de electromiografía.
9. El uso de **ejercicios multiarticulares desde diferentes planos debería constituir la base de la programación**. Añadir ejercicios complementarios uniarticulares es útil y puede servir para localizar regionalmente el lugar del músculo donde ocurren las mejoras de tamaño, pero no hay indicativos de que vayan a ser mayores. Igualmente, su uso es recomendable para descompensaciones musculares o prevenir lesiones.
10. **Ningún ejercicio ni ninguna rutina es imprescindible ni invariante** para conseguir progresar en términos de masa muscular, si bien es cierto que existen, a priori, algunos ejercicios que permiten un mayor desarrollo y/o más rápidamente en un periodo de tiempo determinado.

Puede que haya infinitos métodos para conseguir un objetivo, pero los principios son pocos. Conocerlos, aprenderlos y entenderlos permitirá seleccionar con éxito de manera más ajustada.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

1. DeWeese, B., Gray, H. S., Sams, M. L., Scruggs, S. K., & Serrano, A. J. (2013). Revising the definition of periodization: merging historical principles with modern concern. *Olympic Coach*, 24(1), 5-18.
2. DeWeese, B. H., Hornsby, G., Stone, M., & Stone, M. H. (2015). The training process: Planning for strength–power training in track and field. Part 1: Theoretical aspects. *Journal of sport and health science*, 4(4), 308-317.
3. Plisk, S. S., & Stone, M. H. (2003). Periodization strategies. *Strength & Conditioning Journal*, 25(6), 19-37.
4. Stone, M. H., Stone, M., & Sands, W. A. (2007). *Principles and practice of resistance training*. Human Kinetics.
5. Haff, G. G., & Triplett, N. T. (Eds.). (2015). *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. Human kinetics.
6. Rhea, M. R., Ball, S. D., Phillips, W. T., & Burkett, L. N. (2002). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. *The Journal of strength & conditioning research*, 16(2), 250-255.
7. Buford, T. W., Rossi, S. J., Smith, D. B., & Warren, A. J. (2007). A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1245-1250.
8. Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Klatt, M., Faigenbaum, A. D., Ross, R. E., Tranchina, N. M., ... & Kraemer, W. J. (2009). Comparison between different off-season resistance training programs in Division III American college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 11-19.
9. Souza, E. O., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Roschel, H., Lowery, R. P., Aihara, A. Y., ... & Wilson, J. M. (2014). Early adaptations to six weeks of non-periodized and periodized strength training regimens in recreational males. *Journal of sports science & medicine*, 13(3), 604.
10. Williams, T. D., Toluoso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2017). Comparison of periodized and non-periodized resistance training on maximal strength: a meta-analysis. *Sports medicine*, 47(10), 2083-2100.
11. Monteiro, A. G., Aoki, M. S., Evangelista, A. L., Alveno, D. A., Monteiro, G. A., da Cruz Piçarro, I., & Ugrinowitsch, C. (2009). Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1321-1326.
12. Moraes, E., Fleck, S. J., Dias, M. R., & Simão, R. (2013). Effects on strength, power, and flexibility in adolescents of nonperiodized vs. daily nonlinear periodized weight training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(12), 3310-3321.
13. Rhea, M. R., Phillips, W. T., Burkett, L. N., Stone, W. J., Ball, S. D., Alvar, B. A., & Thomas, A. B. (2003). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 82-87.
14. Prestes, J., Frollini, A. B., de Lima, C., Donatto, F. F., Foschini, D., de Cássia Marqueti, R., ... & Fleck, S. J. (2009). Comparison between linear and daily undulating periodized resistance training to increase strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2437-2442.
15. Miranda, F., Simão, R., Rhea, M., Bunker, D., Prestes, J., Leite, R. D., ... & Novaes, J. (2011). Effects of linear vs. daily undulatory periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. *The Journal of strength & conditioning research*, 25(7), 1824-1830.
16. Franchini, E., Branco, B. M., Agostinho, M. F., Calmet, M., & Candau, R. (2015). Influence of linear and undulating strength periodization on physical fitness, physiological, and performance responses to simulated judo matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 358-367.
17. Hoffman, J. R., Wendell, M., Cooper, J., & Kang, J. (2003). Comparison between linear and nonlinear in-season training programs in freshman football players. *Journal of strength and conditioning research*, 17(3), 561-565.
18. Brook, M. S., Wilkinson, D. J., Mitchell, W. K., Lund, J. N., Szewczyk, N. J., Greenhaff, P. L., ... & Atherton, P. J. (2015). Skeletal muscle hypertrophy adaptations predominate in the early stages of resistance exercise training, matching deuterium oxide-derived measures of muscle protein synthesis and mechanistic target of rapamycin complex 1 signaling. *The FASEB Journal*, 29(11), 4485-4496.
19. Hulmi, J. J., Kovanen, V., Selänne, H., Kraemer, W. J., Häkkinen, K., & Mero, A. A. (2009). Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. *Amino acids*, 37(2), 297-308.
20. Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., ... & Phillips, S. M. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 52(6), 376-384.
21. Damas, F., Phillips, S. M., Libardi, C. A., Vechin, F. C., Lixandrão, M. E., Jannig, P. R., ... & Tricoli, V. (2016). Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. *The Journal of Physiology*, 594(18), 5209-5222.

22. Damas, F., Phillips, S., Vechin, F. C., & Ugrinowitsch, C. (2015). A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy. *Sports Medicine*, 45(6), 801-807.
23. Schoenfeld, B. J., Ratamess, N. A., Peterson, M. D., Contreras, B., & Tiryaki-Sonmez, G. (2015). Influence of resistance training frequency on muscular adaptations in well-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1821-1829.
24. Nuckols, G. (2019). Training Frequency for Muscle Growth: What the Data Say. <https://www.strongerbyscience.com>. Recuperado el 18 de noviembre de 2019 de <https://www.strongerbyscience.com/frequency-muscle/>.
25. Siff, M.C. & Verkhoshansky, Y. (2004). *Superentrenamiento* (Vol. 24). Barcelona: Editorial Paidotribo.
26. Mattson, M.P. & Calabrese, E.J. (2009). *Hormesis: a revolution in biology, toxicology and medicine* (Eds). Springer Science & Business Media.
27. Schoenfeld, B. J. (2013). Postexercise hypertrophic adaptations: a reexamination of the hormone hypothesis and its applicability to resistance training program design. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(6), 1720-1730.
28. West, D. W., & Phillips, S. M. (2010). Anabolic processes in human skeletal muscle: restoring the identities of growth hormone and testosterone. *The Physician and Sports Medicine*, 38(3), 97-104.
29. Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
30. Schoenfeld, B. J. (2013). Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports medicine*, 43(3), 179-194.
31. Morton, R. W., Colenso-Semple, L., & Phillips, S. M. (2019). Training for Strength and Hypertrophy: An Evidence-based Approach. *Current Opinion in Physiology*, 10, 90-95.
32. Schoenfeld, B. J., Pope, Z. K., Benik, F. M., Hester, G. M., Sellers, J., Nooner, J. L., ... & Just, B. L. (2016). Longer intersets enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 30(7), 1805-1812.
33. Schoenfeld, B. (2016). *Science and Development of Muscle Hypertrophy*. USA: Human Kinetics.
34. Helms, E. R., Fitschen, P. J., Aragon, A. A., Cronin, J., & Schoenfeld, B. J. (2015). Recommendations for natural bodybuilding contest preparation: resistance and cardiovascular training. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 55(3), 164.
35. Schoenfeld, B. (2002). Accentuating Muscular Development Through Active Insufficiency and Passive Tension. *Strength & Conditioning Journal*, 24(4), 20-22.
36. Contreras, B. M., Cronin, J. B., Schoenfeld, B. J., Nates, R. J., & Sonmez, G. T. (2013). Are All Hip extension exercises created equal?. *Strength & Conditioning Journal*, 35(2), 17-22.
37. Türker, H., & Sözen, H. (2013). Surface electromyography in sports and exercise. *Electrodiagnosis in new frontiers of clinical research*; 181.
38. Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Madrid. Ed. Médica Panamericana.
39. Vigotsky, A. D., Beardsley, C., Contreras, B., Steele, J., Ogborn, D., & Phillips, S. M. (2017). Greater electromyographic responses do not imply greater motor unit recruitment and 'hypertrophic potential' cannot be inferred. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(1), e1-e4.
40. Dideriksen, J. L., Farina, D., & Enoka, R. M. (2010). Influence of fatigue on the simulated relation between the amplitude of the surface electromyogram and muscle force. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 368(1920), 2765-2781.
41. Wakahara, T., Miyamoto, N., Sugisaki, N., Murata, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., ... & Yanai, T. (2012). Association between regional differences in muscle activation in one session of resistance exercise and in muscle hypertrophy after resistance training. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1569-1576.
42. Schoenfeld, B. J., & Contreras, B. (2016). Attentional Focus for Maximizing Muscle Development: The Mind-Muscle Connection. *Strength & Conditioning Journal*, 38(1): 27-2
43. Calatayud, J., Vinstrup, J., Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Brandt, M., Jay, K., ... & Andersen, L. L. (2016). Importance of mind-muscle connection during progressive resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, 116(3):527-533.
44. Gentil, P., Oliveira, E., Júnior, V., do Carmo, J., & Bottaro, M. (2007). Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1082-1086
45. Brennecke, A., Guimarães, T. M., Leone, R., Cadarci, M., Mochizuki, L., Simão, R., & Serrão, J. C. (2009). Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1933-1940.
46. Clemons, J. M., & Aaron, C. (1997). Effect of Grip Width on the Myoelectric Activity of the Prime Movers in the Bench Press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(2), 82-87.
47. Gentil, P., Soares, S., & Bottaro, M. (2014). Single vs. Multi-joint resistance exercise: effects on muscle strength and hypertrophy. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(2).

48. Soares, S., Ferreira-Junior, J. B., Pereira, M. C., Cleto, V. A., Castanheira, R. P., Cadore, E. L., ... & Bottaro, M. (2015). Dissociated time course of muscle damage recovery between single-and multi-joint exercises in highly resistance-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(9), 2594-2599.
49. Boeckh-Behrens, WU.; Buskies, W. (2005). *Entrenamiento de la fuerza*. Barcelona. Ed. Paidotribo.
50. Terzis, G., Georgiadis, G., Stratakos, G., Vogiatzis, I., Kavouras, S., Manta, P., ... & Blomstrand, E. (2008). Resistance exercise-induced increase in muscle mass correlates with p70S6 kinase phosphorylation in human subjects. *European journal of applied physiology*, 102(2), 145-152.
51. Candow, D. G., & Burke, D. G. (2007). Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. *Journal of Strength And Conditioning Research*, 21(1), 204.
52. Glassbrook, D. J., Helms, E. R., Brown, S. R., & Storey, A. G. (2017). A review of the biomechanical differences between the high-bar and low-bar back-squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(9), 2618-2634.
53. Bloomquist, K., Langberg, H., Karlsen, S., Madsgaard, S., Boesen, M., & Raastad, T. (2013). Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *European journal of applied physiology*, 113(8), 2133-2142.
- Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., & Cronin, J. (2015). A comparison of gluteus maximus, biceps femoris, and vastus lateralis electromyographic activity in the back squat and barbell hip thrust exercises. *Journal of applied biomechanics*, 31(6), 452-458.
54. Kubo, K., Ikebukuro, T., & Yata, H. (2019). Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. *European Journal Of Applied Physiology*, 1-10.
55. Escamilla, R. F. (2001). Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(1), 127-141.
56. Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., McMaster, D. T., Reyneke, J. H., & Cronin, J. B. (2017). Effects of a six-week hip thrust vs. front squat resistance training program on performance in adolescent males: a randomized controlled trial. *Journal of Strength And Conditioning Research*, 31(4), 999-1008.
57. Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Tiriyaki-Sonmez, G., Wilson, J. M., Kolber, M. J., & Peterson, M. D. (2015). Regional differences in muscle activation during hamstrings exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 159-164.
58. Ebben, W. P., Feldmann, C. R., Dayne, A., Mitsche, D., Alexander, P., & Knetzger, K. J. (2009). Muscle activation during lower body resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 30(01), 1-8.
59. Contreras, B. (2010). Inside the Muscles: Best Leg, Glutes and Calf Exercises. <http://www.t-nation.com/>. Recuperado el 28 de noviembre de 2019 de <http://www.t-nation.com/testosterone-magazine-623#inside-the-muscles>.
60. Miyamoto, N., & Oda, S. (2003). Mechanomyographic and electromyographic responses of the triceps surae during maximal voluntary contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(5), 451-459.
61. Trebs, A.A.; Brandenburg, J.P.; Pitney, W.A. (2010). An electromyography analysis of 3 muscles surrounding the shoulder joint during the performance of a chest press exercise at several angles. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7):1925-30.
62. Ogasawara, R., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., & Abe, T. (2013). Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training. *International Journal of Clinical Medicine*, 4(02), 114.
63. Candow, D. G., & Burke, D. G. (2007). Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 21(1), 204.
64. McMahon, P. J., Debski, R. E., Thompson, W. O., Warner, & Woo, S. L. (1995). Shoulder muscle forces and tendon excursions during glenohumeral abduction in the scapular plane. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 4(3), 199-208.
65. Rocha Júnior, Valdinar de Araújo, Gentil, Paulo, Oliveira, Elke, & Carmo, Jake do. (2007). Comparación entre la actividad EMG del pectoral mayor, deltoides anterior y tríceps braquial durante los ejercicios supino recto y cruz. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 13(1), 51-54.
66. Doma, K., Deakin, G. B., & Ness, K. F. (2013). Kinematic and electromyographic comparisons between chin-ups and lat-pull down exercises. *Sports biomechanics*, 12(3), 302-313.
67. Oliveira, L. F., Matta, T. T., Alves, D. S., Garcia, M. A., & Vieira, T. M. (2009). Effect of the shoulder position on the biceps brachii EMG in different dumbbell curls. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8(1), 24.
68. Akagi, R., Tanaka, J., Shikiba, T., & Takahashi, H. (2015). Muscle hardness of the triceps brachii before and after a resistance exercise session: a shear wave ultrasound elastography study. *Acta Radiologica*, 56(12), 1487-1493.
69. Helms, E. R., Fitschen, P. J., Aragon, A. A., Cronin, J., & Schoenfeld, B. J. (2015). Recommendations for natural bodybuilding contest preparation: resistance and cardiovascular training. *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, 55, 164-178.
70. Fonseca, R. M., Roschel, H., Tricoli, V., de Souza, E. O., Wilson, J. M., Laurentino, G. C & Ugrinowitsch, C. (2014). Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3085-3092.



¡Gracias por tu apoyo!



Powerexplosive



@ powerexplosive



powerexplosive



@Explosivo